

ВУ 13929 С1 2010.12.30

и сменным полюсным наконечником, последний выполнен с каналом для циркуляции охлаждающей жидкости, накатное устройство, спрейер, **отличающееся** тем, что содержит постоянный магнит Е-образной формы, закрепленный в корпусе на немагнитном основании и расположенный параллельно поверхности обрабатываемой детали, причем сердечник с полюсным наконечником и вставкой установлен в центральной части постоянного и электрического магнитов и смещен ниже оси обрабатываемой детали на расстояние $(0,15 \dots 0,25)d_H$, где d_H - номинальный диаметр детали, при этом толщина распределенного слоя наплавочной пасты роликом должна быть равная или меньше величины рабочего зазора.

Изобретение относится к устройствам для нанесения покрытий из ферромагнитных материалов в электромагнитном поле и может быть использовано в машиностроительном и ремонтном производствах для упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей машин.

Аналогом является устройство для упрочнения поверхностей деталей машин ферромагнитными порошками в магнитном поле, включающее электромагнитную систему, состоящую из электрического магнита постоянного (выпрямленного) тока, сердечника магнита со сменным полюсным наконечником, бункера-дозатора с ферромагнитным порошком и накатного устройства. Сердечник и деталь включены в электрическую цепь внешнего источника технологического тока [1]. Охлаждение полюсного наконечника и обрабатываемой детали осуществляется потоком охлаждающей жидкости, поступающей с ферромагнитным порошком из смесителя бункера-дозатора. Регулирование магнитного поля осуществляют за счет изменения величины силы тока в катушке электромагнита.

В процессе формирования покрытия происходит расплавление частиц ферромагнитного порошка импульсами электрических разрядов в рабочей зоне, полярный перенос, распределение по подплавленной поверхности детали в магнитном поле и пластическое деформирование покрытия накатным устройством.

Недостатками известного устройства является неравномерность подачи ферромагнитного порошка в рабочую зону и высокие скорости охлаждения формируемого покрытия потоком рабочей жидкости. Это обстоятельство не позволяет получать достаточно качественное покрытие в результате повышенной пористости и шероховатости наплавленного слоя.

В качестве прототипа выбрано устройство, включающее электромагнитную систему (электрический магнит с сердечником и сменным полюсным наконечником), дозирующее устройство для нанесения наплавочной пасты, ролик для распределения пасты по поверхности детали, бункер-дозатор со смесителем, накатное устройство, устройство для охлаждения детали (спрейер) [2]. При этом внутреннее охлаждение полюсного наконечника осуществляется потоком охлаждающей жидкости в процессе наплавки, а охлаждение обрабатываемой детали - после поверхностного пластического деформирования нанесенного покрытия. Бесступенчатое регулирование электромагнитного поля осуществляют за счет изменения величины силы тока в катушке электромагнита.

Недостатком известного устройства является невысокая производительность процесса нанесения покрытия вследствие того, что в процессе наплавки в рабочей зоне происходит нагрев поверхности упрочняемой детали и уменьшение вязкости нанесенной наплавочной пасты, увеличение скорости подачи последней с ферромагнитным порошком и легирующими компонентами в рабочую зону. При этом в результате повышенного количества частиц ферромагнитного порошка и легирующих компонентов в рабочей зоне энергии электрического поля источника технологического тока и электромагнитной катушки недостаточно для возбуждения электродуговых разрядов. В этом случае нанесение покрытия идет недостаточно устойчиво, формирование поверхностного слоя не в полной мере ста-

бильно. Это обстоятельство не позволяет получить достаточно качественное покрытие из-за возможного образования трещин и повышенной пористости наплавленного слоя.

Задача, решаемая изобретением, - повышение производительности процесса нанесения покрытия, а также качества наплавленного покрытия.

Поставленная задача достигается тем, что устройство для нанесения металлического покрытия из пасты, содержащей ферромагнитный порошок, в электромагнитном поле, содержащее дозирующее устройство для нанесения наплавочной пасты на поверхность детали, ролик для распределения пасты по поверхности детали, бункер-дозатор со смесителем, электрический магнит с сердечником и сменным полюсным наконечником, который выполнен с каналом для циркуляции охлаждающей жидкости, накатное устройство, спрейер, снабжено постоянным магнитом Е-образной формы, закрепленным в корпусе на немагнитном основании и расположенным параллельно поверхности обрабатываемой детали, причем сердечник с полюсным наконечником и вставкой установлен в центральной части постоянного и электрического магнитов и смещен ниже оси обрабатываемой детали на расстояние $(0,15 \dots 0,25)d_n$, где d_n - номинальный диаметр детали. При этом толщина распределенного слоя наплавочной пасты роликом должна быть равная или меньше величины рабочего зазора.

Используемая конструкция комбинированной электромагнитной системы в виде постоянного магнита Е-образной формы и электрических магнитов, расположенных параллельно друг к другу, создает оптимальную конфигурацию магнитных потоков, которая обеспечивает требуемую величину индукции в рабочем зазоре и приближает распределение магнитного поля по длине рабочего торца вставки полюсного наконечника к однородному. Это обеспечивает более плотное и равномерное формирование разрядных цепочек из частиц ферромагнитного порошка вдоль магнитных силовых линий в рабочем зазоре и создает постоянную во времени величину магнитного сопротивления в последнем. В рабочей зоне повышается частота формирования электродуговых разрядов, что позволяет получить устойчивый и стабильный процесс нанесения покрытия с равномерным распределением капель расплава материала ферромагнитного порошка и легирующих компонентов по обрабатываемой поверхности детали.

Смещение сердечника устройства с полюсным наконечником ниже оси обрабатываемой детали на расстояние, меньшее $e = 0,15 d_n$, приводит к тому, что в результате воздействия электродуговых разрядов и недостаточного охлаждения детали наплавочной пастой происходит повышенный тепловой нагрев поверхности упрочняемой детали и уменьшение вязкости наплавочной пасты. Вследствие этого часть пасты стекает по прогретой поверхности детали в рабочий зазор устройства, увеличивается расход композиционного порошка, нарушается стабильность и снижается производительность процесса наплавки.

Смещение сердечника устройства с полюсным наконечником ниже оси обрабатываемой детали на расстояние, большее $e = 0,25 d_n$, приводит к тому, что термическое воздействие электродуговых разрядов на поверхность упрочняемой детали уменьшается и наплавочная паста имеет менее жидкую консистенцию. Это значительно затрудняет образование цепочек-микроэлектродов из частиц порошка под действием электромагнитного поля, что приводит к нестабильному горению электродуговых разрядов в рабочем зазоре, увеличению пористости и снижению сплошности покрытия и трещинообразования.

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых представлено заявляемое устройство (фиг. 1 и 2).

Устройство для нанесения металлических покрытий включает дозирующее устройство 1 для нанесения пасты; ролик 2; бункер-дозатор со смесителем 3 для подачи легирующих компонентов; сердечник 4 с полюсным наконечником 5 и вставкой 6, на котором находятся постоянный 7 и электрический 8 магниты. Охлаждение полюсного наконечника осуществляется циркуляцией охлаждающей жидкости по каналу 9. Упрочнение наплавленного слоя производится накатным устройством 10. Отвод тепла от детали 11 производится принуди-

ВУ 13929 С1 2010.12.30

тельной подачей охлаждающей жидкости от насоса (на чертеже не показан) по каналу 12 к спрейеру 13. Сердечник 4 постоянного и электрического магнитов и деталь 11 подключены разными полюсами к источнику технологического тока наплавки 14.

Устройство работает следующим образом. Устройство устанавливается на суппорте станка (на чертеже не показан) и изолируется от него прокладками. Обрабатываемая деталь 11 крепится в центрах и приводится во вращательное движение от привода станка. Наплавочная паста дозирующим устройством 1 наносится на деталь 11 и равномерно распределяется с помощью ролика 2. Деталь 11, посредством вращения, подает пасту в рабочую зону устройства, где она смешивается с легирующими компонентами, поступающими из смесителя 3 бункера-дозатора. На катушку электромагнита 8 подается выпрямленный ток, а на сердечник 4 и деталь 11 - напряжение от источника технологического тока наплавки 14. Далее происходит образование цепочек-микроэлектродов, ориентирование их вдоль магнитных силовых линий, полученных комбинированной электромагнитной системой (сердечник 4 с полюсным наконечником 5 и вставкой 6, постоянный Е-образный 7 и электрический 8 магниты), и плавление импульсами технологического тока. Образовавшиеся микрокапли расплава ферромагнитного порошка под действием электромагнитного поля переносятся на обрабатываемую поверхность, диффундируют в нее и создают покрытие. Далее покрытие подвергается поверхностному пластическому деформированию, осуществляемому с помощью шарикового накатника 10, и охлаждается с помощью спрейера 13.

Пример.

На предварительно обработанные до шероховатости поверхности $Ra = 12,5$ мкм и подвергнутые нормализации образцы из стали 45 ГОСТ 1050-88, представляющие собой цилиндр диаметром 40 мм и шириной 10 мм, производили нанесение металлических покрытий заявляемым устройством.

Наплавочная паста для нанесения покрытий использовалась в следующем соотношении компонентов, мас. %: ферромагнитный порошок на основе железа (Fe) с гранулометрическим составом 240-320 мкм (50 %), смесь эпоксидной смолы ЭДП (ТУ 2395-001-49582674-99) (35 %) и жидкого стекла (ТО РБ 02974150-015-99) (15 %). В качестве легирующего компонента использовался порошок на основе железа и ванадия (Fe-2 % V ГОСТ 9849-86) с гранулометрическим составом 240-320 мкм. СОЖ - 5 %-й водный раствор эмульсола Э-2Б.

Нанесение и упрочнение покрытия производили при следующем режиме: сила технологического тока 100 А, величина магнитной индукции 0,5...0,8 Тл, рабочий зазор 2,5 мм, окружная скорость вращения заготовки 0,06 м/с, скорость подачи 0,25 мм/об и усилие деформирования $P = 900$ Н.

Изучение открытой пористости нанесенных покрытий образцов выполнялось на автоматическом анализаторе изображения "Mini MagiScan" фирмы "Joysce Loebel" с компьютерной обработкой данных по специальной программе количественного анализа. При этом автоматически измерялась площадь пор и определялась поверхностная пористость Π , измеряемая в процентах

$$\Pi = \frac{F_{\text{п}}}{F_{\Sigma}} \cdot 100 \%,$$

где $F_{\text{п}}$ - площадь пор, мм²; F_{Σ} - общая видимая площадь поля, мм².

Трещинообразование оценивалось с помощью микроскопа светового микроскопа Mef-3 с диапазоном увеличения 100...1000 раз фирмы "Reichert-Jung". В качестве количественного критерия принималась удельная длина трещин на поверхности площадью 1,0 мм².

Сравнительные характеристики металлических покрытий, полученных наплавкой известными и предлагаемым устройствами, приведены в таблице.

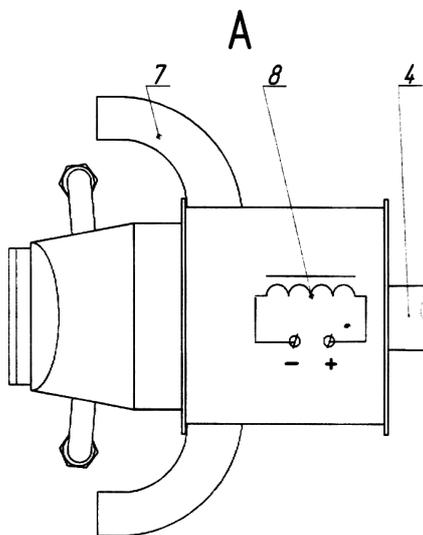
ВУ 13929 С1 2010.12.30

Способ нанесения покрытий	Производительность нанесения покрытия, см ³ /мин	Пористость, %	Удельная длина трещин, мкм/мм ²
Аналог	3,15	12,5	70
Прототип	2,90	4,0	50
Предлагаемый			
$e = 0,10 d_H$	3,50	6,5	50
$e = 0,15 d_H$	3,75	5,5	35
$e = 0,20 d_H$	3,90	4,0	28
$e = 0,25 d_H$	4,15	4,5	29
$e = 0,30 d_H$	3,20	10,0	60

Как видно из таблицы, предложенное устройство для нанесения покрытий позволяет увеличить производительность нанесения покрытия и повысить качество формируемого покрытия за счет снижения пористости и трещинообразования наплавленного слоя изделий.

Источники информации:

1. Ящерицын П.И. и др. Технологические основы обработки изделий в магнитном поле. - Минск: ФТИ НАНБ, 1997. - 416 с.
2. Патент 8233 ВУ, 2006.



Фиг. 2