

Винахід відноситься до галузі чорної металургії, зокрема до доменного виробництва, а саме до способів циклічної зміни параметрів доменної плавки для регулювання складу і властивостей чавуна.

Відомий спосіб доменної плавки, що включає циклічну зміну різних її параметрів, коли змінюють рудне навантаження на кокс, тиск газу на колошнику, вологість дуття, температуру дуття в залежності від періодичності випусків чавуна, причому зазначені параметри змінюють за два періоди, кожний з яких дорівнює 0,03-0,6 тривалості періоду між випусками чавуна відповідно від моменту відкриття і від моменту закриття випуску [1].

Недоліком відомого способу доменної плавки є його низька ефективність через високочастотну циклічну зміну перерахованих параметрів доменної плавки, тому що високочастотні коливання (хвилини, години) не пропускаються стовпом шихтових матеріалів, що мають значну неоднорідність гранулометричного складу і фізико-хімічних властивостей.

Ставиться задача знизити витрату коксу і збільшити продуктивність доменної плавки шляхом накладення на стовп шихтових матеріалів у доменній печі низькочастотних коливань, що дозволяють змінювати стан матеріалів і газів в об'ємі печі, за рахунок чого значно збільшується частка активно працюючого простору печі, де інтенсифіковані всі процеси доменної плавки.

Поставлена задача вирішується в такий спосіб.

На відміну від відомого способу доменної плавки з циклічною зміною ряду параметрів, у пропонованому способі циклічно змінюють основність шлаку шляхом зміни основності шихти, що завантажуються, попередньо установивши мінімально- і максимально- припустимі величини співвідношення  $\text{CaO/SiO}_2$  за умовами стабільності ходу і формування гарнісажу для заданих умов плавки, при цьому величину робочої основності шлаку вибирають у межах:

$$(V_{\text{макс}} - 2 \cdot \sigma_B) > V_p > (V_{\text{мин}} + 2 \cdot \sigma_B),$$

де:  $V_p$ ,  $V_{\text{макс}}$ ,  $V_{\text{мин}}$  - відповідно робоча, максимально- і мінімально припустима величини основності шлаку;

$\sigma_B$  - середньоквадратичне відхилення основності шлаку.

Роль і значення властивостей шлаків у газодинаміці доменної плавки ретельно вивчена [2]. Доменні печі звичайно працюють на основності шлаку  $\text{CaO/SiO}_2$  від 1 до 1,25, причому з ростом основності шлак стає грузлим і може налипати на стінки печі, сприяючи утворенню настилів чи створенню умов "костріння" матеріалів при опусканні і зависанні шихти. Зі зниженням основності рухливість шлаку збільшується, що може привести до зниження температури в горні і зруйнувати футерівку в нижній частині печі. Легкоплавкі і малов'язкі шлаки сприяють форсованій роботі доменної печі, але не завжди дають можливість одержувати кременисті, "гарячі" чавуни. Тугоплавкі і не дуже рухливі шлаки "гріють" горн, але порушують рівний хід при великій кількості дуття. З огляду на викладене, пропонується використовувати позитивні фактори впливу зниження і підвищення основності шлаку на хід плавки, не допускаючи прояву негативних властивостей. При цьому варто враховувати коливання хімічного складу сировини, неточності зважування і т.д., через що основність шлаку змінюється (коливається) самовільно, що при накладенні на задану циклічність зміни основності шлаку може приводити до виходу основності за граничні межі з проявою негативних властивостей. Це досягається шляхом постійного контролю й обліку самовільного коливання основності шлаку через середньоквадратичне відхилення його основності з уведенням корекції по цих відхиленнях при виборі меж циклічної (у часі) зміни основності шлаку для забезпечення в кожному конкретному випадку рівного форсованого ходу печі при необхідному тепловому стані горна з одержанням чавуну заданої якості.

Між відмінними ознаками винаходу і технічним результатом, що досягається, мається наступний причинно - слідчий зв'язок.

Циклічна зміна основності шлаку з корекцією на самовільні - випадкові її коливання у межах, що відповідають безпечній роботі печі, коли не виявляються негативні фактори, властиві даній середній основності шлаку, що сприяє рівному ходу плавки при стабільному стані гарнісажу протягом тривалого періоду.

Таким чином, відмінні ознаки способу, що заявляється, забезпечують досягнення технічного результату, що полягає в стабільному рівному ході печі при циклічній зміні основності шлаку, поліпшенні ступеня використання газів і підвищенні інтенсивності плавки.

Споживчий результат виразиться в підвищенні продуктивності печі і зниженні витрати коксу.

Спосіб здійснюється наступним чином.

На колошник доменної печі завантажують залізородні матеріали; флюс, зміною кількості якого регулюють основність шлаку; кокс і т.д. У горн доменної печі подають через повітряні фурми комбіноване дуття. З горна випускають рідкі продукти плавки - чавун і шлак. Перед початком циклічної зміни основності шлаку, на основі інформації з попередніх випусків, визначають самовільні коливання основності шлаку, наприклад, за 30 діб, шляхом установлення величини середньоквадратичного відхилення основності шлаку. Після цього встановлюють мінімально- і максимально- припустимі величини відносини  $\text{CaO/SiO}_2$  за умовами стабільності ходу і формування гарнісажу для заданих умов плавки, а величину робочої основності вибирають у межах:

$$(V_{\text{макс}} - 2 \cdot \sigma_B) > V_p > (V_{\text{мин}} + 2 \cdot \sigma_B),$$

де:  $V_p$ ,  $V_{\text{макс}}$ ,  $V_{\text{мин}}$  - відповідно робоча, максимально і мінімально припустима величини основності шлаку;

$\sigma_B$  - середньоквадратичне відхилення основності шлаку. При нормальному законі розподілу випадкових відхилень величини "запасу" у  $2 \cdot \sigma_B$  дає імовірність одержання заданої основності 95,4%, що цілком надійно.

При цьому необхідну величину основності шлаку встановлюють на період безпечного стану гарнісажу з наступним переходом на такий же період до початкової величини основності шлаку, що відповідає найбільш стійкому стану гарнісажу, причому цикл зміни основності шлаку повторюють до одержання необхідної кількості чавуну заданої якості. Зміни основності шлаку для доменних печей України можливі в межах  $\text{CaO/SiO}_2=1,05-1,30$ , а тривалість циклів встановлюється для кожної печі і конкретних умов її роботи, крім утворень настилів чи сходу

гарнісажу, забезпечуючи оптимальний температурний режим у горні і необхідну якість чавуна. Спостереженнями на доменних печах різного об'єму встановлено, що негативний вплив на хід плавки і стан гарнісажу надмірно низької і дуже високої основності шихти виявляється не раніше, ніж через 5 діб і не пізніше, ніж через 20 діб роботи.

Приклад здійснення способу.

На доменній печі об'ємом  $1917\text{ м}^3$  шляхом зменшення основності шлаку установили, що при основності 1,05 і нижче спостерігається оповзання гарнісажу і поява непідготовлених мас матеріалів на фурмах. При збільшенні основності шлаку до максимально можливої величини установили, що при основності 1,30 і вище спостерігається порушення стійкості ходу, а у випадку невеликого зниження нагрівання - підвисання шихти. Таким чином, мінімально припустимою величиною відношення  $\text{CaO/SiO}_2$  є  $V_{\text{мин}}=1,10$ , а максимально припустимою -  $V_{\text{макс}}=1,35$ . Коливання основності шлаку характеризуємо середньоквадратичним відхиленням за період 30 діб. За результатами обробки воно склало  $\sigma_B = 0,04$ .

Таким чином, вибір середньої робочої величини основності здійснюється в межах  $(1,35-2 \cdot 0,04) > V_p > (1,05+2 \cdot 0,04)$ , чи  $1,27 > V_p > 1,13$ . При допустимості більш високого вмісту сірки в чавуні вибирають і установлюють величину середньої основності в межах  $V_p=1,13-1,20$ . При необхідності виплавляти низькосірковий чавун вибирають і установлюють величину середньої основності в межах  $V_p=1,20-1,27$ .

Перевід роботи доменної печі з постійної заданої основності шлаку на циклічний режим її зміни з корекцією на самовільну зміну основності дозволив у середньому за тривалий період уникнути виходу коливань основності шлаку за гранично припустимі межі і забезпечив при рівному ході печі збільшення ступеня форсування ходу дуттям і підвищення ступеня використання газів. Це сприяло росту продуктивності печі при зниженні питомої витрати коксу. Таким чином, вирішується поставлена задача і досягається технічний результат.

Джерела інформації

1. А.с. СССР №1171528, МКИ С21В5/00, 1985.
2. Готлиб А.Д. Доменный процесс. Изд.2. - М.: Металлургия, 1966. -504с.