

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 21117

(13) С1

(46) 2017.06.30

(51) МПК

C 22F 7/00 (2006.01)

C 23C 24/06 (2006.01)

(54)

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО АНТИФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

(21) Номер заявки: а 20131086

(22) 2013.09.17

(43) 2015.04.30

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

(72) Авторы: Белявин Климентий Евгеньевич; Дьячкова Лариса Николаевна; Белый Алексей Николаевич (ВУ)

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

(56) RU 2208660 С1, 2003.

ВУ 11483 С1, 2008.

RU 2277998 С1, 2006.

RU 2283897 С1, 2006.

(57)

Способ получения композиционного антифрикционного материала, включающий нанесение на стальную основу антифрикционного слоя в виде порошка бронзы, спекание при температуре 780-800 °С и прокатку, отличающийся тем, что перед нанесением антифрикционного слоя на стальную основу прокаткой наносят рифление в виде сетки с глубиной насечки, равной  $3,23d$ , где  $d$  - размер частиц порошка бронзы, и углом наклона насечки 50-70°, а стальную основу с антифрикционным слоем прокатывают со степенью обжатия 30-50 %.

Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности к способам изготовления композиционных антифрикционных материалов, состоящих из стальной основы и антифрикционного порошкового слоя.

Известен способ получения слоистого материала [1], включающий предварительное бронзирование пластины из низкоуглеродистой стали, припекание бронзо-латунной сетки в герметичном контейнере, заполнение пор припеченной сетки фторопластовой композицией и ее дальнейшее спекание. Предварительное бронзирование пластин из низкоуглеродистой стали осуществляют припеканием и оплавлением порошка бронзы. Заполнение пор сетки осуществляют впрессовыванием порошковой шихты, содержащей фторопласт-4 и свинец, после чего производят алюминирование незащищенной фторопластовой композиции поверхности пластины путем нанесения слоя алюминиевой пудры через слой фосфорной кислоты. Спекание осуществляют на воздухе под давлением, создаваемым расширением фторопласта-4.

Однако данный способ не обеспечивает необходимой износостойкости материала из-за наличия мягкого фторопласта, а также является достаточно сложным, многооперационным, соответственно, дорогостоящим.

Известен способ алитирования стальных деталей [2], включающий зачистку поверхности полосы для получения чистой металлической поверхности, свободной от окалины и

## ВУ 21117 С1 2017.06.30

оксидов железа, нанесение пастообразного состава, содержащего порошок алюминия и пастообразный носитель на основе органического полимера или суспензии алюминиевого порошка, сушку, прокатку с обжатием и спекание.

Недостатком данного способа является то, что он не позволяет получить равномерные тонкий слой из паст и суспензий, что снижает антифрикционные свойства материала, и является трудоемким.

В качестве прототипа выбран способ покрытия стальной полосы антифрикционной порошковой смесью [3], при этом плакированную алюминием стальную основу подогревают в предочаговой зоне до температуры 523-553 °К, прокатывают совместно с антифрикционной порошковой смесью с вытяжкой 1,25-1,5 и одновременным допеканием при  $T = 703-753$  °К методом пропускания через полосу электрического тока, направленного от валка к валку.

Недостатком прототипа является то, что вследствие зависимости температуры разогрева слоя от его толщины и исходной пористости невозможно получить однородный антифрикционный слой как по пористости, так и структуре, что вызывает снижение его триботехнических свойств, и требуется применение специального приспособления для подвода электрического тока к валкам, необходимого для припекания антифрикционного слоя к стальной полосе. Кроме того, такой процесс припекания антифрикционного слоя не обеспечивает возможность контроля параметров антифрикционного слоя перед прокаткой и не обеспечивает равномерного припекания слоя к стальной полосе, что не позволяет получить необходимые прочностные и триботехнические свойства композиционного материала.

Задача, которую решает предлагаемое изобретение, заключается в повышении триботехнических и прочностных свойств антифрикционного материала.

Поставленная задача достигается тем, что в способе получения композиционного антифрикционного материала, включающем нанесение на стальную основу антифрикционного слоя в виде порошка бронзы, его спекание при температуре 780-800 °С и прокатку, перед нанесением антифрикционного слоя на стальную основу прокаткой наносят рифление в виде сетки с глубиной насечки, равной  $3,23d$ , где  $d$  - размер частиц порошка антифрикционного слоя, и углом наклона насечки 50-70°, а стальную основу с антифрикционным слоем прокатывают со степенью обжатия 30-50 %.

Предварительное нанесение рифления на стальную полосу обеспечивает большую площадь контакта стальной основы с порошковым антифрикционным слоем, что приводит к повышению прочности сцепления порошкового антифрикционного слоя со стальной основой.

Глубина насечки рифления, равная  $(3,20-3,25)d$ , и угол наклона насечки 50-70° позволяют получать оптимальное заполнение порошком антифрикционного слоя формы сетки рифления, обеспечивая тем самым высокую прочность сцепления антифрикционного слоя со стальной основой.

Уменьшение глубины насечки менее  $3,20d$  приводит к снижению количества слоев частиц порошка антифрикционного слоя в насечке, что ухудшает прочность сцепления антифрикционного слоя со стальной основой, увеличение глубины насечки более  $3,25d$  вызывает уменьшение сечения стальной основы, соответственно ее прочности. Угол насечки менее 50° не обеспечивает заполнение в насечке необходимого количества слоев частиц порошка антифрикционного слоя, а более 70° уменьшает площадь контакта частиц порошка антифрикционного слоя со стальной основой из-за увеличения пористости, что в целом вызывает снижение прочности сцепления антифрикционного слоя со стальной основой.

Обжатие при прокатке со степенью 30-50 % позволяет получить пористость антифрикционного слоя 12-15 %, обеспечивающую максимальные триботехнические свойства за счет оптимального заполнения смазкой пористого антифрикционного слоя. Обжатие со степенью менее 30 % приводит к увеличению пористости антифрикционного слоя, соответственно снижению его износостойкости, обжатие со степенью более 50 % приводит к

# ВУ 21117 С1 2017.06.30

уменьшению пористости, что не позволяет получать необходимого заполнения антифрикционного слоя смазкой и вызывает повышение коэффициента трения антифрикционного слоя.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется в примерах.

## Примеры.

Стальную пластину (Ст3) толщиной 1,5 мм подвергали прокатке на рифленых валках с глубиной насечки 1,50d, 2,37d, 3,23d, 4,10d, 4,96d, с углом насечки 40, 50, 60, 70, 80°.

С помощью специального приспособления на рифленую стальную пластину наносили порошок бронзы БрОФ 10-1 дисперсностью 0,4-0,63 мм, получая толщину слоя 2 мм, после чего проводили спекание в защитно-восстановительной атмосфере эндогаза при температуре 780-800 °С.

Уменьшение температуры спекания менее 780 °С приводит к снижению интенсивности взаимодействия порошка и стальной основы, что ухудшает прочность сцепления антифрикционного слоя со стальной основой, увеличение температуры спекания более 800 °С вызывает оплавление антифрикционного слоя, соответственно снижая его способность аккумулировать смазочный материал.

После спекания пластину с антифрикционным порошковым слоем подвергали прокатке на прокатном стане Kalmag (диаметр бочки валков - 200 мм, скорость вращения - 3 об/мин) со степенью деформации 20, 30, 40, 50, 60 %.

Полученную после прокатки пластину с антифрикционным слоем подвергали испытанию на трение на установке КФТТ01.

Свойства приведены в таблице.

№ п/п	Глубина рифления, мм	Угол рифления, градус	Степень деформации, %	Пористость антифрикционного слоя, %	Прочность сцепления антифрикционного слоя со стальной основой, МПа	Коэффициент трения	Износ антифрикционного слоя, мкм/км
1	0,75	40	20	26	62	0,041	0,81
2	1,19	50	30	18	74	0,037	0,80
3	1,62	60	40	14	81	0,029	0,75
4	2,05	70	50	6	80	0,033	0,82
5	2,48	80	60	2	81	0,036	0,83
Способ-прототип	-	-	60	2	71	0,037	0,83

Таким образом, предлагаемый способ позволяет получить композиционный антифрикционный материал с повышенной адгезионной прочностью антифрикционного слоя к стальной основе, с меньшим коэффициентом трения и большей износостойкостью.

Источники информации:

1. RU 2277997, МПК В 22F 7/04, 2006.
2. А. с. СССР 707990, МПК С 23С 9/02, 1980.
3. RU 2208660, МПК С 23С 24/06, 2003.