



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **131321** (13) **C2**
(51) МПК (2026.01)
G21F 9/30 (2006.01)
G21F 7/00
B23D 45/12 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

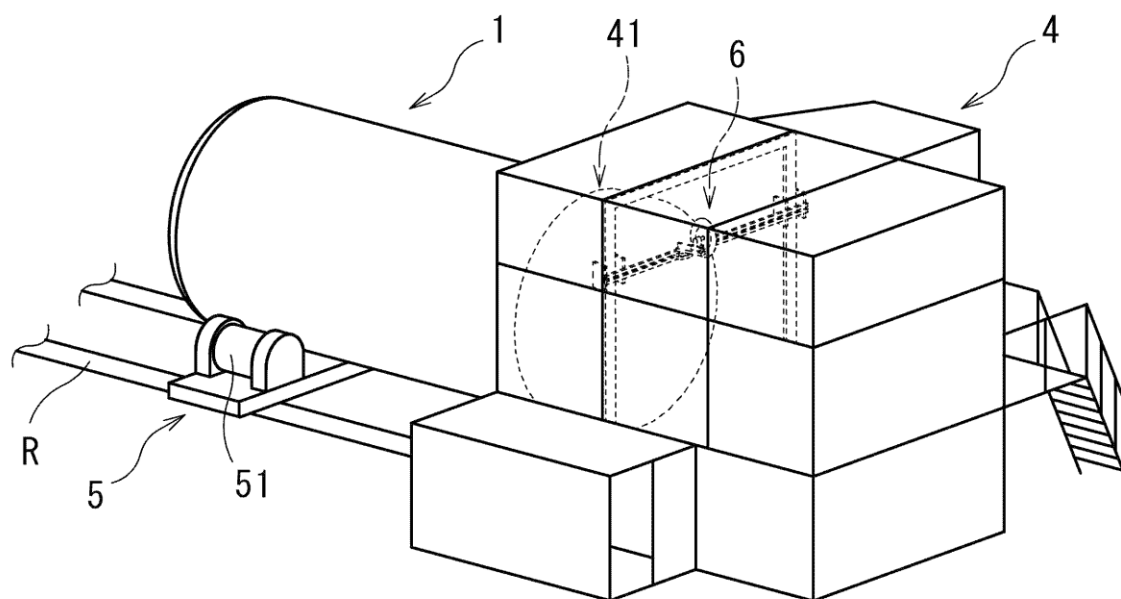
(21) Номер заявки:	а 2021 01550	(72) Винахідник(и):	Нісікава Юуукі (JP), Накаяма Джумпей (JP), Лідар Пер (SE), Вернерссон Томас (SE)
(22) Дата подання заявки:	24.03.2021	(73) Володілець (володільці):	СТУДСВІК ВЕЙСТ МЕНЕДЖМЕНТ ТЕКНОЛОДЖІ АБ, SE-611 82 Nyköping, Sweden (SE)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	22.10.2026	(74) Представник:	Каплуненко Дар'я Олександрівна, реєстр. №435
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2020-056435	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	KR 20120130605 A, 03.12.2012 KR 101450205 B1, 13.10.2014 EP 0010207 A1, 30.04.1980 JP 2012173045 A, 10.09.2012 JP 2019143948 A, 29.08.2019 JP 2006112844 A, 27.04.2006 DE 2058766 A1, 31.05.1972
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	26.03.2020		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	JP		
(41) Публікація відомостей про заявку:	29.09.2021, Бюл.№ 39		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	21.10.2026, Бюл.№ 42		

(54) СПОСІБ ДЕМОНТАЖУ ТЕПЛОБІМНІКА

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі ядерної енергетики, зокрема стосується способів демонтажу та розбирання обладнання, що зазнало радіоактивного забруднення. Спосіб демонтажу теплообмінника ядерної установки, що містить циліндричний корпус та розміщену в ньому теплообмінну трубу з дуговою і прямими частинами, який включає розміщення теплообмінника на опорному каркасі так, щоб центральна вісь корпусу була розташована горизонтально. Після цього здійснюють переміщення опорного каркаса для введення дугової частини теплообмінника в демонтажну камеру з функцією екранування випромінювання та утримуючим пристроєм. Далі виконують виведення дугової частини теплообмінної труби з корпусу та її розділення за допомогою циркулярної пилки в демонтажній камері. На завершальному етапі дугову частину розрізають на короткі труби послідовно, починаючи від місця первинного розрізу циркулярною пилкою. Технічний результат полягає у зниженні витоку та зменшенні впливу радіоактивних речовин на навколишнє середовище, підвищенні ефективності видалення дугової частини теплообмінної труби та забезпеченні економії робочого простору.

UA 131321 C2



Винахід стосується способу демонтажу теплообмінника.

При оновленні та знятті з експлуатації ядерних установок, демонтують зношене обладнання, таке як резервуари і теплообмінники. Це обладнання покрито радіоактивними матеріалами. Кількість радіоактивних відходів можна зменшити, видаляючи деталі, що містять

радіоактивні матеріали, і повторно використовуючи як металеву сировину деталі, що не містять радіоактивні матеріали або містять лише незначну кількість радіоактивних матеріалів, які можуть бути дезактивовані.

У випадку теплообмінника, радіоактивні речовини в основному прилипають до внутрішньої частини теплообмінної труби та водяної камери, що прикріплена до трубної дошки теплообмінника. Тому необхідно розрізати і видалити теплообмінні труби в теплообміннику. При цьому, демонтаж слід здійснювати, не допускаючи витоку радіоактивних речовин або їх прилипання до повторно використовуваних деталей.

Як спосіб розбирання теплообмінника відомий спосіб видалення теплообмінних труб, в якому, після видалення дугової частини теплообмінної труби, розрізають з'єднання між

частиною прямої труби та трубною дошкою і витягають пряму частину (див. патентний документ JP 2014-59149).

У способі розбирання теплообмінника, описаному раніше, спочатку видаляють дугову частину теплообмінної труби, при цьому елемент, прикріплений до дугової частини для зменшення вібрації, може бути видалений одночасно, запобігаючи таким чином ситуації, при якій зазначений елемент перешкоджає вилученню теплообмінної труби. Це запобігає ускладненню при витягуванні теплообмінної труби.

У способі розбирання теплообмінника, описаному раніше, теплообмінник розташований горизонтально на підлозі технологічного обладнання на опорному каркасі, де спочатку видаляють дугову частину теплообмінної труби одночасно з елементом, прикріпленим до дугової частини для зменшення вібрації. Зазвичай встановлено кілька теплообмінних труб, і видалення кожного елемента зменшення вібрації одночасно з ними, при теплообміннику в горизонтальному положенні, не є простим завданням, тому тут існує простір для вдосконалень.

Крім того, теплообмінник, згідно із зазначеною публікацією, на момент демонтажу повинен бути повністю покритий спорудою типу теплиці. Покриваючи таким чином весь теплообмінник спорудою типу теплиці, можна запобігти витоку радіоактивних речовин назовні, але неможливо в достатній мірі запобігти прилипанню радіоактивних речовин до повторно використовуваних частин. Крім того, оскільки деякі теплообмінники є відносно великими із загальною довжиною близько 20 м, то обладнання, яке покриває весь теплообмінник, має бути величезним за розміром.

Представлений винахід розроблений, виходячи з вищевказаних обставин, і ставить собі за мету запропонувати спосіб демонтажу теплообмінника, який дозволить додатково зменшити витік і величину впливу радіоактивних речовин, а також ефективно видалити дугову частину теплообмінної труби з економією простору.

Спосіб демонтажу теплообмінника відповідно до одного аспекту представленого винаходу є спосіб демонтажу теплообмінника, що використовується в ядерній установці, що містить теплообмінну трубу і циліндричний корпус для розміщення теплообмінної труби, причому теплообмінна труба має дугову частину і прямі частини труби, що проходять паралельно центральній осі корпусу від обох кінців дугової частини, який містить стадію розміщення теплообмінника на опорному каркасі так, щоб центральна вісь вищевказаного корпусу проходила в горизонтальному напрямку; після вищевказаної стадії розміщення, стадію вставки частини теплообмінника, за допомогою переміщення опорного каркаса, з боку дугової частини в демонтажну камеру, яка містить утримуючий пристрій і має функцію екранування випромінювання; стадія виведення дугової частини теплообмінної труби з корпусу; після стадії вставки і стадії виведення, стадія розділення дугової частини за допомогою циркулярної пилки в демонтажній камері; і, після вищезгаданої стадії розділення, стадія розрізання дугової частини на короткі труби в порядку від положення розділення дугової частини циркулярною пилкою у вищезгаданій демонтажній камері.

У зазначеному способі демонтажу теплообмінника використовується циркулярна пилка для розділення дугової частини. Оскільки циркулярна пилка схильна концентрувати різуче зусилля в місці контакту, можна легко і точно розрізати теплообмінні труби, так як вони легко піддаються впливу вібрації. У зазначеному способі демонтажу теплообмінника оскільки теплообмінну трубу можна легко відрізати за допомогою циркулярної пилки, дугова частина розрізається на короткі труби в порядку від положення розділення на стадії розділення, і може бути легко зібрана. Тому зазначений спосіб демонтажу теплообмінника має високу ефективність. Крім того, в способі демонтажу теплообмінника, оскільки демонтажна камера виконана таким чином, щоб

утримувати вирізану частину теплообмінника і екранувати випромінювання, можна заощадити простір в обладнанні, що покриває теплообмінник, і запобігти прилипання радіоактивних речовин до тієї частини теплообмінника, яка знаходиться поза демонтажною камерою.

Вищевказана циркулярна пилка має пилковий диск, поверхня обертання якого проходить у вертикальному напрямку, пристрій переміщення, який забезпечує можливість переміщення пилкового диска в площині, ортогональній центральній осі вищевказаного корпусу, вставленого в демонтажну камеру, і поворотний пристрій, який забезпечує можливість повороту пилкового диска в горизонтальному напрямку. На вищезгаданій стадії розділення і стадії розрізання пристрій переміщення і поворотний пристрій переважно використовують для регулювання положення, в якому циркулярна пилка впирається в дугову частину. Таким чином, на стадії розділення і стадії розрізання, при використанні пристрою переміщення і поворотного пристрою для регулювання положення, в якому циркулярна пилка впирається в дугову частину, розрізання дугової частини може бути здійснено в необхідному місці, що додатково збільшує ефективність виконання роботи.

Переважно, для того, щоб пристроєм переміщення та поворотним пристроєм можна було управляти зовні демонтажної камери. Таким чином, за рахунок забезпечення можливості керування пристроєм переміщення та поворотним пристроєм зовні демонтажної камери можна більш надійно запобігти піддаванню робітника впливу випромінювання.

Вищевказаний опорний каркас має пристрій обертання, який дозволяє обертати корпус навколо його центральної осі, причому на стадії розділення і стадії розрізання переважно використовувати пристрій обертання для регулювання положення, в якому циркулярна пилка впирається в дугову частину. Таким чином, на стадії розділення і стадії розрізання, за рахунок використання пристрою обертання, для регулювання положення, в якому циркулярна пилка впирається в дугову частину, стає можливим легше здійснити різання в необхідному положенні дугової частини. Крім того, оскільки обрізану коротку трубу можна легко витягти з корпусу шляхом пристрою обертання, який обертає, короткі труби можуть бути зібрані більш надійно.

Вищевказана демонтажна камера має похилу поверхню, що утворює щонайменше частину поверхні підлоги, і вихідний отвір, розташований на нижньому кінці похилої поверхні, причому відрізана на стадії розрізання коротка труба може переміщуватися вниз по похилій поверхні під дією сили тяжіння або виштовхуючого пристрою (екструдера) і потім може виходити з випускного отвору. Сконструйована таким чином поверхня підлоги демонтажної камери, дозволяє більш надійно відновити положення обрізаних коротких труб. Тобто можна запобігти залишенню короткої труби в демонтажній камері і поступовому збільшенню радіоактивності в демонтажній камері. Також, може бути, наприклад, зменшена ймовірність входження робітника в демонтажну камеру 4 для забирання труби, і може бути додатково зменшено піддавання робітника опроміненню.

Вищевказаний утримуючий пристрій має отвір, в який може бути вставлений корпус, і розташований навколо зазначеного отвору стискаючий діафрагмовий пристрій, здатний забезпечити ущільнення між корпусом і краєм отвору, в який вставлений корпус. На стадії вставки опорний каркас може переміщуватися при відкритому діафрагмовому пристрої, а після переміщення опорного каркаса вказаний діафрагмовий пристрій закривається для утримання частини корпусу всередині демонтажної камери. Таким чином, за рахунок виконання утримуючого пристрою в демонтажну камеру можна легко вставити частину теплообмінника за рахунок переміщення опорного каркаса, зберігаючи при цьому функцію екранування від випромінювання.

Принаймні на вищевказаній стадії розділення переважно підтримувати у вищезгаданій демонтажній камері негативний тиск. Підтримуючи таким чином негативний тиск в демонтажній камері, можна більш надійно запобігти витоків радіоактивних речовин через зазори в демонтажній камері.

Як описано вище, спосіб демонтажу теплообмінника представленого винаходу дозволяє додатково знизити витік і величину впливу радіоактивних речовин, а також ефективно видалити дугову частину теплообмінної труби з економією простору.

Фіг. 1 представляє спосіб демонтажу теплообмінника відповідно до варіанта здійснення представленого винаходу.

Фіг. 2 представляє схематичний вигляд в розрізі теплообмінника, що підлягає демонтажу за допомогою способу демонтажу теплообмінника, представленого на фіг. 1.

Фіг. 3 представляє схематичний вигляд в аксонометрії демонтажного обладнання, що використовується в способі демонтажу теплообмінника, представленому на фіг. 1.

Фіг. 4 представляє схематичний вигляд утримуючого пристрою демонтажної камери, зображеної на фіг. 1.

Фіг. 5 представляє схематичний вигляд в розрізі конструкції поверхні підлоги демонтажної камери за фіг. 4.

Фіг. 6 представляє схематичний вигляд в аксонометрії конструкції циркулярної пилки за фіг. 1.

5 Фіг. 7 представляє схематичний вигляд, що відображає процес установки (монтажу).

Фіг. 8 представляє схематичний вигляд, що розкриває процес виведення.

Далі варіанти здійснення представленого винаходу будуть детально описані з посиланням на відповідні креслення.

10 Спосіб демонтажу теплообмінника, представлений на фіг. 1, являє собою спосіб демонтажу теплообмінника, що використовується в ядерній установці, і включає в себе стадію S1 розміщення, стадію S2 вставки, стадію S3 виведення, стадію S4 розділення і стадію S5 розрізання.

15 На фіг. 2 представлена конструкція теплообмінника 1, що підлягає розбиранню за допомогою способу демонтажу теплообмінника. Теплообмінник 1 включає в себе кілька теплообмінних труб 10, трубну дошку 20 для кріплення теплообмінної труби 10, циліндричний корпус 30 для зберігання теплообмінної труби 10 і трубної дошки 20.

20 Теплообмінна труба 10 має дугову частину 11 і частину 12 прямої труби, що проходить паралельно центральній осі корпусу 30 від обох кінців дугової частини 11. Як показано на фіг. 2, положення множини теплообмінних труб 10 в корпусі 30 регулюються клиновим стопором 13 і перегородками 14 для підтримки труб.

Трубна дошка 20 являє собою пластину для прикріплення кінцевої ділянки частини 12 прямої труби на стороні, протилежній дугової частини 11. Поверхня трубної дошки 20 розташована на нижньому кінці корпусу 30, так що її поверхня ортогональна центральній осі корпусу 30, і корпус 30 розділений на верхню і нижню частини.

25 Корпус 30 розділений на верхню і нижню частини трубною дошкою 20, причому в нижній частині передбачена водяна камера 31 для подачі і випуску теплоносія. Крім того, корпус 30 виконаний з можливістю подачі теплоносія (наприклад, води) для занурення теплообмінної труби 10 у верхній частині, що відокремлена трубною дошкою 20.

30 В теплообміннику 1 нагрітий в ядерному реакторі високотемпературний первинний теплоносіє подається у водяну камеру 31. Первинний теплоносіє протікає всередину теплообмінної труби 10, повертається у водяну камеру 31 і виходить з водяної камери 31. При цьому коло теплообмінної труби 10 заповнене теплоносієм, і за допомогою теплоносія здійснюється теплообмін. Отже, температура первинного теплоносія, що виходить, знижена. Низькотемпературний первинний теплоносіє знову нагрівається в реакторі та подається у

35 водяну камеру 31.

З іншого боку, теплоносіє, нагрітий за рахунок теплообміну, виводиться з теплообмінника 1, і його теплова енергія також використовується.

40 Оскільки теплообмінник 1 використовується зазначеним чином в ядерній установці, радіоактивні речовини можуть проходити через внутрішню частину теплообмінної труби 10 і водяну камеру 31. Отже, цілком можливо, що радіоактивна речовина в основному міститься всередині теплообмінної труби 10 і водяної камери 31 і не міститься в інших частинах, або навіть якщо міститься, то у вкрай малій кількості.

45 У способі демонтажу теплообмінника, представленому на фіг. 3, деякі або всі стадії виконуються в демонтажній камері 4. Крім того, в способі демонтажу теплообмінника теплообмінник 1 поміщають на опорний каркас 5 і вставляють в демонтажну камеру 4, а теплообмінну трубу 10 розрізають циркулярною пилкою 6, передбаченою в демонтажній камері 4. Далі будуть описані пристрої для демонтажу.

Демонтажна камера 4 оточена стінами з шести сторін і має утримуючий пристрій 41 та функцію екранування випромінювання, показану на фіг. 4.

50 Як показано на фіг. 4, утримуючий пристрій 41 розташований навколо отвору 41a, в який може бути вставлений корпус 30 теплообмінника 1, і має діафрагмовий пристрій 41b, здатне забезпечити ущільнення між корпусом 30 і краєм отвору 41a, в яке вставлений корпус 30.

55 Як діафрагмовий пристрій 41b можна використовувати загальновідому діафрагму. В утримуючому пристрої 41, коли діафрагмовий пристрій 41b затискає вставлений корпус 30, простір між корпусом 30 і краєм отвору 41a герметично закрита для запобігання витоку радіоактивних речовин назовні. З іншого боку, коли діафрагмовий пристрій 41b відкрито, між корпусом 30 і краєм отвору 41a створюється зазор, тим самим можна запобігти опору діафрагмового пристрою 41b при переміщенні корпусу 30 теплообмінника 1 за рахунок опорного каркаса 5, що буде описано пізніше. З точки зору збереження функції екранування

випромінювання переважно, щоб зазор, що утворюється при відкритті діафрагмового пристрою 41b, був мінімальним так, щоб не перешкоджати переміщенню корпусу 30.

За рахунок виконання утримуючого пристрою 41 таким чином частина теплообмінника 1 може бути легко вставлена в демонтажну камеру 4 шляхом переміщення опорного каркаса 5 із збереженням функції екранування випромінювання.

Функція екранування випромінювання реалізована за допомогою шести стін (чотирьох бічних стін, стелі та підлоги) і утримуючого пристрою 41. Тобто шість стінок і утримуючий пристрій 41 герметизують демонтажну камеру 4 і запобігають витоку радіоактивних речовин назовні. Стіни, що утворюють демонтажну камеру 4, можуть мати екран, який послаблює випромінювання, яке, в іншому випадку, пройшло б наскрізь. Конкретні приклади способу зведення стіни демонтажної камери 4 включають в себе спосіб спорудження екрану і спосіб встановлення екрану на всій поверхні існуючої стіни. При такій конфігурації можна запобігти витоку радіоактивних речовин з демонтажної камери 4.

Внутрішня частина демонтажної камери 4 може піддаватися декомпресії, тобто може підтримуватися при негативному тиску. Підтримуючи таким чином всередині демонтажної камери 4 негативний тиск, можна більш надійно запобігти витоку радіоактивних речовин назовні через зазори і т.п. в демонтажній камері 4.

Як показано на фіг. 5, демонтажна камера 4 має похилу поверхню 42a, що утворює щонайменше частину поверхні 42 підлоги, і вихідний отвір 43, розташований на нижньому кінці похилої поверхні 42a.

Похила поверхня 42a передбачена в місці, в яке коротка труба 11a, відрізана від дугової частини 11, падає на стадії S5 розрізання, описаному нижче. Як альтернатива, вся поверхня 42 підлоги демонтажної камери 4 може бути похилою поверхнею 42a.

Похила поверхня 42a нахилена до випускного отвору 43, так що вихідний отвір 43 знаходиться внизу. Похила поверхня 42a не обов'язково повинна мати нахил в одному і тому ж напрямку, і, наприклад, нахил може мати форму чаші в напрямку випускного отвору 43.

Переважно, щоб кут нахилу похилої поверхні 42a був кутом, під яким коротка труба 11a скочується вниз під дією сили тяжіння. Під таким кутом коротка труба 11a рухається вниз по похилій поверхні 42a під дією сили тяжіння і виходить через вихідний отвір 43. Якщо передбачено, що коротка труба 11a випускається через випускний отвір 43 під дією сили тяжіння, то, таким чином, зникає енергоспоживання на вказаний випуск, і процес стає більш економічним. Крім того, оскільки короткі труби 11a випускаються одна за одною з випускного отвору 43 в тому порядку, в якому вони розрізаються, можна запобігти одночасному скупченню множини коротких труб 11a у випускному отворі 43. В результаті легко запобігти закупорці випускного отвору 43 короткими трубами.

Як альтернативу також можна використовувати конфігурацію, в якій передбачено виштовхуючий пристрій (екструдер) для виштовхування короткої труби 11a, яка впала на похилу поверхню 42a, до випускного отвору 43. У цій конфігурації, навіть якщо кут похилої поверхні 42a відносно невеликий, коротка труба 11a може бути надійно витягнута з випускного отвору 43, тим самим поверхню 42 підлога демонтажної камери 4 може бути легко сконструйована.

За рахунок виконання поверхні 42 підлоги демонтажної камери 4 таким чином коротка труба 11a може бути вилучена більш надійно. Тобто можна запобігти можливості того, що коротка труба 11a залишиться в демонтажній камері 4, і радіоактивність в демонтажній камері 4 буде поступово збільшуватися, а також, наприклад, можна знизити ймовірність того, що робочий увійде в демонтажну камеру 4 для вилучення. При цьому доза опромінення, якій можуть бути піддані робочі, може бути додатково знижена.

Випускний отвір 43 розташований на поверхні 42 підлоги і є отвором для випуску короткої труби 11a з демонтажної камери 4. Переважно, щоб вихідний отвір 43 було якомога менше в межах розміру, через який може вийти коротка труба 11a. Зменшуючи таким чином вихідний отвір 43, коротка труба 11a виводиться з вузького отвору, так щоб наступне транспортування могло бути легко виконане. Крім того, можна запобігти витоку інших радіоактивних матеріалів, відмінних від короткої труби 11a, з випускного отвору 43.

Коротка труба 11a, що виходить з випускного отвору 43, передається, наприклад, для транспортування пристроєм 44, таким як конвеєр, в контейнер 45 для захоронення, в якому запобігається витік радіації і радіоактивних речовин. Оскільки існує ризик витоку радіації і радіоактивних речовин до тих пір, поки контейнер 45 для захоронення не буде герметизований, транспортувальний пристрій 44 і контейнер 45 для захоронення в стані зберігання розташовані всередині приміщення, що має функцію утримання радіоактивного матеріалу.

Як показано на фіг. 3, опорний каркас 5 виконаний таким чином, щоб теплообмінник 1 міг бути встановлений так, щоб центральна вісь корпусу 30 проходила в горизонтальному

напрямку. Крім того, опорний каркас 5 може переміщати корпус 30, щоб вставити теплообмінник 1 в демонтажну камеру 4.

Конфігурація опорного каркаса 5 особливо не обмежена, поки опорний каркас виконує вищезгадані функції, але, як показано на фіг. 3, може бути використана, наприклад, конфігурація, в якій корпус 30 теплообмінника 1 підтримується знизу, а колеса можуть переміщуватися за напрямною R.

Як показано на фіг. 3, опорний каркас 5 має пристрій обертання 51, який дозволяє обертати корпус 30 теплообмінника 1 навколо його центральної осі. Шляхом використання пристрою обертання 51 для регулювання положення, в якому циркулярна пилка 6 впирається в дугову частину 11 на стадії S4 розділення і стадії S5 розрізання, які будуть описані пізніше, розрізання в необхідному положенні дугової частини 11 може бути здійснено більш легко. Крім того, оскільки обрізана коротка труба 11а може бути легко виведена з корпусу 30 за допомогою пристрою обертання, 51, коротка труба 11а може бути залучена більш надійно.

Як пристрій обертання, 51 можна використовувати, наприклад, ролик або диск обертання, передбачений для входження в контакт з корпусом 30 теплообмінника 1. Коли вибирають ролик обертання, корпус 30 може обертатися разом з ним. Кількість встановлюваних роликів, що обертають, може становити 1, але переважно 2 або більше. За рахунок використання множини роликів, що обертають, корпус 30 можна стабільно обертати.

Як показано на фіг. 6, циркулярна пилка 6 має пилковий диск 61, поверхня обертання якого проходить у вертикальному напрямку, пристрій переміщення 62, який забезпечує можливість переміщення пилкового диска 61 в площині, ортогональній до центральної осі корпусу 30 теплообмінника 1, вставленого в демонтажну камеру 4, поворотний пристрій 63, який забезпечує можливість повороту пилкового диска в горизонтальному напрямку, і раму 64, яка підтримує пилковий диск 61, пристрій переміщення 62 і поворотний пристрій 63.

Рама 64 має пару стрижнеподібних або пластинчастих вертикальних частин 64а рами, розташованих на відстані одна від одної і проходять у вертикальному напрямку, і горизонтальну частину 64b рами, що охоплює верхні кінці пари вертикальних частин 64а рами. Пилковий диск 61, пристрій переміщення 62 і поворотний пристрій 63 прямо або опосередковано підтримуються рамою 64.

Відстань між парою вертикальних частин 64а рами така, що корпус 30 теплообмінника 1 може проходити між ними. Крім того, висота горизонтальної частини 64b рами задана рівною висоті, при якій корпус 30 теплообмінника 1 може проходити під горизонтальною частиною 64b рами.

Переважно, щоб сама рама 64 була виконана з можливістю переміщення в напрямку центральної осі (напрямок Z на фіг. 6) корпусу 30 теплообмінника 1, вставленого в демонтажну камеру 4. За рахунок виконання рами 64 таким чином, щоб вона могла переміщуватися в напрямку центральної осі, може бути додатково збільшений ступінь свободи в регулюванні положення, в якому циркулярна пилка 6 впирається в дугову частину 11 на стадії S4 розділення і стадії S5 розрізання. Для того, щоб зробити раму 64 рухомою, до нижніх кінців пари вертикальних частин 64а рами може бути прикріплено, наприклад, механізм переміщення, виконаний з можливістю переміщення в напрямку центральної осі.

Пилковий диск 61 являє собою деталь, яка входить в контакт з дуговою частиною 11, так що теплообмінна труба 10 може бути розрізана за допомогою прикладення до нього обертального зусилля.

Пристрій переміщення 62 містить стрижнеподібну або пластинчасту напрямну 62а, що проходить у вигляді моста між парою вертикальних частин 64а рами, пару кріпильних елементів 62b, що слугують для кріплення обох кінців напрямної 62а до пари вертикальних частин 64а рами, і опорну частину 62с, прикріплену до напрямної 62а для підтримки пилкового диска 61 і поворотного пристрою 63.

Пара кріпильних елементів 62b виконана з можливістю переміщення в осьовому напрямку (напрямок Y на фіг. 6) вертикальної частини 64а рами разом один з одним. Як така конфігурація використовується конфігурація, в якій вздовж напрямку Y на поверхні вертикальної частини 64а рами передбачена зубчаста ділянка, в яку впирається кріпильна частина 62b, причому кріпильна частина 62b має шестірню, яка комплементарна зубчатій ділянці. За рахунок обертання шестерні кріпильної частини 62b кріпильна частина 62b може переміщуватися вгору і вниз. За рахунок виконання кріпильної частини 62b таким чином, що напрямна 62а може переміщуватися вгору і вниз, а пилковий диск 61 може переміщуватися в напрямку Y.

Опорна частина 62с виконана з можливістю переміщення в поздовжньому напрямку (напрямок X на фіг. 6) напрямної 62а. У такій конфігурації в поздовжньому напрямку напрямної 62а передбачена, наприклад, канавка, в яку може бути вставлена опорна частина 62с, а в

канавці передбачена пара тросів, щоб можна було тягнути опорну частину 62С в напрямку ліворуч-праворуч. Регулюючи довжину пари тросів шляхом намотування або іншого маніпулювання ними, можна використовувати конфігурацію, в якій опорна частина 62С має можливість переміщення в поздовжньому напрямку напрямної 62а. За рахунок виконання

5 опорної частини 62С таким чином, пилковий диск 61 може бути переміщений в напрямку Х.

У вищезгаданій конфігурації пилковий диск 61 може переміщуватися в напрямку Х і в напрямку Y. Тобто пристрій переміщення 62 може переміщати пилковий диск 61 в площині, ортогональній центральній осі корпусу 30 теплообмінника 1, вставленого в демонтажну камеру 4.

10 Поворотний пристрій 63 підтримує пилковий диск 61 і виконаний з можливістю повороту в горизонтальній площині навколо поворотного вала М. Така конфігурація може бути реалізована з використанням відомого двигуна тощо. За рахунок виконання поворотного пристрою 63 таким чином, пилковий диск 61 може бути повернутий в горизонтальній площині (поворот в напрямку L, як зазначено на фіг. 6). В цей же час, оскільки поверхня обертання пилкового диска 61

15 зберігає вертикальне положення, може бути відрегульований кут, утворений поверхнею обертання і напрямком Z, і контактний кут пилкового диска 61, коли циркулярна пилка 6 впирається в дугову частину 11.

Переважно, щоб пристрій переміщення 62 і поворотний пристрій 63 могли керуватися ззовні демонтажної камери 4. Забезпечуючи можливість керування пристроєм переміщення 62 і поворотним пристроєм 63 ззовні демонтажної камери 4 зазначеним способом, можна більш надійно запобігти піддаванню робітників впливу радіації.

Пристрій переміщення 62 і поворотний пристрій 63 не є суттєвими елементами, і одне або обидва з них можуть бути виключені.

Виходячи з цього, нижче буде описано кожна стадія способу демонтажу теплообмінника.

25 На стадії S1 розміщення, як показано на фіг. 7, теплообмінник 1 розміщують на опорному каркасі 5 так, щоб центральна вісь корпусу 30 проходила в горизонтальному напрямку.

До цього часу, як показано на фіг. 7, головна частина теплообмінника 1 може бути відрізана різакон тощо. При цьому, як показано на фіг. 7, теплообмінна труба 10 залишається нерозрізаною. Поки теплообмінна труба 10 не розрізана, можливість витоку радіоактивних речовин відсутня, тому не потрібно спеціального екранування. Отже, ефективність роботи може бути збільшена за рахунок обрізання головної частини перед її вставкою в демонтажну камеру 4.

На стадії S2 вставки, після стадії S1 монтажу, частину теплообмінника 1 вставляють в демонтажну камеру 4 з боку дугової частини 11 шляхом переміщення опорного каркаса 5. (0065).

На стадії S2 вставки опорний каркас 5 переміщують при відкритому діафрагмовому пристрої 41b, і корпус 30 теплообмінника 1 вставляють в демонтажну камеру 4 через отвір 41а. Шляхом закриття діафрагмового пристрою 41b після переміщення опорного каркаса 5 частина корпусу 30 може бути обмежена демонтажною камерою 4.

40 (0066).

Довжина частини корпусу 30, що вставляється, повинна бути досить великою, щоб щонайменше дугова частина 11, що підлягає відрізання, була обмежена демонтажною камерою 4. Крім того, з точки зору герметичності отвору 41а, ця довжина така, щоб діафрагмовий пристрій 41b міг увійти в контакт з зовнішньою стінкою корпусу 30. Більш переважно, довжина така, щоб дугова частина 11 теплообмінної труби 10 входила, а частина корпусу 30, що закриває частину 12 прямої труби 12, суттєво, не входила в демонтажну камеру 4, тобто частина, яка закриває частину 12 прямої труби, суттєво, не входить або входить лише трохи. При такій довжині пил, що утворюється при розрізанні дугової частини 11, може утримуватися в демонтажній камері 4, тим самим можна запобігти прилипанню радіоактивних речовин до

50 корпусу 30.

На стадії S3 виведення дугову частину 11 теплообмінної труби 10 виводять з корпусу 30.

Зокрема, корпус 30 розрізають за допомогою ріжучого пристрою, наприклад, різакон. Якщо теплообмінна труба 10 не розрізана, то розрізання можна виконати до стадії S2 вставки.

На фіг. 8 показано стан, в якому корпус 30 розрізаний. Коли стадія S2 вставки і стадія S3 виведення завершені, щонайменше вирізана частина дугової частини 11 обмежена в демонтажній камері 4, а діафрагмовий пристрій 41b контактує з зовнішньою стінкою корпусу 30.

На стадії S4 розділення, після стадії S2 вставки і стадії S3 виведення, дугову частину 11 розділяють циркулярною пилкою 6 в демонтажній камері 4.

60 Зокрема, дугову частину 11 розділяють на дві частини. Положення розділення особливо не обмежене, але чим ближче воно до вершини дугової частини 11, тим легше циркулярний пилці 6

вступити в контакт. Тому, наприклад, переважно виконувати розріз в центрі дуги дугової частини 11 (положення С розрізу на фіг. 8).

Для виконання різання в положенні С розрізу циркулярну пилку 6 можна привести в контакт в положенні С розрізу. На стадії S4 розділення пристрій переміщення 62 і поворотний пристрій 63 циркулярної пилки 6 і пристрій обертання 51 опорного каркаса 5 можуть використовуватися для регулювання положення, в якому циркулярна пилка 6 входить в контакт з дуговою частиною 11. Таким чином, на стадії S4 розділення може бути виконане розрізання в необхідному положенні дугової частини 11 з використанням пристрою переміщення 62, поворотного пристрою 63 і пристрою обертання, 51 для регулювання положення, в якому циркулярна пилка 6 впирається в дугову частину 11, так що ефективність роботи може бути додатково підвищена.

Щонайменше на стадії S4 розділення переважно підтримувати всередині демонтажної камери 4 негативний тиск. Підтримуючи всередині демонтажної камери 4 негативний тиск, можна більш ефективно запобігти витоку радіоактивних речовин назовні через зазори в демонтажній камері 4. Крім того, стадії після стадії S2 вставки завжди можуть виконуватися при негативному тиску, тобто стадія S4 розділення і стадія S5 розрізання, в процесі якого можливе утворення пилу через розрізання дугової частини 11, в якій є радіоактивна речовина, також можуть виконуватися при негативному тиску.

Оскільки теплообмінник 1, як правило, має множину теплообмінних труб 10, необхідно розділити множину дугових частин 11. Розділ множини дугових частин 11 може виконуватися одночасно на стадії S4 розділення і стадії S5 розрізання, або стадія S4 розділення і стадія S5 розрізання можуть виконуватися одна за іншою.

На стадії S5 розрізання, після стадії S4 розділення, дугову частину 11 розрізають на короткі труби 11а в порядку від положення розділення дугової частини 11 циркулярною пилкою 6 в демонтажній камері 4.

Перш за все, хоча дугові частини 11 є по обидва боки від положення розділення, спочатку циркулярну пилку 6 приводять у контакт з дуговою частиною 11 з одного боку, так щоб відрізати від положення розділення коротку трубу 11а, що має необхідну довжину. Положення, в якому циркулярна пилка 6 контактує з дуговою частиною 11 на стадії S5 розрізання, може бути відрегульовано таким же чином, як в процесі S4 розділення. Після цього коротка труба 11а, що має необхідну довжину, послідовно відрізається. Коротка труба 11а відрізається від дугових частин 11 по обидва боки від положення розділення. Крім того, порядок відрізання короткої труби 11а не обмежений, і спочатку може бути відрізана дугова частина 11 з одного боку, а потім може бути відрізана дугова частина 11 з іншого боку, або навпаки.

Нижня межа довжини (довжини центральної осі) короткої труби 11а, яка повинна бути відрізана, переважно становить 200 мм і більш переважно 300 мм. З іншого боку, верхня межа довжини короткої труби 11а переважно становить 700 мм, більш переважно 600 мм. Якщо довжина короткої труби 11а менше зазначеної вище нижньої межі, кількість розрізів збільшується, що може знизити ефективність роботи. Навпаки, якщо довжина короткої труби 11а перевищує вищевказану верхню межу, вона може бути легко захоплена клиновим стопором 13 тощо, і може бути важко зібрати таку коротку трубу 11а.

Коротка труба 11а, відрізана на стадії S5 розрізання, рухається вниз по похилій поверхні 42а під дією сили тяжіння або виштовхуючого пристрою (екструдера) і в порядку вивантажується з випускного отвору 43. Зокрема, оскільки при русі під дією сили тяжіння короткі труби 11а падають одна за одною з інтервалом, необхідним для розрізання, і виходять з випускного отвору 43, малоімовірно, щоб дві короткі труби 11а рухалися вниз одночасно. Отже, особливо малоімовірно, щоб коротка труба 11а застопорила випускний отвір 43.

Коротка труба 11а, що виходить з випускного отвору 43, переноситься, наприклад, пристроєм для транспортування 44, таким як конвеєр, і контейнер 45 для захоронення, в якому запобігається витік радіоактивних речовин. Короткі труби 11а, зібрані в контейнері 45 для захоронення, утилізують. З іншого боку, інша частина теплообмінника 1, з якої була видалена частина 12 прямої труби, придатна для повторного використання.

У зазначеному способі демонтажу теплообмінника циркулярна пилка 6 використовується для розділення дугової частини 11. Оскільки циркулярна пилка 6 схильна концентрувати ріжуче зусилля в місці контакту, то вона може легко і точно розрізати теплообмінну трубу 10 в тому місці, в якому ймовірна поява вібрації. У зазначеному способі демонтажу теплообмінника, оскільки теплообмінна труба 10 може бути легко розрізана за допомогою циркулярної пилки 6, дугова частина 11 може бути розрізана на короткі труби 11а в порядку від положення розділення на стадії S4 розділення, і може бути легко утилізована. Тому зазначений спосіб демонтажу теплообмінника має високу ефективність. Крім того, в способі демонтажу

теплообмінника, оскільки демонтажна камера 4 обмежує частини, включаючи вирізану частину теплообмінника 1, і екранує випромінювання, то обладнання, що закриває теплообмінник 1, дозволяє економити місце, причому можна запобігти прилипанню радіоактивних речовин до частини теплообмінника 1, розташованої за межами демонтажної камери 4.

5 Представлений винахід не обмежується зазначеним вище варіантом здійснення.

У вищезгаданому варіанті здійснення описаний випадок, коли утримуючий пристрій має діафрагмовий пристрій, але конфігурація утримуючого пристрою цим не обмежується. Як утримуючий пристрій також можна використовувати гумовий вкладиш, який розташований навколо отвору і здійснює ущільнення між корпусом і краєм отвору зі вставленим корпусом. Використовуючи гумовий вкладиш як утримуючий пристрій, можна легко забезпечити ущільнення без використання складної конструкції, що вимагає гідравліки та аеродинаміки.

10 У вищезгаданому варіанті здійснення описаний випадок, коли на стадії розділення тощо, в демонтажній камері підтримується негативний тиск, але негативний тиск не є обов'язковою вимогою. При цьому об'єктом винаходу також є спосіб демонтажу теплообмінника, в якому стадія розділення тощо, здійснюють при нормальному тиску в демонтажній камері. В цьому випадку, оскільки обладнання для зменшення тиску в демонтажній камері може бути виключено, вартість обладнання демонтажної камери може бути знижена.

20 У вищезгаданому варіанті здійснення була описана конфігурація, в якій поверхня підлоги демонтажної камери має похилу поверхню, і обрізана коротка труба рухається вниз по похилій поверхні і виходить в порядку з випускного отвору, при цьому похила поверхня і випускний отвір не є обов'язковими вимогами, і одне або обидва з них можуть бути виключені. Наприклад, якщо демонтажна камера має тільки похилу поверхню, можна використовувати конфігурацію, в якій короткі труби, зібрані нижче похилої поверхні, збираються роботизованою рукою або подібним пристроєм.

25 У вищезгаданому варіанті здійснення описаний випадок, коли опорний каркас має пристрій обертання, але пристрій обертання, не є обов'язковою вимогою до конфігурації і може бути виключений. Спосіб демонтажу теплообмінника має той же технічний результат, навіть якщо використовується опорний каркас без пристрою обертання.

30 Спосіб демонтажу теплообмінника відповідно до представленого винаходу дозволяє додатково знизити витік і величину впливу радіоактивних речовин, і дозволяє ефективно видаляти дугову частину теплообмінної труби з економією простору.

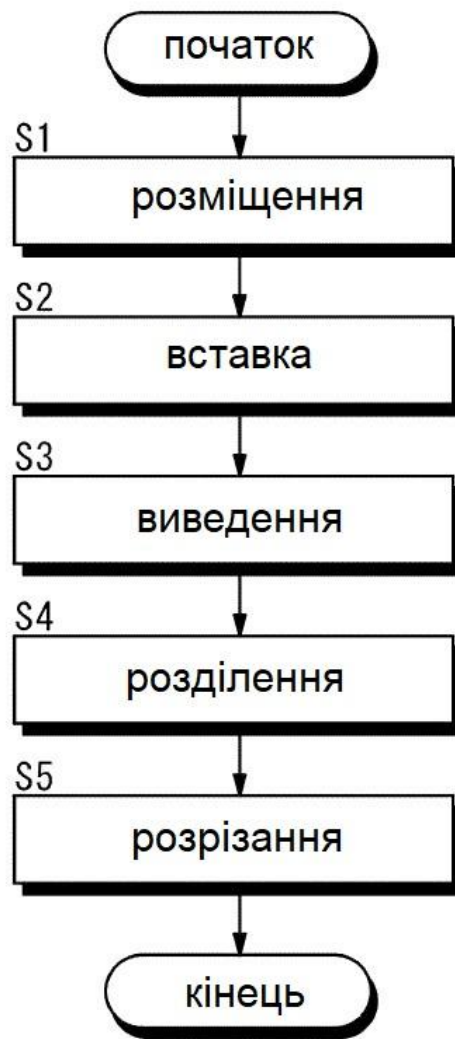
Позначення за посиланнями

- 1 теплообмінник
- 10 теплообмінна труба
- 35 11 дугова частина
- 11a коротка труба
- 12 частина прямої труби
- 13 клиновий стопор
- 14 перегородка для підтримки труб
- 40 20 трубна дошка
- 30 корпус
- 31 водяна камера
- 4 демонтажна камера
- 41 утримуючий пристрій
- 45 41a отвір
- 41b діафрагмовий пристрій
- 42 поверхня підлоги
- 42a похила площина
- 43 випускний отвір
- 50 44 транспортувальний пристрій
- 45 контейнер для захоронення
- 5 опорний каркас
- 51 пристрій обертання
- 6 циркулярна пилка
- 55 61 пилковий диск
- 62 пристрій переміщення
- 62a корпус прямої
- 62b кріпильна частина
- 62c опорна частина
- 60 63 поворотний пристрій

- 64 рама
- 64a вертикальна частина рами
- 64b горизонтальна частина рами
- R напрямна
- 5 M вісь обертання

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 10 1. Спосіб демонтажу теплообмінника, що використовується в ядерній установці та містить теплообмінну трубу і циліндричний корпус для розміщення теплообмінної труби, причому теплообмінна труба має дугову частину і частини прямої труби, що містить множину прямих труб, причому множина прямих труб проходить паралельно центральній осі циліндричного корпусу і паралельно від обох кінців дугової частини, де спосіб включає:
 - 15 стадію розміщення теплообмінника на опорному каркасі так, щоб центральна вісь циліндричного корпусу проходила в горизонтальному напрямку;
 - після стадії розміщення, стадію вставки частини теплообмінника, за допомогою переміщення опорного каркаса, що містить дугову частину, в демонтажну камеру, яка містить утримуючий пристрій і має функцію екранування випромінювання;
 - 20 стадію виведення дугової частини теплообмінної труби з циліндричного корпусу;
 - після стадії вставки і стадії виведення, стадію розділення дугової частини вздовж положення розділення шляхом розрізання дугової частини на дві частини за допомогою циркулярної пилки в демонтажній камері; і
 - після стадії розділення, стадію для регулювання циркулярної пилки для приведення у контакт з
 - 25 дуговою частиною в новому положенні, відносно положення розділення, і для розрізання теплообмінної труби на короткі труби по обидва боки від положення розділення, при цьому розділяють і розрізають дугову частину циркулярною пилкою в демонтажній камері.
 2. Спосіб демонтажу теплообмінника за п. 1, за яким циркулярна пилка містить: пилковий диск, що має поверхню обертання у вертикальному напрямку, пристрій переміщення, який
 - 30 забезпечує можливість переміщення пилкового диска в площині, ортогональній центральній осі корпусу, вставленого в демонтажну камеру, і поворотний пристрій, здатний повертати поверхню обертання в горизонтальному напрямку, причому на стадії розділення і стадії розрізання пристрій переміщення і поворотний пристрій використовують для регулювання положення, в якому циркулярна пилка впирається в дугову частину.
 - 35 3. Спосіб демонтажу теплообмінника за п. 2, за яким пристроєм переміщення і поворотним пристроєм керують ззовні демонтажної камери.
 4. Спосіб демонтажу теплообмінника за будь-яким з пп. 1-3, за яким опорний каркас має пристрій обертання, виконаний з можливістю обертання циліндричного корпусу навколо його
 - 40 центральної осі, причому на стадії розділення і стадії розрізання пристрій обертання використовують для регулювання положення, в якому циркулярна пилка впирається в дугову частину.
 5. Спосіб демонтажу теплообмінника за будь-яким з пп. 1-4, за яким демонтажна камера містить:
 - похилу поверхню, що утворює щонайменше частину поверхні підлоги, і випускний отвір,
 - 45 розташований на нижньому кінці похилої поверхні, причому відрізану на стадії розрізання коротку трубу переміщують вниз по похилій поверхні під дією сили тяжіння або виштовхуючого пристрою і потім випускають з випускного отвору.
 6. Спосіб демонтажу теплообмінника за будь-яким з пп. 1-5, за яким утримуючий пристрій має отвір, з можливістю вставлення циліндричного корпусу, і містить розташований навколо
 - 50 зазначеного отвору діафрагмовий пристрій, здатний забезпечити ущільнення між циліндричним корпусом і краєм отвору, в який вставлений циліндричний корпус, причому на стадії вставки опорний каркас переміщують при відкритому діафрагмовому пристрої, а після переміщення опорного каркаса вказаний діафрагмовий пристрій закривають для утримання частини циліндричного корпусу всередині демонтажної камери.
 - 55 7. Спосіб демонтажу теплообмінника за будь-яким з пп. 1-6, за яким принаймні на стадії розділення в демонтажній камері підтримують негативний тиск.



Фіг. 1

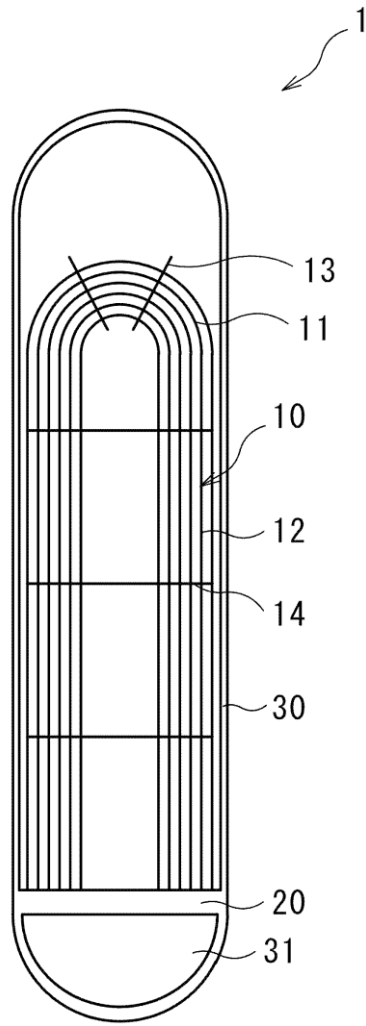


Fig. 2

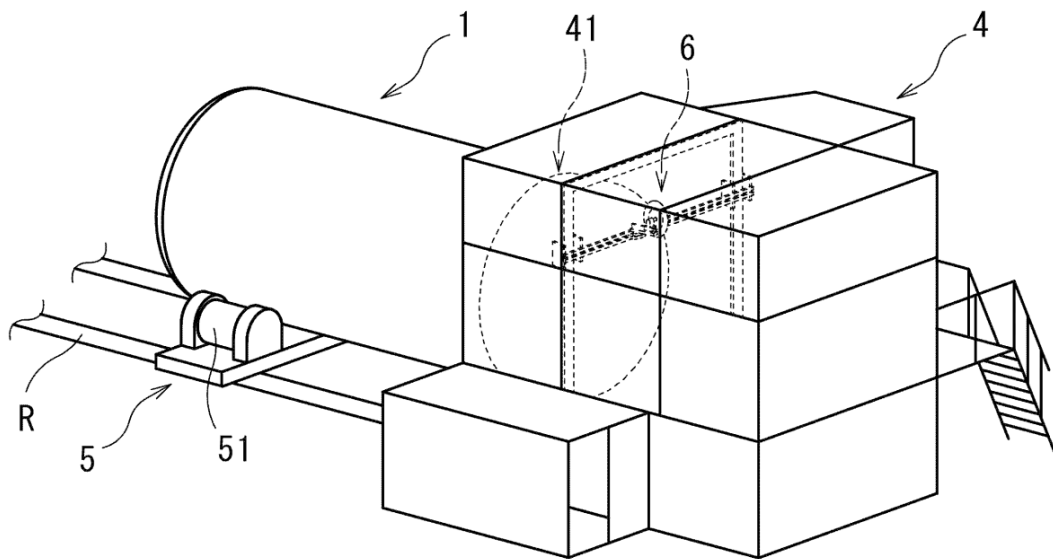


Fig. 3

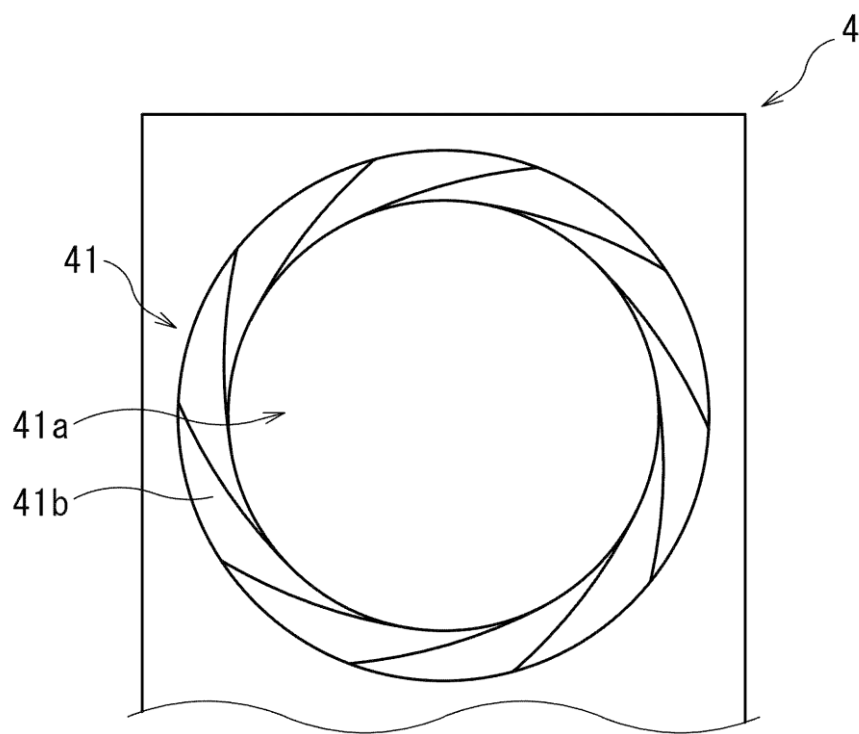


Fig. 4

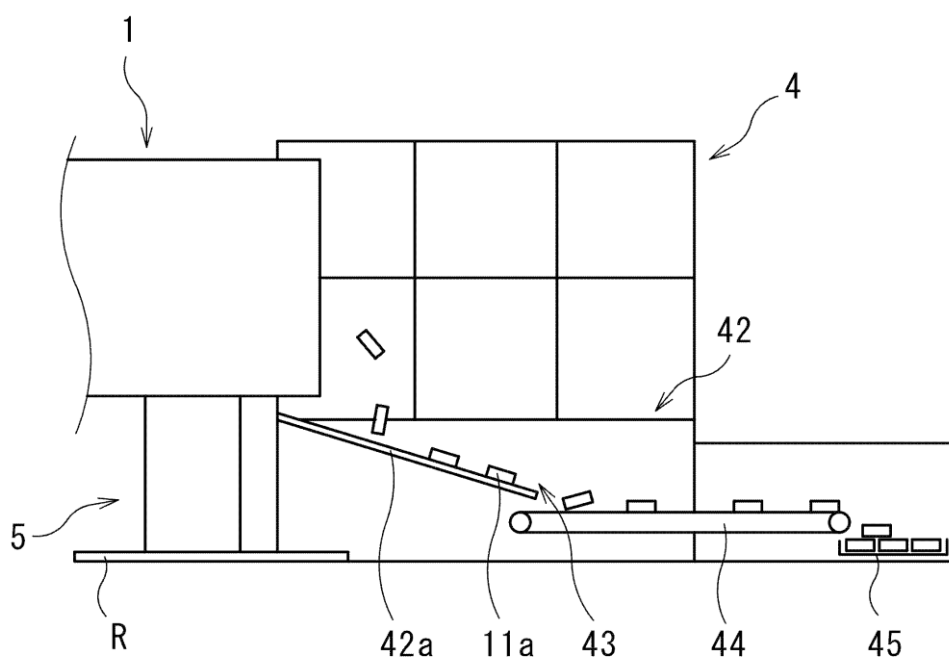


Fig. 5

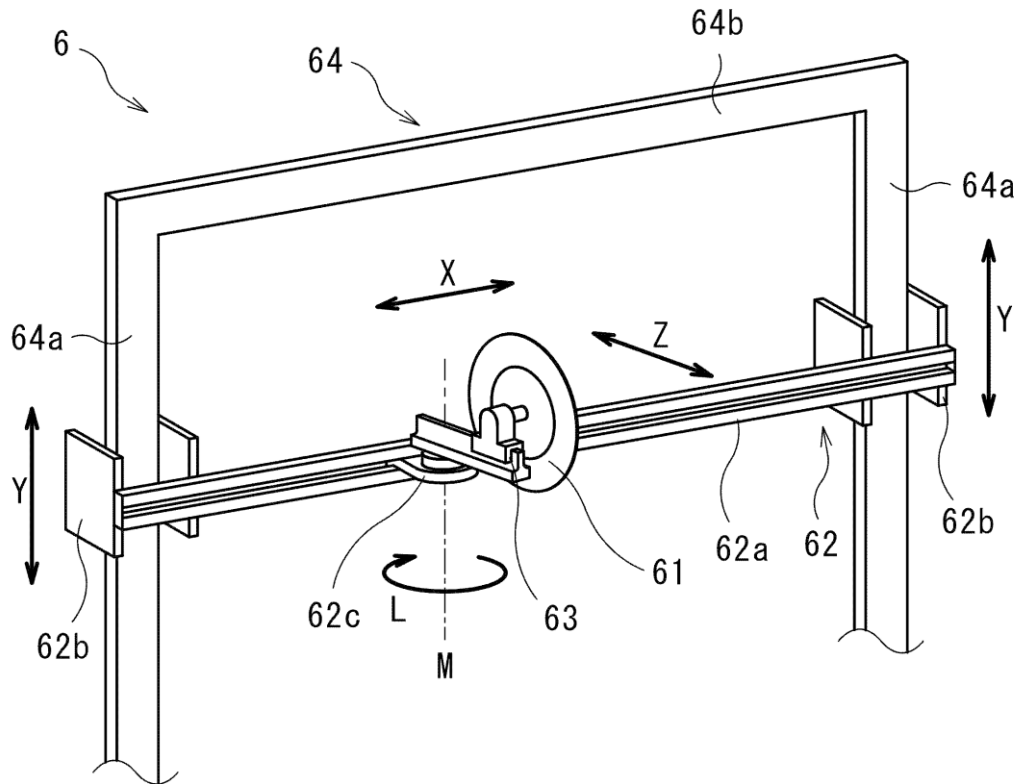


Fig. 6

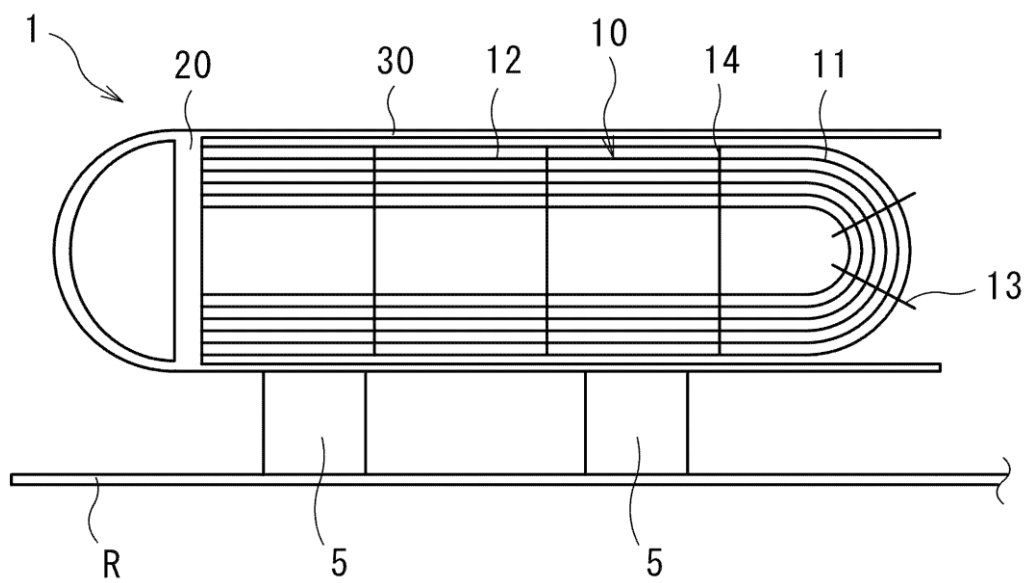
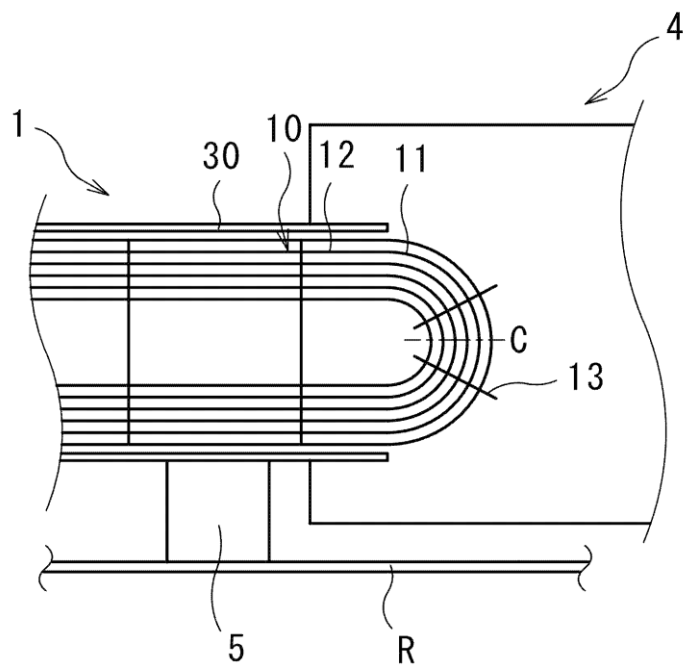


Fig. 7



Фіг. 8