



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

(19) SU (11) 1722691 A1

(51)5 В 22 F 7/04, 3/26

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4801515/02
(22) 05.12.89
(46) 30.03.92. Бюл. № 12
(71) Белорусский политехнический институт
(72) А. Л. Кот, В. Ф. Горошко, В. А. Кот
и П. Ф. Евтушенко
(53) 621.762.8.86(088.8)
(56) Миронов В. А. Магнитно-импульсное
прессование порошков. Рига, Зинати, 1980,
с. 123.
(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРОШКО-
ВЫХ ИЗДЕЛИЙ
(57) Изобретение относится к порошковой
металлургии. Целью изобретения является
экономия пропитываемого металла и рас-

2

ширение технологических возможностей за
счет получения двухслойных длинномерных
изделий. В способе изготовления порошко-
вых изделий магнитно-импульсное прессо-
вание проводят в электропроводящей
оболочке до плотности не более 80-85%,
после прессования оболочку разрезают
вдоль образующей для исключения электри-
ческой замкнутости, предварительно спека-
ют, а перед окончательным спеканием с
пропиткой прессовки расплавом металла
оболочки на заготовку со стороны распо-
ложения оболочки воздействуют импульсным
магнитным полем с определенной напря-
женностью.

Изобретение относится к порошковой
металлургии, в частности к способам изго-
товления композиционных спеченных изде-
лий из металлических порошков методом
магнитно-импульсного прессования в элек-
тропроводящих оболочках, и может быть ис-
пользовано при изготовлении двухслойных
длинномерных изделий.

Известен способ изготовления порош-
ковых изделий, включающий получение
прессовки методом магнитно-импульсного
прессования в электропроводящей оболоч-
ке, предварительное спекание прессовки
при температуре ниже температуры плавлени-
я металла оболочки и окончательное спе-
кание с пропиткой пористой структуры
расплавом металла оболочки.

Существенным недостатком известного
способа является повышенный расход цвет-
ного металла оболочки в случае изготовле-

ния беспористых, полностью пропитанных
изделий. В этом случае объем пропитываю-
щего металла должен соответствовать объ-
му сообщающихся пор прессовки, что в ряде
случаев весьма значительно. Существует
целый ряд изделий, не требующих пропитки
по всему объему. Для данных изделий необ-
ходимо обеспечить лишь внешний слой,
пропитанный металлом. Таким образом, из-
вестным способом невозможно получить
изделия, внешний слой которых является
пропитанным и полностью беспористым, а
внутренний не содержит пропитываемого
металла. Это в первую очередь относится
к длинномерным изделиям, пропитка кото-
рых происходит в радиальном направлении.

Цель изобретения - экономия пропиты-
ваемого металла и расширение технологи-
ческих возможностей за счет получения
двухслойных длинномерных изделий.

Формула изобретения:

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к способам изготовления композиционных спеченных изделий из металлических порошков методом магнитно-импульсного прессования в электропроводящих оболочках, и может быть использовано при изготовлении двухслойных длинномерных изделий.

Известен способ изготовления порошковых изделий, включающий получение прессовки методом магнитно-импульсного прессования в электропроводящей оболочке, предварительное спекание прессовки при температуре ниже температуры плавления металла оболочки и окончательное спекание с пропиткой пористой структуры расплавом металла оболочки.

Существенным недостатком известного способа является повышенный расход цветного металла оболочки в случае изготовления беспористых, полностью пропитанных изделий. В этом случае объем пропитывающего металла должен соответствовать объему сообщающихся пор прессовки, что в ряде случаев весьма значительно. Существует целый ряд изделий, не требующих пропитки по всему объему. Для данных изделий необходимо обеспечить лишь внешний слой, пропитанный металлом. Таким образом, известным способом невозможно получить изделия, внешний слой которых является пропитанным и полностью беспористым, а внутренний не содержит пропитывающего металла. Это в первую очередь относится к длинномерным изделиям, пропитка которых происходит в радиальном направлении. Цель изобретения - экономия пропитывающего металла и расширение технологических возможностей за счет получения двухслойных длинномерных изделий.

XI
Ю О
О

Поставленная цель достигается тем, что в способе изготовления порошковых изделий, включающем магнитно-импульсное прессование порошка в электропроводящей оболочке, предварительное спекание прессовки при температуре ниже температуры плавления металла оболочки и окончательное спекание с пропиткой прессовки расплавом металла оболочки, магнитно-импульсное прессование проводят до плотности не более 80-85%, после прессовки оболочку разрезают вдоль образующей для исключения электрической замкнутости, а перед пропиткой на заготовку со стороны расположения оболочки воздействуют импульсным магнитным полем с напряженностью, определяемой из соотношения

$$T = -\exp(-2h/S) \quad (1)$$

где P - давление прессования, Н/м²;

h - толщина пропитанного слоя, м;

S - величина скин-слоя материала прессовки, м;

i0 магнитная постоянная, 4 л, Гн/м.

Разрезание оболочки вдоль

образующей с исключением ее электрической замкнутости создает условия для практически полного проникновения через оболочку магнитного поля при последующей магнитно-импульсной обработке. При этом исключается эффект силового действия поля на оболочку вследствие отсутствия условий для наведения в ней азимутального электрического тока.

В результате действие магнитного поля испытывает лишь порошковая прессовка, пористая структура которой становится неоднородной и характеризуется уменьшением пористости в направлении действия электромагнитного давления (в радиальном направлении от оболочки). Плотность прессовки увеличивается в радиальном направлении от некоторого начального значения до величины П 80-85% на заданном расстоянии от поверхности. Указанное значение плотности (80-85%) является критическим и разграничивает открытую сообщающуюся пористость от закрытой. Осуществление последующей пропитки прессовки расплавом металла оболочки позволяет получить двухслойное изделие, композиционный пропитанный слой которого имеет заданную толщину h.

Способ осуществляют следующим образом.

Методом магнитно-импульсного прессования порошка в электропроводящей оболочке изготавливают прессовку и осуществляют ее предварительное спекание совместно с оболочкой при температуре, не превышающей температуру плавления последней. Режим прессования и спекания выбирают из условия обеспечения открытой пористости прессовки, т. е. ее плотность П

должна быть не выше 80-85%. Оболочку разрезают вдоль образующей, исключая тем самым ее электрическую замкнутость. Затем на прессовку со стороны оболочки, т. е. со стороны, отвечающей расположению

композиционного слоя, воздействуют импульсным магнитным полем, причем напряженность H выбирают из соотношения (1). Вследствие исключения электрической замкнутости оболочки магнитное поле будет полностью поглощаться материалом прессовки.

Величина давления электромагнитного поля Pэм убывает в электропроводном слое (прессовке) с удалением от поверхности согласно соотношению

$$P = W - \text{гэм} - \frac{2x}{S} \quad (2)$$

где H - амплитудная напряженность магнитного поля у поверхности порошкового тела;

S (2/fio w o) - величина скин-слоя материала прессовки;

a - удельная электропроводность

материала прессовки при плотности П0;

и 2jrf, f - частота электромагнитного поля;

x - координата.

Согласно (2) на расстоянии от поверхности имеем

Рэм(б)^о
-Л-гыЛ
) , (э)
а на самой поверхности .
В результате приложения
внешнего давления Р на пористое тело
происходит доуплотнение последнего до
некоторой плотности П(х). Связь между
параметрами

Р и П может быть получена как расчетным,
так и экспериментальным путем.

Находим искомую напряженность
магнитного поля Н, необходимую для
достижения в прессовке на заданной глубине
h

плотности П. Искомая величина Н
определяется соотношением (1).

После магнитно-импульсной
обработки осуществляют нагрев прессовки
до температуры, превышающей
температуру плавления металла оболочки. В
результате происходит пропитка
прессовки на определенную глубину h, при
которой практически полностью исключается
сообщающаяся пористость, т. е. фронт
пропитки останавливается на заданной
глубине h, что в конечном счете создает
предпосылки получения двухслойных изделий
с полностью , пропитанным компактным
внешним слоем.

П р и м е р 1. Изготавливают
двухслой- ную тепловую трубу с наружным и
внутренним диаметром 70 и 60 мм и длиной
220 мм. Методом магнитно-импульсного
прессования за счет раздачи латунной
оболочки получают прессовку из бронзового
порошка БрОФ10-1 плотностью 80% и
проводят ее предварительное спекание до
плотности 82 %. Затем оболочку разрезают
вдоль образующей со стороны внутренней
полости, после чего на прессовку изнутри
(со стороны оболочки) воздействуют
импульсным магнитным полем частотой f 30
кГц и напряженностью , А/м, для
определения которой согласно формуле (1)
имеем: мм, ,5 мм, МПа. При этом получают
Н 2,8-Ю7 А/м.

Далее латунную оболочку расплавляют и
пропитывают прессовку латунью.

Полученная изготовленным
способом двухслойная тепловая труба
состоит из на- ружного слоя,
представляющего собой пористый бронзовый
каркас, пропитанный латунью. Известный
способ не позволяет получить подобное
композиционное двухслойное изделие. В
случае, если Н 2,8 107 А/м, наблюдается
проникновение латуни в наружный пористый
слой.

П р и м е р 2. На шестерню из
стали 45 (модуль ,5 мм, число зубьев 14,
наружный диаметр 40 мм) наносят покрытие
из порошка ШХ15. Процесс
осуществляют в следующей
последовательности. Шестерню и медную
оболочку (внутренний диаметр 46 мм,
толщина стенки 0,5 мм) центрируют од- на
относительно другой и в зазор между ними
помещают порошок 11Х15. Затем снаружи
оболочки устанавливают
цилиндрический индуктор
магнитно-импульсной установки МИУ 20/1.
Шестерню совместно с оболочкой приводят
во вращение с угло- вой скоростью 2000 мин .
В процессе вращения осуществляют

магнитно-импульсную прессовку порошка
энергией разряда 20 кДж при частоте кГц. В
результате на шестерне сформован
порошковый слой плотностью 86-87%. Затем
в оболочке выполняют продольный сквозной
разрез вдоль образующей шестерни, после
чего осуществляют повторное
магнитно-импульсное воздействие
напряженностью ,9-107 А/м. Для определения
напряженности Н магнитного поля принимают:
мм, ,8 мм, (перед магнитно- импульсным
воздействием прессованный слой спекают
при 950°С до плотности 85%), Р 220 МПа. При
этом получают ,1-107А/м.

После магнитно-импульсной
обработки порошкового слоя в оболочке
производят их совместный нагрев до
температуры 1220°С, что обеспечивает
пропитку внешнего слоя прессовки расплавом
меди. Полученное покрытие представляет
собой двухслойную композицию, состоящую
из наружного компактного слоя системы
ШХ15-С и внутреннего пористого слоя из
порошка ШХ15. Полученное зубчатое колесо
имеет повышенные эксплуатационные
характеристики вследствие наличия между
наружным компактным композиционным
покрытием и монолитной основой пористого
слоя, обладающего демпфирующими
свойствами. В результате долговечность
зубчатых колес за счет снижения их
виброактивности повышается в 1,2-1,3 раза.

П р и м е р 3. Изготавливают
подшипник скольжения с внутренним
антифрикционным композиционным
покрытием, состоящим из бронзового
порошка, пропитанного алюминием. На
внутреннюю поверхность стальной
цилиндрической втулки наружным и
внутренним диаметрами 100 и
80 мм соответственно прессовывают
бронзовый порошковый слой толщиной 2 мм и
плотностью 80%. При этом используют
алюминиевую оболочку. Затем оболочку
разрезают вдоль образующей и
производят магнитно-импульсную обработку
напрессованного слоя с помощью
внутреннего индуктора. Частота разрядных
колебаний составляет 28 кГц. Напряженность
импульсного магнитного поля ,4-107 А/м.
При ее выборе руководствовались тем,
чтобы при последующей пропитке не
допустить контактного взаимодействия
жидкого расплава пропитывающего металла
(алюминия) со стальной основой. В
противном случае на границе
покрытие-основа образуются
хрупкие интерметаллические соединения,
резко ухудшающие качество подшипника и
приводящие к существенному понижению
прочностных характеристик покрытия. В
связи с этим выбрана толщина слоя покрытия
с открытой сообщающейся пористостью ,5
мм. В результате
магнитно-импульсной обработки создается в
приграничной области покрытия буферный
слой плотностью более 80% и толщиной 0,5
мм, который ограждает поверхность стальной
детали от расплава алюминия.
Дополнительные данные: ,5 мм, П 82%, Р 140
МПа. Напряженность импульсного магнитного
поля Н 2,1-107А/м.

После магнитно-импульсной
обработки прессовку пропитывают
расплавом оболочки (алюминием) на глубину

1,5 мм. При , А/м алюминий проникал к стальной основе.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет снизить расходы цветного металла оболочки при получении изделий, не требующих пропитки по всему объему, а также расширить технологические возможности известного способа за счет получения двухслойных длинномерных изделий, а также изделий сложной формы.

Ф о р м у л а и з о б р а ж е н и я Спороб изготовления порошковых изделий , включающий

магнитно-импульсное прессование порошка в электропроводящей оболочке, предварительное спекание прессовки при температуре ниже температуры плавления металла оболочки и окончательное спекание с пропиткой прессовки расплавом металла оболочки, отличающийся тем, что, с целью экономии пропитывающего металла и расширения технологических возможностей за счет получения двухслойных длинномерных изделий,

магнитно-импульсное прессование проводят до плотности не более 80-95%, после прессования оболочку разрезают вдоль образующей для исключения электрической замкнутости, а перед пропиткой на заготовку со стороны расположения оболочки воздействуют импульсным магнитным полем с напряженностью, определяемой из соотношения

V

M1 -exp(2 h/S)T

где P - давление прессования, Н/м²;

h - толщина пропитанного слоя, м;

S - величина скин-слоя материала

5

прессовки, м;

/го - магнитная постоянная, 4 π · 10⁷, Гн/м.

10

15

20

25

30

7 1722691 8

рый оградает поверхность стальной детали от расплава алюминия. Дополнительные данные: S=1,5 мм, П= 82%, P= 140 МПа. Напряженность импульсного магнитного поля H=2,1 · 10⁷ А/м.

После магнитно-импульсной обработки прессовку пропитывают расплавом оболочки (алюминием) на глубину 1,5 мм. При H=2,1 · 10⁷ А/м алюминий проникал к стальной основе.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет снизить расходы цветного металла оболочки при получении изделий, не требующих пропитки по всему объему, а также расширить технологические возможности известного способа за счет получения двухслойных длинномерных изделий, а также изделий сложной формы.

Ф о р м у л а и з о б р а ж е н и я Способ изготовления порошковых изделий, включающий магнитно-импульсное прессование порошка в электропроводящей оболочке, предварительное спекание прессовки при температуре ниже температуры плавления металла оболочки и оконча-

тельное спекание с пропиткой прессовки расплавом металла оболочки, отличающийся тем, что, с целью экономии пропитывающего металла и расширения технологических возможностей за счет получения двухслойных длинномерных изделий, магнитно-импульсное прессование проводят до плотности не более 80-95%, после прессования оболочку разрезают вдоль образующей для исключения электрической замкнутости, а перед пропиткой на заготовку со стороны расположения оболочки воздействуют импульсным магнитным полем с напряженностью, определяемой из соотношения

$$H > 2 \sqrt{\frac{P}{\mu_0 [1 - \exp(-2 h/S)]}}$$

где P - давление прессования, Н/м²;
h - толщина пропитанного слоя, м;
S - величина скин-слоя материала прессовки, м;
μ₀ - магнитная постоянная, 4 π · 10⁷, Гн/м.

Редактор Э. Слаган Составитель С. Багрова
Техред М. Моргантэл Корректор Н. Ревская
Заказ 1021 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

7

1722691

8

рый оградает поверхность стальной детали от расплава алюминия. Дополнительные данные: S=1,5 мм, П= 82%, P= 140 МПа. Напряженность импульсного магнитного поля H=2,1 · 10⁷ А/м.

После магнитно-импульсной обработки прессовку пропитывают расплавом оболочки (алюминием) на глубину 1,5 мм. При H=2,1 · 10⁷ А/м алюминий проникал к стальной основе.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет снизить расходы цветного металла оболочки при получении изделий, не требующих пропитки по всему объему, а также расширить технологические возможности известного способа за счет получения двухслойных длинномерных изделий, а также изделий сложной формы.

Ф о р м у л а и з о б р а ж е н и я Способ изготовления порошковых изделий, включающий магнитно-импульсное прессование порошка в электропроводящей оболочке, предварительное спекание прессовки при температуре ниже температуры плавления металла оболочки и оконча-

тельное спекание с пропиткой прессовки расплавом металла оболочки, отличающийся тем, что, с целью экономии пропитывающего металла и расширения технологических возможностей за счет получения двухслойных длинномерных изделий, магнитно-импульсное прессование проводят до плотности не более 80-95%, после прессования оболочку разрезают вдоль образующей для исключения электрической замкнутости, а перед пропиткой на заготовку со стороны расположения оболочки воздействуют импульсным магнитным полем с напряженностью, определяемой из соотношения

$$H > 2 \sqrt{\frac{P}{\mu_0 [1 - \exp(-2 h/S)]}}$$

где P - давление прессования, Н/м²;
h - толщина пропитанного слоя, м;
S - величина скин-слоя материала прессовки, м;
μ₀ - магнитная постоянная, 4 π · 10⁷, Гн/м.

Редактор Э. Слаган Составитель С. Багрова
Техред М. Моргантэл Корректор Н. Ревская

Заказ 1021 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101