



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110087** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)**B22C 1/00****B22D 41/02** (2006.01)**C04B 35/16** (2006.01)**C04B 35/195** (2006.01)**C04B 35/63** (2006.01)**B22C 9/02** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки: а 2015 03312	(72) Винахідник(и): Стефанські Збігнєв (PL), Карвінські Александер (PL), Іздебська-Жанда Ірена (PL)
(22) Дата подання заявки: 27.05.2014	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ОДЛЕВНИЦТВА, ul. Zakopiańska 73, PL-30-418 Kraków, Poland (PL)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.11.2015	(74) Представник: Пахаренко Антоніна Павлівна, реєстр. №4
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: P.404355	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 4154894 A, 15.05.1979 GB 816885 A, 22.07.1959 Nwaogu U. C., Tiedje N. S. Foundry Coating Technology: A Review // Materials Sciences and Applivation. - Vol. 2. - 2011. - P. 1143 - 1160
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 17.06.2013	
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: PL	
(41) Публікація відомостей про заявку: 27.07.2015, Бюл.№ 14	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2015, Бюл.№ 21	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/ІВ2014/000904, 27.05.2014	

(54) КОМПОЗИЦІЯ КЕРАМІЧНОГО ШАРУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФОРМ ДЛЯ ЛИТТЯ ТА ІНШИХ ПРОДУКТІВ**(57) Реферат:**

Композиція керамічного шару для виробництва форми для лиття та інших продуктів, зокрема призначених для виготовлення литих виробів шляхом лиття по моделі, що виплавляється, яка містить рідку керамічну масу, що складається з 50-75 мас. % керамічного матеріалу, який є сумішшю з прийнятним розподілом часток за розмірами, яка містить мінімум 90 % часток з розміром менше ніж 0,04 мм та має наступний фазовий склад, мас. %: 30-90 форстериту Mg_2SiO_4 , 5-15 фаяліту Fe_2SiO_4 та 5-65 суміші фазових компонентів, таких як хризоліт $2(Mg_{0,88}Fe_{0,12})SiO_2$, енстатит $MgSiO_3$, тремоліт $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$, рингвудит $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$, діопсид $Ca(Mg,Al)(Si,Al)_2O_6$ та інші, і 25-50 мас. % зв'язуючої речовини, що містить водний або водно-органічний колоїдний розчин оксиду металу і модифікатори, та керамічний матеріал для обприскування, який є сумішшю, яка має наступний фазовий склад, мас. %: 30-90 форстериту Mg_2SiO_4 , 5-15 фаяліту Fe_2SiO_4 та 5-65 суміші фазових компонентів, таких як хризоліт $2(Mg_{0,88}Fe_{0,12})SiO_2$, енстатит $MgSiO_3$, тремоліт $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$, рингвудит $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$, діопсид $Ca(Mg,Al)(Si,Al)_2O_6$ та інші.

UA 110087 C2

Винахід належить до композиції керамічного шару для виробництва форм для лиття та інших продуктів, зокрема призначених для виготовлення форм для лиття шляхом лиття по моделі, що виплавляється.

Однією з головних умов для отримання литих виробів з відмінними технологічними властивостями є індукування так званого спрямованого та швидкого затвердіння та самоохолодження їх у формі для лиття, замість небажаного повільного об'ємного процесу затвердіння. Спрямоване затвердіння дозволяє отримати компакту та дрібнозернисту структуру литих виробів без дефектів лиття, таких як усадочні раковини або усадочна пористість, яка гарантує відмінні технологічні властивості. Це особливо важливо для структурно-складних литих виробів зі змінною товщиною стінок та які мають задовольняти високим технологічним вимогам. Це також призводить до зменшення кількості дефектних виробів. Одним з методів, який дозволяє спрямоване затвердіння литого виробу, є заповнення холодних форм для лиття рідким металом, що є важким у випадку литих виробів, виготовлених шляхом лиття по моделі, що виплавляється.

У відомому способі виготовлення литих виробів шляхом лиття по моделі, що виплавляється в самонесучих формах, однією з основних операцій є випалювання отриманих керамічних форм при високій температурі, 900-1200 °C, з метою отримання необхідної високої міцності отриманої керамічної форми, в результаті її випалюванні, а також випалювання всіх органічних залишків. Практично, в цьому способі спечені та ще гарячі форми безпосередньо заповнюють рідким металом. У цьому способі, найбільш часто використовуваним керамічним матеріалом є недорогий кварц, але через його фізичні властивості форми повинні бути заповнені рідким металом відразу після випалювання, коли їх температура становить від 900 °C до 1200 °C. Через високу температуру форм для лиття, які потрібно заповнити, затвердіння та самоохолодження металу має небажаний об'ємний характер та литі вироби мають менш сприятливі технологічні властивості. Тим не менш, зниження температури форм перед їх заповненням, щоб викликати спрямоване затвердіння, буде призводити до розтріскування та руйнування форм при їх заповненні, що пов'язано з істотними змінами розмірів у кварцовій кераміці через коливання температури, а також з перетвореннями в кристалографічній ґратці кварцової матриці, які відбуваються при зниженні температури. З цієї причини, при виготовленні міцних литих виробів, які є структурно складними та мають змінну товщину стінок і необхідні чудові властивості, форми для лиття в цьому способі виготовлені з керамічного матеріалу, який є набагато дорожчим, ніж кварц, такого як цирконій або алоксит; керамічні форми після випалювання охолоджують до температури, необхідної для конкретного способу, як правило, до приблизно 300 °C, і вони не пошкоджуються.

Самонесучі форми для лиття, виготовлені з композиції, що містить кварцову керамічну матрицю, є особливо небажаними для виготовлення литих виробів з алюмінієвих сплавів з технологічних причин, пов'язаних з об'ємною природою їх затвердіння. Вони не можуть бути використані для виготовлення литих виробів з магнієвих сплавів у зв'язку з високою спорідненістю магнію до кисню, присутнього в кремнеземі. Коли форми заповнюються рідким магнієвим сплавом, окислення сплаву може призвести до його запалення; крім того, під час хімічних реакцій, які відбуваються, кремній мігрує до магнієвого сплаву як шкідливий елемент.

Відомі композиції керамічного шару для виробництва форм для лиття та інших продуктів складаються з рідкої керамічної маси та керамічного матеріалу з прийнятним розподілом часток за розмірами, що задовольняє технологічним вимогам. Керамічний матеріал розприскують на рідку керамічну масу, вже нанесену на модель, при висушуванні, обидва компонента утворюють єдиний шар виготовленої керамічної форми. Форми, як правило, виготовлені з від декількох до дюжини або близько цього шарів. Наступні технологічні операції включають видалення моделі за допомогою її плавлення, сушки форм та потім випалювання їх при високих температурах, найбільш часто від 900 °C до 1200 °C.

В описі PL145903 розкрита композиція для шарів самонесучої керамічної форми, виготовленої шляхом лиття по моделі, що виплавляється, яка складається з керамічного матеріалу у формі мулиту та зв'язуючої речовини, якою є водний розчин фосфату алюмінію і хрому.

Відповідно до даного винаходу, композиція керамічного шару для виробництва форм для лиття та інших продуктів, зокрема призначених для виготовлення литих виробів шляхом лиття по моделі, що виплавляється, яка містить рідку керамічну масу та керамічний матеріал для обприскування, характеризується тим, що містить рідку керамічну масу, яка складається з, мас. %, 50-75 керамічного матеріалу, який є сумішшю з прийнятним розподілом часток за розмірами, яка містить мінімум 90 часток з розміром, менше, ніж 0,04 мм, та має наступний фазовий склад мас. %: 30-90 форстериту Mg_2SiO_4 , 5-15 фаяліту Fe_2SiO_4 та 5-65 суміші фазових

компонентів, таких як хризоліт $2(\text{Mg}_{0,88}\text{Fe}_{0,12})\text{SiO}_2$, енстатит MgSiO_3 , тремоліт $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, рингвудит $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$, діопсид $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$ та інші, і 25-50 зв'язуючої речовини, що містить водний або водно-органічний колоїдний розчин оксиду металу і модифікатори, та керамічний матеріал для обприскування, який є сумішшю, яка має наступний фазовий склад,

мас. %: 30-90 форстериту Mg_2SiO_4 , 5-15 фаяліту Fe_2SiO_4 та 5-65 суміші фазових компонентів, таких як хризоліт $2(\text{Mg}_{0,88}\text{Fe}_{0,12})\text{SiO}_2$, енстатит MgSiO_3 , тремоліт $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, рингвудит $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$, діопсид $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6$ та інші.

Відповідно до даного винаходу, композиція керамічного шару для виробництва форм для лиття та інших продуктів, зокрема призначених для виготовлення литих виробів шляхом лиття по моделі, що виплавляється, характеризується тим, що вміст SiO_2 в керамічному матеріалі складає максимум 25 мас %, у перерахунку на елемент Si.

Керамічні продукти, зокрема форми для лиття та інші продукти, виготовлені з від декількох до дюжини або близько цього шарів, оптимальна кількість становить від двох до восьми. Форми, виготовлені з композиції за даним винаходом, використовуються для виробництва литих виробів з латуні, бронзи, чавуну, литої сталі, та зокрема алюмінієвих або магнієвих сплавів.

Форми та інші продукти, виготовлені з композиції керамічного шару для виробництва форм для лиття та інших продуктів, відповідно до винаходу, після початкового випалювання при температурі від 800°C до 1250°C , охолоджують до температури навколишнього середовища або до будь-якої температури нижче 300°C відповідно до вимог способу, що застосовують, та потім заповнюють рідким металом, без ризику їх пошкодження. Форми для лиття, виготовлені з композиції за даним винаходом, забезпечують спрямоване затвердіння та самоохолодження литих виробів, що є корисним для їх якості. Забезпечення спрямованого затвердіння в таких формах дозволяє використовувати їх для лиття тонкостінних продуктів та продуктів складних форм. Завдяки низькому вмісту SiO_2 в керамічній матриці, який складає максимум 25 мас %, у перерахунку на елемент Si, композиція за даним винаходом може бути використана для виготовлення форм для лиття, зокрема для лиття магнієвих сплавів.

Приклади композицій керамічного шару для виробництва форм для лиття за даним винаходом.

Приклад 1

Композиція керамічного шару для виробництва форми для лиття, призначеної для виготовлення литих виробів з латуні, бронзи, чавуну та литої сталі.

Композиція керамічного шару I (мас %):

- рідка керамічна маса I: 28 зв'язуючої речовини - водний розчин колоїдного кремнезему, що містить 30 SiO_2 + модифікатори і 72 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 14 фаяліту Fe_2SiO_4 та 24 інших компонентів;

- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм, та фазовий склад: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 14 фаяліту Fe_2SiO_4 та 24 інших фазових компонентів.

Композиція керамічного шару II (мас %):

- рідка керамічна маса II: 30 зв'язуючої речовини - гідролізований етилсилікат 40 (водно-спиртовий розчин колоїдного кремнезему, що містить 16 SiO_2) та 70 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 14 фаяліту Fe_2SiO_4 , 24 інших фазових компонентів;

- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм, та наступний фазовий склад мас %: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 14 фаяліту Fe_2SiO_4 та 24 інших фазових компонентів.

Композиція керамічного шару III та наступних керамічних шарів (мас %):

- рідка керамічна маса - має склад, як в шарі I або II,

- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,4-1,0 мм та фазовий склад: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 14 фаяліту Fe_2SiO_4 , 24 інших фазових компонентів.

Спосіб виготовлення форми для лиття:

Спосіб виготовлення шару I форми: Компоненти рідкої керамічної маси змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскові моделі занурюють в отриману суспензію, яка є рідкою керамічною масою, що має структурну в'язкість 300 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм), потім, після того, як моделі видалені та надмірна кількість рідкої керамічної маси стікала, їх обприскували керамічним матеріалом на наступній робочій станції. Шар I керамічної форми сушать в умовах природної конвекції протягом 8 годин.

Спосіб виготовлення шару II форми: Компоненти рідкої керамічної маси змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскові моделі занурюють в отриману суспензію, яка є рідкою керамічною масою, що має структурну в'язкість 250 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм),

потім, після того, як моделі видалені та надмірна кількість рідкої керамічної маси стікала, моделі ретельно обприскували керамічним матеріалом на наступній робочій станції. Шар II керамічної форми сушать в умовах природної конвекції протягом 8 годин.

Спосіб виготовлення наступних шарів, III-X, форми для лиття: Шари виготовляють по черзі з рідкої керамічної маси I та II. Після того, як моделі з вже нанесеними двома керамічними шарами занурювали в суспензію та її надмірна кількість стікала, моделі слід було ретельно обприскати керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами від 0,4 мм до 1,0 мм на наступній робочій станції. Після нанесення кожного шару, його потрібно було висушити в умовах природної конвекції протягом, щонайменше, 8 годин. Останній шар форми виготовляють з рідкої керамічної маси I, що має в'язкість 250 сПз, але без обприскування її керамічним матеріалом. Після нанесення всіх шарів, форму сушать протягом 24 годин та потім воскову модель видаляють в автоклаві високого тиску. Отриману форму, після повторної сушки та випалювання при температурі 900 °C для латуні або бронзи та 1100 °C для чавуну або литої сталі, заповнюють рідким металом.

Приклад 2

Композиція керамічного шару для виробництва форми для лиття, призначеної для виготовлення литих виробів з алюмінієвих сплавів.

Композиція керамічного шару I (мас %):

- рідка керамічна маса I: 30 зв'язуючої речовини - водний розчин колоїдного оксиду цирконію, що містить 18 ZrO_2 + модифікатори та 70 % керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 48 форстериту Mg_2SiO_4 , 10 фаяліту Fe_2SiO_4 , 42 інших компонентів;

- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм та наступний фазовий склад мас %: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 10, фаяліту Fe_2SiO_4 , 28 інших компонентів.

Композиція керамічного шару II (мас %):

- рідка керамічна маса II: 32 зв'язуючої речовини - водний розчин колоїдного оксиду цирконію, що містить 18 ZrO_2 + модифікатори, та 68 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 65 форстериту Mg_2SiO_4 , 10 фаяліту Fe_2SiO_4 , 25 інших компонентів;

- керамічний матеріал для оприскування: з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм та наступний фазовий склад: 65 форстериту Mg_2SiO_4 , 10 фаяліту Fe_2SiO_4 , 25 інших компонентів.

Композиція керамічного шару III та наступних керамічних шарів (мас %):

- рідка керамічна маса: має склад, як в шарі I або II,
- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,4-1,0 мм та фазовий склад для обприскування, як для обприскування шарів I та II.

Спосіб виготовлення:

Спосіб виготовлення шару I форми: Компоненти рідкої керамічної маси змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскову модель занурюють в отриману суспензію, яка є рідкою керамічною масою, що має структурну в'язкість 300 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм), потім, після того, як модель видаляли з суспензії та надмірна кількість рідкої керамічної маси стікала, модель ретельно обприскували керамічним матеріалом на наступній робочій станції. Перший шар керамічної форми сушать в умовах природної конвекції протягом приблизно 8 годин.

Спосіб виготовлення шару II форми: Компоненти рідкої керамічної маси II змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскову модель занурюють в отриману суспензію, що має структурну в'язкість 200 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм), та потім, після того, як модель видаляли та надмірна кількість рідкої керамічної маси стікала, модель ретельно обприскували керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами від 0,1 до 0,3 мм на наступній робочій станції. Цей шар є другим шаром керамічної форми, який сушать в умовах природної конвекції протягом приблизно 8 годин.

Спосіб виготовлення наступних шарів (III-X) керамічної форми:

Ці шари виготовляють по черзі з рідкої керамічної маси I та II. Після того, як модель з вже нанесеними двома керамічними шарами занурювали в суспензію з рідкої керамічної маси I видаляли, та надмірна кількість рідкої маси стікала, модель обприскують керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами від 0,4 мм до 1,0 мм на наступній робочій станції. Кожний шар сушать в умовах природної конвекції протягом, щонайменше, 8 годин. Останній шар форми виготовляють рідкої керамічної маси I, що має в'язкість 300 сПз, але без обприскування її керамічним матеріалом. Після нанесення всіх шарів, форму сушать протягом 24 годин та потім воскову модель видаляють в автоклаві високого тиску. Отриману форму, після

повторної сушки та випалювання при температурі приблизно 800 °С, охолоджують до температури 250 °С та потім заповнюють рідким алюмінієвим сплавом.

Зниження температури форми забезпечує швидке та спрямоване затвердіння та самоохолодження литих виробів, а також отримання оптимальної дрібнозернистої структури литого виробу, що має високу міцність.

Приклад 3

Композиція керамічного шару для виробництва форми для лиття, призначеної для виготовлення литих виробів з магнієвих сплавів.

Композиція керамічного шару I (мас %):

- рідка керамічна маса: 30 зв'язуючої речовини - водний розчин колоїдного оксиду цирконію, що містить 18 ZrO_2 + модифікатори та 68 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 75 форстериту Mg_2SiO_4 , 10 фаяліту Fe_2SiO_4 , 5 % інших компонентів;

- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм та фазовий склад мас %: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 12 фаяліту Fe_2SiO_4 , 26 інших фазових компонентів.

Композиція керамічного шару II (мас %):

- рідка керамічна маса II: 32 зв'язуючої речовини - водний розчин колоїдного оксиду цирконію, що містить 18 ZrO_2 + модифікатори та 68 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 62 форстериту Mg_2SiO_4 , 12 фаяліту Fe_2SiO_4 , 26 інших компонентів.

Композиція керамічного шару III та наступних керамічних шарів (мас %):

- рідка керамічна маса - має склад, як в шарі I або II;

- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,4-1,0 мм та фазовий склад, як для обприскування шарів I та II.

Спосіб виготовлення форми для лиття:

Спосіб виготовлення шару I форми: Компоненти рідкої керамічної маси I змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскову модель занурюють в отриману суспензію з рідкої керамічної маси, що має структурну в'язкість 300 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм), потім, після того, як модель видаляли та надмірна кількість рідкої маси стікала, модель обприскували керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами від 0,1 до 0,3 мм на наступній робочій станції. Цей шар є першим шаром керамічної форми, яку сушать в умовах природної конвекції протягом приблизно 8 годин.

Спосіб виготовлення шару II форми: Компоненти рідкої керамічної маси II змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскову модель занурюють в отриману суспензію, що має структурну в'язкість 250 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм), після того, як модель видаляли та надмірна кількість рідкої керамічної маси стікала, модель обприскували керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами від 0,1 до 0,3 мм на наступній робочій станції. Цей шар є другим шаром керамічної форми, який сушать в умовах природної конвекції протягом приблизно 8 годин.

Спосіб виготовлення наступних шарів (III-X) керамічної форми:

Наступні шари виготовляють по черзі з рідкої керамічної маси I та II. Після того, як модель з вже нанесеними двома керамічними шарами занурювали в суспензію з рідкої керамічної маси та її надмірна кількість стікала, модель обприскують керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами від 0,4 мм до 1,0 мм на наступній робочій станції. Кожний шар сушать в умовах природної конвекції протягом, щонайменше, 8 годин.

Останній шар форми виготовляють з рідкої керамічної маси I, що має в'язкість 300 сПз, але без обприскування її керамічним матеріалом. Після нанесення всіх шарів, форму сушать протягом 24 годин та потім воскову модель видаляють в автоклаві високого тиску. Отриману форму, після повторної сушки та випалювання при температурі приблизно 900 °С, охолоджують до температури навколишнього середовища та потім відкладають для зберігання. При необхідності, форми беруть зі сховища, нагрівають до температури 200-300 °С, та потім заповнюють рідким магнієвим сплавом.

Зниження температури форми забезпечує швидке та спрямоване затвердіння та самоохолодження литих виробів, а також отримання оптимальної дрібнозернистої структури литого виробу, що має високу міцність.

Приклад 4

Композиція керамічного шару для виробництва інших продуктів - керамічного тиглю.

Композиція керамічного шару I (мас %):

- рідка керамічна маса I: 25 зв'язуючої речовини - силікатна зв'язуюча речовина, що містить 21 SiO_2 + модифікатори та 75 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 87 форстериту Mg_2SiO_4 , 7 фаяліту Fe_2SiO_4 , 6 інших компонентів;

5 - керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм та фазовий склад мас %: 87 форстериту Mg_2SiO_4 , 7 фаяліту Fe_2SiO_4 , 6 інших компонентів.

Композиція керамічного шару II (мас %):

10 - рідка керамічна маса II: 28 зв'язуючої речовини - силікатна зв'язуюча речовина, що містить 21 SiO_2 + модифікатори та 72 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 87 форстериту Mg_2SiO_4 , 7 фаяліту Fe_2SiO_4 , 6 інших компонентів;

- керамічний матеріал для обприскування: з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм та наступний фазовий склад мас %: 87 форстериту Mg_2SiO_4 , 7 фаяліту Fe_2SiO_4 , 6 інших фазових компонентів.

15 Композиція керамічного шару III та наступних керамічних шарів (III-X) (мас %):

- рідка керамічна маса - 35 зв'язуючої речовини - силікатна зв'язуюча речовина, що містить 21 SiO_2 + модифікатори та 65 керамічного матеріалу, що містить 90 часток, що мають діаметр, менше, ніж 0,04 мм, та наступний фазовий склад: 87 форстериту Mg_2SiO_4 , 7 фаяліту Fe_2SiO_4 , 6 інших компонентів;

20 - керамічний матеріал для обприскування наступних шарів: з розподілом часток за розмірами 0,4-1,0 мм та фазовим складом, як в шарах I та II.

Спосіб виготовлення керамічного тиглю:

25 Спосіб виготовлення шару I тиглю: Компоненти рідкої керамічної маси I змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскову модель тиглю занурюють в отриману суспензію з рідкої керамічної маси, що має структурну в'язкість 350 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм), потім, після того, як модель видаляли та надмірна кількість рідкої маси стікала, модель обприскували керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм на наступній робочій станції. Цей шар є першим шаром керамічного тиглю, який сушать в умовах природної конвекції протягом приблизно 8 годин.

30 Спосіб виготовлення шару II тиглю: Компоненти рідкої керамічної маси II змішують у змішувачі протягом 24 годин. Воскову модель тиглю занурюють в отриману суспензію з рідкої керамічної маси, що має структурну в'язкість 300 сПз (виміряну з лійкою Форда $\phi = 5$ мм), та потім, після того, як модель видаляли та надмірна кількість рідкої маси стікала, модель обприскували керамічним матеріалом з розподілом часток за розмірами 0,1-0,3 мм на наступній робочій станції. Цей шар є другим шаром керамічного тиглю, який сушать в умовах природної конвекції протягом приблизно 8 годин.

35 Спосіб виготовлення наступних шарів (III-X) керамічного тиглю:

40 Наступні керамічні шари виготовляють з рідкої керамічної маси III, що має структурну в'язкість суспензії (рідкої керамічної маси) 200 сПз. Останній шар виготовляють з рідкої керамічної маси II, що має в'язкість 300 сПз, але без обприскування її керамічним матеріалом. Після нанесення всіх шарів, тигель сушать протягом 24 годин та потім воскову модель, що має форму тигля, видаляють в автоклаві високого тиску. Отриманий не випалений тигель, після повторної сушки та випалювання при температурі 1250 °C, охолоджують до температури навколишнього середовища та потім відкладають для зберігання.

45 При необхідності, продукти беруть зі сховища та використовують для проведення дій при високій температурі до 1250 °C, наприклад для плавлення металів, заповнення форм для лиття або випалювання керамічних матеріалів.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

50 1. Композиція керамічного шару для виробництва форми для лиття, зокрема призначених для виготовлення литих виробів шляхом лиття по моделі, що виплавляється, яка містить:

а) рідку керамічну масу та б) керамічний матеріал для обприскування, яка **відрізняється** тим, що композиція містить:

55 а1) рідку керамічну масу, яка складається з 50-75 мас. % керамічного матеріалу, який є сумішшю з прийнятним розподілом часток за розмірами, яка містить мінімум 90 % часток з розміром менше ніж 0,04 мм та має наступний фазовий склад, мас. %: форстерит Mg_2SiO_4 - 30-90, фаяліт Fe_2SiO_4 - 5-15 та суміш фазових компонентів - 5-65, таких як хризоліт $2(\text{Mg}_{0,88}\text{Fe}_{0,12})\text{SiO}_2$, енстатит MgSiO_3 , тремоліт $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, рингвудит $(\text{Mg},\text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$, діопсид $\text{Ca}(\text{Mg},\text{Al})(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6$, та

60

а2) 25-50 мас. % зв'язуючої речовини, що містить водний або водно-органічний колоїдний розчин оксиду металу і модифікатори, та

б1) керамічний матеріал для обприскування, який є сумішшю, що має наступний фазовий склад, мас. %: Mg_2SiO_4 - 30-90, фаяліт Fe_2SiO_4 - 5-15 та суміш фазових компонентів - 5-65, таких як хризоліт $2(Mg_{0,88}Fe_{0,12})SiO_2$, енстатит $MgSiO_3$, тремоліт $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$, рингвудит $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$, діопсид $Ca(Mg,Al)(Si,Al)_2O_6$.

2. Композиція керамічного шару для виробництва форми для лиття за п. 1, яка **відрізняється** тим, що вміст SiO_2 в керамічному матеріалі складає максимум 25 мас. %, у перерахунку на елемент Si.

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601