



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 89736

(13) C2

(51) МПК (2009)

C21C 7/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ РОЗКИСНЕННЯ СТАЛІ В КОВШІ

1

(21) а200900713

(22) 30.06.2006

(24) 25.02.2010

(86) РСТ/RU2006/000344, 30.06.2006

(46) 25.02.2010, Бюл.№ 4, 2010 р.

(72) ШУМАХЕР ЕДГАР, DE, ШУМАХЕР ЕВАЛД,  
DE, БЕЛІТЧЕНКО АНАТОЛІЙ КОНСТАНТИНОВІЧ,  
MD, ЛОЗІН ГЕННАДІЙ АРКАДІЙОВИЧ, ДЕРЕВ'ЯН-  
ЧЕНКО ІГОРЬ ВІТАЛЬЄВИЧ, MD, ХЛОПОНІН ВІК-  
ТОР НІКОЛАЄВИЧ, RU, ТУРОВСКИЙ ВЛАДІМІР  
КОНСТАНТИНОВІЧ, LV, САВЬЮК АЛЕКСАНДР  
НІКОЛАЄВИЧ, MD, ДОРН КОНСТАНТІН ФІЛІППО-  
ВИЧ, DE, ЯКОВЕНКО ВЛАДІМІР ВЛАДІМІРОВІЧ,  
LV, ФРАНЦКІ РЕНАТА, DE, ХЕШЕЛЕ АЛЕКСАНДР,  
DE

(73) ТЕХКОМ ГМБХ, DE

(56) UA, 68011, A, 15.07.2004

SU, 827560, 07.05.1981

WO, 1998041658, 24.09.1998

GB, 1153117, 21.05.1969

Вяткин Ю. Ф., Вихлевшук В. А., Поляков В. Ф. и  
др. Ресурсосберегающая технология раскисления  
стали алюминием в ковше // Черная металлургия.  
- 1990. - №6. - с. 53 - 55(57) 1. Спосіб розкиснення сталі в ковші, який  
включає введення в струмінь розплаву в процесі  
його зливання з технологічного агрегату в ківш  
гранульованого або кускового розкиснювача, який  
має щільність нижче щільності розплаву в ковші, і  
який направляють в розплав за допомогою конче-  
нтрованого високошвидкісного потоку з можливіс-  
тю проникнення його всередину розплаву, який  
**відрізняється** тим, що введення розкиснювача

2

безпосередньо всередину струменя розплаву за-  
безпечують імпульсно при виконанні умов рівно-  
ваги динамічного натиску потоку розкиснювача і  
статичного тиску всередині сталі на глибині прони-  
кнення розкиснювача в струмінь розплаву, при  
цьому введення в струмінь розкиснювача здійс-  
нюють за допомогою дробоструминної установки,  
а вказану умову здійснюють зміною імпульсу кон-  
центованого високошвидкісного потоку розкис-  
нювача залежно від маси розкиснювача і відстані  
дробоструминної установки від струменя розпла-  
ву.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що умо-  
ву рівноваги динамічного натиску високошвидкіс-  
ного потоку і статичного тиску всередині сталі до-  
сягають при виконанні співвідношення:

$$\omega^2 r_1 / 2 = l \cdot r_2 \cdot g,$$

де  $\omega$  – швидкість потоку розкиснювача;

$r_1$  та  $r_2$  – щільність потоку розкиснювача та рідкої  
сталі;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$l$  – глибина занурення розкиснювача в струмінь  
розплаву, що забезпечується для цієї гранули роз-  
киснювача, при цьому розкиснювач використовую-  
ють з розміром гранул або кусків 0,5-12мм, а ім-  
пульс - від 40 до 318,6 Н.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що дро-  
боструминну установку встановлюють з можливіс-  
тю зміни свого положення щодо струменя розпла-  
ву і забезпечення тим самим проникнення  
розкиснювача безпосередньо всередину розплаву  
залежно від розміру розкиснювача і відстані роз-  
ташування установки від струменя розплаву.

Винахід стосується галузі чорної металургії,  
зокрема технологічних прийомів виробництва ви-  
сокоякісної низьковуглецевої сталі.

Незмінним та особливо важливим процесом,  
що використовується при виробництві високоякіс-  
них сталей, є процес розкиснення або видалення з  
підготовленого до розливання розплаву надлиш-  
кового кисню.

Найбільш поширеним прийомом введення ро-  
зкиснювача - алюмінію є прийом введення алюмі-  
нію в ківш у вигляді кусків або в чушках, або порів-  
няних з ними кусках. При такому введенні

матеріалу розкиснювача, ступінь засвоєння корис-  
ного елементу розкиснювача розплавом знахо-  
диться на дуже низькому рівні (Наприклад: для  
алюмінію 5-20%) і відрізняється крайньою нестабі-  
льністю. Сам метод введення вимагає значних  
витрат ручної праці.

Для зменшення вигару розкиснювачів засто-  
совуються методи введення розкиснювачів у ківш  
у подрібненому кусковому або гранульованому  
вигляді.

Найбільш близьким за технічною суттю і ре-  
зультатом, що досягається, є, спосіб розкиснення

(13) C2

(11) 89736

(19) UA

сталі в ковші, який включає введення в розплав у процесі його зливання з технологічного агрегату в ківш гранульованого або кускового розкиснювача, який має щільність нижче щільності розплаву в ковші. (Ю.Ф.Вяткин, В.А. Вихревчук, В.Ф. Поляков и др. «Ресурсосберегающая технология раскисления стали алюминием в ковше», Бюллетень «Черметинформация» №6 1990 с.53-55) і патент Великобританії №1153117, 1968).

Проте відомі методи при всіх їх перевагах не виключають можливість втрат розкиснювача з тієї причини, що частина його згорає за рахунок кисню повітря, не встигаючи розчинитися в металі, що призводить до втрат розкиснювача і знижує якість металу.

Завданням, на вирішення якого спрямований винахід, є підвищення якості металу за рахунок забезпечення повного засвоєння розкиснювача шляхом стабільного в часі і просторі проникнення в струмінь розкиснювача, зокрема, гранул алюмінію розміром гранул або кусків 3,0-12мм з імпульсом (і) - від 40 до 318,6 Н за умови забезпечення рівноваги динамічного натиску зміною імпульсу концентрованого високошвидкісного потоку розкиснювача залежно від високошвидкісного потоку і статичного тиску усередині металу струменя.

Окрім цього, таке рішення дозволяє варіювати точною кількістю розкиснювача, використовуюваного для формування необхідних властивостей сталі, і забезпечити зниження вигару розкиснювача.

Технічний результат досягається тим, що у відомому способі розкиснення сталі в ковші, який включає введення в струмінь розплаву в процесі його зливання з технологічного агрегату в ківш гранульованого або кускового розкиснювача, який має щільність нижче щільності розплаву в ковші і який направляється в розплав за допомогою концентрованого високошвидкісного потоку з можливістю проникнення його всередину струменя, задане заглиблення розкиснювача безпосередньо всередину струменя розплаву забезпечують імпульсно при виконанні умови рівноваги динамічного натиску потоку розкиснювача і статичного тиску всередині металу на глибині проникнення розкиснювача в струмінь розплаву, здійснюваної (умови) зміною імпульсу концентрованого високошвидкісного потоку розкиснювача залежно від маси розкиснювача і відстані дробоструминної установки від струменя розплаву, при цьому введення в струмінь розкиснювача здійснюють за допомогою дробоструминної установки.

Можливі інші варіанти здійснення способу розкиснення, згідно з якими необхідно, щоб:

- умову рівноваги динамічного натиску високошвидкісного потоку і статичного тиску всередині металу досягали б при виконанні співвідношення:

$$\omega^2 \rho_1 / 2 = l \cdot \rho_2 \cdot g,$$

де  $\omega$  - швидкість потоку реагенту;

$\rho_1$  та  $\rho_2$  - щільність потоку реагенту та рідкої сталі;

$g$  - прискорення вільного падіння;

$l$  - глибина занурення реагенту в розплав, що забезпечується для цієї гранули, при цьому розкиснювач використовують з розміром гранул або

кусків 0,5-12мм, а імпульс (і) - від 40 до 318,6 Н («Н» - Ньютон рівний кг·м/с<sup>2</sup>);

- дробоструминна установка була б встановлена з можливістю зміни свого положення щодо струменя і забезпечення тим самим проникнення розкиснювача безпосередньо всередину розплаву залежно від розміру розкиснювача і дальності розташування установки від струменя.

Згідно з винаходом, для того, щоб імпульсно ввести гранули безпосередньо всередину розплаву в потрібній кількості необхідно додати гранулам або кускам швидкість імпульсу, яка забезпечує для цієї гранули умову рівноваги динамічного натиску високошвидкісного потоку і статичного тиску всередині сталі, при виконанні співвідношення:

$$\omega^2 \rho_1 / 2 = l \cdot \rho_2 \cdot g,$$

Проведені розрахунки показують, що для забезпечення умов впровадження гранульованого алюмінію фракцією 3,0-12мм, безпосередньо в струмінь, що зливається із сталеплавильного агрегату в ківш, розкиснювач необхідно подавати імпульсно (і), при цьому величина імпульсу може варіюватися від 40 до 318,6 Н.

Наведені відомості не вичерпують всі можливі значення імпульсу потоку і визначені лише для алюмінію, при цьому застосування тільки дробоструминної машини дозволяє досягати занурення розкиснювача в розплав, як в струмінь так і під дзеркало металу в ковші.

Зазвичай такі машини обладнуються дозуючими пристроями і дозволяють вдувати розкиснювач порціями від 50 до 200кг.

Іншою особливістю винаходу є те, що місце впровадження алюмінію в струмінь, встановлюють залежно від його фракційного складу, при цьому, чим дрібніше розмір гранул, тим ближче місце впровадження потоку в струмінь до поверхні розплаву в заповнюваному ковші. При гранулі розміром менше 3,0мм гранули розплавляються у момент зіткнення із струменем металу, що призводить до значного окиснення розкиснювача киснем повітря. Подача розкиснювача фракцією понад 12мм призводить до виникнення труднощів роботи дробоструминної установки з впровадження розкиснювача в розплав і також додаткового згорання розкиснювача на повітрі. При русі розплаву від зрізу випускного отвору або носка жолоба метал дробиться, захоплює при своєму русі кисень з повітря, що призводить до його вигару. Потужності перемішування г струменя такі великі, що якщо давати на зріз жолоба розкиснювач дрібної фракції, то він практично в ківш не потрапляє, а отже, при подачі реагенту в струмінь для кожного реагенту необхідно визначити місце впровадження в струмінь при якому втрати реагенту розкиснювача мінімальні.

Приклад №1

Спосіб реалізований, при виплавці сталі марки 20 в дуговій печі.

Метал розкиснювали марганцем і кремнієм. При випусканні металу в ківш вводили алюміній у вигляді дробу фракцією 6мм порціями по 100кг, тобто імпульсно за допомогою дробоструминної установки продуктивністю 400кг/хв. Тиск повітря в трасі 5 атм. Транспортувальна траса була викона-

на з металевої труби, яка забезпечувала подачу потоку алюмінію в струмінь розплаву на відстані від неї близько 1,5-2,0м.

Розплав випускали з печі з температурою 1545°C. Алюміній вводили з розрахунку його введення до 1,5кг на одну тонну сталі з імпульсом 200 Н.

При розкисненні сталі заявленим способом, вміст кисню в ній склав 0,005-0,006мас.% при за-

лишковому вмісті алюмінію 0,022мас.%. У тій самій сталі, виплавленій за відомим способом, вміст кисню дорівнював 0,006-0,007мас.%, при залишковому вмісті алюмінію ніс 0,01мас.%.

Застосування запропонованого винаходу дозволяє знизити виграє розкиснювача, підвищити його засвоєння та істотно поліпшити якість металу.