

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) ВУ⁽¹¹⁾ 1411

(13) С1

(51)⁶ В23К 35/02,
В23К 35/30

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54) СОСТАВ ПОРОШКА ДЛЯ НАПЛАВКИ

(21) Номер заявки: 1920
(22) 16.05.1994
(46) 16.12.1996
(71) Заявитель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

(72) Авторы: Пантелеенко Ф.И., Константинов В.М., Снарский А.С. (ВУ)
(73) Патентообладатель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

(57)

Состав порошка для наплавки, включающий ядро и боросодержащую диффузную оболочку, отличающийся тем, что ядро каждой частицы порошка представляет собой сталь 45 при следующем соотношении компонентов, мас. %:

В	2,5 - 6,5
Сталь 45	остальное

(56)

1. Основные виды продукции Торезского завода наплавочных твердых сплавов. - Донецк.: Облполиграфиздат, 1987.

2. Порошки металлические для защитных покрытий. Каталог. Тула, 1986.

3. А.с. СССР 1633657 МКИ В23К 35/36, 1989 (прототип).

Изобретение относится к порошковой металлургии, в частности к порошковым наплавочным материалам, и может быть использовано для получения защитных покрытий с высокой износостойкостью и ударной вязкостью и хорошей обрабатываемостью.

Известны порошковые материалы для наплавки на основе железа ФБХ-6-2 (тип 400Х30Г4Р1С ГОСТ 11547-75), выпускаемые Торезским заводом наплавочных твердых сплавов [1], имеющие следующий химический состав (% мас):

С	3,5...5,5
Cr	28...37
Si	1...2,5
В	1,3...2,2
Mn	2,5...5,6

С	не более 0,4
Р	не более 0,3
Fe	остальное

Данная механическая смесь предназначена для получения покрытий, стойких в условиях абразивного изнашивания. Твердость наплавленных покрытий не менее 53 НРС. Недостатком данных покрытий является низкая ударная вязкость, вызванная сегрегацией компонентов в процессе наплавки.

Хорошо зарекомендовал себя как материал для создания износостойких наплавленных покрытий порошок ПР-10Р6М5 (ТУ 14-1-3851-84) производства НПО "Тулачермет" [2], имеющий следующий химический состав (% мас.):

С	0,96...1,05
---	-------------

ВУ 1411 С1

Cr	3,8...4,4
W	6,0...7,0
Mo	5,0...5,5
V	1,7...2,1
Si	не более 0,5
Mn	не более 0,4
Ni	не более 0,4

Материал представляет собой порошок с равномерно распределенными по сечению каждой частицы порошка легирующими элементами. Покрытия из него однородны и имеют как высокую твердость (58 HRC), так и высокую износостойкость, но ударная вязкость покрытий очень низкая из-за малой пластичности легированного мартенсита. Также материал обладает плохой наплавляемостью и высокой склонностью к растрескиванию.

Наиболее близок по техническому решению к заявляемому находится состав порошка для наплавки [3]. Он состоит из ядра сплава ПР-10Р6М5 и борсодержащей оболочки, которую имеет каждая частица порошка, при следующем соотношении компонентов (% мас.) :

В	2...12
ПР-10Р6М5	остальное

Благодаря наличию данной оболочки покрытие получается гетерогенным: твердые боридные включения FeB, Fe₂B (микротвердость 17000...23000 МПа) находятся в более мягкой матрице (микротвердость 6000...8000 МПа). Покрытия получают высокотвердыми (до 1300 HV) и износостойкими. Но испытания на ударную вязкость свидетельствуют о низкой пластичности последних. Это вызвано относительно высокой твердостью матрицы (до 800 HV) и обусловлено особенностями протекающих процессов.

В результате ХТО все легирующие элементы, содержащиеся в порошке, оттесняются к центру порошинки, образуя ядро, концентрация легирующих элементов в котором значительно превышает их содержание в исходном порошке. Этот недостаток переносится и на покрытие. Высокотвердые включения в покрытии находятся в твердой и малопластичной матрице, представляющей собой высоколегированный феррит или мартенсит.

Покрытия из этого материала относятся к труднообрабатываемым из-за высокой твердости (900...1300 HV). В связи с этим их обработку возможно проводить лишь абразивным инструментом повышенной твердости, а, следовательно, и стоимости: например, алмазным или на основе карбида кремния зеленого.

Кроме того, данный порошковый материал имеет узкий диапазон возможных методов нанесения покрытий. Их использование затруднено для методов, сопровождающихся быстрым охлаждением получаемого покрытия, в частности, для лазерной наплавки. Это связано с

наличием в них легирующих элементов (W, Cr, V и др.), которые понижают критическую скорость закалки и в большинстве случаев покрытие, получаемое указанными выше методами, имеет малую адгезию, очень хрупкое и с большой склонностью к трещинам вследствие образования высоколегированного мартенсита закалки.

Все вышеперечисленные материалы имеют еще один существенный недостаток: из-за присутствия в них таких химических элементов как хрома, вольфрама, молибдена и др. они достаточно дорогостоящие.

Сущность изобретения состоит в том, что порошок содержит ядро и борсодержащую диффузионную оболочку, отличающийся тем, что ядро каждой частицы порошка состоит из стали 45, при следующем соотношении компонентов состава порошка, мас. % :

В	2,5...6,5
Сталь 45	остальное.

Порошок ПР-сталь 45 имеет следующий хим.состав [2] (ТУ 14-1-3551-84), мас. % :

С	0,4...0,5
Si	0,1...0,4
Mn	0,4...0,8
Fe	остальное.

Из-за отсутствия в составе заявляемого порошка карбидообразующих упрочняющих элементов, таких как Cr, W, V, Mo - избыточного упрочнения матрицы не происходит. Покрытие получается достаточно оптимальным: твердые включения в виде боридов FeB и Fe₂B (микротвердость 7000 - 23000 МПа) в пластичной ферритной матрице (микротвердость 3000 - 6000 МПа). Высокой пластичностью ферритной матрицы и определяется высокая ударная вязкость наплавленных покрытий из заявляемого материала.

Проведенный анализ по стоимости заявляемого материала и сравнение его с прототипом, показывает, что отличается лишь стоимость исходного материала для получения порошка. В качестве исходного материала в прототипе использована высоколегированная сталь Р6М5, усредненная цена которой (по данным прейскуранта N 01-08 1980 г.) - 3300 руб/т. А в качестве исходного материала в заявляемом варианте использована сталь 45, цена которой (по тем же данным) - 160 руб/т. Ввиду того, что качественное соотношение цен сохранилось, можно сказать, что заявляемый порошок дешевле прототипа в 20 раз.

Из-за отсутствия в хим. составе заявляемого порошка таких легирующих элементов как W, Cr, V - повышается по сравнению с прототипом критическая скорость закалки и покрытия получают стабильными без пор и трещин с высокой адгезией к подложке даже при лазерной наплавке, вследствие более высокой веро-

ятности образования ферритной матрицы, нежеле мартенситной. Таким образом, заявляемый порошок имеет более широкий диапазон возможных методов нанесения покрытий, чем прототип.

В связи с наличием более пластичной и мягкой чем у прототипа матрицы, покрытия из заявляемого материала хорошо обрабатываются менее твердыми абразивными материалами, например, электрокорундом.

Сущность заявляемого изобретения поясняется примерами (1-16), результаты которых представлены в таблице 1.

Порошки заявляемого состава и прототипа получали методом диффузионного легирования бором [3]. Нанесение покрытий осуществляли газотермической наплавкой с использованием горелки ГН-2 производства Кировоканского завода "Автогенмаш". Количество исследованных образцов в каждом примере - 5. Структуру наплавленных покрытий изучали на металлографическом микроскопе МИМ-7. Химический состав порошков и покрытий определяли на газоанализаторе АН-75-29 и титрометрическим методом.

Твердость покрытий определяли на приборе ИТ 5010-10 в соответствии с ГОСТ 2999-75. Микротвердость на приборе ПМТ-3 в соответствии с ГОСТ 9450-76. Для испытаний на ударную вязкость наплавку проводили на стандартные образцы с надрезом из стали 45 (ГОСТ 9454-60). Наплавку производили на плоскость, противоположную надрезу. Дальнейшие испытания проводились на маятниковом копре МК-30А, позволяющим определить работу, затраченную на разрушение образца. При этом определялась удельная работа разрушения КСУ, которая и называется ударной вязкостью. Определяли ударную вязкость эталона:

$$КСУ_{эт} = A/F \text{ [Дж/см}^2\text{]}, \text{ где}$$

A - общая работа разрушения образца в Дж,
F - площадь поперечного сечения образца.

В качестве эталона - стандартные образцы с надрезом из стали 45.

Затем определяли условную ударную вязкость наплавленного слоя из прототипа и заявляемого порошка:

$$КСУ_{усл} = A/F_n \text{ [Дж/см}^2\text{]}$$

A - общая работа разрушения всего образца.
F_n - площадь поперечного сечения наплавленного слоя на образце.

В заключение определяли относительную ударную вязкость:

$$КСУ_{отн} = КСУ_{усл}/КСУ_{эт}.$$

После испытаний изучался характер излома образцов визуально и с помощью микроскопа МРВ-2.

Испытания износостойкости при трении скольжения проводили на модернизированной

установке СМЦ-2 по методу Шкода-Савина. Износ оценивали по объему лунки, образовавшейся на образце вследствие трения по нему контр. тела. Объем лунки определяли с помощью инструментального микроскопа МРВ-2. Относительную износостойкость определяли по формуле:

$$E_{отн} = V_э/V_i, \text{ где}$$

V_э - объем лунки на эталонном образце, мм³.

10 V_i - объем лунки на наплавленном образце, мм³.

В качестве эталонного - образец из отожженной стали 45.

15 Все полученные результаты подвергали обработке и использованием аппарата математической статистики.

Обрабатываемость наплавов из прототипа и заявляемого материала изучалась методом абразивной обработки на плоскошлифовальном станке с использованием кругов на основе электрокорунда и карбида кремния зеленого, с последующим визуальным контролем как во время работы за поведением материала круга, так и за качеством обработанной поверхности.

25 Результаты проведенных испытаний сведены в таблицу. Из данных, приведенных в таблице, видно, что ударная вязкость разработанного материала выше почти в 2 раза чем прототипа по всему заявляемому диапазону. По износостойкости покрытия из заявляемого порошка и прототипа находятся на одном уровне в диапазоне по содержанию бора от 2,5 до 6,5 (% мас.). Так же видно, что при введении менее 2,5% бора заявляемое покрытие имеет низкую износостойкость (пример 10) при сохранении высокой ударной вязкости. Это объясняется недостаточностью образующихся в покрытии избыточных боридных фаз, которые и делают покрытие износостойким. А введение более 6,5% бора ведет к снижению как износостой-

40 кости так и ударной вязкости (пример 15). Это объясняется образованием большого количества высокотвердых и хрупких боридных фаз и образованием на поверхности наплавки почти сплошного слоя боридов, избыток которых понижает как ударную вязкость так и износостойкость покрытий. Это подтверждается и анализом изломов после испытаний на ударную вязкость. Излом покрытий из заявляемого порошка при введении более 6,5% бора получается преобладающе хрупким, тогда как в заявляемом диапазоне (2,5 - 6,5% В) излом более вязкий. Излом покрытий из прототипа во всем диапазоне носит явно хрупкий характер.

45 Излом покрытий из заявляемого порошка при введении более 6,5% бора получается преобладающе хрупким, тогда как в заявляемом диапазоне (2,5 - 6,5% В) излом более вязкий. Излом покрытий из прототипа во всем диапазоне носит явно хрупкий характер.

55 Из данных таблицы видно, что твердость покрытий из заявляемого порошка в заявляемом диапазоне около 600 НV, т.е. по этому показателю покрытия сходны с закаленными конструкционными сталями. Абразивную об-

60

работку которых проводят электрокорундом, который имеет меньшую твердость, а, следовательно, и меньшую стоимость, чем инструмент из карбида кремния зеленого и алмаза синтетического. Проведенные эксперименты показали хорошую обрабатываемость покрытий из заявляемого порошка абразивным ин-

струментом из электрокорунда зернистостью 16 и твердостью С1. Покрытия из прототипа удовлетворительно обрабатывались лишь абразивным инструментом на основе карбида кремния зеленого зернистостью 16 и твердостью СМ1.

№п/п	Состав ядра	Химический состав порошка, %мас.		Свойства наплавленного покрытия		
		ядро	В	Твердость, HV	Относительная ударная вязкость, $KCU_{отн}$	Относительная износостойкость $E_{отн}$
1	П 10P6M5	99,00	1,00	1150±80	3,50±1,21	3,31±0,21
2	Р 10P6M5	98,09	1,91	1137±130	3,65±0,92	3,51±0,94
3	О 10P6M5	97,50	2,50	1178±100	3,06±0,85	3,15±0,61
4	Т 10P6M5	96,48	3,52	1173±140	3,52±0,63	3,03±0,51
5	О 10P6M5	95,17	4,83	1167±160	3,83±1,22	2,51±0,49
6	Т 10P6M5	94,39	5,61	1275±85	2,98±0,57	4,27±0,16
7	И 10P6M5	93,00	7,00	1305±260	2,85±0,52	3,95±0,73
8	П 10P6M5	92,22	7,78	1295±290	2,33±0,62	3,21±0,82
9	З сталь45	99,60	0,40	336±48	6,90±0,52	2,19±0,28
10	А Я сталь45	98,50	1,50	371±40	6,92±0,72	1,95±0,17
11	В Л сталь45	97,50	2,50	613±25	6,81±0,8	2,98±0,31
12	Я Е сталь45	96,92	3,08	635±110	6,54±1,12	2,64±0,35
13	М Ы сталь45	95,24	4,76	553±132	5,22±1,32	2,93±0,47
14	Й С сталь45	93,50	6,50	610±98	4,58±1,4	4,68±0,61
15	О С сталь45	93,00	7,00	589±120	3,75±0,12	2,68±0,52
16	Т А сталь45	92,19	7,81	612±138	3,12±1,21	2,41±0,63
	В					

Составитель Л.М.Новикова
Редакторы В.Н. Позняк
Корректор Т.Н. Никитина

Заказ 1723 Тираж 20 экз.
Государственное патентное ведомство Республики Беларусь.
220072, г. Минск, проспект Ф. Скорины, 66.