

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **026985**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.06.30

(21) Номер заявки
201500474

(22) Дата подачи заявки
2015.04.07

(51) Int. Cl. **B22F 7/04** (2006.01)
C23C 24/06 (2006.01)
B32B 15/16 (2006.01)
B32B 15/01 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО ДВУХСЛОЙНОГО
АНТИФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

(43) **2016.10.31**

(96) **2015/ЕА/0058 (ВУ) 2015.04.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ВУ)**

(56) RU-C1-2277997
RU-C1-2060300
SU-A1-1586878
CN-A-102528048
US-B2-7749428

(72) Изобретатель:
**Белый Алексей Николаевич, Белявин
Климентий Евгеньевич, Дьячкова
Лариса Николаевна, Леванцевич
Михаил Александрович (ВУ)**

(57) Изобретение относится к области порошковой металлургии, в частности к способам получения композиционных двухслойных антифрикционных материалов, состоящих из стальной основы и антифрикционного порошкового слоя. Способ получения композиционного двухслойного антифрикционного материала, включающий нанесение подслоя и антифрикционного слоя из бронзы на стальную основу, его спекание, бронзовый подслой толщиной 7-9 мкм на стальную основу наносят металлизацией металлическим ворсом вращающейся щетки, скользящей по поверхности бруска из бронзы, отжигают его в защитно-восстановительной атмосфере при температуре 730-850°C, антифрикционный слой наносят свободной насыпкой, спеченный двухслойный композиционный материал прокатывают при комнатной температуре со степенью обжатия 30-50% для получения пористости антифрикционного слоя 12-17%. Предлагаемое техническое решение позволяет повысить адгезионную прочность антифрикционного слоя к стальной основе в 1,54 раз, износостойкость в 1,13 раз, снизить коэффициент трения в 1,34 раз.

B1

026985

026985

B1

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

Известен способ получения двухслойного материала из стальной полосы и антифрикционной порошковой смеси прокаткой [1], при этом плакированную алюминием стальную полосу 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, и охлаждают со скоростью не менее 100-120 град/с. Однако при таком способе припекания, 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. Кроме того, требуется применение специального приспособления для подвода электрического тока к валкам, необходимого для припекания антифрикционного слоя к стальной полосе. Также такой процесс припекания 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.

Известен способ изготовления композиционного двухслойного антифрикционного материала, включающий зачистку поверхности стальной ленты, электролитическое покрытие поверхности слоем меди, нанесение на стальную ленту слоя сферических частиц бронзы с последующим их спеканием [2]. Недостатком данного способа является низкая адгезия сформированного композиционного слоя к поверхности стального листа вследствие наводороживания поверхности основы при гальваническом осаждении слоя меди и возникновения внутренних остаточных напряжений, способствующих образованию микротрещин в медном покрытии и отслоению антифрикционного слоя от стальной основы.

Наиболее близким по технической сущности является способ получения двухслойного антифрикционного материала, включающий предварительное бронзирование пластины из низкоуглеродистой стали, нанесение бронзолатунной сетки в герметичном контейнере и ее дальнейшее спекание [3]. Порошок бронзы для бронирования пластин получают путем нагрева смеси порошка меди и олова в угольной засыпке в герметичном контейнере. Предварительное бронзирование пластин из низкоуглеродистой стали осуществляют припеканием и оплавлением полученного порошка бронзы. Спекание осуществляют на воздухе под давлением. Однако адгезионная прочность такого подслоя невысокая из-за возможного наличия в бронзовом подслое углерода в виде сажи или графита, которые остаются в порошке при получении и которые приводят к неплотности подслоя; наличия загрязнений вследствие отсутствия операции очистки поверхности стальной пластины перед нанесением подслоя; получения неравномерного по толщине подслоя, поскольку способ не обеспечивает возможности регулирования толщины бронзового подслоя при плавлении.

Техническая задача, которую решает предлагаемое изобретение, заключается в получении композиционного двухслойного антифрикционного материала с повышенными адгезионной прочностью бронзового антифрикционного слоя к стальной пластине и триботехническими свойствами.

Поставленная техническая задача достигается тем, что в способе получения композиционного двухслойного антифрикционного материала, включающем нанесение подслоя и антифрикционного слоя из бронзы на стальную основу, его спекание, бронзовый подслоя толщиной 7-9 мкм на стальную основу наносят металлизацией металлическим ворсом вращающейся щетки, скользящей по поверхности бруска из бронзы, отжигают его в защитно-восстановительной атмосфере при температуре 730-850°C, антифрикционный слой наносят свободной насыпкой, спеченный двухслойный композиционный материал прокатывают при комнатной температуре со степенью обжатия 30-50% для получения пористости антифрикционного слоя 12-17%.

Предварительное нанесение на стальную основу металлическим ворсом вращающейся щетки подслоя бронзы толщиной 7-9 мкм и последующий его отжиг обеспечивает высокую адгезию подслоя к стальной основе, так как в процессе взаимодействия ворса щетки с поверхностью детали, за счет удара ворса и его скольжения по поверхности на площадках контакта возникают мгновенные температуры до 1000-1300°C, которые обеспечивают взаимную диффузию атомов меди и железа в стальной пластине и внутренние напряжения, возникающие при пластической деформации, которые также способствуют активации диффузионных процессов. Кроме того, при данном способе в начале обработки щетками происходит очистка поверхности стальной пластины от оксидных пленок и загрязнений, срезание микронеровностей.

В процессе обработки ворсинка щетки с микрочастицами бронзы, подходя к покрываемой поверхности, ударяют по ней и размазывают по поверхности стальной пластины микрочастицы бронзы, вследствие чего образуются мостики схватывания между стальной пластиной бронзой.

Отжиг в защитно-восстановительной атмосфере при температуре 730-850°C обеспечивает необходимую адгезионную прочность. Отжиг при температуре менее 730°C приводит к снижению адгезионной прочности вследствие замедления диффузионных процессов, при температуре более 850°C приводит к растравливанию и появлению диффузионной пористости в поверхностном слое стальной пластины из-за

ускорения диффузии атомов железа в медь [4].

Обжатие при прокатке со степенью 30-50% позволяет получить пористость антифрикционного слоя 12-17%, обеспечивающую максимальные триботехнические свойства за счет оптимального заполнения смазкой пористого антифрикционного слоя. Обжатие со степенью менее 30% приводит к увеличению пористости антифрикционного слоя до 20-25%, соответственно снижению его износостойкости, обжатие со степенью более 50% приводит к уменьшению пористости до 5-10%, что не позволяет получать необходимого заполнения антифрикционного слоя смазкой и вызывает повышение коэффициента трения антифрикционного слоя.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется в примерах.

Примеры

На стальной пластине из стали Ст3 толщиной 1,5 мм металлическим ворсом вращающейся щетки формировали подслоя бронзы марки БрО10Ф1 толщиной 7-9 мкм, отжигали пластину с подслоем в защитно-восстановительной атмосфере при температуре 600, 700, 800, 850, 900°C, в течение 30 мин. Затем с помощью специальной приспособления на стальную основу свободной насыпкой наносили антифрикционный слой порошка бронзы БрО10Ф1 дисперсностью 0,4-0,63 мм толщиной 2 мм, спекали двухслойную пластину в защитно-восстановительной атмосфере при температуре 800-820°C в течение 50 мин. После спекания пластину с антифрикционным порошковым слоем прокатывали на прокатном стане Kalmag со степенью деформации 20, 30, 40, 50, 60% для получения пористости антифрикционного слоя 10, 12, 15, 17, 20%, которую оценивали металлографическим методом на шлифе с предварительной пропиткой эпоксидной смолой.

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

Оценка прочности сцепления слоев композиционного двухслойного антифрикционного материала производилась на срез, для чего образец устанавливали в пресс-форму между плоскими плитами таким образом, чтобы антифрикционный слой опирался на одну из них, и производили деформацию сжатием.

Свойства полученного двухслойного антифрикционного материала приведены в таблице.

Таблица

№ п/п	Температура отжига, °С	Степень деформации при прокатке, %	Пористость антифрикционного слоя, %	Прочность сцепления антифрикционного слоя со стальной основой, МПа	Коэффициент трения	Износ антифрикционного слоя, мкм/км
1	600	20	20	67	0,041	0,81
2	700	30	17	79	0,037	0,80
3	800	40	15	86	0,029	0,75
4	900	50	12	85	0,033	0,77
5	1000	60	10	85	0,036	0,79
По способу-прототипу	-	60	25	56	0,039	0,85

Таким образом, предлагаемый способ позволяет получить двухслойный композиционный антифрикционный материал с повышенной в 1,54 раз адгезионной прочностью антифрикционного слоя к стальной основе, в 1,13 раз износостойкостью и в 1,34 раз меньшим коэффициентом трения.

Источники информации:

1) Патент RU 2208660 C1 C23C 24/06 Способ покрытия стальной полосы антифрикционной порошковой смесью/Буланов В.Я., Пастухов Э.А., Игнатев И.Э., Концевой Ю.В.; патентообладатель Государственное учреждение Институт металлургии Уральского отделения РАН; заявл. 19.12.2001, опубл. 20.07.2003.

2) Designers' Handbook № 9 (second edition). Pre-lubricated bearings.

3) Патент RU 2277997 C1 B22F 7/04 Способ получения комбинированного металлофторопластового материала/ Бузник В.М. (RU), Корнопольцев В.Н. (RU), Корнопольцев Н.Ва. (RU), Могнонов Д.М. (RU), Рогов В.Е. (RU); патентообладатели Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (БИП СО РАН) (RU), Институт катализа Сибирского отделения Российской академии наук (ИК СО РАН) (RU); заявл. 21.10.2004, опубл. 20.06.2006.

4) Савицкий А.П. Жидкофазное спекание систем с взаимодействующими компонентами/Савицкий А.П. - Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991, 181 с.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ получения композиционного двухслойного антифрикционного материала, включающий нанесение подслоя и антифрикционного слоя из бронзы на стальную основу, его спекание, отличающийся тем, что бронзовый подслой толщиной 7-9 мкм на стальную основу наносят металлизацией металлическим ворсом вращающейся щетки, скользящей по поверхности бруска из бронзы, отжигают его в защитно-восстановительной атмосфере при температуре 730-850°C, антифрикционный слой наносят свобод-

ной насыпкой, спеченный двухслойный композиционный материал прокатывают при комнатной температуре со степенью обжатия 30-50% для получения пористости антифрикционного слоя 12-17%.

