



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **97978** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
C21B 9/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 12139**
(22) Дата подання заявки: **10.11.2014**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.04.2015**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.04.2015, Бюл.№ 7**

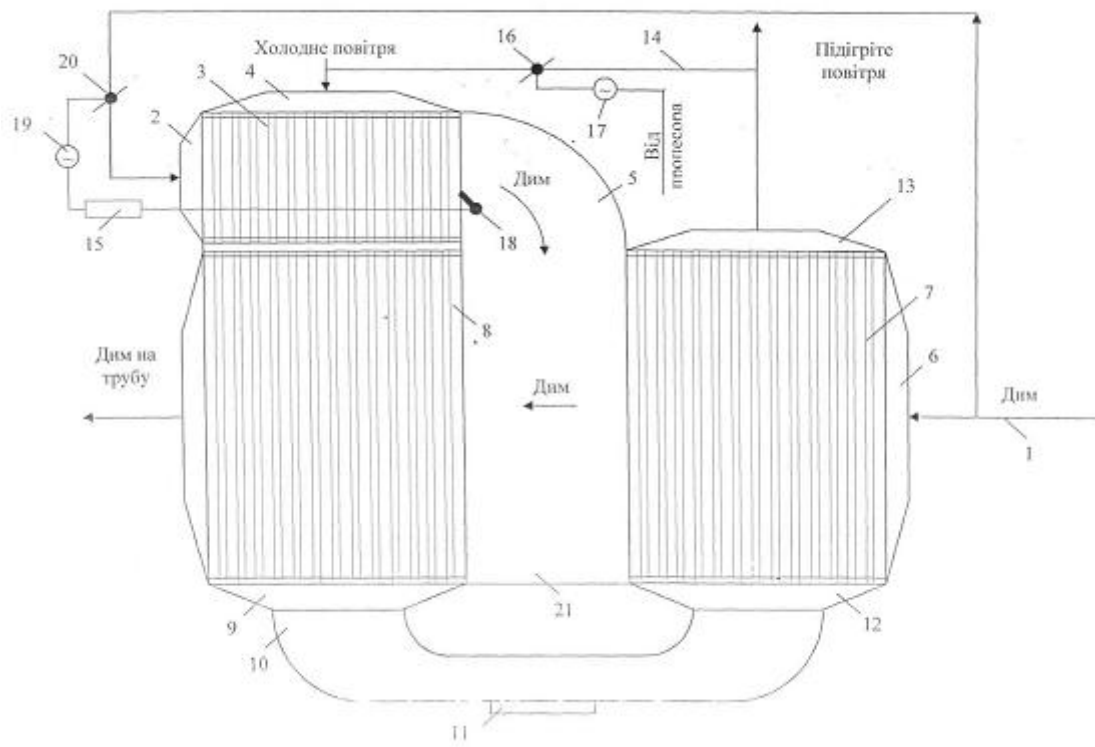
(72) Винахідник(и):
Грес Леонід Петрович (UA),
Карпенко Сергій Анатолійович (UA),
Науменко Олександр Олександрович (UA),
Єрьомін Олександр Олегович (UA),
Іванов Михайло Юрійович (UA),
Фоменко Олександр Павлович (UA),
Набока Володимир Іванович (UA),
Флейшман Юрій Мусійович (UA),
Сибір Артем Віталійович (UA)
(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА
АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ,
пр. Гагаріна, 4, м. Дніпропетровськ, 49600 (UA),
КОНЦЕРН "СОЮЗЕНЕРГО",
вул. Спаська, 8, м. Новомосковськ,
Дніпропетровська обл., 51200 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДХІДНИХ ДИМОВИХ ГАЗІВ ДОМЕННИХ ПОВІТРОНАГРІВАЧІВ

(57) Реферат:

Пристрій для утилізації теплоти відхідних димових газів доменних повітронагрівачів включає рекуператори для підігріву опалювального газу та повітря спалення, димопроводи відхідних відпрацьованих димових газів після теплообмінників, трубопроводи підводу газу та повітря до теплообмінників, трубопроводи відводу газового палива та повітря після виходу з теплообмінників, димопроводи відводу диму з теплообмінників, дросельний орган, встановлений на байпасі між входом та виходом з теплообмінників газу та повітря горіння, що складаються з трубчастих секцій. Кожний рекуператор має додаткову секцію, під якою розташовується ліва основна секція, з'єднана повітропроводом з правою основною секцією. Додатково має регулюючий дросельний орган, встановлений на вході диму до додаткової секції, змішувальну димову камеру та регулюючий дросель автоматичної системи стабілізації температури під куполом повітронагрівачів в період нагріву.

UA 97978 U



Корисна модель належить до чорної металургії та може бути використана у кольоровій металургії та енергетиці.

Відомий пристрій утилізації теплоти відхідних димових газів доменних повітрянагрівачів (ПН), наприклад, пристрій утилізації теплоти з використанням системи теплообмінників із застосуванням теплових труб (термосифонів) (Л.П. Грес, С.А. Карпенко, А.Е. Миленина. Теплообменники доменных печей: - Днепропетровск, Пороги, 2012. - С. 177-188). За кордоном (фірми "Kiitner", "Paul Wurth", ЗАТ "Калугін") застосовують пристрій для утилізації теплоти відхідних димових газів доменних ПН з використанням теплообмінників із застосуванням теплових труб (термосифонів) та пластинчатих теплообмінників. Пристрої із застосуванням теплообмінників, оснащених термосифонами, забезпечують підігрів компонентів горіння до 180-200 °С, але вони (аналог) мають ряд недоліків у порівнянні з трубчастими теплообмінниками:

- температура димових газів, які омивають нижню частину термосифонів, змінюється з 270-300 °С до 150-180 °С, що потребує різної рідини у термосифонах у фіксованих діапазонах температур;

- проблема виникнення низькотемпературної сірчаноокислотної корозії залишається; важко керувати тепловим режимом, щоб ліквідувати кислотну корозію;

- ефективне використання термосифонів забезпечується при незначній різниці температур холодного та гарячого теплоносіїв (до 50 °С). Для умов же ПН ця різниця складає 170-200 °С;

- при виході з ладу декількох труб термосифонів в зоні проходження диму необхідно замінити усі трубки при їх висоті до 11 м, з урахуванням ділянок, які омиваються повітрям;

- кожух термосифонів виготовляється з коштовних матеріалів (міль, нікель, нержавіюча сталь та інш.), які також повинні відповідати своїм робочим рідинам;

- значні діаметри вхідних та вихідних патрубків (до 2 м і більше);

- через низький коефіцієнт тепловіддачі від димових газів до стінки термосифонів необхідно виконувати їх оребрення. Це призведе до підвищення витрат тиску та засмічення зовнішньої поверхні термосифонів пилом доменного газу, що потребує їх періодичної чистки.

Загальними ознаками запропонованого способу (аналога) та вище названого є:

- виконання при реалізації пристрою теплообмінних секцій зі сталевих труб;

- підігрів компонентів спалення ПН у трубчастих теплообмінниках (ТО) з перехресно-протиточною системою руху теплоносіїв.

Відомий також пристрій утилізації теплоти відхідних димових газів доменних ПН (прототип) з використанням трубчастих теплообмінників (патент України на корисну модель № 38018, МПК8, опубл. 25.12.2008 р.).

Пристрій для утилізації теплоти відхідних димових газів доменних повітрянагрівачів містить рекуператори для підігріву опалювального газу та повітря спалення, встановлені на димопроводах відхідних газів, а також димопроводи відхідних відпрацьованих димових газів після теплообмінників, з'єднаних з димовою трубою, трубопроводи підводу газу та повітря до теплообмінників, трубопроводи відводу газового палива та повітря після виходу з теплообмінників, димопроводи відводу диму з теплообмінників, дросельний орган, встановлений на бай пасі між входом та виходом з теплообмінників газу та повітря горіння, що складаються з трубчастих секцій. Доменний газ та повітря підігрівається у трубчастих секціях рекуператорів теплотою відхідних димових газів повітрянагрівачів.

Недоліками прототипу є:

- значні втрати тиску повітря на повітряних теплообмінниках;

- значні втрати тиску газового палива на газових теплообмінниках;

- значні втрати тиску на димовому боці повітряного та газового теплообмінників, що потребує значних витрат електроенергії на підвищення тиску повітря та газу.

Загальними ознаками названого пристрою з таким, що заявляється, є:

- теплообмінники встановлюються на димопроводах відхідних газів і виходом з них з'єднуються з димарем блока ПН;

- трубопроводи відводу підігрітих газового палива та повітря з ділянки входу відхідних димових газів ПН з'єднуються з їх пальниками.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення довговічності, стійкості та ефективності теплообмінників за рахунок:

- ліквідації кислотної корозії трубок теплообмінників шляхом збільшення температури димових газів на виході з теплообмінників;

- зменшення газодинамічних опорів в газовому та повітряному теплообмінниках та на газовому, повітряному та димовому шляхах.

Поставлена задача вирішується тим, що:

- рекуператори для підігріву повітря (газу) складаються з трубчастих секцій, і кожний рекуператор складається з додаткової секції, яка включена по ходу повітря (газу) першою, під якою розташовано ліву основну секцію, з'єднану повітропроводом з правою основною секцією. При цьому підводи свіжого диму із загального лежачка 1 з'єднуються зі входом 6 правої основної секції 7 та зі входом 2 додаткової знімної секції 3;

- температура трубок у зоні підводу холодного повітря (холодного газу) складає вище точки роси сірчаної кислоти, щоб уникнути сірчаної корозії трубок ТО.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак, що заявляються, та технічним результатом полягає в наступному. Поверхня нагріву додаткової секції, як показали розрахунки, складає 20-30 % від загальної поверхні нагріву ТО. Якщо ця поверхня буде більше за 30 %, то температура стінок її трубок на виході диму у нижній частині секції буде нижче точки роси сірчаної кислоти, що призведе до їх корозії і руйнування, крім того це призведе до зайвої витрати металу на виготовлення вказаної секції і підвищить трудоемність заміни цієї секції. Якщо ж поверхня нагріву секції 3 буде менше 20 %, то це значно зменшить загальну температуру підігріву повітря (газу).

При розробці пристроїв утилізації теплоти відхідних димових газів доменних ПН виявляється необхідність врахувати наявні обмеження на тиск опалювального газу та повітря спалення, включаючи реальний стан зносу насадки ПН, що виявляється в їх значному газодинамічному спротиві в період "нагріву".

На кресленні наведений загальний вид пристрою для утилізації теплоти відхідних димових газів доменних повітронагрівачів. Пристрій складається з наступних вузлів:

1 - загального лежачка від блока ПН, з'єданого зі входом 2 додаткової секції 3 та входом основної секції;

3 - додаткової секції (по трубках йде повітря (газ));

4 - вхід холодного повітря у теплообмінник 3;

5 - теплообмінника;

6 - вхід диму у основну праву секцію 7;

8 - лівої основної секції, з'єднаної послідовно по шляху повітря з додатковою секцією 3;

9 - вихід повітря з основної лівої секції 8;

10 - повітропроводу, який з'єднує ліву основну секцію 8 з правою - основною секцією 7;

11 - спеціального люку для чистки теплообмінника 5;

12 - вхід повітря до правої основної секції 7;

13 - вихід підігрітого повітря з правої основної секції 7;

14 - повітропроводу, який з'єднує вхід холодного повітря до секції 1 з виходом 13 підігрітого повітря з основної правої секції 7;

15 - процесора, який регулює температуру стінки труб теплообмінника в небезпечній зоні додаткової секції 3 та температуру під куполом ПН, який знаходиться на нагріві;

16 - дроселя для регулювання кількості холодного повітря, що підмішується до підігрітого повітря;

17, 19 - виконуючих механізмів;

18 - термопари для контролю температури стінки труб в небезпечній зоні;

20 - регулюючого дроселя кількості диму на вході в додаткову секцію 3;

21 - димової змішувальної камери.

Пристрій працює наступним чином: відхідні "свіжі" димові гази (дим) від блока повітронагрівачів (ПН) з температурою до 300 °С із загального лежачка 1 надходять на вхід 2 додаткової окремої секції 3 (креслення) з вертикальним розташуванням теплообмінних труб. Секція 3 розташована у верхній лівій частині теплообмінника. Зверху до повітряного входу 4 теплообмінника 5 подається холодне повітря від вентилятора (повітродувної станції) з температурою 5-35 °С в залежності від пори року. Підвід свіжого диму здійснюється також на вхід 6 основної правої секції 7 теплообмінника 5. На виході з основної правої секції 7 дим зустрічається з димом, який вийшов з додаткової секції 3, перемішується з ним і надходить у ліву основну секцію 8 і після виходу з неї йде у димову трубу. Холодне повітря після проходження додаткової секції 3 надходить у ліву основну секцію 8, виходить з неї через конфузори 9 в з'єднувальний повітропровід 10 зі спеціальним люком 1, далі - на вхід 12 правої основної секції 7. З виходу 13 секції 7 підігріте повітря після змішування з холодним повітрям із повітропроводу 14 йде до пальників ПН. Кількість повітря, яке додається з повітропроводу 14, визначає процесор 15, який по імпульсу від купольної термопари ПН, що знаходиться на нагріві (на кресленні не показано), стабілізує задану температуру під куполом при зміні її на величину до 20 °С за допомогою виконуючого механізму 17 та дроселя 16. При зміні температури під куполом на величину, більшу за 20 °С, її стабілізація здійснюється звичайним засобом: зміною

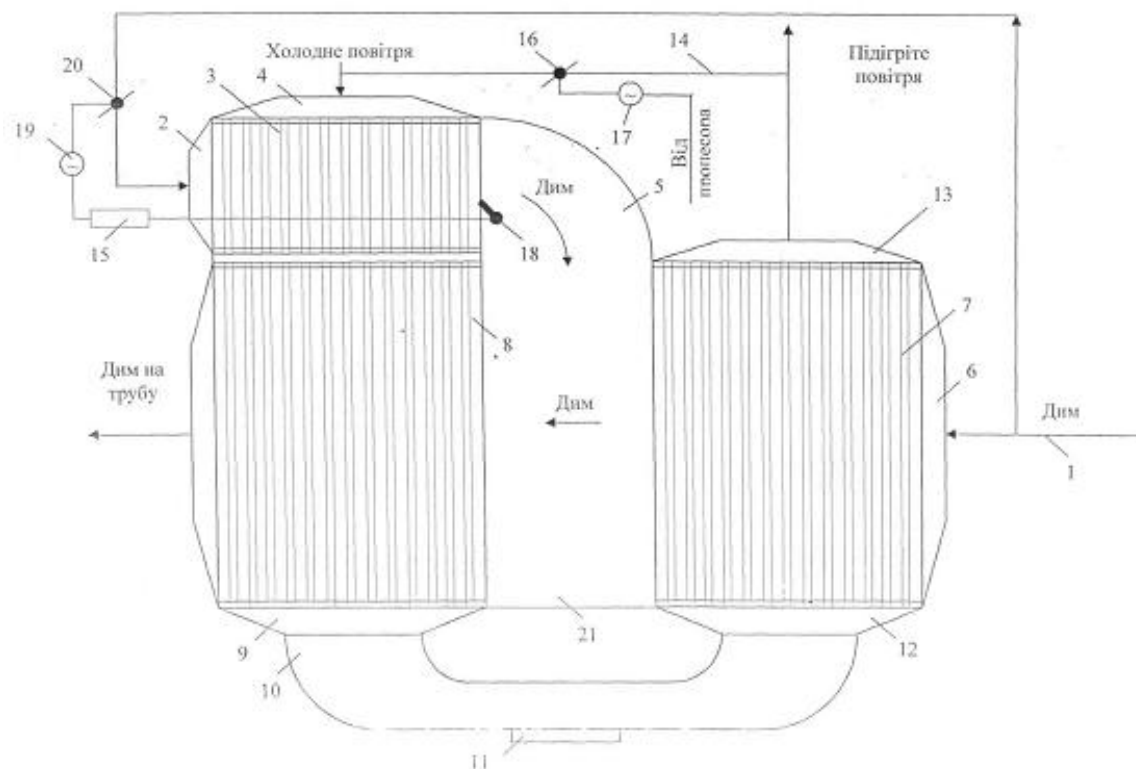
подачі повітря горіння. Температура стінки труб в небезпечній зоні додаткової зони 3 теплообмінника 5, де входить холодне повітря з температурою взимку $3\pm 5^{\circ}\text{C}$, контролюється термopарою 18, пов'язаною з процесором 15. Останній за допомогою виконуючого механізму 19 та дроселя 20 підтримує температуру стінки вище точки роси сірчаної кислоти ($120\text{--}130^{\circ}\text{C}$), змінюючи кількість свіжого диму на вході 2 у додаткову секцію 3 за допомогою дроселя 20 (автоматична система управління температурним режимом теплообмінника, яка включає регулювання температури стінки труб в небезпечній зоні). Як інформацію про температуру точки роси сірчаної кислоти в небезпечній зоні додаткової секції 3 теплообмінника не можна використовувати температуру диму, тому що вона завжди на $10\text{--}30^{\circ}\text{C}$ вище за температуру поверхні труб. При цьому рівень температури поверхні труб і рівень підігріву повітря значно залежить від початкової температури повітря. Взимку остання завжди вище 0°C , бо вентилятори знаходяться у вентиляторній станції (при централізованій подачі повітря). При русі повітря у теплоізолюваному повітропроводі його температура знижується. Тому ділянка повітропроводу від вентиляторної станції до теплообмінника повинна бути теплоізолюваною.

З метою підвищення ремонтоздатності ТО додаткова секція 3 виконана знімною. Змішування диму, що виходить з правої основної секції 7 та додаткової знімної секції 3 перед входом в ліву основну секцію, здійснюється у змішувальній камері 21. Додаткова секція 3 виконана знімною, завдяки чому можна виконувати нагляд та чистку трубок. При необхідності секцію 3 можна замінити.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Пристрій для утилізації теплоти відхідних димових газів доменних повітрянагрівачів, що містить рекуператори для підігріву опалювального газу та повітря спалення, встановлені на димопроводах відхідних газів, а також димопроводи відхідних відпрацьованих димових газів після теплообмінників, з'єднаних з димовою трубою, трубопроводи підводу газу та повітря до теплообмінників, трубопроводи відводу газового палива та повітря після виходу з теплообмінників, димопроводи відводу диму з теплообмінників, дросельний орган, встановлений на байпасі між входом та виходом з теплообмінників газу та повітря горіння, що складаються з трубчастих секцій, який **відрізняється** тим, що кожний рекуператор має додаткову секцію, під якою розташовується ліва основна секція, з'єднана повітропроводом з правою основною секцією, при цьому підводи свіжого диму зі загального лежачка блока повітрянагрівачів з'єднані з входом правої основної секції та з входом додаткової секції, на вході диму до додаткової секції встановлено регулюючий дросельний орган, зв'язаний з виконуючим механізмом та процесором системи автоматичного контролю точки роси сірчаної кислоти, який одержує імпульс від поверхневої термopари, розміщеної на крайній трубці теплообмінника, що розташована на межі між додатковою та лівою основною секцією; права та ліва основні секції з'єднані між собою по повітрю (газу) повітропроводом (газопроводом), між виходами додаткової секції, правої основної секції та входом лівої основної секції розміщена змішувальна димова камера, а на байпасі між входом холодного повітря у додаткову секцію і виходом підігрітого повітря з правої основної секції розміщено регулюючий дросель автоматичної системи стабілізації температури під куполом повітрянагрівачів в період нагріву.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що додаткова секція виконана знімною та її поверхня нагріву складає $20\text{--}30\%$ від загальної поверхні нагріву теплообмінника.



Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

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

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