



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107500** (13) **U**
(51) МПК
G01B 21/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2015 12140</p> <p>(22) Дата подання заявки: 07.12.2015</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.06.2016</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2016, Бюл.№ 11</p>	<p>(72) Винахідник(и): Скобло Тамара Семенівна (UA), Марченко Олексій Юрійович (UA), Сідашенко Олександр Іванович (UA), Рибалко Іван Миколайович (UA), Сатановський Євген Абрамович (UA), Олейник Олександр Куприянович (UA), Марков Олександр Вікторович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Скобло Тамара Семенівна, вул. Кооперативна, 13/2, кв. 52, м. Харків-3, 61003 (UA)</p>
--	--

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ЗАХИСНИХ ОКСИДНИХ ПЛІВОК, ЩО ФОРМУЮТЬСЯ ПРИ ТЕРТІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення товщини захисних оксидних плівок, сформованих при терті, при якому для оцінки їх складу та товщини проводять мікрорентгеноспектральний аналіз з отриманням при використанні заздалегідь визначеного діаметра плями зонда і по різниці в ньому компонентів (%), які містяться в плівці, утвореній при терті з введенням модифікуючих домішок, в порівнянні з вихідним металом, оцінюють їх долю на всій площі, що відповідає плямі вимірювального зонда.

UA 107500 U

Корисна модель належить до машинобудування та вимірювального методу оцінки захисних аморфних плівок, які формуються в процесі тертя при внесенні домішок у мастило для зменшення зносу та задирок деталей у спряженнях.

5 Метод особливо ефективний для підбору нових типів модифікуючих домішок до мастил та оцінки вмісту компонентів, що входять у плівки, які формуються при експлуатації деталей.

Відомий спосіб визначення товщини шару, що формується з низькою теплопровідністю у циліндричних виробках [1]. Спосіб включає теплофізичний односторонній періодичний тепловий контроль поверхні зразка та реєстрацію зміни його температури в зонах, що досліджуються. При цьому визначають різницю фаз між коливаннями теплового потоку та температуру шару.

10 Для вимірювання використовують устаткування з джерелом енергії, яке поєднане з модулятором теплового потоку, датчиком інфрачервоного випромінювання, потенціометром постійного струму, підсилювачем та шлейфовим осцилографом. Зазначені елементи обладнання оцінюють тепловий потік, а також змінний сигнал, який є пропорціональним потужності теплового потоку. Його фіксує осцилограф. Для визначення потужності інфрачервоного випромінювання використовують фотодіоди.

15 Спосіб спрямований на визначення товщини плівкових покриттів з металевих сплавів та не може бути використаний для оцінки товщини та складу аморфних плівок з великою часткою кисню, що формуються на поверхні тертя при експлуатації деталей в умовах змащення.

20 Також відомий спосіб оцінки товщини робочого шару з плівковими покриттями, що базується на використанні методу мікротвердості та дозволяє визначити його стан протягом всього життєвого циклу експлуатації деталей у спряженнях [2]. Для цього проводять серію відбитків мікротвердості та оцінюють їх характер в різних зонах зношування. Під відбитком індентора формуються смужки, що відповідають зсуву покриття. По перерізу смужки, що формуються по гіпотенузі, та при її співвідношенні до катета відбитка мікротвердості, розраховують товщину покриття.

25 Такий метод також не може бути використаний для оцінки захисних аморфних плівок, що формуються при терті в середовищі мастил з домішками для підвищення експлуатаційної стійкості деталей.

30 Задачею корисної моделі є оцінка способу визначення товщини і ступеня неоднорідності захисної плівки, що формується при експлуатації деталей з введенням домішок у мастило та визначення вмісту компонентів, які вона засвоює.

35 Найбільш близьким для оцінки вмісту компонентів у захисних плівках, що формуються при терті, є метод мікрорентгеноспектрального аналізу [3]. При використанні його для аналізу з мінімальним зондом плями або з великим збільшенням об'єкта досліджень зменшується вміст та розподіл компонентів, що входять в основний метал деталі, виробу. Однак, зі зменшенням зони вимірювання можлива значна похибка та суттєва неоднорідність результатів по дуже локальному розподілу компонентів.

40 Використовуючи пляму зонда, глибиною 3 мкм (06 мкм) при статистичному мікрорентгеноспектральному аналізі, можливо в різних зонах вимірювань одержати як розподіл компонентів, так і розрахувати частку захисної плівки, її товщину відносно всієї плями зонда та порівняти з такими ж показниками зразка до експлуатації. Забезпечити стабільність розміру плями зонда можливо при використанні однакової потужності променя.

45 Аналіз поверхні тертя показав, що вона при введенні домішок має вигладжений вигляд (відповідає плівковому покриттю).

Об'єднавши методи рентгенівської спектроскопії та електронOMETалографічні дослідження, розрахували, що загальна доля введеної домішки (наноалмази, графіт, мідь) в мастило (відпрацьоване дизельне пальне + солідол) формує на поверхні тертя до 78 % зміцнюючої плівки.

50 Сформована плівка включає компоненти: S, Si, Al, P, Mg, Cl, K, Ca, C, O, Na (таблиця 1). Склад компонента основного металу представлено позначкою I, плівки - II.

Таблиця 1

Компонент	Зони аналізу	Границі значень мікрорентгеноспектрального аналізу, середнє в зоні, %	Середнє по всіх зонах аналізу, %	Загальний спектральний аналіз всієї поверхні, %
1	2	3	4	5
S	I	0,05 0,05	0,06	0,09
	II	0,05-0,11 0,07		
Mn	I	1,27-1,34 1,29	1,19	1,18
	II	1,04-1,12 1,09		
Si	I	0,19-0,25 0,22	0,24	0,44
	II	0,16-0,45 0,26		
Al	I	0,06-0,12 0,1	0,29	0,35
	II	0,14-1,29 0,49		
P	I	0	0,038	0,03
	II	0,04-0,19 0,075		
Cr	I	0,23-0,27 0,24	0,225	0,26
	II	0,18-0,25 0,21		
Mg	I	0	0,113	0,04
	II	0-1,13 0,032		
Cl	I	0	0,65	0,10
	II	0,07-0,20 0,13		

1	2	3	4	5
K	I	0	0,025	0,04
	II	0,04-0,06 0,05		
Ca	I	0	0,085	0,32
	II	0,13-0,23 0,17		
Ti	I	0	0	No
	II	0		
C	I	8,51-12,11 10,64	17,56	14,25
	II	20,55-28,86 24,47		
O	I	0,53-1,12 0,91	2,695	7,57
	II	4,36-5,81 4,48		
Na	I	0	0,15	0,29
	II	0,24-0,35 0,3		
Fe	I	84,81-89,15 86,57	76,14	74,93
	II	58,55-72,15 65,7		
Cu	розподілено нерівномірно		0,12	

Компоненти, які виявлені в металі деталі, це: S, Mn, Si, Al, Cr, C, Fe. При локальному спектральному аналізі їх частка на поверхні з плівковим покриттям знижується тому, що зонд відбиває зменшену долю основного металу (за рахунок вкладу плівки). На основі такого аналізу встановили, що найбільш стабільним показником для оцінки товщини плівки, яка формується при терті, є зміни концентрації заліза (таблиця 2).

Таблиця 2

Товщина захисної плівки, мкм		Середня доля заліза, згідно локального аналізу, %	Середня доля заліза, згідно спектрального аналізу, %
Мінімальна	0,39	72,15	74,93
Максимальна	1,34	58,55	
Середня	1,32	65,7	

Аналізом встановлено, доля заліза при формуванні плівки суттєво зменшується (до ~ 20 %). Розрахунок проводили з урахуванням того, що форма плями при мікрорентгенівському аналізі дорівнює $\frac{1}{2}$ розміру кола $\varnothing 6$ мкм, а його площа оцінюється як $\pi r^2 = 3,14 \cdot 9 = 28,26$ мкм². При цьому, $\frac{1}{2}\pi r^2 = 14,13$ мкм² відповідає площі плями зонда. Виходячи з даних спектрального аналізу металу, при якому встановлена середня доля Fe=74,93 %, згідно із спектральним аналізом, та площі плями, яка дорівнює 14,13 мкм², розраховали середню товщину плівок. Різниця між середньою концентрацією заліза у вихідному металі складає 74,93 %; з плівкою - 65,7 %, а різниця між ними - 9,23 % (див. таблиця 2). Таким чином, середня товщина дорівнює 1,217 мкм. Розрахунки зміни захисних плівок також наведені у таблиці 2. Показано, що мінімальна товщина захисної плівки складає 0,32 мкм, а максимальна - 1,34 мкм. Оцінюючи середню товщину плівки, має місце представлення про їх розподіл на поверхні тертя. Оцінку можливо проводити і по інших компонентах (C, O при таких домішках), враховуючи різницю між ними у вихідному металі та в металі після експлуатації (випробувань) з формуванням плівок. Оцінювати по іншим основним компонентам, які входять до складу металу, не завжди доцільно у зв'язку з тим, що вони схильні до ліквідації та формування неметалевих включень та карбідів, наприклад Mn, Cr.

Таким чином, рекомендовано спосіб оцінки товщини захисних плівкових покриттів проводити на основі визначення зміни заліза, які мають місце при терті з модифікуючими домішками. Метод дозволяє оцінювати долю компонентів в плівках та ступінь неоднорідності як по складу компонентів, так і зміні їх товщини.

Джерела інформації:

1. Способ определения толщины слоя материала (Патент RU 2023237, G01B21/08, 15.11.1994): Корнеев В.Д.
2. Спосіб оцінки зносу і залишкової товщини шару деталей з плівковими покриттями (Патент UA 99408, G01B21/08 (2006.01)): Скобло Т.С., Плугатарьов А.В., Сідашенко О.І. та інш.
3. О причинах трещинообразования в корпусных отливках сельскохозяйственных машин / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, А.В. Сайчук, И.Н. Рыбалко, В.В. Телятников // Научно-практический журнал "Агротехника и энергообеспечение". - Орёл, 2015. - № 2 (6). - С. 6-14.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб визначення товщини захисних оксидних плівок, сформованих при терті, який **відрізняється** тим, що для оцінки їх складу та товщини проводять мікрорентгеноспектральний аналіз з отриманням при використанні заздалегідь визначеного діаметра плями зонда і по різниці в ньому компонентів (%), які містяться в плівці, утвореній при терті з введенням модифікуючих домішок, в порівнянні з вихідним металом оцінюють їх долю на всій площі, що відповідає плямі вимірювального зонда.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для оцінки ступеня неоднорідності товщини сформованої плівки проводять статистичні визначення компонентів (%), що входять до складу плівки, одним і тим же діаметром зонда, а потім проводять їх зіставлення і, згідно із відхиленнями, оцінюють зміни.

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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