

Винахід відноситься до металургії, переважно до мартенівського виробництва сталі.

Відома конструкція соплового модуля (вузла розпилення мазуту) газомазутного пальника мартенівської печі, що складається з циліндричного або конічного (яке звужується) сопла для подачі мазуту і розташованого співвісно та концентрично навкруги нього циліндричного сопла для подачі газоподібного розпилювача [1, стор.101].

Проте використання циліндричного сопла для подачі газу-розпилювача (який, звичайно, має високий абсолютний тиск, достатній для організації надзвукового потоку, тобто - більший за 0,2МПа) не дозволяє ефективно використовувати потенційну енергію тиску газу-розпилювача для диспергування мазуту (внаслідок обмеженої звуковим рівнем швидкості потоку газу-розпилювача у вказаному сопловому модулі). Крім того, вказана конструкція має дуже обмежений діапазон регулювання ступеня розпилення мазуту та, як наслідок, довжини факела, за допомогою осьового переміщення мазутного сопла відносно сопла для подачі газу-розпилювача, оскільки при переміщенні мазутного сопла не змінюється площа прохідного перерізу (кільцевого зазора) для газу-розпилювача на рівні вихідного перерізу мазутного сопла.

Відома конструкція соплового модуля (вузла розпилення мазуту) газомазутного пальника мартенівської печі - прототипу, що складається з мазутного сопла і розташованого співвісно та концентрично навкруги нього конічного сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача, яке має конфузор (вхідну частину, що звужується), мінімальний переріз та дифузор (вихідну частину, що розширюється) [1, стор.100].

При цьому за рахунок використання надзвукового сопла Лавалю потенційна енергія тиску газу-розпилювача практично повністю перетворюється в кінетичну енергію потоку газу-розпилювача в соплі (газ-розпилювач прискорюється до швидкостей більших за швидкість звуку), що призводить до інтенсифікації процесу диспергування мазуту та, як наслідок, до збільшення повноти його спалювання в робочому просторі мартенівської печі. Проте у вказаному технічному рішенні не визначено оптимальне положення зрізу (вихідного перерізу) мазутного сопла відносно мінімального перерізу сопла Лавалю для подачі газу-розпилювача. При неправильному (неоптимальному) положенні вказаних сопел в газомазутному пальнику один відносно одного істотно погіршується процес диспергування мазуту: 1) зменшується дисперсність розпилю мазуту, тобто збільшується середньомасовий діаметр крапель (більш крупні краплі не спалюються в робочому просторі агрегату або спалюються на значному віддаленні від кореня факела, що погіршує роботу регенеративних теплообмінників, розташованих в димовому тракті за піччю, викликає їх перегрів, «засмічення»), 2) погіршується однорідність розпилю. Крім того, процес витікання суміші мазуту та газу-розпилювача стає нестабільним. Може мати місце навіть часткове «замикання» потоків енергоносіїв (мазуту та газу-розпилювача). Ускладнюється регулювання характеристик факела за допомогою переміщення в осьовому напрямку вказаних сопел один відносно одного (погіршується регульованість газомазутного пальника).

В основу винаходу поставлено завдання вдосконалити конструкцію соплового модуля (вузла розпилення мазуту) газомазутного пальника мартенівської печі, в якому за рахунок визначеного оптимального положення зрізу (вихідного перерізу) мазутного сопла відносно мінімального перерізу конічного сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача, а також введення нових елементів в конструкцію соплового модуля, забезпечується організація оптимальної взаємодії потоків мазуту та газоподібного розпилювача та витікання їх суміші з пальника, що дозволить поліпшити процес диспергування мазуту (підвищити дисперсність та однорідність розпилю) та стабілізувати процес витікання газомазутної суміші з пальника, підвищити ефективність паливовикористання в робочому просторі мартенівської печі (зменшити питому витрату палива на виплавку сталі), зменшити питому витрату газового розпилювача мазуту на виплавку сталі, поліпшити регульованість факела і, зрештою, зменшити собівартість сталі та поліпшити керованість плавкою.

Вирішення поставленого завдання досягається за рахунок того, що в сопловому модулі (вузлі розпилення мазуту) газомазутного пальника мартенівської печі, що складається з мазутного сопла і розташованого співвісно та концентрично навкруги нього конічного сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача, яке має конфузор, мінімальний переріз та дифузор, положення вихідного перерізу мазутного сопла відносно до положення мінімального перерізу сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача встановлюється виходячи

з співвідношення: $l_m / d_{\min}^e = (-0,7 \dots + 2,0)$, де l_m - відстань між вихідним перерізом мазутного сопла та мінімальним перерізом сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача; негативні та позитивні значення величини l_m відносяться до напрямків від мінімального перерізу сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача в бік його конфузора та дифузора відповідно; d_{\min}^e - еквівалентний діаметр мінімального перерізу сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача, з урахуванням часткового перекриття його мазутним соплом.

Крім того, сопло Лавалю для подачі газоподібного розпилювача має циліндричну ділянку між мінімальним перерізом та дифузором, причому довжина цієї ділянки - l_c визначається з співвідношення: $l_c / d_{\min}^e = (0,3 \dots 0,6)$, де d_{\min}^e - діаметр мінімального перерізу сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача.

А також, відстань між вихідним перерізом мазутного сопла та мінімальним перерізом сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача дорівнює довжині циліндричної ділянки між мінімальним перерізом та дифузором сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача: $l_m = l_c$.

Крім того, сопло Лавалю для подачі газоподібного розпилювача має циліндричну вихідну ділянку, причому довжина цієї ділянки - $l_{\text{вих}}$ визначається з співвідношення: $l_{\text{вих}} / l_d = (0,05 \dots 0,20)$, де l_d - довжина конічної частини дифузора сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача.

Взаємне розташування мазутного сопла та сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача за умови, що $l_m / d_{\min}^e = (-0,7 \dots + 2,0)$, забезпечує організацію оптимальної взаємодії потоків мазуту та газоподібного

розпилювача з необхідною якістю розпилу мазуту: високою дисперсністю та доброю однорідністю розпилу. Якщо

величина l_m / d_{\min}^e менша за нижню межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку різко погіршується якість розпилу мазуту внаслідок початку взаємодії мазуту з газом-розпилювачем в зоні відносно низьких швидкостей останнього та нераціональної організації зони взаємодії в цілому: за початком цієї зони відбувається «підтискання» мазутного потоку газовим, що призводить до коагуляції частинок (крапель) мазуту і може викликати часткове «замикання» мазутного та газового потоків за рахунок зворотних вихрових струмів.

Якщо величина l_m / d_{\min}^e більша за верхню межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку різко погіршується якість розпилу мазуту внаслідок малої відстані від зрізу (вихідного перерізу) мазутного сопла до зрізу (вихідного перерізу) сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача - недостатньої довжини зони первинної взаємодії. Крім того, при цьому зменшуються межі регулювання пальника за допомогою осьового переміщення мазутного сопла (або сопла для подачі газоподібного розпилювача) внаслідок істотного віддалення зрізу (вихідного перерізу) мазутного сопла від мінімального перерізу сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача.

Виконання циліндричної ділянки між мінімальним перерізом та дифузоровим сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача за умови, що $l_c / d_{\min} = (0,3...0,6)$, дозволяє вирівнювати поперечні профілі швидкості та тиску газового потоку за мінімальним перерізом сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача та стабілізувати течію газомазутної суміші на ділянці первинної взаємодії фаз, та, як наслідок, стабілізувати процес

витікання газомазутної суміші з пальника в цілому. Якщо величина l_c / d_{\min} менша за нижню межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку внаслідок недостатньої протяжності цієї циліндрової ділянки поперечні профілі швидкості та тиску газового потоку за мінімальним перерізом сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача не встигають достатньо вирівнюватися, що призводить до нестабільності течії газомазутної суміші на ділянці первинної взаємодії фаз та, як наслідок, нестабільності процесу дроблення мазуту

газом-розпилювачем. Якщо величина l_c / d_{\min} більша за верхню межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку істотно збільшуються втрати тиску потоку газу-розпилювача на циліндричній ділянці, що призводить до погіршення якості розпилу мазуту. Крім того, при цьому виникають труднощі в конструктивній реалізації пальника та його виготовленні.

Виконання соплового модуля газомазутного пальника за умови, що $l_m = l_c$ є найбільш оптимальним варіантом конструктивної реалізації вузла розпилення мазуту з погляду забезпечення необхідної якості розпилу мазуту та стабілізації течії газомазутної суміші на ділянці первинної взаємодії фаз.

Виконання сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача з циліндричною вихідною ділянкою за умови, що $l_{\text{вих}} / l_d = (0,05...0,20)$, дозволяє збільшити статичний тиск у вихідному перерізі сопла Лавалю, виникнути відриву потоку від стінок вихідної ділянки цього сопла при змінних режимах роботи пальника (при зміні витрати газу-розпилювача), а також зменшити величину густини теплового потоку на його вихідну частину та, як наслідок, підвищити стійкість сопл. Якщо величина $l_{\text{вих}} / l_d$ менша за нижню межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку може мати місце відрив потоку від стінок вихідної ділянки цього сопла при зменшенні витрати газу-розпилювача нижче за номінальне значення, а також збільшується густина теплового потоку на його вихідну частину, що негативним чином впливає на стійкість сопл. Якщо величина $l_{\text{вих}}$ більша за верхню межу з вищезгаданого діапазону значень, то в цьому випадку мають місце істотні втрати тиску потоку у вихідній ділянці цього сопла, істотно зменшується швидкість потоку у вихідному перерізі, та, як наслідок, зменшується далекобійність факела.

Величина d_{\min}^e визначається з співвідношення: $d_{\min}^e = (4 \times F_{\min} / \pi)^{1/2}$, де F_{\min} – площа прохідного перерізу сопла Лавалю для подачі газоподібного розпилювача, з урахуванням часткового перекриття його мазутним соплом.

Сутність винаходу пояснюється на фіг. 1-5, де на фіг. 1 - сопловий модуль (вузол розпилення мазуту) газомазутного пальника мартенівської печі, який має мазутне сопло і розташоване співвісно та концентрично навкруги нього конічне сопло Лавалю для подачі газоподібного розпилювача, яке має конфузоровий, мінімальний переріз та дифузоровий; на фіг. 2 - сопловий модуль газомазутного пальника аналогічної конструкції, але який має циліндричну ділянку між мінімальним перерізом та дифузоровим сопла Лавалю; на фіг. 3 - сопловий модуль газомазутного пальника аналогічної конструкції, але який має циліндричну ділянку між мінімальним перерізом та дифузоровим сопла Лавалю, причому відстань між вихідним перерізом мазутного сопла та мінімальним перерізом сопла Лавалю дорівнює довжині циліндричної ділянки між мінімальним перерізом та дифузоровим сопла Лавалю; на фіг. 4 - сопловий модуль газомазутного пальника аналогічної конструкції, але який має циліндричну вихідну ділянку сопла Лавалю.

Сопловий модуль (вузол розпилення мазуту) газомазутного пальника мартенівської печі містить мазутне сопло 1 і розташоване співвісно та концентрично навкруги нього конічне сопло Лавалю 2 для подачі газоподібного розпилювача, яке має конфузоровий 3, мінімальний переріз 4 та дифузоровий 5 (див. фіг. 1-4), причому положення вихідного перерізу 6 мазутного сопла 1 відносно до положення мінімального перерізу 4 сопла Лавалю 2 для

подачі газоподібного розпилювача встановлюється виходячи з співвідношення: $l_m / d_{\min}^e = (-0,7... + 2,0)$, де l_m - відстань між вихідним перерізом 6 мазутного сопла 1 та мінімальним перерізом 4 сопла Лавалю 2 для подачі газоподібного розпилювача, негативні та позитивні значення величини l_m відносяться до напрямків від мінімального перерізу 4 сопла Лавалю 2 для подачі газоподібного розпилювача в бік його конфузорового 3 та

диффузора 5 відповідно; d_{\min}^e - еквівалентний діаметр мінімального перерізу сопла Лаваля для подачі газоподібного розпилювача, з урахуванням часткового перекриття його мазутним соплом.

Сопло Лаваля 2 для подачі газоподібного розпилювача може мати циліндричну ділянку 7 між мінімальним перерізом 4 та дифузorzом 5 цього сопла, причому довжина цієї ділянки - $l_{\text{ц}}$, визначається з співвідношення:

$l_{\text{ц}} / d_{\min} = (0,3 \dots 0,6)$, де d_{\min} - діаметр мінімального перерізу 4 сопла Лаваля 2 для подачі газоподібного розпилювача (див. фіг. 2, 3). При цьому відстань між вихідним перерізом 6 мазутного сопла 1 та мінімальним перерізом 4 сопла Лаваля 2 для подачі газоподібного розпилювача може дорівнювати довжині циліндричної ділянки 7 між мінімальним перерізом 4 та дифузorzом 5 сопла Лаваля 2 для подачі газоподібного розпилювача: $l_{\text{м}} = l_{\text{ц}}$ (див. фіг. 3).

Сопло Лаваля 2 для подачі газоподібного розпилювача може мати циліндричну вихідну ділянку 8, причому довжина цієї ділянки - $l_{\text{вих}}$ визначається з співвідношення: $l_{\text{вих}} / l_{\text{д}} = (0,05 \dots 0,20)$, де $l_{\text{д}}$ - довжина конічної частини дифузора сопла Лаваля 2 для подачі газоподібного розпилювача (див. фіг. 4).

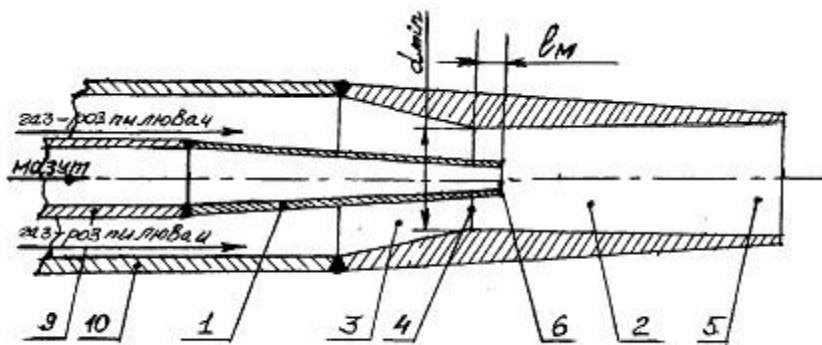
Пристрій працює таким чином.

Через мазутну трубу 9 в мазутне сопло 1 подається мазут, який залежно від величини $l_{\text{м}} / d_{\min}^e$ та варіанту використання сопла Лаваля для розпилення мазуту витікає через вихідний переріз 6 мазутного сопла 1: 1) або в конфузorz 3; 2) або в мінімальний переріз 4; 3) або в циліндричну частину 7; 4) або в дифузorz 5 сопла Лаваля 2. Через трубу подачі газу-розпилювача 10 в конфузorz 3 сопла Лаваля 2 подається газ-розпилювач (компресорне повітря, водяний пар, природний газ), який взаємодіючи з мазутом, за допомогою пневматичного диспергування роздроблює його на дрібні частинки (краплі). Суміш мазуту та розпилювача, яка утворюється при цьому, витікає через дифузorz 5 сопла Лаваля 2 або в другий ступінь розпилення мазуту, або в робочий простір мартенівської печі, взаємодіючи з окиснювачем (частіше за все з вентиляторним повітрям) з утворенням факела необхідних параметрів (температурного поля, жорсткості, настільності, далекобійності).

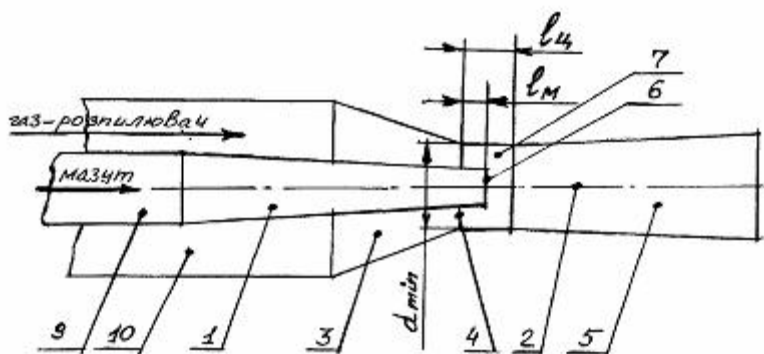
Використання запропонованого соплового модуля (вузла розпилення мазуту) газомазутного пальника мартенівської печі за рахунок забезпечення визначеного оптимального положення зрізу (вихідного перерізу) мазутного сопла відносно мінімального перерізу конічного сопла Лаваля для подачі газоподібного розпилювача, а також введення нових елементів в конструкцію соплового модуля, дозволить поліпшити процес диспергування мазуту (підвищити дисперсність та однорідність розпилу) та стабілізувати процес витікання газомазутної суміші з пальника, підвищити ефективність паливовикористання в робочому просторі мартенівської печі (зменшити питому витрату палива на виплавку сталі), зменшити питому витрату газового розпилювача мазуту на виплавку сталі, поліпшити регульованість факела і, зрештою, зменшити собівартість сталі та поліпшити керованість плавкою.

Джерела інформації

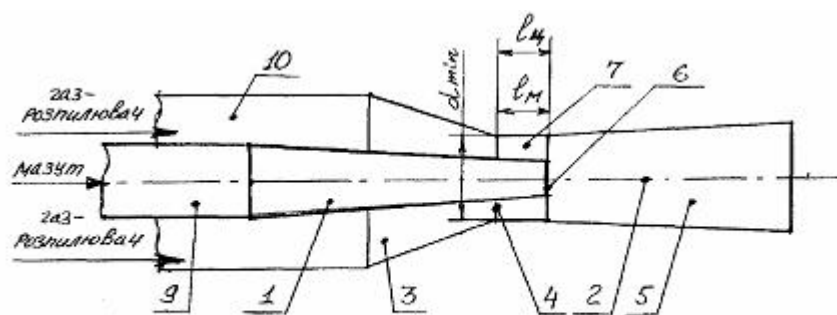
1. Лисиенко ВТ., Китаев Б.И., Кокарев Н.И. Усовершенствование методов сжигания природного газа в сталеплавильных печах. - М.: Металлургия, 1977. - 280с.



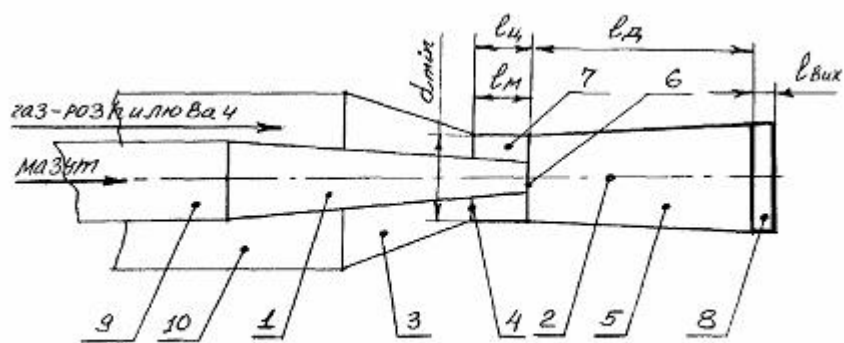
Фіг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4