



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59275 (13) A

(51) 7 C04B35/00, C04B33/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛЕГКИХ ПОРИСТИХ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

1

2

(21) 20021210429

(22) 23 12 2002

(24) 15 08 2003

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Бойко Людмила Василівна

(73) НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ
УКРАЇНИ

(57) Спосіб виготовлення легких пористих керамічних матеріалів, що включає плавлення керамічного матеріалу під тиском у суміші з речовиною, з наступним твердінням, який відрізняється тим, що як речовину, що утворює пори, застосовують водень, тиск якого знижують зі швидкістю 0,001-1,0 МПа/с під час твердіння розплавленого керамічного матеріалу

Цей винахід відноситься до галузі виробництва керамічних матеріалів і його можна використувати у машинобудуванні, металургії, енергетиці. Особливе значення цей винахід має для будівництва ракет, літаків, енерготурбін.

Відомо, що керамічні матеріали широко використовують у різних галузях техніки, наприклад у металургійних печах, нафтохімічних агрегатах, космосі, енергетиці (Пахтин Ю. М., Леонтьева В. П., Материаловедение — М. Машиностроение, 1990). Справа у тому, що керамічні матеріали завдяки своїй хімічній природі мають високу термостійкість, низьку теплопровідність та високу хімічну реакційність, що надає їм неперевершених властивостей при експлуатації у агресивних середовищах при високих температурах, їх часто застосовують у ядерній енергетиці, у ракетних двигунах та інших елементах ракет, у металургійних печах для теплоїзоляції, при виробництві нафтопродуктів та різних хімічних речовин.

Сьогодні відомо багато способів виробництва пористої кераміки. Найбільш поширений з них — це спікання порошків відповідних керамічних матеріалів при високих температурах (Лурье М. А., Гончаренко В. П. Легковесные огнеупоры в промышленных печах М. Металлургия, 1974). Цей спосіб досить простий і може бути застосований для виробництва керамічних виробів різної форми, але матеріали, які отримують цим методом мають низькі механічні властивості, легко розтріскуються під навантаженням, не витримують термічного шоку і тому потребують частої заміни. Це відбувається тому, що пори у такій кераміці мають гострі кути, які легко стають концентраторами напруження. Окремі частки з'єднуються між собою лише у локальних місцях контакту. Ці контакти легко руйнуються під дією зовнішніх сил. Цілком ясно, що

площа контакту залежить від ступеня стиснення керамічних порошків перед спіканням. Чим більше був спресований порошок, тим більше число контактів, тим вища міцність матеріалу. Вірно і протилежне. Чим вище пористість, тим менше число і площа контактів, тим нижча міцність. Це пояснює чому легкі керамічні матеріали як правило характеризуються низькою міцністю. Таким чином міцність і пористість знаходяться у протиріччі.

Найбільш близьким до запропонованого по технічній суті і досягнутому результату є спосіб виготовлення легких керамічних матеріалів за патентом Австрії № 448752 кл. 18,5, 1974 (Лурье М. А., Гончаренко В. П. Легковесные огнеупоры в промышленных печах М. Металлургия, 1974, с. 8). Він включає плавлення керамічного матеріалу під тиском у суміші з речовиною, що випарюється. При цьому речовина, що випарюється утворює у розплаві пухирі. Під час твердіння пухирі залишаються у керамічному матеріалі і утворюють у ньому пористість, але пористість цих матеріалів низька, тому що увесь процес здійснюється під тиском. Чим більший парціальний тиск, тим більше газу поглинає розплав і тим більше його виділяється під час твердіння. У той же час наявність високого газового тиску перешкоджає утворенню пухирців у розплаві. Таким чином при постійному тиску не можна отримати легкий керамічний матеріал з високою пористістю.

В основу винаходу поставлена задача підвищення пористості у легких пористих керамічних матеріалах, які одержують методом плавлення керамічних матеріалів під тиском.

Поставлена задача досягається тим, що для утворення пор використовують водень, а після переливання розплаву у ливарну форму газовий тиск знижують, що сприяє утворенню та росту га-

(19) UA (11) 59275 (13) A

зових пухирів. Розглянемо більш докладно цей процес. При плавленні керамічних матеріалів у атмосфері водню рідина керамічного матеріалу насичується газом згідно закону Сіретса до концентрації

$$S_{\text{рід}} = k_{\text{рід}} \sqrt{P_{\text{H}}}$$

де $S_{\text{рід}}$ - розчинність водню у рідкому стані,

$k_{\text{рід}}$ - константа розчинності водню у рідині,

P_{H} - парціальний тиск водню у атмосфері.

При охолодженні розчинність водню у твердому стані знижується і зайвий газ виділяється з кераміки у вигляді бульбашок. При цьому розчинність газу стає

$$S_{\text{ТВ}} = k_{\text{ТВ}} \sqrt{P_{\text{H}}}$$

де $S_{\text{ТВ}}$ - розчинність водню у твердому стані,

$k_{\text{ТВ}}$ - константа розчинності водню у твердому

стані,

P_{H} - парціальний тиск водню у атмосфері.

Причому

$$S_{\text{рід}} > S_{\text{ТВ}}$$

Спочатку об'єм V_1 газових бульбашок буде визначатися початковим тиском P_1 . Якщо під час твердіння тиск знижувати, то об'єм V_2 газових бульбашок збільшуватиметься згідно з універсальним газовим законом

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Але цей процес має бути контрольованим. Справа у тому, що водень має високу дифузійну спроможність. Якщо зовнішній тиск знизити одразу ж після переливу у ливарну форму, то водень може швидко виділитися дифузійним шляхом у зовнішнє середовище і пори не утворяться зовсім. Керамічний матеріал може мати дуже низьку пористість. Саме цей принцип інколи застосовують для дегазації розплавів. Практично нами встановлено, що верхня межа швидкості зниження тиску становить 1,0 МПа/с. Якщо знижувати тиск швидше, то після твердіння пористість таких матеріалів не перевищує пористість аналогу. Нижня межа швидкості становить 0,001 МПа/с. При зниженні тиску з меншими швидкостями пористість аналогів

не підвищувалась. Корисний ефект спостерігався лише у заявленому інтервалі кількісних значень швидкостей зниження тиску.

Загальні ознаки прототипу і пропонованого способу є плавлення керамічного матеріалу під тиском у суміші з речовиною, що утворює пори, з наступним твердінням.

Відмінні ознаки прототипу і пропонованого способу полягають у тому, що у якості речовини, що утворює пори застосовують водень, а під час твердіння матеріалу - тиск водню знижують зі швидкістю 0,001 - 1,0 МПа/с.

Запропоноване технічне рішення дозволяє підвищити пористість керамічних матеріалів за рахунок полегшення утворення та росту газових пухирів під час кристалізації керамічних розплавів. Цей ефект досягається за рахунок зниження загального тиску під час твердіння розплаву.

Пропонований спосіб випробували у СКТБ "Сплав" у Національній металургійній академії України. Проведені іспити підтвердили, що пропонований метод дозволяє покращити показники пористості у порівнянні з аналогом. Результати випробувань наведені у таблиці.

У ході випробувань прутки з SiO_2 плавили електродуговим способом у спеціальному герметичному автоклаві у суміші з компонентом, який при нагріві випарювався. При цьому всередині автоклава створювали тиск 0,5 МПа. Згідно прототипа рідину кераміки, що вміщувала пухирі, переливали у ливарну форму, дно якої охолоджувалося. Поступово суміш охолоджувалася і формувалася легкий пористий керамічний матеріал. Згідно пропонованого способу прутки плавили у атмосфері водню 0,5 МПа, а після заповнення ливарної форми починали знижувати тиск зі швидкістю 0,001 МПа/с за допомогою спеціально каліброваного вентиля. Після охолодження автоклав розкривали, керамічну відливку зволікали з ливарної форми та замірювали її пористість. Результати вимірів наведені у таблиці.

Таблиця

Вплив швидкості зниження тиску під час кристалізації легких керамічних матеріалів

№ п п	Загальний тиск, МПа	Швидкість зменшення тиску, МПа/с	Пористість, %
1	0,5	0	20
2	"	0,001	22
3	"	0,05	45
4	"	0,1	52
5	"	0,5	57
6	"	1,0	48
7	"	1,1	18