



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **82697** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 3/56** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2013 02732</b>	(72) Винахідник(и): <b>Диха Олександр Володимирович (UA), Вельбой Володимир Пилипович (UA), Диха Максим Олександрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>04.03.2013</b>	(73) Власник(и): <b>ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.08.2013</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.08.2013, Бюл.№ 15</b>	

## (54) СПОСІБ ВИПРОБУВАННЯ І ОЦІНЮВАННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПАР ТЕРТЯ КОВЗАННЯ ЗА СХЕМОЮ "ЦИЛІНДР - КУЛЯ"

### (57) Реферат:

Спосіб випробування і оцінювання зносостійкості пар тертя ковзання за схемою "циліндр - куля", за яким використовується зразок випробуваного матеріалу у формі циліндра і контрольний зразок (контртіло), між якими відбувається силовий контакт і відносне переміщення під час випробування, крім того контртіло у формі кульки шарикопідшипника закріплено нерухомо, а інтенсивність зношування обчислюють за формулою

$$\frac{du_w}{dS} = K_w \left( \frac{\sigma}{HB} \right)^m \left( \frac{V}{V^*} \right)^n, \text{ де } u_w - \text{зношування циліндричної поверхні, м; } S - \text{шлях тертя поверхні}$$

циліндра, м;  $\sigma$  - тиск в контактї, МПа; HB - твердість за Брінелем, МПа; V, V\* - відповідно швидкість випробувань і базова швидкість ковзання, м/с; K<sub>w</sub>, m, n - параметри закономірності зношування, які визначають за розмірами хорди сегмента слідів зносу, отриманих експериментально при двох значення швидкості ковзання.

UA 82697 U

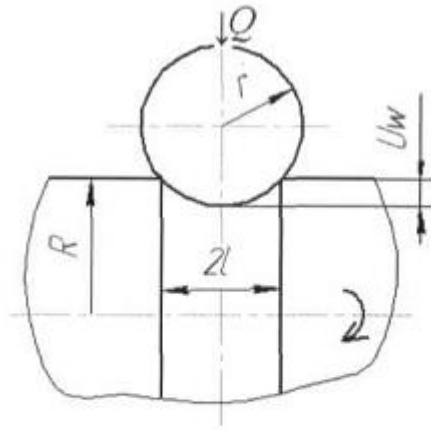


Рис. 1

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 "циліндр - куля".

Відомі способи [Комплекс машин и методики определения антифрикционных свойств материалов при трении скольжения / Э.Т. Малькин, М.К. Коваль и др., / Порошковая металлургия, -1973, - № 1, - С. 67-72] для випробувань на тертя і зношування, в яких контрольний зразок має форму тіла обертання і обертається із заданою швидкістю під час випробувань, а нерухомі випробувальні зразки різної геометричної форми притискаються до зовнішньої поверхні контрзразка із заданою силою, а також відомі стандартні методи оцінювання інтенсивності зношування [Методы испытаний на трение и износ: Справ. Изд. // Л.И. Куксенкова, В.Г. Лаптева, А.Г. Колмаков, Л.М. Рibaков - М.: "Интермет Инжиниринг", 2001.-152 с.]. Недоліком відомих способів є те, що при випробуванні як контрольні зразки використовують диски з інструментальних сталей, термооброблених до різних значень твердості, що унеможлиблює адекватне порівняння результатів випробувань інтенсивності зношування поверхонь, зміцнених різними технологічними заходами.

Найближчими до запропонованого способу є стандартні методи триботехнічних випробувань матеріалів, зокрема, метод оцінки інтенсивності зношування за відношенням товщини зношеного шару поверхні до шляху тертя [ГОСТ 27674-88. Трение, изнашивание, смазка. Термины и определения].

Недоліком відомого методу є те, що для розрахунку інтенсивності зношування не враховуються комплексний вплив таких важливих чинників, як контактний тиск і швидкість ковзання поверхонь пари тертя.

В основі корисної моделі "Спосіб випробування і оцінювання зносостійкості пар тертя ковзання за схемою "циліндр - куля" є задача побудувати двофакторну математичну модель зношування (контактний тиск - швидкість ковзання) за результатами експериментальних випробувань.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб випробування і оцінювання зносостійкості пар тертя ковзання за схемою "циліндр - куля", за яким використовується зразок випробуваного матеріалу у формі циліндра і контрольний зразок (контртіло), між якими відбувається силовий контакт і відносне переміщення під час випробування, згідно запропонованого рішення контртіло у формі кульки шарикопідшипника закріплено нерухомо, а інтенсивність зношування

обчислюють за формулою  $\frac{du_w}{dS} = K_w \left( \frac{\sigma}{HB} \right)^m \left( \frac{V}{V^*} \right)^n$ , де  $u_w$  - зношування циліндричної поверхні, м;  $S$  - шлях тертя поверхні циліндра, м;  $\sigma$  - тиск в контакті, МПа;  $HB$  - твердість за Брінелем, МПа;  $V, V^*$  - відповідно швидкість випробувань і базова швидкість ковзання, м/с;  $K_w, m, n$  - параметри закономірності зношування, які визначають за розмірами хорди сегмента слідів зносу, отриманих експериментально при двох значення швидкості ковзання.

На рис. 1 представлено використання підшипникову кульку як контрольний зразок, зі сталі ШХ15 з гарантованими властивостями і параметрами форми, яка притискається з відомою силою  $Q$  до циліндричної поверхні випробуваного зразка 2, що обертається з певною частотою. За визначений проміжок часу на контактній поверхні зразка появляється видимий слід зношування у формі кільцевої канавки поперечним перерізом у формі колового сегмента 3, хорда якого 21 є кількісним показником для розрахунку зносу контактної поверхні випробуваного зразка.

Експериментальну залежність величини хорди  $l$  сегмента поперечного перерізу кільцевої канавки від шляху тертя  $S$  представляють у вигляді степеневі апроксимації  $l=cS^\beta$ , де  $c$  і  $\beta$  - параметри апроксимації, які визначаються за наслідками випробувань.

Для оцінки зношування досліджуваного зразка приймають двофакторну модель залежності інтенсивності зношування від безрозмірних параметрів контактного тиску і швидкості ковзання у вигляді:

$$\frac{du_w}{dS} = K_w \left( \frac{\sigma}{HB} \right)^m \left( \frac{V}{V^*} \right)^n,$$

де  $\sigma$  - тиск в контакті, МПа;  $HB$  - твердість за Брінелем, МПа;  $u_w$  - лінійне зношування циліндричної поверхні, м;  $S$  - шлях тертя поверхні циліндра, м;  $V, V^*$  - відповідно швидкість випробувань і базова швидкість ковзання, м/с;  $K_w, m, n$  - параметри закономірності зношування, які визначають за результатами випробування при двох значення швидкості ковзання  $V_1$  і  $V_2$ , при яких  $l_1=c_1S^\beta$ , а  $l_2=c_2S^\beta$ :

$$m = \frac{1-2\beta}{2\beta}; n = (2m+2) \frac{\lg(c_1/c_2)}{\lg(V_1/V_2)}; K_w = \frac{\beta c_1^{2m+2}}{R^*} \left( \frac{HB}{\sigma} \right)^m \left( \frac{V^*}{V} \right)^n; R^* = \frac{Rr}{R+r}.$$

На Рис. 2 показано пристрій корисної моделі "Спосіб випробування і оцінювання зносостійкості пар тертя ковзання за схемою "циліндр - куля".

5 Випробуваний зразок 11 у вигляді втулки зі зміцненою поверхнею вільно посаджений на оправку 4 і закріплений гайкою 10. Оправка 4 вгвинчена в хвостовик 3, спарений з конусною поверхнею шпинделя 1 і закріплений в ньому накладною гайкою 2. Сталева кулька 12 (контрольний зразок) нерухомо закріплена в наконечнику 13 упорним стрижнем 14, вставленим в отвір повзуна 15 механізму навантаження установки важелем 17. Корпус 16 механізму навантаження встановлений і прикріплений до каретки поздовжньої подачі S установки (не показано). Притискання кульки 12 до зміцненої поверхні випробувального зразка 11 здійснюється заданою силою P, прикладеною до важеля 17.

15 Для змащування зони тертя рідкотекучими оливами до повзуна 15 прикріплений П-подібний кронштейн 18, на якому встановлена ванна 5, наповнена оливою. В отвір дна ванни 5 вставлена ливникова втулка 8 з фетровим осердям 9, затиснутим різьбовою з отвором пробкою 6. Корпус ванни 5 кріпиться до горизонтальної полки кронштейна 18 втулкою 8. Ущільнення з'єднання корпусу ванни з полкою кронштейна забезпечується гумовою прокладкою 7. Змащування зони тертя відбувається за рахунок ковзання змоченого мастильною оливою фетрового осердя по сліду рухомого контакту кульки 12 з випробувальною поверхнею зразка 11.

20 Спосіб випробування, пристрій і метод оцінювання зносостійкості пар тертя ковзання за схемою "циліндр - куля" практично застосовані для кількісного порівняння інтенсивності зношування дискретно зміцнених поверхонь зразків, оброблених за різних режимів і способів електроконтактної обробки.

25

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб випробування і оцінювання зносостійкості пар тертя ковзання за схемою "циліндр - куля", за яким використовується зразок випробуваного матеріалу у формі циліндра і контрольний зразок (контртіло), між якими відбувається силовий контакт і відносне переміщення під час випробування, який **відрізняється** тим, що контртіло у формі кульки шарикопідшипника закріплено нерухомо, а інтенсивність зношування обчислюють за формулою

$$\frac{du_w}{dS} = K_w \left( \frac{\sigma}{HB} \right)^m \left( \frac{V}{V^*} \right)^n, \text{ де } u_w - \text{зношування циліндричної поверхні, м; } S - \text{шлях тертя поверхні}$$

циліндра, м;  $\sigma$  - тиск в контакті, МПа; HB - твердість за Брінелем, МПа; V, V\* - відповідно швидкість випробувань і базова швидкість ковзання, м/с; K\_w, m, n - параметри закономірності зношування, які визначають за розмірами хорди сегмента слідів зносу, отриманих експериментально при двох значення швидкості ковзання.

35

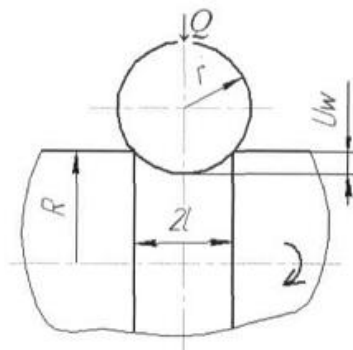


Рис. 1

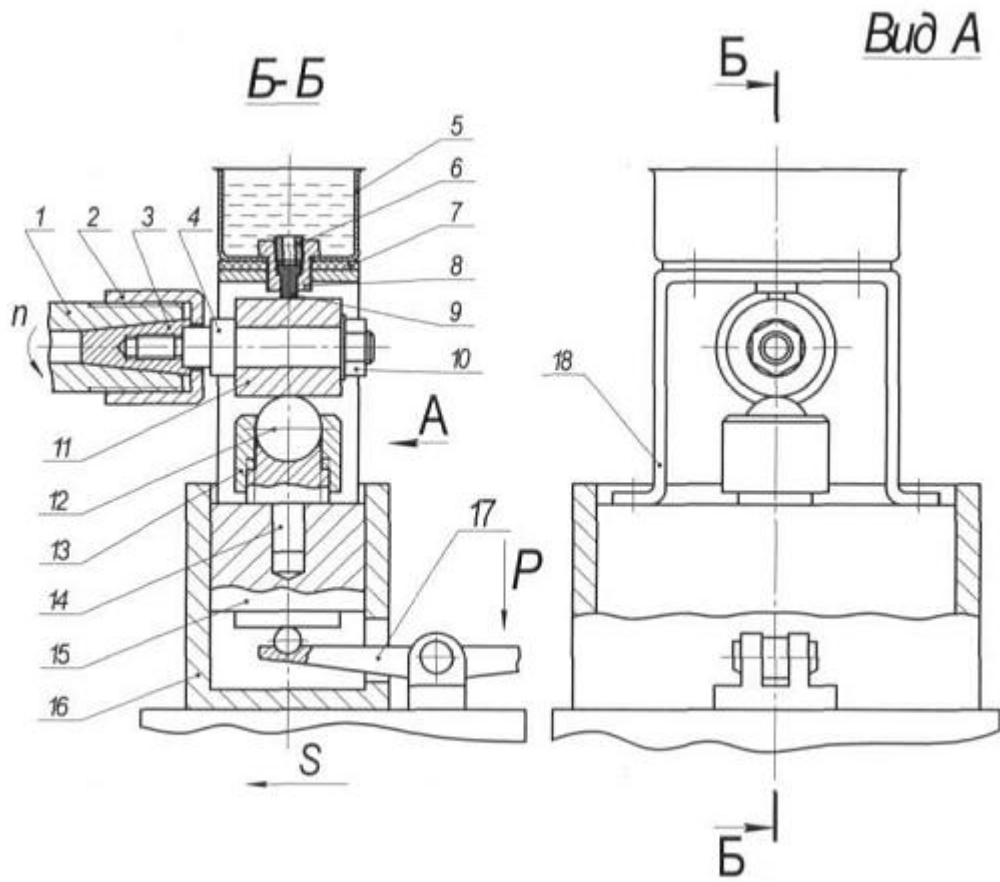


Рис. 2

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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