



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 113023

(13) C2

(51) МПК

F28D 7/10 (2006.01)

F23L 15/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 04914

(22) Дата подання заявки: 20.05.2015

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: 25.11.2016

(41) Публікація відомостей
про заяву: 25.12.2015, Бюл.№ 24

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 25.11.2016, Бюл.№ 22

(72) Винахідник(и):

Сорока Борис Семенович (UA),
Бершадський Андрій Іванович (UA),
Воробйов Микита Валерійович (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 103961 C2, 10.12.2013
US 4410037 A, 18.10.1983
US 4524752 A, 25.06.1985
US 3859040 A, 07.01.1975
GB2184531 A, 24.06.1987
SU 1740889 A1, 15.06.1992
US 4113009 A, 12.09.1978
US 6029647 A, 29.02.2000

(54) РАДІАЦІЙНО-КОНВЕКТИВНИЙ РЕКУПЕРАТОР

(57) Реферат:

Пропозиція належить до теплообмінних апаратів з нерухомими трубчатими каналами для двох теплоносіїв, в яких обидва теплоносії контактують зі стінками каналу. Рекуператор може бути використаний для підігріву повітря в печах машинобудування, будівельної та хімічної промисловості. В основу винаходу поставлена задача удосконалення конструкції радіаційно-конвективного рекуператора, в якому в результаті встановлення основної і додаткової випромінюючих вставок, забезпечується збільшення поверхні теплообміну "продукти згоряння-повітря", а це збільшує тепловий потік від стінок рекуператора до повітря і температуру підігріву повітря, і за рахунок цього забезпечується більша рекуперація теплоти в паливному циклі печі та зменшення витрати палива на її опалення, а також збільшення ресурсу роботи рекуператора. Радіаційно-конвективний рекуператор встановлено на зовнішній поверхні печі. Він містить циліндричний корпус, в якому співвісно встановлено циліндричну обичайку, а між нею та корпусом встановлено основну випромінюючу вставку, виконану у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з обичайкою та корпусом. Всередині циліндричної обичайки співвісно з зазором встановлено дві коаксіальні труби - центральна та периферійна. Між центральною трубою і периферійною трубою встановлено додаткову випромінюючу вставку, виконану у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з центральною та периферійною трубами. В нижній частині корпусу встановлено вхідний повітряний патрубок, з'єднаний з периферійною трубою, та вихідний повітряний патрубок, з'єднаний з корпусом рекуператора. Всередині центральної труби встановлено основний випромінювач, який виконаний у вигляді радіальних пластин, що перетинаються. В верхній частині рекуператора встановлені перепускні труби. Між периферійною трубою і обичайкою встановлено допоміжний випромінювач, виконаний у вигляді плоских радіальних ребер. Рекуператор, що пропонується, має більшу ефективну поверхню теплообміну "продукти згоряння-повітря", збільшену температуру підігріву повітря, що забезпечує більшу рекуперацію теплоти в паливному циклі печі та менші витрати

UA 113023 C2

палива на її опалення. Також за рахунок зниження температури стінок каналів очікується збільшення ресурсу роботи рекуператора.

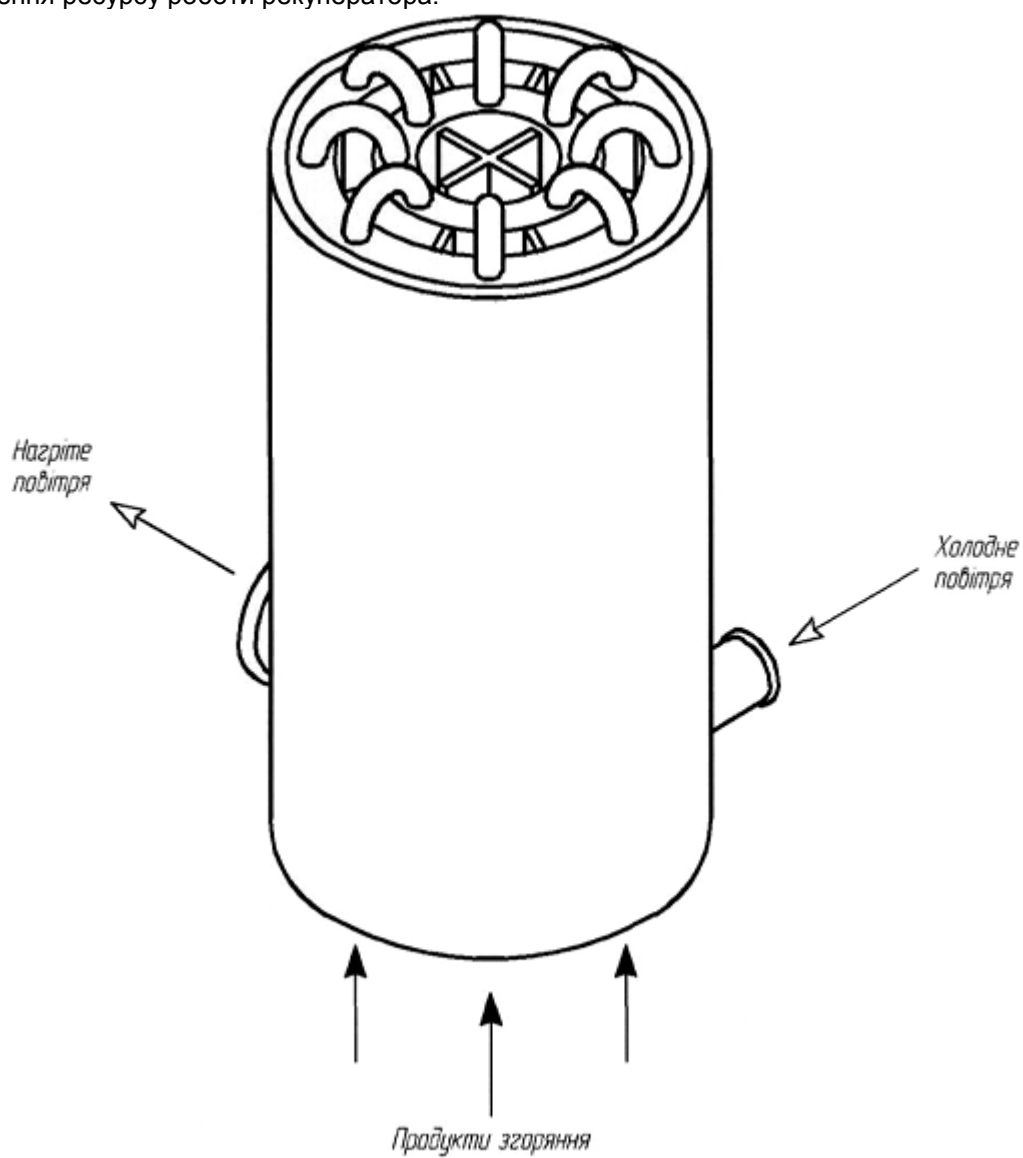


Fig. 1

Пропозиція належить до теплообмінних апаратів з нерухомими трубчатими каналами для двох теплоносіїв, в яких обидва теплоносії контактують зі стінками каналу. Рекуператор може бути використаний для підігріву повітря в печах машинобудування, будівельної та хімічної промисловості.

5 Відомий рекуператор для промислових печей (Патент США № 4410037, М. кл.³ F28D 7/12; F28B 7/00, 1983), що містить циліндричний корпус, в якому співвісно встановлено циліндричну обичайку, яка утворює з корпусом периферійний кільцевий повітряний канал, встановлений в верхній частині циліндричної обичайки заглушений з одного боку циліндр, з співвісно вставленим в нього вхідним патрубком, що утворюють центральний кільцевий повітряний канал, додатковий циліндр коаксіально розміщений в циліндричній обичайці з зазором між циліндричною обичайкою і циліндром заглушеним з одної сторони, з'єднуювальні патрубки між центральним та периферійним кільцевими повітряними каналами, циліндричну камеру колектора встановлену в нижній частині корпусу, з приєднаним до неї вихідним патрубком. Рекуператор футерований ізоляцією.

15 Відома конструкція характеризується низькою ефективністю використання теплоти продуктів згорання, оскільки кількість поверхонь нагріву у робочому просторі димового каналу є обмеженою, а їх розміщення - неефективним.

Відомий радіаційний рекуператор (Патент України на винахід № 103961, МПК F28D 7/00, 2013), що містить циліндричний корпус, в якому співвісно встановлено циліндричну обичайку, яка утворює з корпусом периферійний кільцевий повітряний канал. Всередині циліндричної обичайки співвісно встановлено дві коаксіальні труби - центральна та периферійна, з зазором між собою, які утворюють центральний кільцевий повітряний канал. В нижній частині корпусу встановлено вхідний повітряний патрубок, з'єднаний з периферійною трубою, та вихідний повітряний патрубок, з'єднаний з корпусом. Всередині центральної труби встановлено основний випромінювач, який виконаний у вигляді радіальних пластин, що перетинаються. Центральний та периферійний повітряні кільцеві канали з'єднані між собою перепускними трубами. Циліндрична обичайка та периферійна труба утворюють кільцевий канал продуктів згорання, в якому встановлено допоміжні випромінювачі, виконані у вигляді плоских радіальних ребер. Рекуператор футерований ізоляцією. Також випромінювач може бути виконаний у вигляді додаткової циліндричної обичайки, до зовнішньої поверхні якої приєднано плоскі радіальні ребра.

Відомий рекуператор характеризується недостатньою ефективністю використання теплоти продуктів згорання, оскільки поверхня теплообміну "продукти згорання - повітря" є обмеженою та неефективною.

35 В основу пропозиції поставлена задача удосконалення конструкції радіаційно-конвективного рекуператора, в якому в результаті встановлення основної і додаткової випромінюючих вставок, забезпечується збільшення поверхні теплообміну "продукти згорання-повітря", а це збільшує тепловий потік від стінок рекуператора до повітря і температуру підігріву повітря, і за рахунок цього забезпечується більша рекуперація теплоти в паливному циклі печі та зменшення витрати палива на її опалення, а також збільшення ресурсу роботи рекуператора.

Поставлена задача вирішена завдяки тому, що радіаційно-конвективний рекуператор, що містить циліндричний корпус, в якому співвісно встановлено циліндричну обичайку, всередині якої співвісно з зазором встановлені дві коаксіальні труби - центральна з встановленим всередині основним випромінювачем та периферійна з допоміжним випромінювачем, розміщеним між периферійною трубою і обичайкою, а також встановлений в нижній частині корпусу вхідний повітряний патрубок, з'єднаний з периферійною трубою, та вихідний повітряний патрубок, з'єднаний з корпусом, і встановлені в верхній частині рекуператора перепускні труби, згідно з винаходом, оснащений основною випромінюючою вставкою, виконаною у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з обичайкою та корпусом, і додатковою випромінюючою вставкою, виконаною також у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з центральною та периферійною трубами відповідно.

Відмінні ознаки дають можливість вирішити поставлену задачу завдяки тому, що запропоновані основна і додаткова випромінюючі вставки, забезпечують збільшення поверхні теплообміну "продукти згорання повітря", а це збільшує сумарний тепловий потік від стінок каналів рекуператора до повітря, який забезпечує збільшення температури підігріву повітря. Більш висока температура підігріву повітря дозволяє збільшити частину теплоти відхідних газів, яка повертається в паливний цикл печі, що, в свою чергу, збільшує ККД печі і, як наслідок, зменшує витрати палива на опалення печі. Також, за рахунок більш ефективного теплообміну між стінками рекуператора і повітрям, знижується температура стінок рекуператора, а це має збільшити ресурс роботи рекуператора.

На фіг. 1 представлено загальний вигляд радіаційно-конвективного рекуператора, на фіг. 2 його переріз площиною А-А, на фіг. 3 поперечний переріз.

Радіаційно-конвективний рекуператор встановлено на зовнішній поверхні 1 печі 2. Він містить циліндричний корпус 3, в якому співвісно встановлено циліндричну обичайку 4, яка утворює з корпусом периферійний кільцевий повітряний канал 5. Між обичайкою 4 і корпусом 3 встановлено основну випромінюючу вставку 6, виконану у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з обичайкою 4 та корпусом 3. Всередині циліндричної обичайки 4 співвісно з зазором встановлено дві коаксіальні труби - центральна 7 та периферійна 8, які утворюють центральний повітряний кільцевий канал 9. Між центральною трубою 7 і периферійною трубою 8 встановлено додаткову випромінюючу вставку 10, виконану у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з центральною 7 та периферійною 8 трубами. В нижній частині корпусу встановлено вхідний повітряний патрубок 11, з'єднаний з периферійною трубою 8, та вихідний повітряний патрубок 12, з'єднаний з корпусом рекуператора 3. Всередині центральної труби 7, яка утворює циліндричний канал продуктів згоряння 13, встановлено основний випромінювач 14, який виконаний у вигляді радіальних пластин, що перетинаються. Центральний 9 та периферійний 5 повітряні кільцеві канали з'єднані між собою перепускними трубами 15. Між периферійною трубою 8 і обичайкою 4, які утворюють кільцевий канал продуктів згоряння 16, встановлено допоміжний випромінювач, виконаний у вигляді плоских радіальних ребер 17. Рекуператор футерований ізоляцією 18.

Радіаційно-конвективний рекуператор працює наступним чином. Високотемпературні продукти згоряння подають до нижньої частини рекуператора, де їх розподіляють на два потоки між циліндричним каналом продуктів згоряння 13 та кільцевим каналом продуктів згоряння 16, де вони нагрівають стінки каналів, випромінювач 14 та допоміжний випромінювач 17. Від стінок каналів нагрівають основну випромінюючу вставку 6 та додаткову випромінюючу вставку 10. Повітря через вхідний повітряний патрубок 11 подають до центрального повітряного кільцевого каналу 9, де нагрівають, а потім подають через перепускні труби 15 до периферійного повітряного кільцевого каналу 5. Після проходження по периферійному повітряному кільцевому каналу нагріте повітря подають до вихідного повітряного патрубка 12.

Для співставлення конструкцій прототипу та пропозиції в Інституті газу НАН України було проведено порівняльне моделювання роботи рекуператорів, основане на експериментальному дослідженні роботи прототипу. Моделювання було проведено для рекуператорів циліндричної форми, що мали однакові габаритні розміри: висота рекуператора $H=3$ м, діаметр корпусу рекуператора $D=1,3$ м. Витрати повітря через рекуператор складали $2200 \text{ м}^3/\text{год.}$, а продуктів згоряння - $2400 \text{ м}^3/\text{год.}$ Моделювання проводили при двох різних режимах роботи рекуператора, що відрізнялися температурою продуктів згоряння на вході в рекуператор: в першому режимі $t_{q, \text{en}}^{(1)}=900^\circ\text{C}$, в другому $t_{q, \text{en}}^{(2)}=1100^\circ\text{C}$, температура холодного повітря на вході в рекуператор в обох режимах складала $t_{a, \text{en}}=25^\circ\text{C}$.

Результати порівняльного моделювання для конструкції прототипу та пропозиції наведені в таблиці.

Таблиця

Результати порівняльного моделювання для конструкції прототипу та пропозиції

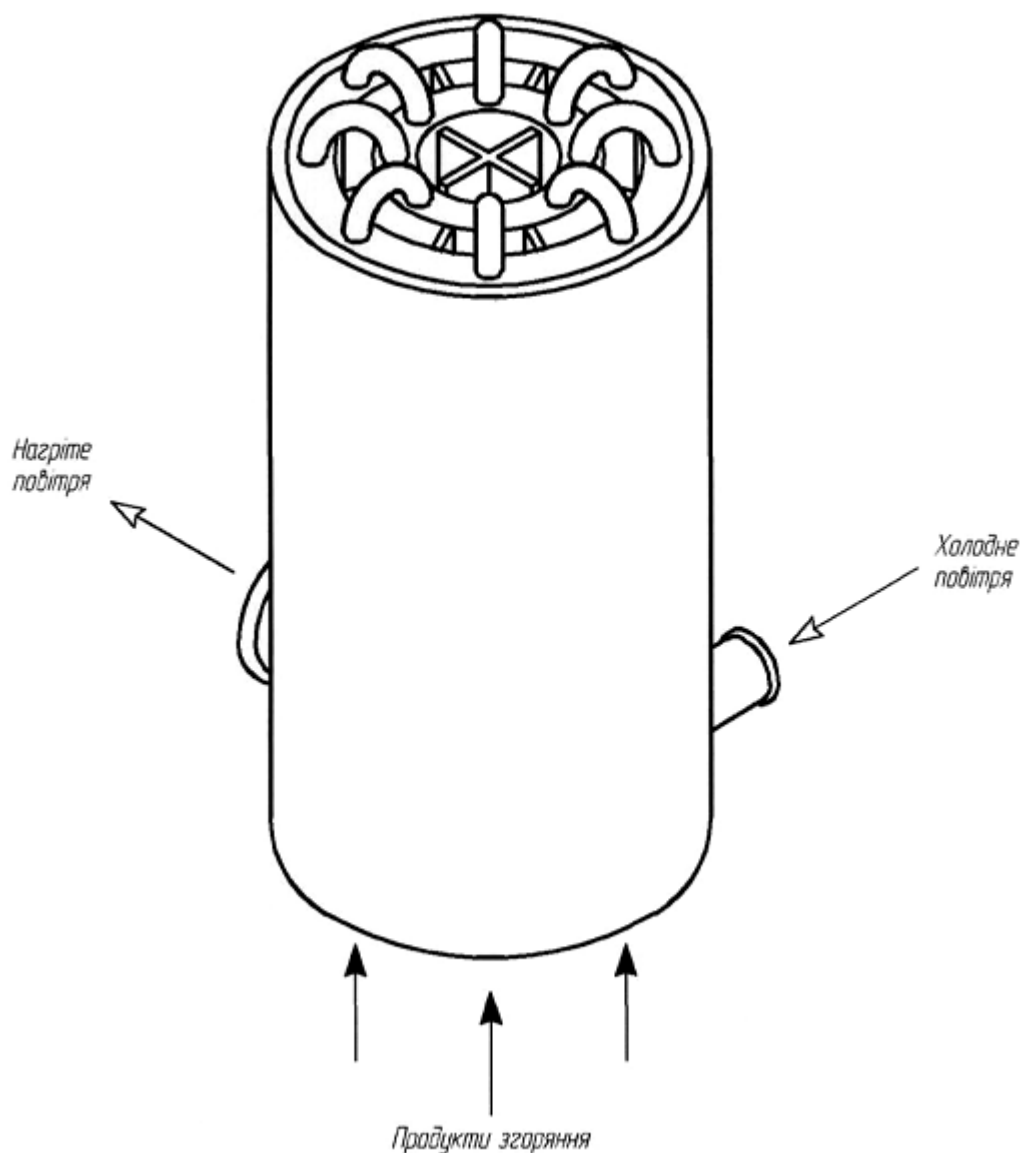
Найменування	Поверхня теплообміну, м^2	Температура підігріву повітря $t_{a, \text{ex}}, ^\circ\text{C}$	
		Режим 1	Режим 2
Прототип	27,40	355	460
Пропозиція	28,34	390	506

З таблиці бачимо, що при вказаних вище габаритах в запропонованій конструкції ефективна поверхня теплообміну "продукти згоряння-повітря" на 3,42 % більша, ніж у прототипі. В той же час основний показник ефективності роботи радіаційно-конвективних рекуператорів - температура підігріву повітря, $t_{a, \text{ex}}, ^\circ\text{C}$, за рахунок встановлення випромінюючих вставок збільшилась на 10 %.

Рекуператор, що пропонується, має більшу ефективну поверхню теплообміну "продукти згоряння-повітря", збільшену температуру підігріву повітря, що забезпечує більшу рекуперацію теплоти в паливному циклі печі та менші витрати палива на її опалення. Також за рахунок зниження температури стінок каналів очікується збільшення ресурсу роботи рекуператора.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Радіаційно-конвективний рекуператор, що містить циліндричний корпус, в якому співвісно встановлено циліндричну обичайку, всередині якої співвісно з зазором встановлені дві коаксіальні труби - центральна зі встановленим всередині основним випромінювачем та периферійна з домоміжним випромінювачем, розміщеним між периферійною трубою і обичайкою, а також встановлений в нижній частині корпусу вхідний повітряний патрубок, з'єднаний з периферійною трубою, та вихідний повітряний патрубок, з'єднаний з корпусом, і встановлені в верхній частині рекуператора перепускні труби, який **відрізняється** тим, що він оснащений основною випромінюючою вставкою, виконаною у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з обичайкою та корпусом, і додатковою випромінюючою вставкою, виконаною також у вигляді плоских радіальних ребер, з'єднаних з центральною та периферійною трубами, відповідно.



Фіг. 1

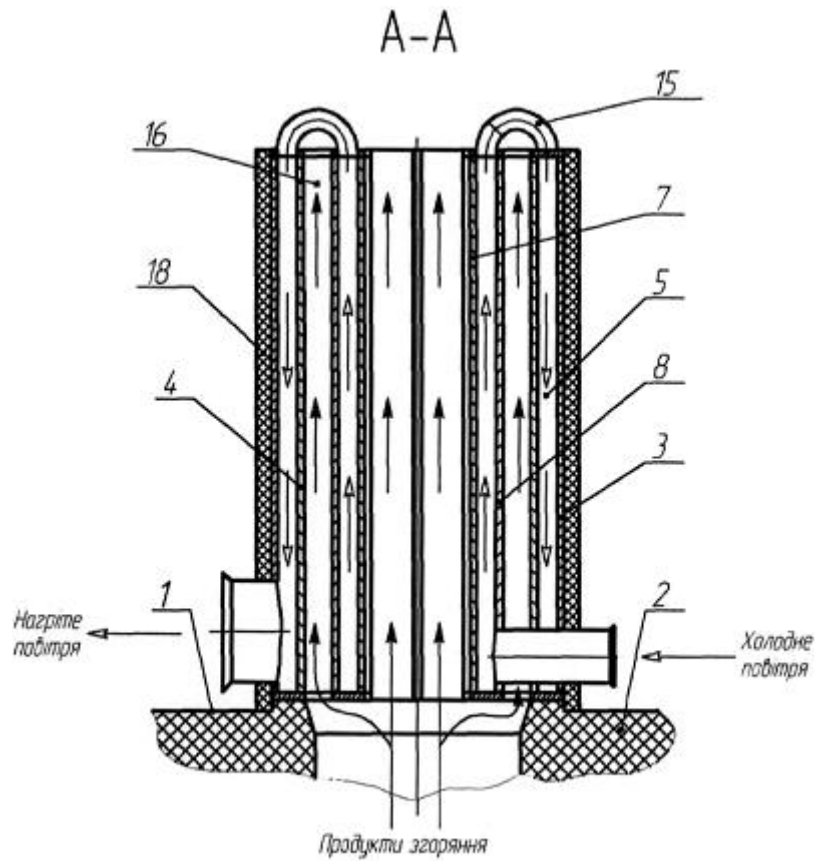


Fig. 2

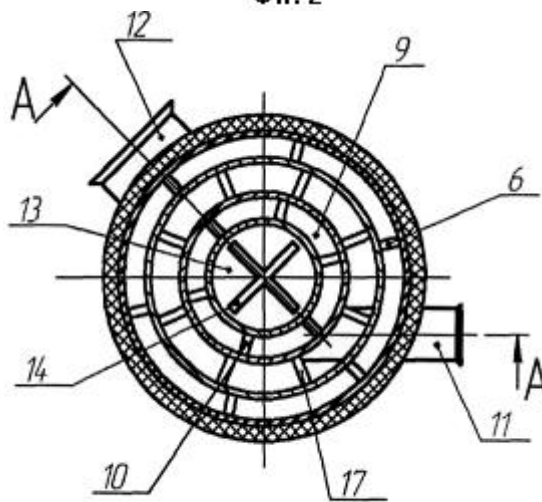


Fig. 3

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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

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