



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50942 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C21C 5/44МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ РЕМОНТУ ФУТЕРІВКИ КОНВЕРТЕРА

1

2

(21) u201000070

(22) 11.01.2010

(24) 25.06.2010

(46) 25.06.2010, Бюл. № 12, 2010 р.

(72) ЧЕРНЯТЕВИЧ АНАТОЛІЙ ГРИГОРОВИЧ, СІ-  
ГАРЬОВ ЄВГЕН МИКОЛАЙОВИЧ, ЧУБІН КОСТЯ-  
НТИН ІВАНОВИЧ, ЧУБІНА ОЛЕНА АНАТОЛІЇВНА,  
ДІГТЯР ОЛЕНА ЮРІЇВНА(73) ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХ-  
НІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ(57) 1. Спосіб ремонту футерівки конвертера, який  
включає залишення в конвертері кінцевого шлаку  
попередньої плавки, нанесення на футерівку шла-  
кового гарнісажу за допомогою оберткової торкрет-  
фурми з соплами шляхом роздування шлакової  
ванни азотними струменями і подачі порошкоподі-бної торкрет-маси в повітряних струменях при пе-  
ремінній висоті торкрет-фурми і зміні напрямку  
обертання струменів на протилежний після кожно-  
го оберту фурми на 180° навколо вертикальної осі,  
який **відрізняється** тим, що роздування шлакової  
ванни здійснюють повітряними струменями, які  
несуть порошкоподібну торкрет-масу у вигляді  
сирого доломіту, в кільцевій оболонці азоту.2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що по-  
рошкоподібну торкрет-масу у вигляді сирого доло-  
міту подають в інтервалі 10-90% часу роздування  
шлаку з інтенсивністю через одне сопло 0,5-  
1,2кг/хв. на тонну рідкої сталі, при витраті повітря і  
азоту через одне сопло відповідно 0,21-0,27м<sup>3</sup>/хв.  
та 1,3-1,4м<sup>3</sup>/хв. на тонну рідкої сталі.

Корисна модель відноситься до чорної мета-  
лургії, зокрема до способів ремонту футерівки  
конвертера шляхом створення на її поверхні захи-  
сного вогнетривкого покриття.

Відомий спосіб торкретування футерівки кис-  
невих конвертерів (Патент України №18479,  
C21C5/44, 1997), який включає подачу у внутріш-  
ню порожнину агрегату вуглецьвміщуючого мате-  
ріалу, при цьому 0,4-0,5 кисню та порошкоподіб-  
ний вуглець у кількості, що дорівнює  
стехіометричне необхідному для окислення вугле-  
цю до окису вуглецю, подають у вигляді струменів  
у області днища, а іншу кількість кисню разом із  
порошком вогнетривкого матеріалу подають на  
циліндричну частину футерівки.

Вадю цього способу є зменшення ефекту  
осадження частинок вогнетривкого матеріалу на  
поверхню, що торкретують, підвищені витрати то-  
ркрет-маси, нещільність утвореного покриття та  
значна частка вогнетривких частинок, що відска-  
кують від поверхні футерівки. Це обумовлено тим,  
що при спалюванні порошкоподібного вуглецю  
потік газу, що утворюється направлений уверх, а  
струмені вторинного кисню направлені перпенди-  
кулярно до циліндричної поверхні конвертера і  
частина вогнетривкого матеріалу виноситься із  
газами, що відходять через горловину конвертера.

Відомий також спосіб відновлення футерівки  
конвертера (Заявка РФ №95108421/02, C21C5/44,  
1997) який включає нанесення на поверхню футе-  
рівки шлакового гарнісажу шляхом спінування  
залишеного після випуску металу шлаку за шля-  
хом подачі на його поверхню тангенціальне нахи-  
лених струменів газоподібного нейтрального про-  
дувального реагенту під тиском із використанням  
верхньої продувальної фурми.

Вадю даного способу є роздування шлакової  
ванни без врахування в'язкості та хімічної агresi-  
вності останнього по відношенню до основної фу-  
терівки, що знижує якість та стійкість шлакового  
гарнісажу.

Відомий також спосіб відновлення футерівки  
конвертера (Патент РФ №2111262, C21C5/44,  
F27D1/16, 1998), який включає утворення однорід-  
ної рідкої шлакової фази нейтральної по відно-  
шенню до футерівки перед випуском сталі із кон-  
вертера, шляхом введення у конвертер  
нейтралізаторів із забезпеченням основності шла-  
ку не вище 4 та вмісту закису заліза до 27% та  
оксиду магнію не вище 10% з подальшим розду-  
ванням такого шлаку на футерівку нейтральними  
газовими струменями.

Вадю даного способу є необхідність витрим-  
ки шлаку після присадки нейтралізаторів для їх-

(13) U  
(11) 50942  
(19) UA

нього засвоєння шлаковою ванною, роздування останньої нейтральними газовими струменями, що призводить до прискорення переводу шлаку у малорухомий стан, знижує якість, стійкість шлакового гарнісажу та продуктивність агрегату.

Відомий також спосіб нанесення шлакового гарнісажу на вогнетривку футерівку конвертера (А.с. №1592343, МКИ С21С5/44, 1990), що включає залишення шлаку попередньої плавки, введення добавок на основі вапна та доломіту, що загущують шлак, подачу газу для розбризкування шлаку по футерівці і його охолодження.

Недоліком даного способу є низька вогнетривкість шлакового гарнісажу через високу окисленість залишеного шлаку попередньої плавки. Крім того, шлаковий гарнісаж має гетерогенну структуру, вміщує вкраплення вогнетривів, які легко вимиваються в процесі плавки, що зменшує стійкість гарнісажного покриття.

Відомий також спосіб (Патент України №31950, С21С5/44, 2000) відновлення футерівки конвертера, згідно з яким на частину шлаку від попередньої плавки додають вуглецевмісний і кальцій- і/або магнієвмісний матеріали з витратою 2-12кг/т сталі, продувають його нейтральним або малоокислювальним газом, при цьому частинки порошків вуглецю і/або вогнетривкового матеріалу мають розмір 0,05-0,2мм з витратою 2-12кг/т сталі.

До недоліків вказаного способу слід віднести: зупинення робочого ходу конвертера з виплавки сталі, необхідність додаткових операцій введення шихтової маси, що дотримує, необхідну або збиткову кількість брухту футерівки конвертера, або спеціально підготовлених складових вогнетривів (С, MgO, CaCO<sub>3</sub>, CaO, CaMg[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>), дотримання спеціальних режимів продування конвертера киснем або інертним газом, або спеціальною їхньою сумішшю з обов'язковим спеціальним режимом витримки і/або з механічним нахилом чи обертанням в горизонтальній площині самого конвертера з розплавом відповідної шихти. Тобто даний спосіб зумовлює суттєве підвищення собівартості виплавленої при його застосуванні сталі і зниження темпів випуску основної продукції.

Також відомий, вибраний як найближчий аналог, спосіб ремонту футерівки конвертера (Патент України №25657, С21С5/44, 2007), який включає залишення в конвертері кінцевого шлаку попередньої плавки, нанесення на футерівку шлакового гарнісажу за допомогою обертової торкрет-фурми з соплами шляхом роздування шлакової ванни зверху нейтральними газовими струменями і подачі на бокову поверхню конвертера в окислювальних струменях торкрет-маси при перемінній висоті торкрет-фурми і зміні напрямку обертання струменів на протилежний після кожного оберту фурми на 180° навколо вертикальної осі.

Вадами даного способу є складність отримання рівномірного за товщиною шлакового гарнісажу по всій висоті конвертера; підвищені витрати торкрет-маси внаслідок інтенсивного виносу останньої в потоці газів, що відходять із порожнини конвертера. Це зменшує ефективність гарячого ремонту і стійкість футерівки конвертера, продуктивність конвертера та підвищує собівартість продукції.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу ремонту футерівки конвертера шляхом зміни напрямку вдування газопорошкових струменів у робочий простір конвертера та складових порошкоподібної торкрет-маси, що дозволить забезпечити: більш ефективне нанесення вогнетривкового шлакового гарнісажу із підвищеним вмістом оксиду магнію, зменшити питомі витрати торкрет-маси і підвищити термін експлуатації конвертерних агрегатів по стійкості футерівки.

Поставлена задача вирішується тим, що за способом ремонту футерівки конвертера, який включає залишення в конвертері кінцевого шлаку попередньої плавки, нанесення на футерівку шлакового гарнісажу за допомогою обертової торкрет-фурми з соплами шляхом роздування шлакової ванни азотними струменями і подачі порошкоподібної торкрет-маси в повітряних струменях при перемінній висоті торкрет-фурми і зміні напрямку обертання струменів на протилежний після кожного оберту фурми на 180° навколо вертикальної осі, згідно корисної моделі, роздування шлакової ванни здійснюють повітряними струменями, які несуть порошкоподібну торкрет-масу у вигляді сирого доломіту, в кільцевій оболонці азоту. Крім того, порошкоподібну торкрет-масу у вигляді сирого доломіту подають в інтервалі 10-90% часу роздування шлаку з інтенсивністю через одне сопло 0,5-1,2кг/хв. на тону рідкої сталі, при витраті повітря і азоту через одне сопло відповідно 0,21-0,27м<sup>3</sup>/хв. та 1,3-1,4м<sup>3</sup>/хв. на тону рідкої сталі.

За рахунок безпосередньої дії на шлакову ванну групи рухомих повітряних струменів, що несуть порошкоподібну торкрет-масу у вигляді сирого доломіту, які витікають із сопел Лавалля торцевого наконечника торкрет-фурми під кутом до поверхні шлакової ванни в одній вертикальній площині в дві сторони відносно вертикальної осі торкрет-фурми, яка розміщена по центру конвертера, утворюються реакційні зони взаємодії струменів та торкрет-маси із рідкою шлаковою ванною із подальшим формуванням на поверхні футерівки шлакового шару шляхом направленої набризкування об'ємів шлаку.

Внаслідок безпосередньої взаємодії повітряно-порошкових струменів із шлаковою ванною забезпечується засвоєння переважної кількості вдуваної торкрет-маси із формуванням шлаку із необхідними фізико-хімічними властивостями, який одночасно роздувається на стіни конвертера; досягається отримання рівномірного за товщиною шлакового гарнісажу по висоті конвертера та зменшення витрат торкрет-маси з виносом потоками газів, що відходять з конвертера.

Подача торкрет-маси з інтенсивністю на одне сопло менше 0,5кг/хв. на тону рідкої сталі призводить до зростання терміну вдування торкрет-маси для забезпечення необхідних фізико-хімічних властивостей шлаку та переведення шлакової ванни у в'язкий малорухомий стан. подача торкрет-маси з інтенсивністю на одне сопло більше 1,2кг/хв. на тону рідкої сталі призводить до зниження ступеню її засвоєння шлаком, збільшення витрат торкрет-маси та зниження міцнісних характеристик нанесеного на футерівку гарнісажу.

При роздуванні шлакової ванни з інтенсивністю подачі повітря на одне сопло менше  $0,21\text{м}^3/\text{хв.}$  або більше  $0,27\text{м}^3/\text{хв.}$  на тону рідкої сталі зменшується ефективність засвоєння торкрет-маси шлаковою ванною, погіршення характеристик нанесеного на футерівку шлакового шару, зниження стійкості футерівки.

Подача азотних струменів із інтенсивністю менше  $1,3\text{м}^3/\text{хв.}$  на тону рідкої сталі через одне сопло ускладнює забризкування крапель шлаку на верхню частину циліндрової частини та горловину конвертера, призводить до нанесення нерівномірного шлакового гарнісажу на поверхні футерівки конвертера та зниження ефективності операції гарячого ремонту футерівки.

Подача азотних струменів із інтенсивністю більше ніж  $1,4\text{м}^3/\text{хв.}$  на тону рідкої сталі через одне сопло призводить до викидання частки бризок шлаку з горловини конвертера, інтенсифікації зашлакування екранної поверхні котла-утилізатора, зниження ефективності операції.

Здійснення подачі торкрет-маси в інтервалі менш ніж 10% часу роздування шлаку призводить до зниження ефективності формування шлакового гарнісажу достатньої для захисту вогнетривів товщини. Подача торкрет маси в інтервалі понад 90% часу роздування шлаку призводить до непродуктивного збільшення витрат торкрет-маси із-за зниження ступеню засвоєння останньою шлаковою ванною.

Невиконання кожної з цих вимог негативно позначається на операції гарячого ремонту футерівки конвертера, стійкості футерівки та продуктивності агрегату.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де зображена схема реалізації заявленого способу ремонту футерівки конвертера (Фіг.1, 2).

Заявлений спосіб ремонту футерівки конвертера реалізують наступним чином.

Ремонт футерівки конвертера здійснюють після випуску металу із залишенням кінцевого шлаку. Конвертер із кінцевим шлаком встановлюють у вертикальне положення, до порожнини конвертера через фурмене вікно вводять обертovu торкрет-фурму, яка має головку з соплами Лавалю для роздування шлаку повітряними струменями, що несуть порошкоподібну торкрет-масу у вигляді сирого доломіту, в кільцевій оболонці азоту, під кутом до поверхні шлакової ванни.

Торкрет-фурма встановлюється точно по вертикальній осі конвертера на рівній відстані від боків стін і в процесі роботи при перемінній висоті обертається навколо вертикальної осі зі змінною напрямку обертання на протилежний після кожного оберту фурми на  $180^\circ$ . Спочатку торкрет-фурму встановлюють у крайньому нижньому положенні по висоті і розпочинають, при обертанні торкрет-фурми роздування шлакової ванни (Фіг.1) із нанесенням шару шлаку на футерівку конвертера. За рахунок формування у реакційних зонах взаємодії торкрет-маси із шлаковою ванною (Фіг.2) шлаку із необхідними фізико-хімічними характеристиками забезпечується утворення високостійкого гарнісажного покриття на футерівці конвертера.

Під час процесу роздування шлакової ванни обертovu торкрет-фурму переміщують по висоті від днища до горловини конвертера і назад. При візуальному зменшенні інтенсивності або припиненні виносу бризок шлаку над горловиною конвертера роздування шлакової ванни припиняють. Нижче наведені варіанти реалізації запропонованого способу ремонту футерівки.

#### Приклад 1

Операцію роздування шлакової ванни з нанесенням шлакового гарнісажу на футерівку 160-т конвертера розпочинають після випуску металу із залишенням в порожнині агрегату рідкого шлаку. Якщо в конвертері залишається густий шлак, який не придатний до роздування, то його переводять в рідкорухомий стан шляхом короточасного (30-60сек.) продування кисневими струменями через звичайну продувальну фурму. Потім пересувну привідну платформу з обертovou торкрет-фурмою встановлюють в положення суміщення осі торкрет-фурми з вертикальною віссю конвертера. Через фурмене вікно вводять торкрет-фурму і опускають її в кесон до рівня горловини конвертера, із одночасним забезпеченням подачі повітря через циліндричні сопла із загальною витратою  $60-80\text{м}^3/\text{хв.}$ , що дорівнює витраті окислювального газу на одне сопло  $0,21-0,27\text{м}^3/\text{хв.}$  на тону придатного металу, який зливається із конвертера в сталерозливний ківш. В подальшому торкрет-фурму встановлюють у крайньому нижньому положенні по висоті і розпочинають при обертанні торкрет-фурми (зі змінною напрямку обертання на протилежний після кожного оберту фурми на  $180^\circ$  навколо вертикальної осі) роздування шлакової ванни струменями нейтрального газу із інтенсивністю подачі нейтрального газу через одне сопло  $190-200\text{м}^3/\text{хв.}$ , що дорівнює  $1,3-1,4\text{м}^3/\text{хв.}$  на тону годного металу, який зливається із конвертера в сталерозливний ківш. При цьому роздування шлакової ванни здійснюють на протязі 3,0-4,0хв. до повного припинення виносу бризок шлаку із горловини конвертера.

#### Приклад 2

Операцію роздування шлакової ванни і нанесення шлакового гарнісажу та торкрет-маси на футерівку 160-т конвертера розпочинають після випуску металу із залишенням в порожнині агрегату рідкого шлаку. Якщо в конвертері залишається густий шлак, який не придатний до роздування, то його переводять в рідкорухомий стан шляхом короточасного (30-60сек.) роздування кисневими струменями через звичайну продувальну фурму. Потім пересувну привідну платформу з обертovou торкрет-фурмою встановлюють в положення суміщення осі торкрет-фурми з вертикальною віссю конвертера. Через фурмене вікно вводять торкрет-фурму і опускають її в кесон до рівня горловини конвертера, одночасно забезпечив подачу повітря через циліндричні сопла із загальною витратою  $60-80\text{м}^3/\text{хв.}$ , що дорівнює витраті окислювального газу на одне сопло  $0,21-0,27\text{м}^3/\text{хв.}$  на тону годного металу, який зливається із конвертера в сталерозливний ківш. В подальшому торкрет-фурму встановлюють у крайньому нижньому положенні по висоті і розпочинають при обертанні торкрет-фурми (зі змінною напрямку обертання на

протилежний після кожного оберту фурми на 180 навколо вертикальної осі) роздування шлакової ванни азотними струменями із загальною витратою азоту через одне сопло  $190-200 \text{ нм}^3/\text{хв.}$ , що дорівнює  $1,3-1,4 \text{ нм}^3/\text{хв.}$  на тону годного металу, який зливається із конвертера в сталерозливний ківш. Після попереднього нанесення шлакового шару по всій висоті футерівки конвертера на протязі  $0,5-1,0 \text{ хв.}$  у процесі обертання торкрет-фурми розпочинають подачу торкрет-маси у вигляді сирого доломіту через циліндричні сопла із загальною витратою  $500-1000 \text{ кг}$  на операцію у потоці повітря

при інтенсивності подачі на одне циліндричне сопло  $0,5-1,2 \text{ кг}/(\text{т} \cdot \text{хв.})$ . При цьому подачу торкрет-маси здійснюють на протязі  $1,5-3,0 \text{ хв.}$ , що дорівнює інтервалу  $50-75\%$  загального часу роздування шлаку. Подачу торкрет-маси продовжують до повного припинення виносу бризок шлаку із горловини конвертера.

Така операція ремонту футерівки конвертера забезпечує формування товстого шлакового гарнісажу на всій поверхні футерівки з підвищеним вмістом  $\text{MgO}$  та необхідними вогнетривкими властивостями.

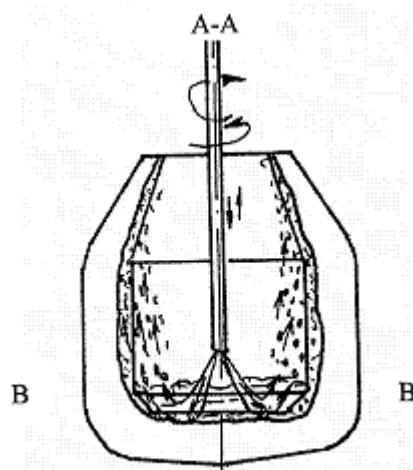


Fig. 1

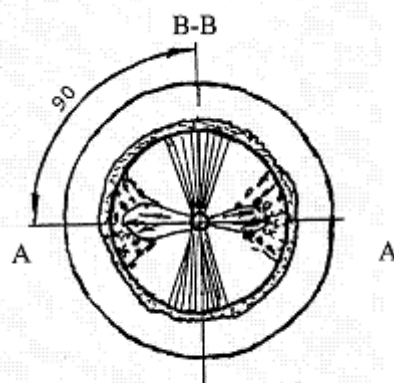


Fig. 2