



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59734 (13) A

(51) 7 C21C5/46, C21C5/48,

F27D1/16, F27D13/00, F27D17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) ФУРМА ВОГNETРИВКА ПАЛИВНО-КИСНЕВА

1

2

(21) 2002119515

(22) 28 11 2002

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(72) Пантейков Сергій Петрович

(73) ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1 Фурма вогнетривка паливно-киснева, що містить патрубки підведення окислювача і захисного середовища, вогнетривкий блок з розміщеними у ньому соплами типу "труба у трубі", які мають центральні канали подачі окислювача і периферійні кільцеві канали подачі захисного середовища, вихідні ділянки яких розташовані рівномірно по колу на зовнішньому торці вогнетривкого блока, яка відрізняється тим, що додатково в вогнетривкому блоці по колу в проміжках між соплами типу "труба у трубі" паралельно вертикальній осі фурми або під кутом до вертикальної осі фурми розміщені сопла подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока, причому діаметр кола розташування вихідних ділянок сопел подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока $d_{сзс}$ на

зовнішньому торці вогнетривкого блока знаходиться в межах

$$[d_{стт} + d_{пт} - d_{сзс}] \leq d_{сзс} \leq [d_6 - (1,0 \div 1,2) \cdot d_{тзс}], \text{ м,}$$

де $d_{стт}$ - діаметр кола розташування сопел типу "труба у трубі" на зовнішньому торці вогнетривкого блока, м,

$d_{пт}$ - внутрішній діаметр периферійної труби сопел типу "труба у трубі", м,

$d_{сзс}$ - діаметр сопел подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока, м,

d_6 - діаметр вогнетривкого блока, м,

$d_{тзс}$ - зовнішній діаметр труби сопел подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока, м

2 Фурма за п. 1, яка відрізняється тим, що сопла подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока розташовані у вогнетривкому блоці тангенціально

3 Фурма за пп. 1 або 2, яка відрізняється тим, що вогнетривкий блок за всією своєю довжиною уміщений до металевої оболонки

4 Фурма за пп. 1 або 2, або 3, яка відрізняється тим, що вогнетривкий блок з металевою оболонкою або без металевої оболонки вільно розташований у трубі без зазору або з утворенням кільцевого чи серпоподібного зазору

Винахід відноситься до області чорної металургії, зокрема до конструкцій паливно-кисневих фурм, що мають багатоцільове призначення, і може бути використаний в якості донної або бокової фурми при виробництві сталі у конвертерах з комбінованим дуттям

Відома фурма для донної продувки металу (а с СРСР № 1046292, кл. С21С5/48, 1983), яка має концентричні сопла, що вмонтовані у вогнетривкий блок, і обладнана приводом обертання

Незважаючи на те, що вдювання до розплаву обертювих струменів запобігає виникненню зворотних ударів і сприятливо позначиться на стійкості днища агрегату, виготовлення даної конструкції фурми дуже складне і дороге коштує, крім того, фурма дуже капризна в експлуатації

Відома конструкція бокової фурми для підігрівання брухту і допалювання відхідних газів у по-

рожнині конвертера (а с СРСР № 1560566, кл. С21С5/48, 1990), в якій сопла розміщені у лінію по діаметру чаш колектора і вогнетривкого блока, причому вогнетривкий блок установлений із зміщенням відносно осі зовнішньої труби фурми, при цьому серповидний зазор, що утворюється, розташований паралельно лінії розміщення сопел

Завдяки розосередженню дуття забезпечується добре організований настільний факел, що сприяє високоефективному підігріванню брухту, однак у випадку застосування зазначеної конструкції в якості донної фурми при продуванні розплаву спостерігається нерівномірний знос вогнетривкого блока фурми і зони навкопфурменної футеровки конвертера, що спричинено нерівномірною подачею захисного газу навколо вогнетривкого блока фурми в результаті виконання зазору подачі захисного середовища навколо вогнетрив-

(13) A

(11) 59734

(19) UA

кого блока фурми серповидним

Найбільш близькою до описуемого винаходу за технічною суттю і досягаємим результатом є фурма для донної продувки металу (а с СРСР № 1067054, кл С21С5/48, 1984), що включає центральну киснепідвідну трубу з кількома соплами в її вихідній частині, які розташовані по осьосиметричному колу під кутом до вертикальної осі фурми і вбудовані до пористого вогнетривкого блока, що герметично уміщений до коаксальної проміжної труби підведення захисного середовища, яка встановлена з кільцевим зазором у зовнішню трубу підведення захисного середовища

Застосування зазначеної конструкції в якості донної фурми дозволяє в значній мірі розосередити дуття, знизити окисленість конвертерної ванни, підвищити ефективність попереднього підігрівання брукту в порожнині агрегату і збільшити стійкість дну конвертерів, однак використання її в якості бокової фурми, в якій шляхом подачі додаткових струменів газоподібного палива (захисного газу) підвищується стійкість вогнетривкого блока фурми, гнучкість в управлінні паливно-кисневими факелами невелика в результаті подачі тільки одного потоку палива (захисного середовища)

В основу винаходу поставлена задача удосконалення конструкції паливно-кисневої фурми, яка буде мати однаково високу ефективність як при роботі її в якості донної, так і при роботі її в якості бокової фурми, в якій шляхом подачі додаткових струменів газоподібного палива (захисного газу) підвищується стійкість вогнетривкого блока фурми, гнучкість в управлінні паливно-кисневими факелами дуттьових пристроїв при випалюванні та розігріванні футеровки, попередньому підігріванні брукту

Поставлена задача вирішується тим, що в фурмі вогнетривкій паливно-кисневій, що містить патрубки підведення окислювача і захисного середовища, вогнетривкий блок з розміщеними у ньому соплами типу "труба у трубі", які мають центральні канали подачі окислювача і периферійні кільцеві канали подачі захисного середовища, вихідні ділянки яких розташовані рівномірно по колу на зовнішньому торці вогнетривкого блока, згідно винаходу, додатково в вогнетривкому блоці по колу в проміжках між соплами типу "труба у трубі" паралельно вертикальній осі фурми або під кутом до вертикальної осі фурми розміщені сопла подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока, причому діаметр кола розташування вихідних ділянок сопел подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока $d_{\text{сзс}}$ на зовнішньому торці вогнетривкого блока знаходиться в межах

$$[d_{\text{стт}} + d_{\text{пт}} - d_{\text{сз}}] \leq d_{\text{сзс}} \leq [d_6 - (1,0 \div 1,2) \cdot d_{\text{тзс}}] \text{ м,}$$

де $d_{\text{стт}}$ - діаметр кола розташування сопел типу "труба у трубі" на зовнішньому торці вогнетривкого блока, м, $d_{\text{пт}}$ - внутрішній діаметр периферійної труби сопел типу "труба у трубі", м, $d_{\text{сз}}$ - діаметр сопел подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока, м, d_6 - діаметр вогне-

тривкого блока, м, $d_{\text{тзс}}$ - зовнішній діаметр труби сопел подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока, м

Сопла подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока можуть бути розташовані у вогнетривкому блоці тангенціально

Вогнетривкий блок за всією своєю довжиною може бути уміщений до металеві оболонки

Вогнетривкий блок з металеві оболонкою або без металеві оболонки може бути вільно розташований у трубі без зазору або з утворенням кільцевого чи серповидного зазору

Діаметр кола розташування вихідних ділянок кожного допоміжного сопла подачі захисного середовища навколо вогнетривкого блока обирається з наведеного діапазону значень з метою забезпечення ефективного захисту вогнетривкого блока, при цьому розташування сопел захисного середовища під кутом до вертикальної осі фурми забезпечить максимально можливий захист як вогнетривкого блока, так і зони навколофурменої футеровки конвертера

Розташування сопел подачі захисного середовища тангенціально призведе до закрутки газових потоків (при роботі фурми в якості бокової або при попередньому підігріванні брукту) чи потоків розплаву (при роботі фурми в якості донної), що підвищить ефективність допалювання конвертерних газів, попереднього підігрівання брукту і розігрівання та випалювання футеровки за рахунок збільшення коефіцієнта теплопередачі до нагріваючої поверхні в першому випадку, а у другому - прискорить тепло- і масообмінні процеси, що відбуваються у конвертерній ванні, за рахунок поліпшення її гідродинамічних умов і запобігне виникненню зворотних ударів

Уміщення вогнетривкого блока фурми до металеві оболонки збільшить термін служби дуттьового пристрою за рахунок підвищення міцності вогнетривкого блока

Вільне розташування вогнетривкого блока з металеві оболонкою або без металеві оболонки у трубі (як з зазором, так і без зазору) дозволить швидко здійснювати заміну зношених дуттьових пристроїв за ходом кампанії без ламання футеровки агрегату за рахунок вільного виїзнення з труби нижньої частини фурми, яка містить вогнетривкий блок. Більш доцільно розташовувати вогнетривкий блок з металеві оболонкою або без металеві оболонки у трубі із зазором, бо, крім забезпечення швидкої заміни дуттьових пристроїв, це дозволить організувати додатковий захист фурми і навколофурменої футеровки від зносу шляхом подачі захисного газу до зазору між трубою і вогнетривким блоком з металеві оболонкою або без металеві оболонки, при цьому виконання кільцевого зазору більш переважніше при роботі фурми в якості донної, а серповидного - в якості бокової. Це викликано тією обставиною, що при роботі фурми в якості донної знос вогнетривкого блока і навколофурменої зони футеровки з усіх боків більш рівномірний, тому що з любого боку робочого торця донної фурми однакові теплові умови. При роботі фурми в якості бокової знос вогнетривків більше під фурмою, ніж над нею, що пояснюється більшим наближенням одного боку

дутьового пристрою до високотемпературного агресивного середовища (до розплаву). Це потребує подачі в дану зону більшої кількості захисного газу, що досягається виконанням у фурми серповидного зазору.

Невиконання кожної з наведених вимог негативно позначиться на ефективності роботи вогнетривкої паливно-кисневої фурми, її стійкості і стійкості футеровки конвертерного агрегату.

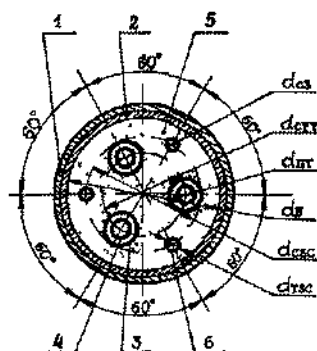
На фіг. 1 - 3 зображені варіанти виконання вогнетривкої паливно-кисневої фурми з трьома трубчастими соплами типу "труба у трубі", трьома допоміжними соплами подачі захисного середовища навколо вогнетривкового блока, який уміщений до металевої оболонки, і трубою навколо вогнетривкового блока, що встановлена наступним чином: на фіг. 1 - без зазору навколо вогнетривкового блока, на фіг. 2 - з кільцевим зазором навколо вогнетривкового блока, на фіг. 3 - з серповидним зазором навколо вогнетривкового блока. На фіг. 4-6 зображені поздовжні перерізи вогнетривкої паливно-кисневої фурми - на фіг. 4 допоміжні сопла подачі захисного середовища виконані паралельно вертикальній осі фурми, на фіг. 5 і фіг. 6 - під кутом до вертикальної осі фурми або тангенціально, при цьому на фіг. 4 фурма зображена без зазору навколо вогнетривкового блока, на фіг. 5 - з кільцевим зазором, на фіг. 6 - з серповидним зазором.

Дутьовий пристрій, що розташований у трубі 1, складається з трьох колекторів - I-го, II-го і III-го, металевої оболонки 2 навколо вогнетривкового блока, трубчастих сопел типу "труба у трубі", які розташовані паралельно вертикальній осі фурми (фіг. 4, 5), під нахилом до неї або тангенціально (фіг. 5, 6). Дутьовий пристрій складається з концентрично розташованих зовнішніх 3 і внутрішніх 4 труб, що утворюють центральні канали подачі окислювача (кисню) і периферійні кільцеві канали подачі захисного середовища (вуглеводневого газу) навколо кисневих струменів, вогнетривкового блока 5, трубчастих сопел 6 подачі захисного середовища навколо вогнетривкового блока, які розташовані паралельно вертикальній осі фурми (фіг. 4), під нахилом до неї або тангенціально (фіг. 5, 6). Дутьовий пристрій розташований без зазору (фіг. 1, 4), з кільцевим (фіг. 2, 5) або серповидним (фіг. 3, 6) зазором у трубі 1, що встановлена в футеровці 7 конвертера і кріпиться до його корпусу 8. Фурма кріпиться до корпусу 8 конвертера за допомогою болтів 10 і гаек 11, які одночасно з прокладкою 9 забезпечують герметизацію з навколишнім середовищем 1-го колектора, що складається з фланця 12, до якого прикріплена зовнішня труба 2 фурми, нижньої чаші 13, у яку уварені патрубок 14 для подачі газів до 1-го колектора і зовнішня труба 3 сопел типу "труба у трубі", перегородки 15, у яку уварені трубчасті сопла 4 і 6 та яка відділяє 1-й колектор від II-го. До перегородки 15 своїм одним кінцем приєднана труба 16, на другому кінці якої кріпиться фланець 12'. В трубу 16, що утворює II-й колектор, уварений патрубок 17 для подачі газів

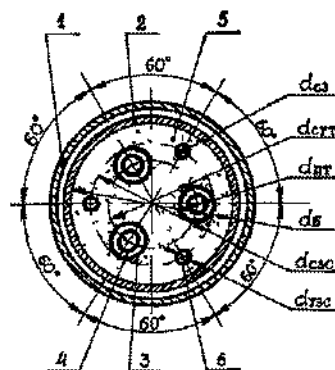
до II-го колектора. Герметизацію II-го колектора з навколишнім середовищем забезпечують болти 10' і гайки 11' спільно з прокладкою 9', фланцем 12' і перегородкою 18, у яку уварені трубчасті сопла 6 подачі захисного середовища навколо вогнетривкового блока 5. До перегородки 18 за допомогою тих же болтів 10' і гаек 11' приєднаний фланець 12'', до якого приєднана своїм одним кінцем труба 19, що утворює III-й колектор. Кришка 21 за допомогою зварного шва 22 закриває другий кінець труби 19, у який уварений патрубок 20 для подачі газів до III-го колектора. Герметизацію III-го колектора з навколишнім середовищем забезпечують болти 10' і гайки 11' спільно з прокладкою 9', фланцем 12'' і перегородкою 18, яка також здійснює герметизацію II-го та III-го колекторів між собою. Якщо фурма встановлена із зазором у трубі 1, тоді нижня чаша 13 може мати отвори 23 будь-якого перерізу для подачі газу з 1-го колектора до зазору між трубою 1 і металевою оболонкою 2 навколо вогнетривкового блока 5.

Фурма може виконуватися в будь-якому сполученні наведених елементів. Фурма працює наступним чином. По патрубку 14 до I-го колектора надходить захисний вуглеводневий газ типу C_nH_m (CH_4 , C_2H_6 та ін.), потрапляє до порожнини конвертера через труби 3, утворюючи захисну оболонку навколо кисневих струменів, які формуються за рахунок подачі кисню через патрубок 17 до II-го колектора з наступним надходженням його до труб 4. До патрубку 20 надходить захисний газ для формування захисту вогнетривкового блока 5 фурми і вогнетривкої футеровки 7 у навколофурменій зоні. З метою більш ефективного захисту вогнетривів фурми і футеровки конвертера труби 1 і 2 можуть встановлюватися з зазором - як з кільцевим (фіг. 2, 5), так і з серповидним (фіг. 3, 6), в який за рахунок виконання отворів 23 у нижній чаші 13 з 1-го колектора потрапляє захисний газ і формує додаткову захисну оболонку навколо фурми і навколофурменій зони футеровки конвертера. При відключенні подачі захисного газу або окислювача з метою запобігання забивання каналів фурми шлакометалевою емульсією по каналам фурми може подаватися азот або інший нейтральний газ.

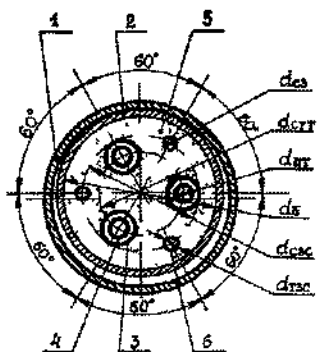
Застосування запропонованої конструкції вогнетривкої паливно-кисневої фурми дозволить підвищити ефективність роботи фурми у режимах допалювання горючих складових конвертерного газу, попереднього підігрівання брукхту, випалювання та розігрівання футеровки, підвищити стійкість вогнетривів фурми і футеровки конвертера, швидко здійснювати заміну зношених фурм за ходом кампанії без заміни футеровки агрегату, що дозволить отримати значний економічний ефект в результаті економії паливно-енергетичних ресурсів та вогнетривких матеріалів, підвищення продуктивності агрегатів і зниження собівартості виплавленої сталі.



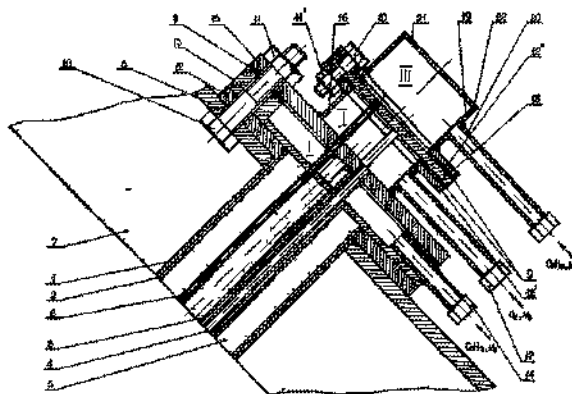
Фиг. 1



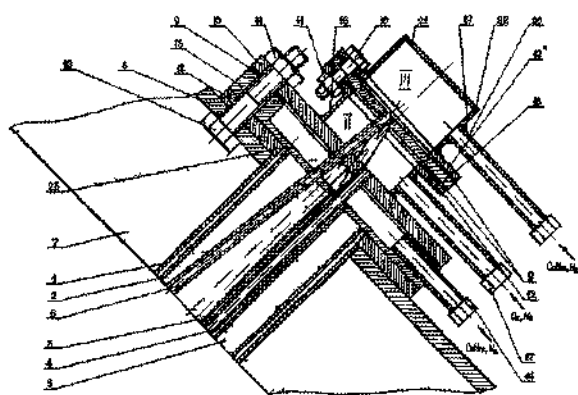
Фиг. 2



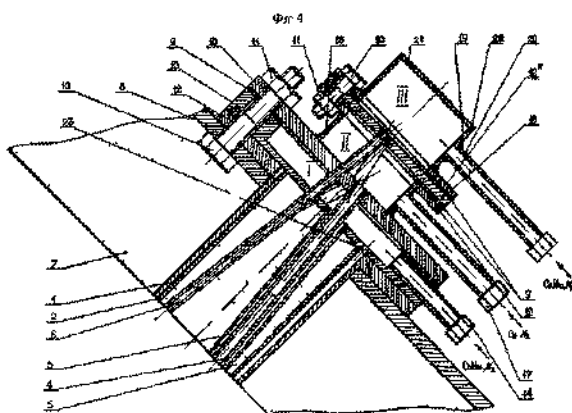
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6