



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121742** (13) **C2**  
(51) МПК (2020.01)  
**F28G 9/00**  
**G21D 1/02** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>a 2016 06237</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Штосс Йоханнес (DE),</b> <b>Алаз Зафер (DE),</b> <b>Маррейроскаетано Томас (DE)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>08.06.2016</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ФРАМАТОМЕ ГМБХ,</b> Paul-Gossen-Strasse 100, 91052 Erlangen, Germany (DE)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>27.07.2020</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Пахаренко Антоніна Павлівна, реєстр.</b> <b>№4</b>
<b>(31)</b> Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>2015122257</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: EP 1170567 A1, 09.01.2002 EP 0435486 A2, 03.07.1991 US 5036871 A, 06.08.1991 EP 0696719 A1, 14.02.1996 WO 0157462 A1, 09.08.2001 BE 900716 A, 01.02.1985 US 4905900 A1, 06.03.1990
<b>(32)</b> Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: <b>10.06.2015</b>	
<b>(33)</b> Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: <b>RU</b>	
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заявку: <b>12.12.2016, Бюл.№ 23</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.07.2020, Бюл.№ 14</b>	

**(54) ПРИСТРІЙ І СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ТЕПЛООБМІННИКА****(57) Реферат:**

Пристрій (1) для очищення внутрішньої поверхні теплообмінника, зокрема парогенератора (2) атомної електростанції, за допомогою високонапірних водяних струменів, містить маніпулятор (5), виконаний із можливістю введення у вертикальний коридор (6) між пучками труб теплообмінника, і з'єднаний із маніпулятором (5) підйомний пристрій (4). Маніпулятор (5) містить принаймні одне сопло (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4), встановлене з можливістю обертання навколо осі обертання (S1, S2, S3, S4), орієнтація якої узгоджена з відстанню між трубами (3) в пучку труб теплообмінника. Винахід стосується також способу очищення теплообмінника, в якому застосовують виконаний таким чином пристрій (1).

**UA 121742 C2**

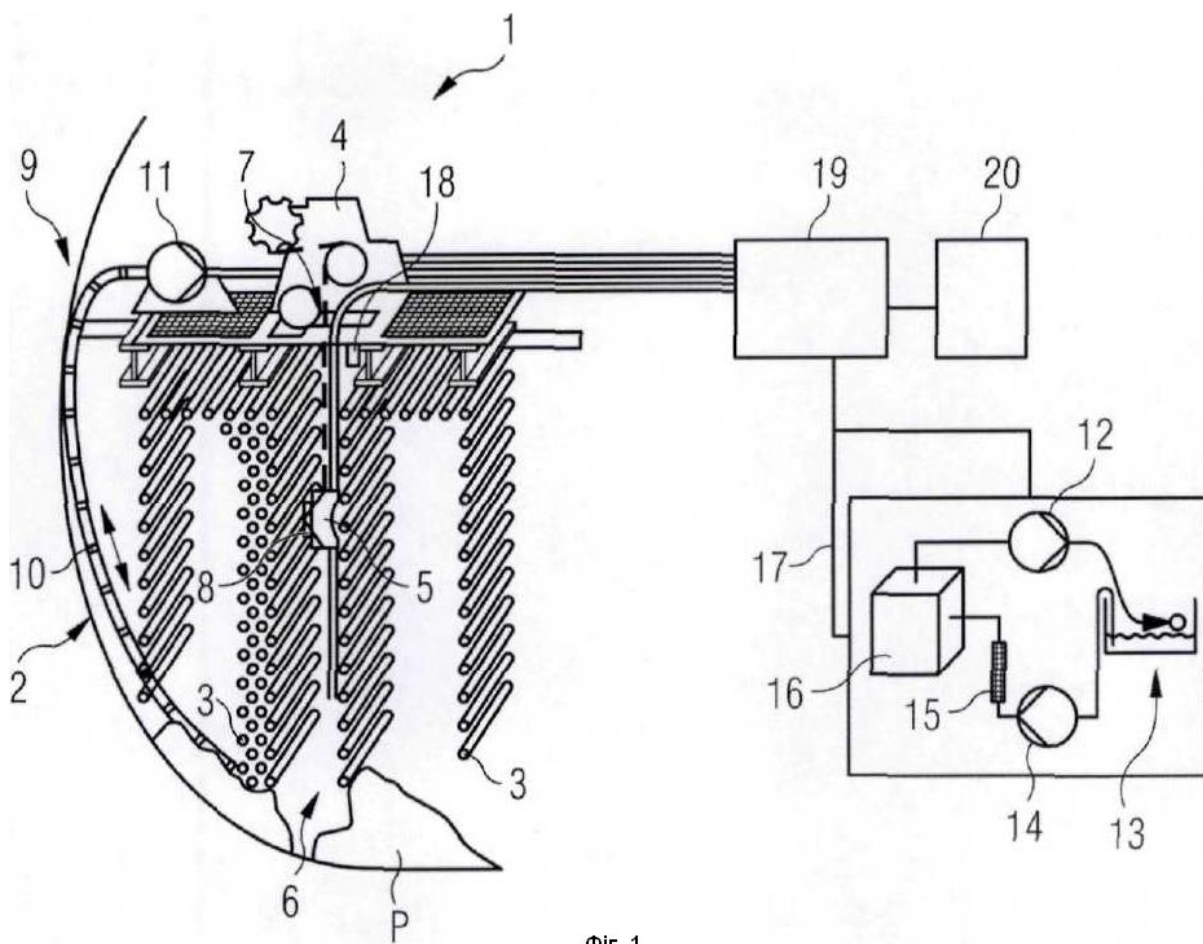


Fig. 1

Винахід стосується пристрою і способу очищення внутрішньої поверхні теплообмінника, зокрема парогенератора атомної електростанції, за допомогою високонапірних водяних струменів.

5 Очищення теплообмінників і парогенераторів атомної електростанції зазвичай здійснюють хімічним або механічним способом із застосуванням низьконапірних водяних струменів.

Пристрій для очищення внутрішньої поверхні парогенератора за допомогою високонапірних водяних струменів відомий також, наприклад, із публікації EP 1 170 567 B1. Гнучкий спис із очищувальною головкою, в якій виконані прохідні отвори для високонапірного водяного шланга, для відокремлення вапняних відкладень вводять усередину парогенератора в горизонтальному напрямку через невеликий отвір поблизу трубної дошки. Очищення труб теплообмінника, які простягаються від трубної дошки у вертикальному напрямку, здійснюють шляхом відповідного напрямлення очищувальної головки, причому гнучкий спис переміщують по системі напрямних шин.

15 Виходячи з цього рівня техніки, задачею винаходу є розроблення поліпшеного способу і поліпшеного пристрою для очищення внутрішньої поверхні теплообмінника, які є придатними зокрема для очищення теплообмінників із горизонтально орієнтованими трубами.

Стосовно пристрою задачу винаходу вирішено в пристрої для очищення внутрішньої поверхні теплообмінника описаного вище типу додатковими ознаками пункту 1 формули винаходу.

20 Переважні форми виконання винаходу є предметом залежних пунктів формули винаходу.

Пристрій для очищення внутрішньої поверхні теплообмінника, зокрема парогенератора атомної електростанції, за допомогою високонапірних водяних струменів, містить маніпулятор, виконаний із можливістю розміщення у вертикальному коридорі між пучками труб теплообмінника, і підйомний пристрій, з'єднаний із маніпулятором. Маніпулятор містить 25 принаймні одне сопло, яке встановлене з можливістю обертання навколо осі обертання, орієнтація якої узгоджена з відстанню між трубами у пучку труб теплообмінника.

Підйомний пристрій може бути виконаний, наприклад, у формі тросової лебідки, яка встановлена на верхньому кінці коридору всередині теплообмінника. Вертикальне положення маніпулятора можна регулювати за допомогою підйомного пристрою, причому підйомний 30 пристрій одночасно служить для підведення комунікацій, зокрема підведення пневматичних, гідравлічних і/або електричних ліній.

При обробці внутрішньої поверхні теплообмінника високонапірним водяним струменем виявилось доцільним тимчасове закріплення маніпулятора всередині коридору за допомогою висувного фіксувального засобу із силовим замиканням для забезпечення можливості протидії реактивним силам, утворюваним у процесі очищення поверхні.

35 Фіксувальні засоби, виконані з можливістю висування відносно вертикального коридору вбік, тобто в горизонтальному напрямку, приводять у дію переважно за допомогою пневматичних або електричних засобів. Фіксація маніпулятора з силовим замиканням забезпечується шляхом прикладення відповідного зусилля до пучка труб, який обмежує вертикальний коридор.

40 У переважному прикладі виконання винаходу фіксувальний засіб для забезпечення з'єднання з силовим замиканням містить притискну пластину, виконану з можливістю встановлення на множині труб теплообмінника. Завдяки цьому забезпечується можливість розподілу зусилля, яке є необхідним для фіксації маніпулятора, між множиною труб теплообмінника.

45 Альтернативно або додатково маніпулятор містить принаймні один позиціонувальний кулачок для принаймні часткового охоплення горизонтально орієнтованої труби теплообмінника. Розміри позиціонувального кулачка узгоджені з діаметром труби теплообмінника, до якої він прилягає для тимчасового закріплення маніпулятора. У переважному прикладі виконання винаходу позиціонувальний кулачок розміщений на стороні 50 маніпулятора, яка є протилежною висувній притискній пластині. Позиціонувальний кулачок служить для точного позиціонування маніпулятора відносно труби теплообмінника. Для цього передбачено, зокрема, узгодження просторового розміщення позиціонувального кулачка на маніпуляторі відносно принаймні одного сопла, встановленого з можливістю обертання, із відстанню між трубами теплообмінника таким чином, що водяний струмінь із принаймні одного сопла напрямляють у проміжок між сусідніми трубами теплообмінника, коли позиціонувальний кулачок прилягає до однієї з труб пучка труб теплообмінника. Таке напрямлення водяних струменів в очищувані проміжки дозволяє уникнути непотрібного розбризкування води, що відбувається, наприклад, при обробці однієї з труб теплообмінника водяним струменем.

60 У вдосконаленій формі виконання винаходу передбачена така орієнтація осі обертання принаймні одного сопла, при якій водяний струмінь для очищення проміжків із принаймні одного

сопла напрямляють з можливістю відхилення в площині паралельно трубам теплообмінника. Починаючи з вертикального коридору, доступ до очищуваних проміжків під певними кутами залежить від геометрії труб теплообмінника, розміщених у просторі з рівномірними проміжками. Цілеспрямоване введення високонапірних водяних струменів у ці площини чи міжтрубні проміжки забезпечує можливість особливо ефективного очищення теплообмінника, оскільки в цих зонах відбувається посилене накопичення відкладень.

В одній із можливих форм виконання винаходу вісь обертання принаймні одного сопла орієнтована з можливістю принаймні часткового відхилення водяного струменя принаймні з одного сопла над трубою дошкою теплообмінника. Для цього сопло встановлено з можливістю відхилення навколо орієнтованої перпендикулярно поздовжній осі маніпулятора осі обертання між горизонтальним і вертикальним напрямками. При застосуванні маніпулятора за призначенням поздовжня вісь орієнтована вертикально, завдяки чому горизонтально орієнтоване сопло в основному напрямлено паралельно трубам теплообмінника, а вертикально орієнтоване сопло напрямлене на трубну дошку під вертикальним коридором.

Особливо переважно передбачено кілька сопел, які встановлені з можливістю обертання. Сопла виконані переважно з можливістю обертання навколо осей, орієнтованих у різних напрямках, зокрема попарно в різних напрямках. При цьому орієнтація осей обертання узгоджена з геометричними параметрами теплообмінника чи парогенератора таким чином, що водяні струмені з сопел напрямлені в міжтрубні проходи чи проміжки, коли маніпулятор зафіксований у вертикальному коридорі в заданій позиції.

У вдосконаленій формі виконання винаходу може бути передбачено також кілька однаково орієнтованих сопел. Сопла можуть бути розміщені на одній бічній стороні маніпулятора або на протилежних сторонах, завдяки чому забезпечується можливість одночасного очищення відповідного прилеглого пучка труб.

У парогенераторах традиційної конструкції проміжки чи міжтрубні проходи простягаються під кутом близько 30°, 90° і 150° відносно вертикалі. Тому переважною виявилася відповідна орієнтація осі обертання відносно поздовжньої осі маніпулятора, причому водяні струмені із сопел можуть бути напрямлені в площині вздовж міжтрубних проходів. Оскільки поздовжня вісь маніпулятора для очищення теплообмінника орієнтована вздовж вертикального коридору, це означає, що осі обертання трьох сопел переважно мають простягатися під кутами 120°, 0° і 30° відносно поздовжньої осі.

Самозрозуміло, що орієнтація осей обертання сопел залежить від геометричних параметрів труб теплообмінника в парогенераторі. Відповідно орієнтацію осей обертання слід узгоджувати з конструктивною формою парогенератора таким чином, щоб водяні струмені із сопел були напрямлені в проміжки чи міжтрубні проходи, коли маніпулятор зафіксований у заданому положенні всередині вертикального коридору.

У переважному прикладі виконання винаходу передбачено принаймні два орієнтованих горизонтально сопла, осі обертання яких орієнтовані вертикально чи вздовж поздовжньої осі маніпулятора. Обидва сопла встановлені на певній відстані одне від одного, яка відповідає діаметру труб теплообмінника в пучку труб. Завдяки такому розміщенню можна одночасно очищувати два міжтрубних проходи без переставляння маніпулятора.

Самозрозуміло, що маніпулятор розміщують у вертикальному коридорі переважно таким чином, що водяний струмінь принаймні з одного сопла напрямлений у проміжок між двома сусідніми трубами теплообмінника. Тому пропонується покрокове позиціонування маніпулятора, узгоджене з міжтрубним проміжком. У можливому прикладі виконання винаходу крок задають за допомогою датчика переміщення, який перебуває в активному зв'язку з підйомним пристроєм.

В іншому прикладі виконання винаходу маніпулятор оснащений кроковим механізмом із принаймні одним висувним затискним кронштейном, який призначений для охоплювання прилеглих труб теплообмінника. Для цього затискний кронштейн виконаний з можливістю висування як у напрямку вертикального коридору, так і в горизонтальному напрямку, завдяки чому маніпулятор можна переміщувати за допомогою крокового механізму вздовж вертикального коридору. При цьому позиціонування маніпулятора відбувається майже автоматично, тому підйомний пристрій у цьому прикладі виконання винаходу виконує переважно резервну роль.

У переважному прикладі виконання винаходу кроковий механізм містить подавальний циліндр із пневмоприводом для позиціонування висувного затискного кронштейна. Для фіксації маніпулятора затискний кронштейн принаймні частково охоплює прилеглу трубу теплообмінника, яка простягається в горизонтальному напрямку. Положення затискного кронштейна у вертикальному і горизонтальному напрямках можна змінювати за допомогою

крокового механізму, завдяки чому маніпулятор можна "покроково" переміщувати вздовж вертикального коридору від однієї труби теплообмінника до іншої.

Переважно маніпулятор оснащений принаймні однією, зокрема встановленою з можливістю обертання відеокамерою для контролю процесу очищення, яку можна напрямляти на очищувану ділянку теплообмінника. Альтернативно або додатково відеокамеру встановлюють на верхньому кінці вертикального коридору.

Особливо переважно передбачений всмоктувальний пристрій зі всмоктувальним трубопроводом для всмоктування суспензії, яка містить частинки, відокремлені в процесі очищення. Всмоктувальний трубопровід може бути розміщений зокрема в різних місцях всередині теплообмінника чи парогенератора для виведення відокремлених частинок назовні.

Всмоктувальний пристрій переважно оснащений фільтрувальним пристроєм для фільтрування відсмоктаної суспензії. Це дозволяє економити ресурси завдяки відведенню відфільтрованої води для подальшого використання.

Особливо переважно передбачені засоби для дистанційного керування пристроєм, зокрема для дистанційного керування фіксувальним засобом, вирівнюванням принаймні одного сопла і/або принаймні однієї відеокамери, підйомним пристроєм, кроковим механізмом і/або всмоктувальним пристроєм. Це дозволяє мінімізувати дозу опромінювання обслуговуючого персоналу, зокрема при застосуванні на атомних електростанціях.

Стосовно способу задачу винаходу вирішено в способі очищення внутрішньої поверхні теплообмінника описаного вище типу додатковими ознаками пункту 17 формули винаходу.

Спосіб очищення теплообмінника, зокрема парогенератора атомної електростанції, за допомогою високонапірних водяних струменів здійснюють із застосуванням одного з описаних вище пристроїв, тому спочатку дається посилання на відповідні місця в описі.

З'єднаний із підйомним пристроєм маніпулятор встановлюють у вертикальний коридор всередині теплообмінника. Вертикальний коридор по краях обмежений пучками труб, кожен із яких містить множину труб теплообмінника, які простягаються в горизонтальному напрямку. Для очищення внутрішньої поверхні теплообмінника принаймні з одного із розміщених на маніпуляторі сопел на неї напрямляють водяний струмінь, який переміщують над очищуваною ділянкою.

Переважно при очищенні внутрішньої поверхні теплообмінника маніпулятор тимчасово фіксують у вертикальному коридорі в заданому положенні із силовим замиканням. Тимчасова фіксація дозволяє напрямляти водяні струмені в очищувані проміжки чи міжтрубні проходи навіть під високим тиском, наприклад 100 бар.

Далі можливі приклади виконання винаходу описані докладніше із посиланням на креслення. На кресленнях зображені:

Фіг. 1 Спрощена принципова схема пристрою для очищення парогенератора;

Фіг. 2 Маніпулятор згідно з першим прикладом виконання винаходу;

Фіг. 3 Маніпулятор із кроковим механізмом згідно з другим прикладом виконання винаходу.

Однакові деталі на всіх кресленнях мають однакові позиційні позначення.

На Фіг. 1 схематично зображена конструкція пристрою 1 для очищення вторинної сторони парогенератора 2. Зображений фрагмент парогенератора 2, який згідно з відповідним типом конструкції містить множину труб 3 теплообмінника, які простягаються у горизонтальному напрямку.

Пристрій 1 містить підйомний пристрій 4, який з'єднаний із маніпулятором 5. Підйомний пристрій 4 встановлений всередині парогенератора 2 над сервісним отвором для вертикального коридору 6. Вертикальний коридор 6 простягається між пучками труб 3 теплообмінника. Підйомний пристрій 4 служить для фіксації і/або позиціонування маніпулятора 5 у вертикальному коридорі 6. Одночасно підйомний пристрій 4 призначений для підведення ліній електроживлення, пневматичної і/або гідравлічної систем до маніпулятора 5. Підйомний пристрій 4 містить також датчик переміщення 7, який функціонує як датчик положення і забезпечує можливість точного позиціонування маніпулятора 5 у вертикальному коридорі 6.

Маніпулятор 5 містить принаймні одне поворотне сопло 8, яке може бути напрямлене в проміжки між сусідніми трубами 3 теплообмінника. Для очищення проміжків або міжтрубних проходів сопло 8 виконане з можливістю обертання навколо осі обертання таким чином, що високонапірний водяний струмінь із сопла 8 напрямлений у площині, яка є паралельною трубам 3 теплообмінника.

Всмоктувальний пристрій 9 містить всмоктувальний трубопровід 10, який для всмоктування відокремлених частинок Р зазвичай розміщують поблизу трубної дошки парогенератора 2. На Фіг. 1 наведений приклад виконання, в якому всмоктувальний трубопровід 10 прокладений по краю парогенератора. Самозрозуміло, що можливими є інші варіанти розміщення; наприклад,

всмоктувальний трубопровід 10 може бути також прокладений через вертикальний коридор 6 донизу.

До всмоктувального трубопроводу 10 підключені насоси 11, 12, які транспортують суспензію, що містить відокремлені частинки, у резервуар 13. Додатковий насос 14 транспортує забруднену воду із резервуара 13 через підключений до нього фільтрувальний пристрій 15 у проміжний накопичувач 16. Насоси 12, 14 утворюють фільтрувальний контур таким чином, що вода, підведена до маніпулятора 5 по підвідній лінії 17, достатньо очищена від частинок Р.

Окрім цього, для контролю процесу очищення на верхньому кінці вертикального коридору 6 встановлено поворотну відеокамеру 18, причому зону, яку вона контролює, в разі потреби можна узгодити відповідним чином.

Пристрій 1 виконаний з можливістю дистанційного керування за допомогою керувального пристрою 19, тобто всі керувальні параметри, зокрема електричних, пневматичних і/або гідравлічних підсистем, можна задавати за допомогою керувального пристрою 19. Так, наприклад, можна відповідним чином регулювати кут повороту і/або швидкість обертання сопла 8, напір і/або тривалість застосування водяних струменів. Для цього керувальний пристрій 19 оснащений інтерфейсом 20 користувача, завдяки чому забезпечується також можливість виведення відповідної інформації, наприклад зображень, зареєстрованих відеокамерою 18. Для цього інтерфейс 20 користувача містить засоби для виведення інформації, наприклад у формі оптичних або акустичних сигналів.

При здійсненні способу очищення внутрішньої поверхні парогенератора спочатку підйомний пристрій 4 встановлюють на верхньому кінці вертикального коридору 6 і вводять маніпулятор 5 у вертикальний коридор 6. Потім відповідно розміщують всмоктувальний трубопровід 10 таким чином, щоб забезпечити можливість відведення частинок Р, які накопичуються в нижній зоні парогенератора 2. При цьому завдяки модульній конструкції пристрою 1 монтаж і демонтаж можна здійснювати швидко. Очищення проміжків між трубами теплообмінника 3 здійснюють послідовно один за одним, причому перед обробкою поверхонь високонапірними водяними струменями маніпулятор 5 тимчасово фіксують у вертикальному коридорі 6 із силовим замиканням. Відокремлені відкладення чи частинки Р відсмоктують через всмоктувальний трубопровід 10 і напрямляють у резервуар 13. Насос 14 транспортує суспензію, яка містить частинки Р, у напрямку проміжного накопичувача 16. Включений перед ним фільтрувальний пристрій 15 відфільтровує частинки Р із транспортованої суспензії, завдяки чому фільтровану воду можна підводити до маніпулятора 5 для додаткового очищення внутрішньої поверхні парогенератора 2. Забезпечується повне дистанційне керування здійсненням способу, оскільки доступ до очищуваної внутрішньої поверхні обмежений, причому контроль за процесом здійснюють за допомогою зображень, зареєстрованих відеокамерою.

На Фіг. 2 зображений маніпулятор 5 згідно з другим прикладом виконання винаходу. Маніпулятор 5 введений у вертикальний коридор 6 таким чином, що поздовжня вісь L маніпулятора 5 орієнтована паралельно вертикалі V. Для фіксації з силовим замиканням маніпулятор 5 містить висувну притиску пластину 21 і розміщений на протилежній стороні позиціонувальний кулачок 22, який охоплює одну з труб 3 теплообмінника. Позиціонувальний кулачок 22 забезпечує узгоджене з геометричними параметрами руб автоматичне позиціонування таким чином, що відбувається переміщення маніпулятора 5 у визначене положення відносно труб 3 теплообмінника.

Маніпулятор 5 містить множину сопел 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, просторове розміщення яких відносно позиціонувального кулачка 22 узгоджене з розміщенням очищуваних проміжків чи міжтрубних проходів. Сопла 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 напрямлені у міжтрубні проходи, які простягаються під кутами 30°, 90° і 150° відповідно відносно вертикалі V. Сопла 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 встановлені з можливістю обертання. Зокрема, сопло 8.1 встановлене з можливістю відхилення напрямленого з нього водяного струменя над площиною E1, яка простягається паралельно трубам 3 теплообмінника і під кутом близько 30° відносно вертикалі V. Іншими словами, сопло 8.1 має вісь обертання S1, яка орієнтована відносно вертикалі V під кутом 120°. Водяний струмінь із сопла 8.4 напрямлений вздовж площини E4, яка простягається під кутом 150° відносно вертикалі V. Відповідно сопло 8.4 встановлене з можливістю обертання відносно осі обертання S4, яка орієнтована відносно вертикалі V під кутом 60°.

Сопла 8.2, 8.3 служать для очищення горизонтальних міжтрубних проходів. Відповідно сопла 8.2, 8.3 розміщені на відстані одне від одного, яка в основному відповідає діаметру труб 3 теплообмінника. Водяні струмені із сопел 8.2, 8.3 можна відхиляти над горизонтальними площинами S2, S3, тому осі обертання S2, S3 сопел 8.2, 8.3 простягаються паралельно вертикалі V чи паралельно поздовжній осі L маніпулятора 5.

Сопла 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 розміщені на одній стороні маніпулятора 5. Очищення проміжків чи міжтрубних проходів здійснюють з однієї сторони в межах усього сегмента пучка труб за допомогою відповідного обертального переміщення сопел 8.1, 8.2, 8.3, 8.4.

Зображений на Фіг. 2 маніпулятор 5 оснащений також додатковою відеокамерою 23, яка також встановлена з можливістю обертання і напрямлення на очищувану ділянку в разі потреби.

На Фіг. 3 зображений маніпулятор 5 згідно з іншим прикладом виконання винаходу. Розміщення сопел 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 у зображеному на Фіг. 3 прикладі виконання винаходу не відрізняється від розміщення сопел у формі виконання згідно з Фіг. 2, тому дається посилання на відповідний опис.

Маніпулятор 5 у зображеному на Фіг. 3 прикладі виконання винаходу містить кроковий механізм із пневматичним подавальним циліндром 24 і затискні кронштейни 25, 26. Затискні кронштейни 26 виконані з можливістю висування як у напрямку поздовжньої осі L, так і в перпендикулярному напрямку. На відміну від цього затискні кронштейни 25, які розміщені на протилежній стороні, зафіксовані для встановлення заданої відстані між розміщеними на цій стороні соплами 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 і входом до міжтрубного проміжку. При цьому можливі також зокрема альтернативні форми виконання, в яких сопла 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 розміщені лише з однієї сторони, тобто, наприклад, лише на правій стороні вертикального коридору 6 чи маніпулятора 5.

Альтернативно цьому кожен із розміщених на протилежній стороні затискних кронштейнів 25, 26 може бути виконаний також із можливістю висування як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямку. Для цього передбачені зокрема пневматичні і/або електричні привідні засоби.

Кінці затискних кронштейнів 25, 26, які мають прилягати до труб 3 теплообмінника, виконані у формі кулачків і охоплюють труби 3 теплообмінника для тимчасової фіксації маніпулятора 5 аналогічно описаному вище позиціонуванню кулачку 22 у першому прикладі виконання винаходу. Крок переміщення крокового механізму вздовж вертикалі V відповідає відстані між трубами. Регульовальний пристрій 27 може бути встановлений за допомогою переміщувального засобу 28 таким чином, що крок переміщення крокового механізму, зокрема при різній відстані між трубами в обох обмежуючих вертикальний коридор пучках труб, відповідає точній відстані між трубами 3 теплообмінника. Таким чином можна компенсувати зокрема зміщення труб вздовж вертикалей V.

За допомогою крокового механізму дистанційно керований маніпулятор 5 можна встановлювати в різних місцях у вертикальному коридорі 6. Виконані з можливістю висування з обох сторін і встановлені окремо та незалежно один від одного затискні кронштейни 25, 26 при цьому служать для фіксації, а їх положення для компенсації зміщення пучку труб можна відповідно регулювати у вертикальному і горизонтальному напрямках.

Для зображеного на Фіг. 3 позиціонування і фіксації маніпулятора 5 у вертикальному коридорі 6, окрім цього прикладу двостороннього розміщення сопел 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, можна вибирати також одностороннє розміщення сопел, як це зображено на Фіг. 2.

Винахід описаний вище із посиланням на переважні приклади виконання. Проте, самозрозуміло, що винахід не обмежується конкретним прикладом виконання; навпаки, компетентні фахівці на основі опису можуть розробляти різні варіанти, які не відхиляються від суттєвої основної ідеї винаходу.

- 10 Позиційні позначення
- 1 Пристрій
- 2 Парогенератор
- 3 Труба теплообмінника
- 4 Підйомний пристрій
- 5 Маніпулятор
- 6 Вертикальний коридор
- 7 Датчик переміщення
- 8 Сопло
- 8.1 Сопло
- 8.2 Сопло
- 8.3 Сопло
- 8.4 Сопло
- 9 Всмоктувальний пристрій
- 10 Всмоктувальний трубопровід
- 11 Насос

	12 Насос
	13 Резервуар
	14 Насос
	15 Фільтрувальний пристрій
5	16 Проміжний накопичувач
	17 Підвідна лінія
	18 Відеокамера
	19 Керувальний пристрій
	20 Інтерфейс користувача
10	21 Притискна пластина
	22 Позиціонувальний кулачок
	23 Відеокамера
	24 Подавальний циліндр
	25 Затискний кронштейн
15	26 Затискний кронштейн
	27 Регулювальний пристрій
	28 Переміщувальний засіб
	P Частинки відкладень
	V Вертикаль
20	L Поздовжня вісь
	E1 Площина
	E2 Площина
	E3 Площина
	E4 Площина
25	S1 Вісь обертання
	S2 Вісь обертання
	S3 Вісь обертання
	S4 Вісь обертання

## 30 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пристрій (1) для очищення внутрішньої поверхні теплообмінника, зокрема парогенератора (2) атомної електростанції, за допомогою високонапірних водяних струменів, який містить маніпулятор (5), виконаний із можливістю введення у вертикальний коридор (6) між пучками труб теплообмінника, і підйомний пристрій (4), який з'єднаний із маніпулятором (5), причому маніпулятор (5) містить принаймні одне сопло (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4), встановлене з можливістю обертання навколо осі обертання (S1, S2, S3, S4), орієнтація якої узгоджена з відстанню між трубами (3) в пучку труб теплообмінника.
2. Пристрій за пунктом 1, який **відрізняється** тим, що маніпулятор (5) виконаний із можливістю тимчасової фіксації із силовим замиканням у вертикальному коридорі (6) за допомогою висувного фіксувального засобу.
3. Пристрій за пунктом 2, який **відрізняється** тим, що фіксувальний засіб оснащений пневматичним або електричним приводом.
4. Пристрій за пунктом 2 або 3, який **відрізняється** тим, що фіксувальний засіб для фіксації із силовим замиканням містить притискну пластину (21), виконану з можливістю встановлення на множині труб (3) теплообмінника.
5. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що маніпулятор (5) містить принаймні один позиціонувальний кулачок (22), виконаний із можливістю принаймні часткового охоплення горизонтально орієнтованої труби (3) теплообмінника.
6. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що вісь обертання (S1, S2, S3, S4) принаймні одного сопла (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4) орієнтована з можливістю відхилення водяного струменя принаймні із одного сопла (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4) для очищення проміжків між трубами (3) теплообмінника в площині (E1, E2, E3, E4) паралельно трубам (3) теплообмінника.
7. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що вісь обертання принаймні одного сопла (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4) орієнтована з можливістю відхилення водяного струменя принаймні з одного сопла (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4) принаймні частково над трубною дошкою теплообмінника.
8. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що містить множину сопел (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4), які встановлені з можливістю обертання навколо орієнтованих в різних напрямках осей (S1, S2, S3, S4).



9. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що містить принаймні три сопла (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4), осі обертання (S1, S2, S3, S4) яких орієнтовані під кутами 0°, 60° і 120° відносно поздовжньої осі (L) маніпулятора (5).
10. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що містить датчик переміщення (7), виконаний з можливістю утворення активного зв'язку з підйомним пристроєм (4) для узгодженого з відстанню між трубами покрокового позиціонування маніпулятора.
11. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що містить кроковий механізм для узгодженого з відстанню між трубами покрокового позиціонування маніпулятора (5).
- 10 12. Пристрій за пунктом 11, який **відрізняється** тим, що кроковий механізм містить принаймні один оснащений пневмоприводом подавальний циліндр (24) для позиціонування висувного затискного кронштейна (25) маніпулятора (5), виконаний з можливістю принаймні часткового охоплення горизонтальної труби теплообмінника.
13. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що маніпулятор (5) містить принаймні одну відеокамеру (23), виконану зокрема з можливістю обертання і напрямлення на очищувану ділянку теплообмінника для контролю процесу очищення.
- 15 14. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що передбачений всмоктувальний пристрій (9) зі всмоктувальним трубопроводом (10) для всмоктування суспензії, що містить відокремлені частинки (P).
- 20 15. Пристрій за пунктом 14, який **відрізняється** тим, що всмоктувальний пристрій (9) з'єднаний із фільтрувальним пристроєм (15) для фільтрування відсмоктаної суспензії.
16. Пристрій за будь-яким із попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що містить засоби для дистанційного керування пристроєм (1), зокрема для дистанційного керування фіксувальними засобами, напрямлення принаймні одного сопла (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4) і/або принаймні однієї відеокамери (18, 23), підйомного пристрою (4), крокового механізму і/або всмоктувального пристрою (9).
- 25 17. Спосіб очищення теплообмінника, зокрема парогенератора (2) атомної електростанції, за допомогою високонапірних водяних струменів, в якому застосовують пристрій (1) за будь-яким із попередніх пунктів, причому з'єднаний із підйомним пристроєм (4) маніпулятор (5) встановлюють у вертикальному коридорі (6) всередині теплообмінника, який по краю обмежений пучками труб, кожен із яких містить множину горизонтальних труб (3) теплообмінника, і водяний струмінь принаймні з одного сопла (8, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4) відхиляють над очищуваною ділянкою.
- 30 18. Спосіб за пунктом 17, який **відрізняється** тим, що маніпулятор (5) для очищення теплообмінника тимчасово фіксують у вертикальному коридорі (6) в заданих положеннях із силовим замиканням.
- 35

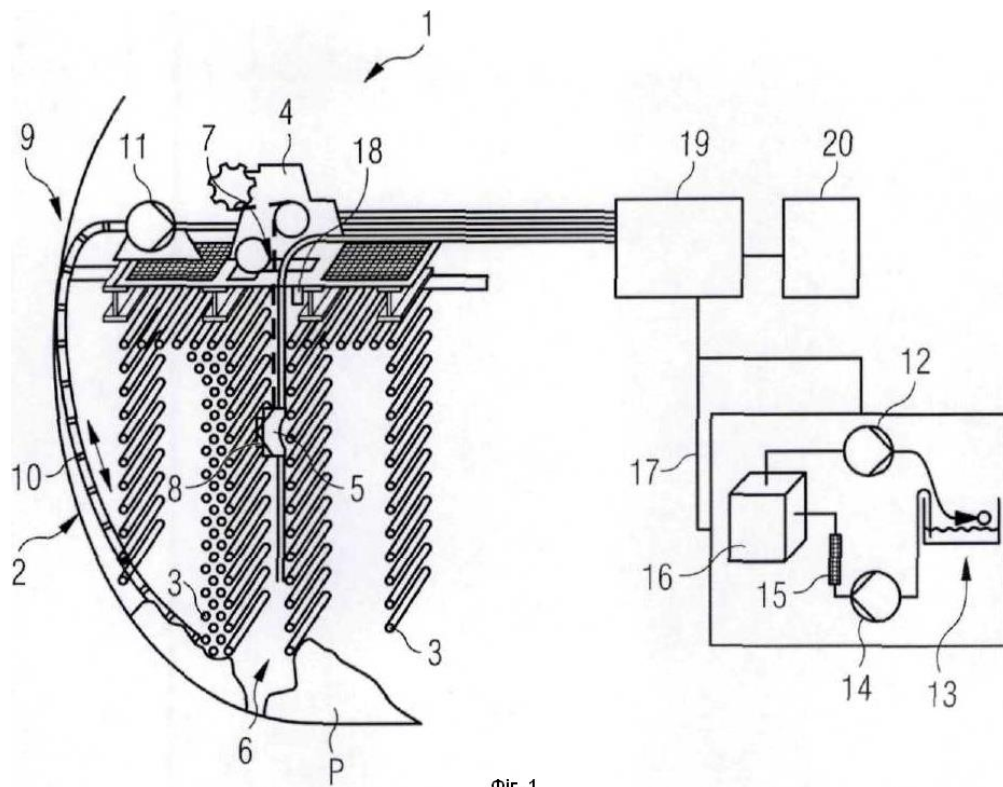
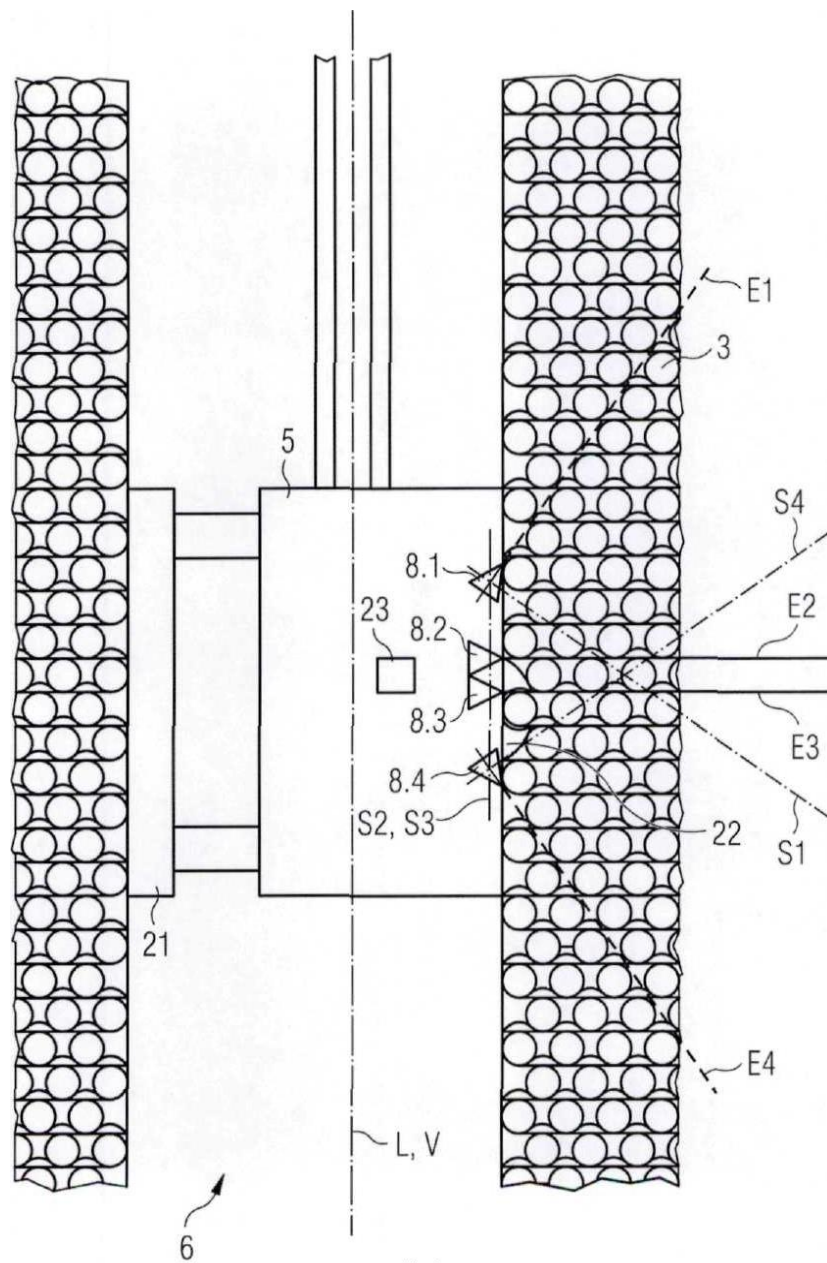
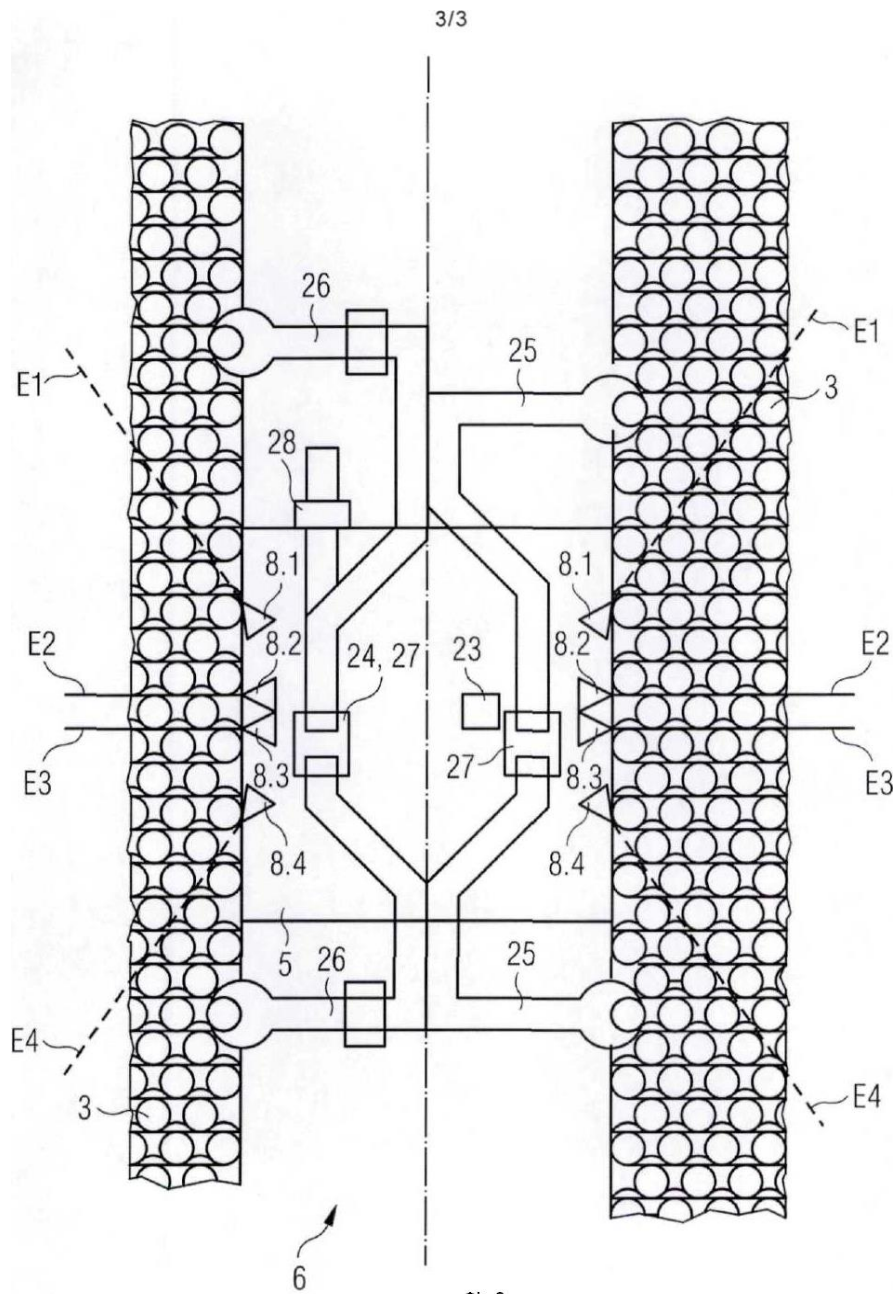


Fig. 1



Фиг. 2



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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