

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

(19) **ВУ** (11) **5378**

(13) **С1**

(51)⁷ **С 23С 8/00**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ
НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЯХ**

(21) Номер заявки: а 19990944

(22) 1999.10.18

(46) 2003.09.30

(71) Заявитель: Белорусский националь-
ный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Девойно Олег Георгиевич; Фе-
дорцев Валерий Александрович; Беляев
Геннадий Яковлевич; Федорцев Ростис-
лав Валерьевич; Кардаполова Марга-
рита Анатольевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский нацио-
нальный технический университет (ВУ)

(57)

1. Способ получения износостойкого покрытия на металлических изделиях, заключающийся в том, что наносят на поверхность изделия слой порошка карбида бора В₄С толщиной 0,1-1,0 мм, на который укладывают фольгу из электротехнической стали толщиной 0,08 - 0,1мм, а затем осуществляют лазерное оплавление формируемого покрытия при постоянном наложении на изделие магнитного поля с магнитной индукцией 1,2-2,2 Тл в зоне обработки.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что в качестве электротехнической стали используют сталь марки 3421.

(56)

1. Архипов В.Е. и др. Сварочное производство. - 1985. - № 1. - С. 7-8.

2. Кожуро Л.М. и др. Защитные покрытия при изготовлении деталей машин и их ремонте. Тезисы докладов НТК. - Мн., 1992. - С. 50-51.

3. JP 61164063 А, 1986.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к получению износостойких покрытий на деталях машин и технологической оснастки, изготовленных из сталей и железоуглеродистых сплавов.

Известен способ получения покрытий из самофлюсующихся твердых сплавов системы Ni-Cr-B-Si газопламенным напылением [1]. После газопламенного напыления покрытия указанного состава подвергают оплавлению для получения монолитного сцепления покрытия с основой. С целью избежания объемного разогрева деталей в процессе оплавления в качестве источника нагрева используют луч лазера. Высокие скорости нагрева и охлаждения покрытия, имеющие место при лазерной обработке, кроме того способствуют формированию специфической мелкодисперсной структуры с повышенным комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств.

BY 5378 C1

Недостатком способа является то, что его реализация путем газотермического напыления покрытия с последующим лазерным оплавлением полученного слоя невозможна или ограничена при использовании порошковых износостойких материалов, не выдерживающих термического воздействия (например, карбидов, нитридов, боридов и других). Это существенно ограничивает область применения данного способа и номенклатуру порошковых износостойких материалов, которые могут быть использованы для поверхностного упрочнения деталей машин и технологической оснастки.

Кроме того, в процессе газотермического напыления имеет место объемный разогрев детали, что может привести к короблению изделий особенно нежестких (тонкостенных, в виде листов, полос и т.д.). При этом повышаются энергозатраты на сам процесс напыления покрытия и возникают экологические вредности, присущие этому технологическому методу в целом.

Известен способ получения покрытий на деталях электромагнитной наплавкой с использованием ферромагнитных порошков Fe-Va и Fe-Ti за счет химических реакций и механического перемешивания расплава поверхности детали и материала ферропорошка, находящихся в магнитном поле [2].

Недостатком данного способа является то, что он может быть использован только для номенклатуры защитных покрытий из ферромагнитных порошков Fe-Va и Fe-Ti, которые образуют переходной слой с низкими физическими свойствами, а это соответственно приводит к ухудшению качества формируемых покрытий.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является способ получения покрытий, включающий нанесение на упрочняемую поверхность изделия слоя шликера из никелевого самофлюсующегося порошка ПГ-СР4 с клеевой составляющей и последующее его расплавление лучом лазера [3].

Недостатком прототипа является повышенная пористость и шероховатость покрытия, которая возникает, во-первых, из-за испарения и газообразования компонентов клеевой составляющей шликера и, во-вторых, вследствие выгорания связки на границе зоны проплавления. Для ряда деталей, например матриц и пуансонов при производстве стеклянных и пластмассовых изделий, такая пористость является неприемлемой.

Отметим также, что при этом имеет место снижение прочности сцепления сформированного покрытия с основой изделия за счет не всегда качественного лазерного расплавления покрытия в местах выхода на подложку клеевой составляющей, а испарение клеевой составляющей в процессе оплавления шликера лучом лазера создает дополнительную экологическую вредность при производстве упрочняемых изделий.

Задачей, решаемой изобретением, является расширение технологических возможностей способа лазерного оплавления покрытий за счет увеличения номенклатуры наносимых материалов покрытий при одновременном повышении качества формируемых поверхностных слоев.

Поставленная задача достигается тем, что в способе получения износостойкого покрытия на металлических изделиях, заключающемся в том, что наносят на поверхность изделия слой порошка карбида бора B_4C толщиной 0,1-1,0 мм, на который укладывают фольгу из электротехнической стали толщиной 0,08-0,1 мм, а затем осуществляют лазерное оплавление формируемого покрытия при постоянном наложении на изделие магнитного поля с магнитной индукцией 1,2-2,2 Тл в зоне обработки. При этом в качестве электротехнической стали используют сталь марки 3421.

Реализация предлагаемого способа при указанных материалах слоев износостойкого порошка и фольги, а также при названной последовательности операций обеспечивает достижение поставленной задачи изобретения за счет следующих эффектов.

Применение фольги из электротехнической стали марки 3421 (ГОСТ 2.1427.4-78) толщиной 0,08-0,1 мм позволяет использовать слой износостойкого порошка без клеевой составляющей, так как такая фольга, уложенная сверху на слой порошкового материала из

ВУ 5378 С1

любых компонентов, позволяет плотно прижать частички порошков к упрочняемой поверхности при постоянном наложении на изделие магнитного поля с магнитной индукцией 1,2-2,2 Тл в зоне обработки.

Если толщина порошкового слоя меньше 0,1 мм, то она становится соизмеримой с толщиной прижимающей стальной фольги, при этом совместный переплав таких материалов покрытия приводит к снижению физико-механических свойств формируемых износостойких поверхностных слоев изделия из-за влияния компонентов стальной фольги.

Слой порошкового материала более 1 мм не может быть качественно (плотно) прижат к упрочняемой поверхности изделия тонкой фольгой толщиной всего 0,08-0,1 мм при постоянном наложении на изделие магнитного поля с магнитной индукцией 1,2-2,2 Тл в зоне обработки.

Кроме того, лазерное оплавление покрытий толщиной более 1,1-1,2 мм вообще нетехнологично в связи с особенностями лазерной обработки.

Применение фольги из электротехнической стали марки 3421 (ГОСТ 2.1427.4-78) толщиной менее 0,08 мм нецелесообразно из практических соображений (ее малой прочности и жесткости), чтобы плотно (надежно) прижать частички порошков к упрочняемой поверхности изделия.

Применение фольги из электротехнической стали марки 3421 толщиной более 0,1 мм может привести к снижению физико-механических свойств формируемых износостойких поверхностных слоев изделия из-за влияния компонентов стальной фольги.

Использование фольги из электротехнической стали позволяет не только плотно прижать частички порошков к упрочняемой поверхности изделия при наложении на него магнитного поля, но и защитить компоненты износостойкого порошка от выгорания, так как прямого воздействия луча лазера на эти частицы нет, что и способствует равномерному переплаву всех наносимых материалов, формирующих упрочняемое покрытие.

Пример.

Проводили получение износостойких покрытий заявляемым способом на плоских образцах из стали 20 диаметром 55 мм, толщиной 7 мм и 12 мм, предварительно очищенных дробеструйной обработкой от загрязнений и окисных пленок.

Для получения износостойкого покрытия использовали порошок карбида бора B_4C , который не может быть непосредственно нанесен на упрочняемую поверхность известными способами газотермического напыления с последующим лазерным оплавлением (из-за выгорания компонентов) или электромагнитной наплавкой (из-за отсутствия магнитных свойств данного соединения).

На порошковый слой B_4C толщиной 0,05-1,1 мм укладывали фольгу из электротехнической стали марки 3421 толщиной 0,05-1,1 мм, а затем на изделие было наложено постоянное магнитное поле с магнитной индукцией 1,0-2,4 Тл в зоне обработки.

Наложение магнитного поля на плоские образцы осуществляли с помощью специального устройства, имеющего плоский магнитный полюсный наконечник и используемого для магнитно-абразивного полирования, которое в целом позволяло создавать магнитное поле с магнитной индукцией не менее 1,0-2,4 Тл в зоне обработки.

Сформированное таким образом покрытие подвергалось лазерному оплавлению с использованием лазерной установки ЛГП-702 мощностью 800 Вт.

Режимы обработки: скорость перемещения лазерного луча - 200 мм/мин; диаметр лазерного луча - 2,5 мм и коэффициент перекрытия дорожек лазерной обработки - 0,8 в целом обеспечивали оплавление поверхностного слоя.

Обработанную лучом лазера упрочненную поверхность образцов I-го типа оценивали по параметру шероховатости Ra на профилографе-профилометре модели 252, а затем шлифовали и полировали, чтобы оценить пористость покрытия с помощью микроскопа МИМ-8М в поляризованном свете.

BY 5378 C1

Обработанную лучом лазера упрочненную поверхность образцов II-го типа после шлифования проверяли на износостойкость на машине торцового трения по методике, аналогичной методике, известной из работы (Васильев В.П. О методике ускоренной оценки износостойкости металлов // Заводская лаборатория. - 1976. - Ч. 2. - № 3. - С. 337-339).

Испытания проводили на следующих режимах: давление $P = 1,24$ МПа, скорость скольжения $V = 2$ м/с, время испытаний - 3 часа, среда - масло индустриальное 20. Контроль - трубки из твердого сплава ВК-8. Оценка величины износа проводилась на профилографе-профилометре модели 252 по глубине вытертой лунки.

По описанной методике проводились испытания таких же образцов, но полученных по известной технологии (прототип изобретения), чтобы оценить эффективность предлагаемого способа упрочнения металлических поверхностей.

Результаты всех вышеназванных исследований и испытаний образцов представлены в следующей таблице.

№ № п/п	Толщина слоя порошка, мм	Толщина фольги, мм	Магнитная индукция в зоне обработки, Тл	Шероховатость покрытия Ra, мкм	Пористость, %	Величина износа, мкм
1	0,05	0,05	1,0	30	8	20
2	0,1	0,08	1,2	25	5	10
3	0,4	0,08	1,6	35	7	8
4	0,7	0,1	1,8	42	9	6
5	1,0	0,1	2,2	60	15	5
6	1,1	0,15	2,4	80	22	10
7	Прототип		-	60-80	25	18

Как видно из таблицы, предложенный способ получения износостойкого покрытия на металлических изделиях обеспечивает значительное снижение шероховатости и пористости получаемых покрытий при одновременном повышении износостойкости упрочненного слоя по сравнению с прототипом.

Выход за пределы заявляемой толщины слоя износостойкого покрытия и толщины фольги приводит к возрастанию шероховатости и пористости покрытия, а также к увеличению износа образцов.

Источники информации:

1. Кардополова М.А., Спиридонов Н.В., Станкевич О.Н. Влияние режимов лазерной обработки на микроструктуру // Сб. Машиностроение: Республ. Межвед. сб. Вып. 10. - Мн.: Выш. школа, 1985. - С. 120.

2. Кожуро Л.М., Гальго В.И., Романова Т.Н. Динамика процесса переноса материала ферропорошка при электромагнитной наплавке // Сб. Защитные покрытия при изготовлении деталей и их ремонте. Тезисы докладов НТК. - Мн., 1992. - С. 50-51.

3. Архипов В.Е., Биргер Е.М. Применение лазерной технологии в ремонтном производстве // Сварочное производство, 1985. - № 1. - С. 7-8.