



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **69499**

(13) **U**

(51) МПК

**G01N 19/02** (2006.01)

**G01N 3/56** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

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

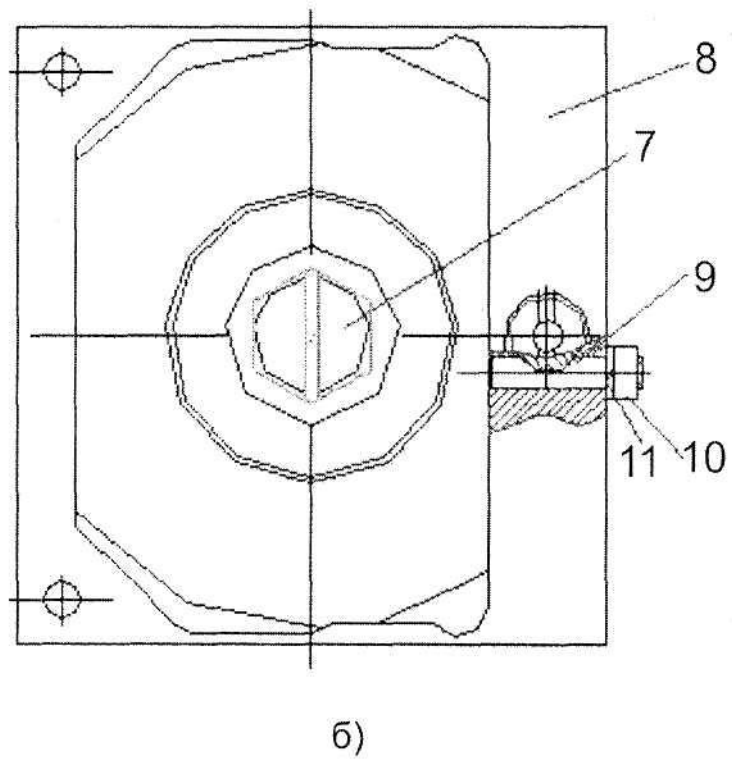
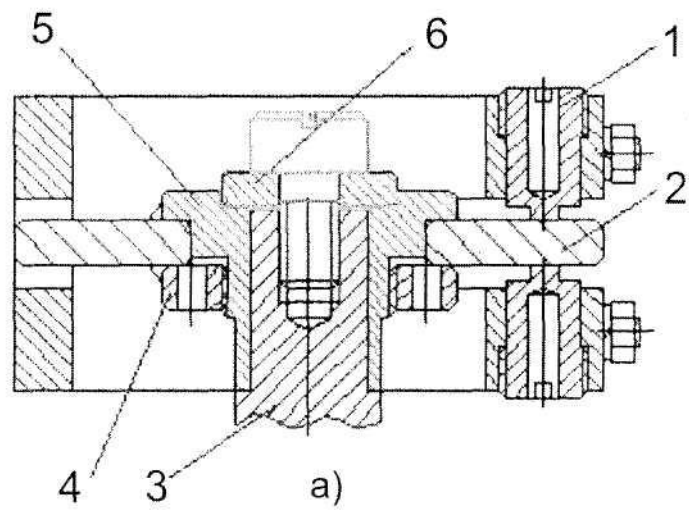
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2011 13796</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Фролов Геннадій Олександрович (UA),</b> <b>Колотило Олександр Данилович (UA),</b> <b>Боровик Валерій Григорович (UA),</b> <b>Алексєєв Віктор Іванович (UA),</b> <b>Гамуля Гари Дмитрович (UA),</b> <b>Тихий Віктор Григорович (UA),</b> <b>Шовкопляс Юрій Анатольєвич (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>23.11.2011</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.04.2012</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.04.2012, Бюл.№ 8</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ</b> <b>МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ІМ. І.М.</b> <b>ФРАНЦЕВИЧА НАН УКРАЇНИ,</b> вул. Кржижанівського, 3, м. Київ-142, 03680, Україна (UA)

**(54) ТРИБОМЕТР ОРБІТАЛЬНИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ**

**(57) Реферат:**

Трибометр орбітальний малогабаритний містить привід, контрзразок та двокоординатний пружний елемент, в якому закріплені зразки-індентори. Кріплення контрзразка здійснено на валу приводу, а зразка-індентора - на двокоординатному пружному елементі з використанням різі.

**UA 69499 U**



Корисна модель сконструйована для дослідження тертя та зношування матеріалів підшипників ковзання в наземних умовах при імітації деяких факторів космічного простору, а також безпосередньо в відкритому космосі.

Опір зношуванню забезпечує тривалість надійної роботи вузлів тертя, тому важливо визначити не тільки коефіцієнт тертя, знос, але й динаміку процесу зношування.

Відомий трибометр для космічних досліджень [Yarosh V.M., Moisheer A.A., Bronovets M.A., Lopatin A.S. Investigation of the hard lubrication coatings in open space around moon // Abstracts of paper from World Tribology Congrees, 8-12 Sept. 1997. - London: Publ. MEП, 1997. - P. 512], в якому використовувались пари тертя за схемою "диск-індентор". До диску з обох боків притискалися два співвісні індентори, які закріплені на шарнірних балках, стягнених гвинтовою пружиною. На балках знаходилися тензодатчики, що використовувались для вимірювання сили тертя. Системи вимірювання температури в області контакту пар тертя та їх лінійного зносу не були передбачені.

Недоліками способу є:

- вісь індентора відхиляється в процесі іспитів по мірі зношування індентора та дискового контр зразка;
- кінематична схема кріплення індентора призводить до змінення радіуса доріжки тертя разом із зміною сили тертя;
- встановлення інденторів і дисків, а також юстирування трибометра і складною навіть в земних умовах.

Відомий трибометр [Броновец М.А., Ярош В.М., Соколов В.Н. и др. Космический эксперимент "Исследование перспективных для космической техники материалов на трение и износ в открытом космическом пространстве и на земных лабораториях" / Актуальные проблемы развития отечественной космонавтики: Тр. 29 академических чтений по космонавтике. - М., 2005. - С. 409-413], на якому проводили дослідження тертя шести інденторів на одному диску на різних доріжках тертя.

Недоліком способу є те, що інтерпретація одержаних даних ускладнена з таких причин:

- тертя трьох інденторів на різних доріжках тертя на кожному боці диску веде до перенесення продуктів зношування з внутрішніх доріжок (з меншою швидкістю ковзання) до зовнішніх доріжок (з більшою швидкістю ковзання);
- вібрації, що виникають при терті диска і індентора, залежать від швидкості ковзання, а також від інших факторів, в тому числі резонансних характеристик вимірювальної та випробувальної систем, що спотворює сигнали вимірювальної системи, які одержані безпосередньо від об'єктів тертя.

Найбільш близьким до заявленої корисної моделі по технічній суті та досягнутому ефекту є пристрій [Боровик В. Г. Модульный узел трения "диск-индентор" для триботехнических исследований в космическом пространстве // Космична наука та технологія. - 2005. - 11, № 5/6. - С. 87-91], який в значній мірі позбавлений недоліків, що властиві розглянутим трибометрам. Конструкція цього трибометра складається з приводу, контрзразка та двокоординатного пружного елемента, в якому закріплені зразки-індентори. Завдяки своїй конструкції цей пристрій на відміну від інших дозволяє проводити безперервну реєстрацію основних параметрів тертя (коефіцієнт тертя, знос, температура). При поступовому зменшенні навантаження на зразок від максимального до нульового по мірі зношування зразка забезпечується реєстрація динаміки процесу зношування.

Однак конструкція цього трибометра також має недоліки. В першу чергу в зв'язку з цим, що обертання контрзразка здійснюється від валу приводу через передачу, а сам контрзразок встановлено в підшипниковому вузлі. Наявність кінематичних сполучень призводить до механічних коливань поверхні контрзразка, що спотворює сигнали вимірювальної системи. Окрім того це зменшує відвід тепла із зони тертя, підвищує перепад температур між двокоординатним пружним елементом та зразком-індентором, що впливає на показання тензодатчиків. Все це викликає додаткові похибки при визначенні три-ботехнічних параметрів. Також недосконалим є спосіб закріплення зразка-індентора в тримачі пружного елемента вимірювальної системи. Зразок-індентор має гладку циліндричну поверхню і тому може ковзати відносно фіксуючого клину тримача під дією осьового навантаження. Окрім того важко контролювати висоту виступання зразка із тримача в напрямку контрзразка. Внаслідок цього виникає потреба використання додаткового знімного пристрою, що використовується для створення потрібного осьового навантаження при заданій висоті виступання зразка. Це значно ускладнює операції і потребує більш часу для підготовки проведення вимірювань.

Задачею трибометра орбітального малогабаритного є підвищення точності вимірювання коефіцієнту тертя, реєстрації динаміки зношування пари тертя та спрощення операцій проведення вимірювань.

Суть винаходу полягає в тому, що ця задача досягається шляхом кріплення контрзразка на валу приводу, а зразка-індентора на двокоординатному пружному елементі з використанням різі. В такому виконанні в корисній моделі зменшується биття контрзразка, покращується відвід тепла від зони тертя, підвищується точність задання початкового навантаження на зразок за рахунок кріплення його з використанням різі. Покращення відводу тепла з зони тертя зменшує перепад температур між двокоординатним пружним елементом, на поверхнях якого розташовані тензодатчики, і зразком-індентором. В свою чергу використання різі на зразках інденторів підвищує точність за-дання початкового навантаження на зразок-індентор без застосування додаткового знімного пристрою і спрощує операції підготовки експерименту.

На фіг. 1 (а, б) схематично надана конструкція корисної моделі.

Трибометр орбітальний малогабаритний містить зразок-індентор 1, з нарізним з'єднанням, контрзразок 2, який закріплено на валу приводу 3 за допомогою гайки 4, втулки 5, стопорної шайби 6 та гвинта 7. В двокоординатному пружному елементі 8 індентор 1 фіксується клином 9, гайкою 10 і шайбою 11.

Трибометр орбітальний малогабаритний працює наступним чином. За рахунок ввертання індентора 1 по різі в двокоординатній пружний елемент 8 задається потрібне навантаження в парі тертя, а положення індентора фіксується клином 9. Під дією навантаження індентори 1 щільно притискаються до контрзразка 2, якому надають обертання із заданою кутовою швидкістю. Під час зношування інденторів 1 пружний елемент 8 зміщується за рахунок пружності до контрзразка 2. Всі деформації пружного елемента 8 (за рахунок зношування та дії сил тертя) фіксуються за сигналами тензодатчиків, які розміщені на його поверхнях.

Приклад роботи трибометра:

1) Випробування проведено в вакуумі  $2 \cdot 10^{-2}$  Па, навантаженні 20 Н, швидкість ковзання 0,1 м/с, тривалість іспитів 10 хвилин. Для пари тертя диск-ШХ15-СКАМ ІПМ знос становив 5 мкм/км, коефіцієнт тертя 0,2. При цьому максимальний перепад температур між найбільш віддаленою точкою на двокоординатному пружному елементі та зразком-індентором складав  $1^{\circ}\text{C}$ .

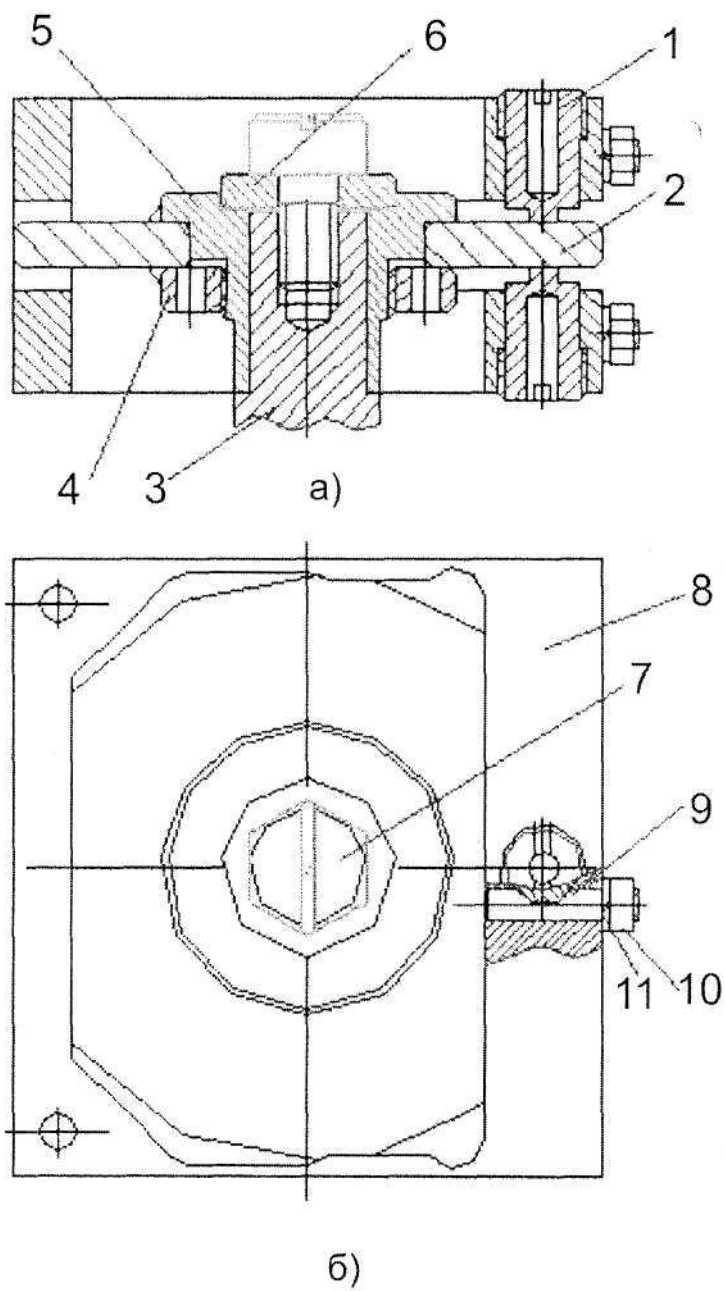
2) Вакуум  $2 \cdot 10^{-2}$  Па, навантаження 20 Н, швидкість ковзання 1,5 м/с, тривалість іспитів 10 хвилин, пара тертя ШХ15-СКАМ ІПМ, знос 15 мкм/км, коефіцієнт тертя 0,15, максимальний перепад температур -  $14^{\circ}\text{C}$ . Слід відмітити, що збільшення часу випробувань зменшує перепад температур між двокоординатним пружним елементом і зразком-індентором.

Всі деформації двокоординатного пружного елемента 8 (за рахунок зношування та дії сил тертя) фіксуються тензодатчиками, що розміщені на його поверхнях.

Промислова придатність. Пропонований трибометр орбітальний малогабаритний дозволяє з високою точністю визначати знос, коефіцієнт тертя та температуру зразка-індентора в режимі безперервного моніторингу в лабораторних умовах та космосі.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Трибометр орбітальний малогабаритний, що містить привід, контрзразок та двокоординатний пружний елемент, в якому закріплені зразки-індентори, який **відрізняється** тим, що кріплення контрзразка здійснено на валу приводу, а зразка-індентора - на двокоординатному пружному елементі з використанням різі.




---

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