

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10838

(13) С1

(46) 2008.06.30

(51) МПК (2006)

С 23С 26/00

В 23Р 9/04

В 23Р 6/00

В 22D 19/10

(54)

## СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(21) Номер заявки: а 20060951

(22) 2006.09.28

(43) 2008.04.30

(71) Заявители: Государственное научное учреждение "Институт порошковой металлургии"; Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Витязь Петр Александрович; Ильющенко Александр Федорович; Кожуро Лев Михайлович; Миранович Алексей Валерьевич; Зеленцов Андрей Георгиевич; Тризна Владимир Владимирович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Государственное научное учреждение "Институт порошковой металлургии"; Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет" (ВУ)

(56) ВУ 8233 С1, 2006.

ВУ 6547 С1, 2004.

ВУ 6499 С1, 2004.

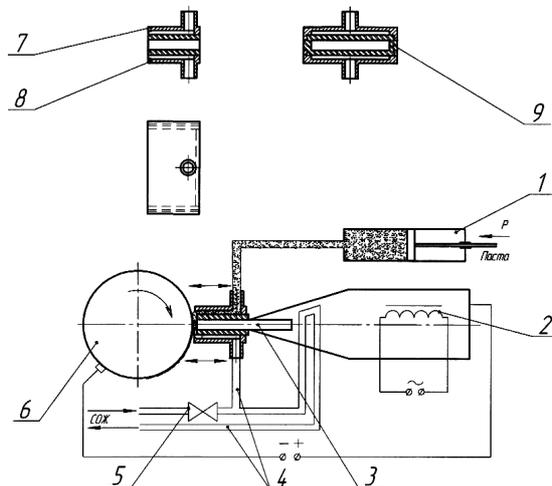
SU 463531 1975.

SU 1747538 А2, 1992.

JP 62067182, 1987.

(57)

1. Способ нанесения металлического покрытия, включающий нанесение в магнитном поле на деталь наплавочной пасты, содержащей ферромагнитный порошок на основе железа и связующее в виде смеси эпоксидной смолы и жидкого стекла, равномерно по всей поверхности объема детали, расплавление частиц порошка импульсами электрического тока в рабочем зазоре и последующее охлаждение поверхности детали смазочно-охлаждающей жидкостью, при помощи которой, перед тем как смазочно-охлаждающую жидкость подают в рабочую зону, охлаждают полюсный наконечник, отличающийся тем, что



ВУ 10838 С1 2008.06.30

полюсный наконечник охлаждают через магнитный экран из жаропрочной керамики и осуществляют дополнительное охлаждение полюсного наконечника при помощи наплавочной пасты перед ее непосредственной подачей в рабочий зазор.

2. Устройство для нанесения металлического покрытия, содержащее электромагнитную систему, состоящую из электрического магнита с сердечником и сменным полюсным наконечником с внутренним охлаждением смазочно-охлаждающей жидкостью, дозирующее устройство для нанесения наплавочной пасты, содержащей ферромагнитный порошок, **отличающееся** тем, что дозирующее устройство содержит с одной стороны полюсного наконечника насадку из немагнитного материала для равномерного распределения и внесения пасты в рабочий зазор, и такую же насадку с другой стороны полюсного наконечника для подачи смазочно-охлаждающей жидкости в рабочую зону, причем насадки выполнены с возможностью одновременного охлаждения полюсного наконечника через магнитный экран из жаропрочной керамики.

---

Изобретение относится к нанесению металлических покрытий из ферромагнитных материалов в магнитном поле и может быть использовано в машиностроении для упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей машин.

Известен способ нанесения покрытия ферромагнитными порошками в переменном магнитном поле. При этом ферромагнитные порошки расплавляют импульсами электрического тока и осуществляют механическое воздействие полюсного наконечника электромагнитной системы на формируемый участок покрытия. Упрочнение наплавленного слоя происходит в момент завершения электрических разрядов при возрастании значения магнитной индукции в рабочем зазоре [1].

Известна установка для нанесения покрытий ферромагнитными порошками, состоящая из бункера-дозатора; электромагнитной катушки; сердечника, установленного на плоских пружинах; полюсного наконечника, неподвижно закрепленного в сердечнике; магнитопровода, выполненного из двух П-образных частей, смонтированных на немагнитных стойках, обеспечивающих установочное перемещение последних вдоль сердечника. Сердечник и деталь включены в электрическую цепь внешнего импульсного источника тока [2]. Зерна ферромагнитного порошка, поступающие из бункера-дозатора в рабочий зазор с охлаждающей жидкостью, удерживаются магнитным потоком и замыкают электрическую цепь "полюсный наконечник - деталь", в результате чего расплавляются на поверхности детали. Полученный расплав распределяется по обрабатываемой поверхности и упрочняется после кристаллизации при ударе сердечника с полюсным наконечником по наплавленному слою.

Недостатком известного способа является повышенная пористость и шероховатость покрытия, которые возникают в результате усадки при переходе жидкой фазы в твердую, а также вследствие захлопывания газа каплями расплава ферромагнитного порошка и уменьшения растворимости газов с понижением температуры. Коэффициент использования ферромагнитного порошка достаточно низок (0,40...0,55), так как зерна последнего выбрасываются из рабочей зоны в результате электрических разрядов.

В качестве прототипа выбран способ упрочнения и восстановления деталей электромагнитной наплавкой (ЭМН). Способ включает нанесение в электромагнитном поле на поверхность детали наплавочной пасты, содержащей ферромагнитный порошок на основе железа и связующее в виде смеси эпоксидной смолы и жидкого стекла, а также подачу легирующих компонентов в наплавочную пасту в рабочей зоне устройства [3].

Для данного способа известно устройство, включающее электрический магнит с сердечником и сменным полюсным наконечником с полостями для циркуляции охлаждающей жидкости, бункер-дозатор, накатное устройство, дозирующее устройство для

## ВУ 10838 С1 2008.06.30

нанесения наплавочной пасты, ролик для распределения пасты на детали, устройство для охлаждения детали [3].

В процессе нанесения покрытия происходит расплавление зерен ферромагнитного порошка и легирующих компонентов импульсами электрических разрядов в рабочей зоне, полярный перенос и распределение по подплавленной поверхности детали в магнитном поле. Образовавшееся покрытие подвергается поверхностному пластическому деформированию, осуществляемому с помощью шарикового накатника, и охлаждается с помощью спрейера.

Недостатком указанного способа является то, что 1/4 объема пасты не поступает в рабочий зазор устройства, стекая по прогретой поверхности детали в результате высокого теплового воздействия дуговых разрядов и недостаточного охлаждения детали наплавочной пастой, тем самым увеличивается расход композиционного порошка, нарушается стабильность и снижается производительность процесса наплавки. Это обстоятельство не позволяет получать достаточно качественное покрытие в результате возможного припекаания к поверхности детали не полностью расплавленных крупных объемов ферропорошка, повышенной пористости и шероховатости наплавленного слоя.

Задача, решаемая изобретением - повышение производительности процесса наплавки, а также качества наплавленного покрытия, в частности, за счет снижения его пористости и шероховатости.

Поставленная задача достигается тем, что в способе нанесения металлических покрытий, включающем нанесение в магнитном поле на деталь наплавочной пасты, содержащей ферромагнитный порошок на основе железа и связующее в виде эпоксидной смолы и жидкого стекла, равномерно по всей поверхности объема детали, расплавление частиц порошка импульсами электрического тока в рабочем зазоре и последующее охлаждение поверхности детали смазочно-охлаждающей жидкостью (СОЖ), при помощи которой, перед тем как смазочно-охлаждающую жидкость подают в рабочую зону, охлаждают полюсный наконечник через магнитный экран из жаропрочной керамики и осуществляют дополнительное охлаждение полюсного наконечника при помощи наплавочной пасты перед ее непосредственной подачей в рабочий зазор.

Для реализации предлагаемого способа используется устройство, содержащее электромагнитную систему, состоящую из электрического магнита с сердечником и сменным полюсным наконечником с внутренним охлаждением смазочно-охлаждающей жидкостью, дозирующее устройство для нанесения наплавочной пасты, содержащей ферромагнитный порошок, оснащено с одной стороны полюсного наконечника насадкой из немагнитного материала для равномерного распределения и внесения пасты в рабочий зазор, и такой же насадкой с другой стороны полюсного наконечника для подачи смазочно-охлаждающей жидкости в рабочую зону, причем насадки выполнены с возможностью одновременного охлаждения полюсного наконечника через магнитный экран из жаропрочной керамики.

Подача наплавочной пасты непосредственно в рабочую зону устраняет возможное скапливание порошка на верхней части наконечника, а использование магнитного экрана - диэлектрика, выполненного из жаропрочной керамики, позволяет получить более однородное магнитное поле в рабочем зазоре, а также дает возможность отвести тепло от наконечника к пасте и СОЖ. Это обстоятельство стабилизирует процесс наплавки и увеличивает его производительность, а также повышает качество нанесенного слоя.

Обе насадки могут перемещаться по направляющим экранов, что позволяет, например, изменять интенсивность подачи СОЖ, уменьшать разбрызгивание частиц ферропорошка при возникновении электрических разрядов.

Съемная подвижная конструкция насадок и магнитного экрана обеспечивает простоту изготовления, обслуживания (отчистки), замены деталей, повышает диапазон всевозможных регулировок, позволяет комбинировать порядком внесения рабочих смесей.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором изображена схема заявляемого устройства.

Устройство для нанесения металлических покрытий из ферромагнитных порошков, включает дозирующее устройство 1 для подачи пасты, электромагнитную катушку 2 с сердечником, в пазу которого закреплен сменный полюсный наконечник 3. Охлаждение полюсного наконечника и детали осуществляется циркуляцией охлаждающей жидкости по каналу 4 с краном 5, с принудительной подачей от насоса (на чертеже не показан). Сердечник электромагнитной катушки 2 и заготовка 6 подключены разными полюсами к источнику постоянного тока наплавки. Нанесение пасты происходит путем ее прохождения через верхнюю насадку 7, а подача СОЖ - через нижнюю насадку 8, которые крепятся по направляющим к магнитному экрану 9, закрепленному на сменном полюсном наконечнике 3. Экран отводит тепло в пасту и СОЖ.

Заявляемый способ нанесения металлических покрытий осуществляется следующим образом. Наплавочная паста дозирующим устройством 1 подается в верхнюю насадку 7, одновременно осуществляя отвод тепла от полюсного наконечника 3 через магнитный экран 9, наносится и равномерно распределяется по заготовке 6 непосредственно перед рабочим зазором. Далее происходит образование цепочек микроэлектродов, ориентирование их вдоль выровненных магнитным экраном 9 магнитных силовых линий, полученных электромагнитной катушкой 2, и плавление импульсами электрического тока. Образовавшиеся микрокапли расплава ферромагнитного порошка под действием электромагнитного поля переносятся на обрабатываемую поверхность, диффундируют в нее и создают покрытие. В процессе наплавки, покрытие подвергается охлаждению потоком СОЖ, направленным в рабочую зону, проходящим перед этим через нижнюю насадку 8 с одновременным отводом тепла от наконечника 3 через магнитный экран 9. Количество подводимой охлаждающей жидкости к полюсному наконечнику регулируется краном 5. Снятие или перемещение насадок 7 и 8 осуществляется по направляющим магнитного экрана 9.

В процессе ЭМН использовались следующие материалы: наплавочная паста для наплавки, содержащая в качестве материала-ферромагнитный порошок на основе железа и ванадия (Fe-2 % V ГОСТ 9849-86) в качестве легирующего элемента с гранулометрическим составом 0,2-0,3 мкм, а в качестве связующего - смесь эпоксидной смолы ЭДП (ТУ 2395-001-49582674-99) и жидкого стекла (ТО РБ 02974150-015-99) в следующем соотношении компонентов: порошок Fe- 2 % V - 50 %; эпоксидная смола - 35 %; жидкое стекло - 15 %. В качестве охлаждающей жидкости - 5 %-й водный раствор эмульсола Э-2Б.

### **Пример.**

На предварительно подвергнутые нормализации и обработанные до шероховатости поверхности Ra = 12,5 мкм образцы из стали 45 ГОСТ 1050-88, представляющие собой кольца с наружным диаметром 40 мм, внутренним - 16 мм и высотой 12 мм, производили нанесение заявляемым способом покрытий.

Наплавку осуществляли при силе тока 120 А, величине магнитной индукции 0,8 Тл, рабочем зазоре 2,0 мм, окружной скорости вращения заготовки 0,06 м/с, скорости подачи 0,25 мм/об.

Нанесенные и упрочненные покрытия образцов оценивали по параметру шероховатости Ra на профилографе-профилометре мод. 252, а затем шлифовали и полировали, чтобы определить пористость наплавленного слоя с помощью микроскопа МИМ - 8М в поляризованном свете.

Сравнительные характеристики покрытий, полученных электромагнитной наплавкой с поверхностным пластическим деформированием известными и предлагаемым способами, приведены в таблице.

# ВУ 10838 С1 2008.06.30

Способ нанесения покрытий	Шероховатость покрытия Ra, мкм	Пористость, %	Производительность, г/(с·мм <sup>2</sup> )
А.с. СССР 742119	35-40	25	$1,1 \cdot 10^{-3}$
Прототип	12	10	$2,0 \cdot 10^{-3}$
Предлагаемый	6	4	$2,6 \cdot 10^{-3}$

Как видно из таблицы, предложенный способ и устройство для нанесения покрытий позволяет значительно повысить качество формируемого покрытия за счет снижения шероховатости и пористости наплавленного слоя изделий.

Источники информации:

1. А.с. СССР 721305, МПК<sup>7</sup> В 23Р 1/18, 1980.
2. А.с. СССР 742119, МПК<sup>7</sup> В 24В 31/10, В 23Р 1/18, 1980.
3. Патент РБ 8233, МПК<sup>7</sup> В 23К 9/04, В 23Р 6/00, С 23С 26/00, 2006.