



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154629** (13) **U**
(51) МПК (2023.01)
C23C 14/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2023 01008	(72) Винахідник(и): Глушкова Діана Борисівна (UA), Багров Валерій Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.03.2023	(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 30.11.2023	(74) Представник: Азарова Алла Володимирівна
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 29.11.2023, Бюл.№ 48	

(54) СПОСІБ НАНЕСЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОГО БАГАТОШАРОВОГО ПОКРИТТЯ

(57) Реферат:

Спосіб нанесення зносостійкого багат шарового покриття включає попередню обробку поверхонь деталей протягом певного часу у відповідних режимах, з подальшим нанесенням покриття нітридами хрому. Додатково проводять нанесення покриття нітридами титану, для чого попередню обробку поверхні деталей проводять шляхом іонного бомбардування поверхні іонами титану при тиску азоту 1×10^{-4} торр, струмі дуги 80 А і негативній напрузі 90 В на оброблюваній деталі протягом 8 хвилин. Потім у процесі іонного очищення здійснюють термомеханічну активацію і нагрівання поверхні підкладки іонами титану до 500-550 °С. Проводять вакуумно-плазмове нанесення багат шарового покриття у середовищі азоту: наносять нижній шар нітриду титану TiN протягом 3 хв з остаточною температурою покриття після осадження 500 °С. Наносять шари, що чергуються, двокомпонентним покриттям нітриду хрому CrN і нітриду титану TiN. Шар TiN наносять випаровуванням двох титанових катодів при нагріванні покриття до температури 450-510 °С. Осадження шарів, що чергуються, проводять до досягнення температури верхнього шару 450-510 °С. Останнім наносять шар Ti-N, таким чином термічно активуючи поверхню підкладки і збільшуючи адгезійну міцність покриття, товщина якого становить від 20 до 150 мкм залежно від розміру деталі та умов її експлуатації.

UA 154629 U

Корисна модель належить до способів нанесення зносостійких багат шарових покриттів і може бути використана в машинобудівній, добувній та переробній промисловості, зокрема для підвищення довговічності робочих поверхонь відповідальних деталей об'ємного гідроприводу, схильних до спільної дії стираючих і високих контактних навантажень, впливу агресивного середовища, у процесі їх експлуатації.

Спосіб нанесення зносостійких плазмових покриттів, розроблений на основі корисної моделі, може бути використаний для зміцнення поверхонь деталей вузлів тертя, а також для покращення їх триботехнічних властивостей.

Істотним недоліком практично всіх газотермічних покриттів, у тому числі і плазмових, є недостатня зносостійкість при високих навантаженнях, що обумовлено пористістю, підвищеною крихкістю, недостатньо міцними адгезійно-когезійними зв'язками, низькою релаксаційною здатністю, розвитком дифузійних процесів на межі між деградації вихідної структури та фазового складу покриття.

Відомий спосіб обробки деталей з газотермічними покриттями для підвищення зносостійкості та антифрикційних властивостей [Способ обработки деталей: АС СРСР 1675355, МПК С21D 1/78 / Тарасов А.Н., Залевский Н.А., Панориллов В.А., Смирнов В.А. - № 4688013: Заявл. 03.05.89; опубл. 07.09.91, Бюл. № 33.].

Спосіб включає нанесення газотермічного покриття, його оплавлення, охолодження, просочування органічним наповнювачем і шліфування. Для підвищення зносостійкості, антифрикційних властивостей і міцності серцевини виробу охолодження проводять ступінчасто із витримкою при температурі 320-350 °С протягом 90-120 хвилин, шліфування проводять після охолодження, після шліфування проводять нагрів у вакуумі до температури 320-350 °С з витримкою 45-60 хв, а просочування здійснюють в процесі охолодження з цих температур в суміші відпрацьованого вакуумного масла з додаванням 1,0-1,5 об. % кубового залишку регенерації хладону-113. Використання даного винаходу забезпечує одержання зносостійкого і якісного покриття робочої поверхні деталей, але згаданий спосіб є трудомістким і потребує використання дорогого, як у виготовленні, так і у використанні, обладнання, що обмежує його широке застосування.

Відомий спосіб зміцнення робочих поверхонь відповідальних деталей об'ємного гідроприводу, що включає попередню обробку поверхонь деталей у вакуумі шляхом іонного бомбардування іонами хрому при 1×10^{-4} торр, струмі дуги 80 А і негативній напрузі 90 В на оброблюваній деталі протягом 7 хвилин, у результаті якої здійснюють очищення, розігрів, активацію поверхні з частковим осадженням невеликої кількості хрому у вигляді окремих крапель, таким чином процес зміцнення робочих поверхонь відповідальних деталей об'ємного гідроприводу здійснюють іонно-плазмовим хромуванням з використанням пластичного хрому при струмі до 100 А та ступені вакуумування $4-8 \times 10^{-5}$ мм рт. ст., протягом часу, необхідного для розігріву деталі до температури, що не перевищує температуру відпуску матеріалу основи, з якого виготовлені деталі об'ємного гідроприводу, внаслідок чого на поверхні деталей утворюється стійке до зносу хромове покриття товщиною від 12 до 75 мкм залежно від розміру деталі та умов її експлуатації (патент України № 149761, МПК С23С 14/06, С23С 14/24, В82У 30/00, опубл. 12.07.2021) (аналог).

Недоліком даного способу є нанесення покриттів чистим хромом, що може призвести до відшаровування покриттів з утворенням тріщин при охолодженні нанесеного покриття, при цьому покриття одним хромом не вирішує достатньо питання зносостійкості.

В основу корисної моделі поставлено задачу, отримати значно більшу жорсткість, зносостійкість і корозійну стійкість порівняно з аналогом.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі нанесення зносостійкого багат шарового покриття, що включає попередню обробку поверхонь протягом певного часу у відповідних режимах, з подальшим нанесенням покриття нітридами і хрому, згідно з корисною моделлю, додатково проводять нанесення покриття нітридами титану, для чого попередню обробку поверхні деталей проводять шляхом іонного бомбардування поверхні іонами титану при тиску азоту 1×10^{-4} торр, струмі дуги 80 А і негативній напрузі 90 В на оброблюваній деталі протягом 8 хвилин, потім у процесі іонного очищення здійснюють термомеханічну активацію і нагрівання поверхні підкладки іонами титану до 500-550 °С, після чого проводять вакуумно-плазмові нанесення багат шарового покриття у середовищі азоту: наносять нижній шар нітриду титану TiN протягом 3 хв з остаточною температурою покриття після осадження 500 °С, потім наносять шари, що чергуються, двокомпонентним покриттям нітриду хрому CrN і нітриду титану TiN, шар TiN наносять випаровуванням двох титанових катодів при нагріванні покриття до температури 450-510 °С; осадження шарів, що чергуються, проводять до досягнення температури верхнього шару 450-510 °С, причому останнім наносять шар Ti-N, таким чином термічно активуючи

поверхню підкладки і збільшуючи адгезійну міцність покриття, товщина якого становить від 20 до 150 мкм залежно від розміру деталі та умов її експлуатації.

Досліджено вплив тиску азоту на фазовий склад та текстуру покриття при зміні тиску від 0,13 до 2,5 Па. Покриття, які отримані при тиску азоту до 0,4 Па, складаються з Cr та Ti_2N_1Ti . Зі збільшенням тиску азоту виникають нітриди Ti_2N , $(TiCr)_2N$. У площині напilenня переважно орієнтовані (111) площині Ti-N. При тиску азоту більше 0,4 Па збільшується вміст нітридів хрому з текстурою (111) та меншою мірою Ti-Nx. Таку зміну вмісту фаз у покритті зі збільшенням тиску азоту можна пояснити вищою спорідненістю титану з азотом порівняно з хромом.

В результаті використання корисної моделі забезпечується отримання технічного результату, що полягає в підвищенні продуктивності процесу і його спрощенні, значному підвищенні його екологічності, а також в підвищенні довговічності покриттів відповідальних деталей об'ємного гідроприводу.

Проводять попередню іонну очистку з нагріванням і активацією підкладки за допомогою електродугового випарника в середовищі азоту шляхом її іонного бомбардування іонами титану при струмі дуги 80 А і негативній напрузі 90 В перед осадженням покриття протягом 8 хвилин у вакуумі при 1×10^{-4} торр.

Очищення поверхні підкладки іонами титану здійснюють у тліючому розряді при безконтактному нагріванні поверхні нагрівачем до 400-430 °С протягом 8 хв. Потім у процесі іонного очищення здійснюють термомеханічну активацію і нагрівання поверхні підкладки іонами титану до 500-550 °С. Потім проводять вакуумно-плазмове нанесення багат шарового покриття у середовищі азоту. Наносять нижній шар нітриду титану TiN протягом 3 хв з остаточною температурою покриття після осадження 500 °С. Потім наносять шари, що чергуються, двокомпонентним покриттям нітриду хрому CrN і нітриду титану TiN. Шар TiN з нанокристалічної структурою наносять випаровуванням двох титанових катодів при нагріванні покриття до температури 450-510 °С. Осадження шарів, що чергуються, проводять до досягнення температури верхнього шару 450-510 °С, причому останнім наносять шар Ti-N. Осадження шарів, що чергуються, нітридами титану і хрому при нагріванні підкладки до 450-510 °С, дозволить термічно активувати поверхню підкладки і збільшити адгезійну міцність з нею попереднього шару покриття.

Двоступінчасте очищення дозволить стабілізувати структуру підкладки та підвищити адгезійну міцність покриття без зниження властивостей міцності самої підкладки.

Нанесення на очищену поверхню підкладки нижнього адгезійного шару TiN і CrN дозволяє знизити напруження на межі їх розділу, підвищити адгезію між ними і збільшити опір покриття до дії високих контактних навантажень протягом часу, необхідного для розігріву деталі до температури, що не перевищує температуру відпуску матеріалу основи, з якого виготовлені відповідальні деталі об'ємного гідроприводу, в результаті чого на поверхні деталей утворюють стійке до зносу хромово-титанове покриття товщиною від 20 до 150 мкм залежно від розміру деталі та умов її експлуатації. Нанесення в середовищі азоту шару двокомпонентного нітриду титану та хрому TiN і CrN при нагріванні покриття до температури 450-510 °С протягом 3 хв, дозволяє отримати шар покриття з високими фізико-механічними і трибологічними властивостями. Це приведе до підвищення опірності підкладки до спільної дії стиральних та високих контактних навантажень.

Поверхневий шар з нітридів титану та хрому, що утворюється при підвищенні температури в зоні тертя, приводить до підвищення фізико-механічних і трибологічних властивостей покриття, до підвищення опірності підкладки до впливу агресивного середовища.

Корисна модель, що запропонована, може бути неодноразово здійснена в машинобудуванні, добувній та переробній промисловості, з використанням відомих засобів і з отриманням очікуваного технічного результату.

За даною корисною моделлю були проведені промислові випробування щодо здійснення розробленого способу зміцнення робочих поверхонь відповідальних деталей об'ємного гідроприводу, що підтвердили його працездатність, високу ефективність запропонованого способу та отримання очікуваного технічного результату і позитивного ефекту.

Результати випробувань показали, що поверхні відповідальних деталей об'ємного гідроприводу, оброблені запропонованим способом, мають значно більшу жорсткість, зносостійкість і корозійну стійкість порівняно з аналогом. Запропонований спосіб зміцнення робочих поверхонь відповідальних деталей об'ємного гідроприводу при його використанні дозволяє забезпечити збільшення довговічності та терміну служби відповідальних деталей об'ємного гідроприводу майже в 2,2 рази. Пропонований спосіб зміцнення робочих поверхонь відповідальних деталей об'ємного гідроприводу може знайти ефективне застосування в

машинобудуванні для зміцнення робочих поверхонь деталей, що працюють в умовах ударно-абразивного зношування, високих контактних навантажень та впливу агресивного середовища.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб нанесення зносостійкого багат шарового покриття, що включає попередню обробку поверхонь деталей протягом певного часу у відповідних режимах, з подальшим нанесенням покриття нітридами хрому, який **відрізняється** тим, що додатково проводять нанесення покриття нітридами титану, для чого попередню обробку поверхні деталей проводять шляхом іонного бомбардування поверхні іонами титану при тиску азоту 1×10^{-4} торр, струмі дуги 80 А і негативній напрузі 90 В на оброблюваній деталі протягом 8 хвилин, потім у процесі іонного очищення здійснюють термомеханічну активацію і нагрівання поверхні підкладки іонами титану до 500-550 °С, після чого проводять вакуумно-плазмове нанесення багат шарового покриття у середовищі азоту: наносять нижній шар нітриду титану TiN протягом 3 хв з остаточною температурою покриття після осадження 500 °С, потім наносять шари, що чергуються, двокомпонентним покриттям нітриду хрому CrN і нітриду титану TiN, шар TiN наносять випаровуванням двох титанових катодів при нагріванні покриття до температури 450-510 °С; осадження шарів, що чергуються, проводять до досягнення температури верхнього шару 450-510 °С, причому останнім наносять шар Ti-N, таким чином термічно активуючи поверхню підкладки і збільшуючи адгезійну міцність покриття, товщина якого становить від 20 до 150 мкм залежно від розміру деталі та умов її експлуатації.

10

15

20