



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **164542** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
C21B 9/14 (2006.01)
G05B 15/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

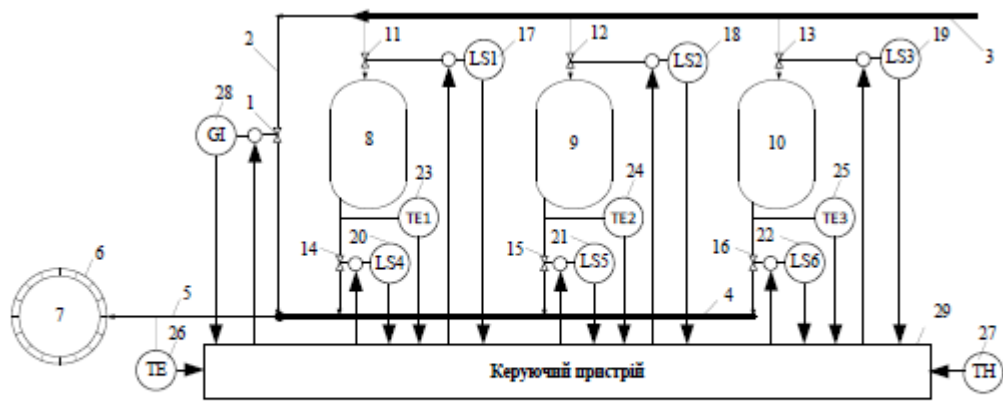
(21) Номер заявки: u 2025 03179	(72) Винахідник(и): Кравченко Віктор Петрович (US), Койфман Олексій Олександрович (UA), Сімкін Олександр Ісакович (IL), Кухар Володимир Валентинович (UA), Мірошніченко Вікторія Ігорівна (UA), Разживін Олексій Валерійович (UA), Хілов Віктор Сергійович (UA), Чичик Валерія Андріївна (UA), Дифорт Віктор Васильович (UA), Карявкіна Наталія Сергіївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.07.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 15.10.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 14.10.2026, Бюл.№ 41	(73) Володілець (володільці): ТОВ "ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА", шосе Південне, буд. 80, м. Запоріжжя, Запорізька обл., 69008 (UA)
	(74) Представник: Кухар Володимир Валентинович

(54) СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ГАРЯЧОГО ДУТТЯ

(57) Реферат:

Система автоматичного регулювання температури гарячого дуття для доменної печі містить датчик для контролю поточної температури гарячого дуття, встановлений у повітропроводі гарячого дуття, кінцеві перемикачі клапанів гарячого дуття, встановлені у відводах колектора гарячого дуття для кожного повітронагрівача групи, кінцеві перемикачі клапанів холодного дуття, встановлені у підводах кожного повітронагрівача групи, з'єднаних з колектором холодного дуття, датчики поточної температури гарячого дуття з відводів кожного повітронагрівача групи, задавач температури гарячого дуття, керуючий пристрій та змішувальний повітропровід холодного дуття, під'єднаний до колектора холодного дуття, у якому встановлена змішувальна засувка. Датчик температури гарячого дуття, датчики температури гарячого дуття з відводів повітронагрівачів, кінцеві перемикачі клапанів холодного та гарячого дуття, а також задавач температури гарячого дуття з'єднані з відповідними входами керуючого пристрою. Змішувальна засувка є шиберного типу з плоским запірним органом. Система додатково містить датчик положення запірного органу змішувальної засувки, вихід якого з'єднаний зі входом керуючого пристрою.

UA 164542 U



Фиг. 3

Корисна модель належить до автоматизації технологічних процесів у чорній металургії, зокрема до автоматизації доменного виробництва, і найбільш ефективно може бути використана при регулюванні температури гарячого доменного дуття.

Відома система регулювання температури гарячого дуття (Автоматизація технологічних процесів і виробництв у чорній металургії: навчальний посібник/В.П. Кравченко, О.О. Койфман, О.І. Сімкін. - Одеса: Олді+, 2023. - 276 с.), яка має датчик для контролю поточної температури гарячого дуття, встановлений у повітропроводі гарячого дуття, з'єднаному з колектором, який має відводи із кожного повітронагрівача групи, задавач температури гарячого дуття, автоматичний регулятор, керуючого змішувальною засувкою холодного дуття поворотного типу, встановленою в змішувальному повітропроводі, а також колектор холодного дуття, який має підводи до кожного повітронагрівача групи, зі встановленими клапанами холодного дуття.

Відома система регулювання температури дуття не дозволяє вирішувати задачу, оскільки під час переключення повітронагрівачів із режиму на режим фактично не відбувається регулювання температури гарячого дуття. Регулювання положення клапанів холодного та гарячого дуття, а також змішувальної засувки, відбувається за визначеною програмою: змішувальна засувка повністю зачинена до моменту, коли після відкриття клапана холодного дуття нагрітого повітронагрівача починає закриватися клапан холодного дуття охолодженого повітронагрівача синхронно з відкриттям змішувальної засувки поворотного типу змішувального повітропроводу, які мають різні конструктивні характеристики. В перехідний період відкриття клапана холодного дуття нагрітого повітронагрівача та закриття клапана холодного дуття охолодженого повітронагрівача температура гарячого дуття змінюється зі значними відхиленнями від заданого значення, внаслідок відсутності автоматичного регулювання температури дуття та змішування потоків гарячого дуття охолодженого і нагрітого повітронагрівачів.

Як найближчий аналог вибрана система регулювання температури гарячого дуття (патент UA 98080 C2, МКИ С 21В 9/14, G05В 15/00; заявл. 25.11.2011; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 7), яка складається з датчика для контролю поточної температури гарячого дуття, встановленого в повітропроводі гарячого дуття, з'єданого з колектором, який має відводи із кожного повітронагрівача групи, задавача температури гарячого дуття та автоматичного регулятора, керуючого змішувальною засувкою холодного дуття поворотного типу, встановленою в змішувальному повітропроводі, а також повітропроводу холодного дуття, додаткових датчиків для контролю поточної загальної витрати та поточної температури холодного дуття, поточної витрати холодного дуття із змішувального повітропроводу, поточної температури гарячого дуття із відводів кожного повітронагрівача групи, що встановлені у відповідних місцях системи, та обчислювального пристрою, при тому вихід задавача температури гарячого дуття та вихід кожного із датчиків з'єднані з відповідними входами обчислювального пристрою, а вихід обчислювального пристрою та вихід датчика для контролю поточної витрати холодного дуття із змішувального повітропроводу з'єднані з відповідними входами автоматичного регулятора, керуючого змішувальною засувкою холодного дуття.

Відома система не дозволяє вирішувати задачу, оскільки реальне регулювання температури гарячого дуття відбувається до повного закриття змішувальної засувки, а в період переключення повітронагрівачів відбувається лише послідовне відкриття клапанів гарячого та холодного дуття нагрітого повітронагрівача, а потім одночасне закриття клапана холодного дуття охолодженого повітронагрівача та відкриття змішувальної засувки. Відсутність автоматичного регулювання співвідношення витрати дуття з охолодженого та нагрітого повітронагрівача призводить до значних коливань температури гарячого дуття.

В основу корисної моделі поставлена задача, яка полягає в удосконаленні системи автоматичного регулювання температури гарячого дуття доменної печі.

Поставлена задача вирішується тим, що у системі автоматичного регулювання температури гарячого дуття для доменної печі, що містить датчик для контролю поточної температури гарячого дуття, встановлений у повітропроводі гарячого дуття, кінцеві перемикачі клапанів гарячого дуття, встановлені у відводах колектора гарячого дуття для кожного повітронагрівача групи, кінцеві перемикачі клапанів холодного дуття, встановлені у підводах кожного повітронагрівача групи, з'єднаних з колектором холодного дуття, датчики поточної температури гарячого дуття з відводів кожного повітронагрівача групи, задавач температури гарячого дуття, керуючий пристрій та змішувальний повітропровід холодного дуття, під'єднаний до колектора холодного дуття, у якому встановлена змішувальна засувка, при цьому датчик температури гарячого дуття, датчики температури гарячого дуття з відводів повітронагрівачів, кінцеві перемикачі клапанів холодного та гарячого дуття, а також задавач температури гарячого дуття з'єднані з відповідними входами керуючого пристрою, згідно з корисною моделлю, змішувальна

засувка є шиберного типу з плоским запірним органом, при цьому система додатково містить датчик положення запірного органу змішувальної засувки, вихід якого з'єднаний зі входом керуючого пристрою.

Використання змішувальної засувки шиберного типу, яка має конструктивну характеристику, подібну до характеристики клапанів холодного дуття, забезпечує узгодженість зміни витрат дуття через повітрянагрівачі під час їхнього переключення.

Технічний результат корисної моделі полягає у зменшенні динамічних відхилень температури гарячого дуття під час переключення повітрянагрівачів, підвищенні точності та швидкодії процесу автоматичного регулювання температури гарячого дуття та забезпеченні більш стабільного теплового режиму доменної печі.

Суть корисної моделі пояснюють креслення, на яких зображено: Фіг. 1 - Конструктивна характеристика клапана холодного дуття повітрянагрівача; Фіг. 2 - Конструктивні характеристики змішувальних засувок шиберного (а) та поворотного (б) типу; Фіг. 3 - Структура системи автоматичного регулювання температури гарячого дуття; Фіг. 4 - Зміна температури гарячого дуття під час переключення повітрянагрівачів при різних типах змішувальної засувки: I - змішувальна засувка шиберного типу; II - змішувальна засувка поворотного типу.

На Фіг. 1 представлено конструктивну характеристику клапанів холодного дуття повітрянагрівачів, на Фіг. 2 - конструктивні характеристики змішувальних засувок шиберного (а) та поворотного (б) типів відповідно. Очевидно, що характеристики на Фіг. 1 та Фіг. 2 (а) схожі та мають лінійний характер.

Розглянемо роботу системи автоматичного регулювання температури гарячого дуття під час переключення повітрянагрівачів (Фіг. 3) у випадку наявності трьох повітрянагрівачів у групі, яка працює у послідовному режимі.

На Фіг. 3 позначено:

- 1 - змішувальна засувка;
- 2 - змішувальний повітропровід холодного дуття;
- 3 - колектор холодного дуття;
- 4 - колектор гарячого дуття;
- 5 - повітропровід гарячого дуття;
- 6 - кільцевий трубопровід доменної печі;
- 7 - доменна піч;
- 8 - повітрянагрівач № 1;
- 9 - повітрянагрівач № 2;
- 10 - повітрянагрівач № 3;
- 11 - клапан холодного дуття повітрянагрівача № 1;
- 12 - клапан холодного дуття повітрянагрівача № 2;
- 13 - клапан холодного дуття повітрянагрівача № 3;
- 14 - клапан гарячого дуття повітрянагрівача № 1;
- 15 - клапан гарячого дуття повітрянагрівача № 2;
- 16 - клапан гарячого дуття повітрянагрівача № 3;
- 17 - кінцевий перемикач LS1 клапана 11;
- 18 - кінцевий перемикач LS2 клапана 12;
- 19 - кінцевий перемикач LS3 клапана 13;
- 20 - кінцевий перемикач LS4 клапана 14;
- 21 - кінцевий перемикач LS5 клапана 15;
- 22 - кінцевий перемикач LS6 клапана 16;
- 23 - датчик TE1 для контролю поточної температури гарячого дуття із відводів повітрянагрівача № 1;
- 24 - датчик TE2 для контролю поточної температури гарячого дуття із відводів повітрянагрівача № 2;
- 25 - датчик TE3 для контролю поточної температури гарячого дуття із відводів повітрянагрівача № 3;
- 26 - датчик TE для контролю поточної температури гарячого дуття;
- 27 - задавач температури TH гарячого дуття;
- 28 - датчик положення GI змішувальної засувки;
- 29 - керуючий пристрій.

Вважаємо, що перед переключенням повітрянагрівачі групи знаходяться в наступних станах:

- насадка повітрянагрівача 8 охолоджена, потрібно його переключити на режим нагріву насадки;

- насадка повітрянагрівача 9 нагріта, потрібно його переключити на режим нагріву гарячого дуття;

- повітрянагрівач 10 знаходиться в режимі нагріву насадки та не готовий до переключення на режим нагріву гарячого дуття;

5 - змішувальна засувка 1 повністю закрита, поточна температура гарячого дуття, яка контролюється датчиком 26, дорівнює або не перевищує задане задавачем 27 значення температури, та відповідає температурі дуття, яке надходить з повітрянагрівача 8, що контролюється датчиком 23.

10 Запропонована у корисній моделі система має забезпечити синхронне відкриття змішувальної засувки 1 та клапана 12 нагрітого повітрянагрівача 9 та рівність тривалості повного відкриття змішувальної засувки 1 та сумарної тривалості відкриття клапана холодного дуття 12 нагрітого повітрянагрівача 9 і часу закриття клапана холодного дуття 11 охолодженого повітрянагрівача 8:

$$t_{33} = t_{\text{від КХД наг}} + t_{\text{зач КХД охол}},$$

15 де t_{33} - час повного відкриття змішувальної засувки 1;

$t_{\text{від КХД наг}}$ - час відкриття клапана холодного дуття 12 нагрітого повітрянагрівача 9;

$t_{\text{зач КХД охол}}$ - час закриття клапана холодного дуття 11 охолодженого повітрянагрівача 8.

Послідовність роботи запропонованої системи автоматичного регулювання під час переключення повітрянагрівача 9 з режиму нагріву насадки на режим нагріву дуття, відбувається наступним чином. Спочатку тиск всередині нагрітого повітрянагрівача 9 вирівнюються з тиском дуття, для чого керуючий пристрій відкриває його клапан гарячого дуття 15, з'єднуючи повітрянагрівач 9 з колектором гарячого дуття 4. Після відкриття клапана гарячого дуття 15 повітрянагрівача 9 (про що свідчить спрацювання відповідного кінцевого перемикача 21) керуючий пристрій 29 подає сигнал на відкриття одночасно клапана холодного дуття 12 нагрітого повітрянагрівача 9 та змішувальної засувки 1. Холодне дуття, проходячи крізь насадку повітрянагрівача 9, нагрівається та надходить в колектор гарячого дуття 4. Під час відкривання клапана холодного дуття 12 також працює охолоджений повітрянагрівач 8, залишаючись приєднаним до колектора гарячого дуття 4. Таким чином, потік холодного дуття роздвоюється і проходить одночасно крізь повітрянагрівачі 8 та 9. В момент повного відчинення клапана холодного дуття 12 нагрітого повітрянагрівача 9 (про що свідчить спрацювання відповідного кінцевого перемикача 18) крізь обидва повітрянагрівачі 8 та 9 проходить однакова кількість холодного дуття. Після відкриття клапана холодного дуття 12 нагрітого повітрянагрівача 9 керуючий пристрій подає сигнал на закриття клапана холодного дуття 11 охолодженого повітрянагрівача 8, притому кількість дуття, яке проходить крізь повітрянагрівач 9 та має більш високу температуру, збільшується, що компенсується керуючим пристроєм шляхом подальшого відкриття змішувальної засувки 1. Після закриття клапана холодного дуття 11 охолодженого повітрянагрівача 8 закривається клапан гарячого дуття 14, охолоджений повітрянагрівач 8 стає готовим до переходу на режим нагріву насадки (про що свідчить спрацювання відповідного кінцевого перемикача 20). Таким чином, система автоматичного регулювання температури гарячого дуття забезпечує синхронізацію повного закриття клапана холодного дуття 17 охолодженого повітрянагрівача 8 з повним відкриттям змішувальної засувки 1, положення якої контролюється датчиком положення 28.

45 Синхронне відкриття змішувальної засувки 1 та клапана холодного дуття 12 нагрітого повітрянагрівача 9 та рівність часу повного відкриття змішувальної засувки 1 та суми часу відкриття клапан холодного дуття 12 нагрітого повітрянагрівача 9 і часу закриття клапан холодного дуття 11 охолодженого повітрянагрівача 8 забезпечується використанням клапанів

холодного дуття та змішувальної засувки з відповідними параметрами часу відкриття ($t_{33}=60$ с;

$t_{\text{від КХД наг}}=30$ с; $t_{\text{зач КХД охол}}=60$ с) та їхніми робочими характеристиками.

50 Зміна температури гарячого дуття під час переключення повітрянагрівачів при різних типах змішувальної засувки наведена на Фіг. 4.

Якщо тривалість переключення дорівнює 60 с, температура дуття знижується на 90 °С у випадку використання системи регулювання з регулюючою змішувальною засувкою поворотного типу та на 20 °С - у випадку використання змішувальної засувки шиберного типу, що і вказує на те, що температура гарячого дуття буде набагато стабільнішою.

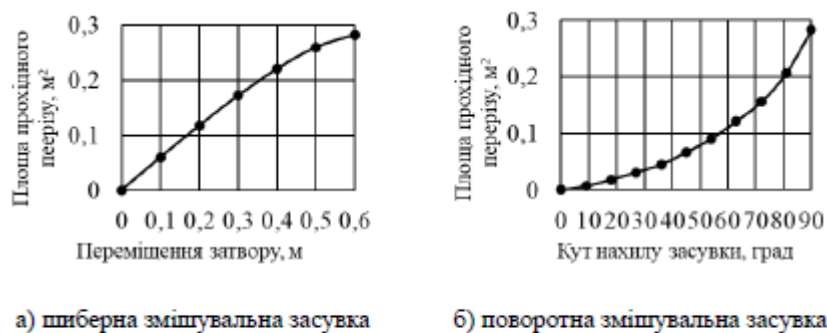
55 Застосування запропонованого елемента схеми забезпечує, з одного боку, кращі показники якості процесу регулювання температури гарячого дуття під час роботи повітрянагрівача в режимі нагріву дуття, а з іншого боку - менше відхилення температури дуття під час переключення повітрянагрівачів, що дозволяє стабілізувати хід доменної плавки за рахунок введення елемента іншого типу.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

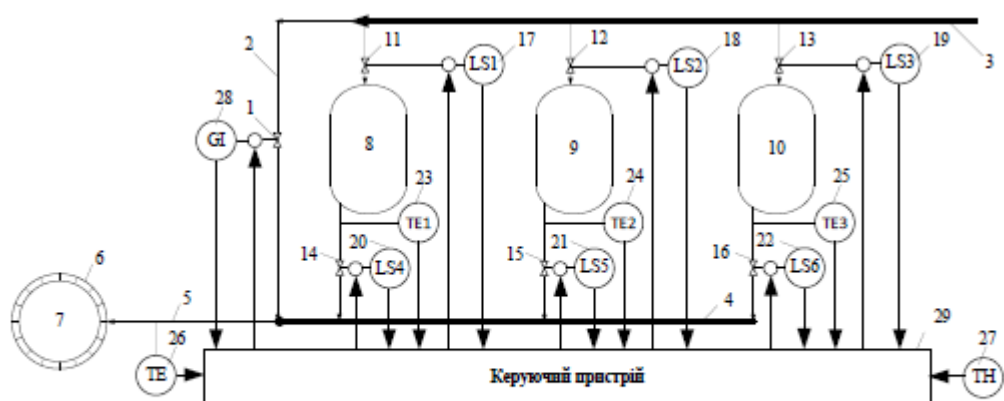
- Система автоматичного регулювання температури гарячого дуття для доменної печі, що містить датчик для контролю поточної температури гарячого дуття, встановлений у повітропроводі гарячого дуття, кінцеві перемикачі клапанів гарячого дуття, встановлені у відводах колектора гарячого дуття для кожного повітронагрівача групи, кінцеві перемикачі клапанів холодного дуття, встановлені у підводах кожного повітронагрівача групи, з'єднаних з колектором холодного дуття, датчики поточної температури гарячого дуття з відводів кожного повітронагрівача групи, задавач температури гарячого дуття, керуючий пристрій та змішувальний повітропровід холодного дуття, під'єднаний до колектора холодного дуття, у якому встановлена змішувальна засувка, при цьому датчик температури гарячого дуття, датчики температури гарячого дуття з відводів повітронагрівачів, кінцеві перемикачі клапанів холодного та гарячого дуття, а також задавач температури гарячого дуття з'єднані з відповідними входами керуючого пристрою, яка відрізняється тим, що змішувальна засувка є шиберного типу з плоским запірним органом, при цьому система додатково містить датчик положення запірного органу змішувальної засувки, вихід якого з'єднаний зі входом керуючого пристрою.



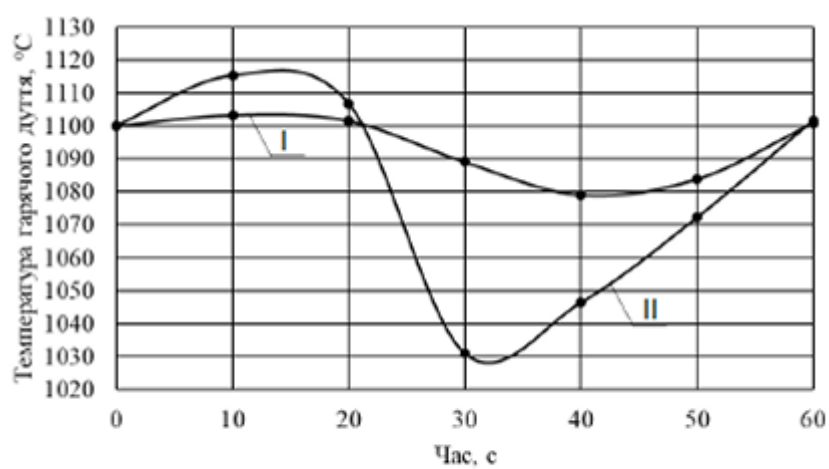
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4