



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115964** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
C21B 9/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 05679**
(22) Дата подання заявки: **26.05.2016**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.05.2017**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.05.2017, Бюл.№ 9**

(72) Винахідник(и):
**Грес Леонід Петрович (UA),
Карпенко Сергій Анатолійович (UA),
Науменко Олександр Олександрович (UA),
Іванов Михайло Юрійович (UA),
Флейшман Юрій Мусійович (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) СПОСІБ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ КОЛОШНИКОВОГО ГАЗУ ТА НАГРІВУ ЧИСТОГО ДОМЕННОГО ГАЗУ

(57) Реферат:

Спосіб утилізації теплоти колошникового газу та нагріву чистого доменного газу включає відвід колошникового газу із доменної печі до сухого пиловловлювача та подальшу подачу його в систему мокрої очистки газу, а також подачу чистого доменного газу на пальники повітронагрівачів, інтенсифікацію теплообміну та видалення пилу із застосуванням закручування гарячого запиленого газового потоку у циклоні. Колошниковий газ після сухого пиловловлювача подають через байпас на батарею циклонних теплообмінників, де нагрівають чистий доменний газ у кількості, необхідній для опалення повітронагрівачів, а охолоджений колошниковий газ змішують з частиною брудного гарячого колошникового газу, після чого подають в систему мокрої очистки газу; при цьому подачу чистого доменного газу здійснюють через отвори на проміжній оболонці - струминному апараті, які розташовують згідно з співвідношеннями:

$$\frac{S}{d_o} = 5 - 6; \frac{x}{d_o} = 3 - 13; d_o = (0,01 - 0,02)D,$$

де S - відстань між отворами, d_o - діаметр отворів, x - відстань від зрізу отворів до теплообмінної поверхні циклонної камери, D - діаметр циклонної камери.

UA 115964 U

Корисна модель належить чорної металургії, зокрема доменного виробництва, та може бути застосована в кольоровій, хімічній промисловостях та енергетиці.

Відомий спосіб утилізації теплоти брудного колошникового газу у мокрому скрубєрі системи газоочистки доменної печі при його очистці.

5 Теплота газу поглинається водою системи газоочистки і ця теплота корисно не використовується. Навпаки, вода після скрубєра викидається і дає теплове забруднення навколишнього середовища (Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве. - М.: Металлургия, 1990. - С. 265-270.).

10 Загальними ознаками обох способів є віддача теплоти брудного газу після сухого пиловловлювання проміжному теплоносію: в аналогу - воді, в корисній моделі - чистому доменному газу або повітрю, які треба підігріти і подати до повітрянагрівачів, щоб досягти температури під куполом останніх на рівні 1350 °С, не збагачуючи доменний газ висококалорійним паливом (природним газом).

15 Найближчим аналогом до корисної моделі, що заявляється, є спосіб утилізації теплоти та пилу горнового газу в циклонному теплообміннику у комплексі доменної печі (Грес Л.П., Карпенко С.А., Миленина А.Е. "Теплообменники доменных печей". Монографія, Дніпропетровськ, Пороги, 2012, с 384-385; Патент України № 38018 МПК⁸ C21В, Бюл. № 24, 2008.).

20 Загальними ознаками з корисною моделлю, що заявляється, є наявність відводу колошникового газу із доменної печі до сухого пиловловлювача та подальшої подачі його в систему мокрої очистки газу, а також подачі чистого доменного газу до пальників повітрянагрівачів, інтенсифікації теплообміну та видалення пилу із застосуванням закручування гарячого запиленого газового потоку у циклонному теплообміннику.

25 Недоліками вказаного способу є розбавлення гарячих газів азотом (інертним газом), що знижує тепловий потенціал газів, що виходять з доменної печі.

В основу корисної моделі поставлені задачі:

30 - утилізувати теплоту брудного колошникового газу з температурою 350-420 °С для підігріву чистого доменного газу (або повітря і т. ін.), який йде на опалення доменних повітрянагрівачів і досягти температуру 1350 °С під їх куполом без застосування природного газу на збагачення доменного газу;

- знизити вміст пилу в колошниковому газі, який надходить на мокру очистку до скрубєрів.

35 Поставлені задачі вирішуються тим, що в способі утилізації теплоти колошникового газу та нагріву чистого доменного газу, який включає відвід колошникового газу із доменної печі до сухого пиловловлювача та подальшу подачу його в систему мокрої очистки газу, а також подачу чистого доменного газу на пальники повітрянагрівачів, інтенсифікацію теплообміну та видалення пилу із застосуванням закручування гарячого запиленого газового потоку у циклонних теплообмінниках, згідно з корисною моделлю, колошниковий газ після сухого скрубєра подають через байпас на батарею циклонних теплообмінників, де нагрівають чистий доменний газ в кількості, яка необхідна для опалення повітрянагрівачів, а охолоджений 40 колошниковий газ змішують з частиною брудного гарячого колошникового газу, після чого подають в систему мокрої очистки газу, при цьому подачу чистого доменного газу здійснюють через отвори на проміжній оболонці - струминному апараті, які розташовують згідно з співвідношеннями:

$$\frac{S}{d_o} = 5 - 6; \frac{x}{d_o} = 3 - 13; d_o = (0,01 - 0,02)D,$$

45 де S - відстань між отворами, d_o - діаметр отворів, x - відстань від зрізу отворів до теплообмінної поверхні циклонної камери, D - діаметр циклонної камери.

Причинно-наслідковий зв'язок між основними співвідношеннями розмірів для отворів на проміжній оболонці 13 - струминному апараті полягає в наступному: діаметр отворів на поверхні проміжної оболонки складає $d_o = (0,01 - 0,02)D$, якщо буде $d_o < 0,01D$, то це призведе до швидкого засмічування отворів пилом доменного газу, якщо ж буде $d_o > 0,02D$, то це суттєво 50 знизить міцність проміжної оболонки 13.

Відстань між отворами $S = 5 - 6d_o$. Якщо $S < 5d_o$, то струмені на поверхні внутрішньої оболонки циклонної камери 12 перекриваються, що знижує інтенсивність теплообміну, якщо ж $S > 6d_o$, то значна частина поверхні внутрішньої труби циклонної камери буде вільна від дії 55 атакуючих струмин, і інтенсивність теплообміну також буде зменшено.

Співвідношення між відстанями x від зрізу отворів на проміжній оболонці - струминному апараті 13 складає $x = 1 - 13d_o$. Якщо $x > 13d_o$, то струмені не досягають до теплообмінної

поверхні (внутрішньої труби циклонної камери 12), а якщо $x < 13d_o$, то струмені не встигають розкритися і теплообмін суттєво зменшується.

Згідно з знайденими оптимальними співвідношеннями $\frac{S}{d_o} = 5 - 6; \frac{x}{d_o} = 3 - 13$

при числах Рейнольдса $Re=13200-35300$; $d_o = (0,01-0,02)D$, швидкості витікання газу 150, 200, 300, 400 м/с (S - відстань між отворами (соплами), d діаметр отвору (сопла), x - відстань від зрізу отвору (сопла) до теплообмінної поверхні, d_o - діаметр отворів на поверхні проміжної оболонки - струминного апарату 13, D - діаметр внутрішньої оболонки циклонної камери 12.

На фіг. 1 та 2 представлені схема очистки колошникового газу та нагрів очищеного доменного газу, в яких реалізується спосіб утилізації теплоти брудного гарячого колошникового газу в комплексі доменної печі.

На фіг. 1:

1 - похилий газопровід колошникового газу доменної печі;

2 - відсічний клапан сухого пиловловлювача;

3 - сухий пиловловлювач;

4 - тракт колошникового газу;

5 - відсічний клапан;

6 - відсічно-регулюючі клапани;

7 - байпас;

8 - відвідні газопроводи колошникового газу;

9 - циклонні теплообмінники;

10 - газопровід подачі охолодженого колошникового газу на мокру газоочистку;

11 - відводи підігрітого доменного газу від циклонних теплообмінників.

На фіг. 2 представлено загальний вигляд одного з циклонних теплообмінників зі струменями, які крутяться та атакують поверхню теплообміну. В цих теплообмінниках реалізується спосіб утилізації теплоти брудного колошникового газу. На фіг. 2:

12 - циклонна камера;

13 - проміжна оболонка - струминний апарат;

14 - зовнішня оболонка;

15 - штуцер входу колошникового газу;

16 - центральна підйомна труба;

17 - вихідний равлик колошникового газу;

18 - вхідний штуцер доменного газу;

19 - вихідний штуцер нагрітого доменного газу.

На фіг. 3 представлено вигляд С на проміжну оболонку - струминний апарат:

13 - струминний апарат;

20 - отвори на поверхні проміжної оболонки - струминного апарату 13.

Корисна модель працює наступним чином. Запилений гарячий з температурою 350-400 °С та тиском 0,115-0,12 МПа колошниковий газ по похилих газопроводах 1 з колошника доменної печі потрапляє в сухий пиловловлювач 3 (відсічний клапан 2 сухого пиловловлювача 2 відкрито) і далі в тракт 4 колошникового газу. При закритому відсічному клапані 5 на тракті до скрубєрів та відкритих відсічно-регулюючих клапанів 6 на байпасі 7 та відвідних трубопроводах 8 брудний гарячий колошниковий газ потрапляє по байпасу 7 до циклонних теплообмінників 9, які об'єднуються в батарею. При цьому підігрітий доменний газ виходить з циклонних теплообмінників 9 через відводи 11 підігрітого доменного газу від циклонних теплообмінників. Колошниковий газ після циклонних теплообмінників 9 при відкритих відсічно-регулюючих клапанах 6 потрапляє в тракт колошникового газу до скрубєрів.

В циклонному теплообміннику 9, який має циклонну камеру 12, проміжну оболонку - струминний апарат 13 з отворами 20, зовнішню оболонку 14 брудний гарячий колошниковий газ потрапляє через штуцер 15 входу колошникового газу, опускається до низу центральної підйомної труби 16, пил випадає у конічну частину, а газ підіймається по центральній підйомній трубі 16 вгору і виходить по розкручуючому вихідному равлику колошникового газу 17 до тракту колошникового газу і далі до скрубєрів, омиваючи внутрішню оболонку циклонної камери 12 і передаючи через цю оболонку теплоту чистому газу, який зайшов до циклону через вхідний штуцер 18 доменного газу в кільцеву камеру між зовнішньою оболонкою 14 та проміжною оболонкою - струминним апаратом 13. Поверхню проміжної оболонки - струминного апарату 13 оснащено коридорно розташованими отворами 20. Через ці отвори чистий газ, виходячи з них по всій висоті проміжної оболонки - струминного апарату 13, атакує під прямим кутом теплообмінну зовнішню поверхню оболонки циклонної камери 12, що призводить до передачі

теплоти від нагрітої стінки внутрішньої оболонки циклонної камери 12 до чистого газу. Підігрітий чистий газ виходить через вихідний штуцер нагрітого доменного газу 19.

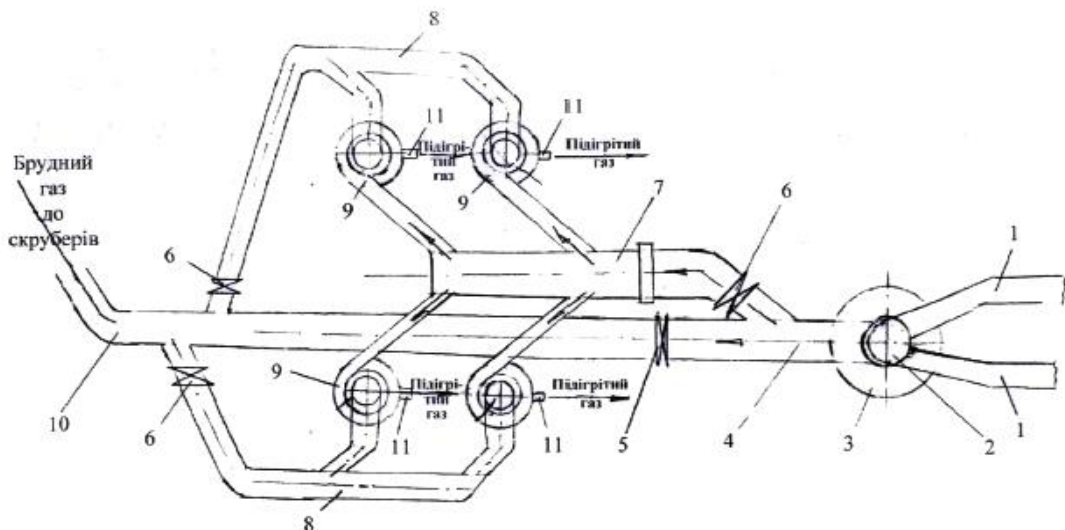
Сукупність двох методів інтенсифікації теплопередачі теплоти від гарячого брудного колошникового газу до чистого доменного газу впливає з того, що: колошниковий газ, маючи тиск 0,115-0,120 МПа і температуру 350-400 °С, витікає з штуцера входу колошникового газу 15 зі швидкістю 225-230 м/с, закручуючись і рухаючись по спіралі, забезпечуючи коефіцієнт тепловіддачі до зовнішньої поверхні циклонної камери 12 до 400 Вт/(м²·К). Чистий же доменний газ має тиск лише до 6 кПа, і при витіканні тангенційно зі вхідного штуцера доменного газу 18 мав би малу швидкість - до 10,5 м/с і відповідно низький коефіцієнт тепловіддачі (45-50 Вт/(м²·К)) до зовнішньої стінки циклонної камери 12. В результаті загальний коефіцієнт тепловіддачі буде нижче найменшого з двох вказаних коефіцієнтів тепловіддачі, і поверхня теплообміну, габарити циклону будуть дуже значні. Тому для інтенсифікації теплообміну між чистим доменним газом і зовнішньою поверхнею циклонної камери 12 циклону застосовано спосіб інтенсифікації із застосуванням атакуючих струменів, в якому за рахунок вибору відстані між отворами, їх діаметрів, відстані від зрізу отвору до теплообмінної поверхні коефіцієнт тепловіддачі на стороні атакуючих струменів сягає до 170-200 Вт/(м²·К), і габарити циклону становляться прийнятними.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

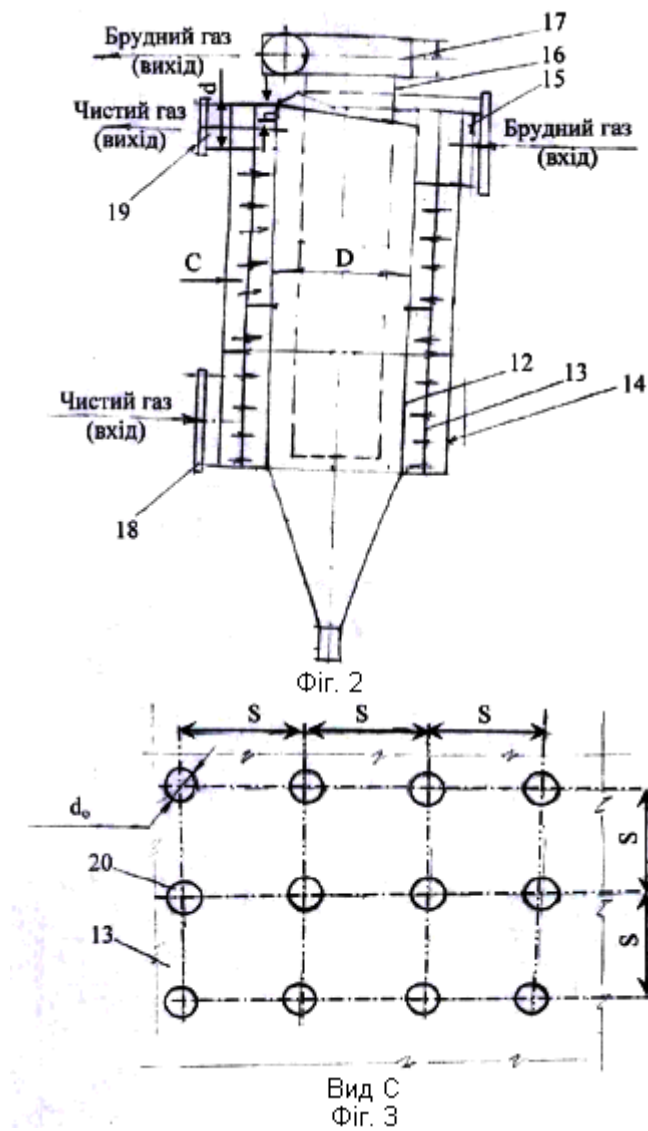
Спосіб утилізації теплоти колошникового газу та нагріву чистого доменного газу, який включає відвід колошникового газу із доменної печі до сухого пиловловлювача та подальшу подачу його в систему мокрої очистки газу, а також подачу чистого доменного газу на пальники повітрянагрівачів, інтенсифікацію теплообміну та видалення пилу із застосуванням закручування гарячого запиленого газового потоку у циклоні, який **відрізняється** тим, що колошниковий газ після сухого пиловловлювача подають через байпас на батарею циклонних теплообмінників, де нагрівають чистий доменний газ у кількості, необхідній для опалення повітрянагрівачів, а охолоджений колошниковий газ змішують з частиною брудного гарячого колошникового газу, після чого подають в систему мокрої очистки газу; при цьому подачу чистого доменного газу здійснюють через отвори на проміжній оболонці - струминному апараті, які розташовують згідно з співвідношеннями:

$$\frac{S}{d_0} = 5 - 6; \frac{x}{d_0} = 3 - 13; d_0 = (0,01 - 0,02)D,$$

де S - відстань між отворами, d_0 - діаметр отворів, x - відстань від зрізу отворів до теплообмінної поверхні циклонної камери, D - діаметр циклонної камери.



Фіг. 1



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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