



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12734 (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) НИЗЬКОПЛАВНА ШЛАКОУТВОРЮЮЧА СУМІШ ДЛЯ БЕЗУПИННОГО РОЗЛИВАННЯ СТАЛІ

1

(21) u200509151
(22) 28.09.2005
(24) 15.02.2006
(46) 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.
(72) Харлашин Петро Степанович, Левицька Тетяна Олександрівна
(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(57) Шлакоутворююча суміш, що складається з портландцементу марки 300 чи 400, силікатної брили, плавику шпату й аморфного графіту,

2

що відрізняється тим, що додатково вводять основний шлак виробництва Fe-Mn при наступному співвідношенні компонентів у мас. %:

портландцемент марки 300 чи 400	27-29
основний шлак виробництва Fe-Mn	21-23
силікатна брила	19-21
плавику шпат	17-19
аморфний графіт	11-13.

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

Відома сполука ШУС для безупинного розливання [А.с. СРСР № 924118, МКВ 2 С 21С 5/54, У22Д 11/00, 1982 р.], що включає в мас. %: нефелін 10-40, силікатну брилу 5-30, плавику шпату 15-25, вуглецевий відхід десульфурації чавуна магнієм 17-25, цемент інше.

Дана ШУС містить у своїй сполуці гостродефіцитний компонент - нефелін, привезений з Росії, що утрудняє її використання на території України. Крім того, плавику шпату, так само як і нефелін, є дорогим матеріалом, і його підвищений склад збільшує собівартість металу і приводить до підвищення вмісту токсичної речовини (фтористого водню) у повітрі робочої зони кристалізатора установки безупинного розливання до критичних значень ГПК (гранично припустима концентрація) більш 0,5 мг/м³.

Ці ж недоліки має і шлакоутворююча суміш [А.с. СРСР № 1650333, МКВ 2 С 21С 5/54, В22Д 11/00, 1991 р.], що включає в мас. %: нефелін 35-40, аморфний графіт 5-10, відпрацьований шлак ЭШП 42-55.

Найбільш близькою за складом до корисної моделі є розповсюджена на металургійних підприємствах України й інших країн СНД ШУС типу К-І [Лейтес А. В. Захист сталі в процесі безупинного розливання - М.: Металургія, 1984. - 199 с.], до складу якої входять, % мас:

портландцемент марки "300" чи "400"	31 - 40
нефеліновий концентрат	20 - 27
силікатна брила	4 - 12
плавику шпату	20 - 24
аморфний графіт	10

Ця шлакоутворююча суміш з успіхом використовується при безупинному розливанні багатьох вуглецевих і низьколегованих марок сталей, що містять не менш 0,020% Al. Суміш такої сполуки утворює на дзеркалі металу в кристалізаторі шар досить рідкоплинного шлаку, рівномірного по товщині і не утворюючого грубих "шнурів" біля стінок кристалізатора. Шлак добре заповнює зазор між стінкою кристалізатора й оболонкою затвердіваючої заготовки, забезпечуючи мастильний ефект протягом більшої частини висоти оболонки в кристалізаторі і високу щільність теплового потоку в напрямку його стінок.

Однак 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 безперервних заготовок. Дефекти на поверхні сляба виникають у результаті зависання скоринки сляба у кристалізаторі, а причиною зависання є затвердіння ШУС і не виконання нею однієї з основних функцій - змащення стінок кристалізатора. Також недоліками цієї шлакоутворюючої суміші є

(13) U
(11) 12734
(19) UA

присутність у її сполучі великої кількості дорогих імпортованих матеріалів (нефеліновий концентрат і плавиковий шпат), підвищений вміст у ній Al_2O_3 (8-10%). А відомо, що зі збільшенням наявності глинозему в суміші понад 4%, температура її плавлення зростає й одночасно підвищується в'язкість шлаку, що утвориться, (особливо швидко при температурах 1200°C і нижче), а також погіршується його адсорбуюча здатність стосовно глиноземистих включень, що спливають у рідкій сталі до поверхні "метал-шлак" у кристалізаторі.

В основу корисної моделі поставлене завдання удосконалити шлакоутворюючу суміш шляхом введення нового компонента і відповідно нових процентних співвідношень, що дозволить знизити температуру плавлення суміші і зусилля витягування з кристалізатора безперервнолітої заготовки, зменшити собівартість металу і шкідливі викиди в атмосферу.

Для рішення поставленого завдання у шлакоутворюючу суміш, що складається з портландцементу, силікатної брили, плавикового шпату й аморфного графіту, відповідно запропонованій корисній моделі, додатково ввели основний шлак виробництва Fe-Mn при наступному співвідношенні компонентів (у мас. %):

портландцемент марки "300" чи "400"	27 - 29%
основний шлак виробництва Fe-Mn	21 - 23%
силікатна брила	19-21%
плавиковий шпат	17-19%
аморфний графіт	11 - 13%

У запропонованій сполучі суміші, на відміну від прототипу, введення 21-23% основного шлаку виробництва Fe-Mn, як флюсоючої добавки, забезпечує зниження температури її плавлення і зусилля витягування з кристалізатора безперервнолітої заготовки. Зміст у суміші основного шлаку виробництва Fe-Mn менше 21% не забезпечує наявності в ній 5-6% закису марганцю, що у таких малих кількостях відноситься до числа компонентів, які дуже ефективно розріджують низькоосновні шлаки і знижують температуру їх розплавлення. Підвищення його вмісту більше 23% не приводить до подальшого зниження температури, а збільшення закису марганцю може несприятливо відбитися на якості безперервнолітих заготовок.

При вмісті портландцементу марки "300" чи "400", як мінеральної основи шлакоутворюючої суміші, менше 27 і більше 29% спостерігається підвищення температури плавлення шлаку, що утворюється з неї.

Силікатна брила, що складається на 90-95% із силікату натрію з температурою плавлення

≈1000°C, і плавиковий шпат, що містить 70-90% фтористого кальцію з температурою плавлення ≈1360°C, служать плавнями. Оскільки їхня температура плавлення нижче сталі, яку розливають (1500-1540°C), вони першими з компонентів суміші переходять у рідкий стан, і тільки в результаті їхньої взаємодії з більш тугоплавкими мінеральними складовими цементу й основного шлаку виробництва Fe-Mn на поверхні рідкого металу в кристалізаторі утворюється гомогенний жужільний розплав. Вміст силікатної брили менше 19% мало ефективно для зниження в'язкості шлаку і температури початку його плавлення, а його вміст більше 21% підвищує вартість металу.

Вміст плавикового шпату менше 17% недостатньо для зниження температури початку плавлення шлакоутворюючої суміші, а більше 19% збільшує шкідливі викиди фтористого водню в атмосферу.

Висока асимілююча здатність шлаку реалізується тим повніше, чим більше товщина його на дзеркалі рідкого металу, що можливе при використанні суміші з гарними теплоізолюючими властивостями, тобто теплоємності, що має низькі значення, і коефіцієнта теплопровідності. Такими властивостями запропонована суміш володіє завдяки присутності в ній аморфного графіту, що розпушує суміш, знижуючи її насипну вагу до 0,96-0,98г/см³. Крім того, аморфний графіт при змішуванні з іншими порошкоподібними компонентами суміші обволікає їх частки, перешкоджаючи швидкій взаємодії між ними, і в такий спосіб служить начебто регулятором швидкості плавлення суміші в кристалізаторі. Вміст у суміші аморфного графіту менше 11% не забезпечує в повноті дані властивості і не дає поліпшень роботи суміші при знижених швидкостях розливання, а більше 13% приводить до погіршення санітарно-екологічних умов праці розливачів.

Промислові іспити запропонованого складу суміші виконані на МК "Азовсталь". Завантаження матеріалів у змішувач робили в наступній послідовності: цемент, графіт, силікатна брила, основний шлак, плавиковий шпат. Тривалість змішування - не менш 30хв. Порошкоподібні компоненти ШУС змішували в заданих кількостях після мелення в кульових млинах до крупності не більш 0,63мм, при цьому фракції <0,1мм. повинно бути не менш 70%. Якість приготовленої суміші оцінювалося насамперед за хімічним складом, у якому зміст основних компонентів, сірки і вологи не повинен виходити за межі, зазначені в таблиці 1 і обумовлені, головним чином, мінливістю сполуки вихідних матеріалів.

Таблиця 1

Хімічний склад дослідної ШУС

Масова доля в суміші, % масс									Основність, CaO/SiO ₂
SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	K ₂ O+Na _x O	F	C	S	H ₂ O	
		не більше					Не більше		
30-35	32-38	4	4-8	4-7	5-8	7-10	1	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 жужільних розплавів здійснювали на високотемпературному вібровіскозиметре-термоаналізаторі [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 (ГПК 0,5мг/м³ для фтористого водню в атмосфері) у табл. 3.

Суміш 6 відповідає відомій шлакоутворюючій суміші, узятій за прототип (ШУС-5), суміш 2-4 - сполуці суміші, що заявляється, 1-5 - сумішам з позамежними значеннями.

Таблиця 2

Компонентний склад досліджуваних сумішей (% мас)

Шлакова суміш	Цемент марки "400"	Основний шлак виробництва Fe-Mn	Плавиковий шпат	Силікатна брила	Аморфний графіт	Нефеліновий концентрат
1	26,5	20,5	17,0	22,0	14,0	-
2	27,0	21,5	17,5	21,0	13,0	-
3 (оптим)	28,0	22,0	18,0	20,0	12,0	-
4	28,5	22,5	19,0	19,0	11,0	-
5	30,0	23,5	20,0	16,5	10,0	-
6	31,0	-	20,0	12,0	10,0	27

Таблиця 3

В'язкісно-плавкісні характеристики досліджуваних сумішей і ГПК

Шлакова суміш	Температура початку плинності	В'язкість шлаку, Па·с при температурах, °С				Температура шлаку при рівній в'язкості, 2Па·с	HF, мг/м ³
		1500	1400	1300	1200		
1	1125	0,13	0,23	0,42	1,30	1165	0,2
2	1115	0,12	0,22	0,41	0,96	1155	0,3
3 (оптим)	1113	0,12	0,21	0,41	0,95	1154	0,3
4	1117	0,12	0,22	0,41	0,97	1156	0,4
5	1135	0,13	0,23	0,47	1,45	1175	0,5
6	1157	0,12	0,21	0,49	1,96	1195	0,6

Аналіз наведених даних свідчить про досить високі в'язкісно-плавкісні властивості шлаку з пропонованої суміші, що задовольняють умовам поставленої задачі: температура її плавлення і початку плину на 40-45°С нижче, ніж у шлаку із суміші №6 (прототип), а в'язкість при температурах рідкої сталі в них однакова, однак нижче 1300°С шлак з досвідної суміші виявляється менш грузлим, що підвищує ефективність його "змащувальної" дії у нижній частині кристалізатора і знижує зусилля витягування безперервнолітої заготовки. Крім того, прототип містить великі кількості дефіцитних матеріалів - плавикового шпату і нефелінового концентрату, а також високий ПДК 0,6 мг/м³. Суміші з позамежними сполуками показали більш високу температуру початку плину, ніж пропонована суміш і поганий рівень рідкотекучості.

Порівняльними випробуваннями, проведеними з пострімковим контролем якості листового прокату зі слябів від досвідчених плавок підтверджені переваги пропонованої ШУС перед сумішшю, узятою за прототип. До них відносяться:

1) більш глибоке (за висотою кристалізатора) проникнення прошарку рідкого шлаку, на що вказують менше зусилля витягування безперервної

заготовки з кристалізатора і відсутність випадків зависання скоринки сляба в процесі розливання;

2) більш висока асимілююча здатність шлаку, що утвориться із суміші в кристалізаторі, стосовно глиноземистих неметалічних включень, що знаходиться в рідкій сталі, про що свідчать великий ступінь його збагачення глиноземом і відповідно менша кількість оксидних неметалічних включень у пробах металу, відібраних із кристалізатора;

3) менша окисна здатність шлаку з пропонованої суміші, що забезпечує більш високу стабільність хімічного складу сталі, що розливається, у кристалізаторі;

4) підвищення якості безперервних заготовок, що проявилось в зниженні більш ніж у 2 рази відбраковування слябів поверхневим дефектам і відносній кількості листового прокату, відсортованого і забракованого по поверхневих і внутрішніх дефектах

5) зниження токсичності і поліпшення санітарно-екологічних умов праці разливачів завдяки зменшеному змісту плавикового шпату в суміші і набагато меншому змісту марганцю.

Усі перераховані переваги пропонованої суміші виявлені в результаті зіставлення й обробки

показань приладів, що реєструють, у пульті керування МНЛЗ (машина безупинного лиття заготівель) і паспортних даних з розливання сталі, відсортування і відвантаження слябів і листового прокату з них, також аналізів і досліджень проб металу і шлаку, узятих із кристалізатора, і темпле-

тів, відібраних від слябів з обох струмків розливочної машини.

Економічний ефект пропонованої суміші можна одержати за рахунок зниження шкідливих викидів і зменшення собівартості металу (зниження змісту в суміші дефіцитних матеріалів).