



УКРАЇНА

(19) UA (11) 44297 (13) U  
(51) МПК  
C22B 34/12 (2009.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИПЛАВКИ ТИТАНОВОГО ШЛАКУ

1

2

(21) u200904717

(22) 13.05.2009

(24) 25.09.2009

(46) 25.09.2009, Бюл.№ 18, 2009 р.

(72) ЛИСЕНКО ВАЛЕРІЙ GERMANOVICH, КРИВО-  
РУЧКО ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ, ГУР'ЯНОВА  
ТЕТЯНА ПЕТРІВНА, ПОПЛАВСЬКИЙ ЮРІЙ ВЛА-  
ДИСЛАВОВИЧ, ПАРФЕНЮК ІГОР ГЕОРГІЄВИЧ(73) ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ТА  
ПРОЕКТНИЙ ІНСТИТУТ ТИТАНУ(57) Спосіб виплавки титанового шлаку з викорис-  
танням як відновника природного газу, який відрі-

зняється тим, що відновлення розплаву ведуть комбінованим способом з використанням на першій стадії подрібненого вугілля, яке подають у шихту разом з титановим концентратом у кількості 80-90% від необхідного для заданого ступеня відновлення, а після повного розплавлення шихти і досягнення шлаковим розплавом температури 1550-1650°C проводять остаточне відновлення шлаку природним газом, який вводять в розплав через занурені фурми, причому кут занурення фурм у розплав складає 35-45 град.

Корисна модель стосується кольорової металургії, а саме, виробництва титанових шлаків з використанням у якості відновника природного газу.

Відомий спосіб отримання титанового шлаку в руднотермічній печі (Авторское свидетельство №191817 от 25.06.1964г., Денисов С.И. и др. «Способ выплавки титановых шлаков из железотитановых концентратов в руднотермических печах»), в якому вихідні залізотитанові концентрати без відновника нагрівають до температури плавлення - 1400-1500°C та продувають природним газом. При цьому скорочується тривалість відновлювального періоду плавки. Однак, недоліком цього способу є те, що для зниження в розплаві оксидів заліза з 25-35% до 4,5-5,5% (як правило, такий вміст FeO відповідає шлакам після розплавлення шихти та готовому шлаку) витрати природного газу повинні складати близько 200-240м<sup>3</sup>/т шлаку. При продувці шлаку такою великою кількістю природного газу, що вводиться з температурою навколишнього середовища, а також враховуючи поглинання тепла при розкладанні метану в газі на водень та вуглець з витратою 800 ккал/м<sup>3</sup> природного газу, температура розплаву знизиться до точки кристалізації. В цьому випадку продувку вимушені вести періодично з перервами для повторного нагрівання шлаку з великою витратою електроенергії та збільшенням тривалості плавки. Другим недоліком є те, що через високий вміст оксидів заліза у вихідному концентраті (до 35%) його температура пла-

влення знижується на 100-150°C в порівнянні зі шлаками існуючих технологій, які передбачають вміст у шлаку FeO після розплавлення не більше 14%. Процес плавлення випереджає процес відновлення, що вельми небажано для переважного виду розплавів, особливо, для титанових шлаків.

Корисна модель вирішує задачу скорочення тривалості плавки титанового шлаку за рахунок використання у якості відновника природного газу у період доводки.

Поставлена задача досягається тим, що у відомому способі виплавки титанового шлаку з використанням у якості відновника природного газу новим є те, що відновлення розплаву ведуть комбінованим способом з використанням на першій стадії подрібненого вугілля, яке подають у шихту разом з титановим концентратом у кількості 80-90% від необхідного для заданого ступеня відновлення, а після повного розплавлення шихти і досягнення шлаковим розплавом температури 1550-1650°C проводять остаточне відновлення шлаку природним газом, який вводять в розплав через занурені фурми, причому кут занурення фурм у розплав складає 35-45 град.

Спосіб, що заявляється, здійснюється таким чином.

Попередньо готують шихту, яка містить подрібнене вугілля, наприклад, антрацит, у кількості 80-90% від загальної потреби на плавку. Після завантаження шихти процес ведуть до зниження вмісту FeO у шлаку до 7-12%, що відповідає витраченню

(19) UA (11) 44297 (13) U

усього відновника, який міститься у шихті. Далі розплав продувають природним газом через футеровану фурму, яку вводять у шлак під кутом 35-45 град. Продувку ведуть до зниження концентрації FeO у шлаку до потрібного рівня.

При збільшенні кількості антрациту в шихті більше, ніж 90% від загальної потреби, питомі показники плавки знижуються, тому що такі перевідновлені шлаки містять не тільки  $TiO_2$ , але й нижчі оксиди титану  $Ti_2O_3$ ,  $Ti_3O_5$ ,  $Ti_5O_9$ , які підвищують в'язкість та температуру плавлення шлаку, внаслідок чого шихта повільно розплавляється і схильна до утворення настилів на укосах печі.

При зменшенні кількості антрациту в шихті менше, ніж 80% від загальної потреби, відновлювальні процеси уповільнюються, у шлаках після розплавлення вміст оксидів заліза буде надто високий. Зниження такої великої кількості оксидів заліза в наступний період відновлення природним газом потребує його підвищених витрат, призведе до охолодження розплаву, витрат енергії на його повторне розігрівання, уповільнення процесу.

Визначення кута уведення фурми у розплав є важливим фактором проведення операції продувки шлакових або металевих розплавів. Це пов'язано з великою різницею розплавів за температурою, дійсною та уявною в'язкостями зі ступенем підвищення густини розплаву при його наближенні до точки кристалізації, питомою вагою, кількістю краплин металу, які заплутались у шлаці, та іншими властивостями розплавів, а також властивостями та призначеннями газів, якими здійснюється продувка.

Експериментальне встановлено, що у випадку, коли кут уводу фурми у титановий шлак складає більше 45 градусів, зона барботажу та інтенсивність перемішування шлаку значно зменшуються, що знижує ефективність продувки.

У випадку, коли кут уводу фурми у титановий шлак складає менше 35 градусів, зменшуються глибина проникнення газу у шлак та тривалість контакту шлаку з сажею та воднем, на які розпався метан, спостерігається розбризкування шлаку при виході з нього під малим кутом реакційних газів, що також знижує ефективність продувки.

Приклад за прототипом.

Плавку за прототипом відтворити не вдалось через значне охолодження розплаву.

Приклад за рішенням, що заявляється.

Отримання титанового шлаку проводили на експериментальній руднотермічній печі потужністю 250кВА.

В якості шихти використовували концентрат з вмістом основних компонентів, %:  $TiO_2$  - 63,4; FeO - 34,8;  $Al_2O_3$  - 0,7;  $SiO_2$  - 1,5; CaO - 0,2;  $Cr_2O_3$  - 0,2.

У якості відновника використовували антрацит з наступним складом, %: вуглець - 85,0; волога - 4; летучі - 3,11; сірка - 1,5; зола - 6,39. Крупність антрациту складала 10-25мм.

Титанвмісний концентрат у кількості 155кг змішували з 10,76кг антрациту, що складало 85% від необхідної кількості на плавку.

Після досягнення розплавом температури 1610°C та вмісту FeO у розплаві 10,13% розпочали продувку природним газом. Продувку здійснювали через занурену фурму, яка являє собою алунову трубку. Фурму вводили у розплав під кутом приблизно 40 град. на глибину 10-15см. Продувку вели у 4 заходи з проміжками тривалістю 2-3 хвилини, впродовж яких іноді проводили очистку трубки від піролізного вуглецю, який перекривав отвір. На протязі усього періоду продувки плавку вели на підвищеній електричній потужності, щоб уникнути охолодження розплаву.

В результаті плавки отримали 101,0кг шлаку з вмістом основних компонентів, %:  $TiO_2$  - 87,81; FeO - 5,39;  $SiO_2$  - 1,7;  $Al_2O_3$  - 1,17; CaO - 0,34; MgO - 1,0; та 39кг металу з вмістом основних компонентів, %: Fe - 95,36; C - 1,58; Si - 0,60; P - 0,035; S - 0,07. Тривалість плавки складала 1,35 години, а витрата електроенергії - 221,0кВт\*год./т шлаку.

Рядові плавки, які проводились на цій печі, з використанням у якості відновника лише антрациту, що вводився як компонент шихти в кількості близько 75% від необхідного та порційним уведенням залишків його кількості в період доводки шлаку, мали тривалість в середньому 1,45 години з витратами електроенергії 233кВт\*год./т шлаку. За способом, що заявляється, здійснили комбіноване відновлення шлаку - спочатку антрацитом, уведеним в шихту у кількості 85% від необхідної, з подальшим відновленням розплаву природним газом. Тривалість плавки складала 1,35 години, а витрати електроенергії склали 221,0кВт\*год./т шлаку. Порівняно з рядовими плавками ці показники покращились відповідно на 7% та 5%.

Таким чином, технічне рішення, що заявляється, дозволяє скоротити загальну тривалість плавки на 6-8%, а витрати електроенергії - на 4-6% за рахунок комбінованого відновлення шлаку подрібненим вугіллям, яке задається в шихту з подальшим відновленням розплаву природним газом.