



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **52281** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
C21C 5/44МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ПАТЕНТУ**  
**НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) ФУТЕРІВКА КИСНЕВОГО КОНВЕРТЕРА**

1

2

**(21)** u201000420**(22)** 18.01.2010**(24)** 25.08.2010**(46)** 25.08.2010, Бюл.№ 16, 2010 р.**(72)** ЛІСНЯК РОМАН ВОЛОДИМИРОВИЧ, ДОЛГОПОЛОВ ІГОР СЕРГІЙОВИЧ, ТУЧИН ВОЛОДИМИР ТИМОФІЙОВИЧ, РОМАНЕНКО ВОЛОДИМИР ІЛЛІЧ, АНТОНОВ ЮРІЙ ГРИГОРОВИЧ, ДЕРІПАСКО ВОЛОДИМИР ОЛЕКСІЙОВИЧ**(73)** ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**(57)** Футерівка кисневого конвертера, що включає глухе плоске днище, яке виконано з вогнетривкої цегли, яка **відрізняється** тим, що днище футерівки конвертера має ухил  $7-10^\circ$  у бік осі конвертера, при цьому центральна частина футерівки днища виконана у формі зрізаного конуса, зовнішня поверхня якого має кут нахилу до горизонту  $45-60^\circ$ .

Корисна модель відноситься до металургійної промисловості, а саме, до виплавки сталі, і стосується будови днища футеровки кисневих конвертерів, відновлення якої в процесі експлуатації конвертера здійснюється роздуванням кінцевого шлаку.

Відома футеровка кисневого конвертера, яка має глухе плоске днище, виконане з вогнетривкої цегли, що являє собою горизонтальну площину [В. І. Явойский, С. І. Левин, В. І. Баптизманский, и др. М.: Металлургия, 1973. С. 637]. Недоліком даної форми днища є те, що при відновленні футеровки кисневого конвертера шляхом роздування кінцевого шлаку конвертерного виробництва струменями азоту через кисневу фурму, поведінкою відбитого азотошлакового струменя складно управляти внаслідок формування ділянки течії, яка поширюється паралельно площині днища. При цьому, газопорошковий струмінь, що впроваджується у шлакову ванну, має пружні властивості й, долаючи масу оточуючого межі струменя шлаку, відривається від поверхні футеровки днища, захоплюючи за собою краплі дробленого шлаку. Фізико-хімічні властивості шлаку (густина, в'язкість, хімічна активність, температура) при такій конструкції днища обумовлюють важко прогнозовані зону контакту «азотопорошковий струмінь - шлак» та процес краплеутворення у цій зоні. Крім того, така будова днища викликає підвищення енерговитрат при роздуванні шлаку, обумовлене тим, що від моменту зустрічі з поверхнею днища, струмінь, що витікає з продуквної фурми деформується, розтікаючись по його поверхні, внаслідок чого формується значна пристінна ділянка течії струменя

[Справочник по теплообменникам, в 2т. под ред. Б. С. Петухова, В. К. Шикова - М.: Энергоатомиздат, 1987. т. 1, с. 267-2688]. Це призводить до значної втрати енергії газопорошкового струменя, що веде до підвищення енерговитрат на процес відновлення футеровки при формуванні гарнісажу на її поверхні.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення конфігурації футерованої поверхні днища кисневого конвертера шляхом зміни форми поверхні днища конвертера для організації оптимального гідродинамічного режиму роздування шлаку та забезпечення гомогенності крапель шлаку, що утворюються, що дозволяє скоротити енерговитрати при нанесенні гарнісажу на поверхню футеровки й підвищити стійкість цього гарнісажу в технологічному процесі виплавки сталі.

Поставлене завдання вирішується тим, що у футеровці кисневого конвертера, що включає глухе плоске днище, яке виконано з вогнетривкої цегли, днище футеровки конвертера має ухил  $7-10^\circ$  у бік осі конвертера, при цьому центральна частина футеровки днища виконана у формі зрізаного конуса, зовнішня поверхня якого має кут нахилу до горизонту  $45-60^\circ$ .

Таке виконання днища дозволяє розширити можливості керування відбитим газопорошковим струменем при відновленні футеровки кисневого конвертера. Виконання футеровки днища конвертера у формі зрізаного конуса в центральній частині днища конвертера дозволяє реалізувати відбиття газопорошкового струменя на задану висоту з максимальною силою взаємодії у місці контакту газопорошкового струменя з кінцевою поверхнею

(19) **UA** (11) **52281** (13) **U**

днища конвертера. Цього досягають при куті атаки струменя  $\beta=90^\circ$ , тому що при цьому відповідно до рівняння (1) забезпечується максимальна сила взаємодії Р газопорошкового струменя з футеровкою днища

$$P = \frac{\rho w^2}{2} \sin^2 \beta \quad (1)$$

де  $\rho$  - густина газопорошкового струменя,  $\text{кг/м}^3$ ;

$w$  - швидкість потоку газопорошкового струменя в місці контакту з поверхнею футеровки конвертера,  $\text{м/с}$ ;

$\beta$  - кут атаки потоку газопорошкового струменя, град.

Інтенсифікація гідродинамічних процесів у місці контакту газопорошкового струменя зі шлаковою ванною при використанні даного пристрою футеровки конвертера дає можливість одержати гомогенний склад наносимо шлакопорошкової маси на внутрішню поверхню конвертера в процесі відновлення його футеровки. Це підвищує стійкість футеровки в процесі її роботи в циклі виплавки сталі.

Реалізація пропонованого днища конвертера забезпечує взаємодію газопорошкових струменів зі шлаком, яка інтенсифікує гідродинамічний і масообмінний режими при продуванні внаслідок зменшення зони пристінної ділянки течії струменя й більш ефективного використання енергії відбитого струменя.

Це дозволяє:

- мінімізувати втрати на розсіювання імпульсу струменя;

- здійснити процес нанесення шлакопорошкової емульсії на задану висоту при меншому тиску дуття, а, отже, при меншій потужності, що витрачається;

- одержати гомогенний склад шлакопорошкової емульсії й відновлюючого шару, що наноситься на футеровку;

- зменшення тривалості процесу відновлення футеровки.

Кут бокової поверхні усіченого конуса в центральній частині днища  $45^\circ-60^\circ$  забезпечує організоване віднесення крапель шлаку на задану ділянку футеровки. При куті нахилу менш  $45^\circ$  збільшується зона пристінної ділянки течії відбитого шлакогазопорошкового струменя, що спричинить підвищення енерговитрат на процес ошлакування. Кут нахилу більш  $60^\circ$  приведе до небажаної траєкторії польоту крапель й формування товстого шару гарнісажу в районі горловини конвертера, а не в районі найбільш уразливої частини футеровки - цапфової зони.

При нахилі поверхні пристінної частині футеровки днища менш  $7^\circ$  до горизонту шлакова маса спрямовується з малою швидкістю в зону контакту зі струменем, що витікає із продувних сопел, з малою швидкістю внаслідок збільшення в'язкості шлаку в процесі роздування. При куті нахилу поверхні пристінної частині футеровки днища більш  $10^\circ$  спостерігається «захливання» струменя, що

витікає, масою шлаку. Значна частина енергії струменя при цьому буде витрачатися на подолання опору шару шлаку, що призведе до підвищення енерговитрат на процес нанесення відновлюючого шару на футеровку.

Протягом процесу відновлення футеровки в результаті впливу неізотермічних холодних газопорошкових струменів в'язкість шлаку підвищується, діаметр крапель збільшується й висота нанесення їх  $H_{\text{max}}$  стає нижче рівня зони цапф. Таким чином, процес відновлення футеровки здійснюється або при незмінній відстані фурми  $z_0$  від рівня шлакової ванни, або зі зміною відстані розташування фурми  $dz$ . Висота бічної поверхні конуса  $H$  розраховується, виходячи з лінійного розміру (діаметра) струменя при розташуванні фурми в положенні  $Z_{0\text{min}}$  - максимально можливо близьким від поверхні футеровки днища (близько  $0,5\text{м}$ ). Дана відстань обумовлена тим, що поблизу навколо зрізу сопла Лавалю існує контур вихрових плинів газоподібної порошкової й рідкої шлакової фаз внаслідок реактивного обміну імпульсом витікаючого струменя з навколишнім середовищем. При мінімальній відстані  $Z_{0\text{min}}$  виконується умова невлучення часток рідкого шлаку усередину дифузора сопла Лавалю.

На Фіг.1 показано запропоновану конструкцію футеровки кисневого конвертера та схему взаємодії газопорошкового струменя зі шлаком ванни.

Пристрій функціонує таким чином:

У шлакову ванну кисневого конвертера з конфігурацією футеровки поверхні днища 1, показаного на фігурі, впроваджується газопорошковий струмінь 2, що витікає з сопел Лавалю 3 продувної фурми 4. Футеровка днища кисневого конвертера виконується так, що кут нахилу  $\phi$  сопел 3 фурми 4 до горизонту строго орієнтовано на бічну поверхню 5 зрізаного конуса, що розташовується у центральній частині днища. При пружному ударі газопорошкового струменя по внутрішній поверхні конуса відбитий газопорошковий струмінь спрямовується поверхню конуса на цапфову зону кисневого конвертера. Залишаючи поверхню конуса, газопорошковий струмінь «захоплює» шлак 6, здійснюючи роботу когезії. Безперервний наплив нової маси шлаку до ділянки контакту його зі струменем забезпечується кутом нахилу у футеровки днища конвертера. Залишаючи шлакову ванну, шлакогазопорошковий струмінь направляється на ділянку цапф, як на найбільш уразливу частину футеровки кисневого конвертера.

Нижче наведено приклади реалізації пристрою, що заявляється.

Приклад 1

Газопорошковий струмінь подають у шлакову ванну при постійному рівні розташування продувної фурми  $z_0$  над рівнем шлакової ванни протягом усієї операції нанесення гарнісажу зі змінним тиском газу - носія.

Результати реалізації пропонованого пристрою представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Параметри процесу відновлення футеровки конвертера	Одиниці вимі- ру	Пропонований спосіб	Існуючий спосіб (прототип)
Витрата газу - носія	нм <sup>3</sup> /хв	1000	1200
Витрата порошку	кг/с	500	500
Товщина шари емульсії, що наноситься	м	0,015	0,015
Тривалість роздування	с	120	300
Тиск газу - носія, що подається в продувну фурму	МПа	0,954	1,2
Потужність, необхідна для процесу відновлення футеровки	МВт	1,63	2

Аналіз результатів, наведених у таблиці 1, показує, що в процесі відновлення футеровки кисневого конвертера по даному варіанту, потужність, що витрачається на подачу дуття, зменшується на 18.4%.

#### Приклад 2

Зміну висоти нанесення шлакового гарнісажу здійснюють шляхом зміни положення продувної фурми над рівнем шлакової ванни з. Результати застосування пропонованого пристрою при цьому варіанті технології, представлено в таблиці 2.

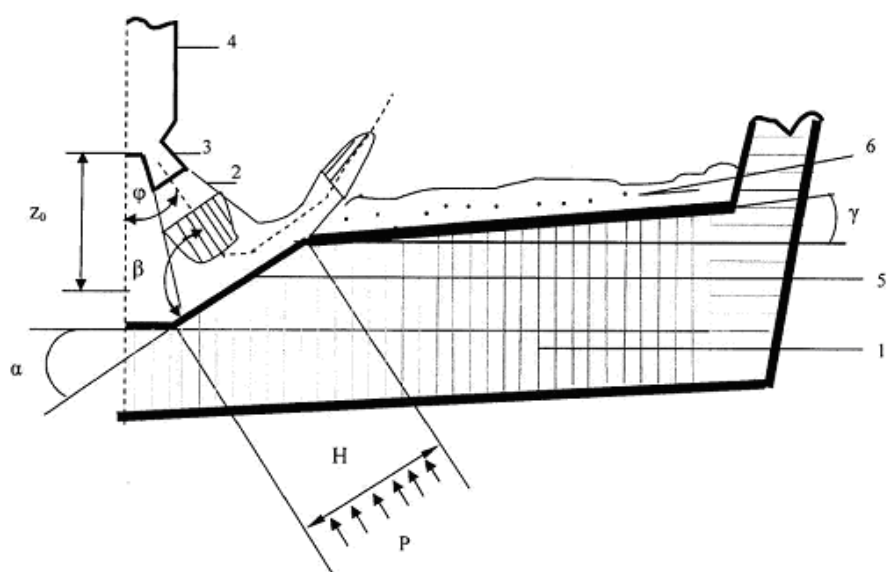
Таблиця 2

Параметри процесу відновлення футеровки конвертера	Одиниці вимі- ру	Пропонований спосіб	Існуючий спосіб (прото- тип)
Витрата газу - носія	нм <sup>3</sup> /хв	1150	1200
Витрата порошку	кг/с	500	500
Товщина шари емульсії, що наноситься	м	0,015	0,015
Тривалість роздування	с	200	300
Тиск газу - носія, що подається в продувну фурму	МПа	1,05	1,2
Потужність, необхідна для процесу відновлення футеровки	МВт	1,8	2

З таблиці 2 випливає, що величина потужності, витраченої на подачу дуття, зменшується на 10% у порівнянні з прототипом. Це пояснюється тим, що зміна положення продувної фурми щодо шлакової ванни з після нанесення шлакового гарнісажу на рівень цапф спричиняє переміщення струменя, що витікає із продувних сопел у периферійну зону днища конвертера. При цьому, кут атаки газопорошкового струменя не дорівнює 90°, що спричиняє розсіювання імпульсу струменя, дисипацію енергії відбитого струменя, і, як наслідок, необхідність у витраті більшої потужності, ніж у прикладі 1. Однак, у цілому, зменшення потуж-

ності, що споживається, та тривалості процесу відновлення футеровки кисневого конвертера спостерігається й у цьому випадку.

Таким чином, приведені приклади показують, що застосування пропонованої конструкції днища футеровки кисневого конвертера дозволяє зменшити витрати енергії на нанесення шлакопорошкового гарнісажу футеровки середньої товщини 10-15мм у порівнянні із прототипом. Крім цього в наведених прикладах спостерігалось підвищення хімічної стійкості шари, що наноситься на футеро-  
вку.



Фиг. 1