

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 15786

(13) С1

(46) 2012.04.30

(51) МПК

B 22F 3/02 (2006.01)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ

(21) Номер заявки: а 20100138

(22) 2010.02.03

(43) 2011.10.30

(71) Заявители: Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт порошковой металлургии" (ВУ)

(72) Авторы: Романенков Владимир Евгеньевич; Петюшик Евгений Евгеньевич; Афанасьева Наталия Александровна; Петюшик Татьяна Евгеньевна (ВУ)

(73) Патентообладатели: Белорусский национальный технический университет; Государственное научное учреждение "Институт порошковой металлургии" (ВУ)

(56) ВУ 11184 С1, 2008.

ВУ 11229 С1, 2008.

ВУ 11696 С1, 2009.

ВУ 3554 С1, 2000.

ПЕТЮШИК Е.Е. и др. Основы деформирования проволочных тел намотки. - Минск: Технопринт, 2003. - С. 93-98, 188-194.

ВУ 6373 С1, 2004.

(57)

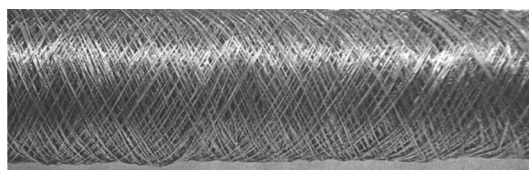
1. Способ изготовления проницаемого изделия, включающий формирование заготовки в виде тела намотки послойной крестообразной намоткой проволоки постоянного или переменного сечения, **отличающийся** тем, что используют алюминиевую или алитированную проволоку и тело намотки подвергают обработке водой или водяным паром с частичным или полным превращением алюминия в гидроксид.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что тело намотки предварительно радиально обжимают.

3. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что после обработки водой или водяным паром пористое тело намотки нагревают на воздухе при температуре дегидратации гидроксида алюминия.

4. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что после частичного превращения алюминия в гидроксид тело намотки подвергают радиальному обжатию или радиальной раздаче с последующей окончательной обработкой водой или водяным паром с частичным или полным превращением алюминия в гидроксид.

5. Способ по п. 4, **отличающийся** тем, что после обработки водой или водяным паром пористое тело намотки нагревают на воздухе при температуре дегидратации гидроксида алюминия.



Фиг. 1

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к способу изготовления проницаемых изделий (преимущественно полых длинномерных) с анизотропной структурой, например фитилей контурных тепловых труб, служащих для охлаждения теплонагруженной поверхности и транспорта жидкости из зоны конденсации в зону испарения.

Известен способ изготовления спеченных пористых изделий с бипористой структурой из карбида титана [1, с. 221], включающий изостатическое прессование смеси порошков титана и сажи в стехиометрическом соотношении $TiC_{0,5}$ и последующее проведение в материале прессовки процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. В результате материал имеет макропористость, образованную упаковкой частиц исходного порошка, и микропористость частиц (пенокарбид титана).

Недостатками способа являются невозможность получения материала с прогнозируемо упорядоченной макроструктурой, высокой пористостью макроструктуры, проблематичность технологического управления формированием структуры и контроля в связи с высокой температурой и скоростью протекания самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому эффекту является способ изготовления проницаемых материалов, в том числе многослойных, из непрерывного волокна [2], включающий формирование пористой заготовки крестообразной намоткой нитей на продольные ребра формообразующего элемента на требуемую длину и последующее ее изостатическое прессование. Способ обеспечивает получение изделий с возможностью регулирования структуры по толщине стенки изменением давления прессования, а также применением в различных слоях нитей различного диаметра.

Недостатком способа является ограничение получаемых пористых изделий по минимальному размеру пор, определяемое технологическими сложностями при формировании заготовок из нитей малого диаметра, что сужает диапазон получаемых структурных характеристик материала.

Задачей изобретения является получение проницаемого изделия с регулируемой в широком диапазоне размера пор анизотропной макроструктурой.

Поставленная задача решается тем, что в способе изготовления проницаемого изделия, включающем формирование заготовки в виде тела намотки послойной крестообразной намоткой проволоки постоянного или переменного сечения, используют алюминиевую или алитированную проволоку и тело намотки подвергают обработке водой или водяным паром с частичным или полным превращением алюминия в гидроксид.

Тело намотки предварительно радиально обжимают.

После обработки водой или водяным паром пористое тело намотки нагревают на воздухе при температуре дегидратации гидроксида алюминия.

После частичного превращения алюминия в гидроксид тело намотки подвергают радиальному обжатию или радиальной раздаче с последующей окончательной обработкой водой или водяным паром с частичным или полным превращением алюминия в гидроксид.

После обработки водой или водяным паром пористое тело намотки нагревают на воздухе при температуре дегидратации гидроксида алюминия.

На фиг. 1 представлен вид поверхности сформированного проволочного тела намотки; на фиг. 2 представлен вид образующегося на поверхности проволоки слоя гидроксида алюминия.

Предложенный способ получения проницаемого изделия реализуют следующим образом.

Способ включает формирование тела намотки (фиг. 1) послойной крестовой намоткой алюминиевой или алитированной проволоки на жесткую (стальную) формообразующую оправку, плакированную слоем эластомера, и обработку тела намотки в водной среде, что

приводит к частичному или полному превращению алюминия в гидроксид $Al-Al(OH)_3$. Такое превращение [3] сопровождается образованием на поверхности проволоки, начиная с периферии, слоя гидроксида алюминия (фиг. 2) (с некоторым увеличением его объема по сравнению с объемом исходного алюминия), который в местах контактов проволоки исходного тела намотки образует между витками пористые контакты. Таким образом, образуется связанное бипористое тело, в котором макроструктура образована витками тела намотки, а микроструктура образуется в виде пористого слоя на поверхности алюминиевой проволоки в случае частичного превращения алюминия в гидроксид или в виде полностью мелкопористой структуры в объеме исходной проволоки при условии полного превращения алюминия проволоки в гидроксид. При использовании алитированной проволоки в гидроксид частично или полностью превращается только плакирующий проволоку слой алюминия с образованием пористых контактов между витками и пористого слоя из гидроксида алюминия на всей свободной поверхности проволоки. Каркас бипористого тела в этом случае образует материал исходной проволоки. Во всех случаях степень превращения алюминия в гидроксид определяется длительностью обработки в водной среде. При частичном превращении алюминия в гидроксид способ позволяет получать наименее плотную макроструктуру бипористого тела.

Также возможен способ, включающий формирование тела намотки послойной крестовой намоткой алюминиевой или алитированной проволоки на формообразующую оправку, радиальное обжатие тела намотки (например, в условиях сухого изостатического прессования [1]) и обработку деформированного тела намотки в водной среде. В этом случае существует возможность управлять макроструктурой полученного бипористого тела за счет изменения плотности тела намотки в процессе радиального обжатия [4]. Способ позволяет получать более плотную макроструктуру бипористого тела по сравнению с описанным выше.

Способ, предполагающий после частичного превращения на поверхности проволоки алюминия в гидроксид, радиальное обжатие или радиальную раздачу тела намотки с последующей окончательной обработкой в водной среде с частичным или полным превращением алюминия в гидроксид, позволяет получать наиболее плотную макроструктуру бипористого тела, поскольку в процессе промежуточного обжатия (раздачи) происходит частичное разрушение пористого слоя гидроксида с заполнением его частицами макропор заготовки (тела намотки). Окончательная обработка заготовки в водной среде приводит к консолидации за счет вновь образующихся пористых контактов между витками проволоки. Предлагаемая промежуточная обработка давлением заготовки способствует также повышению размерной точности бипористого изделия.

Способ, предполагающий после обработки тела намотки в водной среде термообработку пористого тела на воздухе при температуре дегидратации гидроксида алюминия. В процессе фазовых превращений происходит изменение пористой структуры материала. При прокаливании гидроксида алюминия в интервале температур $300...550\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходят дегидратация всех модификаций гидроксида алюминия (моногидратов и тригидратов) и их структурные превращения в оксид алюминия $\gamma-Al_2O_3$, обладающий более высокой плотностью. Плотность материала увеличивается от $3,1 \times 10^3$ до $3,4 \times 10^3\text{ кг/м}^3$. Кроме того, прокаленный активный $\gamma-Al_2O_3$ имеет более развитую пористую структуру, увеличиваются сорбционный объем пор и удельная поверхность.

Предложенный способ позволяет получать проницаемые изделия из композиционных материалов $Al-Al(OH)_3$ - металл, Al_2O_3 - металл. При этом макроструктура готовых изделий формируется преимущественно на стадии получения проволочных тел намотки и их обработки давлением. Регулярность макроструктуры обеспечивается технологически благодаря возможности достаточно точного позиционирования витков проволоки при формировании тела намотки. Прогнозируемое изменение размера пор макроструктуры достижимо при использовании закономерно изменяющегося по мере перехода от слоя к

ВУ 15786 С1 2012.04.30

слою поперечного размера и формы сечения проволоки. Этим обеспечивается получение заданной анизотропной макроструктуры материала изделия. Пористость макроструктуры регулируется в процессе радиального обжатия (раздачи) тела намотки за счет изменения давления обжатия. Объем микропористого материала в составе проницаемого изделия определяется технологическими режимами процесса обработки в водной среде.

Пример 1.

Изготавливали проницаемое изделие. На формообразующую оправку длиной 320 мм крестообразно под углом 30° в 40 слоев наматывали проволоку диаметром 0,15 мм из алюминия АД0. В установке для сухого изостатического прессования осуществляли радиальное обжатие полученного тела намотки при давлении 50 МПа. Получали прессовку с размерами: длина - 320 мм, диаметр внутренний - 8 мм, диаметр наружный - 16 мм. Снимали прессовку с оправки и помещали в водную среду при температуре 100°C , выдерживали в течение 3 ч. При этом происходило частичное превращение поверхностного слоя алюминиевой проволоки в гидроксид алюминия. В результате получили проницаемое изделие со следующими характеристиками: пористость макроструктуры - 50 %, средний размер пор макроструктуры - 150 мкм, толщина слоя гидроксида на поверхности проволоки - 1,5 мкм, средний размер пор микроструктуры - 25 нм.

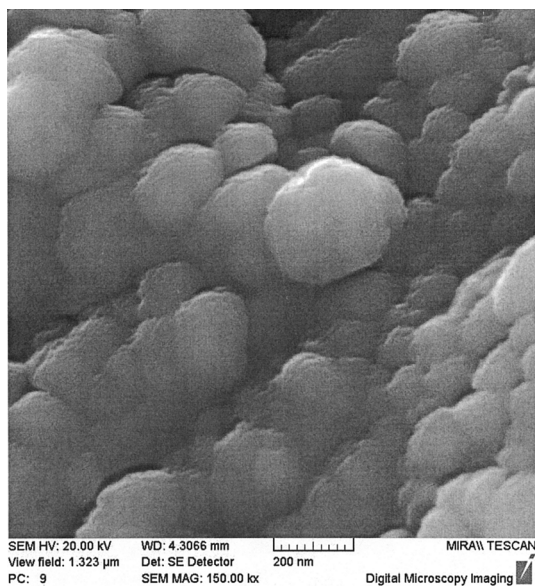
Пример 2.

Изготавливали проницаемое изделие. На формообразующую оправку длиной 320 мм крестообразно под углом 30° в 40 слоев наматывали проволоку диаметром 0,15 мм из алюминия АД0. Тело намотки помещали в водную среду при температуре 100°C , выдерживали в течение 1 ч. При этом происходило частичное превращение поверхностного слоя алюминиевой проволоки в гидроксид алюминия. В установке для сухого изостатического прессования осуществляли радиальное обжатие полученного пористого тела при давлении 50 МПа. Получали прессовку с размерами: длина - 320 мм, диаметр внутренний - 8 мм, диаметр наружный - 16,3 мм. Снимали прессовку с оправки и помещали в водную среду при температуре 100°C , выдерживали в течение 3 ч. В результате получили проницаемое изделие со следующими характеристиками: пористость макроструктуры - 46 %, средний размер пор макроструктуры - 140 мкм, толщина слоя гидроксида на поверхности проволоки - 2 мкм, средний размер пор микроструктуры - 25 нм.

Таким образом, предложенный способ изготовления проницаемых изделий позволяет получить проницаемый материал с регулируемой анизотропной макроструктурой.

Источники информации:

1. Реут О.П., Богинский Л.С., Петюшик Е.Е. Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов. - Минск: Дзэбор, 1998. - 258 с.
2. Патент РБ 6373, МПК В 01D 27/06, 2004.
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: СО РАН, филиал "Гео", 2004. - 205 с.
4. Петюшик Е.Е., Реут О.П., Якубовский А.Ч. Основы деформирования проволочных тел намотки. - Минск: Технопринт, 2003. - 218 с.



Фиг. 2