



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99408** (13) **U**
(51) МПК
G01B 21/08 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2014 06168</p> <p>(22) Дата подання заявки: 04.06.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.06.2015</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2015, Бюл.№ 11</p>	<p>(72) Винахідник(и): Скобло Тамара Семенівна (UA), Плугатарьов Артем Валентинович (UA), Сідашенко Олександр Іванович (UA), Пасько Наталія Сергіївна (UA), Клочко Оксана Юрївна (UA), Романюк Світлана Павлівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА, вул. Артема, 44, м. Харків, 61002 (UA), Скобло Тамара Семенівна, вул. Кооперативна, 13/2, кв. 52, м. Харків, 61003 (UA), Плугатарьов Артем Валентинович, вул. П'ятисотницька, 22, кв. 13, м. Харків, 61020 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ЗНОСУ І ЗАЛИШКОВОЇ ТОВЩИНИ РОБОЧОГО ШАРУ ДЕТАЛЕЙ З ПЛІВКОВИМИ ПОКРИТТЯМИ

(57) Реферат:

Спосіб оцінки зносу і залишкової товщини робочого шару деталей з плівковими покриттями включає використання методу мікротвердості. Оцінку стану і залишкового ресурсу покриттів здійснюють за характером серії відбитків мікротвердості в різних поверхневих зонах, при якому визначають наявність смуг зсуву покриття при деформації в процесі дискретного навантаження індентора.

UA 99408 U

Корисна модель належить до машинобудування і вимірювальної техніки - неруйнівного контролю.

Спосіб визначення зносу і залишкової товщини плівкового покриття деталей є важливим при капітальному ремонті вузлів техніки, а також для вирішення питання про необхідність заміни або реновації деталей, які мають циліндричну або плоску форму.

Відомий термозонд для неруйнівного контролю товщини захисних плівкових покриттів [1]. Винахід відноситься до вимірювальної техніки, а саме до неруйнівного контролю товщин плівкових покриттів.

Суть методу полягає у використанні термозонда для вимірювання товщини плівкових покриттів. Він містить трубчастий корпус з порожнистим тримачем, в якому розміщений поршень. Тримач і корпус підпружинені відносно один одного. На протилежних сторонах поверхні тримача і поршня закріплені нагрівачі, виконані ідентично і включені паралельно. По обидві сторони від них розміщені по дві мікротермопар, які є термоелементом та з'єднані між собою диференційно. Один нагрівач і пара мікротермопар при вимірах притискаються до еталонного зразка, а другий нагрівач і інша пара мікротермопар - до об'єкта контролю. Результуюча різниця електрорушійної сили (ЕРС), яка одержана на затискачах мікротермопар, тобто термочутливого елемента, пропорційна різниці товщин плівкових покриттів на об'єкті контролю і еталонному зразку.

Недоліком термозонда є: по-перше, складність конструкції, обумовлена необхідністю виготовлення двох ідентичних вимірювальних головок, одна з яких виконує роль еталонної вимірювальної частини, по-друге, необхідність виготовлення спеціального зразка еталона, по-третє, додаткова похибка вимірювання через відмінності температур на еталонній та вимірювальній головці, що обумовлена їх недостатньою ідентичністю у контактуючих поверхнях, а також через акумулювання тепла в еталонній частині зонда після проведення декількох вимірювань.

Також відомий спосіб визначення товщини шару матеріалу [2], який передбачає його оцінку з низькою теплопровідністю у циліндричних виробках. Спосіб теплофізичного контролю товщини шару матеріалу включає односторонній періодичний тепловий вплив на поверхню зразка, реєстрацію зміни його температури в контрольній точці і визначення величини різниці фаз між коливаннями теплового потоку і температури шару в контрольних точках.

Установка включає джерело електроенергії, з'єднане з джерелом теплового потоку і модулятором теплового потоку, датчик інфрачервоного випромінювання, з'єднаний з потенціометром постійного струму, підсилювачем і шлейфовим осцилографом. Як джерело теплового потоку використовують лампу розжарювання з параболічним рефлектором. Потік випромінювання періодично переривається шторкою з електромагнітним приводом, керованим сигналами мультівібратора. Зазначені елементи становлять модулятор теплового потоку, змінний сигнал, пропорціональний потужності теплового потоку. З модулятора тепловий потік спрямовується на осцилограф. Як датчик зміни потужності використовують фотодіод. Фотодіод використовується також і як датчик інфрачервоного випромінювання.

Цей спосіб визначення товщини шару покриття характеризується низькою точністю його оцінки.

Задачею корисної моделі є оцінка стану робочої поверхні деталей з плівковими покриттями при експлуатації, ремонті з визначенням величини однорідності їх зносу.

Найбільш близьким для визначення залишкового плівкового зміцненого шару робочої поверхні деталі є метод мікротвердості (ГОСТ 9450), який дозволяє оцінити досягнутий рівень його зміни в процесі експлуатації.

Спосіб можливо використовувати для зіставлення показників по серії відбитків при різних складах і методах нанесення зміцнюючих покриттів, однак при використанні навантажень на чотиригранну піраміду він не придатний для оцінки зміни твердості плівкових покриттів. Для визначення мікротвердості таких покриттів використовують тригранну піраміду (вимірюють нанотвердість) і малі навантаження, які не дозволяють оцінити залишкову товщину плівкового покриття. Тому що цей метод потребує виготовлення спеціального зразка для вимірювань та не може бути використаний в процесі експлуатації деталі без її руйнування. Разом з тим, метод вдавлення чотиригранної піраміди може бути використаний для визначення стану покриття при ремонті і технічному контролі.

Поставлену задачу вирішує спосіб оцінки зносу і залишкової товщини робочого шару деталей з плівковими покриттями, який включає використання методу мікротвердості, при цьому, згідно з корисною моделлю, оцінку стану і залишкового ресурсу покриттів здійснюють за характером серії відбитків мікротвердості в різних поверхневих зонах, при якому визначають наявність смуг зсуву покриття при деформації в процесі дискретного навантаження індентора.

Як приклад, вдавливали чотиригранну піраміду в різні зони за ступенем зносу ротора паливного насоса типу VRZ ZEXEL при навантаженні на індентор 25-50 г (фіг. 1) і визначали стан зміцненого шару з формування смуг, які проявляються у відбитку, та є результатом продавливання (зсуву залишкового після експлуатації шару покриття) при дискретному навантаженні чотиригранною пірамідою на приладі UIT HVmicro-1. У цьому випадку під відбитком формуються смуги, кожна з яких характеризує зсув покриття та його товщину по діагоналі відбитка.

Покриття продавлюється в такому порядку: спочатку у вершині піраміди, потім в напрямку її граней. Загальна картина деформаційних смуг і схематичне їх подання під відбитком наведена на фіг. 2. Дійсна товщина покриття може бути визначена по проекції перерізу смуги на глибину відбитку. У разі, якщо смужки по перерізу однакові, то справжня їх залишкова після зношування товщина, яка сформована на гіпотенузі відбитка (J), може бути визначена за її проекцією на катет k_2 (глибина відбитка та катет k_2 див. фіг. 2, згідно з формулою ГОСТ 9450).

Для чотиригранної піраміди значення k_2 обчислюємо за формулою ГОСТ 9450; де є її залежність від площі під відбитком з урахуванням навантаження на індентор:

$$HV_h = \frac{F}{S} = 0,03784 \cdot \frac{F}{k_2^2}, \text{ де}$$

F - навантаження індентора, 50 г;

S - площа поверхні під відбитком, мм²;

k_2 - глибина відбитка, мм.

Як приклад виконали розрахунок товщини шару покриття по сформованих смужках під індентором (однакової товщини, що характеризує однорідний знос у цій зоні) при навантаженні 50 г (0,4903 Н).

Згідно з вимірюваннями k_2 - (катет), відповідає глибині відбитка та його визначали по залежності:

$$k_2 = \sqrt{0,03784 \frac{F}{HV_h}}.$$

Підставивши значення, отримаємо:

$$k_2 = \sqrt{0,03784 \frac{0,05}{112,5}} = \sqrt{0,03784 \cdot 0,000444} = \sqrt{1,68177} = 1,3 \text{ мм.}$$

При цьому товщина плівкового покриття в зоні вимірювання становить:

$$\frac{1,3}{12} = 0,108 \text{ мм, де}$$

12 - сумарна кількість смуг (чорних і білих), де чорна - товщина плівкового покриття, зрушеного по гіпотенузі шару, а біла - матриця основного металу деталі.

Одна смужка відповідає глибині шару, який залишився після експлуатації в зоні покриття (фіг. 2, а; фіг. 3 а) та складає - 0,108 мм або 108 мкм.

Одночасно при неоднорідному зносі під відбитком формуються смужки різної товщини або переривчасті (фіг. 3 б), що характеризують локальність зносу у вимірювальній зоні та відповідну неоднорідність процесу (в зоні під відбитком). При цьому оцінюють ступінь неоднорідності по залишковій товщині смуг під відбитком в процентному співвідношенні.

Спосіб оцінки залишкової товщини покриття ротора (фіг. 1), що визначається за товщиною смужок, ефективний при діагностуванні стану різних зон зношеної деталі в процесі експлуатації. Це використовується для прийняття рішення наступного відновлення з попереднім видаленням залишків первинного покриття і потім нанесенням нового.

Відсутність смужок відповідає 100 % зносу (див. фіг. 2, в; фіг. 3 б).

Спосіб визначення залишкової товщини покриття деталей при експлуатації шляхом оцінки структури під відбитком мікротвердості дозволяє оцінити стан покриття в різних зонах і на різних етапах експлуатації та реновації деталі.

Джерела інформації:

1. Термозонд для неруйнівного контролю товщини захисних плівкових покриттів (Патент RU 2101674, G01B7/06, 10.01.1998): Чернишов В.М.; Терехов А.В.

2. Спосіб визначення товщини шару матеріалу (Патент RU 2023237, G01B21/08, 15.11.1994):

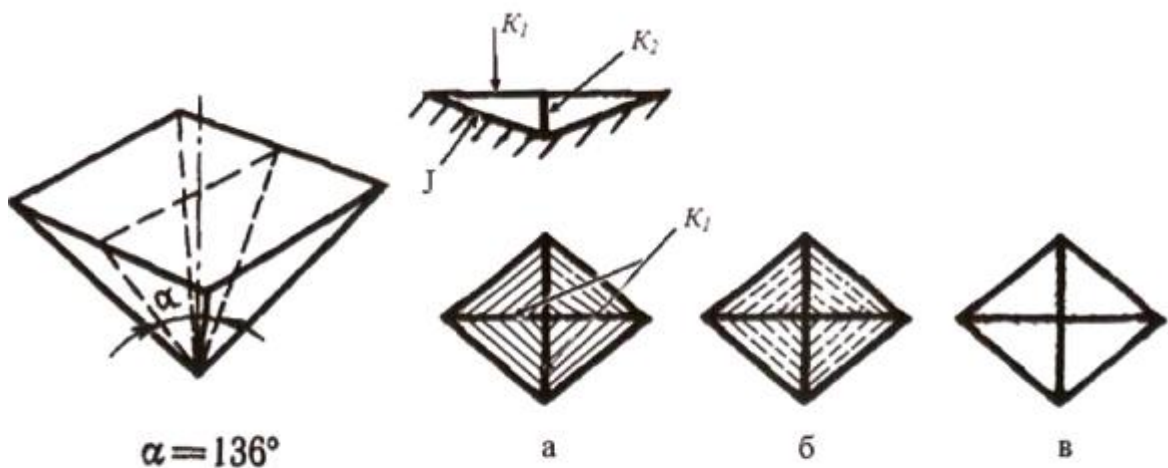
Корнеев В.Д.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 1. Спосіб оцінки зносу і залишкової товщини робочого шару деталей з плівковими покриттями, який включає використання методу мікротвердості, який **відрізняється** тим, що оцінку стану і залишкового ресурсу покриттів здійснюють за характером серії відбитків мікротвердості в різних поверхневих зонах, при якому визначають наявність смуг зсуву покриття при деформації в процесі дискретного навантаження індентора.
- 10 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що товщина кожної з формованих смужок відповідає залишковому шару покриття у відповідній зоні під відбитком, співвіднесена до його катета.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що смужки, які формуються під відбитком мікротвердості одного розміру, відповідають однорідному залишковому шару покриття, а ті, що різняться - неоднорідному, при цьому ступінь неоднорідності зносу оцінюють за максимальним відхиленням.
- 15 4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при повному зносі покриття смужки під відбитком відсутні.



Фіг. 1



Фіг. 2



Fig. 3 a



Fig. 3 б

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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

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