



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115957** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)

F23N 1/00

F23N 1/02 (2006.01)

F27B 3/00

F27B 3/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 02574**

(22) Дата подання заявки: **16.03.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.05.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.05.2017, Бюл.№ 9**

(72) Винахідник(и):

**Роман Олександр Борисович (UA),
Собко Микола Петрович (UA),
Овсянніков Роман Володимирович (UA),
Олешко Михайло Вікторович (UA),
Акименко Костянтин Володимирович
(UA),
Верешко Віктор Петрович (UA)**

(73) Власник(и):

**ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"НОВОКРАМАТОРСЬКИЙ
МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД",
вул. Орджонікідзе, 5, м. Краматорськ,
Донецька обл., 84305 (UA)**

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОЇ ПОДАЧІ ЕНЕРГОНОСІЇВ ДО ГАЗОВИХ ПАЛЬНИКІВ ПЕЧІ

(57) Реферат:

Спосіб автоматичної подачі енергоносіїв до газових пальників печі, при якому виконують регулювання подачі повітря і газу, вимірювання температури і тиску енергоносіїв за регулюючими заслінками, а також встановлення за допомогою регулюючих заслінок тиску газу у відповідності до фактичного тиску повітря. Після встановлення тиску газу виконують за допомогою автоматизованої системи керування коригування тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до температури повітря, потужності пальників і температурного діапазону роботи печі, а також забезпечують вимірювання і коригування вмісту чадного газу на виході з печі у межах 20-150 ppm.

UA 115957 U

Корисна модель належить до енергозбереження в теплоенергетиці та призначена для використання в технологіях і системах газоповітропостачання промислових газових однокамерних печей.

Для нагрівання робочого простору більшості нагрівальних і термічних печей використовують газові пальники, до яких подаються енергоносії (природний газ і повітря) від вентиляторної установки печі. Ефективність роботи газових пальників печі залежить від правильно (оптимально) встановленого співвідношення кількості повітря та газу, що подаються до пальників. Так, при надлишку повітря в робочий простір печі вноситься додаткова кількість холодного повітря і витрачається теплова енергія на його нагрівання, а при його недоліку відбувається неповне згоряння природного газу з виділенням чадного газу. На співвідношення кількості повітря і газу, що подаються до пальників, впливають відхиляючі фактори:

температура вентиляторного повітря змінюється в діапазоні 50-250 °С, при цьому повітря підігрівається в рекуператорних секціях системи димовидалення, таким чином утилізуючи частину теплової енергії та повертаючи її до пальників печі. Так, наприклад, при нагріванні до 250 °С повітря збільшується в об'ємі до 2-х разів, при цьому вміст у ньому кисню залишається тим самим, що призводить до необхідності збільшення подачі повітря до пальників;

температура в робочому просторі печі зростає і підвищується інтенсивність згоряння природного газу, що призводить до необхідності зменшення кількості повітря, що подається до пальників;

рівень потужності пальників впливає на необхідність коригування співвідношення кількості енергоносіїв, що подаються до пальників;

тиск енергоносіїв у підвідних газоповітроводах печей не повинен впливати на кількість газу і повітря, що подаються до пальників, для забезпечення їх стабільної та оптимальної роботи.

Відомий спосіб, що забезпечує подачу природного газу та повітря до пальників печі, при якому регулювання здійснюється заслінками, встановленими на газових і повітряних трубопроводах, важелі яких з'єднані металевою тягою (жорстким зв'язком). Даний спосіб застосовується зокрема на термічній печі № 3 фасонно сталеливарного цеху Новокраматорського машинобудівного заводу (далі - НКМЗ).

При такому жорсткому з'єднанні важелів заслінок кут відкриття однієї заслінки є пропорційним куту відкриття іншої. подача газу і повітря до пальників ведеться без урахування всіх перерахованих вище відхиляючих факторів, тому пальники налаштовуються при високій температурі вентиляторного повітря і працюють не ефективно на всіх інших режимах, маючи високий надлишок повітря.

Також відомий спосіб, при якому подачу природного газу та повітря до пальників здійснюють в залежності від величини вимірюваного тиску газу і повітря за регулюючими заслінками, встановленими на газових і повітряних трубопроводах. Спосіб застосовують зокрема на термічній печі № 1 ковальсько-пресового цеху НКМЗ.

Даний спосіб реалізується наступним чином: у відповідності до поточного значення тиску повітря, за повітряними регулюючими заслінками встановлюють відповідний тиск газу за газовими регулюючими заслінками, при цьому алгоритм заданих значень реалізує автоматизована система керування (далі - АСК) печі.

Відомі запатентовані способи регулювання процесу горіння не забезпечують оптимальну подачу енергоносіїв до газових пальників печі з урахуванням всіх факторів, що впливають на ефективність горіння, а саме - зміна щільності повітря при його нагріванні, зміна температури в робочому просторі печі, зміна потужності пальників і вміст чадного газу (CO) в димових газах.

Так, наприклад, при автоматичному регулюванні процесу горіння в трубчастій печі процес горіння регулюється з урахуванням температури та складу продуктів згоряння, вимірюваних у димоході термопарою і газоаналізатором [RUN № 1792149, F23N 1/02, Бюл. № 1, 09.01.1995].

Спосіб автоматичного регулювання режиму горіння в топці котла включає регулювання процесу горіння в залежності від вмісту CO в димових газах котла [RU № 2247900, F23N 1/02, Бюл. № 7, 10.03.2005].

При способі автоматичного регулювання процесу горіння регулювання відбувається з урахуванням температури в топці котла [SU № 1059355, F23N 1/02, 07.12.1983].

Відомий спосіб подачі газу та повітря до пальників печі із застосуванням механічних регуляторів співвідношення "газ/повітря", які утримують задану лінійну залежність тиску газу у відповідності до тиску повітря. Даний спосіб подачі газу та повітря до пальників печі застосовується зокрема на термічній печі № 4 ковальсько-пресового цеху НКМЗ.

Відомий спосіб подачі газу та повітря до пальників печі включає:

подачу повітря до пальників печі;

вимірювання температури повітря, що подається до пальників;

регулювання подачі повітря до пальників;
 вимірювання тиску повітря за повітряними регулюючими заслінками;
 подачу природного газу до пальників;
 регулювання подачі газу до пальників;
 5 вимірювання тиску газу за газовими регулюючими заслінками;
 вимірювання температури в робочому просторі печі;
 встановлення за допомогою газових регулюючих заслінок заданого тиску газу у відповідності з фактичним (поточним) тиском повітря.

За сукупністю суттєвих ознак описаний спосіб подачі енергоносіїв до газових пальників печі є найбільш близьким аналогом.

Недоліки даного способу полягають у тому, що при подачі газу та повітря до пальників печі не враховуються такі відхиляючі фактори, як температура підігрівання повітря, потужність пальників і температура в робочому просторі печі. Це призводить до неефективної роботи пальників із надлишком повітря на горіння та втрат теплової енергії.

15 В основу корисної моделі поставлено задачу - створити спосіб автоматичної подачі енергоносіїв до газових пальників печі, що дозволяє подавати оптимальну кількість енергоносіїв і забезпечує зниження собівартості термічного нагрівання виробів.

Технічний результат полягає в подачі природного газу до пальників у відповідності до тиску повітря і забезпечення мінімальних теплових втрат на нагрівання виробів з урахуванням всіх відхиляючих факторів.

20 Поставлена задача вирішується тим, що спосіб автоматичної подачі природного газу та повітря до пальників печі включає наступні ознаки:

подача повітря до пальників печі;
 вимірювання температури повітря, що подається до пальників;
 25 регулювання подачі повітря до пальників;
 вимірювання тиску повітря за повітряними регулюючими заслінками;
 подача природного газу до пальників;
 регулювання подачі газу до пальників;
 вимірювання тиску газу за газовими регулюючими заслінками;
 30 вимірювання температури в робочому просторі печі;
 встановлення за допомогою газових регулюючих заслінок заданого тиску газу у відповідності до фактичного (поточного) тиску повітря;
 коригування АСК тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до температури повітря, що подається до пальників;
 35 визначення АСК рівня потужності пальників із вимірюванням тиску повітря за регулюючими повітряними заслінками;
 коригування АСК тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до певного рівня потужності пальників;
 визначення температурного діапазону роботи печі (за показаннями термодатчиків, що вимірюють температуру в робочому просторі печі);
 40 коригування АСК тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до температури в робочому просторі печі;
 вимірювання вмісту CO у складі димових газів на виході з печі;
 коригування (утримання) вмісту CO у межах 20-150 ppm.

45 Для оптимізації кількості газу, що подається в залежності від тиску повітря, автоматично вводяться поправки на температуру вентиляторного повітря $P_g = P_v \times K_v$, де:

P_g - тиск газу за регулюючими заслінками, яке встановлює АСК печі в залежності від тиску повітря;

P_v - тиск повітря, що вимірюється за регулюючими заслінками;

50 $K_v = 293,15 / (273,15 + T_b)$;

T_b - температура вентиляторного повітря, яка при обриві термодатчиків автоматично встановлюється на величину 20 °C;

273,15 - коефіцієнт переведення температури повітря в абсолютну величину (з °C у K);

293,15 - абсолютна температура повітря в K при 20 °C.

55 З урахуванням температури в печі (K_t) і потужності пальників (K_p), що визначаються у відповідності до величини тиску повітря за регулюючою заслінкою, поправка на подачу газу, що вводиться автоматичною системою, приймає вигляд $P_g = P_v \times K_v \times K_t \times K_p$.

Коригування та контроль якості спалювання природного газу виконується оператором шляхом підбору оптимальних коефіцієнтів для тиску газу в залежності від потужності пальників і температури в печі.

При вмісті CO у складі димових газів на виході з печі менше 20 ppm необхідно поступово збільшувати коефіцієнт P_g до його встановлення в межах 20-150 ppm. Якщо потужність пальників низька ($P_p < 0,2$ кПа), а температура в робочому просторі печі висока ($T_p > 1000$ °C) - необхідно збільшувати коефіцієнт температури в печі K_t . Якщо потужність пальників висока ($P_p > 1$ кПа), а температура в робочому просторі печі низька ($T_p < 1000$ °C) - необхідно збільшувати коефіцієнт потужності пальників K_p .

При вмісті CO у складі димових газів на виході з печі більш 150 ppm необхідно знижувати коефіцієнти K_t і K_p .

Також спосіб забезпечує виконання моніторингу якості спалювання природного газу у вигляді графічних трендів і архівних даних, які зберігаються в АСК печі.

Заявлений і відомий способи автоматичної подачі енергоносіїв до газових пальників печі мають такі подібні ознаки:

подача повітря до пальників печі;
вимірювання температури повітря, що подається до пальників;
регулювання подачі повітря до пальників;
вимірювання тиску повітря за повітряними регулюючими заслінками;
подача природного газу до пальників;
регулювання подачі газу до пальників;
вимірювання тиску газу за газовими регулюючими заслінками;
вимірювання температури в робочому просторі печі;
встановлення за допомогою газових регулюючих заслінок заданого тиску газу у відповідності до фактичного тиску повітря.

Заявлений спосіб має наступні відмітні ознаки:

коригування АСК тиску газу за регулюючою заслінкою у відповідності до температури повітря, що подається до пальників;

визначення АСК рівня потужності пальників із вимірюванням тиску повітря за регулюючими повітряними заслінками;

коригування АСК тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до певного рівня потужності пальників;

визначення температурного діапазону роботи печі;

коригування АСК тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до температури в робочому просторі печі;

вимірювання вмісту CO у складі димових газів на виході з печі;

коригування вмісту CO у межах 20-150 ppm.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю знак, що заявляються, та технічним результатом полягає у такому.

Визначення рівня потужності пальників (у відповідності до величини тиску повітря за регулюючими повітряними заслінками) дозволяє визначити мінімальну потужність пальників, при якій подачу газу необхідно збільшити (зменшити надлишок повітря на горіння) і максимальну потужність пальників, при якій подачу газу необхідно зменшити (збільшити надлишок повітря на горіння).

Коригування тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до певного рівня потужності пальників дозволяє забезпечити оптимальну роботу пальників: з невеликим надлишком повітря при нагріванні на максимальній потужності та без надлишку повітря при витримці на мінімальній потужності.

Визначення температури в робочому просторі печі дозволяє встановити температурний діапазон, при якому працюють газові пальники.

Коригування тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до температури в робочому просторі печі дозволяє зменшувати подачу повітря на пальники при високих температурах (вище 900 °C), де йде інтенсивне згоряння природного газу.

Коригування тиску газу за регулюючими заслінками в залежності від температури повітря забезпечує подачу до пальників оптимальної кількості повітря незалежно від зміни його щільності при нагріванні.

Вміст CO у складі димових газів на виході з печі менше 20 ppm сигналізує про надлишок повітря на горіння.

Вміст CO у складі димових газів на виході з печі більше 150 ppm сигналізує про недопал природного газу.

Вимірювання вмісту CO у складі димових газів на виході з печі забезпечує контроль і коректування якості спалювання природного газу.

В результаті досягається подача на пальники природного газу згідно з тиском повітря і забезпеченням мінімальних теплових втрат на нагрівання виробів з урахуванням всіх відхиляючих факторів.

Виключення з вищевказаної сукупності відмітних ознак хоча б однієї з них не забезпечує досягнення зазначеного технічного результату.

Спосіб автоматичної подачі енергоносіїв до газових пальників печі реалізується наступним чином.

Тиск повітря (P_p) до пальників встановлює АСК, виходячи із заданої теплової потужності у відповідності до сигналу розузгодження між заданою і фактичною температурою в робочому просторі печі. Після встановлення величини тиску повітря (P_p) на пальниках автоматично встановлюється тиск газу (P_r) з урахуванням поправок на температуру вентиляторного повітря, потужність пальників і температуру в печі. Величина тиску повітря, що подається до пальників, визначає їх потужність, яка обмежується в межах від $P_p \text{ мін} = 0,08 \text{ кПа}$ до $P_p \text{ макс} = 1,85 \text{ кПа}$. Нижній рівень потужності пальників ($P_p \text{ мін}$) встановлюється мінімально можливого значення до початку нестабільної роботи пальників. З метою усунення блокування пальників передбачено режим автоматичного розблокування при температурі вище 750°C (температура самозаймання природного газу). Верхній рівень потужності ($P_p \text{ макс}$) обмежує максимальну швидкість нагрівання робочого простору печі до $30\text{-}50^\circ\text{C} / \text{год.}$ (є оптимальною для розміру виробів, що нагріваються в печі) і також пов'язаний із можливістю регулювати тиск природного газу за заслінками при максимальній потужності пальників. Контроль за якістю спалювання природного газу здійснюється за вмістом CO у газах на виході з печі в межах $20\text{-}150 \text{ ppm}$. При стабільному відхиленні CO у складі димових газів від норми проводиться коригування у відповідності до тиску газу коефіцієнтів K_t і K_p .

Внаслідок реалізації корисної моделі за рахунок досягнення оптимальної подачі газу та повітря до пальників печі з урахуванням усіх відхиляючих факторів знижується надлишок повітря на горіння при високих температурах, зменшується кількість окалини на металі, забезпечується мінімізація втрат теплової енергії, а також знижується собівартість термічного нагрівання виробів.

30 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб автоматичної подачі енергоносіїв до газових пальників печі, при якому виконують регулювання подачі повітря і газу, вимірювання температури і тиску енергоносіїв за регулюючими заслінками, а також встановлення за допомогою регулюючих заслінок тиску газу у відповідності до фактичного тиску повітря, який **відрізняється** тим, що після встановлення тиску газу виконують за допомогою автоматизованої системи керування коригування тиску газу за регулюючими заслінками у відповідності до температури повітря, потужності пальників і температурного діапазону роботи печі, а також забезпечують вимірювання і коригування вмісту чадного газу на виході з печі у межах $20\text{-}150 \text{ ppm}$.

40