



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46990 (13) A

(51) 6 C21B7/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

## (54) СПОСІБ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ

1

2

(21) 2001042178

(22) 03 04 2001

(24) 17 06 2002

(46) 17 06 2002, Бюл. № 6, 2002 р

(72) Білоног Валерій Олексійович, Томаш Олександр Анатолійович, Лозовой Валерій Пантелеймонович, Биков Леонід Всеволодович, Четиркін Євген Іванович, Васькевич Михайло Якович, Зотов Олексій Володимирович

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1 Спосіб завантаження доменної печі, який включає подачу у піч залізорудної частини шихти, коксу, конверторного і силікомарганцевистого шлаків, який відрізняється тим, що конверторний і силікомарганцевистий шлаки змішують перед завантаженням

2 Спосіб завантаження доменної печі за п. 1, який відрізняється тим, що змішування здійснюють у наступних масових співвідношеннях: конверторний шлак - 65-80 %, силікомарганцевистий шлак - 35-20 %

Винахід відноситься до чорної металургії і може бути використаний при завантаженні доменних печей

Відомий спосіб завантаження доменної печі, який включає подачу силікомарганцевистого шлаку в доменну піч поряд з залізорудною шихтою, коксом і флюсом (Вторинні матеріальні ресурси чорної металургії: довідник в 2т. - Т2. Шлаки, шлами, відходи збагачування залізних і марганцевих руд, відходи коксохімічної промисловості, залізний купорос (утворення та використання) /Баришніков В.Г., Горелов А.М., Папков В.І. та ін. - М.: Економіка, 1986. - 344с.). Силікомарганцевистий шлак замінює в доменній шихті дорогу марганцеву руду і дозволяє знизити собівартість чавуну. Одним із недоліків відомого способу є низька температура початку розм'якшення силікомарганцевистого шлаку, що призводить до погіршення умов протитоку шихти і газів у доменній печі, нерівному сходу шихти, і, як слідство, зниженню продуктивності печі та збільшенню витрати коксу.

Відомий спосіб завантаження доменної печі, який включає подачу в доменну піч поряд з залізорудною шихтою, коксом і флюсом конверторного шлаку (Вторинні матеріальні ресурси чорної металургії: довідник в 2т. - Т2. Шлаки, шлами, відходи збагачування залізних і марганцевих руд, відходи коксохімічної промисловості, залізний купорос (утворення і використання) /Баришніков В.Г., Горелов А.М., Папков В.І. та ін. - М.: Економіка, 1986. - 344с.). Конверторний шлак замінює у складі доменної шихти флюси, частково дороп залізору-

дні матеріали, марганцеву руду і дозволяє знизити собівартість чавуну.

Найбільш близьким способом завантаження, прототипом, є спосіб, який включає подачу в піч залізорудної частини шихти, коксу і періодичну подачу сталеплавильного шлаку при масовому співвідношенні сталеплавильного шлаку і залізорудної частини шихти в подачі 0,25 - 0,45 (АС СРСР №1447857, кл. C21B7/18, 1988БВ №48). Недоліком обох відомих способів завантаження є високі температури розм'якшення конверторного шлаку і ускладнення процесів шлакоутворення в доменній печі, що призводить до нерівного сходу шихти, і, як слідство, зниженню продуктивності печі та збільшенню витрати коксу.

В основу винаходу поставлена задача створити спосіб завантаження доменної печі, в якому зміна умов завантаження дозволить навести у відповідність температурні інтервали розм'якшення основних компонентів доменної шихти і шлаків, що додаються до шихти, що забезпечить раціональний режим шлакоутворення в доменній печі, покращить умови протитоку шихти і газів, збільшить продуктивність доменної печі та знизить витрату коксу.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі завантаження доменної печі, який включає подачу в піч залізорудної частини шихти, коксу, конверторного і силікомарганцевистого шлаків, у відповідності з винаходом конверторний і силікомарганцевистий шлаки змішують перед завантаженням, причому змішування здійснюють в насту-

(13) A  
(11) 46990  
(19) UA

пних масових співвідношеннях конверторний шлак - 65 - 80%, силікомарганцевистий шлак - 35 - 20%

Силікомарганцевистий шлак (щебень), що містить 13 - 20% марганцю, дозволяє повністю або частково замінити дорогу марганцеву руду в складі доменної шихти. Введення в доменну шихту 50 кг/т чавуну Si - Mn щебеню в сучасних економічних умовах дозволяє знизити собівартість чавуну на 0,5 - 0,8 грн./т. При витраті 100 кг/т чавуну конверторного шлаку, у складі якого до 54% CaO і MgO, до 20% Fe, до 5% Mn і не більш 20% SiO<sub>2</sub> і Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, вартість чавуну знижується на 7,0 - 7,3 грн./т за рахунок скорочення витрати вапняку, залізородних матеріалів і марганцевої руди. Однак при вводити значної кількості металургійних шлаків у склад доменної шихти часто спостерігається нерівний, тугий схід шихти і захаращення горну, що приводить до значного погіршення техніко-економічних показників доменної плавки.

Одною з важливих властивостей шихтових матеріалів є температурний інтервал розм'якшення, інтервал температур, при яких шихта переходить у в'язко - пластичний стан, проміжний між твердим і рідким. Чим менш у доменній печі довжина зони розм'якшення, що відрізняється низькою газопроникністю, тим легше висхідний потік доменного газу мінає стовп шихти в робочому просторі печі, менш перепад тиску газу фурми - копошник, більш рівномірно опускається шихта. Розм'якшення шихтових матеріалів досліджувалося традиційним способом нагріву часток розміром 5 - 7 мм в лабораторній електропечі під навантаженням. Частки шихти розміщували у печі в металевій судині. Про стан матеріалу судили по зміні положення штоку, встановленого на поверхню проби, і усадці матеріалу. Для об'єктивної оцінки ходу процесу розм'якшення по величині усадки розраховували зміну порожнечі розм'якшеної шихти при збільшенні температури. Температури початку зниження газопроникності шихти при розм'якшенні відповідало зниження порожнечі матеріалу на 10% у порівнянні з початковою. Опір проходу газів при цьому збільшується на 50%. Кінцем інтервалу зниження газопроникності при розм'якшенні вважали температуру, при якій порожнеча ставала рівною 0. При подальшому нагріві рідка фаза, що утворюється, розсовує тверді частки, що залишилися, і утворюється текучий рідкий шлак, що містить тверді включення.

Суттєвість винаходу ілюструється кресленнями, де на фіг 1 зображені температурні інтервали зниження газопроникності різноманітних компонентів шихти при розм'якшенні, а на фіг 2 зміна температур зниження газопроникності при розм'якшенні суміші силікомарганцевистого і конверторного шлаку за результатами лабораторних іспитів.

Досліджувалися різноманітні компоненти доменної шихти МК «Азов-сталь». Багатоконпонентність доменної шихти цього комбінату дозволяє узагальнювати результати досліджень. Температурні інтервали зниження газопроникності залізородної шихти при розм'якшенні складають 1079 - 1130°C (фіг 1). Зі збільшенням основності температури зниження газопроникності збільшуються

Силікомарганцевистий шлак з основністю 0,45 - 0,55 переходить у пластичний стан при більш низьких температурах, ніж залізородні матеріали, 991 - 1011°C. Високоосновний конверторний шлак переходить у пластичний стан при більш високих температурах, ніж залізородні матеріали, 1150 - 1220°C. Роздрібне введення у робочий простір силікомарганцевистого щебеню та конверторного шлаку призводить до значного збільшення довжини зони розм'якшення з низькою газопроникністю. Зона пониженої газопроникності протягнеться від температури 991°C (початок зниження газопроникності силікомарганцевистого щебеню) до 1220°C (перехід конверторного шлаку в текучий стан). Введення у склад доменної шихти тільки одного з шлаків також супроводжується значним збільшенням довжини зони в'язко - пластичного стану. Ранній перехід шихти у в'язко - пластичний стан збільшує опір проходу газів у доменній печі. Розм'якшення конверторного шлаку при високих температурах призводить до того, що процес первинного шлакоутворення не встигає завершитися у распарі та зашечіках. Тверді частки шлаку влучають в горн і, переходячи у склад кінцевого шлаку, знижують його рухливість, сприяючи захаращенню горну.

При попередньому змішуванні низькоосновного силікомарганцевистого і високоосновного конверторного шлаку при нагріванні в доменній печі протікають твердофазні реакції. Зменшення змісту легкоплавких і тугоплавких сполучень і збільшення змісту сполучень з середньою температурою плавлення сприяє зменшенню температур розм'якшення суміші в порівнянні з конверторним шлаком і збільшенню в порівнянні з силікомарганцевистим щебенем (фіг 2). Зі збільшенням змісту конверторного шлаку в суміші з силікомарганцевистим температурі початку зниження газопроникності при розм'якшенні 1 і переходу в рідкий стан 2 монотонно збільшуються і зближаються з температурним інтервалом зниження газопроникності при розм'якшенні залізородної шихти 3, 4.

При змісті в суміші конверторного шлаку по масі 65 - 80%, силікомарганцевистого щебеню 35 - 20% температури зниження газопроникності при розм'якшенні суміші шлаків і доменної шихти співпадають. При такому співвідношенні шлаків в суміші довжина зони розм'якшення не збільшиться (таблиця).

При змісті по масі в суміші конверторного шлаку менш 65 - 80 %, наприклад 50 %, а силікомарганцевистого щебеню більш 35 - 20 %, наприклад 50 %, температури зниження газопроникності при розм'якшенні суміші шлаків менш відповідних температур доменної шихти. При такому співвідношенні шлаків в суміші довжина зони розм'якшення збільшиться за рахунок зменшення температури початку зниження газопроникності при розм'якшенні (таблиця).

При змісті в суміші по масі конверторного шлаку більш 65 - 80 %, наприклад 90 %, а силікомарганцевистого щебеню більш 35 — 20 %, наприклад 10 %, температури зниження газопроникності при розм'якшенні суміші шлаків більш відповідних температур доменної шихти. При такому співвідношенні шлаків в суміші довжина зони розм'якшення

збільшиться за рахунок збільшення температури переходу в рідкий стан (таблиця)

Таблиця - Зміна температурного інтервалу

зниження газопроникності при розм'якшенні при доданні до доменної шихти суміші силікомарганцевистого і конверторного шлаків

|   |                                  |                              |                                  |
|---|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Зміст в суміші по масі, % конверторного шлаку силікомарганцевистого шлаку | < 65 - 80 (50)<br>> 35 - 20 (50) | 65 - 80 (75)<br>35 - 20 (25) | > 65 - 80 (90)<br>< 35 - 20 (10) |
| Температурний інтервал зниження газопроникності, °С залізорудної шихти    | 1079-1130                        | 1079-1130                    | 1079-1130                        |
| суміші шлаків   | 1050-1078                        | 1085-1120                    | 1125-1182                        |
| Температура початку зниження газопроникності                              | Зменшиться                       | Не зміниться                 | Не зміниться                     |
| температура переходу в рідкий стан  | Не зміниться                     | Не зміниться                 | Збільшиться                      |
| Довжина зони розм'якшення, °С   | Збільшиться<br>1050 - 1130       | Не зміниться<br>1079 - 1130  | Збільшиться<br>1079 - 1182       |

В промислових умовах спосіб завантаження доменної печі може бути реалізований наступним чином. На рудному дворі доменного цеху формується штабель з конверторного і силікомарганцевистого шлаку у співвідношеннях по масі конверторний шлак - 65-80%, силікомарганцевистий шлак - 35 - 20%. У штабелі виробляється усереднення суміші шлаків. Після формування штабелю розбирається рудно-грейферним краном і суміш шлаків завантажується у вагон, встановлений на бункерній естакаді. Для поліпшення усереднення суміш шлаків при розборі штабелю може додатково перемішуватися екскаватором. Після заповнення вагону, він встановлюється над рудним бункером доменної печі і суміш шлаків вивантажується у бункер. З бункера суміш шлаків вивантажується у вагон-ваги, або на конвеєр і подається у скіп. Порядок подальшого завантаження шлаків у доменну піч не змінюється.

Спосіб завантаження доменної печі може бути також реалізований в промислових умовах шляхом пошарового укладення конверторного та силікомарганцевистого шлаків до одного шихтового бункера доменної печі в заданих пропорціях. При вивантаженні шихти в кишені вагон - ваг або на конвеєр для подачі у скіп шлаки змішуються. Порядок подальшого завантаження суміші шлаків у доменну піч не змінюється.

Спосіб завантаження доменної печі може бути також реалізований в промислових умовах шляхом укладення конверторного і силікомарганцевистого шлаків до одного скіпа в сусідніх шарах у заданих пропорціях. При завантаженні шихти у приймальну вирву завантажувального пристрою доменної печі відбудеться перемішування шлаків. У решті порядок завантаження суміші шлаків у доменну піч не змінюється.

Спільне завантаження у доменну піч у складі шихти конверторного і силікомарганцевистого шлаків дозволить знизити вартість 1т чавуну на 7,5 - 7,8грн за рахунок скорочення витрат вапняку, залізорудних матеріалів і марганцевої руди. Річний економічний ефект складе

$$7,5 \cdot 1000 = 7500 \text{ тис. грн.}$$

де 1000 - річна продуктивність доменної печі середнього обсягу, тис. т

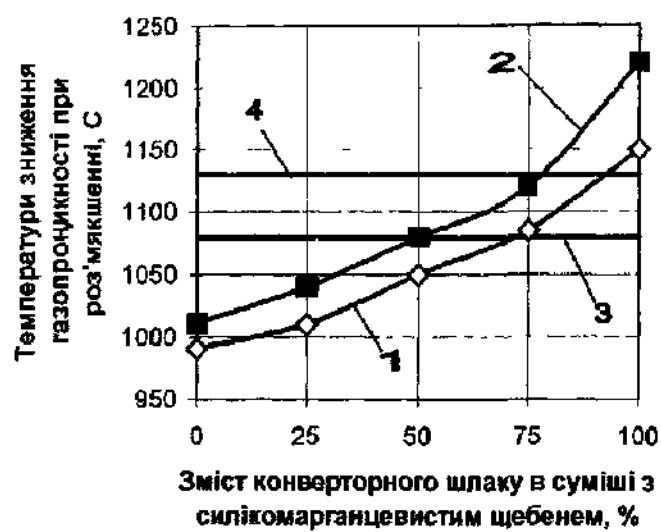
Збільшення рівності сходу шихти і припинення її підстоєв і обривів знижує витрату коксу на 0,2% (Волков Ю. П., Шпарбер Л. Я., Гусаров А. К. Технолог-доменщик Довідник - М. Металургия, 1986 - 263с.) Економічний ефект, що досягається безпосередньо за рахунок застосування способу завантаження доменної печі, що пропонується, складе

$$(0,2 / 100) \cdot 550 \cdot 1000 \cdot 300 = 330000 \text{ грн.}$$

де 550 - питома витрата коксу на доменних печах України, кг/т, 300 - вартість 1 т коксу, грн

|   |     |          |             |               |
|---|-----|----------|-------------|---------------|
| Окатиші СевГЗК                              |     | II III   |             | 1079 - 1120 С |
| Агломерат ЮГЗК                              |     | I III    |             | 1094 - 1124 С |
| Агломерат МК ім. Ілліча                     |     | I III    |             | 1088 - 1120 С |
| Агломерат МК "Азовсталь"                    |     |          | II          | 1106 - 1130 С |
| Доменна шихта без шлаків                    |     | II III   |             | 1079 - 1130 С |
| Конверторний шлак                           |     |          | IIII II     | 1150 - 1220 С |
| Щебінь Si - Mn                              | I I |          |             | 991 - 1011 С  |
| Роздрібна подача шлаків                     | I   | IIIIIIII | IIIIIIII II | 991 - 1220 С  |
| Шихта с конверторним шлаком                 |     | II       | IIIIIIII II | 1079 - 1220 С |
| Шихта с Si - Mn щебенем                     | I   | IIIIIIII | III         | 991 - 1130 С  |
| Суміш 75% конв. шлаку та 25% Si - Mn щебеню |     |          | I III       | 1085 - 1120 С |
| Шихта з сумішшю шлаків                      |     | II III   |             | 1076 - 1130 С |
| 900 1000 1100 1200<br>Температура, С        |     |          |             |               |

Фіг. 1



Фіг. 2

---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)  
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна  
(044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»  
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна  
(044) 216 – 32 – 71