



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94210** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 3/56** (2006.01)

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2014 02343</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Диха Олександр Володимирович (UA),</b> <b>Гедзюк Тетяна Володимирівна (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>07.03.2014</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ</b> <b>УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.11.2014</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.11.2014, Бюл.№ 21</b>	

**(54) СПОСІБ ВИПРОБУВАНЬ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНИХ І МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА СХЕМОЮ "КОНУС-ТРИ КУЛЬКИ"**

**(57)** Реферат:

Спосіб випробувань на зносостійкість конструкційних і мастильних матеріалів за схемою "конус-три кульки", де зразок з досліджуваного конструкційного матеріалу навантажується вертикальною силою та обертається із заданою швидкістю. Верхній зразок має форму конуса, а простір між конусом та кульками шарикопідшипника заповнений мастилом.

**UA 94210 U**



Корисна модель належить до галузі трибологічних досліджень, а саме визначення кількісних характеристик двофакторної моделі зношування (контактний тиск - швидкість ковзання) за результатами експериментальних випробувань за схемою "конус - три кульки".

Відомі різні методи і схеми випробувань на зносостійкість конструкційних і мастильних матеріалів: чотирикулькова схема, кулька-кільце, кулька-три ролика, конус-три ролика та інші [ГОСТ 23.221-84. Метод экспериментальной оценки температурной стойкости смазочных материалов при трении], в яких верхній зразок обертається та притискається до нерухомих нижніх зразків із заданою силою, а також відомі способи оцінювання інтенсивності зношування [Методы испытаний на трение и износ: Справ. Изд. //Л.И. Куксенкова, В.Г. Лаптева, А.Г. Колмаков, Л.М. Рибакон. - М.: "Интермет Инжиниринг", 2001. - 152 с.]. Недоліком відомих способів є те, що результати випробувань мають якісний характер та є достовірними тільки для заданих умов випробувань, при цьому відсутні методики визначення кількісних залежностей від визначальних факторів навантаження, швидкості ковзання, в'язкості мастила для кількісного порівняння різних технологій підвищення зносостійкості.

Найближчим до запропонованого способу є спосіб випробувань трибологічних властивостей матеріалів на чотирикульковій машині тертя [ГОСТ 9490-75, Материалы смазочные жидкие и пластичные. Метод определения трибологических свойств на четырехшариковой машине. - М.: Изд-во стандартов, 1980].

Недоліком цього способу є те, що верхній зразок представляє собою шарикопідшипникову кульку, що обмежує можливості використання зразків з різних конструкційних матеріалів та зміцнених за різними технологіями, крім того, результати випробувань на знос за цим способом не дозволяють отримати розрахункові залежності для визначення інтенсивності зношування.

В основі корисної моделі "Спосіб випробувань на зносостійкість конструкційних і мастильних матеріалів за схемою "конус-три кульки" поставлена задача встановити спосіб визначення параметрів зносостійкості двофакторної моделі зношування у вигляді безрозмірних комплексів за результатами експериментальних випробувань за запропонованою схемою випробувань "конус-три кульки".

Поставлена задача вирішується тим, що запропонований спосіб випробувань на зносостійкість конструкційних і мастильних матеріалів за схемою "конус-три кульки", де зразок з досліджуваного конструкційного матеріалу навантажується вертикальною силою та обертається із заданою швидкістю, згідно з корисною моделлю, верхній зразок має форму конуса, а простір між конусом та кульками шарикопідшипника заповнені мастилом при цьому інтенсивність зношування обчислюється за формулою:

$$\frac{du_w}{dS} = fK_w \left( \frac{\sigma}{HB} \right)^m \left( \frac{VR^*}{v} \right)^p,$$

де  $u_w$  - зношування конічного зразка, м;  $S$  - шлях тертя для конуса, м;  $f$  - коефіцієнт тертя;  $\sigma$  - тиск у контакті, МПа;  $HB$  - твердість за Брінелем, МПа;  $v$  - швидкість ковзання, м/с;  $R^*$  - приведений радіус контактуючих тіл, м;  $v$  - кінематична в'язкість мастила,  $m^2/c$ ;  $K_w$ ,  $m$ ,  $p$  - параметри закономірності зношування, які визначають за розмірами доріжки зносу на конусі, отриманих за результатами випробування при двох значеннях швидкості ковзання.

На Фіг. 1 показано пристрій корисної моделі "Спосіб випробувань на зносостійкість конструкційних і мастильних матеріалів за схемою "конус-три кульки": 1 - зразок, 2 - універсальний самоцентруючий свердильний патрон, 3 - кульки, 4 - шпиндель, 5 - стакан, 6 - гайка, 7 - опора, 8 - двохрядний самоцентруючий шарикопідшипник, 9 - корпус, 10 - радіальний упорний шарикопідшипник, 11 - нижній корпус.

На Фіг. 2 представлено досліджуваний конічний зразок 1 з кутом при вершині  $\gamma$ , що розташовується на трьох кульках 2 зі сталі ШХ 15 (контрольних зразках) однакового радіусу  $R$ , розташованих на площині так, щоб вони контактували за схемою Фіг. 1, при цьому конічний зразок обертається із заданою швидкістю ковзання  $V$  і до нього прикладена сила  $Q$ , яка передається до кожної з трьох нижніх кульок. Через встановлений проміжок часу на поверхні конічного зразка формується кільцева доріжка зносу шириною  $2\alpha$  (Фіг. 2), зношуванням кулькових зразків при цьому нехтують. Для подальших розрахунків використовують апроксимуючу степеневу залежність ширини доріжки зносу  $\alpha$  від шляху тертя  $S$  у вигляді  $\alpha = cS^\beta$ , де  $c$  і  $\beta$  - параметри апроксимації, які визначаються за наслідками випробувань.

Для оцінки зносостійкості конструкційних і мастильних матеріалів запропонована залежність інтенсивності зношування від визначальних факторів у вигляді:

$$\frac{du_w}{dS} = fK_w \left( \frac{\sigma}{HB} \right)^m \left( \frac{VR^*}{v} \right)^p,$$

де  $u_w$  - зношування конічного зразка, м;  $S$  - шлях тертя для конуса, м;  $f$  - коефіцієнт тертя;  $\sigma$  - тиск у контакті, МПа;  $HB$  - твердість за Брінелем, МПа;  $v$  - швидкість ковзання, м/с;  $R^*$  - приведений радіус контактуючих тіл, м;  $v$  - кінематична в'язкість мастила, (при 100 °С) м<sup>2</sup>/с;  $K_w$ ,  $m$ ,  $p$  - параметри закономірності зношування, які визначають за розмірами доріжки зносу на конусі, отриманих за результатами випробування при двох значеннях швидкості ковзання  $V_1$  і  $V_2$ , при яких  $\alpha_1 = c_1 S^\beta$ ,  $\alpha_2 = c_2 S^\beta$ :

$$m = \frac{1-2\beta}{2\beta}; p = (2m+2) \frac{\lg(c_1/c_2)}{\lg(V_1/V_2)}; K_w = \frac{\beta c_1^{2m+2}}{f R^*} \left( \frac{3\pi HB \cos \alpha}{Q} \right)^m \left( \frac{v}{V_1 R^*} \right)^p.$$

Приклад виконання способу: випробуваний зразок 1 із зміцненою конічною поверхнею закріплюється в універсальному самоцентруючому свердлильному патроні 2. До нижніх трьох кульок із шарикопідшипникової сталі конічний зразок 1 притискається із вертикальною силою  $P$  та йому задається обертальний рух від шпинделю випробувальної установки 4. Кулькові зразки 3 розташовуються на плоскій поверхні загартованої опори 7 і центруються спеціальною гайкою 6 з конічною робочою поверхнею. При випробуваннях стакан 5 заповнений досліджуваним мастильним матеріалом.

Для самовстановлення зразків під час випробувань використаний дворядний самоцентруючий шарикопідшипник 8, що запресований у корпус 9. Вимірювання моменту тертя проводиться за допомогою пружного індикатора завдяки радіально упорному шарикопідшипнику 10, розміщеному в нижньому корпусі 11, що кріпиться до столу випробувальної установки.

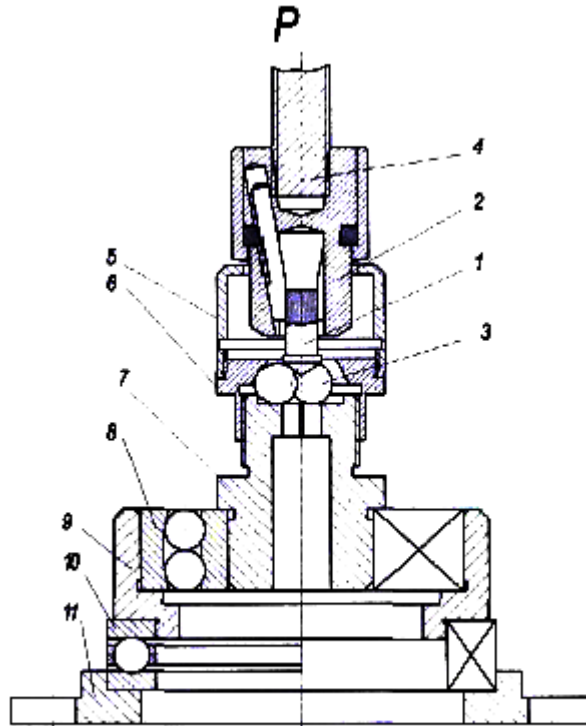
Запропонований спосіб використовується для порівняльної кількісної оцінки різних технологій зміцнення матеріалів та випробувань зносостійких властивостей мастильних матеріалів.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

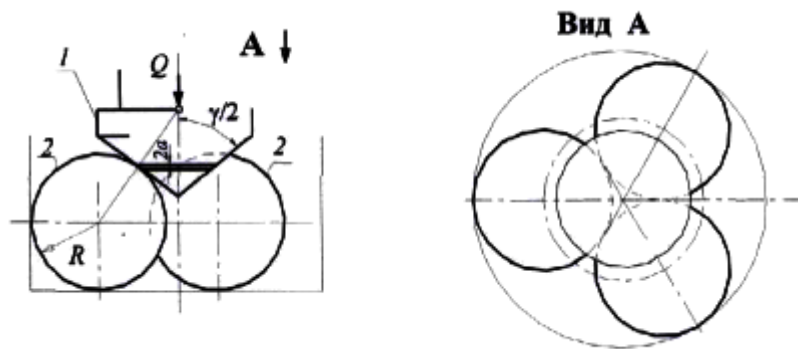
Спосіб випробувань на зносостійкість конструкційних і мастильних матеріалів за схемою "конус-три кульки", де зразок з досліджуваного конструкційного матеріалу навантажується вертикальною силою та обертається із заданою швидкістю, який **відрізняється** тим, що верхній зразок має форму конуса, а простір між конусом та кульками шарикопідшипника заповнений мастилом, при цьому інтенсивність зношування обчислюється за формулою:

$$\frac{du_w}{dS} = fK_w \left( \frac{\sigma}{HB} \right)^m \left( \frac{VR^*}{v} \right)^p, \text{ де } u_w \text{ - зношування конічного зразка, м; } S \text{ - шлях тертя для конуса,}$$

м;  $f$  - коефіцієнт тертя;  $\sigma$  - тиск у контакті, МПа;  $HB$  - твердість за Брінелем, МПа;  $v$  - швидкість ковзання, м/с;  $R^*$  - приведений радіус контактуючих тіл, м;  $v$  - кінематична в'язкість мастила, м<sup>2</sup>/с;  $K_w$ ,  $m$ ,  $p$  - параметри закономірності зношування, які визначають за розмірами доріжки зносу на конусі, отриманих за результатами випробування при двох значеннях швидкості ковзання.



Фиг. 1



Фиг. 2

---

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

---

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