



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53206 (13) A
(51) 7 B28B3/00, B22F3/00, B22F3/04МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ІЗОСТАТИЧНОГО УЩІЛНЕННЯ ПОРОШКОВИХ ЗАГОТІВОК

1

2

(21) 2002042665

(22) 03 04 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Чайка Едуард Вікторович, Чайка Віктор Олександрович

(73) Чайка Едуард Вікторович, Чайка Віктор Олександрович

(57) 1 Спосіб ізостатичного ущільнення порошкових заготовок, який включає засипання порошку в прес-форму, вплив на неї ізостатичним тиском, зменшення тиску та виймання заготовки, який відрізняється тим, що як матеріал для виготовлення прес-форми використовують матеріали, що не приводять до пружного відновлення початкових розмірів прес-форм при зменшенні тиску пресування, для чого попередньо формують прес-

форму заданих розмірів, заповнюють порошком, нагрівають до температури переходу в пластичний стан та піддають ізостатичному пресуванню, зменшують тиск і виймають заготовку з прес-форми нагріванням матеріалу прес-форми вище від температури плавлення

2 Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що як матеріал для виготовлення прес-форм використовують термопластичні матеріали

3 Спосіб по пп 1, 2, який відрізняється тим, що як матеріал використовують парафін

4 Спосіб по пп 1, 2, який відрізняється тим, що як матеріал використовують віск

5 Спосіб по пп 1, 2, який відрізняється тим, що як термопластичний матеріал використовують суміші парафіну та воску

Винахід відноситься до процесів ізостатичного пресування порошкових матеріалів і може бути використаний у машинобудуванні для виробництва керамічних, металевих, твердосплавних та інших виробів складної форми, із перемінним по довжині перетином та тонкими елементами форми. Запропонований спосіб є також придатний для одержання заготовок виробів із порошків, у яких низька міцність зв'язку між частками.

У сучасних технологіях виготовлення виробів із порошкових матеріалів широко застосовується метод ізостатичного пресування (Попильский Р. Я., Пивинский Ю. Е. Прессование порошковых керамических масс - М. Металлургия, 1983 - 176с). Метод полягає у всебічному обтисненні порошку, засипаного в еластичну оболонку (чохол). Цим методом одержують вироби (пресовки) із сипучих і порошкових матеріалів у керамічному виробництві, порошковій металургії, фармацевтичній та харчовій промисловості. Великий вплив на якість виробів, вибір матеріалу та конструкцію прес-форм має температура, при якій відбувається пресування. При пресуванні з температурою 20°C метод називається холодним ізостатичним пресуванням (ХІП), при 80-25 0°C - теплим, і при температурі 1000-1600°C - гарячим ізостатичним пресуванням (ГІП).

Для формування виробів із порошкових мате-

ріалів використовують різні конструкції прес-форм. При виготовленні деталей з отворами і складною формою використовуються прес-форми, що складаються з еластичного чохла та жорстких металевих або твердосплавних оправок. Оправки формують якісну поверхню виробів, а еластичний чохол забезпечує ізостатичність процесу пресування. Пресування на оправках використовують для одержання тиглів, труб, сопел, склянок, дисків, заготовок зубчастих коліс (Гринберг Я. М., Дегтярева Э. В. Оборудование для изостатического прессования огнеупоров // Огнеупоры - 1982 - №10, - С.28-31). Використання жорстких оправок підвищує точність розмірів та якість поверхні заготовок.

Істотним недоліком таких прес-форм є порушення ізостатики пресування. Це призводить до нерівномірної щільності матеріалу на перетині пресовок та зниженню міцності матеріалу.

Відомі способи одержання профільованих внутрішніх порожнин виробів, засновані на використанні легкоплавких або розчинних уставних елементів. При нагріванні вони або виплавляються, або дифундують у порошок. Внаслідок цього залишається порожнина, яка повторює форму вставних елементів. Таким способом виготовляють подовжні отвори турбінних лопаток та оболонки для оптичних волокон (Smalley, R. J. (1978) Complex internal cavities by isostatic pressing, Proc. 1st Int.

(13) A
(11) 53206
(19) UA

Conf On Isostatic Pressing, Loughborough University of Technology) Також відомі способи виготовлення виробів із металевих порошків методом ХІП, де використовують мідні прес-форми та оправки (Джеймс П Дж Процессы изостатического прессования Пер с англ - М Металлургия, 1990 - 192с) Під час спікання мідна оправка плавиться і розчиняється металевою матрицею заготовки. При цьому залишаються порожнини, що мають майже первинну конфігурацію. Цей метод використовують для виготовлення сталевих заготовок кілець підшипників та ін.

Відомий метод ПП, який використовує прес-форми простої форми для ущільнення попередньо сформованих виробів складної форми. Для цього заготовка складної форми розміщується в прес-формі, а простір між ними заповнюється порошком із матеріалів, що не взаємодіють із матеріалом виробу. Потім прес-форми заварюють і піддають ПП. При цьому реалізується процес квазіізостатичного пресування, оскільки порошок не є ідеальним середовищем для забезпечення ізостатичності процесу пресування.

Прикладом використання методу є виготовлення виробів із берилію, де у якості середовища для передачі тиску використовують порошок хлористого натрію (Механические свойства материалов под высоким давлением В 2т / Под ред Х Л Пью - М Мир 1973 - Т 2 Применение высоких давлений в технологических процессах - 376с).

Недоліком методу є необхідність попереднього формування міцної заготовки заданої форми.

На відміну від цього методу запропонований спосіб застосовується для ущільнення порошкових матеріалів. При цьому термопластичні матеріали, які використані для виготовлення прес-форм є водночас і середовищем, що передає тиск під час пресування.

Ще одним способом одержання виробів складної форми є метод з'єднання спресованих із порошку окремих частин. Відповідно до цього методу, попередньо сформовані деталі піддаються спільному пресуванню. При цьому прес-форма повторює геометричну форму виробу.

Недоліком методу є його складність і необхідність попереднього виготовлення деталей.

Актуальним завданням є проблема одержання якісних заготовок виробів складної форми з порошків із низькою міцністю зв'язку між частками. Справа в тому, що при пресуванні таких порошків часто спостерігається руйнування пресовок. Причиною цього є оборотна усадка еластичного чохла при пресуванні. У процесі пресування, при знятті тиску, матеріал чохла розширюється, чохол збільшується у розмірах і розтягує спресований матеріал. В наслідок цього відбувається руйнування пресовки.

Подолання існуючих недоліків можливе за допомогою виготовлення прес-форм із високою розмірною точністю з матеріалів, що не приводять до пружного відновлення початкових розмірів прес-форм при скиданні тиску пресування. Так, для зменшення розтяжних зусиль використовують тонкостінні чохла з матеріалів із низьким модулем пружності. При цьому, після зменшення тиску, еластичний чохол прес-форми залишається деформованим і не руйнує спресовану заготовку.

У випадку пресування виробів великої довжини найбільше розтяжне зусилля виникає в напрямку найбільшого розміру заготовки. У цьому випадку застосовують прес-форми, у конструкцію яких вводять жорсткі елементи, що обмежують усадку порошку й еластичного чохла в напрямку найбільшого розміру.

Іншим способом одержання виробів з порошків із низькою міцністю зв'язку між частками є використання паперових прес-форм (А С СССР №1433804 МПК В28В3/00, В22F3/04). Папір має волокнисту структуру з відносно слабким зв'язком окремих волокон. У процесі зняття тиску напруги на границі папір-пресовка релаксують шляхом прослизання й розриву волокон у шарі паперу, що і забезпечує цілісність пресовки. Дане рішення обране як прототип.

Істотним недоліком паперових прес-форм є непропорційне зменшення розмірів прес-форм при пресуванні, яке викликане жорсткістю паперової оболонки в кутах та місцях склейки. Це призводить до скривлення форми пресовки, невідповідності її форми заданим розмірам, низької якості поверхні і, як наслідок, необхідності проведення значної по об'єму додаткової механічної обробки заготовки. У паперових прес-формах неможливо виготовити вироби з різьбленням, канавками й іншими дрібними конструктивними елементами. Крім того, паперові прес-форми є одноразовими. Тому їх використовують тільки для виготовлення зразків матеріалу та заготовок в одиничному виробництві.

Спільною ознакою з винаходом, що заявляється, є розміщення порошку в прес-формі, вплив ізостатичного пресування, виймання заготовки.

Таким чином, незважаючи на широкі можливості ізостатичного пресування по виготовленню виробів різних форм і розмірів, існують проблеми, пов'язані з виготовленням виробів складної форми з перемінним по довжині перетином і тонкими елементами форми, наприклад, колінчатих валів, турбінних лопаток, зубчастих коліс, пружин, гвинтів, шурупів, черв'яків, свічок запалювання, виробів із різьбленням, ребрами жорсткості і т.п. Пресування порошків із низькою міцністю зв'язку між частками також зустрічає значні труднощі. Зараз виготовлення заготовок таких виробів за допомогою ізостатичного пресування відбувається з порушенням ізостатики процесу і вимагає проведення додаткової механічної обробки, а це позначається на якості та вартості готових виробів.

В основу винаходу поставлене завдання удосконалення способу ізостатичного ущільнення заготовок шляхом вибору матеріалу прес-форми та режиму створення тиску, що дозволить одержувати заготовки з порошків із низькою міцністю зв'язку між частками, підвищити міцність і точність виготовлення заготовок складної форми.

Поставлене завдання вирішується тим, що в спосіб ізостатичного ущільнення порошкових заготовок, який включає засипання порошку в прес-форму, вплив на неї ізостатичним тиском, зменшення тиску та виймання заготовки, згідно з винаходом, як матеріал для виготовлення прес-форми використовують матеріали, що не приводять до пружного відновлення початкових розмірів прес-форм при зменшенні тиску пресування, для чого

попередньо формують прес-форму заданих розмірів, заповнюють порошком, нагрівають до температури переходу в пластичний стан та піддають ізостатичному пресуванню, зменшують тиск і виймають заготовку з прес-форми нагріванням матеріалу прес-форми вище від температури плавлення.

Перелічені ознаки способу складають суть винаходу. Запропонований спосіб характеризується також такими конкретними відмінностями. По-перше, для виготовлення прес-форм як матеріал, що не призводить до пружного відновлення початкових розмірів прес-форми при зменшенні тиску пресування, використовують термопластичні матеріали. По-друге, як термопластичні матеріали для виготовлення прес-форм використовують перевірені експериментально парафін, віск або їх суміш.

Причинно-наслідковий зв'язок між відмітними ознаками і технічним рішенням, що досягається, полягає в наступному. Подібно до еластичних матеріалів, що традиційно використовуються при ХІП, термопластичні матеріали, після розігріву їх до пластичного стану, забезпечують рівномірний стиск порошку і не порушують ізостатику процесу пресування. Як і при пресуванні в паперових прес-формах, пресування в прес-формах із термопластичних матеріалів, відбувається з необоротним зменшенням розмірів прес-форми і забезпечує цілісність відпресованих виробів. При цьому на відміну від пресування в папері, запропонований метод дозволяє виготовляти вироби складної форми, із високою точністю розмірів і відрізняється технологічністю виготовлення прес-форм. Таким чином, запропонований метод має переваги як традиційного способу ХІП, так і ХІП у паперових прес-формах.

Заявлений спосіб ущільнення порошкових заготовок здійснюється таким чином. Прес-форми виготовляють відливкою термопластичних матеріалів. Заповнені порошком прес-форми герметизують і нагрівають. Після переходу матеріалу прес-форми в пластичне становище їх піддають ХІП. У процесі пресування прес-форми з таких матеріалів, що перебувають у пластичному стані зменшуються в розмірах на величину усадки порошкового матеріалу. При цьому забезпечується пропорційне зменшення всіх розмірів внутрішній формотворний поверхні прес-форм, і формується задана форма пресовки. Пластичність матеріалу прес-форми забезпечує повну ізостатику процесу пресування.

Оскільки при пресуванні ніякої пружної енергії деформування в матеріалі прес-форми, що знаходиться в пластичному стані запасатися не буде, то не буде і пружного відновлення вихідного розміру прес-форми при зменшенні тиску. Таким чином буде забезпечена цілісність пресовок навіть при використанні порошків із дуже низькою міцністю зв'язку між частками. Також стає можливим виготовлення виробів із тонкими елементами форми.

Для переведення матеріалу прес-форм у пластичне становище використовують попереднє нагрівання прес-форм при температурі розм'якшення термопластичного матеріалу або пресування в нагрітій робочій рідині в контейнері високого тиску. В останньому випадку запропонований метод може бути віднесений до технології теплового ізостатичного пресування. Відмінність полягає в тому, що тепле ізостатичне пресування використовують для зміни властивостей порошкового матеріалу шляхом активації певних домішок у ньому.

Виймання відпресованих заготовок здійснюють за допомогою розплавлення матеріалу прес-форм нагріванням вище від температури плавлення. Розплавлений матеріал згодом використовують для виготовлення нових прес-форм. Отже, хоч сама прес-форма є одноразовою, існує можливість багаторазового використання матеріалу прес-форм.

Таким чином, використання даного методу в технології ХІП дозволяє виготовляти вироби складної форми, які раніше можна було одержати лише за допомогою лиття пластифікованих порошкових матеріалів. При цьому перевагою запропонованого методу є менш тривалий режим наступного спікання, більша висока якість виробів, а також

- можливість виготовлення виробів складної форми і перемінного перетину,

- можливість виготовлення тонких елементів форми пресовок,

- можливість виготовлення довгих виробів, забезпечення повної ізостатики процесу пресування,

- багаторазове використання термопластичного матеріалу прес-форм.

Запропонований спосіб показав свою ефективність при виготовленні хірургічних імплантатів із біокераміки (міжребцевих ендопротезів, шурупів, фіксуючих пластин, тощо).