



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52556 (13) A

(51) 6 C21D9/00, F27B9/02

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

(54) СПОСІБ НАГРІВАННЯ ЗАГОТОВОК В ПЕЧІ З КРОКУЮЧИМ ПОДОМ

1

2

(21) 2002108151

(22) 15 10 2002

(24) 16 12 2002

(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р.

(72) Дубина Олег Вікторович, Сокурєнко Анатолій Валентинович, Шеремет Володимир Олександрович, Любімов Іван Михайлович, Коваленко Іван Михайлович, Щур Віталій Андрійович, Колесник Ігор Вікторович, Лозова Валентина Андріївна, Лєгостаєв Микола Іванович, Іванов Іван Іванович, Волков Володимир Пилипович

(73) КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПРІНЧИО-МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ "КРИВОРІЖСТАЛЬ"

(57) Спосіб нагрівання заготовок у печі з крокуючим подом, що включає розміщення металу на поду, подачу палива в пальники з подальшим його спалюванням, подачу струменя теплоносія через ряди сопел склепіння і продуктів згорання із високотемпературних зон у методичну зону, відбір

відпрацьованих продуктів згорання на початку методичної зони, нагрівання повітря за рахунок тепла відпрацьованих продуктів згорання, подачу підігрітого повітря в пальники, який відрізняється тим, що при витраті палива на піч 30-35% від номінальної здійснюють подачу підігрітого повітря через сопла склепіння першого ряду від початку методичної зони в кількості 60-100% від номінальної витрати палива на піч, зі зниженням витрати палива на піч на кожні 60-100% східчасто збільшують на ту ж величину подачу підігрітого повітря у методичну зону шляхом послідовного включення рядів сопел склепіння в напрямку руху металу, а з підвищенням витрати палива на піч на кожні 60-100% східчасто зменшують на ту ж величину подачу підігрітого повітря у методичну зону шляхом послідовного відключення рядів сопел склепіння в напрямку, протилежному напрямку руху металу

Винахід належить до металургійної теплотехніки, зокрема до багатозонних печей з крокуючим подом для нагрівання металу перед обробкою тиском і може бути використаний в методичних нагрівальних печах металургії, машинобудування та інших галузей промисловості

Відомий спосіб нагрівання металу, що реалізується в нагрівальній печі з подачею високошвидкісних струменів продуктів згорання на поверхню металу, що нагрівається із сопел швидкісних газозапальних пристроїв, які встановлені у склепінні печі (Авторське свідоцтво СРСР № 64571, кл. С21Д3/00, 1977)

Недоліком даного способу нагрівання є низька ефективність використання тепла палива у печі (ККД складає 26-31%), великі втрати тепла з димовими газами, ідо відходять, температура яких складає 1150°-1200°С низька якість нагрівання металу через місцеве перегрівання

Найбільш близьким за технічною сутністю досягнутому результату до заявленого способу є спосіб нагрівання заготовок, що реалізується у печі з пристроєм, який підвищує тиск продуктів згорання, що включає розміщення металу на по-

ду, подачу палива у пальники з подальшим його спалюванням, подану струменя теплоносія через ряди сопел склепіння і продуктів згорання із високотемпературних зон до методичної зони, вибір відпрацьованих продуктів згорання на початку методичної зони нагрівання повітря за рахунок тепла відпрацьованих продуктів згорання, подачу підігрітого повітря в пальники, до того ж проводять відбір продуктів згорання, що відходять перед димовою трубою димососом створюють необхідний тиск, відбирають інжектором продувай згорання із високотемпературних зон у трубопроводі і подають по ним продуктів згорання в якості теплоносія у сопла на склепінні методичної зони (Патент США № 3801267 кл. 432-171 (F27B9/02), 1974)

Недоліком відомого способу нагрівання є підвищена питома витрата палива, втрати металу з окалиною, брак під час прокатки, низька експлуатаційна стійкість поду печі

Це пояснюється наступним. Продукти згорання відбирають у трубопроводі із високотемпературних зон (зварювальних і томильних), повністю виключаються із процесу теплопередачі

(13) A

(11) 52556

(19) UA

до металу у цих зонах пропорціонально кількості відібраних із цих зон продуктів згорання, понижаються швидкості противоточного руху газів і металу, падає конвективна тепловіддача. Пониження інтенсивності руху газів приводить до підвищення градієнта температур в робочому просторі, появи застійних зон, нерівномірності нагрівання металу і видачі у прокат заготовок з різницею температури по довжині, вище припущеною за технологією.

Крім того, відбір продуктів згорання із зварювальних і томильних зон інжектором в трубопроводі знижує тиск у цих зонах. Зі зміщенням лінії нульового тиску вище рівня поду у печі з крокуючим подом через зазори між рухомими і нерухомими частинами поду починається інтенсивне підсосування атмосферного повітря, підстуджування нижніх граней заготовок, їх жолоблення і довільне катування, що спричиняє швидке зношування руйнування поду. Прокатка деформованих підстуджених заготовок ускладнена і супроводжується великим відсотком браку.

Через високу температуру поверхні заготовок у цих зонах ріст концентрації кисню в газовій атмосфері біля поду різко посилює процеси окиснення, збільшуються втрати металу з окатиною.

Підсосування повітря і піддування заготовок нерівні з погіршенням теплообмінних процесів у робочому просторі обумовлює необхідність підвищення теплової потужності зварювальних і томильних зон, що супроводжується підвищенням витрати палива на нагрівання металу. Формування роботи високотемпературних зон збільшує небезпеку перегрівання і оплавлення верхніх граней заготовок, які повернені до факелів, що є додатковою причиною втрат металу і одержання браку при прокатці.

Задачами, на вирішення яких направлено цей винахід, є зміна способу нагрівання залишок у печі з крокуючим подом шляхом подачі у піч сопла підігртого повітря в кількості 60-100% від номінальної витрати палива у піч через сопла склепіння першого ряду від початку методичної зони при витраті палива на піч 30-35% від номінального, послідовного включення рядів сопел оводу в напрямку руху металу при пониженой витраті палива на піч на кожні 60-100% і східчастого збільшення на ту ж величину подачі підігртого повітря у методичну зону, послідовного відключення рядів склепіння у напрямку, протилежному рухові металу, при збільшенні втрати палива на піч на кожні 60-100% і східчастого зменшення на ту ж величину подачі підігртого повітря в методичну зону, що дозволяє підвищити ефективність використання тепла продуктів згорання у робочому просторі за рахунок підвищення швидкостей протитечійного руху газів у металі, знизити нерівномірність нагрівання заготовок за рахунок інтенсифікації процесів тепломасопереносу у газовій фазі, виключити підсоси повітря через подану по всій довжині печі і підстуджування заготовок, скоротити питому витрату палива, втрати металу з окатиною, брак при прокаті, підвищити експлуатаційну стійкість поду печі.

Технічний результат досягається тим, що у способі нагрівання заготовки у печі з крокуючим подом, що включає розміщення металу на поду, подачу палива в пальники з подальшим його спалюванням, подачу струменя теплоносія через ради сопел склепіння і продуктів згорання із високотемпературних зон у методичну зону, відбір відпрацьованих продуктів згорання на початку методичної зони, нагрівання повітря за рахунок тепла відпрацьованих продуктів згорання, подачу підігртого повітря у пальники, згідно винаходу при витраті палива на піч 30-35% від номінального виконують подачу підігртого повітря через сопла склепіння склепіння ряду від початку методичної зони у кількості 60-100% від номінальної витрати палива на піч, зі зниженням втрати палива на піч на кожні 60-100% східчасто збільшують на ту ж величину подачу підігртого повітря у методичну зону шляхом послідовного відключення рядів сопел своду в напрямку руху металу, а з підвищенням витрати палива на піч на кожні 60-100% східчасто зменшують на ту ж величину подачу підігртого повітря у методичну зону шляхом послідовного відточення рядів сопел склепіння в напрямку, протилежному руху металу.

Між сукупністю істотних ознак винаходу та досягнутим технічним результатом існує, причинно-наслідковий зв'язок, тому що саме подача підігртого повітря у кількості 60-100% від номінальної витрати палива на піч через сопла своду першого ряду від початку методичної зони при витраті палива на піч 30-35% від номінального, послідовне включення рядів сопел склепіння в напрямку руху металу при зменшенні витрати палива на піч на кожні 60-100% і східчасте збільшення на ту ж величину подачі підігртого повітря у методичну зону, послідовне виключення рядів сопел склепіння в напрямку, протилежному рухові металу, при збільшенні витрат палива на піч на кожні 60-100% і східчасте зменшення на ту ж величину подачі підігртого повітря у методичну зону дозволило інтенсифікувати тепловіддачу від газів до металу і підвищити ступінь засвоєння металом тепла продуктів згорання у робочому просторі, утворити аеродинамічний бар'єр високотемпературних продуктів згорання із зварювальних і томильних зон біля своду методичної зони у димопад та змістити їх потік до рівня металу, підтримувати оптимальне розподілення тиску біля поду печі по всій її довжині, попередити підсосування холодного повітря у печі і вибивання пічних газів через нещільність поду при зниженні теплової потужності печі до 30-35% і менше інтенсифікація теплообміну, підвищення ступеню утилізації тепла продуктів згорання у робочому просторі, виключення підсосів холодного повітря сприяє зниженню питомих витрат палива на нагрівання металу. Відсутність підстуджування заготовок холодним повітрям зі сторони поду попереджує їх деформування і мимовільну кантовку у протесі нагрівання і передчасний вихід із ладу елементів поду. Крім того, відпадає необхідність формування зварювальних і томильних зон переважної витрати палива у них, забезпечується видача у прокат нагрітих, недеформованих заготовок, без

оплавлення поверхонь і перепалу, що підвищує вихід придатної продукції при прокатці. Процес нагрівання металу протікає у середовищі продуктів згорання з мінімальною концентрацією кисню, обумовленою тільки умовами повного спалювання палива у межах робочого простору, що різко знижує швидкість окалиноутворення і зменшує втрати металу з окалиною.

Оскільки заявлена сукупність істотних ознак дозволяє вирішити поставлену задачу, обумовлену відмінними ознаками, запропонований винахід відповідає критерію "Позитивний ефект" за наявності різниці у результаті при використанні його і прототипу.

Для визначення відповідності заявленого технічного рішення критерію "Винахідницький рівень" проведено пошук в науково-технічній літературі і патентній документації (головний індекс С21Д 9/00, 3/00, 9/70, 11/00, 1/74, F27В 9/20, 9/02, 1/26, F27Д 7/00, 19/00, 13/12). Оскільки відомих технічних рішень з подібними ознаками, які б виконували заявлену функцію не виявлено, заявлене технічне рішення відповідає критерію "Винахідницький рівень".

Спосіб здійснюється наступним чином. Заготовки, що найшли на нагрівання через вікно посаду розташовують на поду печі і переміщують уздовж робочого простору до вікна видачі. Пальники зварювальних і томільних зон подають паливо, спалюють його з повітрям, яке підігрівають у повітронагрівачі за рахунок тепла, димових газів, що виходять із печі. Тривалість нагрівання металу і температури у зонах встановлюють за технологічною інструкцією. Продукт згорання із томільних і зварювальних зон подають по робочому просторові у методичну зону, відбирають у димопад нагрівають за рахунок їх тепла у підігрівачі повітря і виганяють на димову трубу.

При зниженні витрати палива на піч до 30-35% від номінального у першому від вікна посаду ряду сопел на склепінні методичної печі подають підігріте у підігрівачу повітря у кількості 60-100% від номінальної витрати палива у піч. Номінальну витрату палива встановлюють за паспортом печі для її проектно продуктивності. Зі зниженням витрати палива на піч на 60-100% відносно рівня витрати при включенні першого ряду сопел виконують подачу підігрітого повітря у другий від вікна посаду ряд сопел у кількості 60-100% від номінальної витрати палива на піч. Аналогічно здійснюють подачу підігрітого повітря у наступні ряди сопел за ходом руху металу при скороченні витрати палива на 60-100% відносно його величини при включенні кожного попереднього ряду. Із підвищенням виграш палива на піч на 60-100% відносно його величини при включенні останнього заходом металу ряду сопел зупиняють подачу до нього підігрітого повітря.

Аналогічно здійснюють почергове відключення подачі підігрітого повітря у наступні в напрямку вікна посаду ряди сопел при перевищенні виграш палива на піч 60-100% від рівня витрати при їх включенні на подачу повітря, а при втраті палива 30-35% від номінального відключають подачу підігрітого повітря у перший від початку методич-

ної зони ряд, сопел.

Подача струменів підігрітого повітря через перший від початку методичної зони ряд сопел при витраті палива на піч більш, як 35%, через наступні по ходу руху металу ряди сопел при зниженні витрат палива на піч менш, ніж на 60% відносно його величини при включенні попереднього, а також припинення подачі підігрітого повітря в останній за ходом металу і попередні ряди сводових сопел витрати палива на піч рівня виграш при їх включенні більш ніж на 100% приводить до неприпустимого росту тиску в робочому просторі, інтенсивним вибиванням пічних газів через вікно видачі заготовок та нещільності кладки, що призводить до розгару і деформації металоконструкції печі, росту витрат палива через збільшення тепловтрат.

Подача підігрітого повітря лише в перший за ходом металу ряд сопел при витратах палива на піч менше ніж 30% через кожен наступний ряд сопел при зниженні витрат палива більше, ніж на 100% відносно його рівня при включенні попереднього ряду і припинення подачі підігрітого повітря в ряди сопел склепіння зворотній послідовності при перевищенні витрат палива на піч його величина при включенні відповідного ряду менше, ніж на 60%, не дозволяє підтримувати мінімально необхідний рівень тиску на подані методичної зони й виключає підсмоктування холодного повітря через зазори між рухомими й нерухомими частинами поду вздовж методичної зони, що приводить до підстикування заготовок та зниження їх температури на вході до зварювальної зони, перевитрати палива в ній.

При подачі підігрітого повітря в кожен ряд сопел склепіння в кількості менше, ніж 60% від номінальної витрати палива на піч, через недостатню кількість руху струменів повітря вони не дозволяють стабілізувати тиск в методичній зоні і забезпечити відтиснення потоку високотемпературних продуктів згорання в металі, що нагрівається знижується ефективність утилізації тепла продуктів згорання в методичній зоні, що нарівні з підсмоктуванням повітря погіршує паливовикористання.

При поданні повітря в кожен ряд сопел склепіння у кількості більшій, ніж 100% від номінальної витрати палива на піч, високошвидкісні жорсткі струмені повітря досягають риння металу, відбувається їхнє змішування з продуктами згорання, складеться неприйнятно великий аеродинамічний опір проходження потоку газів на їх виході з печі, що веде до зниження температурного напору від газів до металу в методичній зоні й зростанню шоку в печі, погіршується нагрівання металу в методичній зоні і збільшується вибивання пічних газів, збільшуються витрати палива у зварювальній зоні.

Сутність винаходу пояснюється графічними матеріалами, де на фіг 1,2 зображена схема розміщення устаткування печі 3 крокуючим ходом, яка містить робочий простір 1, пальники 2, повітронагрівач 3, вентилятор 4, димопад 5, вікна 6 посаду 7 та видачі заготовок, крокуючий під 8 з розміщеними на ньому заготовками 9, колектора

10 і 11 підводу підігрітого повітря в зварювальній і томильній зоні з регулюючими дроселями 12 і 13, колекторів 14 і 15 підводу газу до пальників зварювальної і томильної зони з регулюючими дроселями 16 і 17, колектор 18 подачі підігрітого повітря до методичної зони з клапанами 19 на відводах до рядів сопел 20 склепіння

Заготовки 9, що поступили для нагрівання через посад 6, розрошують на крокуючому поду 8 і переміщують вздовж робочого простору 1 печі до вікна видачі 7. В пальники 2 зварювальної і томильної зон подають паливо через колектори 14 та 15 і спалюють його з підігрітим в підігрівнику 3 повітрям, який подають через колектори 10 і 11. Подачу повітря і палива до зварювальної зони регулюють дроселями 13 та 17. Відпрацьовані продукти згорання відбирають на початку методичної зони через димопад 5 в повітрянагрівач 3, кут вентилятором 4 подають повітря для підігрівання теплом продуктів згорання. Охолоджені продукти згорання евакуують на димову трубу 3 допомогою витратомірювача контролюють витрату палива на печі за її величини 30÷35% від номінальної відкривають клапан 19 на відводі від колектора 18 до першого ряду сопел 20 склепіння і подають через нього підігріте повітря в кількості 60÷100% від номінальної витрати палива на піч 3 подальшим зменшенням витрати палива на кожні 60÷100% виконують відкривання чергових клапанів 19 на наступних за ходом металу відводах підігрітого повітря від колектора 18 до рядів сопел 20 склепіння 3 підвищенням витратити палива на піч на кожні 60÷100% відносно його величини при вклученні відповідних рядів сопел виконують закриття клапанів 19 на відводах від колектора 18 зворотнього порядку. При втраті палива на піч більше як 30÷35% від номінального закривають клапан 19 на відводі до першого ряду сопел 20.

Дослідно-промислові випробування способу виконувались на реконструйованій печі з крокуючим подом МПС-250/150-6 комбінату "Криворіжсталь". В печі виконують нагрівання вуглецевих, низьколегованих та легованих заготовок до $1180 \pm 10^\circ\text{C}$ перед прокаткою на стані.

Проектний розподіл пальників за зонами (за ходом металу) I й II зони - по 40 пальників (5 рядів в кожній зоні по 8 пальників в кожному), III й IV зони - по 16 штук (2 рада в кожній зоні по 8 пальників), V зона - 8 пальників в один ряд по ширині печі 12,9м. Підігрівання повітря до $200 \div 300^\circ\text{C}$

виконують в повітрянагрівачу, відбір димових газів виконують зі склепіння на початку печі. Паспортна (номінальна) витрата природного газу на піч складає $8200 \text{ м}^3/\text{годину}$.

Для реалізації запропонованого способу і проведення випробувань I зону перевеш на методичний режим роботи. Для цього газопровід на першу за ходом металу був відключений з пальників цієї зони було демонтовано газові сопла й встановлено повітряні спрямовуючі стакани, на кожному з 5 відводів від колектора подачі повітря до цієї зони змонтовано двохпозиційний клапан ("відкрито-закрито"), Для регулювання тиску в колекторі підігрітого повітря на зону (до 5,5кПа) й контролю витрати повітря в ряді сопел використовувались встановлені за проектом регулюючий дросель на підводі повітря в зону і щитовий витратомірювач. Контроль витрат газу на опалення печі здійснюється витратомірювачем на щиті КВП та А. Параметри теплового режиму підтримувались з допомогою систем автоматики у відповідності з діючою технологічною інструкцією. На видачі заготовок з печі виконувались вимірювання температури металу пірометром "смолрич-7-04" і виконувалася відбір проб окалини з заготовок.

Результати порівняльних випробувань запропонованого способу за різних параметрів вклучення й виключення рядів повітряних сопел склепіння вздовж зони й базового способу наведені в таблиці.

Аналіз даних таблиці показує, що використання запропонованого способу в порівнянні з прототипом дозволяє забезпечити якісне нагрівання заготовки, попередити місцеве перегрівання й підстижування металу, довільну кантовку заготовок в печі, знизити питому витрату палива на нагрівання на 15÷17%, зменшити втрати металу з окалиною на 24÷25% підвищити експлуатаційну стійкість подири на 35÷40%, на ту ж величину збільшити міжремонтний період роботи агрегату й зменшити витрати на його ремонт.

Джерела інформації прийняті до уваги при розгляді матеріалів заявки.

1. Авт. Свід. СРСР №645971, МКІС21Д 3/00, опубл. 1977р.

2. Патент США №3801267, МКІФ 27В 9/00 (НКІ 432-171), отубл. 1974р.

Таблица

Спосіб нагрівання	Включення і виключення першого ряду сопел		Виключення чергового ряду по ходу металу при % зниженні витрати палива	Виключення чергового ряду сопел проти ходу металу при % підвищенні витрати палива	Витрати підігрітого повітря в соплі ряду		Нагріто заготовок, шт	Температура металу на видачі С°	Середні витрати газу на піч м³/час	Питомі витрати умовного налива $\frac{кг}{ут}$	Втрати металу з окалиною $\frac{кг}{т}$
	Витрати палива на піч				% від номінальної витрати палива	м³/час					
	% від номінального	м³/час									
Залпропонований	29	2400	110	50	59	4840	1732	1180415	2956	56,82	23,15
	30	2450	100	60	60	5000	1650	118010	2924	56,46	22,97
	32	2650	80	80	80	6500	1785	118010	2525	48,11	17,34
	35	2870	60	100	100	8200	1704	118010	2931	56,61	22,04
	36	3000	50	110	102	8400	1683	118015	2972	57,38	22,05
Базовий							1825	118020	2965	64,%	22,01

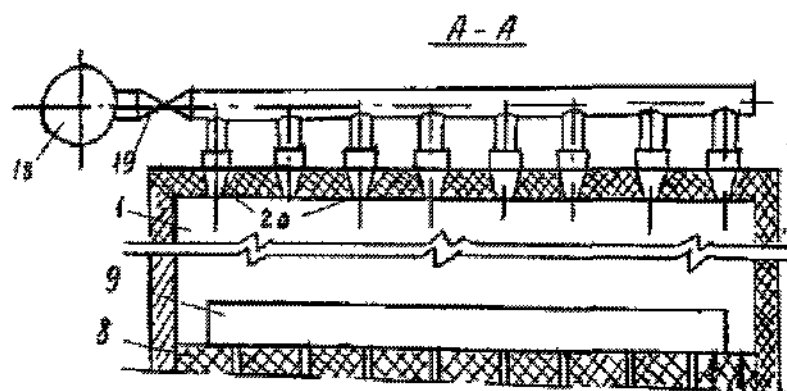
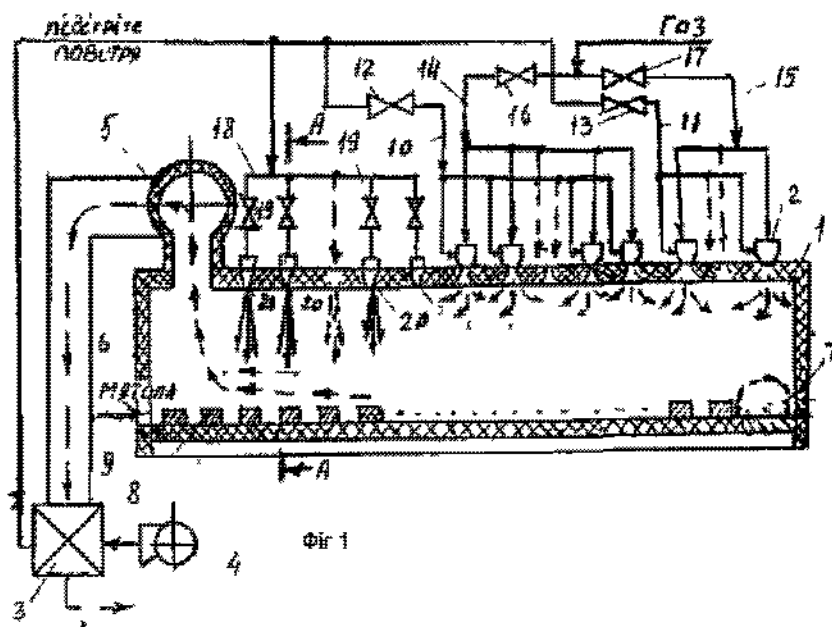


Fig. 2

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71