



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1713744 A1

(51)5 B 22 F 7/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4827294/02
(22) 21.05.90
(46) 23.02.92. Бюл. № 7
(71) Белорусский политехнический институт
(72) А.А. Кот и В.Ф. Горошко
(53) 621.79 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1487290, кл. В 22 F 7/04, 1987.
Авторское свидетельство СССР
№ 1290623, кл. В 22 F 7/04, 1985.
(54) СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ АЛМАЗОСО-
ДЕРЖАЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ВНУТРЕН-
НИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ
(57) Изобретение относится к порошковой
металлургии, в частности к способу нанесе-
ния алмазосодержащих покрытий на внут-

2

ренние поверхности деталей. Цель – увели-
чение удельного содержания в покрытии ал-
мазных частиц и повышение прочности
сцепления покрытия с деталью. На поверх-
ность индуктора наносят легкоплавкий под-
слой и слой алмазосодержащего покрытия,
причем толщина подслоя составляет 0,4–0,9
толщины алмазосодержащего слоя. Индук-
тор с нанесенными на него слоями помеща-
ют в полость детали и осуществляют
магнитно-импульсную напесовку с напря-
женностью, которая находится в пределах
между значением напряженности, необхо-
димым для расплавления подслоя, и мини-
мальной напряженностью, приводящей к
радиальной деформации детали. 2 табл.

Изобретение относится к порошковой
металлургии, в частности к способам нане-
сения алмазосодержащих покрытий на
внутренние поверхности деталей.

Известен способ получения алмазосо-
держащих покрытий, включающий разме-
щение на тонкостенном элементе порошка
и электрический взрыв элемента. Внедре-
ние алмазных зерен в поверхность заготов-
ки обеспечивается за счет энергии взрыва и
"цементирование" их продуктами взрыва.

Недостатком способа является его
сложность в случае нанесения покрытий на
внутренние поверхности деталей диамет-
ром более 30–40 мм.

Наиболее близким к предлагаемому по
технической сущности является способ на-
несения порошковых покрытий, включаю-

щий размещение алмазосодержащего по-
рошка на поверхности индуктора, установку
индуктора в полости детали и магнитно-им-
пульсную напесовку порошка путем про-
пускания через индуктор разрядного тока
высоковольтного емкостного накопителя.

Недостатком известного способа явля-
ется низкое удельное содержание алмазных
частиц в покрытии, что связано с необходи-
мостью обеспечения достаточно высокой
электропроводности исходной алмазосо-
держащей шихты. Кроме того, известный
способ не позволяет получать покрытия с
высокой прочностью сцепления, которая ос-
нована лишь на эффекте внедрения частиц
в металл заготовки.

Цель изобретения – увеличение содер-
жания в покрытии алмазных частиц и повы-

(19) SU (11) 1713744 A1

шение прочности сцепления покрытия с деталью.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу нанесения алмазосодержащих покрытий на внутренние поверхности деталей, включающему нанесение алмазосодержащего порошка на боковую поверхность индуктора, размещение его в полости детали и магнитно-импульсную на-прессовку порошка на деталь, предвари-тельно на поверхность индуктора наносят легкоплавкий подслой, причем толщина подслоя составляет 0,4–0,9 толщины алмазосодержащего порошкового слоя, а магнитно-импульсную на-прессовку производят при напряженности магнитного поля

$$\frac{\gamma_c \cdot (T_c^{пл} - T_c)}{\mu_0} \leq H <$$

$$< \frac{2 \sigma_T \ln(1 - 2 \sigma/d)}{\mu_0}$$

где $\gamma_c, C_c, T_c^{пл}$; T_c – плотность, кг/м³, удельная теплоемкость, Дж/кг, температура плавления, К, и исходная температура легкоплавкого подслоя, К, соответственно;

σ_T – предел текучести материала детали, кг/м³;

σd – толщина и диаметр детали, соответ-ственно, м;

$$\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м.}$$

Использование подслоя обеспечивает на-прессовку алмазного порошка на поверх-ность детали и закрепление его зерен рас-плавом легкоплавкого металла.

Выбор толщины подслоя в заданном ди-апазоне необходим с целью наиболее проч-ного закрепления алмазных зерен, а выбор напряженности – с целью обеспечения рас-плавления подслоя при исключении разру-шения детали.

Способ осуществляют следующим об-разом.

На боковую поверхность соленоидного изолированного индуктора наносят, напри-мер, напыленный подслоем из легкоплавкого металла, например олова. Далее на подслой наносят алмазный порошок. Толщину под-слоя Δ выбирают из условия $0,4S < \Delta < 0,9S$, где S – толщина алмазного слоя.

Индуктор размещают в полости детали, после чего через него разряжают высоко-вольтный емкостной накопитель магнитно-импульсной установки. Параметры разряда выбирают из вышеприведенного соотноше-ния. Выполнение данного соотношения обеспечивает расплавление подслоя при одновременном сохранении целостности детали. В результате высоковольтного раз-ряда происходит расплавление легкоплав-

кого подслоя и одновременно его высоко-скоростное перемещение по направлению к детали. Расплавленная "псевдооболочка" из легкоплавкого металла, расширяясь, ув-лекает алмазные частицы, которые с боль-шой скоростью внедряются в поверхность детали и закрепляются за счет припайки их расплавом.

П р и м е р 1. Наносят покрытие из алмазного порошка АС-32 грануляцией 80–100 мкм на поверхность бронзовой втулки толщиной 6 и диаметром 50 мм. На внешнюю поверхность изолированного индуктора на-носят покрытие из свинцово-цинкового при-поя ПСЦ 40. В экспериментах толщина покрытия изменяется в пределах 60–220 мкм. На покрытиях из припоя размещают алмазный порошок, причем толщина алмаз-ного слоя составляет 190–200 мкм. Индук-тор располагают в полости детали и осуществляют магнитно-импульсную на-прессовку алмазного порошка на поверх-ность детали путем пропускания через индуктор разрядного тока высоковольтного емкостного накопителя. Напряженность магнитного поля в зазоре между индукто-ром и деталью составляет $4,9 \cdot 10^7$ А/м. При расчете напряженности используют соотно-шение (1) при следующих исходных данных: $C_c = 185$ Дж/кг · К; $T_c^{пл} = 618$ К; $T_c = 300$ К; $\gamma_c = 8300$ кг/м³; $\sigma = 6 \cdot 10^{-3}$ м; $d = 50 \cdot 10^{-3}$ м. Расчеты позволяют установить необходи-мый диапазон магнитно-импульсной обра-ботки $1,97 \cdot 10^7$ А/м $\leq H < 5,81 \cdot 10^7$ А/м. В случае $H < 1,97 \cdot 10^7$ А/м не происходит расплавления подслоя, а при $H \geq 5,81 \cdot 10^7$ А/м наблюдается деформация детали.

После разряда обеспечивается распла-вление легкоплавкого подслоя и внедрение алмазных зерен в заготовку.

Результаты экспериментов по исследо-ванию влияния толщины подслоя на качес-тво полученных покрытий представлены в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 позволяет заклю-чить, что толщина легкоплавкого подслоя должна находиться в диапазоне 80–180 мкм, т. е. $\Delta = (0,4 - 0,9)S$, где S – толщина алмазного слоя ($S = 200$ мкм). При малой толщине подслоя ($\Delta < 0,4S$) расплава обра-зующегося припоя недостаточно для качес-венного закрепления алмазного порошка на детали. В случае, если $\Delta > 0,9S$, не наблю-дается повышения прочности сцепления, кроме того, значительная часть алмазных зерен полностью покрывается расплавом и покрытие ухудшает свои функциональные характеристики, например абразивную спо-собность. Объемное содержание алмазных

частиц в покрытии составляет более 50%. В случае использования известного способа данный показатель не превышает 10%.

Пример 2. Получают покрытие из алмазного порошка АС-16 зернистостью 180–200 мкм на внутренней поверхности латунной втулки. Процесс осуществлялся аналогично описанному в примере 1. В качестве легкоплавкого материала используют оловянно-свинцовый припой ПОСК50-18. Исходные данные для расчета напряженности поля: $C_c = 160$ Дж/кг · К; $T_c^{пл} = 418$ К; $\gamma_c = 8500$ кг/м³; $T_c = 300$ К; $\sigma = 8 \cdot 10^{-3}$ м; $d = 48 \cdot 10^{-3}$ м. Рассчитывают диапазон напряженности: $1,12 \cdot 10^7$ А/м $\leq H < 4,9 \cdot 10^7$ А/м.

В табл. 2 показано влияние толщины подслоя на прочность сцепления напрессованного покрытия. Толщина исходного алмазного слоя во всех экспериментах составляет 390–400 мкм.

Полученные результаты также свидетельствуют о необходимости соблюдения условия $0,4S < \Delta < 0,9S$.

Удельное объемное содержание алмазных зерен в покрытии составляет 55–60% (при известном способе 8–10%). Технико-экономические преимущества предлагаемого способа заключаются в следующем:

повышается удельное содержание алмазных частиц в материале покрытия, что в конечном счете обеспечивает улучшение эксплуатационных показателей покрытия;

повышается прочность соединения зерен с заготовкой вследствие возрастания их скорости соударения и припайки расплавом;

упрощается технология вследствие исключения операции газотермического напыления алмазного порошка на индуктор;

сохраняется исходное качество алмазного порошка.

Формула изобретения

Способ нанесения алмазосодержащих покрытий на внутренние поверхности деталей, включающий нанесение алмазосодержащего порошка на боковую поверхность индуктора, размещение его в полости детали и магнитно-импульсную напрессовку порошка на деталь, отличающийся тем, что, с целью увеличения содержания в покрытии алмазных частиц и повышения прочности сцепления покрытия с деталью, предварительно на поверхность индуктора наносят легкоплавкий подслоя, причем толщина подслоя составляет 0,4–0,9 толщины алмазосодержащего порошкового слоя, а магнитно-импульсную напрессовку производят при напряженности магнитного поля

$$\sqrt{\frac{\gamma_c \cdot (T_c^{пл} - T_c)}{\mu_0}} \leq H <$$

$$< \sqrt{\frac{2 \sigma_T \ln(1 - 2 \sigma/d)}{\mu_0}}$$

где $\gamma_c, C_c, T_c^{пл}, T_c$ – плотность, кг/м³, удельная теплоемкость, Дж/кг, температура плавления, К, и исходная температура легкоплавкого подслоя, К, соответственно;

σ_T – предел текучести материала детали, кг/м³;

σ, d – толщина и диаметр детали соответственно, м;

$$\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м.}$$

40

Таблица 1

Толщина подслоя, мкм	Прочность сцепления покрытия, МПа
60	45 - 48
80	92 - 94
120	98 - 100
160	98 - 100
180	105 - 110
220	104 - 108

Таблица 2

Толщина подслоя, мкм	Прочность сцепления покрытия, МПа
120	35 - 40
160	85 - 90
200	88 - 92
300	90 - 95
360	90 - 95
380	90 - 95

Редактор В.Бугренкова

Техред М.Моргентал

Корректор С.Шевкун

Заказ 652

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