



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1447575 A1

(51) 4 В 22 F 3/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4144690/31-02

(22) 10.11.86

(46) 30.12.88. Бюл. № 48

(71) Белорусский политехнический инсти-  
тут

(72) С. М. Азаров, В. Е. Романенков,  
В. Г. Смирнов и Т. А. Смирнова

(53) 621.762.4:621.762.5 (088. 8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 409790, кл. В 22 F 3/10, 1972.

Патент США № 3366478, кл. В 22 F 3/10,  
1976.

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРИС-  
ТЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОРОШКА НА ОСНО-  
ВЕ АЛЮМИНИЯ

(57) Изобретение относится к области по-  
рошковой металлургии, в частности к облас-  
ти получения пористых порошковых мате-  
риалов, и может быть использовано для по-  
лучения фильтров из порошка на основе алю-  
миния. Целью является повышение механи-  
ческой прочности пористых изделий. Спо-  
соб изготовления пористых изделий из по-  
рошка на основе алюминия предполагает за-  
сыпку в форму порошка сплава алюми-  
ний — медь с содержанием меди 4 —  
25 мас. %, прессование при давлении 1—  
10 МПа и температуре 480-530°C и после-  
дующее спекание. 1 табл.

(19) SU (11) 1447575 A1

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к способам получения пористых порошковых материалов (ППМ), и может быть использовано для получения фильтров из порошка на основе алюминия.

Цель изобретения — повышение механической прочности пористых изделий из порошка на основе алюминия.

Согласно предлагаемому способу в качестве порошка используют порошок лигатуры алюминий — медь с содержанием меди 4—25 мас. %, формование изделия производят путем прессования под давлением 1—10 МПа при 480—530°C, а последующее спекание производят при 540—620°C.

Сущность способа заключается в следующем

Порошок лигатуры алюминий — медь засыпают в оснастку. Оснастку с засыпанным порошком помещают в печь, где она нагревается до 480—530°C. По достижении необходимой температуры посредством пуансона к порошку прикладывают внешнее давление 1—10 МПа и деформируют его. После снятия давления оснастку со сформованным изделием помещают в защитную атмосферу и спекают при 540—620°C.

Выбор лигатуры алюминий — медь обусловлен тем, что элементы образуют эвтектику, которая характеризуется большими значениями пределов прочности при растяжении, сжатии, изгибе. При нагреве такой лигатуры выше температуры эвтектики, но ниже температуры ликвидус в частице реализуется двухфазное состояние (жидкость — твердая фаза), причем твердая фаза удерживает форму частиц (предотвращает усадку), а жидкая фаза формирует качественный межчастичный контакт.

При использовании порошка лигатуры с содержанием меди менее 4% жидкая фаза практически не образуется вплоть до температуры плавления алюминия (660°C), т. е. не реализуется двухфазное состояние. При нагреве порошка сплава с содержанием меди более 25% выше эвтектической температуры (540°C) образуется более 50% жидкой фазы, что не позволяет получить изделие с открытой пористостью.

При нагреве до 450—530°C сплав алюминий—медь становится пластичным, а при температуре выше 530°C в нем появляется жидкая фаза. При нагреве ниже 480°C пластичность сплава алюминий—медь мала, так как нагрев такого сплава ниже  $0,9 T_{эвт}$  не увеличивает его пластичность по сравнению с пластичностью при комнатной температуре. Нагрев выше 530°C при прессовании приводит к возникновению жидкой фазы, в результате чего происходит сильная усадка и уменьшается пористость сформованной заготовки. Прикладывание внешнего давления к порошку (1—10 МПа), нагретому до 480—

530°C, позволяет разрушить оксидную пленку на поверхности (в силу того, что сама частица находится в пластичном состоянии) и сформировать металлический контакт. При давлении менее 1 МПа не происходит разрушения оксидной пленки и не формируется металлический контакт, что при последующем спекании не позволяет получить необходимую механическую прочность изделия. Приложение давления более 10 МПа в заданном диапазоне температур приводит к активной деформации верхних слоев частиц в изделии до беспористого состояния. Это ухудшает равномерность распределения пористости по объему образца.

Спекание сформованного изделия, характеризующегося наличием металлического межчастичного контакта, в диапазоне температур 540—620°C позволяет получить в объеме частиц двухфазное состояние (жидкость — твердая фаза), в то время как при спекании порошка чистого алюминия можно реализовать только однофазное состояние (либо жидкость, либо твердая фаза). При спекании порошка сплава алюминий—медь жидкая фаза по границам зерен стекает в область контакта, увеличивая его размеры и увеличивая прочность изделия. Спекание изделия при температуре ниже 540°C не позволяет получить двухфазное состояние (жидкость — твердая фаза) порошка, что уменьшает прочность изделия. Нагрев выше 620°C приводит к расплавлению объема частиц более чем на 50%, что приводит к большому уплотнению образца и уменьшению его пористости.

*Пример.* Порошки сплавов алюминий—медь с размером частиц  $200+315$  мкм (Al—2%Cu, Al—4%Cu, Al—10%Cu, Al—25%Cu, Al—27%Cu), полученные распылением расплава в воду, засыпают в формирующую оснастку из нержавеющей стали. Оснастку с порошком загружают в печь нагревают до 500°C и одновременно к порошку прикладывают усилие 5 МПа. Затем оснастку со сформованным изделием извлекают из печи и помещают в вакуумную печь, где производят спекание при 580°C в течение 1 часа.

Для сравнения изготавливают изделия из порошка сплава (Al—6%Cu) с нарушением заявляемых пределов и на их границах. Прочность изделий оценивают по пределу прочности при растяжении ( $\sigma_B$ ). Для сравнения изготавливают образцы по способу прототипу и оценивают их прочность (см. таблицу).

Из приведенных результатов следует, что по сравнению с прототипом предложенный способ позволяет получать пористые материалы, характеризующиеся в 1,8—2,6 раза большей прочностью при сохранении пористости изделий, а следовательно, и проницаемости.

## Формула изобретения

Способ изготовления пористых изделий из порошка на основе алюминия, включающий засыпку порошка в форму, прессование и спекание при температуре не выше 620°C, отличающийся тем, что, с целью

увеличения механической прочности, в качестве порошка используют порошок сплава алюминий—медь, с содержанием меди 4—25% прессование проводят под давлением 1—10 МПа при 480—530°C, а последующее спекание ведут при 540-620°C.

Химический состав	Температура формования °С	Давление формования МПа	Температура спекания, °С	Пористость, %	ПА	Примечание
Al-10% Cu	500	5	580	35	20	Середина заявляемого диапазона
То же	480	5	580	35	18	Границы диапазона по нижнему и верхнему пределам T <sup>с</sup> формования
— " —	530	5	580	32	22	
— " —	500	5	540	35	20	Границы заявленного диапазона по T <sup>с</sup> спекания
— " —	500	5	620	29	26	
— " —	500	1	580	37	18	Границы заявляемых диапазонов по давлению формования
— " —	500	10	580	34	22	
Al-4% Cu	500	5	580	35	19	Границы заявленных диапазонов по % содержанию меди
Al-25% Cu	500	5	580	30	24	
Порошок Al марки ПА	—	3	630	35	10	Способ-прототип