

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10307

(13) С1

(46) 2008.02.28

(51) МПК (2006)

В 23К 9/04

В 23Р 6/00

С 23С 26/00

(54) **СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ
ИЗ ФЕРРОМАГНИТНОГО ПОРОШКА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(21) Номер заявки: а 20050655

(22) 2005.06.30

(43) 2007.04.30

(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; Мрочек Жорж Адамович; Макаревич Сергей Степанович; Миранович Алексей Валерьевич; Счастный Дмитрий Владимирович (ВУ)

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

(56) Ящерицын П.И., Кожуро Л.М., Ракомсин А.П. и др. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле. - Мн.: ФТИ НАНБ, 1997. - С. 26-30.

ВУ а 20030783, 2005.

ВУ 1445 С1, 1996.

ВУ 6547 С1, 2004.

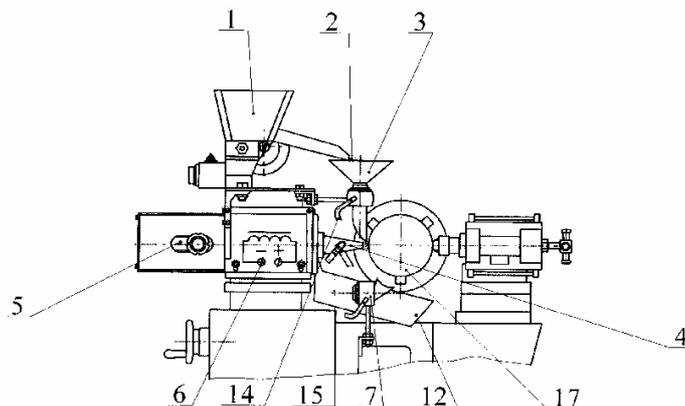
RU 2034096 С1, 1995.

SU 1747538 А2, 1992.

MD 2424 С2, 2004.

(57)

1. Способ нанесения металлического покрытия из ферромагнитного порошка в магнитном поле, включающий расплавление порошка импульсами электрического тока в рабочей зоне, его распределение по поверхности заготовки детали, охлаждение наплавленного слоя потоком охлаждающей жидкости и упрочнение посредством поверхностного



Фиг. 1

пластического деформирования покрытия накатным устройством, **отличающийся** тем, что обрабатываемую поверхность заготовки упрочняют предварительным поверхностным пластическим деформированием, затем в рабочую зону подают ферромагнитный порошок, а поток охлаждающей жидкости используют для подачи в рабочую зону электромагнитной наплавки в смеси с ферромагнитным порошком, для внутреннего охлаждения полюсного наконечника, для создания магнитного поля в процессе электромагнитной наплавки и для охлаждения заготовки детали после поверхностного пластического деформирования.

2. Устройство для нанесения металлического покрытия из ферромагнитного порошка, включающее электрический магнит с сердечником и сменным полюсным наконечником, бункер-дозатор, накатное устройство, **отличающееся** тем, что содержит смеситель ферромагнитного порошка с охлаждающей жидкостью, накатное устройство для предварительной обработки поверхности детали, устройство для охлаждения полюсного наконечника и устройство для охлаждения упрочняемой поверхности детали, а шариковое накатное устройство для одновременной обработки с электромагнитной наплавкой содержит дополнительный источник технологического тока.

Изобретение относится к нанесению металлического покрытия из ферромагнитного порошка 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. Сущность его заключается в расплавлении ферромагнитных порошков импульсами электрического тока и одновременным механическим воздействием полюсного наконечника электромагнитной системы на формируемый участок покрытия. Упрочнение наплавленного слоя происходит поступательно движущимся наконечником в момент плавления цепочек микроэлектродов при возрастании магнитной индукции в рабочем зазоре [1].

Известно устройство для нанесения покрытия ферромагнитными порошками, состоящее из бункера-дозатора; электромагнитной катушки; подпружиненного сердечника; полюсного наконечника, неподвижно закрепленного в сердечнике; магнитопровода, выполненного из двух П-образных частей, смонтированных на немагнитных стойках, обеспечивающих установочное перемещение последних вдоль оси сердечника. Сердечник и заготовка детали являются элементами электрической цепи внешнего импульсного источника тока [2]. Зерна ферромагнитного порошка, поступающие из бункера-дозатора в рабочий зазор с охлаждающей жидкостью, удерживаются магнитным потоком, замыкают электрическую цепь "полюсный наконечник - деталь" и расплавляются на поверхности заготовки детали. Полученный расплав распределяется по обрабатываемой поверхности и упрочняется при ударе сердечника с полюсным наконечником по наплавленному слою.

Недостатками известного способа являются: повышенная пористость и шероховатость покрытия, возникающие в результате процесса усадки при переходе жидкой фазы в твердую; неравномерное распределение твердости по наплавленной поверхности и различная толщина покрытия вследствие различной амплитуды осцилляции сердечника с полюсным наконечником и их ударного воздействия на упрочняемый слой. При этом коэффициент использования ферромагнитного порошка достаточно низок (0,50-0,65), так как зерна последнего выбрасываются из рабочего зазора в результате возникновения парогазового пузыря в зоне электрических разрядов.

В качестве прототипа выбран способ упрочнения и восстановления деталей с использованием электромагнитной наплавки с поверхностным пластическим деформированием (ЭМН с ППД). Сущность его заключается в наплавке ферромагнитного порошка на поверхность обрабатываемого изделия в электромагнитном поле с одновременным охлажде-

нием наплавленного слоя и последующим упрочнением формируемого покрытия деформирующим приспособлением [3].

Для данного способа известно устройство, включающее электромагнитную систему, состоящую из электрического магнита постоянного тока, сердечника магнита со сменным полюсным наконечником, бункера-дозатора и смесителя ферромагнитного порошка с охлаждающей жидкостью, а также накатного устройства [3]. Частичное охлаждение полюсного наконечника и обрабатываемой заготовки детали осуществляется потоком рабочей жидкости, поступающей с ферромагнитным порошком из бункера-дозатора. Бесступенчатое регулирование магнитного поля осуществляют за счет изменения величины постоянного тока в катушке электромагнита.

В процессе нанесения покрытия происходит расплавление зерен ферромагнитного порошка импульсами электрических разрядов в рабочем зазоре, распределение по подплавленной поверхности расплава в магнитном поле и пластическое деформирование покрытия накатным устройством.

Недостатками указанного способа являются: недостаточно стабильный и устойчивый процесс нанесения покрытия вследствие неполного охлаждения полюсного наконечника и неравномерного распределения ферромагнитного порошка в рабочем зазоре; наклеп наплавленного покрытия накатным устройством вследствие высоких скоростей охлаждения последнего потоком рабочей жидкости. В результате этого возможно образование трещин, повышенной пористости и шероховатости в наплавленной и упрочненной поверхности.

Задача, решаемая изобретением, - повышение качества наносимого покрытия, в частности, за счет снижения его пористости, шероховатости, повышения твердости.

Поставленная задача достигается тем, что в способе нанесения металлического покрытия из ферромагнитного порошка в магнитном поле, включающем расплавление порошка импульсами электрического тока в рабочей зоне, его распределение по поверхности заготовки детали, охлаждение наплавленного слоя потоком охлаждающей жидкости и упрочнение посредством поверхностного пластического деформирования покрытия накатным устройством, сначала обрабатываемую поверхность заготовки упрочняют предварительным поверхностным пластическим деформированием, затем в рабочую зону подают ферромагнитный порошок, а поток охлаждающей жидкости используют для подачи в рабочую зону электромагнитной наплавки в смеси с ферромагнитным порошком, для внутреннего охлаждения полюсного наконечника, для создания магнитного поля в процессе электромагнитной наплавки и для охлаждения заготовки детали после поверхностного пластического деформирования.

Для реализации предлагаемого способа используется устройство, включающее электрический магнит с сердечником и сменным полюсным наконечником, бункер-дозатор, накатное устройство, которое дополнительно оснащено смесителем ферромагнитного порошка с охлаждающей жидкостью, накатным устройством для предварительной обработки поверхности детали, устройством для охлаждения полюсного наконечника и устройством для охлаждения упрочняемой поверхности детали, а шариковое накатное устройство для одновременной обработки с электромагнитной наплавкой содержит дополнительный источник технологического тока.

Накатное устройство для предварительной обработки механически воздействует на состояние кристаллической решетки упрочняемой поверхности изделия с нарушением связей между атомами кристаллографических плоскостей. Это обстоятельство обеспечивает более интенсивную диффузию (на большую глубину) легирующих компонентов элементов ферромагнитного порошка в основной металл [4]. Накатное устройство, оснащенное дополнительным источником технологического тока, позволяет значительно снизить пористость и шероховатость, а также равномерную толщину поверхности наплавленного слоя.

ВУ 10307 С1 2008.02.28

Наличие трех потоков охлаждения поверхности наплавки позволяет отводить тепловую энергию в процессе ЭМН от полюсного наконечника и от заготовки детали, что позволяет использовать технологическое тепло для процесса деформирования наплавленного слоя в нагретом состоянии, тем самым повысить качество наплавленного покрытия и получать требуемые физико-механические и эксплуатационные свойства покрытий.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором представлено заявляемое устройство с видами сбоку (фиг. 1) и сверху (фиг. 2).

Устройство для нанесения металлического покрытия из ферромагнитного порошка включает бункер-дозатор 1 для подачи ферромагнитного порошка 2 в смеситель 3; сменный полюсный наконечник 4; сердечник 5 с электромагнитной катушкой 6; устройство охлаждения (спрейер) 7; шариковые накатники - для предварительной обработки 8 и одновременной с ЭМН 9; источники технологического тока 10 и тока наплавки 11; поддон 12. Подача ферромагнитного порошка в рабочую зону обеспечивается в потоке охлаждающей жидкости, которая подводится по каналу 14 к смесителю. Охлаждение полюсного наконечника осуществляется циркуляцией жидкости по каналу 15. Отвод тепла от детали производится принудительной подачей рабочей жидкости от насоса (на фигурах не показан) по каналу 16. Сердечник 5, накатник 9 и заготовка детали 17 подключены разными полюсами к источникам технологического тока и тока наплавки.

Заявляемый способ нанесения металлического покрытия осуществляется следующим образом. Заготовка детали 17 получает вращение от шпинделя 13 станка и предварительно обрабатывается накатным устройством 8. При этом одновременно из бункера-дозатора 1 ферромагнитный порошок 2 через смеситель 3 подается в потоке охлаждающей жидкости в рабочий зазор, где происходит образование цепочек микроэлектродов, ориентирование их вдоль магнитных силовых линий электромагнитной катушки 6 и плавление импульсами электрического тока наплавки. Образовавшиеся микрокапли расплава порошка под действием магнитного поля переносятся на обрабатываемую поверхность, взаимодействуют с нею и формируют покрытие. Далее покрытие подвергается обработке, осуществляемой с помощью шарикового накатника 9 и одновременного нагрева источником технологического тока 10. Охлаждение обеспечивается с помощью спрейера 7.

В процессе комбинированной обработки ППД с ЭМН использовались следующие материалы:

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;

5 %-ный водный раствор эмульсола Э-2Б в качестве охлаждающей жидкости.

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 формирование покрытий с использованием предлагаемого способа.

Обработку образцов осуществляли при следующих технологических параметрах.

Предварительное ППД-усилие деформирования $P = 1500$ Н, ЭМН - сила тока наплавки 100 А, величина магнитной индукции 0,8 Тл, рабочий зазор 2,0 мм, окружная скорость вращения заготовки 0,06 м/с, скорость подачи 0,25 мм/об.; окончательное ППД-усилие деформирования $P = 2500$ Н и сила технологического тока 350 А.

На нанесенных и упрочненных поверхностях покрытий образцов измеряли шероховатость Ra на профилографе-профилометре 252, а затем шлифовали и полировали, чтобы определить количество пор и их величину с помощью микроскопа МИМ-8М; твердость покрытий по Роквеллу определялась на приборе мод. ТК-2М по стандартной методике при величине статической нагрузки на индентор $P 60$ кг.

ВУ 10307 С1 2008.02.28

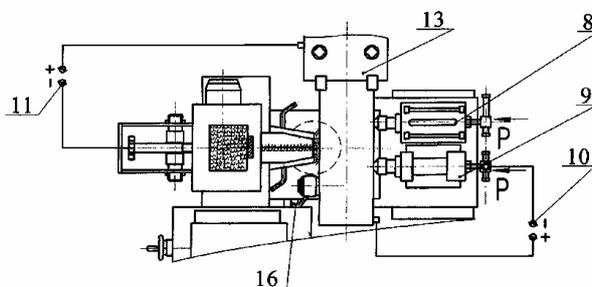
Сравнительные характеристики покрытий, полученных электромагнитной наплавкой с поверхностным пластическим деформированием известными и предлагаемым способами, приведены в таблице.

Способ нанесения покрытий	Шероховатость покрытия Ra, мкм	Пористость, %	Твердость, HRC
А.с. СССР 696699	35-40	25	46
Прототип	12	12	51
Предлагаемый	6	5	60

Как видно из результатов таблицы, предложенные способ и устройство для нанесения покрытий позволяют повысить качество формируемого покрытия за счет снижения шероховатости, пористости наплавленного слоя поверхности изделий и повышения твердости покрытия.

Источники информации:

1. А.с. СССР 696699, МПК⁷ В 24В 31/10, В 23Р 1/18, 1979.
2. А.с. СССР 742119, МПК⁷ В 24В 31/10, В 23Р 1/18, 1980.
3. Ящерицын П.И., Кожуро Л.М., Ракомсин А.П. и др. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле. - Мн.: ФТИ НАНБ, 1997. - С. 26-27.
4. Северденко В.П., Скрипченко А.Л., Тявловский М.Д. Ультразвук и прочность. - Мн.: Наука и техника, 1979. - С. 38-40.



Фиг. 2