



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106512** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)

C23C 22/02 (2006.01)

C23C 22/78 (2006.01)

C23C 22/82 (2006.01)

C25D 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2012 08799</p> <p>(22) Дата подання заявки: 17.07.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.09.2014</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 27.01.2014, Бюл.№ 2</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.09.2014, Бюл.№ 17</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бурда Мирослав Йосипович (UA), Роп'як Любомир Ярославович (UA), Рогаль Олександр Васильович (UA), Бурда Юрій Мирославович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2081203 C1, 10.06.1997 RU 2280051 C1, 20.07.2006 RU 2401287 C2, 10.10.2010 RU 2218999 C1, 20.12.2003 JPH 08158096 A, 18.06.1996 US 5439712 A, 08.08.1995 GB 1150812 A, 07.05.1969</p>
---	---

(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ ШАРІВ НА ДЕТАЛЯХ ІЗ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі машинобудування, а саме до зміцнювально-відновлювальної технології. Спосіб формування зносостійких шарів на деталях із алюмінієвих сплавів полягає у тому, що формують на робочій поверхні деталі оксидний шар, здійснюють викінчувальну механічну обробку і наступне нанесення полімерної сполуки фтору. Як полімерну сполуку фтору використовують епілам – розчин перфторполіоксіалкіленової або перфторованої сполуки поліалкіленоксиду. Винахід забезпечує скорочення часу приробки, підвищення зносостійкості та антифрикційних властивостей деталей машин з оксидним покриттям.

UA 106512 C2

Винахід належить до зміцнювально-відновлювальних технологій, а саме одержання зносостійких антифрикційних покриттів на робочих поверхнях елементів пар тертя, виготовлених із алюмінію і алюмінієвих сплавів або інших матеріалів, на поверхню яких нанесене алюмінієве покриття, з подальшим формуванням товстого оксидного модифікованого шару і може бути використаний в машинобудуванні, хімічній, нафтогазовій та інших галузях промисловості, як при виготовленні нових деталей, так і при відновленні зношених деталей машин.

Відомий спосіб формування захисного покриття на виробках із алюмінію та його сплавів [Патент України № 79345, С25D 11/18. Спосіб нанесення захисного оксидного покриття на алюміній та його сплави, розчин для термічної обробки та колоїдна суспензія для ущільнення покриття. 2007, Бюл. № 8], який полягає у нанесенні анодно-оксидного покриття у мікродуговому режимі в силікатно-лужному електроліті та наступному його ущільненні спеціальним розчином, що містить епоксидну смолу. Покриття, сформовані відомим способом, володіють високою корозійною стійкістю але мають понижені триботехнічні характеристики: малу зносостійкість, погіршені антифрикційні властивості, а також недостатню маслоутримуючу здатність тощо.

Відомий також, вибраний як прототип, спосіб формування зносостійкого покриття на робочій поверхні елементу пари тертя, наприклад, на робочій поверхні деталі ущільнюючого кільця торцевого ущільнення [Патент Росії на полезную модель № 66458, F16J 15/34, F04D 29/08. Уплотнительное кольцо торцевого уплотнения. 2007], який полягає у формуванні на робочій поверхні деталі оксидного шару в мікродуговому режимі (плазменно-електролітичного осадження) та нанесенні на цей оксидний шар полімерних сполук фтору – низькомолекулярного високодисперсного політетрафторетилену.

До недоліків відомого способу можна віднести наступне:

нанесення полімерної сполуки фтору на не підготовлену оксидну поверхню (без викінчувальної механічної обробки і промивання) практично не покращує захисні властивості оксидного покриття через низьку адгезійну міцність з верхнім технологічним шаром. Пояснюється це низькими міцнісними характеристиками верхнього технологічного шару, оскільки в його склад входять низькотемпературні шпінелі та сполуки. Крім того, оксидне покриття впливає на геометричні розміри та макрогеометричну форму поверхні деталі – відхилення від площинності, циліндричності і т.п., через нерівномірність напруженості електричного поля у гальванічній ванні при мікродуговому оксидуванні. В зв'язку з цим відсутність викінчувальної механічної обробки оксидної поверхні покриття обумовлює значний час на приробку деталей виробу і його низьку довговічність;

низька адгезійна міцність покриття з низькомолекулярного високодисперсного політетрафторетилену із поверхнею оксидного шару, що призводить до вимивання високодисперсних частинок з робочої поверхні, винесенні їх із міжконтактного простору мастильною або технологічною рідиною у вигляді продуктів зносу. Триботехнічні характеристики такої поверхні деталей швидко погіршуються, що знижує довговічність виробу;

отримання низькомолекулярного високодисперсного політетрафторетилену є достатньо складною технологією і в даний час ця сполука в промислових масштабах не виробляється.

В основу винаходу поставлена задача покращення зносостійкості робочих поверхонь елементів пар тертя виготовлених із алюмінієвих сплавів та інших матеріалів, на поверхню яких нанесене алюмінієве покриття, з подальшим формуванням товстого оксидного шару, за рахунок зменшення поверхневої енергії матеріалу цього шару шляхом фізико-хімічної дії на нього фторвмісною поверхнево-активною речовиною.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі формування зносостійких шарів на деталях із алюмінієвих сплавів, який полягає у формуванні на робочій поверхні деталі оксидного шару методом мікродугового оксидування з наступним нанесенням на шар оксиду сполук фтору, згідно винаходу новим є те, що перед нанесенням на оксидну поверхню полімерної сполуки фтору цю оксидну поверхню піддають викінчувальній механічній обробці, після чого здійснюють промивання поверхні деталі у розчині та висушування, а в якості полімерної сполуки фтору використовується епілам – розчин фторорганічної поверхнево-активної речовини (Фтор-ПАР) – перфторполіоксіалкіленової або перфторованої сполуки поліалкіленоксиду.

Застосування викінчувальної механічної обробки для деталей після процесу мікродугового оксидування забезпечує зняття верхнього розпушеного, технологічного шару покриття, відкриття основного шару оксиду із високими фізико-механічними властивостями, надання поверхні деталі правильної макрогеометричної форми, шорсткості та заданих розмірів.

Промивання деталей у розчині дозволяє очистити поверхню оксидного покриття, відкрити пори, і цим самим забезпечити її високу розвинутість. Розміри пор мають достатньо малі розміри, а їх щільність залежить від вихідного складу матеріалу основи, складу електроліту та параметрів режиму оксидування. В результаті викінчувальної механічної обробки та промивання формується розвинута поверхня оксидного покриття складної мікрогеометричної форми, яка сприяє доброму утримуванню на ній епіламу.

Нанесення епіламу на підготовлену поверхню оксидного покриття забезпечує формування на ньому тонкого шару спеціально орієнтованих молекул, який за рахунок різкого зменшення поверхневої енергії оксидного покриття, модифікує його поверхню, надаючи їй високих триботехнічних властивостей: зносостійкості, антифрикційності, стійкості до заїдання тощо. Оскільки в результаті проведення попередніх операцій сформувалася пориста розвинута поверхня оксидного покриття, нанесений епілам заповнює не тільки зовнішню оксидну поверхню, але і глибоко проникає в пори покриття. За рахунок цього збільшується в 10...20 разів кількість молекул епіламу на одиницю площі поверхні оксидного покриття. Загальна тривалість процесу зношування оксидного покриття зростає, оскільки по мірі зносу його поверхневих шарів і видаленні продуктів зносу із зони тертя у роботу вступають нові молекули епіламу, які знаходяться у порах.

Заявлений спосіб здійснюється наступним чином.

Робочі поверхні елемента пари тертя, виготовленого із алюмінію, алюмінієвого сплаву або іншого матеріалу, наприклад, сталі, на поверхню якої наноситься будь-яким відомим способом (напилення, наплавлення, плакування, електролітичний процес тощо) шар алюмінію, піддають механічній обробці (чистовому точінню, фрезеруванню, шліфуванню) для надання заданих кресленням форми, розмірів та шорсткості із урахуванням їх зміни при подальшому формуванні оксидного шару.

Після цього деталь очищають, знежирюють і формують на її робочих поверхнях оксидні шари будь-яким відомим методом оксидування, наприклад, мікродуговим оксидуванням, глибоким анодуванням і т.д. Товщину оксидного шару вибирають в межах 100...500 мкм у залежності від геометричних розмірів, форми, вимог до точності та шорсткості робочих поверхонь і службового призначення та умов роботи деталі. Після завершення оксидування деталі промивають, висушують і піддають викінчувальній механічній обробці, яка полягає у зніманні верхнього розпушеного технологічного шару за допомогою абразивної шкурки або гідроструменевої обробки, і наступній чистовій механічній обробці – алмазному точінню, тонкому алмазному шліфуванню, поліруванню або притиранню. Припуски на цю обробку вибирають дослідним шляхом. Наступний етап полягає у промиванні обробленої деталі з оксидним покриттям у розчині, який забезпечує розчинення залишків мастильно-охолоджуючої рідини (МОР), яка використовувалась при проведенні механічної обробки, і видалення продуктів цієї обробки. Промиту деталь висушують, наприклад, на повітрі.

Завершальний етап обробки – епіламініування: нанесення на підготовлену робочу поверхню деталі з оксидним покриттям розчину фторорганічної поверхнево-активної речовини (Фтор-ПАР) – перфторполіоксіалкіленової або перфторованої сполуки поліалкіленоксиду. Епіламініування здійснюють одним із відомих способів:

занурювання з наступним висушуванням на повітрі;

занурювання з наступним термостатуванням при температурах 100...150 °С протягом 1,0...1,5 год.;

нанесення епіламу пензликком;

метод кип'ятіння протягом 0,5...1,0 год. з наступним висушуванням на повітрі.

Суть винаходу пояснюється конкретними прикладами.

Приклад 1. Кільце торцевого ущільнення відцентрового насоса (розміри: зовнішній діаметр – 140 мм; внутрішній діаметр – 110 мм; висота – 18 мм) виготовляли із алюмінієвого сплаву Д16 Т ГОСТ 4784-97. Робочу торцеву поверхню шліфували абразивним кругом із карбиду кремнію зеленого. Після знежирювання органічним розчинником, у якості якого використовували уайт-спірит (нефрас-С4-155/200) ГОСТ 3134-78, кільце під'єднували за допомогою струмопідводу до одного полюса джерела живлення і занурювали у гальванічну ванну з нержавіючої сталі Х18Н10Т ГОСТ 9941-81, заповнену лужним електролітом, і підключену до другого полюса джерела живлення. Електроліт мав наступний склад (г/л): гідрооксид калію – 3; алюмінат натрію – 2 і його готували шляхом розчинення вказаних компонентів у дистильованій воді при перемішуванні механічною мішалкою. У гальванічній ванні проводили мікродугове оксидування кільця при інтенсивному перемішуванні електроліту за наступними режимами: напруга – 100...1000 В; густина струму – 5...25 А/дм², температура електроліту – 40 °С, час обробки – 2 год. Товщина отриманого оксидного покриття складала – 120 мкм. Після промивання у гарячій

та холодній воді робочу поверхню кільця торцевого ущільнення з оксидним покриттям піддавали викінчувальній механічній обробці - зняттю верхнього розпушеного технологічного шару за допомогою абразивної шкурки та алмазному шліфуванню основного шару оксиду, під час якого торцевій поверхні кільця надавалась плоска форма, розмір та шорсткість згідно

5
10

робочого креслення. Після чистового алмазного шліфування здійснювали притирання робочої торцевої поверхні кільця за допомогою алмазних паст на чавунному плоскому притирі та промивання його у гарячій дистильованій воді із накладанням ультразвукових коливань. Промите кільце висушували на повітрі. Завершальна стадія обробки – епіламінування. Для цього використовували епілам марки Ефрен-2 (ТУ 6-02-1161-83), а сам процес здійснювали шляхом занурення кільця торцевого ущільнення з підготовленим оксидним покриттям у ванну із нагрітим до температури 50 °С епіламом.

Промислові випробовування кілець у торцевих ущільненнях відцентрових насосів показали збільшення ресурсу роботи у 1,5 рази у порівнянні із кільцями, які піддавалися обробці за відомим, згідно прототипу винаходу, методом.

15
20

Приклад 2. Зношену робочу частину циліндричної поверхні штока (діаметр нового штока – 70 мм), виготовленого із сталі 40ХН ГОСТ 4543-71, бурового поршневого насоса двохсторонньої дії УНБ-600 А проточували на токарно-гвинторізнному верстаті в ремонтний розмір, нарізали на ній "рвану" різьбу і на установці плазмового напилення 15ВБ за відомою технологією наносили шар алюмінію товщиною 250...270 мкм. Циліндричну поверхню штока з напиленим алюмінієвим покриттям проточували (чистове точіння) у заданий кресленням розмір з урахуванням припуску на формування оксидного покриття і його викінчувальну механічну обробку. Після знежирювання поверхні напиленого алюмінієвого покриття органічним розчинником, у якості якого використовували уайт-спірит (нефрас-С4-155/200) ГОСТ 3134-78, сталеві частини штока закривали спеціальними фторопластовими ковпачками, під'єднували шток за допомогою струмопідводу до одного полюса джерела живлення і занурювали у гальванічну ванну з електролітом. Мікродугове оксидування відновленої робочої частини циліндричної поверхні штока з напиленим алюмінієвим покриттям проводили за режимами, наведеними у Прикладі 1. Після промивання у гарячій та холодній воді робочу оксидовану поверхню штока піддавали викінчувальній механічній обробці – зняттю верхнього розпушеного технологічного шару за допомогою гідроструменевої обробки та алмазному шліфуванню основного шару оксиду, під час якого поверхні надавалась циліндрична форма, розмір та шорсткість згідно робочого креслення. Шліфовану робочу частину поверхні штока полірували і промивали у гарячій дистильованій воді із накладанням ультразвукових коливань. Після промивання шток висушували на повітрі. Завершальна стадія обробки – епіламінування. Для цього використовували епілам марки Ефрен-2 (ТУ 6-02-1161-83), а сам процес здійснювали шляхом нанесення епіламу пензликком на робочу частину циліндричної поверхні штока з підготовленим оксидним покриттям при кімнатній температурі.

25
30

Промислові випробовування штоків бурових поршневих насосів двохсторонньої дії показали збільшення ресурсу роботи у 1,3 рази у порівнянні зі штоками, які піддавалися обробці за відомим, згідно прототипу винаходу, методом.

40
45

Таким чином, застосування заявленого способу дозволяє скоротити час приробки, підвищити ресурс роботи деталей машин, які піддаються зношуванню в агресивних середовищах та зменшити витрати на проведення ремонту.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

50

Спосіб формування зносостійких шарів на деталях із алюмінієвих сплавів, який полягає у формуванні на робочій поверхні деталі оксидного шару з наступним нанесенням на цей шар сполук фтору, який **відрізняється** тим, що перед нанесенням на оксидну поверхню полімерної сполуки фтору цю поверхню піддають викінчувальній механічній обробці, після чого здійснюють промивання поверхні деталі у розчині та висушування, а як полімерну сполуку фтору використовують епілам - розчин фторорганічної поверхнево-активної речовини - перфторполіоксіалкіленової або перфторованої сполуки поліалкіленоксиду.

Комп'ютерна верстка С. Чулій

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601