



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49860 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C21B 9/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) КАМЕРА ГОРІННЯ ПОВІТРОНАГРІВАЧА ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

1

2

(21) u200912796

(22) 09.12.2009

(24) 11.05.2010

(46) 11.05.2010, Бюл.№ 9, 2010 р.

(72) БАСОК БОРИС ІВАНОВИЧ, ГОЦУЛЕНКО ВО-  
ЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН  
УКРАЇНИ

(57) Камера горіння повітрянагрівача доменних печей, яка містить вертикальну трубу, насадку, штуцер гарячого дуття та агрегатів автоматичного керування, канал труби з'єднаний на його вході з вентилятором, а на його виході - з насадкою, в верхній частині вертикальної труби перед входом до насадки встановлені індивідуальні камери горіння, пальники яких з'єднані з колектором газопостачання суміші газів, що спалюється, яка **відрізняється** тим, що в нижній частині каналу вертикальної труби, нижче входу в індивідуальні камери горіння, виконано ряд каналів однакових за

формою та об'ємом, причому акустична маса кожного окремого каналу  $L_{a_1} = \ell_1 / S_1$  (де -  $S_1$  - площа перерізу і-го каналу,  $\ell_1$  - його довжина) дорівнює акустичній масі кожної окремої індивідуальної камери горіння  $L_{a_{kc}} = \ell_{kc} / S_{kc}$  (де -  $S_{kc}$  - площа перерізу індивідуальної камери горіння,  $\ell_{kc}$  - його довжина), тобто  $L_{a_1} = L_{a_{kc}}$ , а перед входом в індивідуальні камери горіння встановлена акустична керована ємність  $C_{a_1} = V_1 / c_1^2$  змінного об'єму  $V_1$ , яка дорівнює величині акустичної ємності об'єму  $V$  каналу, що з'єднує вихід із індивідуальних камер горіння з входом в насадку, тобто  $C_{a_1} = C_a = V / c^2$  (де -  $c_1$ ,  $c$  - швидкості поширення звуку відповідно в повітрі після вентилятора та в продуктах горіння перед входом до насадки).

Корисна модель відноситься до металургії, а саме до камер горіння повітрянагрівача доменних печей.

За найближчий аналог прийнято камеру горіння повітрянагрівача доменних печей (каупера), [декларативний патент України №15255UA, МПК, C21B9/00], яка складається з вертикальної труби, насадки, штуцера гарячого дуття, агрегатів автоматичного керування, та вертикального каналу, з'єднаного на його вході з вентилятором, а на виході - з насадкою, перед входом до насадки в верхній частині каналу вертикальної труби встановлені автономні камери горіння, пальники яких з'єднані з колектором газопостачання суміші газів, що спалюється.

Камера горіння, прийнята за найближчий аналог, за рахунок збільшення хвильового опору подає автоколивання вібраційного горіння, механізми яких спричиняють утворення зростаючої гілки на її напірній характеристиці, але автоколивання вібраційного горіння, обумовлені другим відомим механізмом запізнення згорання Л. Крокко при збільшенні хвильового опору по величині амплі-

туди зростають, що є суттєвим недоліком найближчий аналогу.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення камери горіння повітрянагрівача доменних печей, шляхом виконання в нижній частині каналу вертикальної труби, нижче входу в індивідуальні камери горіння ряду каналів однакових за формою та об'ємом та встановлення акустичної керованої ємності, в результаті чого в конструкції утворюються два коливальних контури з однаковими акустичними параметрами, один з них складається з автономних камер горіння та каналу, який з'єднує вихід з них з насадкою, а другий - розташований на вході автономних камер горіння, і таким чином, досягається зменшення амплітуди автоколивань шляхом їх демпфювання незалежно від механізмів, що спричиняють їх збудження. Це дає можливість підвищити температуру дуття та отримати значний економічний ефект (3,5млн. грн. на кожній доменній печі за рік).

Поставлена задача вирішується тим, що в камері горіння повітрянагрівача доменних печей, яка складається з вертикальної труби, насадки, штуцера гарячого дуття та агрегатів автоматичного

(13) U

(11) 49860

(19) UA

керування, канал якої з'єднаний на його вході з вентилятором, а на його виході з насадкою перед входом до насадки, в верхній частині вертикальної труби встановлені автономні камери горіння, пальники яких з'єднані з колектором газопостачання суміші газів, що спалюються, згідно з корисною моделлю, в нижній частині каналу вертикальної труби, нижче входу в індивідуальні камери горіння виконано ряд каналів, однакових за формою та об'ємом, при чому акустична маса кожного окремого каналу  $L_{a_1} = \ell_1 / S_1$ , де  $S_1$  - площа перетину

i-го каналу,  $\ell_1$  - його довжина) дорівнює акустичній масі кожної окремої індивідуальної камери горіння  $L_{a_{kc}} = \ell_{kc} / S_{kc}$ , де  $S_{kc}$  - площа перетину

індивідуальної камери горіння,  $\ell_{kc}$  - його довжина), тобто  $L_{a_1} = L_{a_{kc}}$ , а перед входом в індивідуальні камери горіння встановлена акустична керована ємність з акустичним параметром

$C_{a_1} = V_1 / c_1^2$  змінного об'єму  $V_1$ , яка дорівнює величині акустичної ємності об'єму  $V$  каналу, що з'єднує вихід із індивідуальних камер горіння з

входом в насадку, тобто  $C_{a_1} = C_a = V / c^2$ , де  $c_1$ ,  $c$  - швидкості поширення звуку відповідно в повітрі після вентилятора та в продуктах горіння перед входом до насадки.

В запропонованій камері горіння повітрянагрівача доменних печей до коливального контуру, який включає індивідуальні камери горіння, і в якому збуджуються автоколивання вібраційного горіння, приєднаний коливальний контур вільний від механізмів збудження автоколивань, що здійснює динамічне демпфірування автоколивань вібраційного горіння. Динамічне демпфірування автоколивань, які збуджуються в коливальному контурі значних розмірів приєднанням стабілізуючого контуру розглянуто в ряді монографій, зокрема в монографії С.П. Тимошенка "Колебания в инженерном деле". В статті Гоцуленка В.В. "Математическое моделирование снижения амплитуд колебаний вибрационного горения в крупных промышленных агрегатах" //Математическое моделирование, РАН, 2005, Т. 17, №11, С. 16-24. Встановлено, що приєднання до основного коливального контуру проточного демпфіруючого контуру здійснюється максимальне зменшення амплітуди, якщо має місце рівність в них акустичних параметрів  $L_a = L_a''$  та  $C_a = C_a'$  ( $L_a$  і  $C_a'$  - акустич-

ні параметри основного контуру, а  $L_a''$  і  $C_a''$  - демпфіруючого контуру, яким є проточний демпфер). Крім того встановлено, що демпфірування здійснюється гармонійних коливань, або за формою близьких до них, амплітуди релаксаційних коливань, які збуджуються в камерах горіння повітря-

нагрівачів доменних печей, об'єм яких є значним, при динамічному демпфіруванні амплітуду не змінюють.

В зв'язку з цим, використання індивідуальних камер горіння хвильовий опір яких збільшений, а також зменшення об'єму демпфіруючого контуру, в якому виконано ряд каналів однакових за формою та величині об'єму, обумовлює збудження автоколивань близьких до гармонійних, які при динамічному демпфіруванні здійснюють зниження амплітуди коливань не залежно від механізмів їх збудження, що дає можливість підвищити температуру дуття та отримати значний економічний ефект (3,5млн. грн. на кожній доменній печі за рік).

Камера горіння повітрянагрівача доменних печей (Фіг.1) складається з відцентрового вентилятора 1, керованої ємності змінного об'єму 2, вертикального каналу 3, в нижній частині якого виконано ряд каналів 4, які розділяють його проточний тракт, зменшуючи площу їх перетину і збільшують

величину  $L_{a_1}$ , індивідуальних камер горіння 5, колектора газопостачання 6, який з'єднується з пальниками індивідуальних камер горіння, штуцера гарячого дуття 7, каналу 8, акустичний параметр якого  $C_a$  і насадки 9.

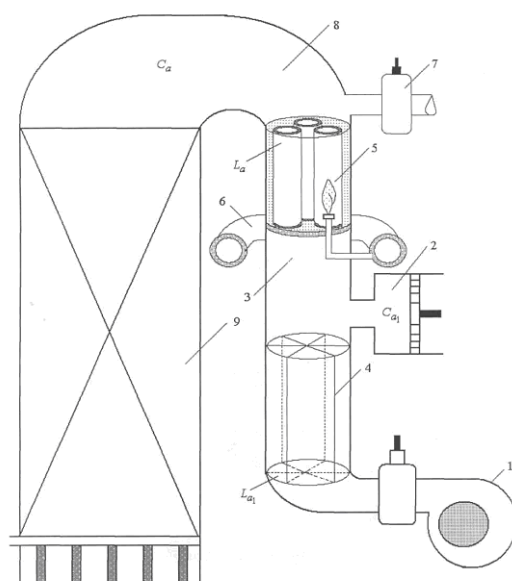
Робота камери горіння регенеративного повітрянагрівача полягає в тому, що вентилятором 1 повітря подається в індивідуальні камери горіння 5, а через їх пальники із колектора 6 подається суміш газів, що згорають, продукти згорання їх через канал 8 направляються в насадку 9 для її нагріву, що складає режим опалення.

В режимі дуття повітря та суміш, що згорає, не подаються. Перед входом в канали 4 магістраль подачі повітря перекривається, та вентилятор 1 виключається із роботи. Відкривається клапан гарячого дуття 7 і через насадку 9 подається стиснуте компресором або повітрядувкою повітря в зворотному напрямку через насадку, яке нагрівається в ній і рухається далі в фурми доменної печі.

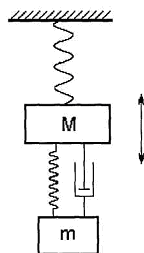
Із чотирьох камер горіння, три з них знаходяться в режимі опалення, нагріваючи їх насадки, а один з них в режимі дуття охолоджуючи насадку та нагріває стиснуте повітря дуття. Режими роботи повітрянагрівачів періодично змінюються, здійснюючи безперервно подачу гарячого дуття в доменну піч.

Демпфірування автоколивань є найбільшим, якщо має місце рівність акустичних параметрів  $L_{a_1} = L_{a_{kc}}$ , або  $\ell_1 / S_1 = \ell_{kc} / S_{kc}$  та

$C_a = C_{a_1} \Leftrightarrow V_1 / c_1^2 = V / c^2$ . Аналог демпфірування коливань в механічній системі зображено на Фіг.2. Таким чином, перевагами запропонованої конструкції камери горіння повітрянагрівача доменних печей являється зменшення амплітуди автоколивань шляхом їх демпфірування незалежно від механізмів, що спричиняють їх збудження.



Фиг. 1



Фиг. 2