



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5198 (13) U

(51) 7 C21C7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальністю  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРОДУВКИ МЕТАЛУ ГАЗАМИ

1

2

(21) 20040706240

(22) 27 07 2004

(24) 15 02 2005

(46) 15 02 2005, Бюл. № 2, 2005 р.

(72) Живченко Володимир Семенович, Семикопенко Григорій Григорович

(73) Живченко Володимир Семенович, Семикопенко Григорій Григорович

(57) 1 Пристрій для продувки металу газами, що містить робочий шар з вогнетривкого матеріалу, лінійні газопроникні зони, який відрізняється тим, що пристрій виконаний з монолітного вогнетривкого бетону у вигляді блока з газопроникними лінійними зонами товщиною не більше 2мм, діаметром

капілярів 0,2 - 0,3мм, і відстанню між ними 1,0 - 2,0мм і відстанню між зонами 20 - 40мм

2 Пристрій за п 1, який відрізняється тим, що пристрій має колекторний шар товщиною 20-30мм, виконаний з бетону того ж складу, що і робочий шар, але додатково розведеного 50% вогнетривким щебенем фракцією 5 - 15мм

3 Пристрій за п 1, який відрізняється тим, що пристрій виконано у вигляді усеченої піраміди зі співвідношенням сторін нижня основа 1, висота 1, верхня сторона 0,52 і товщиною 120 - 200мм

4 Пристрій за п 1, який відрізняється тим, що пристрій виконано у вигляді паралелепіпеда зі співвідношенням сторін, кратним сторонам вогнетривкої штучної цегли

Корисна модель відноситься до області металургії, зокрема до рафінування рідкого металу газами в металургійній ємності

Відомий пристрій для продувки металу, що містить футерований ківш, у днище якого встановлена пориста вставка з вогнетривкого матеріалу [А С СРСР, №349729, М Кл<sup>2</sup> C21C 7/00, 1970.] Однак продувка через пористу вставку, що пропонується у відомому пристрої, мало ефективна, через низьку її стійкості при контакті з розплавом сталі

Відомий пристрій для продувки металу [А С СРСР №532478, М Кл<sup>2</sup> C21C 7/00, 1977р.] утримує пористу вставку, заглиблену у футерівку днища ковша на глибину 0,01-0,25 товщини футерівки. Поглиблення заповнене вогнетривкою масою з коефіцієнтом газопроникності 15-90 нанопор і площею 1,5-20 площ пористої вставки

Відомий пристрій має недоліки

- при існуючій у металургійній промисловості тенденції упрощення футерівок з вогнетривких бетонів, стійкість яких значно перевершує футерівки з цеглин, використання пористих набивань з відносно низькою стійкістю (4-6 наливів) не технологічно. Для заміни пористої вогнетривкої маси необхідне охолодження ємності (приблизно 8-16 годин), очищення від зношеної маси і набивання нової (приблизно 3 години), розігрів ковша (10-12

годин) повний цикл ремонту пористої вставки складають від 21 до 36 годин. Стійкість бетону дорівнює порядку 50 наливів, тобто 9-12 ремонтів, що за часом складає 100-200 годин (4-9 доби). При сучасних технологіях роботи з гарячим ковшем, у добу цикл ковша складає до 10 наливів, отже, при використанні відомого пристрою ківш відстає на ремонт через кожні 12-14 годин. Це викликає необхідність збільшення парку ковшів у 2 рази. Отже, застосування відомого пристрою не рентабельно.

- у даний час для збільшення стійкості футерівки днища ковша застосовують гарячі проміжні ремонти, що полягають у відновленні зношених ділянок футерівки за допомогою торкретування або підливою вогнетривким безпористим бетоном. Використання відомого пристрою при такій технології проміжних ремонтів неможливо тому що пориста вогнетривка маса буде заморожена і утратить свою функціональну здатність.

пропускна здатність пористих пробок і вставок складає не більш 1,3м<sup>3</sup>/хв, при тиску понад 8атм. Однак необхідна витрата газу, для одержання відчутних результатів, складає більш 0,3м<sup>3</sup>/на тону сталі. Для умов використання 150т сталерозливочного ковша загальна мінімальна витрата газу складе 1500,3=45м<sup>3</sup>, що за часом складе 36 хвилин продувки. Така тривалість продувки технологі-

(19) UA (11) 5198 (13) U

чно неможлива без застосування спеціальних мір (проміжний підігрів, перегрівши металу на випуску). Крім того, збільшення часу перебування рідкого металу в ковші значно знижує його стійкість і збільшує час технологічного циклу, що приводить до необхідності збільшення парку ковшів і, в остаточному підсумку, собівартості виплавленого металу.

Найбільш близьким по технічній сутності є ківш для продувки металу газом (Патент №49775 Металургійна ємність для обробки металевих розплав газом) металевий кожух, що включає, футерівку стін і днища. Футерівка днища складається з арматурного і робочого шару. Між ними розташовується газорозподільна порожнина зі штуцером, що підводить. Поверх газорозподільної порожнини розташований робочий шар з цегельної кладки з газопроникними швами.

Недоліком такого ковша є обов'язковість використання вогнетривких цеглин у районі продувної зони. Використання вогнетривких цеглин розуміє застосування вогнетривкого газопроникного розчину. Кладочні і службові властивості розчину залежить від багатьох причин: фракційний склад, співвідношення в'язких складових до основної фракції, співвідношення фракцій, мікродобавки пластифікаторів і плавнів. На одній з основних причин є кількість води в розчині. З однієї сторони збільшення води приводить до підвищення пластичності, що обумовлює краще заповнення швів. З іншої сторони збільшення води приводить до зниження міцності отриманого шва. При сушінні відбувається надмірна усадка розчину, утворення усадочних тріщин і рихлостей, що непередбачено спотворює форму і розміри виходу газових каналів, отже, непередбачені газопроникність і вид вихідних у розплав газових потоків. Крім того, поява тріщин приведе до прошлаковування і проментагліванню швів і непередбачене змінить газопроникність швів. До того ж, якість кладки істотно залежить від суб'єктивних причин: кваліфікація муляра, якість підготовки матеріалу для кладки, заповнення швів, початок або кінець зміни, кладка виробляється в одну зміну або з перезміною і т.д. Наступним недоліком є неможливість одержання необхідної конфігурації продувних зон через прямокутності цеглини використовуваних при кладці плоских днищ металургійних ємностей, наприклад сталерозливочного ковша. При відновленні зношеної футерівки днища методом підлива вогнетривким бетонному, з мінімальною пористістю, відбувається повна втрата газопроникності швів робочої ділянки і втрати функціонального призначення. В даний час відбувається активне застосування технологій виготовлення монолітних футерівок з вогнетривких бетонів. Стійкість футерівки з бетону значно перевершує цегельну. Тому використання цеглин приводить до нерівномірного зносу футерівки днища і використання високовогнетривких бетонів утворює зміст через випереджальний знос цеглин, (стійкість бетонів складає мінімум 40 наливів, а з цеглин цей показник не більш 15). Ремонт цегельної кладки з газопроникними швами вимагає повного охолодження ємності, вибивки залишків кладки, розчищення й укладання нових цеглин з газопроникними швами. Після за-

кінчення робіт, роблять сушіння і розігрівши ємності. Тривалість циклу виробництва ремонтних робіт від 24 до 36 годин. За одну компанію ковша з монолітної футерівки з вогнетривкого бетону необхідно зробити три проміжних ремонтні зони, що продувається. Крім того, службові властивості монолітних футерівок істотно залежать від перепаду температур. Кожне охолодження приводить до появи мікротріщин і порушенню цілісності і міцності вогнетриву, отже, терміну його служби.

Відстань між швами цегельної кладки складає, в основному, 80мм по товщині цегли і 300мм по його довжині. Дослідження на прозорих моделях показали, що такі відстані між газопроникними швами завищені приблизно в 2,5 рази. Тобто газовий потік занадто розпущений, відношення робочого обсягу газу й обсягу оброблюваного розплаву знижується в кубічному ступені, тому час циклу масообмінних процесів різко збільшується. Випереджальний знос цегельної кладки в порівнянні з монолітною приводить до утворення поглиблень і вимоїн у площині днища або металургійної ємності. Це приводить до того, що на поверхні газопроникної зони з'являються вимивини, у яких застиглий метал утворить настил, що приводить до припинення функціонування продувного пристрою. До того ж, зменшення товщини кладки в районі продувної зони приводить до більш швидкого відводу тепла, що у свою чергу сприяє заморожуванню на ній металу і шлаку.

В основу корисної моделі поставлена технічна задача: підвищення ефективності і надійності роботи продувного пристрою з дотриманням умов рівності футерівки всього днища металургійної ємності, скорочення часу виробництва ремонтних робіт, а також збільшення питомої газопроникності робочої зони.

Сутність корисної моделі полягає в тому, що пристрій, що містить робочий шар з вогнетривкого матеріалу, лінійні газопроникні зони виконані з монолітного вогнетривкого бетону у вигляді блоку з газопроникними лінійними зонами товщиною не більш 2мм, діаметром капілярів 0,2-0,3мм і відстанню між ними 1,0-2,0мм і відстанню між зонами 20-40мм. Може мати колекторний шар товщиною 20-30 мм виконаний з бетону того ж складу що і робочий шар, але додатково розведеного порядку 50% вогнетривким щебенем фракцією 5-15мм. Пристрій може бути виконаний у вигляді усеченої піраміди зі співвідношенням сторін: нижня підстава 1, висота 1, верхнє 0,52 і товщиною 120-200мм або у вигляді паралелепіпеда зі співвідношенням сторін: кратно вогнетривкої штучної цегли.

Загальними з прототипом істотними ознаками корисної моделі є:

- робоча футерівка днища металургійної ємності,
  - робочий шар з лінійними газопроникними ділянками,
  - колекторний газорозподільний шар.
- Відмітними від прототипу є:
- монолітність продувної ділянки пристрою,
  - відсутність кладочних швів,
  - зменшення відстані між продувними зонами,
  - прогнозовані розміри і розташування капілярів для виходу газу в рідкий метал,

- рівномірність футерівки пристрою і всього днища металургійної ємності.

Сукупність істотних ознак є необхідних і достатніми для усіх випадків, на які поширюється область застосування пропонованого пристрою для продувки металу газами.

Між істотними ознаками корисної моделі і технічним результатом - використання вогнетривкого бетону для виготовлення блоків визначеної форми, з визначеним, розташуванням продувних зон і точно розташованими, заданого розміру капілярами для продувки металу газами - існує причинно-слідчий зв'язок, що улаштовується при описі конструкції пристрою і його робіт.

Корисна модель пояснюється кресленнями, на якому зображені пристрої в плані з указівками поперечних зон, а так само поперечний розріз із указівками робочого і газорозподільного шарів.

Пристрій виконаний з вогнетривкого бетону у виді монолітного блоку, з газорозподільним шаром, і з лінійними газопроникними ділянками.

Газопроникні лінійні ділянки являють собою переривчасту або суцільну смугу шириною 1,5-2,0мм із кращим розташуванням перпендикулярно осі симетрії блоку і відстанню між ними 20-40мм.

На Фіг.1 представлений блок для продувки металу газами представлений собою двошарову пластину 1. Газопроникні ряди розташовуються у виді непересічних лінійних ділянок 2, що представляють собою систему товщиною в плані 1,5-2,0мм вертикальних наскрізних по товщині блоку капілярів. Відстань між рядами 20-40мм.

Блок виготовляється з вогнетривкої маси, з якого роблять футерівку днища металургійної ємності.

Для рівномірного розподілу газу під блоком, знизу блоку розташований другий шар 3 виконуючу функцію газорозподільного колектора. Товщина колекторного шару 20-30мм. (см. Фіг.3). Колекторний шар виконаний з розведеного, приблизно на 50% вогнетривким щебенем фракцією 3...15мм. вогнетривкого бетону.

Відстані між рядами 20-40мм обумовлено наступними міркуваннями при зменшенні відстані менш 20мм. газовий потік, не викликає помітного збільшення масообмінних процесів крім того, надмірне збільшення викликає бурління дзеркала металу і, як правило, його оголення. При цьому розвиваються цілий ряд небажаних процесів і основні з них це інтенсивне вторинне окислювання, підвищений і непередбачуваний чад розкислювачів, великі втрати тепла, високошвидкісні потоки прискорюють розмивання футерівки. Розмита футерівка забруднює метал неметалічними включеннями. Крім того, при виготовленні таких блоків, відстань між рядами капіляротворювачами менш 20мм. істотно ускладнює технологію укладання і рівномірного ущільнення вогнетривкого бетону, отже, збільшується фактор одержання неякісного вогнетривкого блоку.

При відстані між рядами понад 40мм газовий потік занадто інтенсивно розпушується, це приводить до того, що кількість пухирців знижується, відповідно знижується площа масообмінних процесів. Так при зменшенні кількості пухирців у 2 рази,

площа взаємодії газу і металу знижується в  $2^2$ , тобто в 4 рази, при зменшенні кількості пухирців у 4 рази площа взаємодії знижується в 16 разів на цю величину, відповідно, знижується швидкість масообмінних процесів. Крім того, зниження щільності газового потоку приводить до зменшення піднімальною силою швидкісних потоків металу, отже, і його швидкості підйому. Це є основним чинником при необхідності гомогенізації розплаву по температурі і хімічному складі (рушійною силою конвективного потоку, є різниця в питомій вазі рідкого металу заповненого пухирцями газу і без них, чим ця величина більше, тим швидкісний вектор вище). Видалення неметалічних включень відбувається, в основному, поверхнею пухирців газу, отже, швидкість рафінування залежить прямопропорційно від їхньої кількості і квадратичного ступеня від їхньої загальної площі. Таким чином, обраний інтервал між рядами є найбільш оптимальним.

Приклад виконання 1.

Блок з вогнетривкого бетону має розміри нижня підстава (а) дорівнює 423мм, верхня підстава (в) - 220мм і висота (h) - 423мм. Товщина першого шару 120мм і другого, колекторного дорівнює 30мм. Газопроникні зони виконані з 2-х шарів капронової сітки з осередком  $2 \times 1,5$ мм. і діаметром ниток 0,25мм. Відстань між рядами 30мм. Усього рядів 14. У такий спосіб сумарна довга складає 4500мм. або 6000 капілярів, їхня газопроникна площа складе  $294,4 \text{ мм}^2$ , що значно перевищує площу щільних і, що продувається, капілярних продувних пробок і блоків. Так пробки LGJ при 24 радіально розташованих щілин має сумарну площу, що продувається,  $77,76 \text{ мм}^2$ , MHAS-25 -  $33,6 \text{ мм}^2$ , LG-88 продувна зона складається 32 щілин  $15 \times 0,15$  тобто сумарна площа складає  $72 \text{ мм}^2$ . Причому, продувні зони в пропонованому блоці розподілені на площі рівної  $136000 \text{ мм}^2$ , у той час зони пробок, що продуваються як, зосереджені на площі від  $5278 \text{ мм}^2$  (MHAS-25) до  $1266 \text{ мм}^2$  (LGJ).

Форма блоків дозволяє укладати них по окружності радіусом 808мм стівею днища ємності (див. фіг. 5), отже, запропонований блок дозволяє здійснити продувку металу через половину площі днища ємності при його діаметрі 2000мм. Така технологія продувки, відповідно до численних публікацій у науковій літературі і промислових іспитах, є найбільш раціональною з погляду гідродинамічних процесів, а площа масообмінних процесів максимальна.

Приклад конкретного виконання 2.

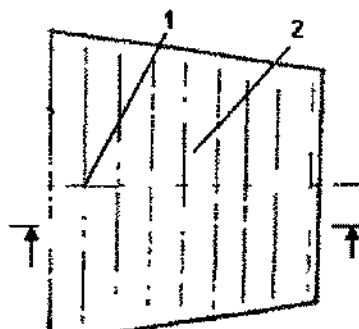
Блок для продувки металу газом має розміри  $300 \times 160 \times 150$ мм. с робочою площиною  $300 \times 160$ мм. Уздовж блоку розташовані газопроникні ділянки через кожні 20мм. тощо 8 ділянок через усю довжину і шириною 1,5-2,0мм. Таким чином, загальна довжина газопроникних ділянок складає 2400мм. Капіляри, утворені за допомогою подвійного шару капронової сітки з осередком  $2,0 \times 1,5$ мм і діаметром нитки 0,25мм, утворюють 3200 капілярів із площею, що продувається, у  $157 \text{ мм}^2$ .

Блок виготовлений з вогнетривких бетонів зі стійкістю перевищуючу стійкість штучних вогнетривів 2-4 рази. Це дозволить робити проміжний ремонт днища без повного охолодження всієї єм-

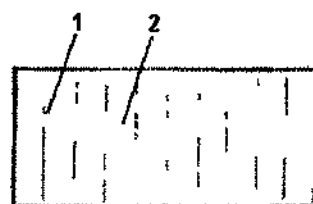
ності методом підлива зношеної штучної кладки вогнетривким бетоном

Розміри блоку кратні штучним вогнетривам (80х300х150мм, 160х300х150, 240х300х150.) Перевищення розмірів 240х300х150 не раціонально тому що виникають труднощі при виготовленні продувної зони необхідної конфігурації (див Фіг 4) Наприклад при укладанні блоків 5 разом з цегельною кладкою 4 днища ємності з утворенням кільцевої конфігурації, найбільше раціонально використовувати блоки розміром не більш 160х300х150 При використанні блоків розмірами 80х300х150 час виробництва кладочних робіт через збільшення кількості швів істотно зростає Крім

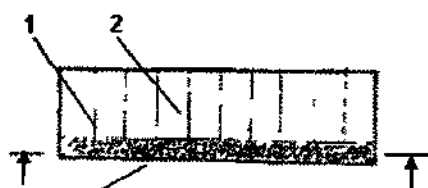
того, знижується якість футерівки через появу суб'єктивного фактора - майстерності і професіоналізму мулярів, якості кладочного розчину, підвищення зносу футерівки через розмивання швів (одним з переваг монолітних футерівок є відсутність швів, тому що знос футерівок відбувається в основному на швах) Запропоновані блоки більш універсальні тому що можуть застосовуватися не тільки у футерівках виготовлених зі штучних вогнетривів але і монолітних Укладання блоків роблять по традиційних технологіях кладки штучних вогнетривів на колекторний насипний шар або колекторний шар, виготовлений разом із блоком



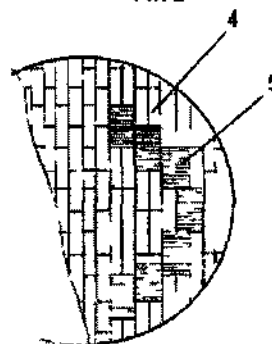
Фіг. 1



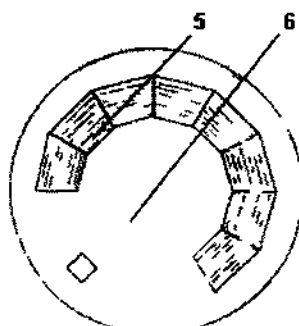
Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5