



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39791 (13) A

(51) 6 C21B5/00, 7/24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) СПОСІБ ВЕДЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ

(21) 98052471

(22) 13.05.1998

(24) 15.06.2001

(33) UA

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Крупій Володимир Григорович, Цимбал Георгій Леонідович, Хвостенко Валерій Степанович, Несвіт Володимир Васильович, Сітало Олександр Олексійович

(73) Дніпровський державний металургійний комбінат ім.Ф.Е.Дзержинського

(57) Спосіб ведення доменної плавки, що включає вимір та регулювання параметрів дуття і колошниковогаз, який **відрізняється** тим, що рівень форсування ходу доменної печі по приведеній ви-

траті дуття здійснюють шляхом змінювання відношення тиску колошниковогаз до перепаду тиску "фурми-колошник", відповідно залежності

$$Q^1g = a_1 + a_2[P_k/(P_d - P_k)] - a_3[P_k/(P_d - P_k)]^2,$$

в якій:  $Q^1g$  - приведена витрата дуття,  $m^3/xv \cdot m^3$  Мпа;

$P_d, P_k$  - тиск, відповідно, дуття та колошниковогаз, Мпа;

$a_1, a_2, a_3$  - виведені експериментально коефіцієнти, які дорівнюють, відповідно,  $a_1 = 9,65$ ;  $a_2 = 1,25$ ;  $a_3 = 3,8$ .

Винахід належить до чорної металургії, зокрема, до доменного виробництва і може бути використаний при виплавці чавуну в доменних печах, працюючих при різному тиску колошниковогаз, з вдуванням чи без вдування в горн додаткового, вуглецевмісного палива.

Відомий спосіб регулювання ходу доменної печі (а. с. СРСР № 391180, кл. C21B 7/18 1973). Зазначений спосіб спрямований на підтримання оптимальних умов плавки за коливаннями тиску в печі на різних її рівнях.

Відомий спосіб керування доменною піччю, заснований на вимірюванні тиску в робочому просторі доменної печі за її висотою, автоматичному регулюванні вологості дуття, витраті додаткового палива і температури гарячого дуття в залежності від перепадів тиску між горном і фурмами, з одного боку, і між точкою, розташованою трохи вище опорного кільця і фурмами, до перепаду між верхньою точкою відбору і верхньою частиною шахти печі (патент США № 3690632, кл. 266-30 (270 7/02) 1972 р.).

До недоліків відомих способів слід віднести те, що вони не враховують газодинамічних умов роботи доменної печі.

Найбільш близьким до запропонованого є спосіб ведення доменної плавки (а. св. СРСР № 827545, кл. C21B 5/00, 1981), згідно з яким, в залежності від параметрів дуття, змінюють тиск газу під колошником, відповідно до математичного виразу:

$$P_k = \frac{q \cdot (1 - w)}{(48 \div 50) \cdot N_2}, \quad (1)$$

де:  $P_k$  - тиск газу під колошником, ата;

$q$  - відносна витрата дуття на 1 м кв. перерізу

колошника,  $\frac{m^3}{xv}$ ;

$w, N_2$  - відповідно, вміст кисню в дутті та азоту в колошниковому газі, в частках одиниці;

$48 \div 50$  - оптимальний, на погляд авторів, відносний вихід колошниковогаз на 1 м кв. перерізу колошника,  $\frac{m^3}{xv}$ .

Цьому способу притаманні наступні недоліки. Практично, за наведеним виразом (1), тиск газу під колошником визначається як відношення виходу газу, що припадає на одиницю перерізу колошника, до його оптимальної (як визнають автори) кількості - отже, залежить тільки від хвилинної витрати дуття і вмісту в ній кисню. Таким чином, коректування тиску газу під колошником проводиться без урахування факторів, які суттєво впливають на газодинаміку доменного процесу (об'єм печі, перепад тиску "фурми-колошник", характеризуючий гранулометричний склад шихти та напруженість газодинамічного режиму).

Неможливо нормувати та рекомендувати (як оптимальний) рівень виходу колошниковогаз на одиницю перерізу колошника, не враховуючи

UA (11) 39791 (13) A

газопроникності шихти, яка визначається його гранулометричним складом в верхній частині доменної печі. Крім того, вирішення розглянутого математичного виразу (1) фактично дає безрозмірну величину, тоді як за заявою авторів, має розмірність тиску.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу ведення доменної плавки шляхом використання для гнучкого керування газодинамічним процесом, досягнення високопродуктивної та економічної роботи доменної печі встановлених залежностей між відношенням тиску колошникового газу до перепаду тиску "фурми-колошник" та витратою дуття, що припадає на одиницю об'єму печі і тиску дуття (приведена витрата дуття).

Поставлене завдання вирішується тим, що в спосіб ведення доменної плавки, який включає вимір та регулювання параметрів дуття й колошникового газу, відповідно з винаходом, рівень форсування ходу доменної печі заведеною витратою дуття встановлюється шляхом змінювання відношення тиску колошникового газу до перепаду тиску "фурми-колошник", відповідно залежності:

$$Q'_d = a_1 + a_2 \cdot \left( \frac{P_k}{P_d - P_k} \right) - a_3 \cdot \left( \frac{P_k}{P_d - P_k} \right)^2, \quad (2)$$

де:  $Q'_d$  - приведена витрата дуття,  $\frac{м^3}{хв \cdot м^3 \cdot МПа}$ ;

$P_d, P_k$  - відповідно, тиск дуття та колошникового газу, МПа;

$a_1, a_2, a_3$  - виведені дослідним шляхом коефіцієнти, які дорівнюють відповідно  $a_1 = 9,65$ ;  $a_2 = 1,25$ ;  $a_3 = 3,8$ .

При цьому, для оцінки роботи доменної печі в різних режимах прийняті наступні характеристики. Приведена витрата дуття, що припадає на одиницю корисного об'єму доменної печі (характеризує об'ємну швидкість руху дуття в фурменній зоні):

$$Q'_d = \frac{Q_d}{V_n \cdot P_d},$$

де:  $Q_d$  - витрата дуття,  $\frac{м^3}{хв}$ ;

$V_n$  - корисний об'єм доменної печі,  $м^3$ ;

$P_d$  - тиск дуття на фурмах, МПа.

Цей показник більш чутливий та зручний для порівняльного - аналізу роботи доменних печей різного об'єму, працюючих в різних режимах. Окрім витрати ( $Q'_d$ ) та тиску дуття, газодинаміку діючої доменної печі визначають також тиск колошникового газу ( $P_k$ ) та перепад тиску "фурми-колошник" ( $\Delta P = P_d - P_k$ ).

Відношення тиску колошникового газу до перепаду тиску "фурми-колошник"  $\left( \frac{P_k}{\Delta P} \right)$  характеризує розмір стиснення газового потоку, необхідний для означеного рівня форсування ходу доменної печі дуттям на робочому перепаді, і може служити критерієм газодинаміки процесу.

При роботі доменних печей з низьким тиском колошникового газу ( $P_k = 0,02-0,05$  МПа) приведена витрата дуття ( $Q'_d$ ) (для оптимальних умов складає:

$$9,5 - 10,3 \frac{м^3}{хв \cdot м^3 \cdot МПа}, \quad \frac{P_k}{\Delta P} = 0,17 - 0,28.$$

Ці ж параметри для помірного тиску колошникового газу ( $P_k = 0,10-0,15$  МПа) складають, відповідно,  $Q'_d = 7,5-8,5 \frac{м^3}{хв \cdot м^3 \cdot МПа}$  та  $\frac{P_k}{\Delta P}$  в межах 0,60-0,80.

Аналізом зв'язку показників  $Q'_d$  та  $\frac{P_k}{\Delta P}$  з продуктивністю доменних печей та питомою витратою коксу виявлено наявність екстремальної зони, якій відповідає високий рівень продуктивності при низькій питомій витраті коксу. При цьому встановлено, що для всіх доменних печей існують певні оптимальні величини приведеної витрати дуття ( $Q'_d$ ) і відношення тиску колошникового газу ( $P_k$ ) до перепаду тиску "фурми-колошник" ( $\Delta P$ ).

Залежності показані на фіг. 1-3. На фіг. 1 зображено графік залежності питомої продуктивності

доменних печей від відношення  $\frac{P_k}{\Delta P}$ , на фіг. 2 -

графік залежності витрати коксу від приведеної витрати дуття ( $Q'_d$ ). Фіг. 3 - характеризує зв'язок

приведеної витрати дуття з відношенням  $\frac{P_k}{\Delta P}$ . Із

останньої залежності (фіг. 3) випливає, що при економічній та продуктивній роботі доменної печі даній приведеній витраті дуття відповідає визначене відношення тиску колошникового газу до перепаду тиску "фурми-колошник". Для реальних

умов оптимальне відношення  $Q'_d$  та  $\frac{P_k}{\Delta P}$  забезпе-

чує високу продуктивність та мінімальну питому витрату коксу на виробництво чавуну.

Регулювання газодинамічного режиму доменного процесу, яке включає вимірювання витрати і тиску дуття на фурмах, тиску колошникового газу, перепаду тиску "фурми-колошник", за встановленими співвідношеннями (2), між цими параметрами позбавлене недоліків відомих способів через те, що при розробленні даного співвідношення використані не теоретичні, а реальні параметри доменних печей з характерними для кожного металургійного агрегату шихтовими та технологічними особливостями.

Запропонований спосіб забезпечує гнучке керування газодинамічним процесом доменної печі в умовах стаціонарних та перехідних режимів за рахунок додержування раціональних співвідношень витрати дуття, тиску дуття та колошникового газу. Даний спосіб легко входить до системи автоматичного регулювання ходом доменної печі.

Приклад.

Як приклад, розглянута робота доменної печі корисним об'ємом 1386 м<sup>3</sup> куб. в двох режимах.

Основні показники роботи печі в базових та експериментальних режимах надані в таблиці. З таблиці виходить, що показники роботи печі в ек-

спериментальному режимі значно кращі. З базового режиму, в якому доменна піч робила з приведе-

ною витратою дуття  $Q'_d = 6,56-6,59 \frac{\text{м}^3}{\text{хв м}^3 \text{ МПа}}$  та

відношенням  $\frac{P_k}{\Delta P} = 1,2 - 1,3$ , на експерименталь-

ний режим виходили шляхом поступового зниження тиску колошникового газу з 0,118-0,127 МПа до 0,100 МПа. При цьому, перепад тиску "фурми-колошник" наблизився до 0,098 МПа. Поліпшувались газодинамічні умови плавки, форсування дуттям зростало. В подальшому, при досягненні

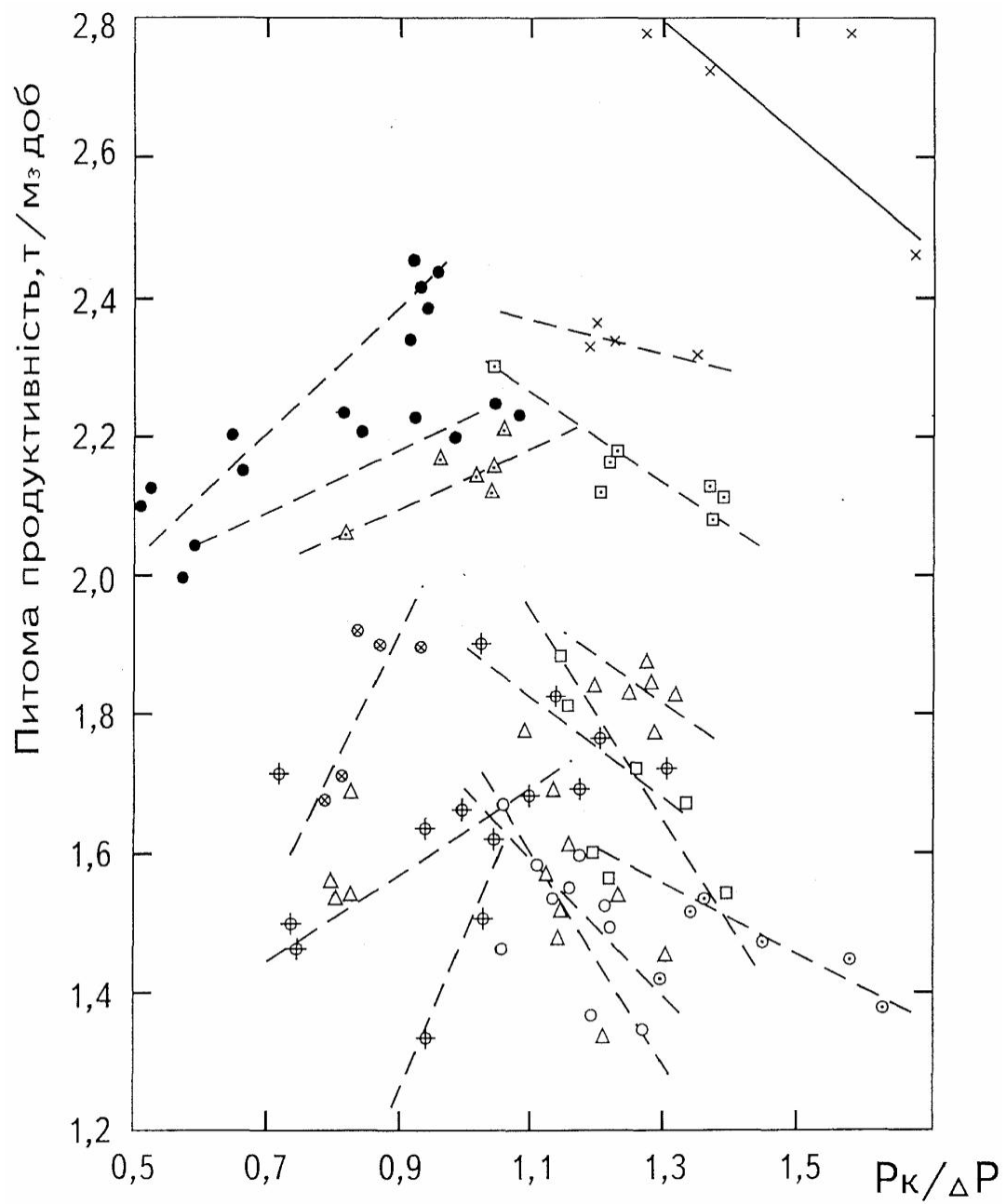
відношення тиску колошникового газу до перепаду тиску, близькому одиниці, форсування ходу печі збільшували одночасно з підвищенням тиску колошникового газу. За рахунок цього в експериментальному режимі при однаковій з базою тиску колошникового газу досягнуто збільшення приведе-

ної витрати дуття (до  $7,3 \frac{\text{м}^3}{\text{хв м}^3 \text{ МПа}}$ ), зростання

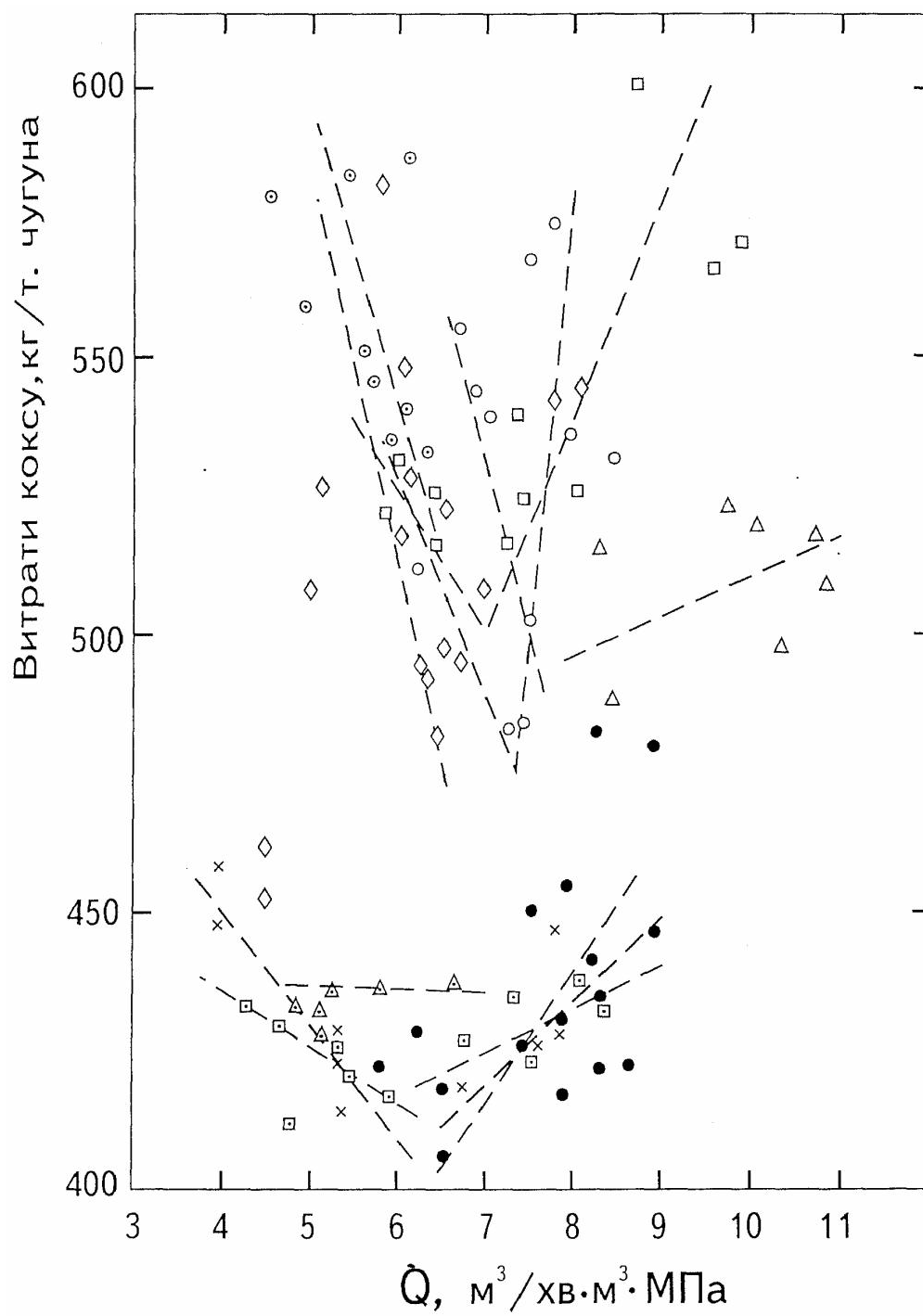
продуктивності на 8,5%, скорочення питомої витрати коксу на 4,1%.

Таблиця

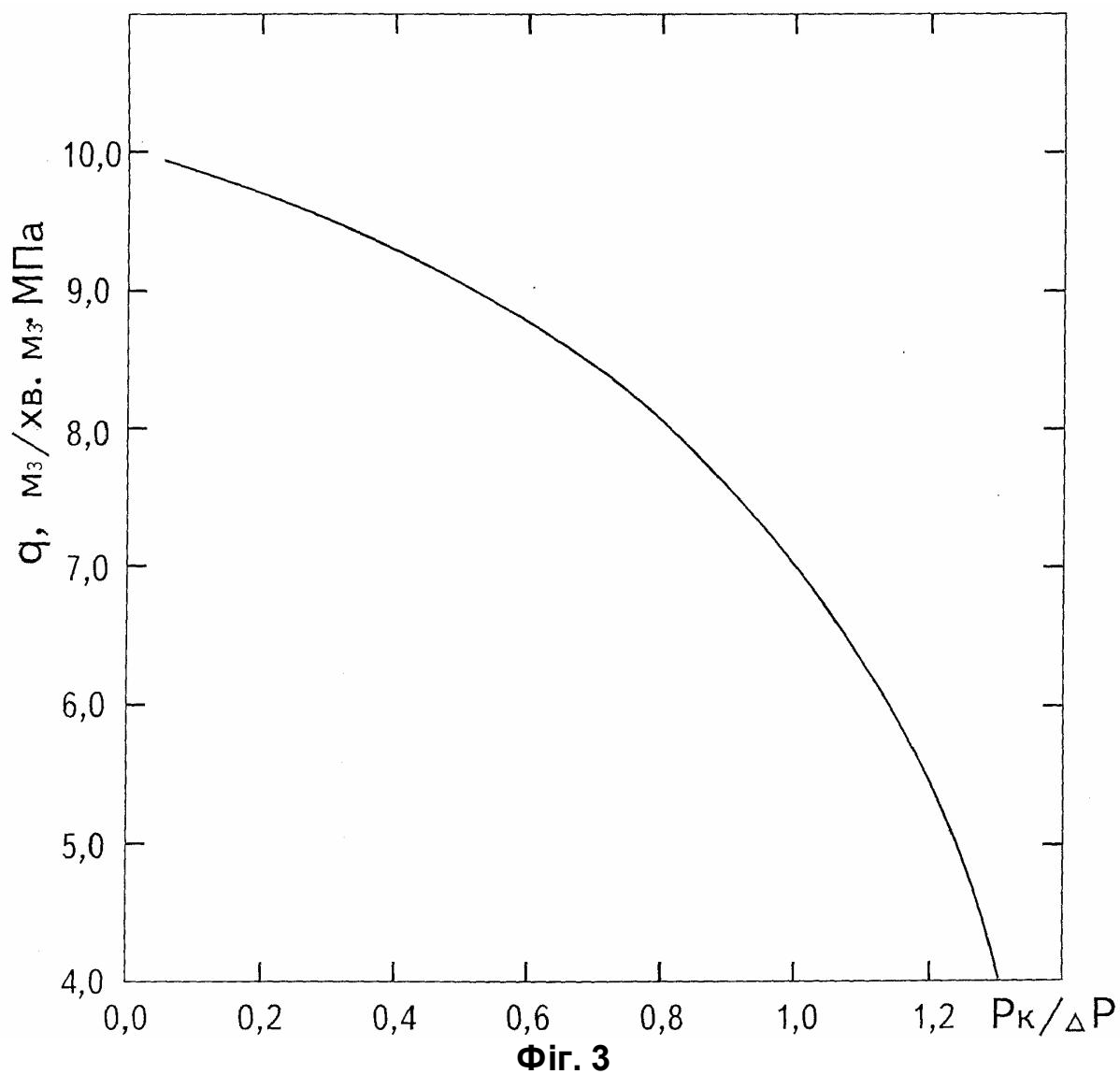
№ п.п	Показники	Одиниця виміру	Базовий режим	Експериментальний
1.	Корисний об'єм печі	м <sup>3</sup>	1386	1386
2.	Тривалість періоду	доба	10	10
3.	Продуктивність	т/доб	1640	1780
4.	Питома витрата коксу	кг/т чавуну	612	587
5.	Дуття: витрата (Q <sub>д</sub> )	м <sup>3</sup> /хв	2100	2440
6.	Температура	°С	1000	1000
7.	тиск (P <sub>д</sub> )	МПа	0,225	0,238
8.	вміст кисню	%	21	21,0
9.	Тиск колошникового газу	МПа	0,125	0,119
10.	Перепад тиску (P <sub>д</sub> -P <sub>к</sub> )	МПа	0,10	0,119
11.	Приведена витрата дуття (Q' <sub>д</sub> )	$\frac{\text{м}^3}{\text{хв м}^3 \text{ МПа}}$	6,57	7,28
12.	Відношення $\frac{P_k}{P_d - P_k}$	Частка один.	1,25	1,0
13.	Вміст заліза в шихті	%	53,3	53,2
14.	Частка агломерату в шихті	%	86,0	84,0
15.	Частка окатишів у шихті	%	14,0	16,0
16.	Витрата вапняку	кг/т	66,0	69,0
17.	Вміст в чавуні: Si	%	0,91	0,86
18.	S	%	0,029	0,028
19.	Mn	%	0,12	0,12
20.	P	%	0,052	0,050



Фіг. 1



Фіг. 2




---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22

---