



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 41643

(13) A

(51) 7 C21C5/28

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальності  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ВИПЛАВКИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ У КИСНЕВОМУ КОНВЕРТОРІ

1

2

(21) 2000127120

(22) 11.12.2000

(24) 17.09.2001

(46) 17.09.2001, Бюл. № 8, 2001 р.

(72) Литвинов Леонід Федорович, Оробцев  
Юрій Вікторович, Цуканов Владислав  
Іванович, Третяков Олександр Борисович,  
Черненко Сергій Павлович, Димченко Євген  
Миколайович, Коцур Сергій Дмитрович,  
Товкун Валерій Іванович, Лисиця Василь  
Станіславович, Авер'янов Олексій  
Венедиктович(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
"ЕНАКІЄВСЬКИЙ МЕТАЛУРГІЙНИЙ ЗАВОД"

(57) Спосіб виплавки низьковуглецевої сталі у кисневому конверторі, що містить у собі завалку металевих брухту, металізованої залізорудної сировини, заливку чавуну, продувку металу киснем через охолоджувальну водою фурму і присадку шлакоутворюючих матеріалів, який відрізняється тим, що металізовану залізорудну сировину вводять у завалку у кількості 100% від її загальної витрати на плавку у вигляді механічної суміші з металевим брухтом з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> і металевим брухтом з насипною вагою 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup> при їх співвідношенні з загальною масою твердої частини металошихти (0,05-0,40):(0,25-0,40):(0,25-0,55):1 відповідно.

Винахід має відношення до чорної металургії, зокрема до виплавки низьковуглецевої сталі у кисневих конверторах.

Відомий спосіб використання металізованої залізорудної сировини (МЗС) у вигляді окатків у якості охолоджувача під час виплавки сталі у конверторах містить у собі продувку металу, замірювання температури і введення МЗС розміром 5-30 мм у кількості, відповідно необхідному зниженню температури. /1/

Важко цього способу є те, що більша частина продувки плавки (до введення МЗС) проходить за підвищеною температурою металу. Це негативно позначається на протіканні процесу дефосфорації розплаву. Крім того, введення МЗС, вміщуючої оксиди заліза, у кінці плавки підвищує окисленість металу перед випуском і знижує якість сталі.

Найбільш близьким до винаходу по технічній суті і досягаемому результату є спосіб виплавки низьковуглецевої сталі у конверторі, що містить у собі завалку металевих брухту, заливку чавуну, продувку металу киснем, присадку шлакоутворюючих матеріалів і МЗС у вигляді окатків, яка вміщує 90-92% заліза загального, у тому числі: заліза, пов'язаного з киснем (оксидів заліза) - 6-9%, заліза металічного - 81-86%; 1,7-2,3% вуглецю. Згідно відомому способу МЗС у кількості 20-30% від маси чавуну вводять двома порціями, причому 60-90%

від її загальної кількості вводять у завалку, а решту - після досягнення вмісту вуглецю у металі 0,10-0,15%. Введення МЗС здійснюється без усереднення з металобрухтом.

Причому введення МЗС у завалку здійснюють після заливки чавуну.

Причому введення МЗС у завалку здійснюють разом з металобрухтом. /2/

Відомий спосіб має кілька недоліків.

1) Введення у завалку 60-90% МЗС від її загальної кількості на плавку спричиняє те, що заключна частина продувки - поперед присадкою другої порції МЗС - проходить за підвищеною температурою внаслідок недовантажування конвертору, а це зменшує ступінь дефосфорації металу;

2) Введення 10-40% МЗС у кінці продувки призводить до гальмування реакції знесірчування, оскільки оксиди заліза, що є в МЗС, підвищують загальний рівень окисленості ванни. Це призводить, за інших рівних умов, до збільшеного вмісту у металі на кінець продувки кисню та сірки і зниженню якості сталі;

3) Введення МЗС у завалку без усереднення її з металобрухтом призводить до нерівномірного розташування цього виду сировини у об'ємі конвертору, як наслідок, зменшенню реакційної поверхні. Введення у такому вигляді МЗС, яка містить вуглець і оксиди заліза і майже одразу вступає (зав-

(13) A

(11) 41643

(19) UA

дяки відносно низькій температурі її плавлення - 1250-1300 °С) у взаємодію з рідким чавуном, не сприяє нормальному проходженню фізико-хімічних процесів у об'ємі ванни, призводить до локального її охолодження і виникнення викидів металу і шлаку з порожнини конвертору під час продувки, а іноді і при заливці чавуну.

В основу винаходу поставлено задачу збільшення ступеню дефосфорації і знесірчування металу, зниження його окисленості перед випуском, зменшення викидів металу під час заливки чавуну і за ходом продувки шляхом того, що в спосіб виплавки низьковуглецевої сталі, який містить у собі завалку металевго брукхту, МЗС, заливку чавуну, продувку металу киснем через охолоджувану водою фурму і присадку шлакоутворюючих матеріалів, МЗС вводять у завалку у кількості 100% від її загальної витрати на плавку у вигляді механічної суміші з металевим брукхтом з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> і металевим брукхтом з насипною вагою 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup> (далі по тексті - механічна суміш) при їх співвідношенні з загальною масою твердої частини металошихти (0,05-0,40):(0,25-0,40):(0,25-0,55): 1 відповідно.

Технічний результат, що досягається пропонуємих рішенням, міститься у наступному.

Введення МЗС у кількості 100% від її загальної витрати на плавку у завалку не викликає збільшення вмісту кисню у металі, в порівнянні з варіантом присадкування МЗС у заключній частині продувки, внаслідок того, що оксиди заліза, які додатково вносять МЗС, встигають прореагувати до кінця продувки з окислюючимися за ходом плавки домішками, які вміщують як рідкий чавун, так і сама МЗС. Крім того, введення всього об'єму МЗС у завалку виключає роботу конвертора з недовантажуванням у період перед присадкуванням другої порції МЗС (як у відомому способі), що забезпечує оптимальну ходу реакції дефосфорації металу.

Під час присадкування МЗС у вигляді механічної суміші здійснюється рівномірний розподіл МЗС у об'ємі конвертору, що дозволяє :

- запобігти локальному охолодженню ванни під час взаємодії МЗС з рідким чавуном;
- забезпечити рівномірне виділення у об'ємі металу під час продувки дубляшок оксиду вуглецю, які є додатковим джерелом перемішування ванни і виникають завдяки реагуванню вуглецю і оксидів заліза, які вміщують МЗС;
- інтенсифікувати проходження фізико-хімічних процесів за ходом плавки за рахунок збільшення реакційної поверхні між МЗС і рідким чавуном.

Використання у складі механічної суміші металевго брукхту з насипною вагою 3,5-4,0 і 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup>, зумовлено необхідністю забезпечення найкращого розподілу МЗС у об'ємі металозавалки, а також рівномірного проплавлення останньої за ходом плавки.

Введення у завалку МЗС у складі механічної суміші у співвідношенні з загальною масою твердої частини металошихти (0,05-0,40):1 обумовлюється тим, що при значенні цього співвідношення менш ніж 0,05:1 не відбувається скільки-небудь помітного зниження вмісту у металі до кінця продувки шкідливих домішок, як за причиною малої кількості використовуємої у цьому випадку МЗС, що

вміщує невелику кількість цих елементів, так і внаслідок недостатнього розвитку процесів масопереносу між компонентами, що взаємодіють під час плавки, а у співвідношенні більш ніж 0,40:1 призводить до викидів газошлакометалічної емульсії під час продувки, або металу під час заливання чавуну, внаслідок інтенсивного виділення значних об'ємів оксиду вуглецю, котре починається одразу після контакту МЗС з рідким чавуном.

Використання металобрукхту з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> у складі механічної суміші у співвідношенні з загальною масою твердої частини металошихти (0,25-0,40):1 пояснюється тим, що при значеннях цього співвідношення менш ніж 0,25:1 збільшується частка інших компонентів механічної суміші (МЗС і (або) металобрукхту з насипною вагою 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup>), які мають більшу швидкість плавлення, що призводить, за рахунок підвищеної витрати тепла в одиницю часу на їх розплавлення, до «холодного» початку процесу, а при співвідношенні більш ніж 0,40:1 металобрукхт з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> не встигає повністю розплавитися до кінця продувки, що призводить до зниження виходу рідкої сталі, закінченню продувки з високою температурою і зменшенню ступеню дефосфорації.

Застосування у складі механічної суміші металевго брукхту з насипною вагою 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup> у співвідношенні з загальною масою твердої частини металошихти (0,25-0,55):1 пов'язане з тим, що при значенні цього співвідношення менш ніж 0,25:1 не забезпечується оптимальний розподіл МЗС у об'ємі металозавалки, оскільки у її складі збільшується частка металобрукхту з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> і (або) МЗС, а при співвідношенні більш ніж 0,55:1 верхній рівень металозавалки у конверторі знаходиться вище рівня рідкої ванни після заливки чавуну, що погіршує умови початку окислювання домішок («запалювання» плавки»).

Нижче наведено варіанти здійснення способу виплавки низьковуглецевої сталі, що не виключають інші варіанти у межах формули винаходу.

#### Приклад №1.

У процесі виплавки сталі марки 2ПС (ДСТУ 2651-94) у конвертор садкою 160 тонн завантажують тверду частину залізовміщуючої шихти, яка являє собою механічну суміш МЗС (окатки - 10 тонн), сталевих відходів металургійного виробництва з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> (10 тонн) і амортизаційного металевго брукхту з насипною вагою 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup> (20 тонн), при цьому загальна маса твердої металошихти складає 40 тонн, а співвідношення компонентів відповідно 0,25:0,25:0,50:1. Окатки мають розмір 5-30 мм, фракційний склад: 5-10 мм - 5-10%, 11-30 мм - 90-95%, і такий хімічний склад, %: залізо загальне - 90,5, у тому числі: залізо металічне - 83,4, залізо, пов'язане з киснем - 7,1; вуглець - 1,9; SiO<sub>2</sub> - 5,05; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,19; CaO - 0,40; MgO - 0,25; S - 0,004; P - 0,009; K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O - 0,18; TiO<sub>2</sub> - 0,048.

Відходи металургійного виробництва являють собою важку прокатну обрізь, розміром 300х300х(200-400) мм, а амортизаційний металевий брукхт складається з побутового металобрукхту, відходів машинобудівної промисловості тощо.

Механічну суміш попередньо готують до плавки шляхом навантаження завалювальної ємкості

(совку) почергово порціями по 0,5-0,7 тонн (один підйом магнітного крану) кожного компоненту.

Після завалки у конвертор твердої частини металошихти заливають 120 тонн рідкого чавуну, продувають розплав зверху киснем через охолоджувану водою фурму. Під час плавки у конвертор подають шлакоутворюючі матеріали у вигляді вапна і плавикового шпату. Після досягнення необхідної температури металу і вмісту у ньому вуглецю, плавку випускають у сталерозливний ківш, у якому здійснюється розкислення - легування.

#### Приклад №2.

У конверторі садкою 160 тонн виплавляють сталь марки 1ПС (ДСТУ 2651-94). Плавку ведуть так, як і у прикладі № 1, але тверда частина залізотвільючої металошихти являє собою суміш МЗС (брикети - 10 тонн), сталевих відходів металургійного виробництва з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> (16 тонн) і амортизаційного металевго брухту з насипною вагою 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup> (14 тонн), при цьому загальна маса твердої металошихти складає 40 тонн, а співвідношення компонентів відповідно 0,25:0,40:0,35:1. Брикети мають розмір 100х50х30 мм, фракційний склад: 4-10 мм - 5-10%, 11-30 мм - 10-15% (бій брикетів, який утворюється під час їх перевантажування), 31-100 мм - решта, і такий хімічний склад, %: залізо загальне - 91,1, у тому числі: залізо металічне - 83,5, залізо, пов'язане з киснем - 7,6; вуглець - 1,8; SiO<sub>2</sub> - 4,45; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,27; CaO - 0,31; MgO - 0,25; S - 0,003; P - 0,008; K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O - 0,19; TiO<sub>2</sub> - 0,047.

У таблиці наведені приклади здійснення способу виплавки низьковуглецевої сталі у конверторі за різними варіантами.

У першому варіанті плавки шихтували у відповідності з формулою винаходу прототипу. Введення МЗС здійснювали двома порціями - 60-90% у завалку і 10-40% після досягнення вмісту вуглецю у металі 0,10-0,15%, причому витрата МЗС складала 5-40% від загальної маси твердої частини металошихти. Причому введення МЗС здійснювали як у завалку, так і після заливки чавуну разом з металобрухтом, але без усереднення. З таблиці видно, що цей варіант, у порівнянні з плавками, проведеними згідно заявляємої технології, характеризується меншими значеннями ступеню знесірчування та дефосфорації, підвищеним рівнем окисленості ванни перед випуском металу (більшим вмістом FeO у кінцевих шлаках), викидами металу під час заливки чавуну і за ходом продувки.

Результати плавки по варіантам 3-8, проведеним зі зміною однієї із межових умов співвідношення компонентів механічної суміші відносно пропонованого співвідношення у більшу або меншу сторону, також свідчать про те, що оптимальним співвідношенням компонентів механічної суміші, яка складається з МЗС, металевго брухту з насипною вагою 3,5-4,0 т/м<sup>3</sup> і металевго брухту з насипною вагою 1,3-1,8 т/м<sup>3</sup>, з загальною масою твердої частини металошихти, виявляється (0,05-0,40):(0,25-0,40):(0,25-0,55):1 відповідно.

#### Джерела літератури:

1. Заявка Японії № 56-34607, кл.С21С5/28, опублік.1981.
2. Авторське свідоцтво СРСР № 1127907, кл.С21С5/28, 1984. Бюл. № 45.

Т а б л и ц я

№№ п/п	Параметри	В а р і а н т и							
		1 (прототип)	2 (заявляємий)	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Кількість плавки	11	22	19	21	23	25	20	22
2.	Співвідношення компонентів механічної суміші, од./од.		(0,05-0,40) : (0,25-0,40) : (0,25-0,55):1	(0,02-0,04) : (0,40-0,42) : (0,56-0,58):1	(0,41-0,60) : (0,15-0,29) : (0,11-0,30):1	(0,15-0,45) : (0,05-0,24) : (0,50-0,61):1	(0,04-0,35) : (0,41-0,50) : (0,24-0,55):1	(0,31-0,51) : (0,25-0,45) : (0,04-0,24):1	(0,05-0,20) : (0,24-0,30) : (0,56-0,65):1
3.	Хімічний склад чавуну, %								
	C	3,85	3,92	3,76	3,88	3,91	3,76	3,81	3,95
	Mn	0,41	0,39	0,48	0,45	0,43	0,51	0,49	0,38
	Si	0,95	0,93	0,89	0,87	0,91	0,90	0,88	0,92
	S	0,041	0,042	0,045	0,044	0,044	0,043	0,041	0,040
	P	0,055	0,054	0,058	0,049	0,048	0,052	0,050	0,051
4.	Витрата вапна, кг/т	80,0	79,5	78,5	81,5	80,0	81,5	79,0	82,0
5.	Витрата плавикового шпату, кг/т	2,7	2,7	2,6	2,7	2,5	2,6	2,7	2,7
6.	Вміст С у металі перед зливом, %	0,06	0,06	0,07	0,05	0,06	0,10	0,08	0,05
7.	Вміст FeO у кінцевих шлаках, %	24,1	19,5	19,4	22,7	21,3	17,6	18,9	23,1

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8.	Основність кінцевих шлаків, од.	2,87	2,94	2,79	2,98	2,82	2,84	2,89	2,97
9.	Ступінь знесірчування, %	16,7	19,5	15,9	18,2	18,1	17,5	17,9	16,5
10.	Ступінь дефосфорації, %	65,7	72,8	67,3	71,3	67,7	64,3	65,9	68,1
11.	Вихід рідкої сталі, %	87,5	89,7	89,9	88,0	88,3	87,9	87,8	88,7
12.	Вихід гарячекатаної заготовки, %	90,1	91,4	89,7	90,5	90,7	91,1	89,5	88,3
13.	Примітки	Викиди металу під час заливки чавуну і за ходою продувки на семи плавках	Ранне «запалювання» плавки - через 3-5 сек. після початку продувки. Викиди металу відсутні	Викиди металу відсутні, «запалювання» плавки у п'яти випадках через 30-60 сек.	Викиди металу під час зливу чавуну і за ходою продувки на десяти плавках. Ранне «запалювання» плавки - через 5-7 сек.	Викиди металу на п'ятьох плавках, «запалювання» плавки через 30-60 сек. у дванадцяти випадках	Викиди металу відсутні. На п'ятнадцяти плавках окремі шматки металобрухту не розплавлялися	Викиди металу під час зливу чавуну і за ходою продувки на п'яти плавках	У сімнадцяти випадках пізніше «запалювання» плавки - через 30-60 сек. після початку продувки. Викиди металу відсутні