

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 11229

(13) С1

(46) 2008.10.30

(51) МПК (2006)

В 22F 7/02

С 01F 7/00

(54)

## СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРИСТОГО МНОГОСЛОЙНОГО ИЗДЕЛИЯ

(21) Номер заявки: а 20061083

(22) 2006.11.01

(43) 2008.06.30

(71) Заявители: Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(72) Авторы: Романенков Владимир Евгеньевич; Петюшик Евгений Евгеньевич; Васильев Леонид Леонардович; Васильев Леонард Леонидович; Реут Олег Павлович; Конон Андрей Брониславович; Петюшик Татьяна Евгеньевна (ВУ)

(73) Патентообладатели: Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова Национальной академии наук Беларуси" (ВУ)

(56) SU 1491613 A1, 1989.

SU 1675058 A1, 1991.

SU 1785812 A1, 1993.

RU 2027551 C1, 1995.

SU 1540944 A1, 1990.

ТИХОВ С.Ф. и др. Кинетика и катализ. - 2003. - Т. 44. - № 2. - С. 322-334.

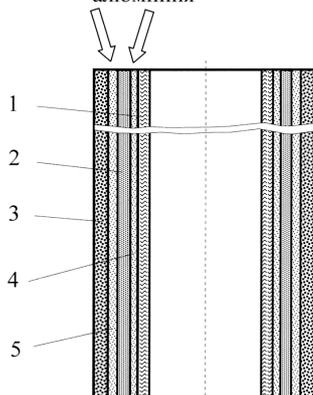
РАТЬКО А.И. и др. Кинетика и катализ. - 2004. - Т. 45. - № 1. - С. 154-161.

ВОЛКОВА Г.И. и др. Химия в интересах устойчивого развития. - 2006. - Т. 14. - № 4. - С. 349-355.

(57)

Способ изготовления пористого многослойного изделия, включающий изготовление трубчатых элементов, имеющих различные размеры и пористость, размещение элемента, имеющего меньший размер внутри элемента, имеющего больший размер, и соединение их между собой, **отличающийся** тем, что элементы размещают с зазором, в который засыпают порошок алюминия, имеющий гранулометрический состав, выбранный из условия обеспечения среднего размера пор сравнимого со средними размерами пор образующих зазор элементов, и соединение осуществляют путем помещения собранной заготовки в среду водяного пара и выдержки в течение 2,5 часов.

Засыпка порошкообразного алюминия



Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности к способам изготовления пористых изделий с анизотропной структурой, и может быть использовано при изготовлении фитилей тепловых труб, фильтрующих элементов.

Известен способ изготовления спеченных пористых изделий [1], включающий формирование заготовок из металлических порошков, ее спекание и химическую обработку в окислительно-щелочном растворе с последующим нагревом в вакууме при температуре дегидратации гидроксидов. В результате на поверхности спеченных металлических частиц формируется пористый слой оксида того же металла, содержащий сеть микрокапилляров с эффективным размером 2 мкм.

Недостатком известного способа является невозможность регулирования размера пор в широком диапазоне и получения пористого изделия с заданным градиентом пористости и размера пор по толщине стенки.

Наиболее близким по технической сущности является способ изготовления пористых многослойных изделий, преимущественно фитилей тепловых труб [2], включающий послойную засыпку порошка в пресс-форму, прессование и спекание. Причем перед засыпкой и прессованием каждого последующего слоя предыдущий слой спекают, давление, прессование каждого последующего слоя уменьшают, а температуру спекания увеличивают.

Недостатками известного способа являются:

1. Сложность технологии получения многослойных изделий.
2. Невозможность получения длинномерных изделий вследствие большой вероятности отклонения формы и размеров прессуемых и спекаемых заготовок на различных стадиях формирования многослойного изделия.

Задачей изобретения является упрощение технологии при получении длинномерных изделий с регулируемой анизотропией структуры.

Поставленная задача решена тем, что способ изготовления пористого многослойного изделия включает изготовление трубчатых элементов, имеющих различные размеры и пористость, размещение элемента, имеющего меньший размер внутри элемента, имеющего больший размер, с зазором, в который засыпают порошок алюминия, имеющий гранулометрический состав, выбранный из условия обеспечения среднего размера пор, сравнимого со средними размерами пор образующих зазор элементов, и соединение элементов путем помещения собранной заготовки в среду водяного пара и выдержки в течение 2,5 часов.

На фигуре представлена схема взаимного расположения элементов в процессе реализации способа изготовления пористого многослойного изделия.

Способ изготовления пористого многослойного изделия реализуют следующим образом.

Любым из известных способов независимо друг от друга получают пористые элементы 1, 2 и 3 (фигуре), различающиеся по размерам, пористости и размеру пор. Соединение полученных элементов в пористое многослойное изделие осуществляют помещением каждого элемента с меньшими поперечными размерами внутрь элемента с большими поперечными размерами с образованием заданных гарантированных зазоров между ними. При этом элементы располагают таким образом, что их пористость и размер пор последовательно увеличиваются или уменьшаются в направлении от периферии изделия к центру. Зазоры 4, 5 между пористыми элементами заполняют порошкообразным алюминием. Гранулометрический состав порошка алюминия выбирают из условия выравнивания перехода по пористости и размеру пор от одного элемента к другому. Так, дисперсность алюминия в зазоре 4 следует выбирать такой, которая обеспечит в готовом изделии получение пористого слоя со средними структурными характеристиками по сравнению с элементами 1 и 2. Далее собранную заготовку подвергают обработке водой или водяным паром, что приводит к частичному или полному превращению алюминия в гидроксид. Такое превращение [3] сопровождается образованием из порошка алюминия связного пористого тела с некоторым увеличением его объема, чем обеспечивается жесткое соединение пористых элементов 1, 2, 3 между собой.

# ВУ 11229 С1 2008.10.30

Предложенный способ позволяет получать многослойные пористые проницаемые изделия на основе пористых элементов, полученных различными способами: порошковых спеченных элементов, сетчатых элементов, проволочных элементов и их комбинаций. Возможность произвольного выбора исходных пористых элементов и дисперсности порошка алюминия обеспечивает возможность регулирования анизотропии пористых многослойных изделий в широких пределах и по заданной закономерности. Независимое получение исходных пористых элементов позволяет упростить технологию изготовления пористых многослойных изделий за счет снижения требований к точности размеров и формы исходных элементов. По этой же причине возможно получение длинномерных пористых многослойных изделий.

## Пример 1.

Из порошка фарфора с размером частиц  $(-360) \div (+315)$ ,  $(-100) \div (+80)$  и  $(-63) \div (+40)$  мкм сухим изостатическим прессованием (давление прессования - 80 МПа) прессовали трубчатые пористые элементы одинаковой длины, причем наружный диаметр элемента из более мелкой фракции меньше внутреннего диаметра из более крупной фракции на 3-5 мм. После спекания в воздушной среде при температуре 1150 °С элементы имели средний размер пор  $40 \div 60$ ,  $10 \div 15$  и  $5 \div 10$  мкм и пористость 0,35-0,4. Элементы коаксиально собирали и в образовавшиеся два зазора загружали порошки алюминия ПА-2 и АСД-4 с размером частиц, соответственно,  $(-250) \div (+140)$  и  $(-35) \div (+10)$ , которые обеспечивают плавный переход средних структурных характеристик от элемента к элементу. Собранную заготовку помещали в среду водяного пара при температуре 100 °С и выдерживали в течение 2,5 ч. В результате получали пятислойное пористое проницаемое изделие, имеющее связный средний слой из частиц Al-Al(OH)<sub>3</sub>. Полученная анизотропная пористая структура обеспечивает повышение термодинамической эффективности при использовании ее в качестве фитилей тепловых труб.

## Пример 2.

В качестве исходных пористых элементов использовали проволочную пористую трубу с размерами: диаметр наружный - 48 мм, длина - 150 мм, толщина стенки - 3 мм, полученную радиальным прессованием проволочного тела намотки из проволоки нихрома диаметром 0,15 мм, что обеспечило ее пористость 0,53 и средний размер пор 47 мкм и порошковую спеченную в среде технического водорода при температуре 1150 °С трубу, спрессованную из порошка никеля марки ПНЭ-2 (фракция (-10) мкм) с размерами: диаметр наружный - 40 мм, длина - 150 мм, толщина стенки - 2 мм, что обеспечило ее пористость 0,38 и средний размер пор 3-4 мкм. Порошковую трубу устанавливали внутрь проволочной. В образовавшийся между ними зазор величиной 2 мм засыпали порошок алюминия АСД-1 фракции  $(+10) \div (-35)$  мкм. Собранную заготовку помещали в среду водяного пара при температуре 100 °С и выдерживали в течение 2,5 ч. В результате получали трехслойное композиционное изделие, имеющее связный средний слой из частиц Al-Al(OH)<sub>3</sub> с пористостью 0,42 и средним размером пор 7,5 мкм.

Полученное многослойное изделие имело градиент пористости от 0,52 до 0,38 и градиент среднего размера пор в пределах 47...3 мкм по направлению от периферии к внутренней поверхности. Подобные конструкции позволяют повысить прочностные свойства изделий за счет использования структур из непрерывного волокна (проволочная труба) с одновременным повышением проницаемости (производительности) за счет уменьшения толщины слоя с малым размером пор (труба из порошка никеля).

Таким образом, предложенный способ изготовления пористого многослойного изделия позволяет упростить технологию получения изделий с регулируемой анизотропией структуры, практически не ограничивая круг используемых для соединения исходных пористых элементов как по природе их материала, так и по технологии изготовления. Важно

# ВУ 11229 С1 2008.10.30

и то, что предложенный способ позволяет обеспечивать градиент свойств пористых многослойных изделий в произвольном направлении: от периферии к внутренней поверхности и наоборот.

## Источники информации:

1. А.с. СССР 816032, МПК<sup>3</sup> В 22F 3/10, С 223F 7/02.
2. А.с. СССР 1491613, МПК<sup>4</sup> В 22F 3/10, 7/02, 1989.
3. Тихов С.Ф., Романенков В.Е., Садыков В.А., Пармон В.Н., Ратько А.И. Пористые композиты на основе оксид-алюминиевых керметов (синтез и свойства). - Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал "Гео", 2004. - С. 205.