

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **9861**
(13) **С1**
(46) **2007.10.30**
(51) МПК (2006)
С 23С 24/00
В 23К 26/18

(54) **СОСТАВ ОБМАЗКИ ДЛЯ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ
ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА**

(21) Номер заявки: а 20050997

(22) 2005.10.19

(43) 2007.06.30

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

(72) Авторы: Дьяченко Ольга Владимировна; Кардаполова Маргарита Анатольевна; Девоино Олег Георгиевич (ВУ)

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

(56) Девоино О.Г. Технология формирования износостойких поверхностей лазерным легированием. - Минск: Технопринт, 2001. - С. 31.

US 4299860, 1981.

DT 2651946 A1, 1977.

RU 2085614 C1, 1997.

JP 58-016021, 1983.

RU 2074571 C1, 1997.

EP 0498286 A1, 1992.

RU 2105826 C1, 1998.

SU 1475975 A1, 1989.

(57)

Состав обмазки для лазерного легирования покрытий на основе железа, включающий карбид бора, **отличающийся** тем, что дополнительно содержит борид тантала и диборид молибдена при следующем соотношении компонентов, мас. %:

карбид бора	45-55
борид тантала	10-15
диборид молибдена	35-40.

Изобретение относится к технологии поверхностного упрочнения, в частности к технологии нанесения защитных износостойких клеевых покрытий лазерной наплавкой, и может быть использовано для упрочнения-восстановления деталей, работающих в условиях интенсивного изнашивания.

Известен состав для лазерного легирования сталей [1], содержащий аморфный бор, фтористый калий, связующее вещество - клей БФ-23 - при следующем соотношении компонентов, мас. %:

аморфный бор	85
фтористый калий	2
клей БФ-23	остальное.

Данный состав ведет к образованию дополнительного количества эвтектики, которая уменьшает трещинообразование. Износостойкость получаемого покрытия низкая из-за недостаточного количества упрочняющей фазы.

Наиболее близким по техническому решению является состав для лазерного легирования изделий из железа при лазерной наплавке [2], содержащий смесь аморфного бора и карбида бора при следующем соотношении компонентов, мас. %:

аморфный бор	40
карбид бора	60.

ВУ 9861 С1 2007.10.30

ВУ 9861 С1 2007.10.30

Данный состав содержит достаточное количество упрочняющей фазы из-за присутствия в его составе бора и карбида бора. Наличие в обмазке бора способствует повышению ее плотности и тем самым локализации процессов окисления на ее поверхности. Карбид бора обеспечивает дополнительное насыщение поверхности углеродом, ведущее к увеличению твердости за счет упрочнения матрицы в процессе закалки из жидкого состояния. Но в случае нанесения клеевого покрытия данный состав вызывает увеличение пористости и снижение адгезионной прочности. Наличие пор ведет к ухудшению работы покрытия в условиях сухого трения. Кроме того, значительное количество боридов и карбидов охрупчивает покрытие при эксплуатации.

Задача, решаемая изобретением, - повышение эксплуатационных характеристик при сухом трении и трении со смазкой.

Поставленная задача решается тем, что состав обмазки для лазерного легирования самофлюсующихся сплавов на основе железа, включающий карбид бора, дополнительно содержит борид тантала и диборид молибдена при следующем соотношении компонентов, мас. %:

карбид бора	45-55
борид тантала	10-15
диборид молибдена	35-40.

Карбид бора увеличивает твердость и износостойкость. Введение диборида молибдена уменьшает коэффициент трения для покрытий, работающих в условиях трения со смазкой. Дополнительно вводимый в состав обмазки борид тантала служит как модификатор для измельчения зерна.

Соотношение компонентов выбрано таким, чтобы максимально удовлетворить указанным целям.

Введение в состав обмазки карбида бора ниже 45 % ведет к уменьшению твердости покрытий, что приводит к уменьшению износостойкости.

Введение в состав обмазки карбида бора выше 55 % приводит к увеличению пористости, повышению хрупкости покрытий, ведущей к уменьшению адгезионной прочности и уменьшению износостойкости в условиях сухого трения.

Уменьшение содержания борида тантала ниже 10 % ведет к увеличению зерна и, следовательно, к ухудшению износостойкости.

При увеличении выше 15 % борида тантала приводит к выгоранию обмазки и уменьшению адгезионной прочности и величины износа.

Уменьшение в обмазке количества диборида молибдена ниже 35 % ведет к уменьшению износостойкости получаемого покрытия при трении со смазкой.

Увеличение диборида молибдена свыше 40 %, приводит к уменьшению адгезионной прочности.

Пример. Для испытаний в условиях сухого трения использовали образцы сечением 10×10 и длиной около 30 мм из стали 45, на которые наносили слой самофлюсующегося сплава ПР-Х4Г2Р4С2Ф следующего химического состава (в %): Fe (83,1-87,6), В (3,3-4,3), Cr (3,5-4,5), Si (2,0-2,5), Mn (2,0-2,5), С (1,0-1,2), V (0,5-0,9), Al (0,05-0,5), Cu (0,05-0,5). Порошок смешивали с клеевой связкой (3 % клея "АГО" в ацетоне) и наносили на подготовленную поверхность кисточкой. Толщина слоя составляла 0,6 мм.

На аналитических весах взвешивали аморфный бор, карбид бора, борид тантала и диборид молибдена в заявляемых количествах (составы приведены в таблице) и перемешивали. Затем добавляли воду до получения сметанообразной консистенции.

На клеевое покрытие наносили с помощью кисточки слой модифицирующей обмазки толщиной 0,1 мм. Толщину замеряли толщиномером МТ-40НЦ. После высыхания поверхность сплава вместе с обмазкой оплавливали лазерным излучением с целью получения единого фазового состава и заданных свойств по всей толщине покрытия. Оплавление осуществляли на лазерной установке непрерывного действия "Комета-2" мощностью

ВУ 9861 С1 2007.10.30

$N = 1,5$ кВт; лазерную обработку можно проводить на воздухе, без создания специальной атмосферы. Режимы обработки: плотность мощности $3,33 \cdot 10^9$ Вт/м², скорость перемещения луча 100 мм/мин.

Исследования пористости проводили металлографическим методом на микроскопе "Polyvar" фирмы "Reichert" при увеличении X 200 с полуавтоматическим анализатором изображения "МОР-АМОЗ" на поперечных нетравленных шлифах и на поверхности.

Исследования износостойкости проводили на машине трения МТ-1, предназначенной для ускоренных сравнительных испытаний материалов на износ по известной методике в условиях сухого трения. Испытания проводили при следующих режимах: $P = 5$ МПа, $V = 2,3$ м/с, время испытаний 3 ч, контртело - сталь 45 после закалки. Оценку величины износа проводили на лупе Бринелля по глубине вытертой канавки.

Для испытаний износостойкости при трении со смазкой использовали образцы из стали 45 цилиндрической формы диаметром 30 мм, на периферийную поверхность которых наносили покрытия и обмазки, аналогично указанным при исследованиях в условиях сухого трения.

Проводили испытания на машине 2070 СМТ-1, на которой реализована схема трения диск-колодка по известной методике в условиях трения со смазкой. Покрытия испытывались при следующих режимах: $P = 15$ МПа, $V = 6$ м/с, время испытаний 3 ч, среда - масло Индустриальное 20, контртело - сталь 45 после закалки. Оценку величины износа проводили на профилографе-профилометре модели 252 от искусственной базы, которой служила предварительно проточенная канавка.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице.

Состав обмазки, мас. %			Пористость, %	Адгезионная прочность, МПа	Величина износа при сухом трении, мкм	Величина износа при трении со смазкой, мкм
карбид бора	борид тантала	диборид молибдена				
50	10	40	5-7	120	17	7
45	10	45	10-12	70	20	10
60	10	30	15-17	40	19	12
45	20	35	12-14	110	23	15
55	5	40	8-9	80	22	10
Прототип			18-20	30	25	11

Таким образом, из приведенного примера видно, что использование обмазки предлагаемого состава для лазерного легирования самофлюсующегося сплава ПР-Х4Г2Р4С2Ф позволяет уменьшить износ покрытий в 1,3 раза.

Источники информации:

1. SU 1492596, МПК В 23К 26/00 // Бюл. № 33. - 1995.
2. Девойно О.Г. Технология формирования износостойких поверхностей лазерным легированием. - УП "Технопринт", 2001. - 180 с. - С. 31.