



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **16427** (13) **U**
(51) **МПК (2006)**
B22D 11/00
C21C 5/54 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ШЛАКОУТВОРЮЮЧА СУМІШ

1

(21) u200600620
(22) 23.01.2006
(24) 15.08.2006
(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.
(72) Харлашин Петро Степанович, Левицька Тетяна Олександрівна
(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(57) Шлакоутворююча суміш, що складається з основного шлаку виробництва Fe-Mn, кислого

2

шлаку виробництва Si-Mn, плавикового шпату, прихованокристалічного графіту, яка **відрізняється** тим, що додатково містить силікатну брилу при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

основний шлак виробництва Fe-Mn	39-41
кислий шлак виробництва Si-Mn	24-26
плавиковий шпат	14-16
силікатна брила	9-11
графіт прихованокристалічний	9-11.

Корисна модель відноситься до області металургії, конкретно до шлакоутворюючих сумішей (ШУС) для безупинного розливання сталі.

Відомий склад ШУС для безупинного розливання [А.с. СРСР №1650333, МКВ 2С21С 5/54, В22Д 11/00, 1991р.], що включає в мас. %:

нефелін	35-40,
аморфний графіт	5-10,
відпрацьований шлак ЭШП	42-55.

Дана ШУС містить у своїй сполуці імпорнтний гостродефіцитний компонент - нефелін, що значно збільшує собівартість металу.

Цей же недолік має і шлакоутворююча суміш, що містить у мас. %:

аморфного графіту	20-30;
кріоліту	4-9;
нефелінового концентрату	10-22;
бората кальцію	5-9,
доменного шлаку	решта

[патент Росії №2044777, МКП6 3 21С5/54, В22Д11/10, 1995р.].

Відома суміш, яка включає мас. %: вуглецевмісну речовину, брилу силікатну 12-18, кварцовий або формувальний пісок 8-14, портландцемент - решта [патент Росії №2165822, МКП7 В22Д11/00, С21С5/54, 2001р.] хоча і не містить дефіцитного нефелінового концентрату, проте включає 18-22% фторвмісної речовини, що призводить до збільшення вмісту токсичної речовини (фтористого водню) в повітрі робочої зони кристалізатора установи безперервного розливання до критичних значень ПДК (гранично допустима концентрація) більше 0,5мг/м³.

На металургійних заводах України застосовується ШУС, що поставляються фірмою ВАТИ НІШ "Техмет" по технічних умовах ТУ 23431197.003-99, отримані змішанням або сплавленням різноманітних шихтових компонентів (портландцементу, плавикового шпату, нефелінового концентрату, силікатної глиби та ін.) з вуглецеграфітовими матеріалами (аморфний вуглець, графіт, коксик, антрацитовий дріб'язок та ін.). Найбільш розповсюджена ШУС типу К-І [Лейтес А.В. Захист сталі в процесі безупинного розливання. - М.: Металургія, 1984. - 199с.], до складу якої входять % мас: портландцемент марки "300 чи "400" 31" -40; нефеліновий концентрат 20 - 27; силікатна брила 4-12; плавиковий шпат 20 - 24; аморфний графіт 10.

Дана суміш з успіхом використовується при безупинному розливанні багатьох вуглецевих і низьколегованих марок сталей, що містять не менш 0,020% Al. При розливанні низьковуглецевих сталей з підвищеною місткістю алюмінію і середньовуглецевих сталей зі зниженою температурою початку кристалізації нерідко виявляється недостатність захисних і мастильних властивостей цієї суміші, що приводить до дефектів поверхні сляба і як наслідок до погіршення якості безперервнолитих заготовок. Також недоліками цієї шлакоутворюючої суміші є присутність в її складі великої кількості дорогих імпорнтних матеріалів - нефелінового концентрату і плавикового шпату, підвищений вміст останнього приводить до погіршення екологічного стану навколишнього середовища. А великий вміст в суміші Al₂O₃ (8-10%) сприяє підвищенню в'язкості шлаку (особливо швидко при температурах 1200°C і нижче) і темпе-

(19) **UA** (11) **16427** (13) **U**

ратури плавлення, при цьому спостерігається погіршення його адсорбуючої здатності по відношенню до глиноземистих включень.

Найближчою за складом та по розв'язуваній задачі до корисної моделі є порошкова суміш, яка взята за прототип, що використовується для безупинного розливання конвертерної сталі на ВАТ "МК "Азовсталь" і на металургійному комбінаті ім. Ілліча, м. Маріуполь (ТІ 232- 44 - 2003, номер суміші 6), до складу якої входять, % мас:

Основний шлак виробництва Fe-Mn	37-40%
кислий шлак виробництва Si-Mn	31-33%
плавиковий шпат	18-20%
графіт приховано-кристалічний	8-12%

При розливанні сталі зі зниженою температурою, наприклад, сталі 45 і інших середньовуглецевих марок, підвищується зусилля витягання заготовки, причиною якого є незадовільна робота даної суміші, зокрема нерівномірне затікання шлаку в зазор між кристалізатором і оболонкою заготовки, яка твердне, через високу його в'язкість, грудкуватість і утворення грубого гарнісажу біля стінок кристалізатора. Причиною є висока температура плавлення ($\approx 1150-1160^{\circ}\text{C}$) та висока в'язкість (особливо при температурах 1200°C і нижче). Високий вміст плавикового шпату робить ШУС екологічно небезпечною.

В основу корисної моделі поставлене завдання удосконалити шлакоутворюючу суміш шляхом введення нового компонента і відповідно нових процентних співвідношень, що дозволить знизити в'язкість, температуру плавлення суміші і шкідливі викиди в атмосферу.

Для вирішення поставленого завдання в шлакоутворюючу суміш, що складається з основного шлаку виробництва Fe-Mn, кислого шлаку виробництва Si-Mn, плавикового шпату, приховано-кристалічного графіту відповідно пропонованій корисній моделі, додатково ввели силікатну брилу при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

основний шлак виробництва Fe-Mn	39-41
кислий шлак виробництва Si-Mn	24-26
плавиковий шпат	14-16
силікатна брила	9-11
графіт приховано-кристалічний	9-11.

У пропонованій сполуці суміші, на відміну від прототипу, введення нового шлакоутворюючого компоненту, який є плавнем - силікатної брили, дозволяє знизити температуру її плавлення до заданого рівня, зменшити окислювальний потенці-

ал шлаку, що утворюється в кристалізаторі. Використовуючи силікатну брилу, можна понизити процентне співвідношення другого плавня - плавикового шпату, підвищений вміст якого негативно відображається на стані навколишнього середовища. Вміст в суміші силікатної брили менше 9% не надає належного ефекту на зниження в'язкості і температури початку течії, а більше 11% не приводить до подальшого зниження температури, проте підвищує собівартість металу.

Вміст основного шлаку виробництва Fe-Mn менше 39% недостатньо для досягнення заданої температури плавлення, а більше 41% може несприятливо відбитися на якості безперервнолитих заготовок.

Вміст кислого шлаку виробництва Si-Mn менше 24% не є достатнім для істотного впливу на зміну фізико-хімічних властивостей пропонованої суміші, більше 26% сприяє значному підвищенню оксиду марганцю, що погіршує властивості суміші.

Вміст плавикового шпату менше 14% недостатньо для зниження температури початку плавлення шлакоутворюючої суміші, а більше 16% збільшує шкідливі викиди фтористого водню в атмосферу. Зниження процентного вмісту плавикового шпату в порівнянні з прототипом робить пропоновану суміш менш токсичною і, відповідно, більш безпечною в екологічному відношенні.

Вміст в суміші приховано-кристалічного графіту менше 9% не забезпечує гарні теплоізолюючі властивості, тобто низькі значення теплоємності і коефіцієнта теплопровідності, і не дає поліпшень роботи суміші при знижених швидкостях розливання, а більше 11% приводить до погіршення санітарно-екологічних умов праці розливачів.

Іспити пропонованого складу суміші виконані в лабораторних умовах Приазовського державного технічного університету. Завантаження матеріалів в змішувач робили в наступній послідовності: силікатну брилу, плавиковий шпат, основний шлак виробництва Fe-Mn, приховано-кристалічний графіт, кислий шлак виробництва Si-Mn. Тривалість змішування - не менше 30хв. Порошкоподібні компоненти ШУС змішували в заданих кількостях після мелення в кульових млинах до крупної не більше 0,63мм, при цьому фракції $< 0,1\text{мм}$. повинне бути не менше 70%. Якість приготованої суміші оцінювалася насамперед за хімічним складом, у якому зміст основних компонентів, сірки і вологі не повинен виходити за межі, вказані в таблиці 1 і обумовлені, головним чином, мінливістю сполуки вихідних матеріалів.

Таблиця 1

Хімічний склад дослідної ШУС

Масова частка в суміш, % мас								Основність, CaO/SiO ₂
SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	F	C	S	H ₂ O	
		не більш				не більш		
26-32	27-32	5	15	4-7	6-9	0.8	0.5	0.9-1.3

В'язкісні і кристалізаційні властивості шлаків вивчали за методом вібротермографування, у якому об'єднані вібраційний спосіб віскозиметрії і безеталонний варіант диференційно-термічного аналізу, реалізовані синхронно в одному вимірювальному осередку. Вібротермографування жувільних розплавів здійснювали на високотемпературному вібровіскозиметре-термоамалізаторі [Гладкий В.Н. Віскозиметрія металургійних розплавів/ В.Н. Гладкий- М.: Металургія, 1989. - 96с.].

Компонентний склад досліджуваних сумішей представлений у табл.2., а технологічні властивості і ступінь екологічної безпеки ($\text{ГПК} \leq 0,5\text{мг/м}^3$ для фтористого водню в атмосфері) у табл.3.

Суміш 6 відповідає відомій шлакоутворюючій суміші, узятій за прототип (ШУС №6), суміш 2-4 - сполучі суміші, що заявляється, 1 і 5 - сумішам з позамежними значеннями.

Таблиця 2

Компонентний склад досліджуваних сумішей (% мас)

Шлакова суміш	Основний шлак виробництва Fe-Mn	Кислий шлак виробництва Si-Mn	Плавиковий шпат	Силікатна брила	графіт приховано-кристалічний
1	38,5	27,0	14,0	8,5	12,0
2	39,5	26,0	14,5	9,0	11,0
3 (оптим)	40,0	25,0	15,0	10,0	10,0
4	41,0	24,0	15,5	10,5	9,0
5	42,0	22,0	16,5	11,5	8,0
6	38,0	32,0	20,0	-	10,0

Таблиця 3

В'язкісно-плавкісні характеристики досліджуваних сумішей і ГПК

Шлакова суміш	Температура початку плинності	В'язкість шлаку, Па·с при температурах, 0С				Температура шлаку при рівній в'язкості, 2Па·с	Температура шлаку при рівній в'язкості, 5Па·с	HF, мг/м ³
		1500	1400	1300	1200			
1	1127	0,130	0,22	0,56	1,63	1162	1121	0,1
2	1095	0,109	0,14	0,24	0,56	1115	1098	0,1
3 (оптим)	1083	0,095	0,11	0,18	0,45	1103	1083	0,1
4	1098	0,112	0,15	0,41	0,58	1118	1101	0,2
5	1132	0,135	0,23	0,58	1,67	1171	1123	0,3
6	1153	0,150	0,28	0,63	1,94	1197	1145	0,6

Суміші на основі шлаків виробництва марганцевих сплавів володіють меншою гігроскопічністю і відповідно схильністю до грудкуватості.

Аналіз наведених даних свідчить про досить високі в'язкісно-плавкісні властивості шлаку з пропонованої суміші, що задовольняють умовам поставленої задачі: температура початку течії знижена до рівня 1083°C, що на 70°C менше ніж у шлаку з суміші №6 (прототип), значно зменшена в'язкість при температурах рідкої сталі та при температурі нижче 1300°C. Це підвищує ефективність його "змащувальної" дії у нижній частині і кристалізатора і знижує зусилля витягування безперервно-

нолітої заготовки. Крім того, прототип містить у великій кількості дефіцитний матеріал - плавиковий шпат та має високу ГПК 0,6мг/м³. Суміші з позамежними сполуками показали більш високу температуру початку плинину, ніж пропонована суміш і поганий рівень рідкотекучості.

Таким чином, пропонована суміш, яка має низьку в'язкість та температуру плавлення суміші, може з успіхом використовуватися при розливанні середньовуглецевих марок сталі. А завдяки низькому вмісту в ній фтору, вона менш небезпечна в екологічному відношенні.