



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46018 (13) U
(51) МПК (2009)
F23N 5/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ІМПУЛЬСНИЙ ОБ'ЄМНО-РЕГЕНЕРАТИВНИЙ СПОСІБ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВА

1

2

(21) u200904625

(22) 08.05.2009

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.

(72) ЄРЬОМІН ОЛЕКСАНДР ОЛЕГОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ

(57) Імпульсний об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива, що включає подачу палива та підігрітого в регенераторах з високорозвиненою поверхнею теплообміну повітря, що йдуть на горіння в стехіометричному співвідношенні або при

коефіцієнті витрати повітря більше одиниці, який **відрізняється** тим, що регулювання теплової потужності здійснюється шляхом періодичного вимкнення ("пауза") та вмикання ("імпульс") пальників, при цьому кількісні, геометричні параметри та динамічні характеристики потоків палива та повітря визначаються із умов досягнення об'ємно-регенеративного способу спалювання палива, а зміна теплової потужності печі здійснюється шляхом тривалості "пауз", під час яких відбувається реверс пічних газів регенеративної системи опалення.

Корисна модель відноситься до галузі металургійної теплотехніки і застосовується, переважно, для нагрівання металу в регенеративних нагрівальних печах перед його механічною обробкою, а також може бути використане в металургії, машинобудуванні і ряді інших галузей промисловості.

Відомий імпульсний спосіб спалювання палива в регенеративних нагрівальних печах. Для його реалізації циклічно змінюють питому енергію циркуляції палива й повітря, і, як наслідок, довжину траєкторії пічних газів. Такий спосіб спалювання палива здійснюється шляхом змінної подачі палива та повітря горіння: з великою та малою швидкостями витікання. При цьому зберігається стехіометричне співвідношення витрати палива і повітря. При зниженні швидкості витікання палива і повітря до мінімального значення довжина факела стає мінімальною і траєкторія руху пічних газів - короткою. Відбувається нагрівання металу, розташованого в безпосередній близькості до пальника. При збільшенні швидкості витікання палива та повітря до максимальної величини довжина факела стає максимальною і траєкторія руху пічних газів - найбільш довгою. Відбувається інтенсивне нагрівання металу, розташованого на відстані від пальника. Перемикання витрати реагентів горіння з мінімального рівня на максимальний і навпаки, здійснюється через визначені інтервали часу (Ревун М.П., Гранковский В.И., Байбуз А.Н. Интенсификация работы нагревательных печей. - К.: Техніка, 1987. - 136с.).

Незважаючи на зниження нерівномірності нагрівання металу при імпульсному способі спалювання палива в регенеративних нагрівальних печах лишається ще ряд невирішених проблем. Мас місце нерівномірність нагрівання злитків, як по висоті, так і по різним граням металу, що нагрівається. Злитки, розташовані біля глухих стін у застійних зонах, нагріваються гірше, ніж метал, що знаходиться в межах траєкторії руху димових газів. Через наявність високотемпературного факела спостерігається висока кількість оксидів азоту, що утворюються при горінні.

Найбільш близьким до пропонованого рішення по технічній сутності і результату, що досягається, є об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива при нагріванні металу, що використовується в регенеративних нагрівальних печах, при якому у вогнище горіння за допомогою спеціальних пристроїв - пальників подаються паливо та окислювач (Патент на корисну модель №26272. МПК F23N 5/26, Опубл. Бюл. №14, 10.09.2007).

Ознаки, які збігаються з істотними признаками корисної моделі, що заявляється: нагрівальна піч, яка обладнана пальниками та регенераторами для утилізації теплоти димових газів; паливо та повітря, що йдуть на горіння в стехіометричному співвідношенні, або при коефіцієнті витрати повітря більше одиниці, що забезпечує повне спалювання палива; реагенти горіння подаються в робочий простір спеціальним пристроєм - пальником; димові гази, що утворюються, залишають робочий

(19) UA (11) 46018 (13) U

простір через димові вікна, попередньо віддаючи теплоту матеріалу, що нагрівається. Повітря та паливо подають із динамічними й геометричними параметрами, що забезпечують таку швидкість перемішування компонентів горіння, при якій фізичний недопал палива на виході димових газів з робочого простору складає 0,1-5%. При цьому повне спалювання палива здійснюють до виходу з регенераторів.

Недоліком прототипу є те, що, об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива неможливо застосувати в регенеративній нагрівальній печі в умовах зниження рівня максимальної теплової потужності, наприклад при режимі $t_{\text{пгч}} = \text{const}$, так як він переходить в факельне спалювання палива. Це пов'язане з тим, що при незмінній площі поверхні газового сопла та каналів для підведення підігрітого в регенераторах повітря для горіння в піч, при зниженні максимальної теплової потужності зменшується витрата реагентів спалювання та їх швидкість витоку. Це порушує газодинамічні характеристики струменів палива та повітря. Довжина путі перемішування палива та повітря суттєво скорочується, що обумовлює виникнення короткого в'ялого факелу. Такі ж самі чинники обмежують застосування об'ємно-регенеративного способу спалювання палива при необхідності роботи пальників в широкому діапазоні регулювання.

В основу корисної моделі поставлена задача: забезпечити можливість широких меж регулювання теплової потужності регенеративної нагрівальної печі завдяки застосуванню імпульсного об'ємно-регенеративного способу спалювання палива. Це дозволить в період витримки знизити питомий вихід оксидів азоту в атмосферу внаслідок усунення зон максимальної температури вогнища горіння, підвищити ефективність роботи об'ємно-регенеративної системи опалення.

Поставлена задача вирішується тим, що згідно з корисною моделлю, регулювання теплової потужності здійснюється шляхом періодичного вимкнення ("пауза") та вмикання ("імпульс") пальників, при цьому кількісні, геометричні параметри та динамічні характеристики потоків палива та повітря визначаються із умов досягнення об'ємно-регенеративного способу спалювання палива, а зміна теплової потужності печі здійснюється шляхом тривалості "пауз", під час яких відбувається реверс пічних газів регенеративної системи опалення.

При імпульсному об'ємно-регенеративному способі спалювання палива, який включає подачу палива та підігрітого в регенераторах з високорозвиненою поверхнею теплообміну повітря, що йдуть на горіння в стехіометричному співвідношенні, або при коефіцієнті витрати повітря більше одиниці тривалість пауз та імпульсів подачі палива та повітря в робочий простір печі визначається на основі динамічних температурних характеристик об'єкту. Вимірювання температури в робочому просторі печі здійснюється за загальноприйнятою методикою в місцях, визначених згідно з проектною документацією нагрівальної печі.

Суть імпульсного об'ємно-регенеративного способу спалювання палива полягає в наступно-

му. При максимальній тепловій потужності печі визначаються кількісні, геометричні параметри та динамічні характеристики потоків палива та повітря у газових соплах і каналах для підведення повітря при яких досягається об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива в об'ємі робочого простору регенеративної нагрівальної печі. Регулювання теплової потужності пальників здійснюється шляхом тимчасового вимкнення ("пауза") та вмикання ("імпульс") пальників. При цьому тривалість пауз та імпульсів залежить від необхідної теплової потужності та визначається на основі розрахунків динаміки зміни температури робочого простору печі за допомогою контролера керування технологічним процесом. В момент роботи пальників в режимі "імпульс" вони працюють на максимальній тепловій потужності - з максимальною витратою палива та повітря. В час "паузи" тепла потужність пальників (витрата повітря та палива в ньому) дорівнює нулю, проводиться перекидання клапанів регенеративної системи опалення. Таким чином, в разі необхідності зниження теплової потужності печі, тривалість "пауз" зростає, при цьому час перекидання клапанів регенеративної системи опалення, яке здійснюється протягом "паузи", визначається досягненням одного з трьох факторів: закінчення часу "імпульсу"; досягнення контрольної температури теплоносія під насадкою регенераторів; закінчення заданого часу між перекиданням клапанів.

Рівномірне температурне поле в робочому просторі регенеративної нагрівальної печі, що утворюється у результаті імпульсного об'ємно-регенеративного способу спалювання палива, поряд з періодичною зміною напрямку траєкторії руху димових газів визначають рівномірність нагрівання злитків, як по висоті, так і по довжині робочого простору. Також відсутність високотемпературних зон горіння при зниженні загальної теплової потужності печі, при імпульсному об'ємно-регенеративному способі спалювання палива приводить до зниження кількості оксидів азоту, що утворилися в процесі горіння, на 5-10%.

Факти про наявність нового імпульсного об'ємно-регенеративного способу спалювання палива, який відрізняється тим, що регулювання теплової потужності пальників здійснюється шляхом тимчасового вимкнення ("пауза") та вмикання ("імпульс") пальників, при цьому кількісні, геометричні параметри та динамічні характеристики потоків палива та повітря визначаються із умов досягнення об'ємно-регенеративного способу спалювання палива в об'ємі робочого простору регенеративної нагрівальної печі в умовах її максимальної теплової потужності, а зниження теплової потужності печі здійснюється шляхом зростання "пауз", під час яких пальники не працюють, а здійснюється перекидання клапанів регенеративної системи опалення і не виявлення інших відмінних ознак у попередній техніці служать підставою для виводу про відповідність технічного рішення, що заявляється, критеріям новизни.

Запропонований імпульсний об'ємно-регенеративний спосіб спалювання палива в нагрівальній печі викладений нижче. Максимальна

температура печі досягається шляхом опалення нагрівальної печі пальниками, які працюють на максимальній тепловій потужності - з максимальними витратами палива та повітря. Перекидання системи клапанів, яке змінює напрям руху димових газів та включає та відключає пальники здійснюється із умов досягнення заданої температури під насадкою регенератора, або за максимальним фіксованим часом. При необхідності зниження теплової потужності перемикання регенеративної системи опалення здійснюється за сигналом контролера, який визначає тривалість роботи пальників ("імпульс") та час перекидання при якому пальники не працюють ("пауза") на основі розрахунків заданої динаміки зміни температури робочого простору печі. Якщо температура під насадкою регенераторів досягає заданого значення, або минає заданий максимальний фіксований час раніше чим закінчується час "імпульсу", проходить

примусове перекидання клапанів. При цьому час "паузи" (час перекидання) дорівнює розрахованому контролером значення. Час "імпульсу" та "паузи" контролер розраховує після кожного здійсненого перекидання системи клапанів регенеративної нагрівальної печі.

Застосування заходів, представлених у заявці в порівнянні із прототипом дозволяє поліпшити наступні показники:

- збільшити рівномірність нагрівання металу на 5-10%, як по висоті, так і по довжині робочого простору регенеративної нагрівальної печі, завдяки здійсненню імпульсного об'ємно-регенеративного способу спалювання палива та реверсу пічних газів;

- знизити питомий вихід оксидів азоту в атмосферу на 5-10%, внаслідок відсутності високотемпературних зон в період зниження теплової потужності регенеративної нагрівальної печі.