



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **153716** (13) **U**  
(51) МПК (2023.01)  
**C21B 7/00**  
**C21B 7/24** (2006.01)

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2023 00520</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>13.02.2023</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>17.08.2023</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>16.08.2023, Бюл.№ 33</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Кравченко Віктор Петрович (UA), Койфман Олексій Олександрович (UA), Сімкін Олександр Ісакович (UA), Мірошниченко Вікторія Ігорівна (UA), Лактіонов Євгеній Олександрович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА", шосе Південне, 80, м. Запоріжжя, Запорізька обл., 69008 (UA)</b></p>
---	--

**(54) СПОСІБ РОЗПОДІЛУ ГАРЯЧОГО ДУТТЯ ПО ФУРМАХ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ**

**(57) Реферат:**

Спосіб розподілу гарячого дуття по фурмах доменної печі при відхиленні його витрати на окремих фурмах від середнього базового значення, що включає контроль нерівномірності розподілу гарячого дуття. Розподіл гарячого дуття регулюється шляхом виявлення фурми з найменшими витратами дуття, відключення подачі на неї природного газу і збільшення (перерозподілу) витрат природного газу на всіх інших фурмах так, щоб сумарні задані витрати природного газу на піч були незмінними.

**UA 153716 U**



Корисна модель належить до області чорної металургії й може бути використана при виробництві чавуну у доменних печах, зокрема при розподілі гарячого дуття по фурмам.

Відомий спосіб регулювання розподілу дуття по фурмах доменної печі при відхиленні його витрати на окремих фурмах від середнього базового значення [Способ регулирования распределения дутья на фурмах доменной печи. Авторское свидетельство SU859459, 30.08.1981 р., C21B7/24], що включає з метою інтенсифікації доменної плавки, при зменшенні витрат дуття на окремих фурмах від середнього базового значення введення через дані фурми суміш додаткового кисню з паром, при цьому кількість додаткового кисню визначають за певною залежністю.

В запропонованому способі регулюється не розподілення дуття по фурмах, а розподілення інтенсивності процесів у фурмених зонах доменної печі. Недоліком даного способу є складність в його реалізації в зв'язку з додатковими підводами кисню і пари під великим тиском до фурм.

Відомий спосіб регулювання витрати газоподібного палива по фурмах доменної печі [Способ регулирования расхода газообразного топлива по фурмам доменной печи. Патент RU2115741, 20.07.1998 р., C21B7/24]. При цьому вимірювання тиску газоподібного палива здійснюється на підводі до кожної фурми, на підставі значень яких обчислюються тиск дуття і його витрати в кожній фурмі та регулювання витрат газоподібного палива на кожній фурмі в залежності від розрахованої витрат дуття на ній.

Відомий спосіб не враховує розподіл витрат дуття по фурмах доменної печі, різна довжина імпульсних трас, що йдуть до датчиків тиску газоподібного палива, вносить додаткову похибку при розрахунку витрати дуття у фурмі. Додатково на достовірність показань впливатиме засмічування імпульсних трас пилом.

Як найближчий аналог вибрано спосіб розподілу природного газу по фурмах доменної печі [Способ распределения природного газа по фурмам доменной печи. Авторское свидетельство, SU1407956, 07.07.1988, C21B7/24], що включає з метою зниження витрати коксу в доменній плавці шляхом вирівнювання витрат дуття по фурмах, при зменшенні витрат дуття через фурму збільшують витрата природного газу, а при збільшенні - зменшують, причому кожному відсотку зміни витрати дуття відповідає зміна витрати природного газу на 0,5-3 %.

Відомий спосіб не враховує загальний поточний розподіл дуття та природного газу по фурмах, при регулюванні витрат природного газу не проводиться перерозподіл витрат природного газу по інших фурмах, що безпосередньо впливає на хід доменної плавки, викликає сумнів регулювання витрати природного газу на 0,5 %.

В основу корисної моделі поставлена задача - стабілізація ходу плавки в доменній печі, підвищення продуктивності печі і зменшення питомих витрат коксу на тонну чавуну.

Поставлена задача досягається тим, що спосіб розподілу гарячого дуття по фурмах доменної печі при відхиленні його витрати на окремих фурмах від середнього базового значення, що включає контроль нерівномірності розподілу гарячого дуття, згідно з корисною моделлю розподіл гарячого дуття регулюють шляхом виявлення фурми з найменшими витратами дуття, відключення подачі на неї природного газу і збільшення (перерозподілу) витрат природного газу на всіх інших фурмах так, щоб сумарні задані витрати природного газу на піч були незмінними.

Рівномірність розподілу гарячого дуття забезпечується визначенням фурми з найнижчими витратами по підвищенню різниці тиску (опору) між тиском в кільцевому трубопроводі і нерухомому коліні цієї фурми, тимчасове припинення подачі природного газу на цю фурму, внаслідок чого витрати дуття на цю фурму і підвищуються.

Відома експериментально підтверджена залежність - при відключенні подачі природного газу на одній фурмі витрата гарячого дуття на цій фурмі збільшується на 10-30 % [Бугаев К.М. Распределение газов в доменных печах. - М.: Металлургия, 1978. - 175 с]

Суть корисної моделі пояснюють креслення, де на фіг. 1 показана структура системи автоматичного регулювання розподілу дуття по фурмах доменної печі.

- 1 - Доменна піч
- 2 - Кільцевий трубопровід природного газу
- 3 - Трубопровід гарячого дуття
- 4 - Кільцевий трубопровід гарячого дуття
- 5 - Нерухоме коліно фурми
- 6 - Регулюючий орган
- 7 - Відсічний клапан
- Ф<sub>1</sub> - Ф<sub>n</sub> - фурми 1-п.

Доменна піч 1 обладнана кільцевим трубопроводом природного газу 2, від якого до кожної фурми організовано підведення природного газу. Гаряче дуття з трубопроводу гарячого дуття 3

надходить в кільцевий трубопровід гарячого дуття 4, на якому встановлені фурми  $\Phi_1 - \Phi_n$  для подачі гарячого дуття і природного газу в піч.

Тиск гарячого дуття перед піччю вимірюється в трубопроводі гарячого дуття 3 датчиком тиску  $P_{гд}$ . Поточне значення надходить в обчислювальний пристрій.

5 Тиск гарячого дуття в кожній фурмі  $\Phi_1 - \Phi_n$  визначається в нерухомому коліні 5 кожної фурми датчиками тиску  $P_1 - P_n$ . Поточні значення тисків надходять в обчислювальний пристрій.

Витрати природного газу, що подаються на кожну фурму, контролюються за допомогою датчиків витрат  $F_1 - F_n$ . Сигнали з датчиків витрат поступають в обчислювальний пристрій.

10 Витрати гарячого дуття на фурмі визначаються по перепаду тиску між тиском гарячого дуття і тиском на фурмі згідно виразу:

$$Q_{\Phi i} = k_i \sqrt{P_{гд} - P_i}$$

Коефіцієнти  $k_i = a$  при нормальній роботі фурми буде сталим, сталим є також  $P_{гд} = b$ , таким чином

$$Q_{\Phi i} = a \sqrt{b - P_i}$$

15 тобто збільшення  $P_i$  відносно середнього по всім фурмам значення свідчить про зменшення витрат  $Q_{\Phi i}$ , через цю фурму.

Шляхом обігаючого контролю  $P_i$  виявляємо фурму з максимальним  $P_i$ , визначаємо витрати через неї паливних добавок і цю величину розподіляємо по всім іншим фурмам, так щоб залишити загальні витрати паливних добавок на піч незмінними. А на виявленій, погано працюючій фурмі, добавки закриваємо повністю. Відсутність підпору дуття високим тиском паливних добавок дозволяє дуттю відновити потрібні витрати через цю фурму. Така ситуація продовжується до тих пір поки тиск дуття на цій фурмі не знизиться до середнього.

20 Спосіб розподілу гарячого дуття по фурмах доменної печі пояснюється таблицею та фіг. 2, та фіг. 3.

25 Кількість фурм на доменній печі - 24 шт.

Загальні витрати гарячого дуття на доменну піч 3500 м<sup>3</sup>/хв.

Загальні витрати природного газу на доменну піч 500 м<sup>3</sup>/хв.

Роботу розподілу системи гарячого дуття по фурмах можна розглянути на прикладі трьох етапів.

30 Перший стан "Початковий розподіл": спостерігається нерівномірність розподілу гарячого дуття по фурмам, система зафіксувала зниження тиску і витрати гарячого дуття на фурмі №4.

Система управління подає сигнал закриття на відсічний клапан природного газу фурми №4. Після відключення подачі природного газу на фурму №4 відбувається автоматичний рівномірний перерозподіл витрат природного газу по 23 фурмах.

35 Другий стан "Відключення природного газу на фурмі №4. Перерозподіл природного газу та гарячого дуття по фурмах": спостерігається вирівнювання значень тиску і витрати гарячого дуття по усіх фурмах доменної печі.

Після вирівнювання розподілу тиску і витрати гарячою дуття по усім фурмам система управління подає керуючий сигнал відкриття на відсічний клапан фурми 4 і здійснює автоматичний розподіл природного газу за всіма фурмами.

40 Третій стан "Відновлення подачі природного газу на фурмі №4": спостерігається рівномірність розподілу гарячого дуття по фурмах.

Використання запропонованою способу забезпечить рівномірність витрат дуття по фурмах доменної печі, що дозволить мати рівномірний схід стовпа шихтових матеріалів, підвищення продуктивності печі і зниження витрат коксу.

45

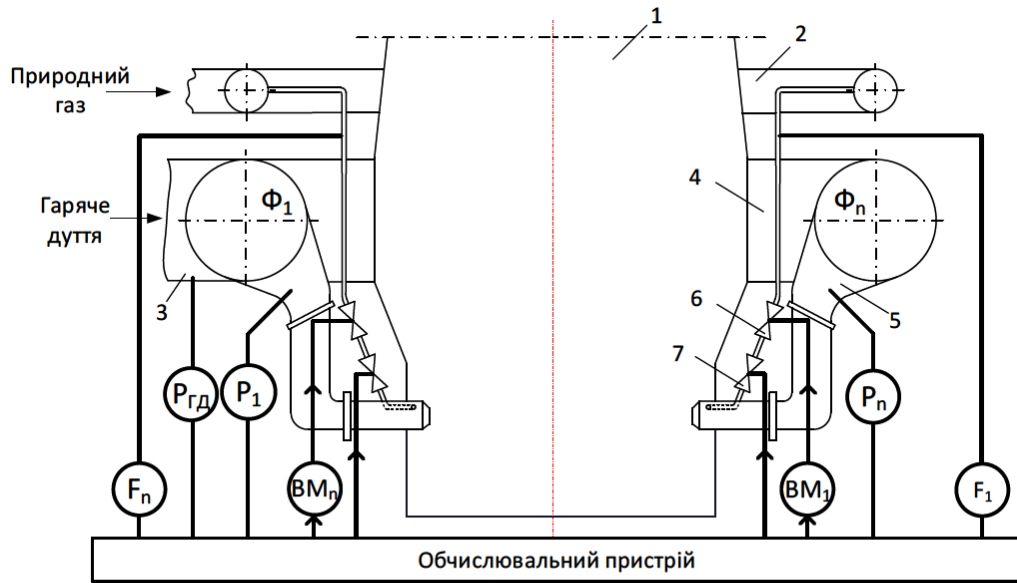
Поточні значення витрати гарячого дуття та витрати природного газу

№ фурми	1. Нерівномірність розподілу ГД по фурмах			2. Відключення ПГ на фурмі №4. Перерозподіл ПГ, ГД			3. Відновлення подачі ПГ на фурмі №4		
	Витрата природний газу, м³/хв	Тиск, кПа	Витрата гарячого дуття, м³/хв	Витрата природний газу, м³/хв	Тиск, кПа	Витрата гарячого дуття, м³/хв	Витрата природний газу, м³/хв	Тиск, кПа	Витрата гарячого дуття, м³/хв
1	22,3	300	148,8	22,1	301	141	21,75	305	145,6
2	18,8	300	147,4	20,6	305	142,2	19,25	299	149
3	23,2	298	149,6	22	298	141	22,15	305	141,7
4	20,2	250	100,3	0	303	183,5	21,1	302	147,6
5	24,2	300	149,3	21,7	300	145,5	22,5	305	142,7
6	17,9	299	147,2	22	296	144,1	19,5	301	140,7
7	23,2	305	152	24,1	301	146,3	23,2	300	145,5
8	21,3	302	143,3	21,2	297	146	20,8	296	141,6
9	25,1	300	149,2	22	300	143,9	23,1	301	142,2
10	22,3	301	144,3	23,1	307	147,3	22,25	301	150,2
11	22,1	300	142,3	21,9	305	140	21,55	305	149
12	19,2	296	147,1	23,1	305	145,9	20,7	304	149
13	16,2	300	143,2	21,6	302	141	18,45	304	145,4
14	22,5	300	143,8	22,1	305	139	21,85	302	150,2
15	26,5	305	151,8	22	302	143,8	23,8	305	144,5
16	17,3	304	150,6	21,6	306	139,9	19	302	150,4
17	19,3	304	150,6	21,9	300	140,5	20,15	309	142,7
18	23,1	302	147	19,7	301	148,5	20,95	301	143,9
19	20,2	305	151,8	22	300	147,3	20,65	302	142,7
20	19	302	146,1	21,7	301	147,3	19,9	301	147,2
21	17,2	307	152	21,6	301	143,7	18,95	300	145,8
22	22,2	301	144,3	24,7	302	148,5	23	301	148
23	20,2	302	145,5	23	302	142,8	21,15	298	145,7
24	26,1	302	144,3	25	302	148,7	25,1	301	147,7
Всього	509,6	-	3491,8	510,7	-	3497,7	510,8	-	3499

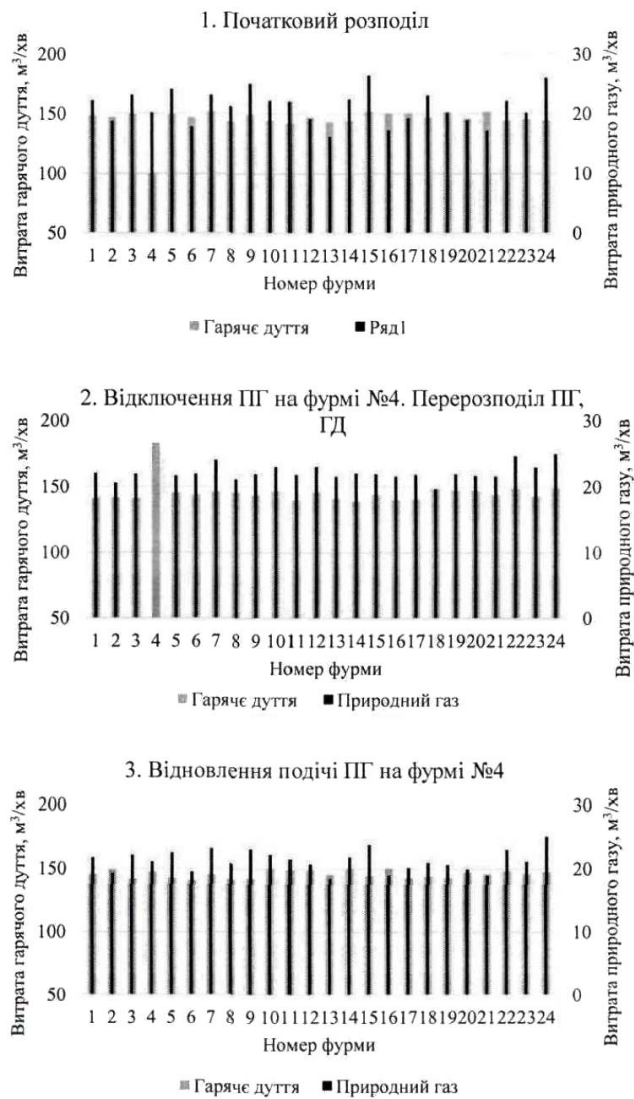
5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

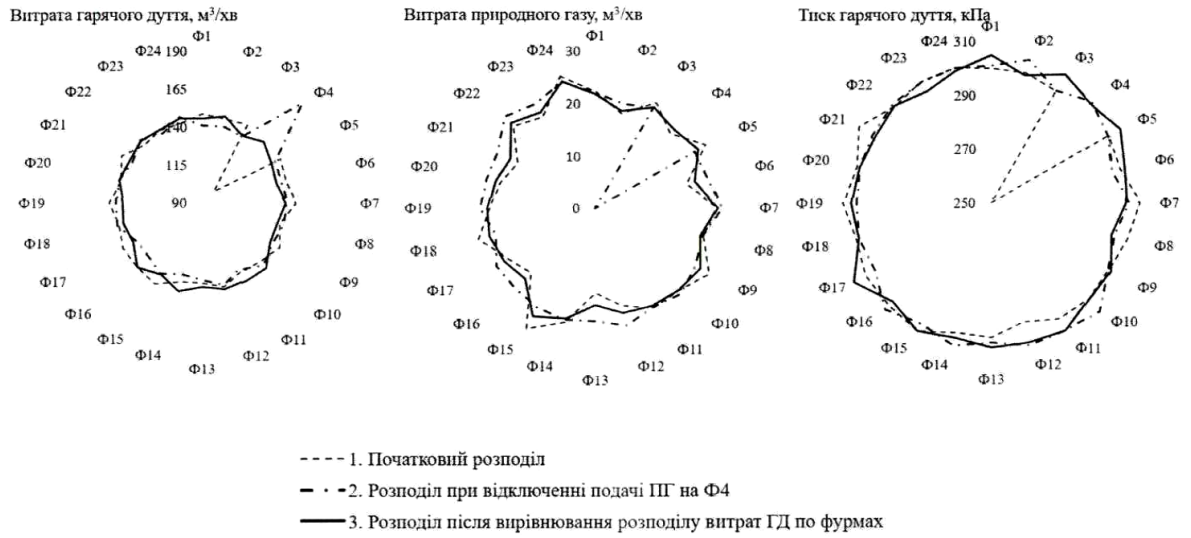
10 Спосіб розподілу гарячого дуття по фурмах доменної печі при відхиленні його витрати на окремих фурмах від середнього базового значення, що включає контроль нерівномірності розподілу гарячого дуття, який **відрізняється** тим, що розподіл гарячого дуття регулюють шляхом виявлення фурми з найменшими витратами дуття, відключення подачі на неї природного газу і збільшення (перерозподілу) витрат природного газу на всіх інших фурмах так, щоб сумарні задані витрати природного газу на піч були незмінними.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3