



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17065 (13) U
(51) МПК
C21C 7/076 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВАПНЯНО-СИЛІКАТНИЙ РАФІНУВАЛЬНИЙ ШЛАК

1

2

(21) u200601850

(22) 20.02.2006

(24) 15.09.2006

(46) 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006 р.

(72) Богун Олександр Петрович, Климов Юрій Васильович, Аніщенко Микола Федорович, Галінков Дмитро Олександрович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО "ТЕХМЕТ"

(57) Вапняно-силікатний рафінувальний шлак системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-CaF}_2$, який відрізняється тим, що він додатково містить Na_2O і K_2O у

кількості (50-70)% від кількості CaF_2 при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

CaO 40-54

MgO 1-6

SiO_2 9-16

Al_2O_3 11-18

$\text{CaF}_2+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ решта,

при цьому загальна сума CaF_2 , Na_2O , K_2O визначається по наступній залежності:

$$\text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \% = (4,0 - 4,4) \left[\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \right]$$

Корисна модель відноситься до чорної металургії, а саме до рафінування сталі від сірки та неметалевих включень і може знайти використання при позапічному рафінуванні залізовуглецевих розплавів синтетичними шлаками.

У загальному вигляді синтетичні шлаки являють собою багатокомпонентну систему $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-флюс}$. У залежності від вмісту кремнезему та глинозему шлаки підрозділяються на вапняно-глиноземисті та вапняно-силікатні.

Відомий вапняно-глиноземистий шлак, який містить у собі 35-40% CaO , 35-40% Al_2O_3 , 15-20% CaF_2 , 5% Na_2CO_3 , 5% K_2CO_3 [1].

Застосування цього шлаку, не зважаючи на його високі хімічні та фізичні властивості, обмежується високою вартістю глиноземистої складової, тому більше використовуються, як більш дешеві, вапняно-силікатні шлаки (вапняно-шамотні та вапняно-каолінові).

Вапняно-силікатні шлаки характеризуються високою хімічною активністю і сприятливими фізичними властивостями: відносно низькою температурою плавлення, задовільною рідкотекучістю, відносно низьким міжфазовим натягом. Між тим вибрати з шлаків системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-флюс}$ конкретний шлак з оптимальним співвідношенням компонентів є складною задачею. Це пов'язано з тим, що до шлаків пред'являють суперечливі вимоги. Так, для досягнення високої сірко-

поглинальної здібності до складу шлаку необхідно додавати як можна більше CaO , але чим більше у складі шлаку CaO , тим меншою становиться його рідкотекучість і, як наслідок, меншою становиться його рафінуюча здібність.

Відомий вапняно-силікатний шлак наступного складу, %мас: CaO-50 , $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-16,8}$, $\text{SiO}_2\text{-20,6}$, MgO-6,9 , $\text{CaF}_2\text{-2,3}$ [2]. Цей шлак використано у якості прототипу. Недоліком цього шлаку є недостатня його рідкотекучість. Незважаючи на те, що шлак має високу основність, його рафінуюча здібність недостатня як по відношенню до сірки, так і по відношенню до неметалевих включень, особливо при рафінуванні сталей відповідального призначення (наприклад, трубних сталей 09Г2С, 17Г2Ф та інших).

В основу корисної моделі поставлена задача: розробити такий склад вапняно-силікатного шлаку, який би мав високу рафінуючу здібність та був відносно дешевим.

Суть корисної моделі полягає у тому, що у вапняно-силікатний шлак системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-CaF}_2$ додатково уведено Na_2O і K_2O , у кількості (50-70)% від кількості CaF_2 , а компоненти шлаку знаходяться у наступному співвідношенні, мас. %:

CaO 40-54

MgO 1-6

SiO_2 9-16

Al_2O_3 11-18

(13) U

(11) 17065

(19) UA

$\text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ решта
при цьому загальну суму розріджувачів CaF_2 , Na_2O , K_2O визначають в залежності від потрібної основності шлаку по наступній емпіричній формулі

$$\text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \% = (4,0 - 4,4) \left[\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \right]$$

Загальним з прототипом суттєвою ознакою корисної моделі є наявність таких компонентів, як CaO , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 та CaF_2 .

Відрізняючими від прототипу суттєвими ознаками є:

- уведення до складу шлаку Na_2O і K_2O в кількості (50-70)% від кількості CaF_2 ;
- компоненти шлаку знаходяться у наступному співвідношенні, мас. %:

CaO	40-54
MgO	1-6
SiO_2	9-16
Al_2O_3	11-18
$\text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	решта,

- сума CaF_2 , Na_2O , K_2O визначена в залежності від необхідної основності по наступній емпіричній формулі, %

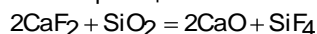
$$\text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \% = (4,0 - 4,4) \left[\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \right]$$

Склад шлаку та співвідношення компонентів обґрунтовуються наступними доказами.

Як відомо, основним десульфуруючим компонентом складу є CaO . При збільшенні вмісту CaO у шлаці його десульфуруюча здібність має бути підвищується. Відтак з підвищенням вмісту CaO підвищується така важлива характеристика шлаку, як його основність. А чим більша основність шлаку, тим більша його в'язкість, тим менша його рідкотекучість, тим менша його рафінуюча здібність.

Ураховуючи ці суперечливі фактори, була визначена оптимальна кількість CaO та SiO_2 . Виробничі досліді показали, що шлаки з вмістом 40-53% CaO та 9-16% SiO_2 (основність 2,5-5,9) мають високу рафінуючу активність. При підвищенні вмісту SiO_2 більше 16% десульфуруюча здібність шлаку знижується. Для приготування шлаків з температурою ліквідусу менше 1450°C вміст MgO повинен бути не більше 6% при сумарному вмісту $(\text{CaO} + \text{MgO}) \leq 55-60\%$. При вмісту MgO більше 6% значно підвищується в'язкість шлаку при температурах обробки сталі в ковші.

Через те, що пропонується склад шлаку має високу основність, для зниження температури плавлення і в'язкості шлаку вводиться розріджувальна добавка. Між тим уведення до шлаку розріджувальної добавки у вигляді тільки фторидів кальцію недоцільно через їх дефіцитність та екологічну шкідливість. Суттєвим недоліком фтористого кальцію також є і те, що він взаємодіє з кремнеземом за реакцією



і розкладається з утворенням газоподібного SiF_4 . Внаслідок протікання цієї реакції знижується вміст компонентів, що розріджують шлак (SiO_2 і CaF_2) і збільшується вміст компонентів (CaO), які згущають шлак. Крім того, при обробці металу шлаком, у складі якого присутні фториди кальцію, в атмосферу виділяється фтор - екологічно шкід-

лива речовина. Тому значну частину розріджувальної добавки пропонується вводити до складу шлаку у вигляді Na_2O і K_2O , як недефіцитних, не шкідливих та відносно дешевих компонентів. Оптимальна кількість CaF_2 разом з Na_2O та K_2O при основності шлаку 4,5 та більше складає 16-24%.

Відомо, що поверхневий натяг шлаків залежить від основності та вмісту розріджувальних добавок (CaF_2 , Na_2O , K_2O). Експериментами визначено, що збільшення основності на 0,5 одиниць супроводжується підвищенням поверхневого натягу $\sigma_{\text{шл}}$ на 25мДж/м² і температури ліквідусу на 25°C, а збільшення вмісту розріджувальних добавок: CaF_2 , Na_2O , K_2O на 3% знижує поверхневий натяг $\sigma_{\text{шл}}$ на 40мДж/м² і температуру ліквідусу на 30-50°C. У зв'язку з протилежними та непропорційними впливами основності та вмісту розріджувальних добавок на величину поверхневого натягу $\sigma_{\text{шл}}$ та температуру ліквідусу виникає необхідність установлення суворої залежності між основністю шлаку та кількістю розріджувальних добавок з тим, щоб при обробці сталі конкретним складом шлаку з потрібною основністю визначити оптимальну кількість розріджувальних добавок, які б, з одного боку, повністю компенсували негативний вплив високої основності на рідкотекучість шлаку, а з другого боку, не були зайвими.

Ураховуючи приведені вище експериментальні дані та ту обставину, що при вмісту у шлаці до 6% MgO в'язкість шлаку прямо пропорційна основності, емпіричним шляхом була знайдена залежність між основністю шлаку і оптимальною кількістю розріджувальних добавок (CaF_2 , Na_2O , K_2O)

$$\text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \% = (4,0 - 4,4) \left[\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2} \right]$$

Приведений склад основних компонентів (CaO , SiO_2 , MgO) та встановлений зв'язок між основністю та вмістом розріджувальних добавок дає можливість зменшити вміст дорожкоштовних компонентів шлаку - Al_2O_3 та CaF_2 .

Приклад

Для позапічного рафінування сталі відповідального призначення (сталь 09Г2С) необхідно мати шлак з основністю 5,2. При такій основності сумарна кількість розріджувальних добавок складає

$$\text{CaF}_2 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \% = (4,0 - 4,4) \cdot 5,2 = (20,8 - 22,8)\%$$

у тому числі CaF_2 - 14%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 9\%$, що складає 64% від кількості CaF_2 . Був виплавлений шлак з наступним співвідношенням компонентів, мас %:

CaO	52
SiO_2	10
Al_2O_3	14
MgO	1
CaF_2	14
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	9

Приведений шлак мав температуру плавлення 1260°C при в'язкості 0,275Па·с. Середній вміст сірки у сталі, яку обробили пропонуємим складом шлаку, склав 0,016%. Ступінь виведення сірки складав 60-70%.

Для виготовлення вапняно-силікатного шлаку запропонованого складу можна використовувати

дешеві та недефіцитні матеріали: випалений као-
лін, бій шамоту, доменний шлак, відходи вапняно-
го виробництва, низькі сорти плавикового шпату та
інше.

Рафінування сталі вапняно-силікатними шла-
ками пропонуємого складу дає змогу різко знизити
вміст сірки та неметалевих включень і підвищити
якість металу: пластичність, в'язкість, холодостій-

кість та інші службові властивості.

Джерела інформації

1. Авт. Свід. ЧССР №219120, С21С7/076.

2. Прогрессивные способы внеагрегатного
рафинирования железоуглеродистых расплавов.
Обзорная информация. Серия 11. Заготовитель-
ное производство, Киев -1979.