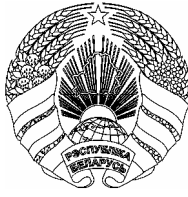


**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **12054**

(13) **С1**

(46) **2009.06.30**

(51) МПК (2006)

С 23С 4/18

(54)

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ИЗДЕЛИИ
ИЗ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТОГО СПЛАВА**

(21) Номер заявки: а 20071535

(22) 2007.12.13

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Девойно Юрий Олегович; Ярошевич Владимир Кириллович; Кардаполова Маргарита Анатольевна; Авсиевич Андрей Михайлович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 6599 С1, 2004.

UA 46073 С2, 2002.

ДЕВОЙНО О.Г. и др. Обзорная информация. Повышение физико-механических свойств поверхностей трения лазерной обработкой. - Мн., 1990. - С. 32-48.

RU 2105826 С1, 1998.

RU 2177050 С2, 2001.

(57)

Способ получения покрытия на изделии из железоуглеродистого сплава, включающий газотермическое напыление порошкового самофлюсующегося никелевого сплава на изделие и лазерный переплав, **отличающийся** тем, что сначала на изделие напыляют порошковый терморреагирующий сплав ПТ-НА01, толщина слоя которого составляет 0,1-0,15 требуемой толщины покрытия, далее напыляют порошковый чугун ИЧХ28Н2, затем напыляют самофлюсующийся сплав ПГ-СР3, толщина слоя которого составляет 0,1-0,2 толщины покрытия, и осуществляют лазерный переплав на глубину, составляющую 1,1-1,3 толщины покрытия.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к получению покрытий на деталях автомобилей и технологических машин, изготовленных из сталей и железоуглеродистых сплавов, в процессе их восстановления/упрочнения.

Известен способ получения покрытий на металлических изделиях [1] путем газотермического напыления порошка высокохромистого чугуна ИЧХ28Н2. Для улучшения свойств получаемых покрытий порошок предварительно подвергают диффузионному легированию бором. Способ позволяет получать на поверхности деталей покрытия с высоким уровнем физико-механических свойств.

Недостатками данного способа является то, что напылению предшествует достаточно длительный и дорогостоящий процесс легирования. Кроме того, получаемое покрытие имеет низкую прочность сцепления с подложкой и недостаточную твердость, связанную с повышенной пористостью, что ограничивает применение покрытий на деталях, работающих при высоких удельных нагрузках или в условиях термического и термомеханического циклирования.

ВУ 12054 С1 2009.06.30

ВУ 12054 С1 2009.06.30

Известен способ получения покрытий на металлических изделиях [2] путем газотермического напыления никелевых самофлюсующихся сплавов с последующим оплавлением его газопламенной горелкой. Это позволяет получать высококачественные покрытия с низкой пористостью и высокой прочностью сцепления.

Однако данный способ не применим для напыления чугунных порошков вследствие высокой пористости формируемых покрытий и их низкой прочности сцепления с основой.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является способ получения покрытий на металлических изделиях [3] путем газотермического напыления порошков (например, на основе никеля) на основу с последующим лазерным оплавлением. Использование лазерного луча в качестве источника нагрева на этапе оплавления покрытий позволяет значительно расширить номенклатуру восстанавливаемых деталей - длинномерных, крупногабаритных, сложнопрофильных.

Недостатком способа является то, что при использовании в качестве напыляемого материала чугунных порошков имеет место повышенная пористость, связанная с высокой интенсивностью выделения газов при выгорании графита, а также снижение при этом физико-механических и эксплуатационных свойств, в частности средней микротвердости и прочности сцепления покрытия с основой.

Задачей, решаемой изобретением, является повышение прочности сцепления с основой, снижение пористости, а также увеличение микротвердости в чугунных покрытиях при сохранении остальных физико-механических свойств.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в способе получения покрытий на изделии из железоуглеродистого сплава, включающем газотермическое напыление порошкового самофлюсующегося никелевого сплава на изделие и лазерный переплав, сначала на изделие напыляют порошковый терморреагирующий сплав ПТ-НА01, толщина слоя которого составляет 0,1-0,15 требуемой толщины покрытия, далее напыляют порошковый чугун ИЧХ28Н2, затем напыляют самофлюсующийся сплав ПГ-СР3, толщина слоя которого составляет 0,1-0,2 толщины покрытия, и осуществляют лазерный переплав на глубину, составляющую 1,1-1,3 толщины покрытия.

Реализация предлагаемого способа при названной последовательности операций обеспечивает решение поставленной задачи изобретения за счет следующих эффектов.

Напыление первого слоя порошкового терморреагирующего сплава ПТ-НА01 толщиной 0,1...0,15 от требуемой обеспечивает увеличение прочности сцепления напыленного чугунного покрытия с материалом основы, способствует релаксации напряжений в процессе лазерного оплавления покрытия и тем самым предотвращению скалывания покрытия в процессе лазерного оплавления.

Нанесение слоя никелевого самофлюсующегося сплава ПГ-СР3 толщиной 0,1...0,2 от требуемой толщины покрытия обеспечивает последовательную и бесконтактную передачу энергии от источника энергии (лазерного луча) слою высокохромистого чугуна ИЧХ28Н2, что снижает интенсивность окислительных процессов и выгорания содержащегося в нем графита. Это позволяет снизить уровень пористости. Растворение никеля в ИЧХ28Н2, кроме того, увеличивает пластичность металлической матрицы.

Лазерный переплав на глубину, равную 1,1...1,3 от требуемой толщины покрытия, обеспечивает формирование покрытия, монолитно соединенного с материалом основы.

Напыление первого слоя порошкового терморреагирующего сплава ПТ-НА01 толщиной менее заявленной не обеспечивает гарантированной сплошности подслоя с учетом того, что гранулометрический состав порошкового терморреагирующего сплава ПТ-НА01 составляет 60...100 мк. Это приводит к снижению прочности сцепления основного покрытия из высокохромистого чугуна ИЧХ28Н2 с основой, а также не обеспечивает релаксации напряжений в процессе лазерного оплавления покрытия.

Напыление слоя терморреагирующего сплава ПТ-НА01 толщиной больше заявленной приводит к удорожанию покрытия, а также к снижению твердости покрытия после окончательного его формирования.

ВУ 12054 С1 2009.06.30

Газотермическое напыление слоя никелевого самофлюсующегося сплава ПГ-СРЗ менее 0,1 от требуемой толщины недопустимо, т.к. в этом случае не выполняет своих защитных функций и в процессе лазерного оплавления происходит преждевременный выход расплава чугуна ИЧХ28Н2 на поверхность покрытия, что приводит к увеличению пористости.

Газотермическое напыление слоя никелевого самофлюсующегося сплава ПГ-СРЗ более 0,2 от требуемой толщины нецелесообразно, т.к. в результате этого значительно снижается микротвердость получаемого покрытия, а его себестоимость значительно возрастает.

Лазерный переплав на глубину менее 1,1 от требуемой толщины покрытия не обеспечивает гарантированной металлургической связи покрытия с основой и тем самым высокой прочности сцепления покрытия с основой.

Лазерный переплав на глубину более 1,3 от требуемой толщины покрытия приводит к значительному перемешиванию материала основы с материалом покрытия и снижению микротвердости покрытия.

Пример.

Получали износостойкие покрытия заявляемым способом на плоских образцах из стали Ст3сп диаметром 90 мм, толщиной 10 мм, а также на образцах цилиндрической формы (стандартные для измерения прочности сцепления), предварительно очищенных от загрязнений и окисных пленок и активированных дробеструйной обработкой колотой чугунной дробью грануляцией 1...2 мм.

Газотермическое напыление производили на плазменной установке УПУ-3Д с плазмотроном ПП-25, плазмообразующий газ - азот, напряжение - 90-100 В, ток - 260 А.

В качестве подслоя использовали порошковый терморреагирующий сплав ПТ-НА01. В качестве основного слоя напыляли порошок высокохромистого чугуна ИЧХ28Н2 (28 % - Cr, 2,5 % - C, 2 % - Ni, 1 % - Mn, остальное - Fe) толщиной 0,7 мм. Третьим слоем наносили никелевый самофлюсующийся сплав ПГ-СРЗ. Лазерный переплав производили с использованием лазерной установки непрерывного действия "Комета-2" мощностью 1200 Вт.

Пористость и количество трещин определяли на микроскопе "МИК-РО 2000" с соответствующим программным обеспечением.

Испытания микротвердости производили при помощи микротвердомера ПМТ-3 по стандартной методике при величине статической нагрузки Р 0,981 Н (100 г).

Прочность сцепления оплавленных покрытий с материалом основы измеряли по стандартной методике - методом штифтовой пробы на разрывной машине "RIENLE" с плавно изменяющимся усилием от 0 до 50000 Н. Сочленение штифта и кольца выполнялось по переходной посадке Н8/h8.

Результаты испытаний представлены в таблице.

Результаты испытаний

№ опыта	Толщина первого слоя, мм	Отношение толщины слоя ПГ-СРЗ к толщине покрытия	Отношение глубины лазерного переплава к толщине покрытия	Пористость покрытия, %	Прочность сцепления покрытия с материалом основы, МПа	Микротвердость слоя, МПа
1	0,05	0,15	1,2	3	150	11500
2	0,1	0,15	1,2	3	240	11000
3	0,12	0,15	1,2	3	258	11000
4	0,15	0,15	1,2	3	270	10500
5	0,2	0,15	1,2	3	270	9000
6	0,12	0,05	1,2	8	258	11500

ВУ 12054 С1 2009.06.30

Продолжение таблицы

№ опыта	Толщина первого слоя, мм	Отношение толщины слоя ПГ-СРЗ к толщине покрытия	Отношение глубины лазерного пепреплава к толщине покрытия	Пористость покрытия, %	Прочность сцепления покрытия с материалом основы, МПа	Микротвердость слоя, МПа
7	0,12	0,1	1,2	4	258	11200
9	0,12	0,2	1,2	3	258	10000
10	0,12	0,25	1,2	3	258	8500
11	0,12	0,15	1,05	2	240	10800
12	0,12	0,15	1,1	2	234	11000
14	0,12	0,15	1,3	1	330	9000
15	0,12	0,15	1,35	0	350	8000
Прототип	-	-		-	200	

Как видно из примера, предложенный способ обеспечивает повышенный уровень прочности сцепления покрытия с материалом подложки, снижение пористости, повышение уровня микротвердости покрытия.

Источники информации:

1. Авсиевич А.М., Спиридонов Н.В., Константинов В.М., Гришанов С.А. Нанесение износостойких газотермических покрытий из диффузионно легированных самофлюсующихся (ДЛС) порошков на железной основе // Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 17 / Под ред. И.П. Филонова. - Мн.: УП "Технопринт", 2001. - С. 148-153.

2. Борисов Ю.С., Горбатов И.И., Калиновский В.Р. и др. Получение и структура газотермических покрытий на основе NiCr-B-Si сплавов // Порошковая металлургия. - 1988. - № 6. - С. 61-65.

3. Гречихин Л.И., Спиридонов Н.В., Василенко А.Г. и др. Повышение адгезионной связи оплавленных лазерным излучением газотермических покрытий // Физика и химия обработки материалов. - 1990. - № 3. - С. 34-39.