



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12691 (13) U  
(51) МПК  
F23C 1/08 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ГАЗОМАЗУТНИЙ ПАЛЬНИК ДЛЯ ОПАЛЕННЯ МАРТЕНІВСЬКОЇ ПЕЧІ

1

2

(21) u200508547

(22) 05.09.2005

(24) 15.02.2006

(46) 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

(72) Бойко Володимир Семенович, Лещенко Єгор Миколайович, Сущенко Андрій Вікторович, Ірха Віктор Миколайович, Климанчук Владислав Владиславович, Прахнін В'ячеслав Леонідович, Безчерев Олександр Сергійович, Стариковський Микола Леонідович, Трибрат Сергій Володимирович, Костіна Лідія Петрівна

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "МАРІУПОЛЬСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ ІМ. ІЛЛІЧА"

(57) 1. Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі, що містить газомазутний сопловий модуль для подачі мазуту і природного газу, та розташований нижче нього двоканальний сопловий блок для подачі інтенсифікатора (кисню та/або стислого повітря), який відрізняється тим, що осі газомазутного соплового модуля та сопел для подачі інтенсифікатора розташовані в одній вертикальній площині, причому відстані між осями газомазутного соплового блока, сопла першого каналу для подачі інтенсифікатора, а також сопла другого каналу для подачі інтенсифікатора визначені з співвідношень:

$$\frac{L_1}{d_{\text{вих},1}^i} = 2,5 \div 7,0;$$

$$\frac{L_2}{d_{\text{вих},12}^i} = 2,0 \div 6,0;$$

де  $L_1$  - відстань між віссю газомазутного соплового модуля та віссю сопла першого каналу для подачі інтенсифікатора, м; $L_2$  - відстань між віссю сопла першого каналу та віссю сопла другого каналу для подачі інтенсифікатора, м; $d_{\text{вих},1}^i$  - діаметр вихідного перерізу сопла першого каналу для подачі інтенсифікатора, м; $d_{\text{вих},12}^i = \sqrt{d_{\text{вих},1}^i \cdot d_{\text{вих},2}^i}$  - середній гідрравлічний діаметр вихідного перерізу сопел першого та другого каналів для подачі інтенсифікатора, м; $d_{\text{вих},2}^i$  - діаметр вихідного перерізу сопла другого каналу для подачі інтенсифікатора, м.

2. Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі за п.1, який відрізняється тим, що сопла для подачі інтенсифікатора виконані у вигляді конічних сопел Лавалю.

3. Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі за п.2, який відрізняється тим, що конічні сопла Лавалю для подачі інтенсифікатора складаються з конфузора, дифузора та перехідної циліндричної ділянки з довжиною, яка визначена з співвідношення:

$$L_{\text{ц}}/L_{\text{диф}}=0,1 \div 0,3,$$

де  $L_{\text{ц}}$  - довжина перехідної циліндричної ділянки конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора, м; $L_{\text{диф}}$  - довжина дифузора конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора, м.

4. Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі за п.2 або за п.3, який відрізняється тим, що дифузори конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора мають вихідні циліндричні ділянки з довжиною, яка визначена із співвідношення:

$$L_{\text{вих}}/L_{\text{диф}}=0,05 \div 0,30,$$

де  $L_{\text{вих}}$  - довжина вихідної циліндричної ділянки дифузоров конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора, м.

Корисна модель відноситься до металургії, переважно до мартенівського виробництва сталі.

Відомий газомазутний пальник для опалення мартенівської печі [1, стор.154, рис.76], що містить

газо-мазутний сопловий модуль для подачі мазуту і природного газу, та розташований нижче нього одноканальний сопловий блок для подачі інтенсифікатора (кисню або стислого повітря).

(13) U  
(11) 12691  
(19) UA

При цьому регулювання параметрів факела здійснюється за рахунок: 1) зміни положення мазутного сопла відносно мінімального перерізу сопла для подачі розпилювача першого ступеня; 2) зміни положення мінімального перерізу сопла для подачі розпилювача першого ступеня відносно вихідного перерізу пальника, а також 3) зміни витрати інтенсифікатора через одноканальний сопловий блок для його подачі.

Проте, як свідчить досвід, регулювання положення мазутного сопла відносно мінімального перерізу сопла для подачі розпилювача, а також положення мінімального перерізу сопла для подачі розпилювача відносно вихідного перерізу пальника в процесі експлуатації газомазутних пальників мартенівських печей, по-перше - трудомістка операція (потрібна спеціальна автоматика, ускладнюється конструкція пальника), по-друге - має обмежені можливості. Звичайно мазутне сопло, та мінімальний переріз сопла для подачі розпилювача встановлюють в постійне положення, яке вважається оптимальним.

Регулювання параметрів факела за рахунок зміни витрати інтенсифікатора через одноканальний сопловий блок для його подачі також обмежене, оскільки витрата кисню або стислого повітря в перше чергу визначається швидкістю окислення ванни, зростанням її температури та іншими технологічними факторами. Крім того, при фіксованому положенні осі одноканального соплового блоку для подачі інтенсифікатора відносно осі газомазутного соплового модуля неможливо в широких межах впливати як на факел, так і на ванну (шлак, метал) одночасно.

Відомий газомазутний пальник для опалення мартенівської печі [2] - найближчий аналог, що містить газомазутний сопловий модуль для подачі мазуту і природного газу, та розташований нижче нього двохканальний сопловий блок для подачі інтенсифікатора (кисню та/або стислого повітря).

При цьому за рахунок використання двохканального соплового блоку подача інтенсифікатора здійснюється по двом незалежним каналам, що суттєво розширює можливості регулювання параметрів факела ("жорсткості", далекобійності, настильності, температурного поля та інших), та, як наслідок, дозволяє підвищити ефективність тепло-масообміну в робочому просторі мартенівської печі та поліпшити її теплову роботу. Крім того, при цьому стає можливим використовувати інтенсифікатори двох різних типів, наприклад - кисню та стислого повітря.

Проте у вказаному технічному рішенні сопла каналів для подачі інтенсифікатора розташовані в горизонтальній площині, внаслідок чого можливість регулювання витрати інтенсифікатора (-ів) по обома каналам обмежена, оскільки це призводить до "перекоосу" окислювального потенціалу факела та його температурного поля по ширині печі, нерівномірного окислювання, нагрівання ванни та нерівномірного температурного поля склепіння печі. При цьому підвищується вірогідність локального зносу склепіння, передньої та задньої стінок печі, складно керувати тепловим режимом печі та одним з основних параметрів факела - його далекобійністю.

В основу корисної моделі поставлено завдання вдосконалити газомазутний пальник для опалення мартенівської печі, в якому за рахунок оптимального розташування сопел каналів для подачі інтенсифікатора відносно один одного, а також відносно газомазутного соплового модуля для подачі мазуту і природного газу, забезпечуються оптимальна організація факела у робочому просторі печі, розширюються діапазон регулювання його параметрів ("жорсткості", далекобійності, настильності, температурного поля та інших) і можливості керування тепловим режимом в різноманітних шихтових та виробничих умовах, що дозволить підвищити стійкість газомазутних пальників та склепіння печей, поліпшити їх теплову роботу, і, як наслідок, зменшити собівартість сталі (за рахунок зниження питомих витрат палива та вогнетривів на її виплавлювання) і підвищити продуктивність агрегатів (мартенівських печей).

Вирішення поставленого завдання досягається за рахунок того, що у газомазутному пальнику для опалення мартенівської печі, який містить газомазутний сопловий модуль для подачі мазуту і природного газу, та розташований нижче нього двохканальний сопловий блок для подачі інтенсифікатора (кисню та/або стислого повітря), у відповідності до корисної моделі, осі газомазутного соплового модуля та сопел для подачі інтенсифікатора розташовані в одній вертикальній площині, причому відстані між осями газомазутного соплового блоку, сопла першого каналу для подачі інтенсифікатора, а також сопла другого каналу для подачі інтенсифікатора визначені з спів-

$$\text{відношень: } \frac{L_1}{d_{\text{вих},1}^i} = 2,5 \div 7,0; \quad \frac{L_1}{d_{\text{вих},12}^i} = 2,0 \div 6,0;$$

де  $L_1$  - відстань між віссю газомазутного соплового модуля та віссю сопла першого каналу для подачі інтенсифікатора, м;  $L_2$  - відстань між віссю сопла першого каналу та віссю сопла другого каналу для подачі інтенсифікатора, м;  $d_{\text{вих},1}^i$  - діаметр вихідного перерізу сопла першого каналу для подачі інтенсифікатора, м;  $d_{\text{вих},12}^i = \sqrt{d_{\text{вих},1}^i \cdot d_{\text{вих},2}^i}$  - середній гідрравлічний діаметр вихідного перерізу сопел першого та другого каналів для подачі інтенсифікатора, м;  $d_{\text{вих},2}^i$  - діаметр вихідного перерізу сопла другого каналу для подачі інтенсифікатора, м.

А також сопла для подачі інтенсифікатора виконані у вигляді конічних сопел Лавалю.

Крім того конічні сопла Лавалю для подачі інтенсифікатора складаються з конфузора, дифузора та перехідної циліндричної ділянки з довжиною,

$$\text{яка визначена з співвідношення: } \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{диф}}} = 0,1 \div 0,3,$$

де  $L_{\text{ц}}$  - довжина перехідної циліндричної ділянки конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора, м;  $L_{\text{диф}}$  - довжина дифузора конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора, м.

Крім того дифузори конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора мають вихідні циліндричні ділянки з довжиною, яка визначена з співвідно-

шення:  $\frac{L_{\text{вих}}}{L_{\text{діф}}} = 0,05 \div 0,30$ , де  $L_{\text{вих}}$  - довжина

вихідної циліндричної ділянки дифузоров конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора, м.

Використання газомазутних пальників для опалення мартенівських печей з означеним вище взаємним розташуванням газомазутного соплового модуля для подачі мазуту і природного газу та сопел двохканального соплового блоку для подачі інтенсифікатора, дозволяє (в тому числі - при подачі різних інтенсифікаторів через канали соплового блоку та зміні їх витрати в широких межах) організовувати в робочому просторі печей факел раціональної структури (без "перекосів" температурного поля та окислювального потенціалу по ширині агрегату) з можливістю зміни його параметрів (в першу чергу - далекобійності та окислювального потенціалу відносно ванни) в широких межах.

Використання конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора у робочий простір мартенівської печі дозволяє найбільш ефективно перетворювати енергію інтенсифікатора високого тиску у кінетичну енергію струменів, що формуються на виході з цих сопел.

Використання конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора у робочий простір мартенівської печі з перехідною циліндричною ділянкою між їх конфузуром та дифузуром, довжина якої визначена з означеного вище співвідношення, дозволяє стабілізувати процес витікання потоків через ці сопла та надає струменям стійкість за рахунок "вирівнювання" профілю швидкостей потоку у соплі.

Використання конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора у робочий простір мартенівської печі з вихідною циліндричною ділянкою, довжина якої визначена з означеного вище співвідношення, зменшує вірогідність ерозії ("розпалу") сопел при зменшуванні витрати інтенсифікатора відносно номінального значення, в тому числі - при коливаннях тиску інтенсифікатора перед газомазутним пальником. Крім того, при цьому зменшується тепловий потік з робочого простору мартенівської печі на поверхню вихідного перерізу сопел. Все це призводить до підвищення стійкості конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора, та, як наслідок, до стабілізації процесу витікання його струменів.

Якщо величина  $\frac{L_1}{d_{\text{вих},1}^i}$  менша за нижню межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку суттєво зменшується можливість регулювання параметрів факела за рахунок перерозподілу витрати інтенсифікатора по каналах його подачі через двохканальний сопловий блок. В цьому випадку внаслідок занадто близького розташування сопла верхнього каналу для подачі інтенсифікатора до газомазутного соплового модуля, потік інтенсифікатора через нього починає взаємодіяти з паливом близько до вихідного перерізу пальника, що суттєво скорочує факел. При цьому перерозподіл витрати інтенсифікатора по каналах дуже слабо впливає на далекобійність факела.

Якщо величина  $\frac{L_1}{d_{\text{вих},1}^i}$  більша за верхню

межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку також суттєво зменшується можливість регулювання параметрів факела за рахунок перерозподілу витрати інтенсифікатора по каналах його подачі через двохканальний сопловий блок. В цьому випадку внаслідок занадто далекого розташування сопел каналів для подачі інтенсифікатора до газомазутного соплового модуля, потік інтенсифікатора через них дуже слабо впливає на параметри факела. Вплив потоку інтенсифікатора через нижній канал на параметри факела стає зовсім незначним. Крім того, в цьому випадку значно збільшуються конструктивні розміри пальника.

Якщо величина  $\frac{L_2}{d_{\text{вих},12}^i}$  менша за нижню

межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку має місце сильна взаємодія струменів інтенсифікатора, які формуються на виході з сопел каналів двохканального соплового блоку, що суттєво звужує діапазон регулювання параметрів факела за рахунок перерозподілу витрати по каналах. При цьому, коли витрата інтенсифікатора через один канал менша за 20...30% його витрати через другий канал, потік, що витікає через сопло каналу х меншою витратою, ежектуються у другий потік; це руйнує структуру факела та значно ускладнює керування його параметрами.

Якщо величина  $\frac{L_2}{d_{\text{вих},12}^i}$  більша за верхню

межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку суттєво збільшуються конструктивні розміри пальника та ускладнюється його виготовлення. Крім того, має місце сильна взаємодія потоку інтенсифікатора з ванною печі, що призводить до її переокислювання. Також, суттєво зменшується можливість регулювання параметрів факела за рахунок подачі інтенсифікатора через двохканальний сопловий блок.

Якщо величина  $\frac{L_4}{L_{\text{діф}}}$  менша за нижню межу

з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку ефект стабілізації процесу витікання потоків інтенсифікатора через сопла двохканального соплового блоку за рахунок "вирівнювання" профілю швидкостей потоку у соплі практично не має місце. Крім того, при цьому ускладнюється конструктивна реалізація сопел внаслідок занадто малої довжини циліндричної ділянки між конфузуром та дифузуром.

Якщо величина  $\frac{L_4}{L_{\text{діф}}}$  більша за верхню ме-

жу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку суттєво збільшуються втрати тиску інтенсифікатора на тертя у соплах двохканального соплового блоку, має місце гальмування потоку інтенсифікатора та зменшення імпульсу потоків на виході з сопел.

Якщо величина  $\frac{L_{\text{вих}}}{L_{\text{діф}}}$  менша за нижню

межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку суттєво збільшується вірогідність

ерозії сопел двохканального соплового блоку (наслідок відриву потоку кисню від стінок вихідної ділянки дифузора сопел) при зменшенні витрати інтенсифікатора відносно номінального значення, в тому числі - при коливаннях тиску інтенсифікатора перед газомазутним пальником. Це призводить до зниження стійкості конічних сопел Лавалю для подачі інтенсифікатора. Крім того, при цьому ускладнюється конструктивна реалізація сопел внаслідок занадто малої довжини вихідної циліндричної ділянки.

Якщо величина  $\frac{L_{\text{вих}}}{L_{\text{диф}}}$  більша за верхню

межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку суттєво збільшуються втрати енергії інтенсифікатора у соплах двохканального соплового блоку, має місце гальмування та зменшення імпульсу потоків на виході з сопел.

Сутність корисної моделі пояснюється на фіг.1-3, де на фіг.1 - газомазутний пальник для опалення мартенівської печі, який має газомазутний сопловий модуль для подачі мазуту і природного газу, та розташований нижче нього двохканальний сопловий блок для подачі інтенсифікатора (кисню та/або стислого повітря) з конічними соплами Лавалю; на фіг.2 - газомазутний пальник для опалення мартенівської печі аналогічної конструкції, але конічні сопла Лавалю двохканального соплового блоку, які мають циліндричну ділянку між конфузorzом та дифузorzом; на фіг.3 - газомазутний пальник для опалення мартенівської печі аналогічної конструкції, але конічні сопла Лавалю двохканального соплового блоку, які мають циліндричну ділянку між конфузorzом та дифузorzом і вихідну циліндричну ділянку.

Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі (див. фіг.1-3) містить газомазутний сопловий модуль для подачі мазуту і природного газу, який має два ступеня розпилення мазуту (по першому ступеню може подаватися природний газ, стисле повітря або водяний пар, по другому - природний газ) та складається з мазутного сопла 1, сопла 2 розпилювача першого ступеня та сопла 3 розпилювача другого ступеня. Нижче газомазутного соплового модуля розташовано двохканальний сопловий блок для подачі інтенсифікатора (кисню та/або стислого повітря), який має сопло 4 першого каналу 5, та сопло 6 другого каналу 7. Причому осі газомазутного соплового модуля та сопел 4, 6 для подачі інтенсифікатора розташовані в одній вертикальній площині, причому відстані між осями газомазутного соплового блоку, сопла 4 першого каналу 5 для подачі інтенсифікатора, а також сопла 6 другого каналу 7 для подачі інтенсифікатора визначені з співвідношень:

$$\frac{L_1}{d_{\text{вих},1}} = 2,5 \div 7,0; \quad \frac{L_2}{d_{\text{вих},12}} = 2,0 \div 6,0; \quad \text{де } L_1 - \text{відстань між віссю газомазутного соплового модуля та віссю сопла 4 першого каналу 5 для подачі інтенсифікатора, м; } L_2 - \text{відстань між віссю сопла 4 першого каналу 5 та віссю сопла 6 другого каналу 7 для подачі інтенсифікатора, м; } d_{\text{вих},1} - \text{діаметр вихідного перерізу сопла 4 першого каналу 5 для подачі}$$

інтенсифікатора,  $d_{\text{вих},12} = \sqrt{d_{\text{вих},1}^2 + d_{\text{вих},2}^2}$  - середній гідралічний діаметр вихідного перерізу сопел 4, 6 першого 5 та другого 7 каналів для подачі інтенсифікатора, м;  $d_{\text{вих},2}$  - діаметр вихідного перерізу сопла 6 другого каналу 7 для подачі інтенсифікатора, м.

Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі, який надано на фіг.1-3, має сопла 4, 6 для подачі інтенсифікатора виконані у вигляді конічних сопел Лавалю.

Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі, який надано на фіг.2, 3, має конічні сопла Лавалю для подачі інтенсифікатора з перехідною циліндричною ділянкою 8 між конфузorzом 9 та дифузorzом 10 з довжиною, яка визначена з співвідношення:

$$\frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{диф}}} = 0,1 \div 0,3, \quad \text{де } L_{\text{ц}} - \text{довжина перехідної циліндричної ділянки 8 конічних сопел Лавалю 4, 6 для подачі інтенсифікатора, м; } L_{\text{диф}} - \text{довжина дифузора 10 конічних сопел Лавалю 4, 6 для подачі інтенсифікатора, м.}$$

Газомазутний пальник для опалення мартенівської печі, який надано на фіг.3, має конічні сопла Лавалю 4, 6 для подачі інтенсифікатора з вихідною циліндричною ділянкою 11 з довжиною, яка визначена з співвідношення:

$$\frac{L_{\text{вих}}}{L_{\text{диф}}} = 0,05 \div 0,30, \quad \text{де } L_{\text{вих}} - \text{довжина вихідної циліндричної ділянки 11 дифузора 10 конічних сопел Лавалю 4, 6 для подачі інтенсифікатора, м.}$$

Пристрій працює таким чином.

Через мазутну трубу 12 в мазутне сопло 1 подається мазут, який витікає через його вихідний переріз. Через кільцевий зазор між трубою 12 та трубою подачі розпилювача першого ступеня 13 в сопло 2 подається розпилювач першого ступеня (природний газ, стисле повітря або водяний пар), який взаємодіючи з мазутом, за допомогою пневматичного диспергування роздроблює його на дрібні частинки (краплі). Суміш мазуту та розпилювача першого ступеня, яка утворюється при цьому, витікає через вихідний переріз сопла 2, взаємодіє з розпилювачем другого ступеня (природним газом), який через кільцевий зазор між трубою 13 та трубою подачі розпилювача другого ступеня 14 подається в сопло 3. Через вихідний переріз сопла 3 в робочий простір мартенівської печі витікає суміш мазуту та його розпилювачів, яка взаємодіє з окиснювачем (з вентиляторним повітрям та інтенсифікатором) з утворенням факела. Через перший 5 та/або другий 7 канали двохканального соплового блоку в сопла 4 та 6 подається інтенсифікатор (кисень та/або стисле повітря), який витікає через їх вихідний переріз та взаємодіє з факелом. При цьому в робочому просторі мартенівської печі формується факел раціональної структури (без "перекосів" температурного поля та окислювального потенціалу по ширині агрегату) з можливістю зміни його параметрів (в першу чергу - відстані до окислювального потенціалу відносно ванни) в широких межах за рахунок: 1) зміни сумарної витрати інтенсифікатора через перший та другий канали при постійному співвідношенні витрат інтенсифіка-

тора через перший та другий канали; 2) зміни співвідношенні витрат інтенсифікатора через перший та другий канали при постійній сумарній витраті інтенсифікатора через перший та другий канали; 3) зміни сумарної витрати інтенсифікатора через перший та другий канали за рахунок зміни витрати інтенсифікатора через перший або другий канал.

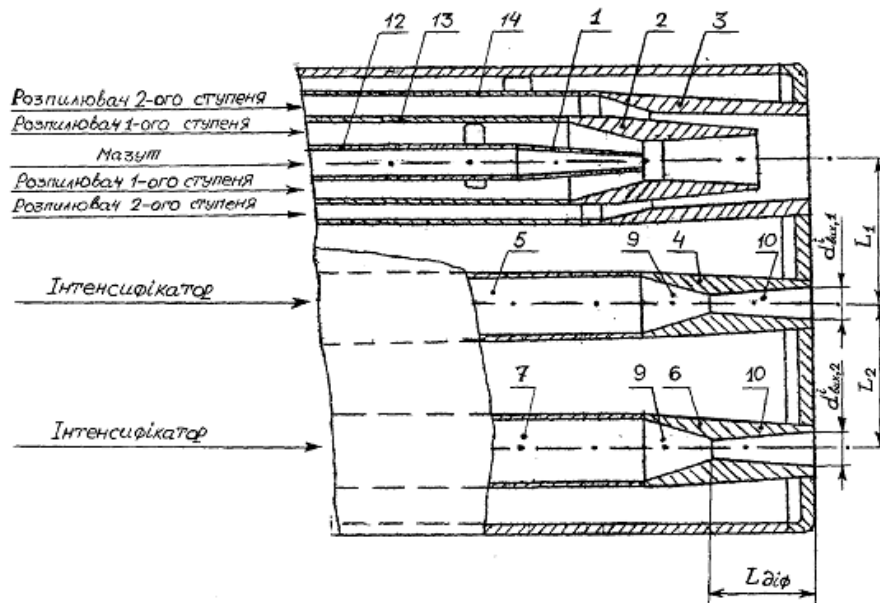
Використання газомазутних пальників зазначеної конструкції для опалення мартенівських печей за рахунок оптимального розташування сопел каналів для подачі інтенсифікатора відносно один одного, а також газомазутного соплового модуля для подачі мазуту і природного газу, забезпечить організацію факела раціональної структури у робочому просторі печей, розширить діапазон регулювання його параметрів ("жорсткості", далекобійності, настільності, температурного поля та інших) і можливості керування тепловим режимом в різ-

номанітних шихтових та виробничих умовах, що дозволить підвищити стійкість газомазутних пальників та склепіння печей, поліпшити їх теплову роботу, і, як наслідок, зменшити собівартість сталі (за рахунок зниження питомих витрат палива та вогнетривів на її виплавлювання) і підвищити продуктивність агрегатів (мартенівських печей).

Джерела інформації:

1. Лисиенко В.Г., Китаев Б.Й., Кокарев Н.И., Капичев А.Г. Усовершенствование методов сжигания мазута в мартеновских печах. - М.: Metallurgiya, 1967. - 246с.

2. Интенсификация выплавки качественных сталей с применением газо-мазутных горелок с повышенным газодинамическими параметрами / Розин С.Е., Лисиенко В.Г., Фомин Н.А. и др. // Сталь. - 1977. - №8. - С.701-703.



Фіг. 1

