

Винахід відноситься до галузі чорної металургії і, зокрема, може використовуватись у сталеплавильному виробництві як флюс для поліпшення шлакоутворення при переділі низькомарганцевистих чавунів у кисневих конвертерах.

Відомо, що застосування комплексних шлакоутворюючих матеріалів і природніх флюсів з підвищеним вмістом оксиду алюмінію (до 10%) доцільно при рафінуванні низькомарганцевистих чавунів шлаковим розплавом, нагрітого до 1600-1650°C (Югов П.И. и др. Рафинирование низкомарганцевистых чугунов в конвертере подготовленным шлаком, Металлург., 1978, №10, с.37-38).

Використання такого шлаку в кількості 160-350кг/т чавуну дозволило збільшити з 35% до 51-62% ступінь десульфурзації сталі та забезпечити вміст фосфору в металі на рівні 0,008-0,016а% наприкінці продувки.

Цей флюс не одержав широкого поширення через велику вартість і складність при використанні у виробництві. Крім того, для одержання шлакового розплаву використовуються дефіцитні компоненти (наприклад, оксид алюмінію).

Відома тверда шлакоутворююча суміш для рафінування сталі (Патент РФ №2003702, кл. C21C7/076, 1993р.), що складається з наступних компонентів, мас.%,

Вапно	72-80;
Плавиковий шпат	17-20;
Пилоподібні відходи виробництва силуміну АК-17	3-8.

До недоліків даної суміші відносяться: підвищений вміст вапна до 80%, що призводить до зайвих втрат тепла при формуванні шлаку; використання в суміші дефіцитного, дорогого та токсичного плавикового шпату. До того ж у процесі плавки відбувається винос компонентів суміші висхідними потоками.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу по технічній сутності і результату, що досягається, є флюс (а.с. СРСР №1739640, клас 321C7/064, 1990р.) у компактній формі з низькою температурою плавлення, до складу якого входять недефіцитні відходи алюмінієвого виробництва (шлам), вапно і додатково рідке натрієве скло при наступному співвідношенні компонентів у мас. %:

Шлам від виробництва алюмінію	40-60;
Рідке натрієве скло	5-20;
Вапно	решта.

Десульфуруючу та дефосфорууючу здібність відомого флюсу перевіряли в 300кг лабораторному конвертері. При цьому викликає сумнів, що фізичні властивості флюсу забезпечать зниження пилогазовиділення у виробничих умовах. Недоліком відомого флюсу є і те, що він містить у своєму складі рідке натрієве скло, що може призвести до гідратації вапна і, як наслідок, до зниження рафінуючої здатності і порушення цілісності форми флюсу.

Наявність у складі відомого флюсу 21-33% вуглецю, алюмо-фтористо-лужних компонентів (15% F, 8,3% Al, 9% Na і 2,7% K) припускає розробку і застосування різних способів продувки і конструкцій дуттьових засобів і газоочисток, що вимагає додаткових витрат при його використанні.

В основу передбачуваного винаходу поставлена задача удосконалення флюсу для виробництва сталі шляхом використання алюмовмісних відходів, що не містять вуглецю та фтористо-лужних компонентів, і заміни рідкої зв'язки, при цьому формування флюсу здійснювали відомими засобами на пресі. Це забезпечує рафінуючу здатність шлаку при підтримуванні його в'язкості на необхідному рівні, зменшення кількості плавов з додувками на "шлак", поліпшення екологічної ситуації на виробництві, зниження собівартості сталі.

Поставлене завдання вирішується тим, що в брикетованому флюсі для виробництва сталі, що включає алюмовмісний матеріал, вапно і зв'язку, згідно з винаходом в якості алюмовмісного матеріалу і зв'язки використовують ставролитовий концентрат і суглинок відповідно при наступних співвідношеннях компонентів, мас. %:

Ставролитовий концентрат	60-75;
Вапно	20-25;
Суглинок	5-15.

При цьому до складу ставролитового концентрату входять основні компоненти, мас. %: до 50 ($Al_2O_3 + TiO_2$); 27 SiO_2 .

Суглинок по основним компонентам містить, мас. %: 12,7 Al_2O_3 ; 71 SiO_2 .

Порівняння хімічного складу пропонованого брикетованого флюсу з відомим флюсом (табл.) показує, що при застосуванні суглинка додатково вводяться оксиди алюмінію і кремнію до основного компонента брикету - ставролитового концентрату. Це дозволяє одержати трикомпонентний брикетований флюс системи $CaO-SiO_2-Al_2O_3+TiO_2$, яка по своєму хімічному складу має основність близьку до основності шлаку в першій чверті конвертерної плавки і дуже низьку температуру плавлення, що поліпшує умови асиміляції вапна і підвищує рафінуючу дію брикетованого флюсу вже з самого початку продувки в конвертері. Внесена суглинком додаткова добавка діоксиду кремнію підвищує міцність брикету, приводить до зниження температури початку кристалізації первинного шлакового розплаву.

У шлаковій системі діаграми $CaO-SiO_2-Al_2O_3$ область легкоплавких сполук має наступний хімічний склад, мас.%,

CaO	20-40;
SiO_2	40-68;
Al_2O_3	12-21;
Основність	0,3-1,0.

Хімічний склад брикетованого флюсу по цих компонентах, мас. %:

x) CaO - 28;

SiO_2 - 31; у перерахуванні на 100%

Al_2O_3 - 41.

xx) Основність 1,2

x) CaO - вміст CaO без обліку втрат при прожарюванні (в.п.п.)

xx) $(CaO+0.53 CaCO_3)/SiO_2$ основність з обліком в.п.п. 1,15-1,2.

Як видно з приведеного вище, хімічний склад пропонованого брикетованого флюсу має значний «запас» плавнів по концентраціях Al_2O_3 і SiO_2 , а це в динаміці процесу шлакоутворення в конвертері (збільшення CaO в шлаці) означає, що його вплив на формування кінцевого шлаку може відбуватися практично від початку і до кінця продування плавки.

Рафінуюча здатність конвертерних шлаків, (В.И.Явойский «Теория процессов производства стали», Металлургия, 1967г. с.172, рис.64) істотно зростає при вмісті в шлаці 5-7% Al_2O_3 . Звідси можливо розрахувати витрату брикетованого флюсу на плавку будь-якої садки конвертера. Знаючи, що вміст Al_2O_3 коливається в межах 31,1-37,6% і в середньому досягає 34,6%, витрати брикетованого флюсу складуть 10-12кг/т сталі при досягненні в кінцевому шлаці 5-7% Al_2O_3 .

До складу брикетованого флюсу входять 12,9-14,2% в.п.п., які при випалі $\text{CaCO}_3 \rightarrow (\text{CaO} + \text{CO}_2)$ додатково збільшують масову частку CaO в брикеті, а CO_2 , що виділяється, створює додатковий барботаж, це сприяє прискоренню асиміляції вапна в початковій стадії продувки, коли ще не почалося інтенсивне зневуглюцювання ванни.

Внесений ставролитовим концентратом діоксид кремнію сприяє зниженню в'язкості і температури початку кристалізації шлакового розплаву, що формується, а високий вміст Al_2O_3 викликає підвищення активності оксиду кальцію в рідкорухомому розплаві, збільшуючи ступінь десульфурації і дефосфоризації металу.

При вмісті в брикеті менш 60% ставролитового концентрату не досягається оптимальний рівень окислення шлаку, знижується його десульфуруюча здатність. При вмісті в брикеті більш 75% ставролитового концентрату підвищується вміст діоксиду кремнію в шлаці, що погіршує його рафінуючі властивості.

Міцність брикету 30-50кгс/см² в пропонованому способі досягається тим, що суглинок, який вводиться в кількості не менш 5%, є сполучним між частками вапна і ставролитового концентрату.

При збільшенні кількості суглинка до 15%, механічна міцність брикету зростає до - 60-70кгс/см². Подальше підвищення вмісту суглинка більш 15% є недоцільним через відсутність необхідності в підвищенні механічної міцності брикету, а вміст менш 5% різко знижує міцність брикету, що призводить до виносу компонентів суміші висхідними потоками в процесі плавки.

При вмісті вапна в брикеті менш 20% знижується основність розплаву, що погіршує його фізико-хімічні властивості і знижує ступінь асиміляції неметалічних включень і десульфурації рідкої сталі. При вмісті вапна в брикеті більш 25% збільшуються втрати тепла при формуванні шлаку. Це призводить до нестабільності процесу обробки металу розплавом брикету.

Приклад.

У 250 тонний конвертер завантажили 60т брухту і залили 190т чавуну, що містить 0,8% кремнію і 0,036% сірки. Продувку киснем здійснювали з витратою 800м³/хв. На плавку витрачали 0,6-2,0т брикетів. Розрахункова основність шлаку складала 3,05, фактична 3,09, вміст сірки в металі 0,02%.

Оцінку доцільності застосування брикету здійснювали по ступеню десульфурації металу за період доведення (відношення кількості сірки, вилученої в період доведення, до вмісту сірки в металі по розплавлюванні) і ступеню засвоєння вапна (табл.).

Економічна ефективність використання пропонованого брикету досягається за рахунок підвищення продуктивності конвертера шляхом зниження кількості додувок і підвищення десульфуруючої здатності шлаку.

З представлених у таблиці результатів випробування випливає, що максимальні значення ступеня десульфурації сталі досягаються при використанні брикетів із зазначеним співвідношенням компонентів. При відхиленні хоча б одного з компонентів від зазначених у таблиці оптимальних значень різко знижується сіркопоглинальна здатність шлаку.

Таблиця даних опробовання різних варіантів складу брикетованого флюсу

№ п. п.	Склад шихти, %					Хімічний склад утвореного флюсу, %								Міцність, кг/см ²	Температура плавлення, °С	В'язкість, Па·с при t=1300 °С	Ступінь засвоєння вапна, %
	Штам від виробництва алюмінію	Рідке натрієве скло	Вапно	Ставролитовий концентрат	Суглинок	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O+K ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO+MgO	C	CaO+MgO/SiO ₂	в.п. п.				
Прототип																	
1.	50	12,5	37,5	-	-	-	16,1	8,0	5,1	34,5	36,3	6,8	-	25,30	1200-1250	0,8	82
Пропонований флюс																	
2.	-	-	25	60	15	2,8	-	31,5	27,4	25,3	-	1,2 ^{x)}	13,0	60-70	1235 ^{xx}	<0,5	84
3.	-	-	20	75	5	2,9	-	37,6	24,1	21,1	-	1,2 ^{x)}	14,2	30-50	1255 ^{xx}	<0,5	85
4.	-	-	22,5	67,5	10	2,8	-	34,6	25,7	23,2	-	1,2 ^{x)}	13,7	45-60	1240 ^{xx}	<0,5	90
5.	-	-	26	59	15	2,8	-	31,1	28,1	24,8	-	1,1 ^{x)}	13,2	65-75	1238 ^{xx}	<0,5	83
6.	-	-	20	76	4	2,9	-	38,1	23,8	21,0	-	1,2 ^{x)}	14,3	25-40	1250 ^{xx}	<0,5	81
7.	-	-	19	65	16	2,8	-	31,8	28,0	21,0	-	1,06 ^{x)}	16,4	65-40	1230 ^{xx}	<0,5	82

Примітка:

х) Основність шлаку, обчислена за формулою $(\text{CaO} + \text{MgO} + 0,53 \text{ (в.п.п)}) / \text{SiO}_2$;

хх) Температура плавлення пропонованого флюсу обчислена за формулою $t_{\text{пл}} = 1680 - 28(\text{SiO}_2) + 0,43(\text{SiO}_2)^2$