

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9936

(13) С1

(46) 2007.10.30

(51) МПК (2006)

С 23С 4/18

(54) СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

(21) Номер заявки: а 20041123

(22) 2004.12.02

(43) 2006.06.30

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

(72) Авторы: Спиридонов Николай Васильевич; Соколов Игорь Олегович; Володько Александр Сергеевич; Баркун Александр Алексеевич (ВУ)

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

(56) SU 1833435 А3, 1993.

ВУ 2560 С1, 1998.

SU 1541305 А1, 1990.

SU 1713975 А1, 1992.

SU 1359337 А1, 1987.

SU 741537 А, 1983.

SU 1816799 А1, 1993.

(57)

Способ упрочнения деталей машин, включающий нанесение газотермического покрытия из самофлюсующегося сплава на основе никеля и оплавление покрытия при температуре, на 15-20 °С превышающей температуру плавления самофлюсующегося сплава, **отличающийся** тем, что оплавление покрытия проводят в расплаве солей, содержащем NaCN, KCl, BaCl₂ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

NaCN	5-10
KCl	15-20
BaCl ₂	остальное.

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к способам упрочняющей технологии изделий, работающих в условиях повышенного износа.

Известен способ обработки газотермических покрытий самофлюсующихся сплавов [1], включающий оплавление при 1020-1040 °С на воздухе и последующее охлаждение, оплавление осуществляют в течение 0,3-2,0 ч, а охлаждение осуществляют в две стадии, сначала до 660-480 °С в течение 1-2 ч, а затем до 300-280 °С в течение 3-4 ч.

Недостатками известного способа являются недостаточная прочность сцепления покрытия с основным металлом, наличие поводки изделия, затруднительно проконтролировать температуру при охлаждении.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является способ получения покрытий на поверхности стальных деталей [2], включающий напыление самофлюсующегося сплава на никелевой основе, содержащего углерод, бор и кремний, не превышающим 0,6, 3,5 и 2,5 мас. % соответственно, и его оплавление при температурах, не более чем на 15-20 °С превышающих температуру плавления, нагрев под оплавление проводят с выдержкой в области фазовых превращений материала основы, соответствующих 20-30 и 50-80 % перехода одной фазы в другую.

Недостатками этого способа являются, во-первых, интенсивное окисление покрытия в процессе оплавления, в результате чего снижается его прочность сцепления с основой и повышается пористость, во-вторых, трудно создать однородность свойств поверхностного

ВУ 9936 С1 2007.10.30

слоя, в третьих, тяжело контролировать температуру нагрева и время выдержки изделия при нагреве.

Задача, решаемая изобретением, заключается в повышении износостойкости, прочности сцепления и уменьшении пористости покрытия.

Поставленная задача решается тем, что в способе упрочнения деталей машин, включающем нанесение газотермического покрытия из самофлюсующегося сплава на основе никеля и оплавление покрытия при температуре, на 15-20 °С превышающей температуру плавления самофлюсующегося сплава, оплавление покрытия проводят в расплаве солей, содержащем NaCN, KCl, BaCl₂ при следующем соотношении компонентов, мас. %:

NaCN	5-10
KCl	15-20
BaCl ₂	остальное.

В процессе оплавления самофлюсующегося сплава на основе никеля происходит насыщение азотом и углеродом, в результате покрытие имеет гетерофазное строение, происходит образование ряда твердых растворов - сложные карбонитриды (Ni, Me)₂₋₃(C, N), где Me - любой другой металл, входящий в состав самофлюсующегося сплава (например Mn, Fe, Mo, Cr), с объемным содержанием 65-70 об.%. Такая обработка покрытий приводит к образованию диффузионных слоев толщиной 0,5-2 мм в зависимости от времени обработки (1,5-6 ч) и микротвердостью до 32-35 ГПа.

Наличие в газотермическом покрытии окислов, пор и межфазных границ, обеспечивающих генерирование вакансий и ускоренный перенос атомов азота и углерода в зоне диффузии, способствует повышению глубины зоны карбонитрирования.

Сопоставление микроструктур показало, что напыленное с традиционным оплавлением и после оплавления по предлагаемому способу имеют различную пористость, т.е. после насыщения общая пористость значительно уменьшается, что, очевидно, объясняется эффектом "залечивания" пор за счет прохождения диффузии при карбонитрировании.

В результате диффузионного насыщения изменяется структура покрытия, характер распределения пор, состав покрытия, а следовательно, его адгезия к основному материалу. Имеющиеся в покрытии микродефекты диффундируют к поверхности покрытия, одновременно происходят коагуляция пор, дополнительное спекание покрытия и залечивание пор вследствие диффузии насыщающих элементов покрытия и образования диффузионного слоя.

При исследовании механических свойств покрытий, оплавленных по предлагаемому способу, установлено, что диффузионное насыщение газотермических покрытий повышает адгезию покрытия с основным металлом. Вследствие высокой температуры оплавления и одновременного насыщения (около 1100 °С) толщина модифицированного слоя такова, что приводит к увеличению прочности сцепления в 1,8-2 раза. Повышение прочности сцепления напыленного покрытия с основой происходит главным образом за счет восстановления окисленных поверхностей частиц напыленного покрытия, приводящего к увеличению металлического контакта между собой и основой, а также образования промежуточного слоя. В данном слое в процессе диффузионного насыщения релаксируются внутренние напряжения, а также происходит гомогенизация химического состава с образованием твердых растворов как со стороны верхнего слоя покрытия, так и основы.

Металлографическими исследованиями установлено, что покрытия, обработанные по данному способу, состоят из карбонитрированного и гетерофазного слоев. На поверхности карбонитрированного покрытия получен наружный слой, представляющий собой карбонитридную фазу (Ni, Me)₂₋₃(C, N) с микротвердостью до 32000-35000 МПа.

Таким образом, данный способ позволил получить покрытие с микротвердостью в 2-2,5 раза, макротвердостью в 1,8-2,3 раза и адгезией в 1,8-2 раз большими, чем у покрытий с традиционным оплавлением.

При увеличении в составе ванны количества соли NaCN свыше 10 мас. %, а соли KCl ниже 15 мас. % снижается температура расплава, а следовательно, не происходит оплав-

ВУ 9936 С1 2007.10.30

ление покрытия, что понижает износостойкость и адгезию покрытия. Уменьшение количества соли NaCN ниже 5 мас. % приводит к недостаточному диффузионному насыщению или к его отсутствию, что понижает износостойкость и адгезию покрытия, а увеличение количества соли KCl свыше 20 мас. % приводит также к снижению температуры расплава.

Пример

На образцы из стали 45 напыляли слой самофлюсующегося сплава на основе никеля марки ПГ-СР4. В качестве плазмообразующего газа использовали азот. Напыление производили на установке УПУ-3Д при силе тока 250 А и напряжении 80 В, дистанция напыления 120 мм. Химический состав порошка следующий, мас. %: углерода 0,8; кремния 3,5; бора 3,0; хрома 15; железа 3,0; никель - основа. Затем образец с напыленным покрытием погружали в ванну с расплавом солей, с целью оплавления и насыщения покрытия при температуре 1100-1105 °С. Оплавление проводили в различных по составу расплавах солей (табл. 1).

Таблица 1

№ п/п	NaCN	KCl	BaCl ₂
1	3	25	72
2	5	20	75
3	8	17	75
4	10	15	75
5	15	10	75

Испытания покрытия на твердость производились на приборе КТ-214 по шкале С. Рентгеноструктурный анализ проводился на ионизационной установке УДС-50 ИМ. Исследования износостойкости проводились на машине трения СМТ-1. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Твердость, НРС	Прочность сцепления, МПа	Пористость, %
1	46	27	12,5
2	55	35	7,5
3	60	40	5
4	57	37	6
5	32	24	14
прототип	37	30	10

Из табл. 2 видно, что наилучшие результаты показывают покрытия, оплавленные в предложенном расплаве солей, т.е. пункты 2, 3, 4. При уменьшении в расплаве содержания NaCN ниже 5 мас. % не происходит насыщение покрытия азотом и углеродом, т.е. не образуются карбонитридные фазы (Ni, Me)₂₋₃(C, N), которые имеют высокую микротвердость, а увеличение количества соли KCl свыше 20 мас. % приводит также к снижению температуры расплава (пункт 1). При увеличении содержания NaCN в расплаве свыше 10 мас. %, а следовательно, уменьшение количества других компонентов расплава, снижается температура расплава и не происходит оплавление покрытия, что отражается на его физико-механических характеристиках, а уменьшение количества соли KCl ниже 15 мас. % также понижает температуру расплава (пункт 5).

Источники информации:

1. А.с. СССР № 1713975, МПК С 23С 4/18 // Бюл. № 7. - 1992.
2. Патент СССР № 1833435, МПК С 23С 4/18 // Бюл. № 29. - 1993.