



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84711 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
F28F 1/38  
F28F 1/24  
F28D 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ТЕПЛООБМІННА ТРУБА

1

(21) а200602433  
(22) 06.03.2006  
(24) 25.11.2008  
(46) 25.11.2008, Бюл.№ 22, 2008 р.  
(72) ПАРШИН АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, UA, КОНЮХОВ СТАНІСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, МОШНЕНКО ЮРІЙ ІВАНОВИЧ, UA, ГОЛУБКОВ ГЕНАДІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA, ВАСИЛІНА ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ, UA, БЕЛЕЦЬКИЙ СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA, ЖУРБА СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, UA, БОЙКО АНАТОЛІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, UA  
(73) ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "ПІВДЕННЕ" ІМ. М.К. ЯНГЕЛЯ", UA  
(56) UA 48349 A, 15.08.2002  
UA 37687 A, 15.05.2001

2

SU 1776968 A1, 23.11.1992  
SU 1772576 A1, 30.10.1992  
SU 1486735 A1, 15.06.1989  
RU 2009433 C1, 15.03.1994  
JP 3020577, 29.01.1991  
JP 2004085142, 18.03.2004  
(57) Теплообмінна труба, яка містить розташований у її порожнині шнековий завихрювач, вісь якого збігається з поздовжньою віссю труби, яка **відрізняється** тим, що вона додатково має поперечні елементи шорсткості, виконані у вигляді западин на зовнішній та відповідних їм виступів на внутрішній поверхні труби, які розташовані перпендикулярно її поздовжній осі, крім того, між шнековим завихрювачем та виступом існує зазор.

Пропонуємий пристрій відноситься до теплообмінних труб, завдяки яким здійснюється нагрів рідини, наприклад, у енергетичній промисловості або у котлах водонагрівальної системи.

Відома, використовувана у теплообмінних пристроях [а.с. 1776968, СРСР, МКВ 5 F28F1/24, БВ №43, 1992] поверхня теплообміну, яка має елементи шорсткості у вигляді паралельних виступів, розташованих один від одного на відстані, яка дорівнює 12-14 їх висоти, між якими розташовані додаткові турбулізатори, при цьому додаткові турбулізатори виконані у вигляді канавок, розташованих паралельно виступам на відстані, яка дорівнює 10 висот виступу.

Недоліками цього пристрою є низький рівень тепловіддачі від продуктів згоряння до поверхні теплозйому з-за відриву потоку від виступів та формування його стискання до вісі після розвороту на канавках і, як наслідок, низька ефективність конструкції.

Найбільш близьким по технічній суті до пропонуємого винаходу є теплообмінна труба [а.с. 1772576, СРСР, МКВ 5 F28F1/30, 13/12, БВ №40, 1992], яка має розташований у її запоні елемент охолодження та шнековий завихрювач, вісь якого

збігається з поздовжньою віссю труби, при цьому вісь елемента охолодження паралельно зміщена відносно вісі труби та на периферійних ділянках шнекового завихрювача виконані отвори під елемент охолодження.

Проте, ця теплообмінна труба також не забезпечує повний теплозйом від стінки з-за утворення ліній зриву струменю з шнекового завихрювача на поверхні його контакту з трубою, які також сприяють погіршенню її прогріву та зниженню тепловіддачі від неї зовні.

В основу винаходу поставлена задача поліпшення тепловіддачі теплообмінної трубою та збільшення її коефіцієнта корисної дії (ККД), за рахунок виконання водночас і кільцевих западин на зовнішній і відповідно ним кільцевих виступів на внутрішній поверхні труби, які розташовані перпендикулярно її поздовжньої вісі, крім того між шнековим завихрювачем та виступом існує зазор. Це забезпечує виключення точок зриву потоку та рівномірність епюри швидкостей.

Поставлена задача вирішується тим, що в теплообмінній трубі, завдяки реалізації нової сукупності суттєвих відзнак

(13) C2

(11) 84711

(19) UA

загальних - розташований у запоні труби шнековий завихрювач, вісь якого збігається з віссю труби,

та відмітних - труба додатково має поперечні елементи шорсткості, виконані у вигляді западин на зовнішній та відповідно ним виступів на внутрішній поверхні труби, які розташовані перпендикулярно її поздовжньої вісі, крім того між шнековим завихрювачем та виступом існує зазор, забезпечується виключення точок зриву потоку та рівномірність епюри швидкостей, що поліпшує тепловіддачу труби та збільшує ККД.

Суть винаходу міститься в дальшому. Виконання в теплообмінній трубі додатково поперечних елементів шорсткості, у вигляді западин на зовнішній та відповідно ним виступів на внутрішній поверхні труби, а також зазору між ними та шнековим завихрювачем, поліпшує перемішування продуктів згоряння, забезпечує притискування їх та тепловіддачу ними внутрішній поверхні труби, завдяки порушенню ламінарного потоку біля її стінки. Це дозволяє вирівняти епюру швидкостей продуктів згоряння та збільшити тепловіддачу від них, а також інтенсифікувати тепловий від її зовнішньої поверхні труби, яка контактує з нагріваючою густиною.

Поєднання водночас, двох взаємодоповнюючих схем поліпшує перемішування продуктів згоряння та тепловіддачу ними внутрішній поверхні труби завдяки порушенню ламінарного потоку біля стінки труби. По-перше, при застосуванні шнека інтенсифікація теплообміну зі стінкою труби збільшується за рахунок радіальної складової швидкості і збільшення ефективної довжини та площі при конвективній, а також збільшенні променевої тепловіддачі від його розвитої поверхні при високих коефіцієнтах випромінювання теплообміну  $\epsilon$ . А по-друге, інтенсифікація конвективного теплообміну для труби з кільцевими виступами досягається за рахунок утворення вихрових зон зі збільшеною турбулізацією, притискуванням до стінки продуктів згоряння за турбулізаторами та збільшення цим тепловіддачі внутрішній поверхні труби.

Таким чином, сукупність зазначених вище ознак дозволяє максимізувати тепловий та коефіцієнт корисної дії теплообмінної труби.

Для більш докладного роз'яснення роботи пристрою, що заявляється, наведені креслення і докладний опис.

На Фіг. зображено загальний вигляд теплообмінної труби.

Пропонуємий пристрій містить теплообмінну трубу 1, впадини 2 на зовнішній та виступи 3 на її

внутрішній поверхні, шнековий завихрювач 4 та зазор 5 між трубою та шнековим завихрювачем 4.

Робота теплообмінної труби здійснюється наступним чином.

Продукти згоряння під тиском подаються у теплообмінну трубу 1. У ній, по-перше, вони набувають обертально-поступовий рух та радіальну складову швидкості на шнековому завихрювачі 4, а по-друге, завдяки цьому, здійснюється притискування продуктів згоряння до стінки, які проходять крізь зазор 5 між виступом труби 3 та завихрювачем 4, чим повністю ліквідується зрив пристінкового шару. Причому, присутність на зовнішній поверхні труби западин, вирівнює нагрів густини.

Експериментально виконані теплообмінні труби на котлі водогрійному, завдяки рекомендаціям ["Оценка эффективности интенсификации теплообмена с помощью турбулизации потока в трубчатых теплообменных аппаратах". - Тр. ВЗМИ, 1974, вып.3. Гидравлика, т.10, с.102-114. Дрейцер Г.А., Кузьминов В.А., Неверов А.С., а також Калинин Э.К., Ярхо С.А. "Исследование интенсификации теплообмена при течении газов и капельных жидкостей в трубах". ИФЖ, 1971, т.20, №4, с.592-599], мали такі розміри

$$\frac{d}{D} = 0,85 \div 0,96 \text{ (прийнято } \sim 0,91)$$

$$\frac{t}{D} = 0,5 \div 1,5 \text{ (прийнято } \sim 1)$$

$$\frac{L}{D} = 6 \div 12 \text{ (прийнято } \sim 8,9),$$

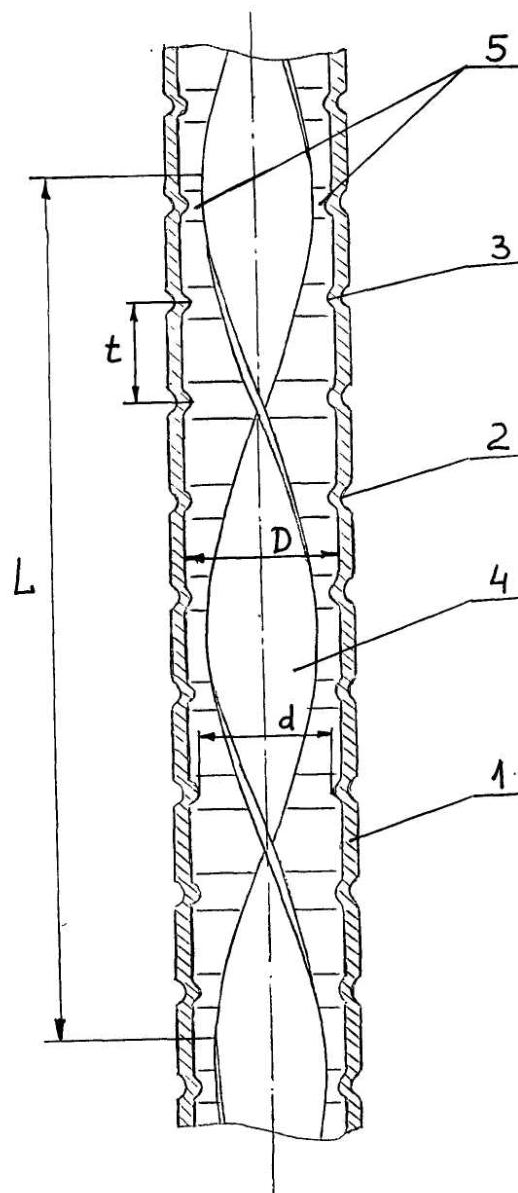
де  $D=36\text{мм}$  - внутрішній діаметр труби;

$d=32,8\text{мм}$  - діаметр по внутрішній поверхні кільцевих виступів;

$t=36\text{мм}$  - крок кільцевих виступів (відстань між серединами сусідніх кільцевих виступів);

$L=320\text{мм}$  - крок між вершинами витків шнека.

Як показали експериментально виготовлені теплообмінні труби, завдяки наведеним вище відмітним істотним ознакам, коефіцієнт корисної дії становив на котлах водогрійних з номінальною потужністю 0,5МВт, розходом густини  $12\text{м}^3/\text{год}$ , температурою на вході  $65^\circ\text{C}$  та на виході  $95^\circ\text{C}$ , відповідно: тільки шнекові завихрювачі (92,36-92,53) - середній 92,44%; водночас і шнекові завихрювачі, і впадини на зовнішній та виступи на внутрішній поверхні, а також зазор між шнековим завихрювачем та виступом (93,26-96,87) - середній 94,28%. Таким чином, у пристрої, який заявляється, отримується максимальний коефіцієнт корисної дії теплообмінної труби з максимальним економічним ефектом котла водогрійного.



Фиг.