

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU (11) [2 014 956](#) (13) C1

(51) МПК

[B22F 3/10 \(1990.01\)](#)

[B22F 7/02 \(1990.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)
Пошлина: учтена за 8 год с 02.07.1998 по 01.07.1999

(21)(22) Заявка: [5014343/02](#), 01.07.1991

(45) Опубликовано: 30.06.1994

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Авторское свидетельство СССР N 1491613, кл. В 22F 3/10, 1989.

(71) Заявитель(и):

**Уральский государственный университет
им.А.М.Горького**

(72) Автор(ы):

**Беляев А.А.,
Гуцо Д.Э.,
Киселев В.М.,
Тарасов К.А.**

(73) Патентообладатель(и):

**Уральский государственный университет
им.А.М.Горького**

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЧЕННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к порошковой металлургии. Последовательно засыпают, прессуют и спекают слои порошка, прессование слоев осуществляют при давлении 200 - 10 МПа с уменьшением давления прессования каждого последующего слоя не менее чем на 10 МПа, спекание слоев осуществляют в вакууме при увеличении температуры спекания каждого последующего слоя на 20 - 40 К. После спекания последнего слоя изделие нагревают в вакууме до температуры на 5 - 15 К выше температуры разрушения оксидных слоев на поверхности частиц порошка в течение 10 - 30 с. 1 табл.

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к способу изготовления спеченных многослойных изделий, преимущественно фитилей тепловых труб и металлокерамических фильтров.

Известный способ изготовления спеченных многослойных изделий, преимущественно деталей тепловых труб (ТТ), заключается в следующем. Последовательно прессуют и спекают слои порошка, причем прессование слоев осуществляют при давлении 200-10 МПа с уменьшением давления прессования каждого последующего слоя не менее чем на 10 МПа, а спекание слоев осуществляют в вакууме при увеличении температуры спекания каждого последующего слоя на 20-40 К. Данный способ позволяет существенно увеличить термодинамическую эффективность получаемой ТТ (понижить термическое сопротивление) за счет резкого увеличения проницаемости фитиля и его общей пористости при сохранении неизменным капиллярного потенциала.

Недостатком данного метода является недостаточно высокая термодинамическая эффективность изготавливаемой на основе получаемого многослойного изделия тепловой

трубы вследствие невысокой теплопроводности наружного слоя капиллярной структуры фитиля, которая необходима для организации интенсивного парообразования в зоне испарения тепловых труб. При этом во избежание вскипания теплоносителя в зоне подпитки фитиля теплопроводность слоев, граничащих с наружным, должна быть достаточно низкой.

Целью изобретения является дальнейшее повышение термодинамической эффективности тепловых труб за счет обеспечения более высокой теплопроводности наружного слоя фитиля.

Поставленная цель достигается тем, что в способе изготовления сеченных многослойных изделий, включающем послойную засыпку порошка в пресс-форму, прессование слоев при давлении 200-10 МПа с уменьшением давления прессования каждого последующего слоя не менее чем на 10 МПа, спекание каждого последующего слоя перед засыпкой и прессованием производят в вакууме с увеличением температуры спекания каждого слоя на 20-40 К, согласно изобретению, после спекания последнего слоя изделие снова нагревают в вакууме до температуры на 5-15 К выше температуры разрушения оксидных слоев на поверхности частиц порошка в течение 10-30 с.

Температура разложения оксидного слоя на поверхности частиц порошка зависит от материала, размера и формы частиц и для каждого порошка определяется экспериментально по зависимости теплопроводности от температуры спекания, имеющей характерный скачок при температуре разложения оксидного слоя.

Указанный режим необходим для того, чтобы в наружном слое фитиля разрушился оксидный слой, покрывающий частицы порошка, из которых изготовлено многослойное изделие (фитиль), что, в свою очередь, ведет к улучшению теплового контакта между частицами и повышению теплопроводности наружного слоя.

Время и величина дополнительного нагрева определяется требуемой глубиной его проникновения, т.е. требуемой толщиной слоя с пониженным тепловым сопротивлением, которое понижается за счет разрушения оксидных пленок на поверхности частиц этого слоя. Напомним, что при изготовлении фитилей тепловых труб требуется повышение теплопроводности, а следовательно, и разрушение оксидов, только внутри тонкого приповерхностного слоя, в котором происходит испарение. При нагреве до температуры менее чем на 5К выше температуры разрушения оксидов или при длительности нагрева менее 10 с получаемый слой с повышенным сопротивлением очень тонок (< 0,5 мм), что не оказывает никакого влияния на термодинамическую эффективность изготавливаемой тепловой трубы. При прогревах с величиной более 15К или длительностью более 30 с толщина получаемого слоя очень велика (> 3 мм), что, в свою очередь, приводит к дестабилизации работы изготавливаемой ТТ.

Указанные существенные признаки отличают заявляемое решение от прототипа и обеспечивают его соответствие критерию "новизна".

Решений, обладающих признаками, сходными с указанными отличительными признаками заявляемого объекта, не обнаружено, что позволяет сделать вывод о соответствии заявляемого решения критерию "существенные отличия".

Дополнительный нагрев поверхности фитиля может осуществляться различными способами: с помощью лазера, электрического тока и др. В наших экспериментах для изготовления фитилей использовались порошки титана и никеля. Эти металлы обладают сравнительно низкой теплопроводностью. Для материалов с такой теплопроводностью, а также, очевидно, и более низкой, оказалось возможным дополнительный перегрев поверхности производить кратковременным перегревом всего фитиля на 5-15 К по отношению к температуре, при которой начинают разрушаться окислы указанных металлов. Для материалов с более высокой теплопроводностью, очевидно, этот перегрев будет значительно ниже. Указанные значения температуры разрушения оксидных слоев на поверхности частиц были найдены экспериментально по резкому увеличению теплопроводности фитиля в зависимости от температуры спекания и были для используемых никелевых порошков (ПНЭО, 9 и ПКЭ-0,45) - 1010К, а для титанового (ПТОМ) - 1100К.

Пример. Никелевый электролитический порошок ПНЭ со средним размером частиц 0,45 мкм засыпают в эластичную оболочку и прессуют в гидростате при давлении 180 МПа, после чего изделие спекают в вакууме при температуре 800 К. Пористость полученного изделия будет 0,46. После механической обработки на токарном станке с целью получения необходимых размеров (толщина слоя 8 мм) заготовку центруют в эластичной оболочке, со всех ее сторон засыпают порошок второго слоя и прессуют в гидростате при давлении 100 МПа, а спекание двухслойного изделия производят при температуре 840 К. Пористость полученного слоя 0,57. Снова производят механическую обработку изделия (толщина слоя 3 мм). На полученную заготовку снова осуществляют напрессовку при давлении 50 МПа, а спекают в вакууме при температуре 880 К. Пористость третьего слоя 0,65 (толщина слоя 4 мм). Полученное трехслойное изделие подвергают механической обработке и снова помещают в вакуумную печь и производят кратковременный (12 с) нагрев всего изделия до температуры 1020 К. При этом создается слой снаружи полученного многослойного фитиля толщиной 2,5 мм и теплопроводностью 6,5 Вт/мК, в то время как теплопроводность первых трех слоев изделия составляет (2,0-2,4) Вт/мК.

Аналогично изготавливали тепловые трубы из порошков ПНЭ-0,9 и ПТОМ. Капиллярные структуры спекались так, что температура спекания последнего слоя оказывалась ниже температуры начала разрушения оксидов на 5-10 К (примерно 1090 К для исследуемого титанового и 1010 К для исследуемых никелевых порошков). После этого производили дальнейший перегрев спекаемой капиллярной структуры на 10-15 К выше температуры разрушения оксидов. При этом нагрев производили с постоянной скоростью dT/dt . В зависимости от требуемой глубины проникновения фронта разрушения оксидных пленок задаваемой значение этой скорости будет различным. Зависимость здесь обратная, т.е. чем больше dT/dt , тем больше глубина проникновения дополнительного нагрева, и наоборот.

Контроль за глубиной разрушения оксидных слоев осуществлялся в наших экспериментах по изменению электрического сопротивления спекаемого образца.

Использование такого четырехслойного спеченного изделия вместо трехслойного в качестве фитиля при изготовлении тепловой трубы позволяет уменьшить ее термическое сопротивление до 0,03 К/Вт (против 0,062 К/Вт для тепловой трубы с трехслойным фитилем, изготовленным по методике прототипа) при увеличении коэффициента теплоотдачи для зоны испарения ТТ до $5,1 \cdot 10^4$ Вт/м²·К (для ТТ с фитилем, изготовленным по методике прототипа, $2,6 \cdot 10^4$ Вт/м²·К).

В таблице приведены результаты экспериментальной проверки термодинамической эффективности тепловых труб при использовании в них капиллярных структур, изготовленных по предлагаемому способу, по сравнению с ТТ, в испарителях которых расположены капиллярные структуры, изготовленные по авт. св. N 1491613.

При значительном увеличении температуры окончательного нагрева или его времени толщина слоя с пониженным тепловым сопротивлением может быть больше зоны испарения (зоны, в которой организован отвод пара), что приводит к резкой дестабилизации работы тепловой трубы и уменьшению коэффициента теплоотдачи.

Например, для образца, полученного при технологическом процессе с параметрами, приведенными в пункте семь, дополнительный перегрев при $T = 1020$ К в течение $t = 45$ с приводит к образованию поверхностного слоя с теплопроводностью 6,5 Вт/(м·К) и толщиной $h = 4$ мм. Это, в свою очередь, приводит как к ухудшению термодинамической эффективности испарителя, сделанного на основе данной многослойной структуры (коэффициент теплоотдачи с $6,7 \cdot 10^4$ Вт/(м²·К) уменьшился до $3,4 \cdot 10^4$ Вт/(м²·К), так и дестабилизации работы всей тепловой трубы в целом (максимально-отводимый тепловой поток уменьшился с $2,4 \cdot 10^4$ Вт/м² до $1,7 \cdot 10^4$ Вт/м²).

При дополнительном нагреве длительностью менее 10 с толщина получаемого слоя с повышенным сопротивлением будет недостаточной для улучшения термодинамической эффективности изготавливаемой ТТ. Так в рассматриваемом случае прогрев до $T = 1020$ К в течении $t = 5$ с приводит к образованию слоя с толщиной $h = 0,5$ мм и

теплопроводностью 6,4 Вт/(м·К), что приводит к тому, что термодинамические параметры остаются близкими к приведенным для образца, параметры которого приведены в пункте шесть.

Формула изобретения

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЧЕННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ, включающий послойную засыпку порошка в пресс-форму, прессование слоев при давлении 200 - 10 МПа с уменьшением давления прессования каждого последующего слоя не менее чем на 10 МПа, спекание слоев в вакууме при увеличении температуры спекания каждого последующего слоя на 20 - 40 К, отличающийся тем, что после спекания последнего слоя изделие нагревают в вакууме до температуры на 5 - 15 К выше температуры разрушения оксидных слоев на поверхности частиц порошка в течение 10 - 30 с.

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Извещение опубликовано: **20.05.2002**

БИ: **14/2002**