



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 114988

(13) C2

(51) МПК

F24H 1/12 (2006.01)

F22B 7/12 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2016 06239

(22) Дата подання заявки: 08.06.2016

(24) Дата, з якої є чинними  
права на винахід: 28.08.2017(41) Публікація відомостей  
про заявку: 26.12.2016, Бюл.№ 24(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: 28.08.2017, Бюл.№ 16

(72) Винахідник(и):

Лавренцов Євген Михайлович (UA),  
Сміхула Анатолій Володимирович (UA),  
Сігал Ісаак Якович (UA),  
Марасін Олексій Володимирович (UA),  
Кернажицька Олена Степанівна (UA)

(73) Власник(и):

ІНСТИТУТ ГАЗУ НАЦІОНАЛЬНОЇ  
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ,  
вул. Дегтярівська, 39, м. Київ, 03113 (UA)(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:UA 33774 U, 10.07.2008  
UA 70412 C2, 15.10.2004  
RU 2062395 C1, 20.06.1996  
RU 2137 U1, 16.05.1996  
US 5913288 A, 22.06.1999 (9 стор.)  
US 3848573 A, 19.11.1974  
US 4838210 A, 13.06.1989**(54) КОМБІНОВАНИЙ ВОДОГРІЙНИЙ КОТЕЛ**

(57) Реферат:

Комбінований водогрійний котел містить циліндричний корпус з патрубками для підведення зворотної води і відведення нагрітої та з вертикальними поперечними перегородками з перепускними вікнами. В нижній частині корпусу ексцентрично розміщена жарова труба, вхідна частина якої виконана круглої форми, а вихідна - прямокутної. Над жаровою трубою розміщені димогарні труби прямокутної форми, які разом з вихідною частиною жарової труби розташовані під кутом  $40 < \alpha < 50$  градусів відносно осі корпусу. У вихідній частині жарової труби та в димогарних трубах розміщені ряди поперечних водяних трубок, що виконані прямими і закріплені перпендикулярно до стінок труб. Непарні і парні ряди поперечних паралельних водяних трубок, розміщених в трубах, розташовані перпендикулярно один до одного. Забезпечується збільшення ККД котла, зменшуються витрати газу на викиди оксидів азоту і парникових газів з продуктами згорання в атмосферу.

UA 114988 C2

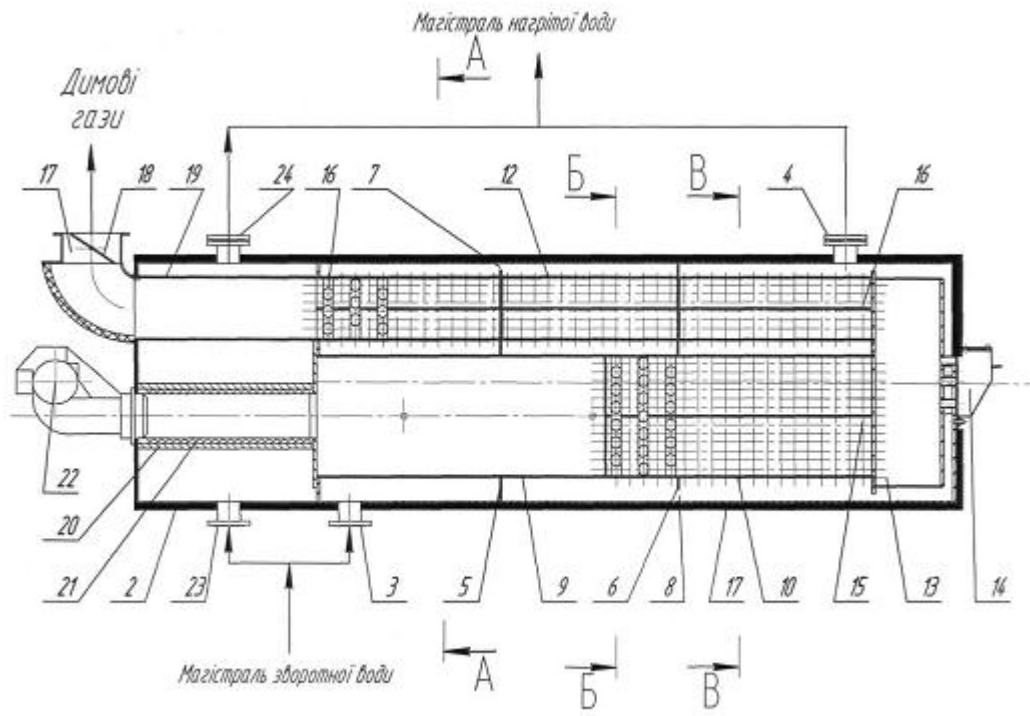


Fig. 1

Винахід стосується конструкцій комбінованих проточних водогрійних котлів, в яких вода відділена від нагрівального середовища. Котел може бути використаний для систем водяного опалення і гарячого водопостачання житлових, громадських та інших будівель.

Відомий комбінований водогрійний котел (Решение ВНИГПЭ от 23.08.94 г. о выдаче патента на изобретение по заявке № 5014064/06 от 26.11.91, М. кл. F24H 1/28, F22B 7/06), який містить циліндричний корпус з патрубками для підведення води, яку нагрівають, і відведення нагрітої води, ексцентрично розміщену у нижній частині корпусу жарову трубу, один кінець якої з'єднаний з пальником, а другий - з поворотною камерою, дві димогарні труби, що симетрично одна одній розміщені над жаровою трубою і підключені з одного боку до поворотної камери, а з другого - до димоходу, а також поперечні водяні трубки, встановлені у стінках хвостової частини жарової труби і по всій довжині димогарних труб. При цьому поперечні водяні трубки розташовані рядами, які нахилені щодо поздовжнього перерізу відповідно жарової і димогарних труб під різними кутами, а у циліндричному корпусі встановлені поперечні перегородки з перепускними вікнами, які виконані по черзі зверху і знизу.

Також відомий комбінований водогрійний котел (патент України на винахід № 70412 МПК<sup>7</sup> F24H 1/12, 2004 р.), який містить горизонтальний циліндричний корпус, в нижній частині якого ексцентрично розміщена жарова труба, а в верхній (над жаровою трубою) симетрично одна до одної розміщені димогарні труби. З вхідного кінця циліндричного корпусу зверху по осі димогарних труб встановлений димохід, з'єднаний з димогарними трубами, а знизу по осі жарової труби встановлений пальник, з'єднаний з жаровою трубою. До вихідного кінця циліндричного корпусу співвісно приєднана поворотна камера, яка знизу приєднана до жарової труби, а зверху - до димогарних труб. До поворотної камери співвісно приєднаний запобіжний ("вибуховий") клапан. У вихідній частині жарової труби і по всій довжині димогарних труб встановлені рядами паралельно одна до одної поперечні водяні трубки, а самі ряди нахилені щодо вертикальної осі жарової і димогарних труб під кутом до 45° з інтервалом від 5 до 15 градусів, а кінці водяних трубок виконані вигнутими і від цього закріплені радіально в стінках жарової і димогарних труб. Для підведення до котла зворотної води і відведення від котла прямої (нагрітої) води і спрямування її в тепломережу на вхідній і вихідній ділянках циліндричного корпусу встановлені відповідно вхідний і вихідний патрубки. Для забезпечення послідовного руху води по довжині корпусу і рівномірного омивання водою зовнішньої поверхні жарової і димогарних труб та внутрішньої поверхні поперечних водяних трубок між вхідним і вихідним патрубками в корпусі встановлені дві перегородки з перепускними вікнами.

Відомі конструкції в результаті відсутності охолодження зворотною водою вхідного кінця циліндричного корпусу, де встановлений пальник, створюють умови для перегріву вхідного кінця корпусу і самого пальника, що може призвести до дестабілізації факела відносно проскоку, а перегрів самого пальника створює умови для підвищення температури в зоні згорання палива і, як наслідок, для підвищення можливості збільшення концентрації шкідливих викидів (наприклад оксидів азоту) в продуктах згорання.

Найбільш близьким за технічною суттю до винаходу є комбінований водогрійний котел (патент України на корисну модель № 33774 МПК (2006) F24H 1/12, 2008), який містить горизонтальний циліндричний корпус та приєднану співвісно до вхідного кінця корпусу водоохолоджувану фронтальну камеру з патрубками для підведення зворотної води і відведення нагрітої. В нижній частині корпусу ексцентрично розміщена жарова труба з поперечними водяними трубками у вихідній її частині, а в верхній, над жаровою трубою симетрично одна до одної розміщені димогарні труби також з поперечними водяними трубками по всій їх довжині. Співвісно до вихідного кінця корпусу приєднана поворотна камера, з'єднана знизу з жаровою, а зверху з димогарними трубами і співвісно з запобіжним клапаном. По осі вихідних кінців димогарних труб розміщений димохід з засувкою. Водоохолоджувальна фронтальна камера виконана у вигляді циліндра з отворами співвісно жаровій і димогарним трубам, в яких встановлені відповідно керамічна амбразура в металевому патроні для пальника та труби для з'єднання димогарних труб з димоходом.

Але у відомій конструкції поперечні водяні труби виконані вигнутими. А це призводить до неможливості рівномірного розташування трубок по ширині перерізу. Тобто з двох сторін (боків) від осі труб до їх внутрішньої поверхні будуть створюватись вільні ніші, через які частина газів проходитиме без омивання поперечних водяних трубок, тобто без теплообміну і передачі трубам свого тепла. А це призводить до зниження швидкості газів крізь трубки, і, значить, коефіцієнтів теплопередачі, ККД котла і збільшення витрати палива. При цьому якоюсь мірою буде збільшуватись термін перебування продуктів згорання у підвищеному температурному рівні, що може призвести до збільшення рівня оксидів азоту і парникових газів в продуктах згорання.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення конструкції комбінованого водогрійного котла, в якому, в результаті зміни геометричної форми і розташування жарової і димогарних труб з поперечними водяними трубками, забезпечується можливість широкого вибору кроку встановлення поперечних водяних трубок і отримання потрібної швидкості продуктів згорання в трубах та збільшення коефіцієнтів теплопередачі і, за рахунок цього, збільшується ККД котла, зменшуються витрати газу та викиди оксидів азоту і парникових газів з продуктами згорання до атмосфери, а також зменшуються технологічні витрати при виготовленні жарової і димогарних труб з рядами поперечних водяних трубок.

Поставлена задача вирішена завдяки тому, що в комбінованому водогрійному котлі, який містить циліндричний корпус з патрубками для підведення зворотної води і відведення нагрітої та з вертикальними поперечними перегородками з перепускними вікнами, ексцентрично розміщену у нижній частині корпусу жарову трубу, над якою симетрично розташовані димогарні труби, з поперечними водяними трубками, розміщеними в трубах, поворотну камеру, розміщену співвісно корпусу і з'єднану знизу з жаровою трубою, а зверху - з димогарними трубами, запобіжний клапан та димохід з засувкою, водоохолоджувану фронтальну камеру, приєднану співвісно до вхідного кінця корпусу, згідно з винаходом димогарні труби та вихідна частина жарової труби виконані прямокутної форми та розташовані під кутом  $40 < \alpha < 50$  градусів відносно осі корпусу, а розміщені всередині їх ряди поперечних паралельних водяних трубок виконані прямими і закріплені перпендикулярно до стінок труб і вхідна частина жарової труби виконана круглої форми, причому непарні і парні ряди поперечних паралельних водяних трубок, розміщених в трубах, розташовані перпендикулярно один до одного.

Додатковою відмітною ознакою є те, що ряди непарних і парних водяних трубок відповідно розташовані в шаховому порядку.

Сукупність відмітних ознак дає можливість виконати поставлену задачу тому, що зміна форми і розташування жарової і димогарних труб дозволяє встановлювати поперечні водяні трубки прямими, а не зігнутими, з необхідним кроком рівномірно по всій ширині прямокутних труб, отримувати потрібний розмір поверхні нагріву їх, потрібну швидкість продуктів згорання в трубах ( $w_r$ ), яка забезпечить високі коефіцієнти теплопередачі від продуктів згорання до поперечних водяних трубок, що призводить до підвищення ККД, зменшення витрати палива (природного газу), зменшення температурного рівня продуктів згорання по довжині газоходів котла і, таким чином, зменшення викидів оксидів азоту і парникових газів з вихідними газами.

Запропонований котел зображений на кресленнях:

на фіг. 1 - у подовжньому перерізі; на фіг. 2 - у поперечному перерізі А-А; на фіг. 3 - у поперечному перерізі Б-Б; на фіг. 4 - у поперечному перерізі В-В.

Пропонований комбінований водогрійний котел містить горизонтальний циліндричний корпус 1 та приєднану співвісно до вхідного кінця корпусу водоохолоджувану фронтальну камеру 2. У вхідній частині корпусу знизу встановлений патрубок 3 для підведення зворотної води, а у вихідній частині зверху - патрубок 4 для відведення прямої (нагрітої) води. В корпусі 1 між патрубками 3 і 4 встановлені дві вертикальні перегородки 5 і 6 з перепускними вікнами 7 і 8, які поділяють корпус на три приблизно рівні частини. В нижній частині корпусу ексцентрично розміщена жарова труба, яка виконана з двох частин - вхідної частини 9 і вихідної частини 10. Над жаровою трубою в верхній частині корпусу симетрично одна до одної розміщені дві димогарні труби 11 і 12. Димогарні труби і вихідна частина жарової труби виконані прямокутної форми та розташовані під кутом  $40 < \alpha < 50$  градусів відносно осі корпусу. До вихідного кінця жарової труби приєднана поворотна камера 13, розташована співвісно корпусу 1 і зв'язана з вхідними кінцями димогарних труб. До поворотної камери приєднаний по її осі запобіжний ("вибуховий") клапан 14, який може бути водоохолоджуваним. У вихідній прямокутній частині жарової труби і по всій довжині димогарних труб встановлені паралельні між собою прямі поперечні водяні трубки 15 і 16, які розміщені непарними і парними рядами, паралельними один до одного, і закріплені перпендикулярно відповідно до паралельних протилежних стінок труб, причому поперечні водяні трубки в непарних і парних рядах відповідно розташовані в шаховому порядку. У верхній частині водоохолоджуваної фронтальної камери розміщений димохід 17 з засувкою 18. У водоохолоджуваній фронтальній камері 2 у вхідній і вихідній стінках співвісно димогарним трубам і жаровій трубі виконані отвори. В отворах фронтальної камери встановлені з'єднувальна труба 19 і патрон 20 з жароміцного матеріалу. Вихідний кінець з'єднувальної труби 19 приєднаний до димоходу 17, а вхідний кінець її з'єднаний з димогарними трубами 11 і 12. В патроні 20 виконана амбразура 21, зовнішня стінка якої з'єднана з внутрішньою поверхнею патрона. У вхідному кінці амбразури встановлений пальник 22, а вихідний кінець з'єднано з жаровою трубою. Для підведення зворотної води до водоохолоджуваної фронтальної камери і

відведення прямої (нагрітої води) від неї знизу і зверху камери встановлені патрубки 23 і 24, які з'єднані напряму з магістралями зворотної і прямої води відповідно.

Пропонований котел працює таким чином.

Спочатку наповнюють холодною хімічно очищеною водою котел і систему водяного опалення. Для заповнення котла водою відкривають патрубки 23 і 3 та 24 і 4. Вода крізь патрубки 23 і 3 заповнює водоохолоджувану фронтальну камеру 2 і циліндричний корпус 1. Заповнюючи фронтальну камеру і циліндричний корпус, вода витісняє з котла повітря, яке виходить через патрубки 24 і 4 і через спеціальні повітряні патрубки, що встановлені за межами котла, - в навколишній простір. Завершують процес заповнення котла водою і виведенням з котла повітря заповненням водою запобіжного клапана 14, коли він виконаний водоохолоджуванням, і закриттям повітряних штуцерів. Потім включають циркуляційні насоси для забезпечення циркуляції води в котлі. Зворотну воду двома частинами (потоками) направляють в котел через патрубки 23 і 3. Одну частину води через патрубок 23 подають крізь водоохолоджувану фронтальну камеру в магістраль нагрітої води. Другу частину води через патрубок 3 направляють в циліндричний корпус 1. В корпусі вода завдяки поперечним перегородкам 5 і 6 послідовно і рівномірно омиває зовнішні поверхні вхідної частини 9 і вихідної частини 10 жарової труби, димогарних труб 11 і 12 та внутрішню поверхню поперечних водяних трубок 15 і 16 і, проходячи крізь них, надходить крізь патрубок 4 також в магістраль нагрітої води. Потім включають пальник 22. Паливоповітряну суміш від пальника направляють в амбразуру 21 і підпалюють. Суміш починає згорати в амбразурі і догорає у вхідній частині 9 жарової труби. Тепло від випромінювання факела і продуктів згорання палива передають внутрішній поверхні вхідної частини жарової труби і через її стінку нагрівають воду в циліндричному корпусі, яка з зовнішньої поверхні вхідної частини жарової труби тепло відбирає. Далі продукти згорання в вихідній частині 10 жарової труби нагрівають її внутрішню поверхню і зовнішню поверхню поперечних водяних трубок 15. Через внутрішню поверхню вихідної частини жарової труби 10 тепло теплопровідністю передають воді в циліндричному корпусі, яка з зовнішньої поверхні вихідної частини жарової труби 10 тепло відбирає. В той самий час через зовнішню поверхню поперечних водяних трубок 15 тепло конвективним теплообміном передають воді, яка проходить крізь ряди поперечних водяних трубок і нагрітою направляють в циліндричний корпус. Далі продукти згорання направляють в поворотну камеру 13, після якої подають в димогарні труби 11 і 12 з рядами поперечних водяних трубок 16, де передача тепла і нагрів води здійснюють так само, як в жаровій трубі. Після димогарних труб продукти згорання направляють в димохід 17 з засувкою 18 через трубу 19 і далі крізь димову трубу, яка знаходиться, як правило, за межами котельні, в навколишнє середовище. У випадку хлопка ("вибуху") паливо-повітряної суміші, що може статися в процесі розпалювання пальника чи з якихось інших причин в процесі роботи котла, вибухова хвиля проходить крізь жарову трубу, поворотну камеру 13, запобіжний ("вибуховий") клапан 14 і загасає за допомогою відведення коробами в верхню частину котельні чи в атмосферу.

Для встановлення меж запропонованого кута розташування прямокутної частини жарової і димогарних труб  $40 < \alpha < 50$  градусів відносно осі циліндричного корпусу котла нижче в таблиці наводимо експериментальні дані щодо залежності  $\alpha$  від швидкості води в рядах поперечних водяних трубок.

Таблиця

	Кут розташування прямокутних труб, $\alpha$ , градусів	Швидкість води в рядах поперечних водяних трубок, м/с		Гідравлічна нерівномірність ( $W_n/W_p$ )
		Непарних ( $W_n$ )	парних ( $W_p$ )	
1	15	0,95	0,15	6,33
2	30	0,85	0,40	2,12
3	40	0,82	0,78	1,051
4	45	0,80	0,80	1,00
5	50	0,78	0,82	1,051
6	60	0,40	0,85	2,12
7	75	0,15	0,95	6,33

Як бачимо з таблиці, при куті  $\alpha = 15^\circ$  швидкість води в непарних рядах  $W_n = 0,95$  м/с, а в парних –  $W_p = 0,15$  м/с і гідравлічна нерівномірність складає 6,33 одиниць. При куті розташування  $\alpha = 45^\circ$  швидкість води в парних і непарних рядах поперечних водяних трубок вирівнюється і

гідравлічна нерівномірність дорівнює 1, тобто рівномірність досягає max, а нерівномірність відсутня. В подальшому при збільшенні кута розташування змінюється швидкість води в рядах у зворотному порядку, - швидкість води стає більшою вже у парних рядах в порівнянні з непарними. А гідравлічна нерівномірність починає зростати. Невелику, тобто, безпечну

5 нерівномірність у  $1,051$  маємо при  $40 < \alpha < 50$  градусів. За межами цього кута гідравлічна нерівномірність може призвести до закипання води в окремих рядах з малою швидкістю. В котельній практиці прийнято, що швидкість води ( $W_a$ ) в трубах водогрійних котлів повинна бути від  $0,5$  м/с до  $1$  м/с. При  $W_a$  нижче  $0,5$  м/с в окремих трубах швидкість води може бути низькою, що може призвести до закипання води і гідравлічних ударів. При  $W_a$  більше  $1$  м/с суттєво буде

10 збільшуватись гідравлічний опір і тому збільшуватись витрати на придбання більш потужних циркуляційних насосів.

Пропонований пристрій дозволяє забезпечити високі коефіцієнти теплопередачі від продуктів згорання до рядів поперечних водяних трубок, що призводить до підвищення ККД, зменшення витрати палива (природного газу), температурного рівня продуктів згорання по

15 довжині газоходів в котлі і, таким чином, зменшення викидів оксидів азоту і парникових газів з відхідними газами. Позитивний ефект пропозиції буде також у зменшенні технологічних витрат при виготовленні димогарних і прямокутної частини жарової труб з листового металу, що помітно дешевше ніж їх виготовлення з суцільнотягнутої котельної профільної труби великого розміру. При виготовленні з листового металу прямокутників квадратної форми позитивний

20 ефект ще буде збільшений за рахунок того, що водяні трубки мають однакову довжину як в димогарних трубах, так і в вихідній частині жарової труби.

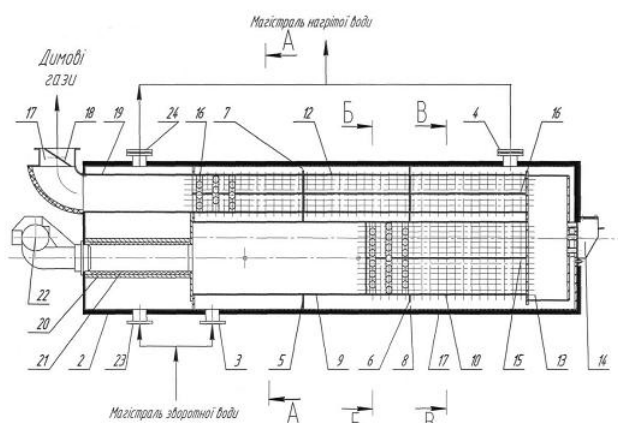
#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

25 1. Комбінований водогрійний котел, який містить циліндричний корпус з патрубками для підведення зворотної води і відведення нагрітої та з вертикальними поперечними перегородками з перепускними вікнами, ексцентрично розміщену у нижній частині корпусу жарову трубу, над якою симетрично розташовані димогарні труби з поперечними водяними

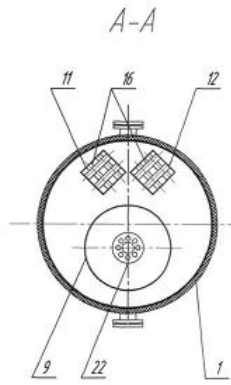
30 трубками, розміщеними в трубах, поворотну камеру, розміщену співвісно корпусу і з'єднану знизу з жаровою трубою, а зверху - з димогарними трубами, запобіжний клапан та димохід з засувкою, водоохолоджувану фронтальну камеру, приєднану співвісно до вхідного кінця корпусу, який **відрізняється** тим, що димогарні труби та вихідна частина жарової труби виконані прямокутної форми та розташовані під кутом  $40 < \alpha < 50$  градусів відносно осі корпусу, а розміщені всередині їх ряди поперечних паралельних водяних трубок виконані прямими і

35 закріплені перпендикулярно до стінок труб і вхідна частина жарової труби виконана круглої форми, причому непарні і парні ряди поперечних паралельних водяних трубок, розміщених в трубах, розташовані перпендикулярно один до одного.

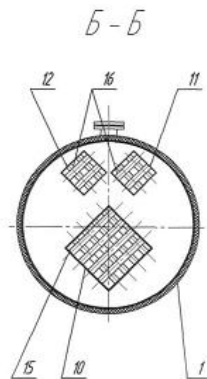
2. Комбінований водогрійний котел за п. 1, який **відрізняється** тим, що ряди непарних і парних водяних трубок відповідно розташовані в шаховому порядку.



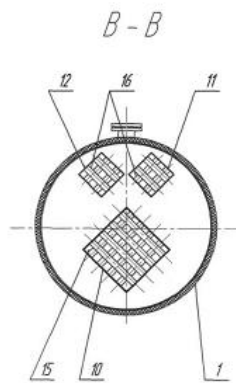
Фиг. 1



**Фіг. 2**



**Фіг. 3**



**Фіг. 4**

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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