

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **6402**

(13) **С1**

(51)<sup>7</sup> **В 22F 7/04**

---

(54) **СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ТВЕРДОЙ ПАЙКОЙ,  
ПРЕИМУЩЕСТВЕННО НА ВТУЛКИ**

---

(21) Номер заявки: а 20000318

(22) 2000.04.04

(46) 2004.09.30

(71) Заявитель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

(72) Авторы: Шумов Олег Васильевич; Пантелеенко Федор Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

---

(57)

Способ нанесения покрытий твердой пайкой, преимущественно на втулки, включающий формирование заготовки наносимого покрытия, закрепление ее на детали, нагрев в газовой атмосфере до температуры диффузионного насыщения с образованием на границе раздела заготовки и детали легкоплавкого эвтектического сплава, выдержку и охлаждение, **отличающийся** тем, что нагрев осуществляют в контейнере с порошковой насыщающей смесью для диффузионного легирования, а заготовку формируют из материала с температурным коэффициентом линейного расширения большим, чем температурный коэффициент линейного расширения материала детали при нанесении внутренних покрытий, и меньшим - при нанесении наружных покрытий.

(56)

Хряпин В.Е. Справочник паяльщика. - М.: Машиностроение, 1981. - С. 228, 235.

ВУ 2099 С1, 1998.

RU 2173244 С2, 2001.09.10.

RU 2056973 С1, 1993.

RU 94034546 А1, 1996.

JP 01246304 А, 1989.

EP 283877 В1, 1993.

---

Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности к способу нанесения покрытий из порошковых материалов. Может найти применение в машиностроении для нанесения защитных антифрикционных покрытий, в ремонтном производстве для восстановления изношенных поверхностей деталей машин.

В порошковой металлургии известен способ нанесения покрытий из порошковых материалов, включающий изготовление из металлического порошка заготовки, наложение ее на деталь с промежуточным слоем из припоя и нагрев [1]. Однако данный способ требует большого расхода энергии из-за необходимости нагрева до высокой температуры слоя припоя для обеспечения его расплавления и сцепления с деталью.

Наиболее близким техническим решением является способ нанесения покрытий из порошковых материалов, включающий формирование заготовки наносимого покрытия, за-

# ВУ 6402 С1

крепление ее на детали, нагрев в вакууме или в среде инертных газов до температуры диффузионного насыщения с образованием на границе раздела заготовки и детали легкоплавкого эвтектического сплава, выдержку и охлаждение [2].

Недостатком известного способа является необходимость использования специальных приспособлений для закрепления заготовки покрытия на детали и сложного вакуумного оборудования, что ведет к усложнению способа.

Задачей заявляемого изобретения является разработка способа нанесения покрытий твердой пайкой, преимущественно на втулки, позволяющего упростить процесс нанесения покрытия, при сохранении прочностных свойств соединения покрытия с деталью.

Поставленная задача решается за счет того, что способ включает формирование заготовки наносимого покрытия, закрепление ее на детали, нагрев в газовой среде до температуры диффузионного насыщения с образованием на границе раздела заготовки и детали легкоплавкого эвтектического сплава, выдержку и охлаждение. Причем нагрев осуществляют в контейнере с порошковой насыщающей смесью для диффузионного легирования, а заготовку покрытия формируют из материала, который имеет температурный коэффициент линейного расширения больший, чем температурный коэффициент линейного расширения материала детали при нанесении внутренних покрытий, и меньший - при нанесении наружных покрытий.

В качестве порошковой насыщающей смеси для диффузионного легирования можно использовать смесь для диффузионного цинкования, алитирования, силицирования и т.п. В качестве материалов детали и заготовки покрытия используются материалы с различными температурными коэффициентами линейного расширения. При нанесении внутреннего покрытия материалом детали может быть низкоуглеродистая сталь, техническое железо, а материалом заготовки покрытия - медь, латунь. При нанесении наружного покрытия материалом детали может быть - алюминиевая или оловянная бронзы, а материалом заготовки покрытия - низкоуглеродистая сталь, техническое железо.

Отличительным признаком заявляемого способа от прототипа является: а) иное проведение операции нагрева, а именно - в другой среде, создаваемой в контейнере с порошковой насыщающей смесью для диффузионного легирования, а не в среде инертных газов или вакууме; б) использование иного материала заготовки покрытия: материал заготовки покрытия имеет температурный коэффициент линейного расширения больший, чем температурный коэффициент линейного расширения материала детали при нанесении внутренних покрытий, и меньший - при нанесении наружных покрытий.

Выбор в качестве среды для нанесения покрытия газовой атмосферы, создаваемой в контейнере с порошковой насыщающей смесью, обусловлен простотой ее создания при химико-термической обработке в порошковых насыщающих смесях. При нагреве насыщающей смеси происходит разложение активатора и образование паров хлорида цинка. Атомы цинка при высокой температуре адсорбируются поверхностью покрытия и детали и диффундируют вглубь. При диффузии атомов цинка в материал заготовки покрытия и детали на границе раздела "заготовка покрытия-деталь" образуется легкоплавкий эвтектический сплав системы Cu-Fe-Zn, соединяющий поверхности покрытия и детали.

Заявляемый способ был осуществлен в лабораторных условиях Полоцкого государственного университета. Покрытия из медного порошка - температурный коэффициент линейного расширения  $16,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  - в виде втулки с наружным диаметром 10 мм и внутренним 6 мм наносили на внутреннюю поверхность втулки с внутренним диаметром 10 мм из технического железа - температурный коэффициент линейного расширения  $11,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , а также на наружную поверхность втулки из бронзы БрОФ-10-1 - температурный коэффициент линейного расширения  $17,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  - с наружным диаметром 6 мм.

Соединяемые детали собирались с минимальным натягом 1 мкм. При нагреве материал заготовки покрытия и материал детали расширяются в различной степени, создавая тем самым дополнительное усилие прижима и облегчая условия образования паяного соединения.

# ВУ 6402 С1

Для нагрева детали с покрытием по заявляемому способу использовали электропечь сопротивления СНОЛ 1,6.2,5.1/11-42. Нагрев проводили в контейнере с плавким затвором в порошковой насыщающей смеси состава (%): ZnO-10; шамот- 89; NH<sub>4</sub>Cl-1- при температурах 680, 750, 820 °С в течение 1 ч. Выбор температур обусловлен тем, что температура плавления эвтектического сплава системы Cu-Fe-Zn составляет 419 °С.

Для получения покрытия по прототипу использовали вакуумную установку для исследования высокотемпературных свойств металлов АЛАТОО. Нагрев детали с покрытием осуществляли пропусканием тока при температуре 680 °С.

Пары цинка в вакуумной камере получали посредством радиационного нагрева цинковой пластины до температуры 400 °С. Выбор температуры нагрева цинковой пластины обусловлен тем, что температура плавления цинка составляет 419 °С.

Прочность сцепления покрытий, нанесенных по заявляемому способу и по прототипу, определяли методом штифтов по методике, описанной в [3]. Полученные значения прочности сцепления приведены в таблице.

№ п/п	Покрытие	Среда	Соединяемые материалы	Температура ХТО	Прочность сцепления, МПа
1.	Прототип (внутреннее)	вакуум	Cu-Fe	680	105
2.	Заявка	смесь	Cu-Fe	680	114
3.	Заявка	смесь	Cu-Fe	750	142
4.	Заявка	смесь	Cu-Fe	820	168
5.	Прототип (наружное)	вакуум	бронза-Cu	680	97
6.	Заявка	смесь	бронза-Cu	680	112
7.	Заявка	смесь	бронза-Cu	750	138
8.	Заявка	смесь	бронза-Cu	820	152

По результатам испытаний можно сделать вывод, что нанесение покрытия по заявляемому способу обеспечивает увеличение прочности его сцепления с деталью в 1,09 раз для внутреннего покрытия и в 1,15 раз для наружного покрытия по сравнению с прототипом при одинаковых режимах нанесения.

Испытания подтвердили пригодность заявляемого способа для нанесения покрытий, сопоставимых по прочности сцепления с прототипом, но более простых по исполнению за счет того, что отпадает необходимость использования вакуумного оборудования для нагрева и специальных приспособлений для закрепления заготовки покрытия.

Источники информации:

1. А.с. 1792805 СССР, МПК<sup>5</sup> В 22F 7/06, 1990.
2. Хряпин В.Е. Справочник паяльщика. - М.: Машиностроение, 1981. - С. 238.
3. Елизаветин М.А. Повышение надежности машин. - М.: Машиностроение, 1973. - С. 152.