



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 60594

(13) A

(51) 7 C21B3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

## (54) СПОСІБ ДОМЕННОЇ ПЛАВКИ

1

2

(21) 2003010198

(22) 08 01 2003

(24) 15 10 2003

(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р.

(72) Шатоха Володимир Іванович, Нефедов Юрій Андрійович, Кліменко Фелікс Константинович, Соколовська Інна Веніаміновна, Малий Валентин Васильович, Степанова Людмила Іванівна

(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

(57) Спосіб доменної плавки, який включає завантаження шихти, вдування в горн з дуттям пилувугільного палива і каталізатора горіння, який **відрізняється** тим, що як пилувугільне паливо та каталізатор горіння використовують флюсовугільну суміш, яка містить вугілля та вапняк, причому

витрату вапняку на одиницю маси вугілля, що вдувається, знаходять зі співвідношення

$$L = \frac{kS_c - \frac{A \cdot CaO_c}{100}}{CaO_l - kS_l}$$

де

 $S_c$  - частка сірки у вугіллі (0,5-2,5 %), $S_l$  - частка сірки у вапняку (0,1-1,0 %), $CaO_l$  - частка вапна у вапняку (40-55 %), $CaO_c$  - частка вапна у золі вугілля (1,0-6,0 %), $A$  - частка золи вугілля (8-15 %), $k=0,01 \div 3,85$  - коефіцієнт ефективності обшлакування сірки, а виготовлення суміші забезпечується шляхом сумісного помелу компонентів

Винахід належить до чорної металургії і може бути використаний при виплавці чавуну в доменних печах, які працюють з вдуванням в горн пилувугільного палива

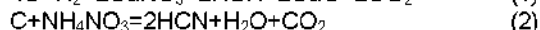
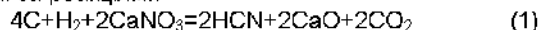
Відомий спосіб доменної плавки, який включає завантаження та проплавку шихтових матеріалів на комбінованому дутті при вдуванні додаткового флюсу в горн печі, з підтриманням заданої основності шлаку, причому при накопиченні в горні шлаку 5-95% від максимального можливого витрату флюсу, що вдувається, змінюють в межах 1,25-0,65 від кількості флюсу, що вдувається (Авт. св. СРСР №617475, С21В3/00, 30 07 78, Бюл. 28)

Зазначений спосіб не вирішує проблем управління процесами десульфурзації чавуну в доменній печі за умов вдування пилувугільного палива

Найбільш близьким за технічною сутністю до способу, що заявляється та результату, який досягається при його використанні, є спосіб доменної плавки, який включає завантаження шихти, вдування в горн з дуттям пилувугільного палива і каталізаторів горіння, в якому у якості каталізатора горіння використовують азотнокислий кальцій або азотнокислий амоній при співвідношенні витрати пилувугільного палива до азотнокислого кальцію або азотнокислого амонію в межах 1 (0,05-0,4) і

витрати суміші 100-500кг на 1т чавуну (Авт. св. СРСР №734285, С21В3/00, 30 07 78, Бюл. 28)

В описаному способі використовуються реагенти, які лише покращують процес горіння пилувугільного палива але зовсім не сприяють протіканню процесів десульфурзації чавуну, до того ж хімічна взаємодія  $CaNO_3$  або  $NH_4NO_3$  в доменній печі за реакціями



призводить до утворення ціаністого водню, який є фактором руйнування вогнетривкої футеровки та чавунних холодильників доменної печі

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення технологічного процесу доменної плавки за рахунок вдування флюсовугільної суміші і підвищення якості чавуну за рахунок більш ефективного ошлакування сірчистих сполук, які утворюються при горінні пилувугільного палива

Задача вирішується тим, що у відомому способі доменної плавки, який включає завантаження шихти, вдування в горн з дуттям пилувугільного палива і каталізатора горіння, відповідно до винаходу у якості пилувугільного палива та каталізатора горіння використовують флюсовугільну суміш, яка містить вугілля та вапняк, причому витрату

(13) A

(11) 60594

(19) UA

вапняку на одиницю маси вугілля, що вдувається, знаходять зі співвідношення

$$L = \frac{kS_c - \frac{A \cdot CaO_c}{100}}{CaO_l - kS_l}$$

де  $S_c$  - частка сірки у вугіллі (0,5-2,5%),

$S_l$  - частка сірки у вапняку (0,1-1,0%),

$CaO_c$  - частка вапна у вапняку (40-55%),

$CaO_l$  - частка вапна у золі вугілля (1,0-6,0),

$A$  - частка золи вугілля (8-15%),

$k = 0,01 - 3,85$  - коефіцієнт ефективності ошлакування сірки,

а виготовлення суміші забезпечується шляхом сумісного помелу компонентів

Ознаками, загальними для способу, що заявляється, та відомого, який взято у якості прототипу, є завантаження шихти, вдування в горн з дуттям пилувугільного палива і каталізатора горіння

Відрізняючими ознаками є використання у якості пилувугільного палива і каталізатора флюсовугільної суміші, яка містить вугілля і вапняк, причому витрату вапняку на одиницю маси вугілля, що вдувається, знаходять зі співвідношення

$$L = \frac{kS_c - \frac{A \cdot CaO_c}{100}}{CaO_l - kS_l}$$

де  $S_c$  - частка сірки у вугіллі (0,5-2,5%),

$S_l$  - частка сірки у вапняку (0,1-1,0%),

$CaO_c$  - частка вапна у вапняку (40-55%),

$CaO_l$  - частка вапна у золі вугілля (1,0-6,0),

$A$  - частка золи вугілля (8-15%),

$k = 0,01 - 3,85$  - коефіцієнт ефективності ошлакування сірки,

а виготовлення суміші забезпечується шляхом сумісного помелу компонентів

За наявними у авторів відомостями сукупність ознак, що заявляється, яка характеризує сутність винаходу, невідома у існуючому рівневі техніки. Тому винахід, який заявляється, відповідає критерію "новизна".

Необхідність відрізняючих ознак зумовлене такими обставинами

Вдування пилувугільного палива супроводжується збільшенням приходу сірки до горну доменної печі і суттєвим ускладненням процесів десульфурації. Це супроводжується погіршенням якості чавуну і необхідністю застосування технологій позапічної десульфурації, що збільшує собівартість чавуну.

Управління процесом десульфурації в доменній печі традиційним шляхом - додаванням вапняку до доменної шихти - не вирішує проблему за таких умов, оскільки сірчисті сполуки, що утворюються під час горіння вугілля переходять до складу металу на горизонті фурм, де ефективність десульфурації при фактичній основності шлаку (відношення вмісту оксидів  $CaO/SiO_2$ ) 1,0-1,4 є недостатньою. Збільшення основності шлаку усієї маси шлаку понад 1,4 є неприпустимим за технологією доменної плавки. Потрібне нове технічне

рішення, яке забезпечить локальне введення вапняку безпосередньо до фурмених зон горіння, причому середня основність доменного шлаку зберігається у технологічно допустимих межах. Таким рішенням є вдування флюсовугільної суміші.

Результати термодинамічного моделювання процесу горіння флюсовугільної суміші, які наведено на фіг. 1, де показано розподіл сірки між реагуючими фазами в системі чавун-шлак-газ залежно від відношення  $Ca/S$  у флюсовугільній суміші, свідчать про те, що повне ошлакування сірки вугілля відбувається при такому співвідношенні вапняку і вугілля у суміші, коли забезпечується співвідношення кальцію і сірки на рівні  $Ca/S=2,75$ . Якщо це співвідношення виразити через  $CaO/S$ , то можна отримати максимальний коефіцієнт ефективності ошлакування сірки

$$k_{max} = CaO / S = 2,75 \cdot 56 / 40 = 3,85,$$

де 40 - атомна маса кальцію, а 56 - молекулярна маса оксиду кальцію.

Збільшення частки вапняку у суміші понад значення  $k_{max}$  недоцільне, оскільки воно не призведе до подальшого поліпшення ошлакування сірки.

Оптимальну частку вапняку у суміші можна розрахувати з рівняння

$$\frac{L \cdot CaO_l + \frac{A \cdot CaO_c}{100}}{L \cdot S_l + S_c} = k \quad (1)$$

де  $S_c$  - частка сірки у вугіллі, %,

$S_l$  - частка сірки у вапняку, %,

$CaO_c$  - частка вапна у золі вугілля, %,

$A$  - частка золи вугілля, %,

Звідси можна отримати

$$L = \frac{kS_c - \frac{A \cdot CaO_c}{100}}{CaO_l - kS_l} \quad (2)$$

Максимальну ефективність ошлакування сірки буде забезпечено при значеннях  $k = 3,85$ .

Мінімальна ефективність ошлакування сірки буде спостерігатися, якщо  $L = 0$  тобто пилувугільне паливо вдувається без вапна, при цьому  $k_{min}$  буде не нижче 0,01.

При збільшенні величини  $L$  в межах значень, які забезпечуються підстановкою до рівняння (2) значень від  $k_{min}$  до  $k_{max}$  ступінь ошлакування сірки вугілля збільшується.

Окрім ошлакування сірки додаток вапна до пилувугільного палива має також каталітичний вплив на процес горіння, що експериментально доведено авторами.

Авторами виконано експериментальні дослідження, згідно з якими сумісний помел збільшує ефективність ошлакування сірчистих сполук вугілля у порівнянні зі змішуванням вапна і пилувугільного палива без їх сумісного помелу. Результати експериментів наведено на фіг. 2, де показано ефективність ошлакування сірки при спалюванні флюсовугільних сумішей з різним відношенням  $Ca/S$ , утворених шляхом сумісного та роздільного помелу.

Сутність винаходу, що заявляється, явно не слідує з відомого авторам рівня техніки

Сукупність ознак, які характеризують відомі рішення, не забезпечують досягнення нових результатів і лише наявність перерахованих відрізняючих ознак дозволяє отримати новий технічний результат. Отже, винахід, що заявляється, відповідає критерію "винахідницький рівень".

Спосіб, що заявляється, реалізується таким чином

Наприклад, за технологією доменної плавки в фурми доменної печі потрібно вдувати 100 кг пило-вугільного палива (ПВП) на 1 т чавуну. Вміст золи у вугіллі Чумаковської центральної збагачувальної фабрики, з якого виготовляється ПВП, становить  $A = 10\%$ , сірки  $S_c = 18\%$ , в золі міститься  $CaO_c = 5\%$  (наведено середні значення). Для виготовлення флюсовугільної суміші при помелі вугілля для ПВП до нього додається вапняк Оленівського родовища, який містить  $CaO_l = 53\%$ , сірки  $S_c = 0,1\%$ . За формулою (2) можна розрахувати, що на 1 кг ПВП для виготовлення флюсовугільної

суміші потрібно додати  $L = 0,136$  кг вапняку. Схему реалізації способу наведено на фіг. 3. Компоненти (ПВП та вапняк) дозують з бункерів 1, 2 на конвеєр 3 та подають до млину 4, де здійснюють їх сумісний помел, газ-носії транспортує з млину помелену флюсовугільну суміш по трубопроводах 5 до фурми доменної печі 6.

Співставлення технічних результатів способу, що заявляється, у порівнянні з прототипом наведено у таблиці.

Як видно з наведених даних, використання запропонованого способу дозволяє виплавляти низькосірчистий чавун при використанні вугілля з будь-яким вмістом сірки. Використання прототипу не забезпечує ошлакування сірки вугілля добавкою до суміші. Окрім того, використання флюсовугільної суміші не впливає на стан футеровки та холодильників доменної печі. Використання прототипу пов'язане з ризиком руйнування футеровки та холодильників доменної печі при взаємодії з продуктами перетворення каталізатору в доменній печі.

Таблиця

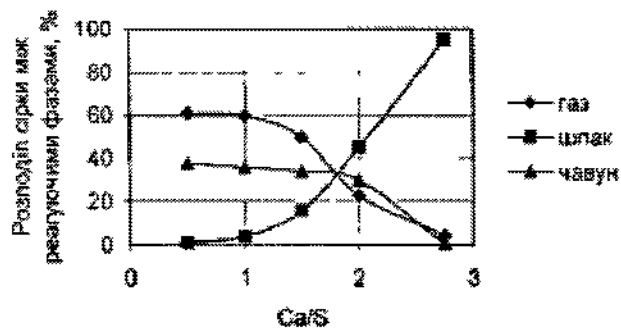
Вихідні дані	Прототип Авт. св. СРСР №734285	Спосіб, що заявляється
Витрата суміші, кг/т чавуну	100-600	100-600
Вміст сірки у вугіллі, $S_c$ (%)	немає даних	0,5-2,5
Вміст золи у вугіллі, $A$ (%)	немає даних	8-15
Вміст сірки у вапняку, $S_l$ (%)	немає даних	0,1-1,0
Вміст кальцію у вапняку, $CaO_l$ (%)	немає даних	40-55
Вміст кальцію у золі вугілля, $CaO_c$ (%)	немає даних	1,0-6,0
Витрата вапняку на одиницю маси вугілля у складі суміші	0	0,036-0,25
Витрата $Ca(NO_3)_2$ або $NH_4NO_3$ на одиницю маси вугілля у складі суміші	0,05-0,4	0
Коефіцієнт заміни коксу вугіллям, кг/кг	$\approx 1,0$	$\approx 1,0$
Коефіцієнт ефективності ошлакування сірки, $k$	немає даних	3,85
Вміст сірки у чавуні	немає даних	$\leq 0,03$
Вплив суміші на стан футеровки та чавунних холодильників доменної печі	негативний - можливе руйнування футеровки та холодильників	немає впливу

Отже можна зробити висновок про те, що отриманий технічний результат має більш високий рівень у порівнянні із прототипом.

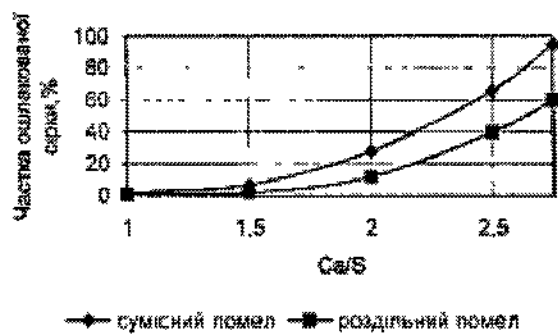
Винахід, що заявляється, базується на теоретичних розрахунках та експериментальних даних, які можуть бути багаторазово виконані, у тому чи-

слі за промислових умов. Таким чином, він відповідає критерію "промислова застосовність".

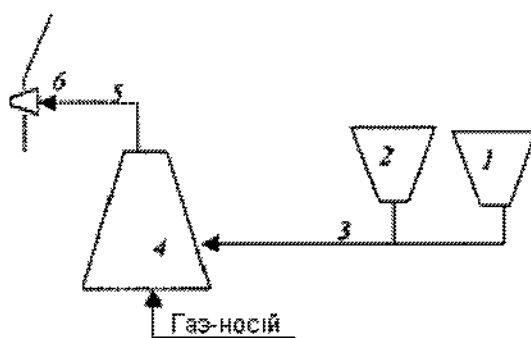
Оскільки винахід, що заявляється, має комерційну цінність, доцільним є його патентування в країнах близького і далекого зарубіжжя, в першу чергу в Російській Федерації.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3