



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87936** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
B28B 3/00
B22F 3/00
B22F 3/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 10856	(72) Винахідник(и): Чайка Едуард Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 10.09.2013	(73) Власник(и): ДОНЕЦЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2014	ІНСТИТУТ ІМ. О.О. ГАЛКІНА НАН
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2014, Бюл.№ 4	УКРАЇНИ, вул. Р. Люксембург, 72, м. Донецьк, 83114 (UA)

(54) СПОСІБ ІЗОСТАТИЧНОГО ПРЕСУВАННЯ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ З ТОНКИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

(57) Реферат:

Спосіб ізостатичного пресування виробів складної форми з тонкими елементами включає виготовлення прес-форми, засипання порошку в прес-форму, вплив на неї ізостатичним тиском і температурою, виймання готового виробу з прес-форми. Прес-форма для ізостатичного пресування складається з утримуючої порошок тонкостінної внутрішньої оболонки та підтримуючої її товстостінної зовнішньої оболонки. Зовнішню оболонку виготовляють із термопластичного матеріалу, а внутрішню - з матеріалу, здатного ізолювати пресовку від матеріалу зовнішньої оболонки при її плавленні під час процесу пресування та виймання виробу. Виймання виробу із прес-форми здійснюють за допомогою розплавлення зовнішньої оболонки в потоці нагрітого повітря.

UA 87936 U

Корисна модель належить до технології ізостатичного пресування ультрадисперсних порошків, яка застосовується у виробництві кераміки та порошкової металургії. Корисна модель призначена для виготовлення з керамічних, металевих та інших порошкових матеріалів виробів складної форми з тонкими елементами конструкції.

У технології кераміки та у порошковій металургії широко використовується метод ізостатичного пресування [Либенсон, Г.А. Процессы порошковой металлургии. Т. 2: Формование и спекание / Г.А. Либенсон, В.Ю. Лопатин, Г.В. Комарницкий. - М: МИСИС, 2002. - 318 с.]. Принцип ізостатичного пресування заснований на законі Паскаля - тиск на рідину або газ передається в будь-яку точку рідини або газу однаково в усіх напрямках. Ізостатичне пресування - процес формування виробів (пресовок) з порошків, які засипають в еластичні оболонки (прес-форми) і піддають всебічному обтисненню в середовищі, яке передає тиск. За допомогою ізостатичного пресування одержують вироби складної форми з максимальною рівномірністю щільності і структури. Пресування, яке проводиться при підвищеній температурі називається гарячим ізостатичним пресуванням.

Однією з основних умов ідеального ізостатичного пресування є рівномірна й всебічна передача тиску на порошок. Тому, велике значення в технології ізостатичного пресування має правильний вибір середовища для передачі тиску та вибір матеріалу прес-форм.

Часто при ізостатичному пресуванні фасонних виробів з тонкими елементами форми, а також при пресуванні порошків з низькою міцністю зв'язку між частками, спостерігається руйнування пресовок. Причиною цього є відновлення початкових розмірів еластичної прес-форми при зменшенні тиску пресування [Процессы изостатического прессования: сборник статей / под ред. П. Дж. Джеймса; пер. с англ. под ред. И.И. Папинова и Я.Д. Пахомова. - М.: Металлургия, 1990. - 192 с.]. Прес-форма збільшується у розмірах, розтягує та руйнує спресований матеріал.

Для запобігання руйнуванню пресовок використовують тонкостінні еластичні оболонки з матеріалів з низьким модулем пружності. У цьому випадку, після пресування, еластична оболонка залишається деформованою і не руйнує спресовану заготовку. Відомим є спосіб виготовлення прес-форми [Пат. 4761264 США, МПК⁴ B22F 001/00. Method for molding powders / Hiroaki Nishio, Jun Harada (Japan) - № 61896; заявл. 12.06.87; опубл. 02.09.88. - 10 с.], коли тонка еластична оболонка розміщується у жорсткій рознімній матриці, порожнина якої відповідає формі готового виробу. Потім проводиться вакуумування порожнини матриці. Еластична оболонка розпрямляється і прилягає до стінок порожнини, приймаючи необхідну форму. Після засипання й ущільнення порошку еластична оболонка, наповнена порошком, виймається з матриці та піддається ізостатичному пресуванню. Недоліком даного рішення є унеможливлення виготовлення тонких елементів форми виробів і можливе порушення геометрії прес-форми при вийманні її з матриці та перенесенні в контейнер для ізостатичного пресування.

Оскільки тонкі оболонки не тримають форму, то в конструкцію прес-форм вводять зовнішні підтримуючі жорсткі елементи [Мажарова, Г.Е. Производство изделий из порошков цветных металлов / Г.Е. Мажарова, Г.А. Баглюк, А.В. Довыденкова. - К.:Тэхника, 1989. - 120 с.]. Для цього еластичні оболонки часто розміщують у перфорованих або пористих гільзах відповідної конфігурації [Пат. 1115058 (Англія), МПК B29C11/00. Method of manufacturing bodies of powder material / ASEA AB - № 36860/65; заявл. 09.08.65; опубл. 22.05.68. - 4 с.]. Додатково підвищується зручність здійснення операцій заповнення прес-форми, дегазації порошку та діставання пресовки. Жорсткі елементи, які виконують з металу або кераміки, використовують і в якості закладних елементів: для вироблення деталей з отворами і для формування якісної гладкої поверхні [Пат. 4710329 США, МПК⁴ C06B 21/00. Method of manufacturing articles of compacted powder / Lebas J.-M., Rat P., Dupont J.-M., Vinuesa G. (Франція) - № 610696; заявл. 16.05.84; опубл. 01.12.87. - 7 с.]. Таким чином, конструкція таких прес-форм, крім еластичного чохла, містить жорсткі елементи, що підвищують розмірну точність пресовок. Однією з вад таких прес-форм є порушення ізостатики процесу пресування і виникаюча внаслідок цього нерівномірність щільності спресованого виробу. Крім того, через різну величину модулів пружності еластичних і жорстких елементів прес-форми при пресуванні відбувається викривлення геометрії пресовок.

Наведений аналіз показує, що проектування прес-форм для ізостатичного пресування виробів складної форми стикається із протиріччям. Прес-форма повинна бути одночасно і еластичною, щоб забезпечити цілісність пресовок та ізостатику процесу пресування, і достатньо жорсткою, щоб зберігати свою форму.

Рішенням даної проблеми може бути виготовлення прес-форм із матеріалів, які мають властивість термопластичності. Прес-форми з таких матеріалів добре тримають форму при звичайних умовах, а при нагріванні переходять у пластичний стан, забезпечують ізостатику

процесу пресування і не відновлюють вихідні розміри при зменшенні тиску пресування. Придатними термопластичними матеріалами є скло, метали та полімерні термопластичні матеріали. Оскільки використання цих матеріалів передбачає нагрів прес-форми, то необхідне застосування гарячого ізостатичного пресування.

5 Недоліком даного рішення є те, що прес-форми з таких матеріалів є одноразовими через необоротну зміну (зменшення) їх розмірів при пресуванні.

Відомо про застосування в технології гарячого ізостатичного пресування прес-форм виконаних зі скла [Пат. 3622313 США, МПК B22F 3/14. Hot isostatic pressing using a vitreous container / Havel C.J. (США) - № 734822; заявл. 28.02.68; опубл. 23.11.71. - 5 с.]. У скляну прес-форму засипають порошок, вакуумують і запаюють. Потім прес-форму з порошком розташовують у соляній ванні контейнера високого тиску й нагрівають. При високій температурі скло стає пластичним і передає тиск на порошок. Застосування скляних прес-форм можливо тільки при гарячому ізостатичному пресуванні, недоліком якого є складне в експлуатації устаткування й низька продуктивність процесу [Клячко, Л.И. Оборудование и оснастка для формования порошковых материалов / Л.И. Клячко, А.М. Уманский, В.Н. Бобров. - М.: Металлургия, 1986. - 336 с.].

У патенті [Пат. 4094709 США, МПК² B22F 1/00. Method of forming and subsequently heat treating articles of near net shaped from powder metal / Rozmus W.J. (США) № 767522; заявл. 10.02.77; опубл. 13.06.78. - 6 с.] запропоновано спосіб гарячого ізостатичного пресування порошків у металевій прес-формі. У підготовлену прес-форму, порожнина якої за формою відповідає готовому виробу, засипається порошок. Прес-форма вакуумується, запаюється й піддається гарячому ізостатичному пресуванню. При пресуванні, з підвищенням температури, матеріал прес-форми переходить у пластичний стан, передаючи тиск на порошок. При цьому відбувається консолідація порошку. Після пресування матеріал прес-форми знімається з поверхні пресовки спочатку механічною обробкою, розплавлюванням або травленням. Недоліком даного способу є складний і тривалий процес вилучання пресовок з металевих прес-форм.

Застосування прес-форм із полімерних матеріалів описане в патенті [Пат. 2208490А (Англія), МПК⁴ B22F3/12. A method of manufacturing components from metallic or non-metallic powder / Betz W. (США) № 8818779.4; заявл. 08.08.88; опубл. 05.04.89. - 12 с.]. У ньому пропонується використовувати прес-форми, що являють собою товстостінні оболонки із пластичних або термопластичних матеріалів, які одночасно служать і середовищем для передачі тиску. Внутрішня порожнина таких прес-форм за формою відповідає готовим виробам, а зовнішня поверхня через велику товщину стінок може бути будь-якої форми. При необхідності перед пресуванням або в процесі пресування прес-форми піддають нагріву для переведу їх у пластичний стан. Дістають заготовки, переважно, розплавлюванням прес-форм.

Перевагою прес-форм із полімерних матеріалів є простота й низька трудомісткість їх виготовлення, у тому числі шляхом відливання у форми. Використання для виготовлення прес-форм легкоплавких матеріалів з низькою температурою переходу в пластичний стан дозволяє використовувати їх у технології та на обладнанні для холодного ізостатичного пресування. Вадю таких прес-форм є можливе проникнення розігрітого термопластичного матеріалу в поверхню пресовки. Це призводить до порушення структури спресованого матеріалу та затрудняє виймання пресовки із прес-форми.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є спосіб, описаний у деклараційному патенті [Пат. 53206 А Україна, МПК (2006) B28B 3/00. Спосіб ізостатичного ущільнення порошкових заготовок / Чайка Е.В., Чайка В.А. (Україна). - № 2002042665; заявл. 03.04.02; опубл. 15.01.03, Бюл. № 1. - 3 с.]. Згідно з цією корисною моделлю як матеріал для виготовлення прес-форм для ізостатичного пресування пропонується використовувати легкоплавкі термопластичні матеріали (віск, парафін та їх суміші). Застосування цих матеріалів виключає пружне відновлення початкових розмірів прес-форм при зменшенні тиску пресування. Для цього перед пресуванням або в процесі пресування матеріал прес-форми за допомогою нагрівання переводять у пластичний стан. Після пресування діставання пресовки із прес-форми проводиться шляхом розплавлення останньої. Розплавлений матеріал використовується для виготовлення нових прес-форм. Дане рішення вибрано як прототип.

Суттєвим недоліком даного рішення є той факт, що в процесі пресування матеріал прес-форми, що перебуває в пластичному стані, проникає в поверхню пористої пресовки, що виготовляється. Цей процес відбувається тим інтенсивніше, чим вище твердість і пористість порошкового матеріалу та нижче в'язкість матеріалу прес-форми в пластичному стані. При діставанні пресовки розплавленням прес-форми також відбувається просочення пористого матеріалу розплавом. Це призводить до розпушення спресованого матеріалу й утворенню

дефектного шару на поверхні виробу після спікання. Необхідність наступного видалення цього шару ускладнює процес виготовлення й унеможливорює виконання тонких елементів форми виробу. Крім того, значні об'єми розплавленого матеріалу прес-форми, що утворюються при вийманні пресовки, своєю вагою можуть спричинити руйнування тонких елементів форми.

5 Спільною ознакою з корисною моделлю, що заявляється, є: використання для виготовлення прес-форми термопластичного матеріалу, нагрів прес-форми під час пресування, діставання пресовки розплавленням прес-форми.

Задачею, на вирішення якої спрямована корисна модель, є вдосконалення процесу ізостатичного пресування в прес-формах із термопластичних матеріалів з метою підвищення якості поверхні пресовок і забезпечення можливості виготовлення тонких елементів форми виробу при збереженні всіх переваг пресування в прес-формах із термопластичних матеріалів.

10 Поставлена задача вирішується тим, що в способі ізостатичного пресування виробів складної форми з тонкими елементами, який включає виготовлення прес-форми, засипання порошку в прес-форму, вплив на неї ізостатичним тиском і температурою, виймання готового виробу з прес-форми, згідно з корисною моделлю прес-форма для ізостатичного пресування складається з утримуючої порошок тонкостінної внутрішньої оболонки та підтримуючої її товстостінної зовнішньої оболонки, при цьому зовнішню оболонку виготовляють із термопластичного матеріалу, а внутрішню - з матеріалу, здатного ізолювати пресовку від матеріалу зовнішньої оболонки при її плавленні під час процесу пресування та виймання виробу, при цьому виймання виробу із прес-форми здійснюють за допомогою розплавлення зовнішньої оболонки в потоці нагрітого повітря.

Перелічені ознаки способу складають суть корисної моделі.

Запропонований спосіб характеризується також такими конкретними відмінностями:

Конструкція прес-форми може бути сконструйована рознімною.

25 Термопластичними матеріалами для виготовлення зовнішньої оболонки прес-форми можуть бути віск, парафін та їх суміші.

Внутрішня оболонка може бути виготовлена нанесенням тонкого шару ізолюючого матеріалу на внутрішню поверхню зовнішньої оболонки.

Шар ізолюючого матеріалу може бути нанесений розпиленням.

30 Матеріалами для виготовлення ізолюючого шару можуть бути еластичні матеріали.

Матеріалами для виготовлення ізолюючого шару можуть бути лаки.

Матеріалами для виготовлення ізолюючого шару можуть бути термопластичні матеріали з температурою плавлення вище температури плавлення матеріалу зовнішньої оболонки.

35 Виймання виробу з прес-форми може здійснюватися у потоці нагрітого повітря з регульованою швидкістю та температурою.

Причинно-наслідковий зв'язок між відмітними ознаками і технічним рішенням, що досягається, полягає в наступному. Подібно прес-формам з підтримуючими жорсткими елементами та тонкою еластичною оболонкою, у запропонованому способі прес-форма складається з тонкостінної внутрішньої оболонки для розміщення порошку та товстостінної зовнішньої оболонки, яка її підтримує. Зовнішню оболонку виготовляють із термопластичного матеріалу, а внутрішню - з матеріалу, що здатен ізолювати цей термопластичний матеріал при його розплавленні.

45 При засипанні порошку в прес-форму та її герметизації зовнішня оболонка виступає як жорсткий елемент, що підтримує та задає форму внутрішньої оболонки. Після нагріву прес-форми матеріал зовнішньої оболонки переходить у пластичний стан і під час пресування служить уже середовищем для передачі тиску. Пластичність матеріалу забезпечує рівномірне стиснення порошку та одержання виробів складної форми з однорідною структурою матеріалу.

Наявність внутрішньої оболонки запобігає проникненню в поверхню пресовки розплавленого матеріалу зовнішньої оболонки під час пресування та виймання заготовки. Цим виключається розпушення спресованого матеріалу та утворення дефектного шару на поверхні виробу після його спікання. Оскільки при ізостатичному пресуванні відбувається пропорційне зменшення всіх розмірів прес-форми, то розриву тонкої оболонки не відбувається. Наявність захисної оболонки, через її малу товщину, не порушує ізостатику процесу пресування і не скривляє форму пресовки.

55 Виймання заготовки при розміщенні прес-форми в потоці нагрітого повітря дозволяє здійснювати поступове видалення матеріалу зовнішньої оболонки з поверхні пресовки у міру його плавлення. Тим самим знижується навантаження розплавленого матеріалу на тонкі елементи форми виробу й виключається їхнє руйнування.

60 Відповідно до запропонованого способу пресування виробів здійснюється в такий спосіб. Зовнішню оболонку прес-форми, яка може бути рознімною, виготовляють відливанням або

механічною обробкою термопластичних матеріалів. У конструкції оболонки передбачають отвір для засипання порошку. Внутрішню захисну оболонку формують за допомогою нанесення на поверхню порожнини для засипання порошку тонкого шару з ізолюючого матеріалу. Матеріал наносять у рідкому стані за допомогою пензля або розпиленням. Після полімеризації захисного шару збирають прес-форму та заповнюють її порошком. Отвір для засипання порошку герметизують. З'єднання окремих частин прес-форми та її герметизацію здійснюють розплавленим матеріалом з якого виготовляють зовнішню оболонку.

Перед пресуванням або безпосередньо в процесі пресування прес-форму нагрівають до температури переходу зовнішнього шару в пластичний стан. Пресування здійснюють у контейнерах високого тиску на установках для ізостатичного пресування. Після набору тиску й витримки протягом заданого часу, тиск у контейнері знижують і виймають прес-форму.

Для діставання пресовки прес-форму нагрівають у потоці гарячого повітря. Регулюючи швидкість і температуру потоку, домагаються поступового видалення розплавленого матеріалу зовнішньої оболонки з поверхні пресовки. Розплавлений матеріал згодом використовують для виготовлення нових прес-форм.

Захисна оболонка залишається на пресовці до спікання. Під час спікання матеріал оболонки вигорає.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє виготовляти вироби складної форми з тонкими елементами та якісною мікроструктурою спресованого порошкового матеріалу.

Також до переваг способу належить:

простота виготовлення прес-форм;

низька трудомісткість процесу пресування;

застосовність стандартного устаткування для холодного ізостатичного пресування;

можливість повторного використання матеріалу прес-форм.

Запропонований спосіб добре зарекомендував себе при виготовленні хірургічних імплантатів складної форми, у конструкції яких були присутні тонкі елементи: пластини, елементи різьби та ін. Вироби виготовлялися із гранульованих порошків оксидної кераміки.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб ізостатичного пресування виробів складної форми з тонкими елементами, який включає виготовлення прес-форми, засипання порошку в прес-форму, вплив на неї ізостатичним тиском і температурою, виймання готового виробу з прес-форми, який **відрізняється** тим, що прес-форма для ізостатичного пресування складається з утримуючої порошок тонкостінної внутрішньої оболонки та підтримуючої її товстостінної зовнішньої оболонки, при цьому зовнішню оболонку виготовляють із термопластичного матеріалу, а внутрішню - з матеріалу, здатного ізолювати пресовку від матеріалу зовнішньої оболонки при її плавленні під час процесу пресування та виймання виробу, при цьому виймання виробу із прес-форми здійснюють за допомогою розплавлення зовнішньої оболонки в потоці нагрітого повітря.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що конструкцію прес-форми виконують рознімною.

3. Спосіб за пп. 1, 2, який **відрізняється** тим, що як термопластичний матеріал для виготовлення зовнішньої оболонки прес-форми використовують віск, парафін та їх суміші.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що внутрішню оболонку виготовляють нанесенням тонкого шару ізолюючого матеріалу на внутрішню поверхню зовнішньої оболонки.

5. Спосіб за пп. 1, 4, який **відрізняється** тим, що шар ізолюючого матеріалу наносять розпиленням.

6. Спосіб за пп. 1, 4, 5, який **відрізняється** тим, що як матеріал для виготовлення внутрішньої оболонки прес-форми використовують еластичні матеріали.

7. Спосіб за пп. 1, 4, 5, який **відрізняється** тим, що як матеріал для виготовлення внутрішньої оболонки прес-форми використовують лаки.

8. Спосіб за пп. 1, 4, 5, який **відрізняється** тим, що як матеріал для виготовлення внутрішньої оболонки прес-форми використовують термопластичні матеріали з температурою плавлення вище температури плавлення матеріалу зовнішньої оболонки.

9. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що виймання виробу здійснюють у потоці нагрітого повітря з регульованою швидкістю та температурою.

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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

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