



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93462 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
C21B 9/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) ПОВІТРОНАГРІВАЧ

1

2

(21) а201000716

(22) 09.07.2007

(24) 10.02.2011

(86) PCT/RU2007/000363, 09.07.2007

(46) 10.02.2011, Бюл.№ 3, 2011 р.

(72) КАЛУГІН ЯКОВ ПРОКОПЬЄВИЧ, RU

(73) КАЛУГІН ЯКОВ ПРОКОПЬЄВИЧ, RU

(56) UA 42894 C2, 15.11.2001

SU 602555 A1, 16.03.1978

US 3473793 A, 21.10.1969

EP 0139255 A1, 02.05.1984

(57) 1. Повітрянагрівач, що включає кожух (1) з футерівкою (2), насадку (3), купол (5), штуцер гарячого дуття (4), розташований над насадкою (3) на відстані до його осі, не меншій за один діаметр його прохідного перерізу, форкамери (6), розташовану у верхній частині купола (5), співвісну до нього, що має кожух (7) з футерівкою (8), виконаною незалежно від футерівки купола (5) із самостійною

опорою (9) на кожух форкамери (7), газовий (14) та повітряний (15) колектори з перегородкою (13) між ними, розташовані між кожухом (7) та бічною стінкою футерівки форкамери (10) один над одним, що мають підвідні штуцери (16, 17) та вихідні канали (11, 12), виконані у вертикальній бічній стінці футерівки форкамери (10), який відрізняється тим, що вихідні канали (12) нижнього колектора (15) розташовані у верхній його частині та направлені угору від горизонтальної площини під кутом 15-30°, а вихідні канали (11) верхнього колектора (14) розташовані у нижній його частині та направлені униз від горизонтальної площини під кутом 15-30°, причому проекції осей зазначених каналів на горизонтальну площину утворюють кут 15-45° до проекцій на горизонтальну площину радіусів форкамери, що проходять крізь центри вихідних перерізів каналів (11, 12).

Винахід відноситься до галузі чорної металургії, зокрема до конструкції апаратів для нагрівання повітряного дуття доменних печей.

Відомі повітрянагрівачі без камери горіння (безшахтові) з установкою пальникових пристроїв або форкамер на куполі повітрянагрівача (патент Росії №2145637, а.с. №602555, патент Японії №48-4284, патент США №3473794), які є більш перспективними апаратами.

Найближчим до пропонуваного винаходу за технічною сутністю та сукупністю ознак є безшахтовий повітрянагрівач за патентом Росії №2145637, кл. C21B 9/02 (прототип). Він має кожух з футерівкою, насадку, купол, штуцер гарячого дуття, розташований над насадкою на відстані до його осі, не меншій за один діаметр його прохідного перерізу, а також форкамеру, розташовану у верхній частині купола співвісно до нього, яка має кожух з футерівкою, виконаною незалежно від футерівки купола із самостійною опорою на кожух форкамери. У форкамері є кільцеві колектори газу та повітря, які розташовані між кожухом та бічною стінкою футерівки форкамери один над одним та розділені перегородкою. Колектори мають підвідні штуцери та вихідні канали, причому останні виконані у вертикальній бічній стінці футерівки форка-

мери і вихід газу та повітря відбувається безпосередньо до форкамери. За рахунок того, що осі каналів верхнього ряду з нижнього колектора направлені до осі форкамери та зсунуті угору від горизонтальної площини під кутом до 30°, а осі усіх інших каналів розташовані у горизонтальній площині та направлені під кутом 15-30° до радіусів форкамери, що проходять крізь центри їхніх вихідних перерізів, у форкамері утворюються закручені потоки газу та повітря. Закручення потоків забезпечує повне вигорання газу до входу до насадки та рівномірний розподіл потоку по насадці.

Доменні повітрянагрівачі є великогабаритними високотемпературними апаратами, та вимагають для свого спорудження та експлуатації великих витрат. Тому однією з основних вимог до них є зниження енергетичних витрат. Крім того, повітрянагрівачі спалюють велику кількість доменного газу, до складу якого входить отруйний газ оксид вуглецю «CO». Тому важливою вимогою при експлуатації доменних повітрянагрівачів є повне спалювання газу, що забезпечить їхню екологічну безпеку.

У зв'язку із зазначеним відомий повітрянагрівач має ряд недоліків.

(13) C2  
(11) 93462  
(19) UA

Для забезпечення доброго перемішування та згоряння газу й повітря у форкамері створюються їхні закручені потоки. До верхньої частини форкамери надходить газ, і тут утворюється закручений потік газу. Для можливості доброго змішання газу та повітря у відомому повітрянагрівачі передбачено осі повітряних каналів верхнього ряду з нижнього колектора направити до осі форкамери та зсунути їх угору від горизонтальної площини під кутом до  $30^\circ\text{C}$ . Передбачається, що напрямлені за радіусом та зміщені угору повітряні струмені повинні пройти крізь потік газу до центральної частини форкамери та забезпечити добре перемішування та згоряння газу у центрі форкамери. Струмені повітря з каналів інших рядів напрямлені під кутом до радіусів форкамери та повинні забезпечити добре перемішування та згоряння периферійних потоків газу. Однак у повітрянагрівачів великих доменних печей форкамери мають великі поперечні розміри та для проходу до осі форкамери повітряні струмені мають перебороти закручений потік газу значної товщини, що зносить їх. Для цього треба значно збільшити їхні швидкості та встановити більш потужні нагнітачі повітря, що збільшить енергетичні витрати. Крім того, може відбутися неповне згоряння газу в центральній частині форкамери, що приведе до погіршення екологічних показників повітрянагрівачів. При цьому виникає протиріччя. З одного боку, для збільшення проникаючої здатності повітряних струменів верхнього ряду необхідно значно збільшити їхню швидкість, а отже і тиск у колекторі, що викличе потребу у застосуванні значно потужніших нагнітачів повітря. З іншого боку, для повітряних струменів з каналів інших рядів не потрібне збільшення швидкостей, тому що у периферійних ділянках форкамери при звичайних швидкостях та закрученні потоків забезпечується добре змішання та повне згоряння газу до входу до насадки.

Таким чином, для каналів різних рядів, що виходять із одного колектора, потрібні різні тиски у цьому колекторі, що забезпечити неможливо. Оскільки для забезпечення тиску повітря у колекторі встановлюються нагнітачі зі звичайними напорами, то швидкість струменів з каналів верхнього ряду виявляється недостатньою та до центру форкамери не надходить та кількість повітря, що потрібна для повного спалювання газу. Внаслідок цього частина газу не згоряє та викидається у атмосферу, що погіршує екологічні характеристики повітрянагрівача.

За основу даного винаходу поставлена задача зменшення експлуатаційних витрат та покращення спалювання газу, що досягається шляхом перерозподілу потоків газу та повітря у форкамері.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що, відповідно до винаходу, у відомому повітрянагрівачі, що включає кожух з футерівкою, насадку, купол, штуцер гарячого дуття, розташований над насадкою на відстані до його осі, не меншій за один діаметр його прохідного перерізу, форкамеру, розташовану у верхній частині купола співвісно до нього, що включає кожух з футерівкою, виконану незалежно від футерівки купола з самостійною опорою на кожух форкамери, колектори газу

та повітря з перегородкою між ними, розташовані між кожухом та бічною стінкою футерівки форкамери один над одним, що включають підвідні штуцери та вихідні канали, виконані у вертикальній бічній стінці футерівки форкамери, вихідні канали нижнього колектора розташовані у верхній його частині та напрямлені угору від горизонтальної площини під кутом  $15-30^\circ$ , а вихідні канали верхнього колектора розташовані у нижній його частині та напрямлені униз від горизонтальної площини під кутом  $15-30^\circ$ , причому проекції осей зазначених каналів на горизонтальну площину утворюють кут  $15-45^\circ$  до проекцій на горизонтальну площину радіусів форкамери, що проходять крізь центри вихідних перерізів каналів.

Виконання у форкамері вихідних каналів з нижнього колектора розташованими зверху та напрямленими угору під кутом  $15-30^\circ$ , а вихідних каналів з верхнього колектора розташованими унизу та напрямленими униз під кутом  $15-30^\circ$  дозволяє направити струмені газу та повітря назустріч один одному, так що надалі вони можуть рухатися у одному спутному потоці, проникаючи один до одного. Струменям повітря не потрібно переборювати закручений газовий потік великої товщини, щоб потрапити до центра форкамери, тому що вони туди попадають разом зі струменями газу. Не потрібні також високі швидкості повітряних струменів та нагнітачі повітря з високими напорами. Розміщення проекцій осей усіх каналів на горизонтальну площину під кутом  $15-45^\circ$  до проекцій на горизонтальну площину радіусів форкамери, що проходять крізь центри їхніх вихідних перерізів, дозволяє створити необхідний високий ступінь закручення струменів газу та повітря, що виходять із каналів, що забезпечує, з одного боку, повне згоряння газу до входу до насадки, та, з іншого боку, рівномірний вхід потоку до насадки. У результаті такого конструктивного виконання на повітрянагрівачах доменних печей як малого, так і великого об'єму забезпечується повне згоряння газу до входу до насадки та рівномірний вхід продуктів горіння до насадки при зниженні енергетичних витрат із забезпеченням екологічно чистих продуктів горіння.

Короткий опис креслень

Сутність винаходу пояснюється графічними матеріалами, де наведені:

Фіг.1 - загальний вид одного з можливих варіантів виконання безшахтового повітрянагрівача пропонованої конструкції, вертикальний розріз, де штуцери підведення газу та повітря та штуцер гарячого дуття умовно суміщені у одній площині;

Фіг.2 - розріз 1-1 на Фіг.1.

Повітрянагрівач включає кожух 1 з футерівкою 2, насадку 3, штуцер гарячого дуття 4, купол 5 з розташованою у його верхній частині співвісно до нього форкамерою 6, що має кожух 7 та футерівку 8, виконану незалежно від футерівки купола із самостійною опорою 9 на кожух. Штуцер гарячого дуття 4 розташований над насадкою 3 на відстані до його осі, не меншій за 1 діаметр його прохідного перерізу. У вертикальній стінці форкамери виконані канали для проходу газу 11 та повітря 12, що сполучаються із внутрішніми колекторами 14

та 15, з перегородкою 13 між ними та штуцерами 16 та 17 підведення газу та повітря. Канали 12 з нижнього колектора 15 розташовані зверху колектора та напрямлені угору від горизонтальної площини під кутом  $\alpha=15-30^\circ$ . Канали 11 з верхнього колектора 14 розташовані внизу колектора та напрямлені униз від горизонтальної площини під кутом  $\beta=15-30^\circ$ . Проекції усіх каналів на горизонтальну площину утворюють кут  $\varphi=15-45^\circ$  до проекцій на горизонтальну площину радіусів форкамери, що проходять крізь центри вихідних перерізів каналів. Краще, щоб до верхнього колектору подавався газ, а до нижнього - повітря, як це показано на Фіг.1. Однак подача може бути і зворотною.

Описаний повітрянагрівач має істотні відмінності та працює таким чином.

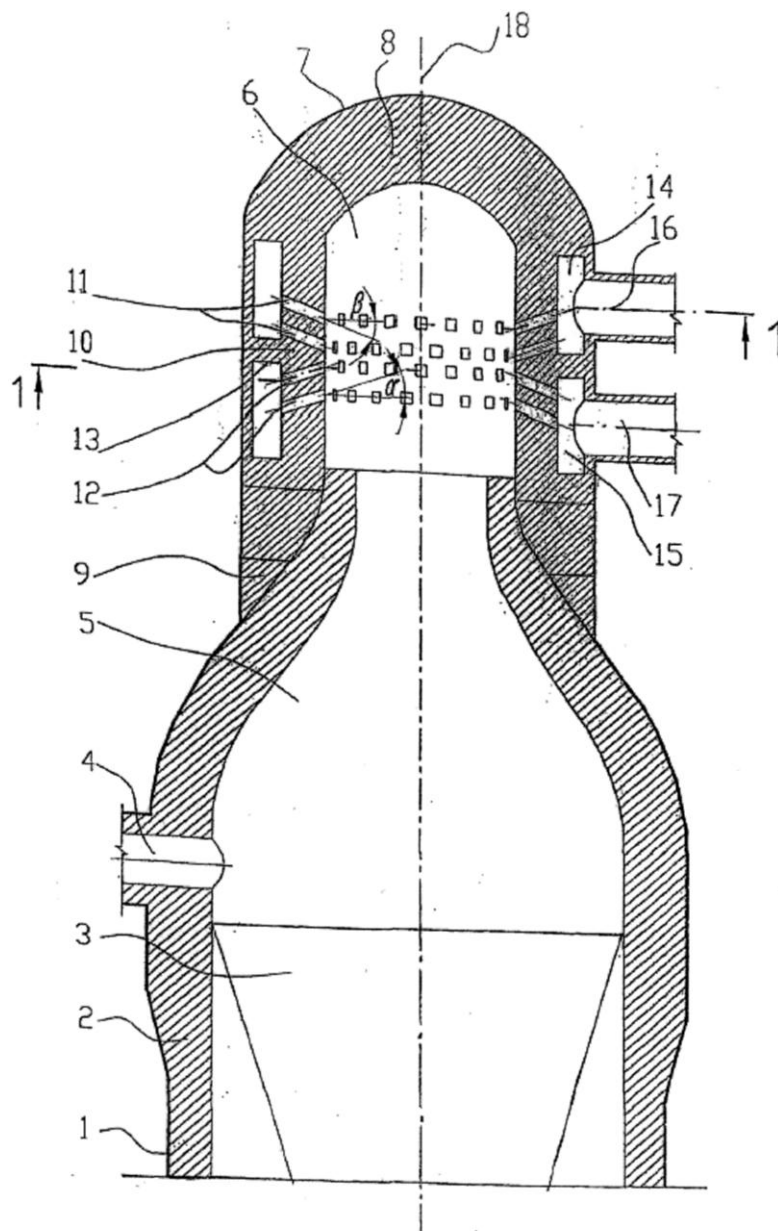
У період нагрівання насадки повітря для горіння по патрубку 17 подається до повітряного колектора 15, що розташований усередині повітрянагрівача між кожухом та футерівкою форкамери під газовим колектором 14, та крізь вихідні канали 12 у вертикальній стінці футерівки 10 надходить до форкамери. Струмені повітря з каналів 12 напрямлені угору. Газ по патрубку 16 подається до газового колектору 14, розташованого усередині повітрянагрівача між кожухом та футерівкою форкамери над повітряним колектором 15, звідки крізь вихідні канали 11, розташовані у вертикальній стінці 10 футерівки, надходить до форкамери. Струмені газу з каналів 11 напрямлені униз, назустріч струменям повітря. У результаті відбувається взаємне проникання струменів газу та струменів повітря та спільний рух газу й повітря у одному спутному потоці від периферії форкамери до центра. Повітря вже не потрібно переборювати

закручений потік газу значної товщини та до центра форкамери воно рухається разом з потоком газу. Вихід обох потоків з вихідних каналів, розміщених під кутом  $\varphi=15-45^\circ$  до радіусів форкамери створює закручення потоків у одному напрямку, що додатково покращує перемішування газу та повітря. При злитті потоків газу та повітря відбувається запалення газоповітряної суміші від розігрітої кладки форкамери. Інтенсивне перемішування газу та повітря у єдиному закрученому потоці приводить до швидкого згорання газу, що починається у форкамері та закінчується на вході до конічної частини купола.

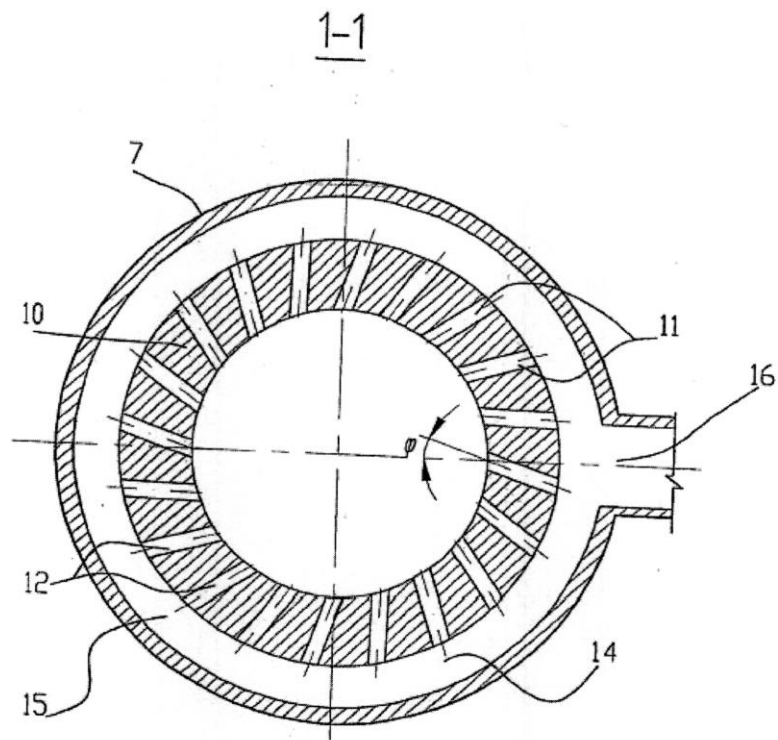
У дуттьовий період холодне дуття надходить до насадки 3 знизу та, проходячи її угору, нагрівається. Нагріте дуття виходить під купол 5 та відводиться крізь штуцер гарячого дуття 4 до споживача, наприклад, у доменну піч. У період дуття, внаслідок високої температури гарячого дуття, у форкамері підтримується температура кладки, достатня для спалювання суміші газу та повітря на початку газового періоду.

Таким чином, внаслідок того, що у газовий період у форкамері організоване інтенсивне перемішування та спалювання газу та повітря, струмені яких рухаються у спутному закрученому потоці, досягається повне спалювання газу до входу до насадки при зниженні енергетичних витрат із забезпеченням екологічно чистих продуктів горіння на повітрянагрівачах доменних печей як малого, так і великого об'єму.

Винахід може бути застосований не тільки у чорній металургії для нагрівання дуття доменних печей, а також у енергетиці для нагрівання теплоносія (повітря, газу) до високих температур.



ФИГ. 1



ФІГ. 2