



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **124803** (13) **U**
(51) МПК
G01N 3/50 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2017 10490</p> <p>(22) Дата подання заявки: 30.10.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2018</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2018, Бюл.№ 8</p>	<p>(72) Винахідник(и): Горбунов Микола Іванович (UA), Ковтанець Максим Володимирович (UA), Ноженко Олена Сергіївна (UA), Просіврова Ольга Вікторівна (UA), Кара Сергій Віталійович (UA), Грицаєнко Ірина Іванівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ, проспект Центральний, 59-а, м. Сєвєродонецьк, Луганська обл., 93406 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ЕНЕРГІЇ АКТИВАЦІЇ РУЙНУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ МАТЕРІАЛІВ, ДЕФОРМОВАНОГО ТЕРТЯМ

(57) Реферат:

Спосіб оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару матеріалів, деформованого тертям, при якому спочатку роблять приробку зразків в умовах експлуатації при дії заданого робочого режиму, потім на прироблену поверхню зразків алмазним індентором наносять подряпини уздовж напрямку текстури, вимірюють ширину подряпини і силу тертя, а потім розраховують кількість витиснутого матеріалу і роботу сил тертя, у результаті оцінюючи енергію активації матеріалу з обліком його фактичного стану в парах, що зношуються, а також ураховують вплив анізотропії механічних властивостей при спільній дії нормальних і дотичних напружень, що діють на поверхні при терті. При цьому на рейці залізничного шляху розміщують випробувальну машину тертя, на якій безпосередньо за робочим колесом встановлено індентор, вершина якого розміщена перпендикулярно до поверхні рейки та наносять подряпину індентором по поверхні рейки під час проходження випробувальної машини тертя по рейці, потім встановлюють положення вершини індентора перпендикулярно до вертикальної осі робочого колеса та наносять подряпину індентором по його поверхні.

UA 124803 U

Корисна модель належить до області залізничного транспорту і досліджуваної фізико-хімічної механіки контактування матеріалів при терті, і може бути використана для оцінки параметрів стану поверхневих шарів контактуючих колеса і рейки, в інженерних розрахунках зношування деталей, що труться.

5 Відомо спосіб оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару матеріалів, деформованого тертям, що полягає в тому, що спочатку роблять приробку зразків в умовах експлуатації при дії заданого робочого режиму, потім на прироблену поверхню зразків алмазним індентором наносять подряпини уздовж напрямку текстури, вимірюють ширину подряпини і силу тертя, а потім розраховують кількість витиснутого матеріалу і роботу сил
10 тертя, у результаті оцінюючи енергію активації матеріалу з обліком його фактичного стану в парах, що зношуються, а також ураховують вплив анізотропії механічних властивостей при спільній дії нормальних і дотичних напружень, що діють на поверхні при терті [див. патент Російської Федерації №2166745, G01N 3/56, 10.05.2001]. Цей спосіб вибраний за прототип.

15 Недоліком даного способу є недостатнє наближення умов дослідження до реальних умов експлуатації у зв'язку з неможливістю при проведенні досліджень урахувати дію на ширину подряпини індентором та силу тертя температурного ефекту (поверхневу температуру), що виникає підчас приробки зразків (колеса та рейки) в умовах експлуатації при дії заданого робочого режиму, це викликає неточність проведення оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару зразків.

20 В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару матеріалів, деформованого тертям шляхом розміщення індентора на випробувальній машині тертя безпосередньо за робочим колесом та забезпечення можливості при оцінці енергії активації руйнування поверхневого шару колеса та рейки враховувати дію на ширину подряпини індентором і силу тертя температурного ефекту
25 (поверхневу температуру) після проходження колеса по рейці, з точністю провести оцінку поверхневого шару колеса та рейки.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару матеріалів, деформованого тертям, що полягає в тому, що спочатку роблять приробку зразків в умовах експлуатації при дії заданого робочого режиму, потім на прироблену поверхню зразків алмазним індентором наносять подряпини уздовж напрямку текстури, вимірюють ширину подряпини і силу тертя, а потім розраховують кількість витиснутого матеріалу і роботу сил тертя, у результаті оцінюючи енергію активації матеріалу з обліком його фактичного стану в парах, що зношуються, а також ураховують вплив анізотропії механічних властивостей при спільній дії нормальних і дотичних напружень, що діють на поверхні при терті,
35 відповідно до корисної моделі на рейці залізничного шляху розміщують випробувальну машину тертя, на якій безпосередньо за робочим колесом встановлено індентор, вершина якого розміщена перпендикулярно до поверхні рейки та наносять подряпини індентором по поверхні рейки під час проходження випробувальної машини тертя по рейці, потім встановлюють положення вершини індентора перпендикулярно до вертикальної осі робочого колеса та наносять подряпини індентором по його поверхні.
40

Таким чином досягається наближення умов дослідження до реальних умов експлуатації, можливість при проведенні досліджень урахувати дію на ширину подряпини індентора і силу тертя температурного ефекту після проходження колеса по рейці, з точністю провести оцінку поверхневого шару колеса та рейки.

45 Спосіб оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару матеріалів, деформованого тертям реалізується наступним чином.

Випробувальну машину тертя, що має одне тягове та одне робоче колесо, встановлюють на рейку залізничного шляху, з'єднують з системою управління та системою обробки результатів. При натисненні кнопки «Пуск» випробувальна машина тертя починає свій рух по рейці. У
50 результаті експлуатації проходить приробка поверхні робочого колеса та рейки. При русі випробувальної машини тертя вже на прироблену поверхню рейки індентором, вершина якого розміщена перпендикулярно поверхні рейки, наносять подряпини уздовж напрямку руху. Потім встановлюють положення вершини індентора перпендикулярно до вертикальної осі робочого колеса та наносять подряпини індентором по його поверхні. Енергія активації руйнування
55 поверхневого шару може оцінюватися з відношення:

$$U_0 = \frac{W_{\text{дряп}}}{V_{\text{деф}}} \quad (1)$$

де $W_{\text{дряп}}$ - механічна енергія витрачена на дряпання, кДж;

$V_{\text{деф}}$ - кількість активованого матеріалу, моль.

Виразення для розрахунку роботи, витраченої на проорювання канавки, має вигляд:

$$W_{\text{царап}} = N \cdot f \cdot L \cdot \cos \alpha \cdot 10^3 \quad (2)$$

5

де N - навантаження на індентор, Н;

L - шлях тертя (довжина канавки), мкм;

F - коефіцієнт опору дряпання;

α - кут між векторами сили та швидкості при дряпанні поверхневого шару.

10

Обсяг зруйнованого матеріалу визначається виходячи з геометричних характеристик отриманої внаслідок подряпини: ширини D і довжини L .

Приймаючи, що глибина впровадження індентора $h_{\text{вн}}$ пов'язана із шириною подряпини співвідношенням $h_{\text{вн}} \cong 0,14D$, і використовуючи для розрахунку площі поперечного перерізу подряпини формулу площі трикутника $S_{\Delta} = 1/2 \cdot h_{\text{вн}}D = 0,07 \cdot D^2$, вираження для розрахунку кількості витиснутого матеріалу з урахуванням розмірності прийме вигляд:

15

$$V_{\text{деф}} = \frac{(D_n^2 - D_1^2) \cdot L \cdot 0,07}{(P - 1) \cdot V_M} \cdot 10^3 \quad (3)$$

де V_M - молярний об'єм металу, мм³/моль;

P - число проходів індентора;

20

D_1^2 і D_n^2 - ширини подряпин при 1 і P проходах індентора відповідно, мкм.

Беручи до уваги те, що перша подряпина утворюється переважно за рахунок ущільнення матеріалу поверхні (без ознак руйнування), для відтворення ефекту зміцнення і механізму виникнення малоциклової втоми матеріалу поверхні роблять кілька однакових проходів на випробувальній машині тертя з індентором. Як показали експерименти, оптимальне число проходів 3-6.

25

З урахуванням виразів (2-3) формула для розрахунку енергії активації прийме наступний вигляд:

$$U_0 = \frac{14,286 \cdot V_M \cdot (P - 1) \cdot N \cdot f}{D_n^2 - D_1^2} \quad (4)$$

30

Щоб одержати коректну оцінку енергії активації при використанні отриманого виразу необхідно обґрунтувати вибір параметрів P та N , а також оцінити значення f , V_M , D_1 і D_n .

Таким чином, при застосуванні запропонованого способу оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару матеріалів, деформованого тертям досягається наближення умов дослідження до реальних умов експлуатації, можливість при проведенні досліджень урахувувати дію на ширину подряпини індентора і силу тертя температурного ефекту після проходження колеса по рейці, з точністю провести оцінку поверхневого шару колеса та рейки.

35

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

40

Спосіб оцінки енергії активації руйнування поверхневого шару матеріалів, деформованого тертям, що полягає в тому, що спочатку роблять приробку зразків в умовах експлуатації при дії заданого робочого режиму, потім на прироблену поверхню зразків алмазним індентором наносять подряпини уздовж напрямку текстури, вимірюють ширину подряпини і силу тертя, а потім розраховують кількість витиснутого матеріалу і роботу сил тертя, у результаті оцінюючи енергію активації матеріалу з обліком його фактичного стану в парах, що зношуються, а також урахувують вплив анізотропії механічних властивостей при спільній дії нормальних і дотичних напружень, що діють на поверхні при терті, який **відрізняється** тим, що на рейці залізничного шляху розміщують випробувальну машину тертя, на якій безпосередньо за робочим колесом встановлено індентор, вершина якого розміщена перпендикулярно до поверхні рейки та наносять подряпину індентором по поверхні рейки під час проходження випробувальної машини тертя по рейці, потім встановлюють положення вершини індентора перпендикулярно до вертикальної осі робочого колеса та наносять подряпину індентором по його поверхні.

50

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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