



УКРАЇНА

(19) UA (11) 31538 (13) A

(51) 6 C21B13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВІДНОВЛЕННЯ МЕТАЛУ ІЗ РОЗПЛАВЛЕНИХ ОКИСЛІВ

(21) 98094985

(22) 23.09.1998

(24) 15.12.2000

(33) UA

(46) 15.12.2000, Бюл. № 7, 2000 р.

(72) Неклеса Анатолій Тимофійович

(73) Неклеса Анатолій Тимофійович

(57) Спосіб відновлення металу із розплавлених окислів, який включає часткове відновлення окис-

лів в твердій фазі, його подальше плавлення і до-  
відновлення металу із розплаву боковою продув-  
кою вуглеводневоскладовим відновлювальним  
плазмовим струменем, **відрізняється** тим, що піс-  
ля зародження рідинного шлаку в розплав вдува-  
ють разом з плазмою сажистий піровуглець в кіль-  
кості 15-25% від сумарної маси шихти і плазмо-  
створюючого газу, при цьому процес ведуть до по-  
вного відновлення металу із розплаву.

Винахід відноситься до способів прямого отри-  
мання рідинних металів і може бути використаний  
в чорній металургії при виробництві феросплавів  
на основі марганцю.

Відомий спосіб відновлення окислів металів в  
плазмовому реакторі, який містить в собі поперед-  
ньо відновлену роздрібнену рудну сировину, зва-  
жену в газовому потоці, подальше довідновлення,  
накопичення вуглецю і плавлення в зоні плазмо-  
вих дуг, причому попереднє відновлення прово-  
дять до 50-70% в вихровому потоці відхідних із  
плазмового реактору газів, які потім повертають і  
подають в зону дугового розряду поміж шлакоме-  
талевим розплавом і безперервно поновлюваль-  
ним електродом, утвореним шаром коксу, при цьо-  
му температуру газів, які подають в вихровий по-  
тік, регулюють в межах 700°-1000°С (А.с. СРСР  
№ 1007439, кл. C21B13/00, заявл. 15.07.1981).

Недоліком даного способу є низька продуктив-  
ність процесу і високі енергозатрати.

Найбільш близьким до пропонованого винахо-  
ду по технічній суті та досягаемому результату  
(прототип) є спосіб відновлення металу із розплав-  
лених окислів, який містить в собі часткове віднов-  
лення окислів металів в твердій фазі, його подаль-  
ше плавлення і довідновлення металу із розплаву  
боковою продувкою розплаву відновлювальним  
плазмовим струменем, при цьому продувку роз-  
плаву проводять поперемінно плазмовим струме-  
нем та вуглеводневоскладовим відновлювальним  
струменем, причому продувку плазмовим струме-  
нем здійснюють впродовж часу установлення тем-  
ператури розплаву, перевищуючу температуру йо-  
го плавлення на 150-250°С, а продувку вуглевод-  
невоскладовим струменем впродовж часу устано-  
влення температури розплаву на 30-60°С вище  
його температури плавлення, при цьому витрати

відновлювача під час продувки збільшують в 3-  
10 разів (А.с. СРСР № 1492713, кл. C21B13/00, за-  
явл. 30.07.1987).

Однак цей спосіб не дозволяє ефективно ре-  
гулювати тепломасообмін в реакційній зоні, що не-  
гативно відбивається на якості виплавляемого  
металу.

В основу винаходу поставлене завдання ство-  
рення способу відновлення металу із розплавле-  
них окислів, в якому в вуглеводневій плазмі в ка-  
налі плазмотрону утворюють сажистий піровугле-  
ць і вдувають його разом з плазмою в розплав в  
кількості 15-25% від сумарної маси шихти і плаз-  
мостворюючого газу, чим забезпечується інтенси-  
фікація тепломасообмінних процесів і за рахунок  
цього підвищується якість виплавляемого металу і  
знижуються питомі витрати енергоносіїв.

Поставленне завдання вирішується тим, що в  
способі відновлення металу із розплавлених окис-  
лів, який містить в собі часткове відновлення окис-  
лів металів в твердій фазі, його подальше плав-  
лення і довідновлення металу із розплаву продув-  
кою вуглеводневоскладовим відновлювальним  
плазмовим струменем, згідно винаходу, після за-  
родження рідинного шлаку в розплав вдувають ра-  
зом із плазмою сажистий піровуглець кількістю 15-  
25% від сумарної маси шихти і плазмостворюючо-  
го газу, при цьому процес ведуть до повного від-  
новлення металу.

Генерація високошвидкісного і високотемпе-  
ратурного плазмового струменя здійснюється шля-  
хом подачі плазмостворюючого газу в плазмотрон.  
При цьому в плазмотроні протікає реакція піролізу  
вуглеводню природного газу з утворенням тонко-  
дисперсного сажистого вуглецю і водню.

Плазмовий спосіб виробництва феромарганцю  
дозволяє одержувати матеріали з покращеними і

(19) UA (11) 31538 (13) A

особовими властивостями, інтенсифікувати технологічний процес металургійного виробництва, зберегти високі техніко-економічні показники на основі використання бідної і рудопереробної сировини.

Процес відновлення металу із розплавлених окислів проводять в відновлювальному реакторі на плазмовій установці. Після розігрівання відновлювального реактора до робочої температури в нього завантажують шихтові, наприклад, марганецьскладові матеріали. В плазмотрон, розміщений в нижній частині печі, подають плазмостворюючий газ - суміш природного газу і кисню (повітря) в об'ємному відношенні 0,08-0,12 і підпалюють електричну дугу. Вихідний із плазмотрону з великою швидкістю плазмовий струмінь підводиться безпосередньо в шар шихти, внаслідок чого відбувається її інтенсивне плавлення. При цьому матеріал частково відновлюється в твердій фазі, плавиться і при повному його розплаві здійснюється довідновлення металу із розплаву. В процесі плавлення і відновлення безперервно реєструють температуру розплаву і при досягненні температури плавлення, в розплав вдувають разом з плазмою сажистий піровуглець. Сажистий піровуглець інтенсивно взаємодіє з окислами марганцю, відновлюючи їх до металевого стану. Після внесення необхідної кількості вуглецю, який складає 15-25% від сумарної маси шихти і плазмостворюючого газу, відновлювальний період завершується.

Приклад 1. Плазмові плавки по описуваній технології виконувались в плазмовому вертикальному закритому реакторі.

Перед початком плавки плазмовий реактор нагрівають до температури 1200°C та завантажують початкову сировину слідуєчого хімічного складу:  $\text{SiO}_2$  - 13,40;  $\text{CaO}$  - 2,86;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 1,4;  $\text{MgO}$  - 1,19;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 2,24;  $\text{MnO}$  - 12,6;  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  - 53,76;  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0,46;  $\text{SO}_3$  - 0,14;  $\text{Na}_2\text{O}_3$  - 0,53;  $\text{K}_2\text{O}$  - 1,2;  $\text{BaO}$  - 0,5;  $\text{H}_2\text{O}$  - 9,8.

Маса шихти - 100 кг.

В плазмотрон подають плазмостворюючий газ - суміш природного газу і повітря в об'ємному відношенні  $\alpha=0,4$  і підпалюють електричну дугу. Під впливом плазмового струменя шихтовий матеріал плавиться і частково відновлюється в твердій фазі.

Доводять температуру розплаву до 1450°C. Потім відновлювальний період ведуть плазмостворюючим газом при об'ємному відношенні природний газ/повітря  $\alpha=0,08$  при температурі 1400-1450°C. При цьому в плазмотроні протікає реакція піролізу вуглеводню природного газу з утворенням тонкодисперсного сажистого вуглецю і водню, при цьому водень є не тільки відновлювачем і тепло-

носієм, але і одночасно забезпечує транспортування сажистого вуглецю із плазмотрону в розплав. Після внесення в розплав 25% вуглецю від сумарної маси шихти і плазмостворюючого газу, відновлювальний період завершується. Маса плазмостворюючого газу складає 50 кг. Маса вуглецю - 37,5 кг.

Одержаний феромарганець випускається через лютку в нижній частині печі. Вміст вуглецю складає 3%.

Приклад 2. Процес плазмової плавки здійснювався з аналогічним складом початкової сировини. Розігрів реактора доводили до 1200°C.

Маса шихти складає - 100 кг.

Об'ємне відношення природного газу і повітря  $\alpha=0,4$ . Температуру розплаву доводили до 1450°C. Відновлювальний період проводили плазмостворюючим газом при об'ємному відношенні природний газ/повітря  $\alpha=0,12$  і температурі 1400-1450°C. Після вмісту в розплав 20% вуглецю від сумарної маси шихти і плазмостворюючого газу, відновлювальний період закінчили.

Маса плазмостворюючого газу - 50 кг.

Маса вуглецю - 30 кг.

Вміст вуглецю в феромарганці склав 1,5%.

Приклад 3. Склад початкової сировини аналогічний попереднім плавкам. Температура розігріву реактора 1200°C.

Маса шихти 100 кг. Об'ємне відношення природного газу і повітря  $\alpha=0,4$ . Під впливом плазмового струменя шихтовий матеріал плавиться і частково відновлюється в твердій фазі. Доводять температуру розплаву до 1450°C. Відновлювальний період проводять плазмостворюючим газом при відношенні природний газ/повітря  $\alpha=0,4$  при температурі 1400-1450°C. Після вмісту в розплав 15% вуглецю від сумарної маси шихти і плазмостворюючого газу, відновлювальний період закінчували.

Маса плазмостворюючого газу - 50 кг.

Маса вуглецю - 32,5 кг.

Вміст вуглецю в феромарганці склав 0,3-0,5%, при цьому енерговитрати збільшились на 15%.

Експериментальні результати і теоретичні розрахунки показують, що при низькому відношенні природного газу і повітря  $\alpha<0,08$  відбувається інтенсивне збагачення розплаву вуглецем, що негативно відбивається на його якості.

При збільшенні  $\alpha>0,12$  інтенсивність процесу знижується і марганець не до кінця відновлюється із окислів.

Даний винахід дозволяє при високих параметрах процесу забезпечити значний об'єм виробництва при мінімальних розмірах реакційного простору, скоротити виробничі площі.

---

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

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 35 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

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

---