



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 77053

(13) C2

(51) МПК (2006)

C21C 5/52 (2006.01)

C21C 5/46

C21C 5/48

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПІРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ, МЕТАЛЕВИХ РОЗПЛАВІВ І/АБО ШЛАКІВ ТА ІНЖЕКТОРНИЙ ПРИСТРІЙ

1

(21) 20040806796

(22) 13.01.2003

(24) 16.10.2006

(86) PCT/EP03/00237, 13.01.2003

(31) 102 01 108.7

(32) 15.01.2002

(33) DE

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Мейн Маттіас, DE, Монхайм Петер, DE, Шольц Райнхард, DE

(73) СМС ДЕМАГ АКЦІОНГЕЗЕЛЛЬШАФТ, DE

(56) FR 2681417 A1, 19.03.1993

US 6030431 A, 29.02.2000

EP 0866138 A1, 23.09.1998

FR 2644558 A1, 21.09.1990

(57) 1. Спосіб пірометалургійної обробки металів, металевих розплавів і/або шлаків у металургійному агрегаті або плавильній посудині, зокрема для верхнього продування у дуговій електропечі або вдування насичених киснем газів в неї, в якому за допомогою інжекторного пристрою (1) прискорюють насичені киснем гази до надзвукової швидкості і високошвидкісний струмінь (6'), що виходить з пристрою (1), повністю захищають, оточуючи його газовою сорочкою (5'), і використовують для пірометалургійної обробки, який **відрізняється** тим, що газова сорочка являє собою гарячий газ (5), який вводять в центральний високошвидкісний струмінь (6') з можливістю мінімізації відносної швидкості та обміну імпульсами між центральним високошвидкісним струменем (6') та сорочковим струменем (5) гарячого газу (квазіізокінетичне введення), причому високошвидкісний струмінь (6') в інжекторному пристрої (1) з кисневим інжектором (10), у сопловій системі, переважно у вигляді сопла Лавалю, прискорюють до швидкості 300-850 м/с, а гарячий газ (5) за допомогою сопла (4) з кільцевою щільною інжекторного пристрою (1) прискорюють приблизно до такої самої швидкості, причому гарячий газ (5) подають на вхід в інжекторний пристрій (1) з температурою 300-1800°C.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що гарячий газ (5) одержують за рахунок зовнішньої реакції палива (8, 8') з окисником і/або за рахунок

2

рециркуляції гарячих газів з металургійного агрегату.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для одержання гарячого газу використовують підігрітий окисник з вмістом кисню 10-100 об. %, переважно 21 об. %.

4. Спосіб за п. 3, який **відрізняється** тим, що підігрівання окисника поєднане з охолодженням інжекторного пристрою (1) і/або є його складовою частиною.

5. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що встановлення температури гарячого газу на вході в інжекторний пристрій (1) здійснюють за допомогою регулювання потужності генератора (20) гарячого газу і/або за допомогою введення рідкої води (19) в гарячий газ перед його прискоренням.

6. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вміст кисню в насичених киснем газах (6) становить 10-100 об.%, переважно >95 об. %.

7. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що в центральний кисневий струмінь (6) при необхідності вводять тверді речовини у вигляді частинок і/або рідкі речовини (8), причому введення цих речовин здійснюють за допомогою розташованого коаксіально всередині кисневого інжектора (10) адитивного інжектора (15) центрально, в тому самому напрямку і до закінчення процесу прискорення кисневого струменя (6).

8. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що тверді речовини (8) у вигляді частинок містять вуглець, наприклад вугільний або коксовий пил, лужні і/або лужноземельні метали, наприклад вапняк, негашене вапно або доломіт, а рідкі речовини (8') містять вуглець, наприклад природний газ, коксовий газ, конвертерний газ, мазут, відповідно у високій концентрації, наприклад >30 мас. %.

9. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що кисневий інжектор (10) навперемінно експлуатують з технічним киснем і повітрям, причому перемикання з введення кисню на введення повітря і зворотню здійснюють за допомогою багатопозиційного клапана (31), а для живлення повітрям використовують джерело окисника або інше джерело, наприклад пневмережу (22) або повітродовку (21).

(13) C2

(11) 77053

(19) UA

10. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що регулювання роботи генератора (20) гарячого повітря, наприклад регулювання значення коефіцієнта надлишку повітря λ , для горіння, регулювання температури гарячого повітря, регулювання вихідної температури охолоджувального повітря здійснюються за допомогою блока (R1) автоматизації.

11. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що регулювання роботи кисневого інжектора (10), наприклад об'ємного потоку, попереднього тиску, здійснюються за допомогою блока (R2) автоматизації.

12. Спосіб за п. 7, який **відрізняється** тим, що регулювання роботи адитивного інжектора (15), наприклад масового потоку, попереднього тиску, здійснюються за допомогою блока (R3) автоматизації.

13. Спосіб за будь-яким з пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що на металургійному агрегаті встановлюють більше одного інжекторного пристрою (1), переважно два-чотири.

14. Спосіб за будь-яким з пп. 10-12, який **відрізняється** тим, що координату роботи блока (R1, R2, R3) автоматизації здійснюють за допомогою центрального блока (R) автоматизації, що стоїть вище, який обмінюється даними з системою керування процесом (PLS) металургійного агрегату або є автономним, причому обмін даними відбувається з відповідними блоками додаткових інжекторних пристроїв (I).

15. Інжекторний пристрій (1) для пірометалургійної обробки металів, металевих розплавів і/або шлаків у металургійному агрегаті або плавильній посудині, зокрема для верхнього продування у дуговій електропечі або вдування насичених киснем газів (6) і/або вуглецевмісних речовин (8) в неї, причому інжекторний пристрій (1) виконаний з можливістю прискорення насичених киснем газів (6) до надзвукової швидкості і, в окремих випадках, введення у насичені киснем газу (6') вуглецевмісних речовин (8), переважно частинок, та забезпечення на виході інжекторного пристрою (1) високошвидкісного струменя, захищеного оточуючою його газовою

сорочкою, причому інжекторний пристрій (1) придатний для здійснення способу за будь-яким з пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що він має модульну конструкцію з окремих вузлів і складається з кисневого інжектора (10) з внутрішньою стінкою (11) та сопла (13) Лаваля для прискорення насичених киснем газів (6), оточених патрубком (2) для гарячого газу, у вихідній зоні якого розташоване сопло (4) з кільцевою щілиною або аналогічне конструктивне рішення з порівнянною дією для проходження і прискорення гарячого газу (5).

16. Пристрій (1) за п. 15, який **відрізняється** тим, що кисневий інжектор (10) встановлений з можливістю осьового переміщення, причому вихідна площа (S) кисневого інжектора (10) може бути позиціонована для цього у будь-якому положенні в горизонтальній частині інжекторного пристрою (1), між площинами (E3) та (E4).

17. Пристрій (1) за п. 15 або 16, який **відрізняється** тим, що вихідні зони для газів подовжені за допомогою загальної насадки (3) для гарячого газу.

18. Пристрій (1) за п. 15, який **відрізняється** тим, що у вхідній зоні патрубка (2) для гарячого газу розташований водорозпилювач (18).

19. Пристрій за п. 15, який **відрізняється** тим, що всередині центрального кисневого інжектора (10) розташований адитивний інжектор (15) у вигляді додаткової коаксіальної труби, вихідний отвір (16) якого виконаний у вигляді устя або сопла.

20. Пристрій за п. 19, який **відрізняється** тим, що вихідний отвір (16) адитивного інжектора (15) виконаний зі зносостійкого матеріалу і з можливістю заміни.

21. Пристрій за п. 19 або 20, який **відрізняється** тим, що адитивний інжектор (15) виконаний з можливістю осьового переміщення і позиціонування своєю вихідною площиною (B) між площинами (E1) та (E2), перед, за або у вхідному розрізі конфузора сопла (13) Лаваля кисневого інжектора (10).

22. Пристрій за п. 15, який **відрізняється** тим, що окремі вузли інжекторного пристрою (1) змонтовані на жорстко закріпленому в стінці металургійного агрегату загальному тримачі.

Винахід відноситься до способу пірометалургійної обробки металів, металевих розплавів і/або шлаків у металургійному агрегаті або плавильній посудині, зокрема для верхнього продування або вдування насичених киснем газів і/або вуглецевмісних речовин в дугову електропеч [Electric Arc Furnace, EAF] за допомогою інжекторного пристрою, який прискорює насичені киснем газу до надзвукової швидкості, причому в окремих випадках у насичені киснем газу вводять вуглецевмісні речовини, переважно частинки, і високошвидкісний струмінь, що виходить з інжекторного пристрою, захищений оточуючою газоподібною оболонкою, використовують для пірометалургійної обробки.

Відомі інжекторні пристрої для рідких матеріалів та матеріалів у вигляді частинок для застосування у промислових агрегатах, переважно для

пірометалургійної обробки металів та металевих розплавів при верхньому продуванні або вдуванні насичених киснем газів, зокрема у дугових електропечах і/або вуглецевмісних частинок на або у шар шлаку або пінистого шлаку дугової електропечі для спінення шлаку і/або для верхнього продування або вдування насичених киснем газів на і/або в металевий розплав, що знаходиться під шаром шлаку і/або пінистого шлаку, з метою його зневуглецювання. При цьому інжекторний пристрій спричиняє прискорення насичених киснем газів за допомогою сопла до надзвукової швидкості і в окремих випадках введення у насичені киснем газу вуглецевмісних частинок.

Розплавлення твердої шихти, наприклад скрапу або губчастого заліза, у дугових електропечах вимагає великих кількостей енергії (550-750кВтГ/т сталі). Для зниження потреби в електроенергії, а

також для скорочення часу плавки додатково використовують хімічну енергію (наприклад, природний газ або вугілля). Для забезпечення високих реакційних температур їх спалення відбувається у більшості випадків технічно чистим киснем. За рахунок цього в порівнянні з використанням повітря одночасно помітно зменшується питома кількість відхідних газів. На певних етапах процесу плавки відбувається вдування кисню і/або носіїв первинної енергії (наприклад, природного газу) для підтримки або прискорення нагрівання та розплавлення скрапу. Реакція відбувається над розплавом, переважно у безпосередньому контакті з твердим матеріалом, який розплавляється. Введення природного газу та кисню відбувається при цьому через спеціальні пальники у стінці печі або за допомогою водоохолоджуваних фурм.

Наступною стадією пірометалургійної обробки є стадія спінення шлаку. Пінистий шлак повинен екранувати стінки печі на стадії плоскої ванни від випромінювання дуги, для того щоб уникнути перегрівів ділянок стінок, зробити рівномірною споживану дуговою пічкою потужність і за рахунок зменшення втрат випромінюванням забезпечити, загалом, високу енергетичну ефективність. Для утворення пінистих шлаків переважно у граничний шар між шлаком та металом одночасно вдувають дрібнозернисті носії вуглецю та кисень.

Введення носіїв вуглецю відбувається переважно в зону граничного шару між металевим розплавом та шлаком (частково також під поверхню металевого розплаву). Як газ-носії використовують переважно стисле повітря, азот, а також газоподібні вуглеводні.

Вдування кисню відбувається переважно в зону граничного шару між металевим розплавом та шлаком для часткового окиснення вуглецю, який вдується, а також для зневуглецювання металевого розплаву. При частковому окисненні вуглецю, який міститься в носії вуглецю, виникає газоподібний моноксид вуглецю (CO). CO утворює у шлаку газові пухирці. Це спричиняє спінення шлаку. Пінистий шлак поліпшує використання енергії і зменшує навантаження на вогнетривку футерівку дугової електропечі. CO можна допалювати всередині або ззовні за рахунок окремого введення додаткових окисників.

Введення носіїв вуглецю, кисню і додаткових окисників відбувається комбіновано або окремо за допомогою

а) спеціальних інжекторно-соплових пристроїв в стінці печі;

б) охолоджуваних фурм через дверці або стінку печі або кришку;

в) неоохолоджуваних фурм через дверці або стінку печі або кришку;

г) систем донного продування.

Пристрої та способи, що застосовуються для описаних задач, мають, зокрема, такі недоліки.

При вдуванні газу та твердої речовини за допомогою одного загального інжекторного пристрою вищеназвані функції повинні бути інтегровані в один блок. Компоненти, що вдуються на окремих стадіях процесу, пред'являють різні і такі вимоги до відповідної інжекторної системи (швидкість потоку, місце вдування, характер змішуван-

ня/вигорання, завантаження у розплав і т.п.), які частково суперечать один одному. Тому блоки повинні бути реалізовані або дуже великими, або повинні бути знайдені компромісні рішення.

З [EP 0964065 A1] відомий інжекторний пристрій, який складається з двох конструктивних елементів, у якого один конструктивний елемент служить надзвуковим кисневим інжектором, а інший - вугільним інжектором. Осі обох конструктивних елементів орієнтовані так, що обидва утворені струмені перетинаються над дзеркалом ванни. Для забезпечення значного фокусування центральних кисневого та вугільного струменів їх оточують струменем природного газу, який виходить з соплового кільця, розташованого навколо центрального соплового отвору.

У [US 5904895] описаний водоохолоджуваний інжекторний пристрій з камерою згорання для утворення високошвидкісного полум'я з метою розплавлення твердих речовин, які знаходяться перед камерою згорання. Із збільшенням тривалості розплавлення дрібнодисперсні тверді речовини, наприклад вугілля та додатковий кисень, можуть бути з високою швидкістю введені в дугову електропеч, причому тверду речовину вводять збоку у вже прискорений кисневий струмінь. При цьому як струмінь твердої речовини, так і високошвидкісний кисневий струмінь захищають оточуючою їх газовою оболонкою.

У [EP 0866138 A1] описаний метод вдування у розплав газів (наприклад, кисню та природного газу). При цьому кисень, який виходить по центру з інжектора, прискорюють за допомогою сопла Лавалю до надзвукової швидкості. Для того щоб струмінь як можна довше зберігав свій вихідний імпульс, його захищають (повністю) оточуючою його газовою оболонкою. Газова оболонка утворюється при спаленні з киснем природного газу, який виходить з розташованого концентрично сопла Лавалю кільцевого зазору або соплового кільця. Кисень подають через розташований концентрично поза кільцем природного газу кільцевий зазор або соплове кільце.

У [EP 1092785 A1] описаний інжекторний пристрій, який оснований на принципі, відомому з EP 0866138 A1, і який додатково дозволяє вдувати тверді речовини у вигляді частинок. Введення твердої речовини відбувається при цьому так само, як і введення кисню всередині газової оболонки.

У [EP 0848795] описані способи спалення палива та відповідний пальник. Як паливо використовують як природний газ, так і тверді речовини у вигляді частинок. При цьому у циліндроподібний головний струмінь кисню або головний струмінь кисню, який розширюється злегка конусоподібно у напрямку струменя, вдувають декілька спрямованих навскоси до центральної подовжньої осі струменів природного газу. Головний струмінь прискорюють за допомогою сопла Лавалю до надзвукової швидкості. Струмені палива оточують головний струмінь і проникають в нього лише на деякому віддаленні. Всередині головного струменя за допомогою центральної труби утворюють другий струмінь палива, який є природним газом або твердим паливом, що вдується у головний струмінь після його прискорення.

Для того щоб у інжекторних пристроїв на як можна більш довгому відрізку шляху подавити розширення струменів, утворені струмені багаторазово оточують газовою оболонкою, яка утворюється звичайно за рахунок спалення природного газу. Газова оболонка призводить до небажаної втрати імпульсу центральним газовим струменем, оскільки швидкості протікання оболонкових струменів істотно нижче, ніж центрального газового струменя. Крім того, цей захід вимагає застосування додаткової речовини і, тим самим, більш високих енерговитрат. Це з технологічної точки зору значною мірою є непотрібним, а місцями також неефективним.

Виходячи з цього відомого рівня техніки задачею винаходу є розробка інжекторного пристрою та створення способу експлуатації, за допомогою якого можна було б максимізувати довжину струменя насиченого киснем газу, який вільно виходить у внутрішній простір металургійного агрегату, і глибину його проникнення у існуючий шлаковий шар. При цьому значною мірою повинні бути усунуті недоліки відомих пристроїв для спільного використання кисню та твердої речовини у різних експлуатаційних станах, а саме

- високе питоме використання енергії;
- необхідні маніпуляції або декілька отворів у металургійному агрегаті;
- складна конструкція.

Поставлена задача вирішується у частині способу за допомогою інжекторного пристрою описаного вище роду з відмітними ознаками п. 1 формули винаходу за рахунок того, що газова оболонка являє собою гарячий газ» який вводиться у центральний високошвидкісний струмінь з можливістю мінімізації відносної швидкості та обміну імпульсами між центральним високошвидкісним струменем та оболонковим струменем гарячого газу (квазі ізокінетичне введення).

Інжекторний пристрій для здійснення способу, згідно з винаходом, охарактеризований ознаками п.17 формули винаходу. Переважні виконання та удосконалення винаходу наведені у відповідних залежних пунктах.

За рахунок способу, згідно з винаходом, при якому центральний, насичений киснем газовий струмінь оточують гарячим газом з як можна меншою втратою імпульсу, переважно досягаються збільшення довжини та глибини проникнення газового струменя у шлаковий шар, що знаходиться над металевим розплавом, для створення інтенсивного перемішування і руху, а також поліпшення вдування твердих речовин у вигляді частинок, наприклад носіїв вуглецю, пилу або домішок.

Для цієї мети центральний газовий струмінь спрямовують через кисневий інжектор (довгаста труба з соплом Лавалю), прискорюють до швидкості 300-850 м/с і у протилежність відомих рішенням оточують оболонковим струменем з гарячого газу. Гарячий газ утворюють при цьому за рахунок зовнішнього спалення у генераторі гарячого газу, наприклад, природного газу з повітрям у стандартному високошвидкісному пальнику, за рахунок рециркуляції гарячих пічних відхідних газів за допомогою окремого високотемпературного компресора або за рахунок комбінації обох заходів.

Якщо утворення гарячого газу відбувається за рахунок зовнішньої реакції палива з окисником, то для цього використовують окисник із вмістом кисню 10-100 об.%, переважно 21 об.%. Процес окиснення проводять у будь-якому випадку нестехіометрично. Коефіцієнт надлишку повітря у генераторі гарячого газу встановлюють на значення 1,05-2,0 (переважно 1,3-1,5). Окисник може бути підігрітий до температур 50-600°C (переважно 200-400°C). Підігрівання може відбуватися ззовні або всередині інжекторного пристрою. Переважно підігрівання окисника поєднують з системою охолодження інжекторного пристрою, або він є його істотною складовою частиною.

Температура гарячого газу становить при вході в інжекторний пальник 300-1800°C. У цьому температурному діапазоні швидкість звуку гарячого газу внаслідок основних термодинамічних закономірностей істотно вище, ніж холодного центрального струменя. Таким чином, вихідна швидкість гарячого газу вже за допомогою простого сопла підвищується в діапазон швидкості потоку центрального струменя.

Для регулювання температури, згідно з винаходом, можна вводити в гарячий газ перед його прискоренням воду. За рахунок цього забезпечене швидке і точне регулювання температури. Крім того, підвищена частка водяної пари позитивно впливає на реакційну атмосферу в робочому просторі печі.

Інжекторний пристрій, згідно з винаходом, являє собою модульну конструкцію і складається з довгастої труби з соплом Лавалю та кисневого інжектора для прискорення насичених киснем газів, вихідна зона яких оточена соплом з кільцевою щільною або аналогічним конструктивним рішенням з порівнянною дією для проходження гарячих газів. З метою фокусування і поліпшення характеристики протікання у вихідній площині вихідна зона обох газів забезпечена подовжувальною насадкою для гарячих газів.

Для вдування речовин у вигляді частинок по центру у кисневому інжекторі розташований адитивний інжектор у вигляді додаткової коаксіальної труби з вихідним отвором. Адитивний інжектор встановлений з можливістю осьового переміщення. Вихідна площина В адитивного інжектора може бути позиціонована при цьому перед, в або за вхідним перерізом конфузора сопла Лавалю кисневого інжектора (якщо дивитися відповідно у напрямку протікання). Позиціонування вихідного отвору адитивного інжектора всередині кисневого інжектора може відбуватися за рахунок осьового переміщення адитивного інжектора або кисневого інжектора або за рахунок їх комбінування. Вихідний отвір адитивного інжектора може бути виконаний у вигляді простого устя або сопла. Переважно вихідний отвір адитивного інжектора позиціонують перед соплом Лавалю кисневого інжектора, так що речовини у вигляді частинок прискорюють за допомогою сопла Лавалю разом з насиченим киснем газом.

Через високий знос речовинами у вигляді частинок вихідний отвір адитивного інжектора доцільно виготовляти з зносостійкого матеріалу. Для захисту зовнішньої оболонки кисневого інжектора

вона може бути забезпечена керамічним захисним шаром або керамічною захисною трубою.

Можна також вводити через цей адитивний інжектор у насичений киснем газовий струмінь інші речовини не у вигляді частинок, наприклад, газоподібні палива, такі як природний газ, або рідкі палива, такі як мазут. Для пристосування до спеціальних вимог даного виду палива необхідні різні виконання адитивного інжектора. Тому за рахунок відповідного конструктивного виконання він може бути швидко і з малими витратами пристосований до даних виробничих вимог і забезпечений, наприклад, змінним вихідним соплом і виконаний з можливістю осьового переміщення вручну або автоматично за допомогою відповідних додаткових пристроїв.

Інжекторний пристрій для вдування газу та твердої речовини, згідно з винаходом, виконаний модульним. Окремі вузли змонтовані на загальному несучому блоці, який міцно розташований в стінці металургійного агрегату. За рахунок цього надійно запобігають небажаному проникненню оточуючого повітря в робочий простір печі і небезпечний вихід реакційних газів в навколишнє середовище.

Інжекторний пристрій може мати універсальне застосування для введення будь-яких речовин (кисень, носії кисню, домішки і т.п.), відповідно необхідних на окремих етапах металургійної обробки, у відповідно необхідних якості та кількості за рахунок виконання з стабільних, конструктивно простих компонентів. Це гарантує невеликі витрати на обслуговування та встановлення і у разі необхідності забезпечує швидку заміну окремих конструктивних елементів також при роботі печі.

Для забезпечення високої ефективності інжекторної системи у плавильному агрегаті можуть бути встановлені більше одного інжекторного пристрою (переважно два-чотири). Експлуатацію встановлених інжекторних пристроїв координують і контролюють тоді за допомогою вищестоящої системи керування.

Інші переваги, подробиці та ознаки винаходу більш детально пояснюються нижче за допомогою прикладів виконання, схематично зображених на кресленні, на якому представляють:

Фіг.1 - розріз інжекторного пристрою, згідно з винаходом (основна версія);

Фіг.2 - розріз інжекторного пристрою за Фіг.1 з адитивним інжектором;

Фіг.3 - карту технологічного процесу роботи інжекторного пристрою;

Фіг.4 - MSR-схему (карту технологічного процесу роботи) інжекторного пристрою.

На Фіг.1 у схематичному розрізі зображений інжекторний пристрій 1, згідно з винаходом, який у зображеному прикладі виконання складається, в основному, із загнутого патрубка 2 для гарячого газу, в який збоку вставлений кисневий інжектор 10. Кисневий інжектор 10 вставлений при цьому переважно так, що подовжня вісь горизонтальної частини інжекторного пристрою 1 співпадає з подовжною віссю кисневого інжектора 10. На своєму передньому кінці - на кресленні праворуч - прохідний діаметр патрубка 2 звужений за рахунок конфузора 7, який проходить навскоси всередину,

настільки, що патрубок 2 утворює з кисневим інжектором 10 в цій зоні концентричне сопло 4 з кільцевою щілиною або аналогічне конструктивне рішення з порівнянно дією (нижче для простоти назване соплом з кільцевою щілиною).

Вставлений в патрубок 2 для гарячого газу кисневий інжектор 10 складається з довгастої труби або внутрішньої стінки 11 інжектора, оточеної керамічним захисним шаром 12 і виконаним в передній частині соплом 13 Лавалля. Через це сопло 13 Лавалля спрямовують по стрілці насичений киснем газ 6, при цьому прискорюють його, і він виходить по стрілці з вихідного отвору 14 у вигляді центрального газового струменя 6'. У цій вихідній зоні насичений киснем газ 6' оточують гарячим газом 5', який протікає в тому самому напрямку і прискорений в соплі 4 з кільцевою щілиною. Для фокусування газових струменів 5', 6' ця вихідна зона подовжена насадкою 3 для гарячого газу, внутрішній діаметр якої відповідає мінімальному зовнішньому діаметру сопла 4 з кільцевою щілиною.

Кисневий інжектор 10 виконаний з можливістю осьового переміщення, причому його вихідна площа 5 може бути позиціонована у будь-якому положенні між площинами Е3 та Е4 патрубка 2 для гарячого газу.

На Фіг.2 зображений інжекторний пристрій 1, який в порівнянні з інжекторним пристроєм 1 на Фіг.1 доповнений адитивним інжектором 15 та водорозпилювачем 18. Однакові конструктивні елементи для кращого сприйняття позначені тими самими посилальними позиціями. Водорозпилювач 18 знаходиться у завантажувальній зоні інжекторного пристрою 1 в патрубку 2 для гарячого газу і розташований з можливістю розпилення води 19 проти напрямку протікання гарячого газу 5 в цій зоні. Кисневий інжектор 10 оточений не керамічним захисним шаром, як у прикладі виконання за Фіг.1, а утримується тут керамічною захисною трубою 17. Адитивний інжектор 15 складається, в основному, з довгастої труби з передньою паливною форсункою 16 і вставлений у кисневий інжектор 10 настільки, що отвір форсунки 16 знаходиться ще перед соплом 13 Лавалля кисневого інжектора 10. Таким чином, вуглецьвмісні речовини 8, 8' і насичений киснем газ 6' виносяться з вихідного отвору 14 у вигляді центрального струменя 9.

На Фіг.3 зображені принципова схема подачі необхідних для роботи інжекторного пристрою 1 середовищ та типове з'єднання компонентів інжекторного пристрою 1. Гарячий газ 5 одержують ззовні в окремому генераторі 20 з потоку 8 палива і потоку 6 окисника. Генератор 20 з'єднують переважно безпосередньо з інжекторним пристроєм, або він є його складовою частиною. У зображеному прикладі як окисник використовують повітря 23. Повітря 23 може подаватися окремою повітродувкою 21 або відбиратися з пневмомережі 22. Повітря 23 перед подачею до генератора 20 спочатку використовують для охолодження зовнішніх стінок інжекторного пристрою 1. Він підігрівается за рахунок цього до температур 50-600°C. Це підігрівання позитивно впливає на використання палива у генераторі 20. Генератор 20 продовжує безперервно працювати. Те саме відноситься до системи

охолодження. За рахунок керування запірною арматурою 25, 26, 27 включають та переривають постачання відповідними потоками середовищ. Регулювання об'ємних потоків відбувається за допомогою регулюючої арматури 28, 29, 30. Якщо відбувається інжектування кисню, то багатопозиційний клапан 31 встановлений так, що підведення повітря до кисневого інжектора перерване. Якщо з технологічних причин інжектування кисню не потрібне, то багатопозиційний клапан 31 встановлюється так, що підведення кисню до кисневого інжектора 10 переривається. У цьому випадку до кисневого інжектора 10 подають повітря 23.

На Фіг.4 зображена MSR-схема (карта технологічного процесу) для інжекторного пристрою 1. Для належної та надійної роботи інжекторного пристрою 1 положення запірної арматури 25, 26, 27 потрібно змінювати під наглядом та контролем. Виникненню неприпустимих або небезпечних експлуатаційних станів запобігають за допомогою відповідних фіксацій або блокування. Центральний блок R автоматизації пов'язаний з вищестоящою системою PLS (системою керування процесом) металургійного агрегату і в залежності від режиму його роботи передає необхідні команди на нижчестоящі блоки, а також на блоки R1 та R2 автоматизації. Блок R1 є відповідальним за регулювання температури гарячого газу, потужність генератора гарячого газу і коефіцієнт надлишку повітря. Необхідні для цього параметри процесу безперервно реєструють відповідними датчиками і передають на комп'ютер. Блок R2 служить для регулювання об'ємного потоку кисню.

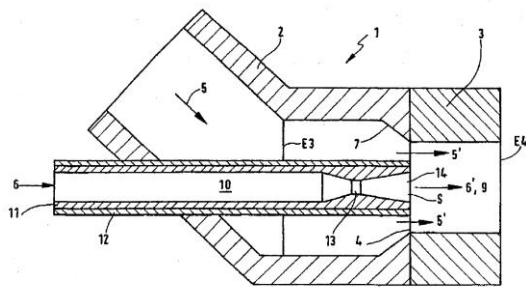
Регулювання роботи адитивного інжектора 15 відбувається за допомогою додаткового блока автоматизації (наприклад, для масового потоку, попереднього тиску). Цей позначений, наприклад, поз. R3 блок схематично зображений на Фіг.4.

Згідно з винаходом, на металургійному агрега-

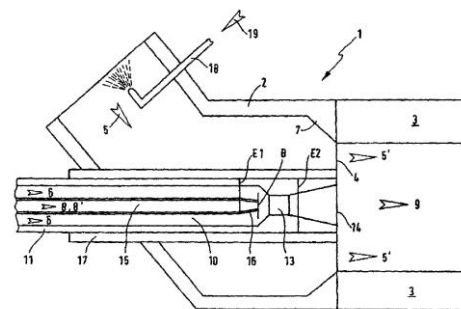
ті можуть бути розташовані декілька, переважно два-чотири інжекторних пристроїв 1. Для спільного регулювання цих інжекторних пристроїв і здійснюють обмін даними між блоком R автоматизації та вищестоящою системою PLS.

Перелік посилальних позицій

- 1 - інжекторний пристрій
- 2 - патрубок для гарячого газу
- 3 - гільза для гарячого газу
- 4 - сопло з кільцевою щільною
- 5, 5' - гарячий газ
- 6, 6' - насичений киснем газ
- 7 - конфузур
- 8 - паливо
- 9 - центральний струмінь
- 10 - кисневий інжектор
- 11 - внутрішня стінка інжектора
- 12 - керамічний захисний шар
- 13 - сопло Лавалля
- 14 - вихідний отвір
- 15 - адитивний інжектор
- 16 - вихідний отвір
- 17 - керамічна захисна труба
- 18 - водорозпилювач
- 19 - вода
- 20 - генератор гарячого газу
- 21 - повітродувка
- 22 - пневмомережа
- 23 - повітря
- 25, 26, 27 - запірні арматури
- 28, 29, 30 - регулююча арматура
- 31 - багатопозиційний клапан
- I - додаткові інжекторні пристрої 1
- PLS - система керування процесом
- R - центральний блок автоматизації
- R1 - блок автоматизації
- R2 - блок автоматизації
- R3 - блок автоматизації



Фіг. 1

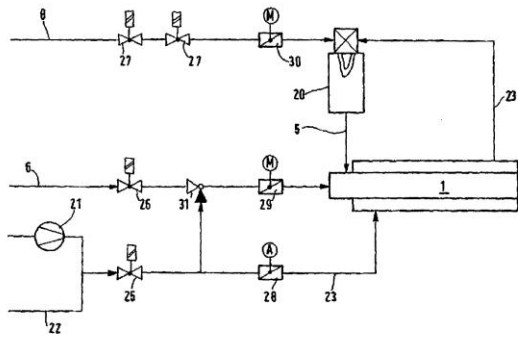


Фіг. 2

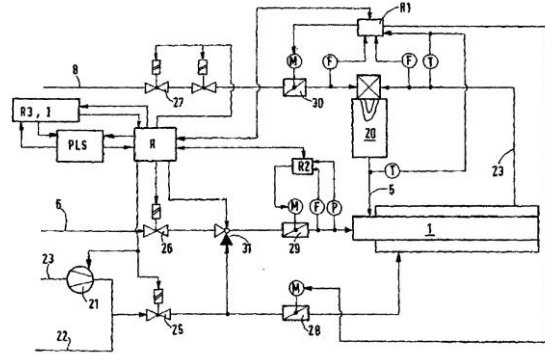
13

77053

14



Фиг. 3



Фиг. 4