

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7234

(13) С1

(46) 2005.09.30

(51)⁷ С 23С 4/02

(54) СПОСОБ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

(21) Номер заявки: а 20010583

(22) 2001.07.05

(43) 2003.03.30

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

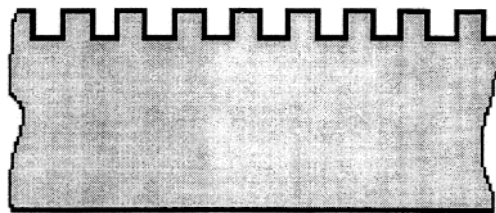
(72) Авторы: Шамшур Александр Семенович; Мишкина Марина Анатольевна; Еженков Григорий Григорьевич; Ильющенко Татьяна Александровна (ВУ)

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

(56) SU 1738867 А1, 1992.
RU 2068025 С1, 1996.
US 4707313 А, 1987.
GB 2272453 А, 1994.

(57)

Способ газотермического напыления покрытий, включающий формирование на покрываемой поверхности канавок, создание высокотемпературного газопорошкового потока и напыление материала покрытия на поверхность, **отличающийся** тем, что формируют канавки со срезанными боковыми поверхностями и деформированным основанием путем скоростного деформирования рифленным пуансоном так, что боковые поверхности канавок перпендикулярны покрываемой поверхности и основанию, а газопорошковый поток подает параллельно боковым поверхностям канавок.



Фиг. 1

Изобретение относится к области нанесения покрытий газотермическим напылением и может быть использовано в машиностроении и других областях промышленности.

Известен способ газотермического напыления покрытий [1], включающий рифление поверхности в виде сотообразных пирамидальных ячеек, вершинам которых придают полусферическую форму, при этом радиус полусферы, вписанной в вершину пирамидального угла, составляет 0,15-0,25 стороны основания правильной пирамиды, и напыление материала покрытия на поверхность.

Недостатком известного способа является то, что не снижается вероятность дефектообразования в виде пор и несплошностей на границе системы покрытие-подложка из-за неоднородности обработки подложки.

Известен способ газотермического напыления покрытий [2] - прототип, включающий формирование на покрываемой поверхности канавок, создание высокотемпературного газопорошкового потока и напыление материала покрытия на поверхность, при этом газопорошковую струю подают на покрываемую поверхность под углом α' так, чтобы проекция оси струи пересекалась с образующими канавок. Форма канавок может быть различной: прямоугольной, типа ласточкиного хвоста, круглой или овальной с заплечиками.

Недостатком прототипа является то, что на покрываемую поверхность газопорошковую струю подают под углом α к образующим канавок, что приводит к неполному их заполнению напыляемым материалом за счет так называемого "теневого эффекта", в результате которого на границе покрытие-подложка образуются пустоты и несплошности, которые значительно снижают прочность сцепления покрытия с подложкой.

Задача, решаемая изобретением, заключается в повышении прочности сцепления покрытия с подложкой путем снижения дефектообразования типа пор и несплошностей на границе системы покрытие-подложка.

Поставленная задача достигается тем, что в способе газотермического напыления покрытий, включающем формирование на покрываемой поверхности канавок, создание высокотемпературного газопорошкового потока и напыление материала покрытия на поверхность, формируют канавки со срезанными боковыми поверхностями и деформированным основанием путем скоростного деформирования рифленным пуансоном так, что боковые поверхности канавок перпендикулярны покрываемой поверхности и основанию, а газопорошковый поток подают параллельно боковым поверхностям канавок.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг. 1 приведен фрагмент покрываемой поверхности с канавками (вид сбоку); на фиг. 2 - то же (вид сверху); на фиг. 3 - фрагмент изделия с нанесенным покрытием.

На представленном чертеже обозначены покрываемая поверхность 1 и напыленное покрытие 2.

Скоростное деформирование осуществляют с помощью пуансона. Глубина канавок h должна соответствовать 0,5-0,7 мм толщины покрытия, а ширина канавок b должна соответствовать $b = kh$, где k - коэффициент заполнения, равный 1,1-1,3. Стенки канавок должны быть перпендикулярны к напыляемой поверхности и основанию. Такой вид скоростного деформирования подложки создает за счет среза боковых поверхностей канавок избыток вакансий, а на основании канавок - избыток дислокаций большой плотности. Приведенная деформация поверхности напыления создает энергетически неуравновешенную фазу по сравнению с глубинными слоями металла. Сжатие и растяжение (срез) одного и того же металла создает электрический потенциал, называемый наведенной термо ЭДС, которая возникает в термопаре одного и того же металла, если одна из ветвей подвергнута тому или иному воздействию. Причем растяжение (срез) вызывает отрицательный электрический потенциал относительно основания, а сжатие - положительный электрический потенциал. Такое распределение электрических потенциалов относительно деформированного основания объясняется тем, что в сжатых областях (основание канавки) создается большая плотность дислокаций, а в растянутых срезах - большая плотность вакансий.

При скоростном деформировании канавок прямоугольной формы рифленным пуансоном с образованием боковых поверхностей и пластически-деформированным основанием канавок создается наибольшая разность наведенной термо ЭДС между стенками и основанием канавки, а следовательно и наибольшая амплитуда круговых термо токов, приводящих за счет выделения джоулевого тепла к перегреву областей стягивания (контакт основание - напыленная частица).

Результирующая наведенная термо ЭДС между стенками и основанием канавки пропорциональна плотности дислокаций U и вакансий U_1 , т.е.

$$E = K_1U + K_2U_1,$$

где K_1 и K_2 - коэффициенты пропорциональности.

Наведенная термо ЭДС как в процессе деформации, так и после нее зависит от скорости деформации. Динамический эффект наведенной остаточной термо ЭДС тем больше, чем больше скорость деформации и ниже температура плавления металла.

При заполнении канавок нагретыми частицами напыленного материала в зоне контакта подложка-покрытие возникают круговые термотоки, приводящие к прогреву областей стягивания (контакт частица-подложка) за счет выделения джоулевого тепла. Дополнительный нагрев контакта частица-подложка значительно увеличивает прочность сцепления покрытия с подложкой за счет аннигиляции дислокаций и вакансий через механизм: источник - дислокации и вакансии, энергоноситель - электроны (электрический ток), приемник энергии - область стягивания (контакт частица-основание).

Пример.

Проводилось нанесение покрытия путем плазменного напыления на алюминиевые пластины сплава АЕ-1 с предварительным формированием на поверхности пластин канавок шириной 1 мм и глубиной 0,5 мм, с шагом канавок 1 мм. Канавки формировались фрезерованием (эталон) и штамповкой рифленным пуансоном на кривошипном прессе. Профиль канавок был прямоугольным.

Напыление пластин проводилось материалом ПР-Н77Х15СЗР2 (зернистостью 60-100 мкм) с помощью плазменной установки "Киев-7", работающей на газозвоздушной смеси на следующих режимах:

- ток дугового разряда - 230 А
- расход сжатого воздуха - 4,8-5,0 м³/г
- расход бутан-пропана - 1,5-2,0 м³/г
- дистанция напыления - 120 мм
- расход порошка - 7 кг/г.

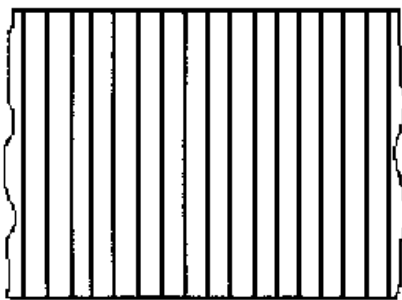
Плотность сцепления покрытия с основой определялась методом нормального отрыва.

Результаты испытаний 10-ти образцов каждой серии показали, что прочность сцепления покрытия с основанием при подготовке поверхности под напыление фрезерованием составляла 23-25 Мпа, а прочность сцепления покрытия с подложкой при подготовке поверхности под напыление скоростным деформированием составила 35-37 Мпа.

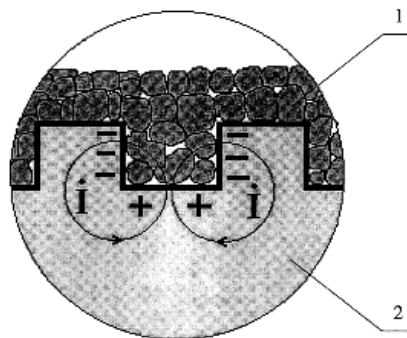
Следовательно, предлагаемый способ газотермического напыления покрытий за счет подготовки поверхности под напыление скоростным деформированием рифленным пуансоном с прямоугольными канавками увеличивает прочность сцепления примерно в 1,5 раза.

Источники информации:

1. А.с. СССР 1779697, МПК С 23С 4/02, 1992.
2. А.с. СССР 1738867, МПК С 23С 4/04, 4/12, 1992.



Фиг. 2



Фиг. 3