



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104550** (13) **C2**
(51) МПК
G01N 3/56 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

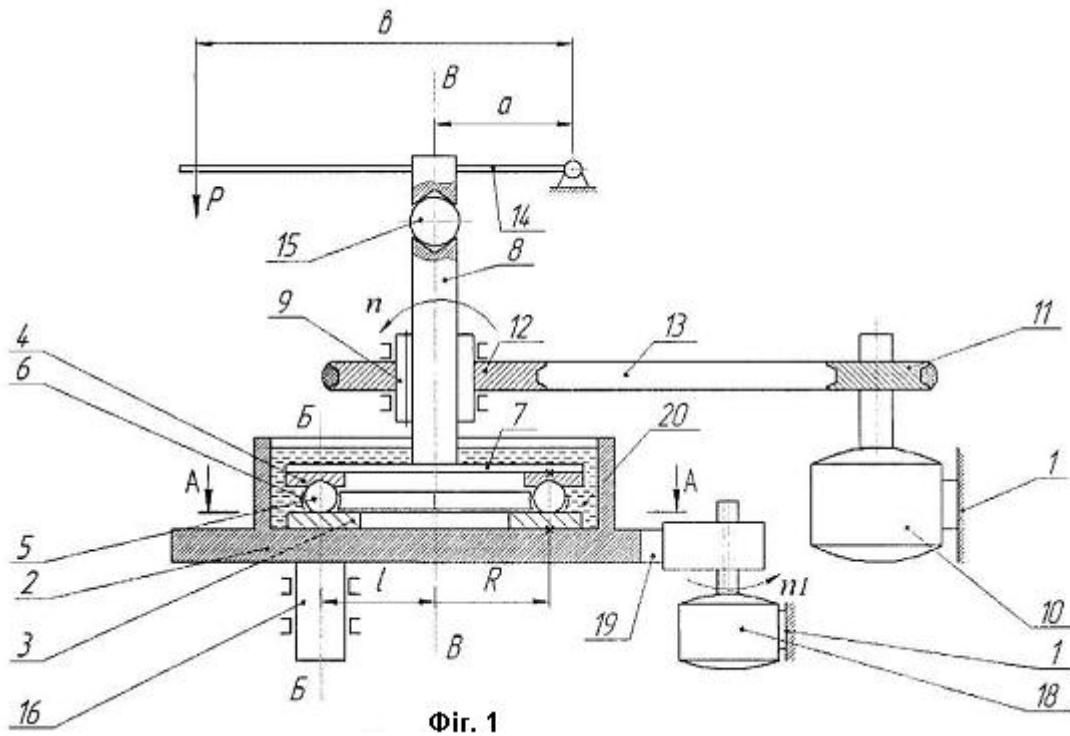
<p>(21) Номер заявки: а 2013 02678</p> <p>(22) Дата подання заявки: 04.03.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.02.2014</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 10.09.2013, Бюл.№ 17</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.02.2014, Бюл.№ 3</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бурда Мирослав Йосипович (UA), Довжинський Іван Михайлович (UA), Бурда Юрій Мирославович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Заславский Ю.С., Артемьева В.П. Новое в трибологии смазочных материалов: Монография - М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2001. - С. 61-62, рис. 39 RU 2357230 C1; 27.05.2009 JPS 59145946 A; 21.08.1984 WO 2006063597 A1; 22.06.2006 SU 957056 A1; 07.09.1982 Крагельский И.В., Добрынин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977, С. 450-452</p>
--	---

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТНОЇ ВТОМИ ПОВЕРХНІ МАТЕРІАЛІВ

(57) Реферат:

Винахід належить до області випробувальної техніки, а саме до засобів для дослідження триботехнічних характеристик робочих поверхонь, їх стійкості до контактної втоми поверхонь матеріалів. Пристрій для дослідження контактної втоми поверхонь матеріалів складається з корпусу та встановлених у ньому утримувача досліджуваного плоского зразка, обкатника у вигляді кільця упорного підшипника з біговою доріжкою та кулями, розділеними сепаратором, приводу обертання обкатника, вузла для створення навантаження між обкатником і плоским зразком та засобу для контролю стану досліджуваної поверхні. Додатково пристрій містить вісь-опору утримувача досліджуваного плоского зразка та привід коливального переміщення утримувача досліджуваного плоского зразка, що виконаний у вигляді ексцентрикового кулачкового механізму, причому вісь-опора утримувача досліджуваного плоского зразка розміщена перпендикулярно до робочої поверхні плоского зразка зі зміщенням від осі обертання обкатника на величину, що дорівнює радіусу обертання центра куль в обкатнику. Винахід дозволяє фіксувати різні стадії руйнування поверхні, тобто досліджувати динаміку втомного руйнування, встановлювати механізм цього процесу.

UA 104550 C2



Фиг. 1

Винахід належить до області випробувальної техніки, а саме до засобів дослідження триботехнічних характеристик робочих поверхонь, їх стійкості до контактної-втомного руйнування.

5 Відомий пристрій для дослідження контактної (фрикційної) втоми матеріалів [Крагельский И.В., Добрынин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977, - С. 450-452], який містить утримувач (предметний столик) плоского дискового зразка із досліджуваного матеріалу, привід обертання утримувача, індентор, встановлений із можливістю взаємодії із плоскою поверхнею зразка, та засіб для створення нормального навантаження між індентором та зразком.

10 Випробування на даному пристрої проводять наступним чином. Плоский дисковий зразок досліджуваного матеріалу встановлюється в утримувачі, після чого приводять в контакт поверхню зразка з індентором та створюють нормальне навантаження на останній. Дослідження проводять в діапазоні нормальних навантажень на індентор, які виключають пластичну деформацію зразка. Далі включають привід обертання утримувача. В початковий
15 період випробування, під час якого відбувається накопичення дефектів на рівні мікроструктури, візуально пошкоджень поверхні досліджуваного зразка не спостерігається. Після певного числа циклічних взаємодій, яке залежить від нормального навантаження, настає інтенсивне руйнування поверхні зразка, пов'язане із проявами втомних процесів. Результат взаємодії контролюється по профілограмах поверхні тертя зразка і контактної поверхні індентора. За результатами випробувань будують залежність величини діючих контактних
20 напружень від кількості циклів до руйнування поверхні зразка досліджуваного матеріалу.

До недоліків пристрою можна віднести відносно низькі навантаження, які не дозволяють адекватно та коректно моделювати процеси контактної втоми у реальних вузлах тертя. Періодичне вимикання пристрою, для вилучення із утримувача зразка з метою
25 профілографування поверхні, теж негативно впливає на достовірність і точність отриманої, в результаті таких досліджень інформації. Крім того, відомий пристрій не передбачає проведення досліджень з урахуванням дії середовищ: мастильного, корозійного тощо.

Відомий пристрій для дослідження контактної втоми поверхні матеріалів [Заславский Ю.С., Артемьева В.П. Новое в трибологии смазочных материалов: Монография - М.: ГУП Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001. - С. 61-62, рис. 39], який складається із корпусу, утримувача плоского досліджуваного зразка, обкатника у вигляді кільця упорного підшипника та куль, розділених сепаратором, приводу обертання обкатника, засобу для створення нормального навантаження між кулями та поверхнею досліджуваного зразка та засобу для контролю стану досліджуваної поверхні. Утримувач досліджуваного зразка виконує
35 також роль ємкості (ванни) для досліджуваного масла.

Випробування на відомому пристрої здійснюється наступним чином.

Плоский досліджуваний зразок закріплюється на дні утримувача, в порожнину якого заливається масло. Приводять в контакт кулі обкатника з досліджуваною поверхнею. За допомогою засобу для створення нормального навантаження у досліджуваному вузлі тертя -
40 кулі-площина - створюють задане програмою випробувань контактне навантаження. Після цього вмикається привід обертання обкатника, і кулі починають перекочуватися по доріжці тертя по коловій траєкторії.

В результаті циклічної взаємодії куль із плоскою досліджуваною поверхнею відбуваються процеси руйнування останньої. В більшості випадків руйнування носить втомний характер і пов'язане із циклічним багатократним прикладанням значних контактних навантажень, в
45 результаті чого на поверхні утворюються втомні викришування.

Момент завершення випробувань фіксується засобом для контролю стану досліджуваної поверхні, наприклад, за зростанням вібрації в досліджуваному вузлі тертя.

50 Як недолік відомого пристрою можна відмітити неможливість відслідковувати динаміку розвитку руйнування поверхні.

В основу винаходу поставлена задача створити пристрій, який би дозволив фіксувати різні стадії руйнування поверхні, тобто досліджувати динаміку втомного руйнування, за рахунок створення на робочій поверхні зразка зон із різною кількістю циклічних контактних взаємодій, і, як наслідок, різним ступенем пошкодження. За рахунок цього створюються умови для
55 дослідження динаміки розвитку процесів втомного руйнування поверхневого шару, виявлення механізму цих процесів.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для дослідження контактної втоми поверхонь матеріалів, який складається із корпусу, утримувача досліджуваного плоского зразка, обкатника у вигляді кільця упорного підшипника із біговою доріжкою, куль і сепаратора для
60 розділення куль, приводу обертання обкатника, вузла для створення навантаження між

обкатником та плоским зразком та засобу для контролю стану досліджуваної поверхні, згідно винаходу, додатково містить вісь-опору утримувача досліджуваного плоского зразка та привід коливального переміщення утримувача плоского зразка, що виконаний у вигляді ексцентрикового кулачкового механізму, причому вісь-опора утримувача досліджуваного плоского зразка розміщується перпендикулярно до робочої поверхні плоского зразка, із зміщенням від осі обертання обкатника на величину, що дорівнює радіусу від осі обертання обкатника до центра куль.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак винаходу і технічним результатом, що досягається, полягає у наступному.

Введення в конструкцію пристрою осі-опори утримувача досліджуваного плоского зразка забезпечує формування доріжки тертя із змінною шириною, що збільшує дефектну площу контактної взаємодії куль із досліджуваним зразком, на якій присутні ділянки з різною кількістю циклічних контактних взаємодій.

Введення приводу коливального переміщення утримувача плоского зразка в конструкцію пристрою забезпечує періодичне коливальне зміщення траєкторії взаємодії куль із поверхнею плоского зразка, що дозволяє в різних частинах зразка отримувати ділянки з різною кількістю циклічних контактних взаємодій, і, як наслідок, різним рівнем накопичених втомних контактних пошкоджень та викришування.

Використання ексцентрикового механізму у якості приводу коливального переміщення утримувача плоского зразка, дозволяє легко регулювати амплітуду коливальних переміщень, за рахунок зміни ексцентриситету.

Розміщення осі-опори утримувача досліджуваного плоского зразка перпендикулярно до робочої поверхні плоского зразка забезпечує постійність навантажень між кулями та площиною в процесі випробовувань при коливальних переміщеннях утримувача плоского зразка.

Зміщення осі коливання утримувача плоского зразка відносно осі обертання обкатника на величину, що дорівнює радіусу обертання центра куль в обкатнику, дозволяє отримати на плоскому зразку ділянки із максимально широким діапазоном ступеня накопичення пошкоджень контактної втоми. Це підвищує інформативність досліджень, скорочує число дослідів, тобто підвищує ефективність досліджень.

Суть запропонованого винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 зображена загальна схема пристрою для дослідження контактної втоми поверхонь; на фіг. 2 - розріз А-А на фіг. 1.

Пристрій складається із корпусу 1, утримувача 2 плоского кільцевого досліджуваного зразка 3, обкатника, який містить кільце упорного підшипника 4 та куль 5, розділених сепаратором 6. Обкатник через оправку 7 закріплюється на нижньому торці шліцевого вала 8, який взаємодіє із шліцевою втулкою 9. Шліцеве з'єднання забезпечує можливість відносного осьового переміщення шліцевої втулки 9 і шліцевого вала 8. Шліцева втулка 9 закріплена в корпусі 1 з можливістю обертання навколо своєї осі. Привід обертання обкатника складається із електродвигуна 10 та пасової передачі із двох шківів: ведучого 11 і веденого 12 та клинового пасу 13, які забезпечують задану частоту обертання обкатника - n . Вузол навантаження, який створює осьове зусилля на шліцевому валу 8 обкатника, містить двоплечий важіль 14 та кульову передачу 15. Вісь-опора 16 утримувача плоского кільцевого зразка, встановлена у корпусі 1 з можливістю коливальних переміщень у горизонтальній площині відносно останнього. Ці переміщення здійснюються за допомогою кулачкового механізму, який складається із циліндричного ексцентрика 17 з приводом обертання у вигляді електродвигуна 18. Ексцентрик 17 взаємодіє своєю робочою поверхнею із утримувачем 2 через паз 19.

Утримувач 2 виконаний з порожниною у вигляді ємності для масла 20, в якому проводяться дослідження.

На утримувачі 3 встановлено також засіб для контролю стану досліджуваної поверхні 21, наприклад, датчик вібрацій.

Пристрій працює наступним чином.

Плоский кільцевий досліджуваний зразок 3 закріплюється в порожнині утримувача 2. За рахунок осьового переміщення обкатника, приводяться в контакт кулі 5 із плоскою поверхнею досліджуваного зразка 3.

Навантаження у досліджуваному вузлі тертя створюється шляхом прикладання зусилля P до двоплечого важеля 14, через кульову передачу 15, шліцевий вал 8 та оправку 7 на кільце упорного підшипника 4 і кулі 5, що входять в обкатник. Наявність кульової передачі 15 обумовлена необхідністю передачі зусилля P на шліцевий вал 8, який обертається під час випробовувань. Зусилля P створюється набором тягарів (на фіг. не показано) і його величина визначається заданими програмою випробовувань контактними напруженнями (розраховуються

за формулами Герца), та співвідношення плечей a/v важеля 14. Для забезпечення рівномірності розподілу навантаження між кулями 5 обкатника і поверхнею досліджуваного зразка 3 кількість куль 5 повинна бути $N_k = 3$, і розмішуватися в обкатнику вони повинні таким чином, щоб між центрами сусідніх куль утворювався центральний кут $\alpha = 120^\circ$ відносно осі обертання обкатника. Забезпечується таке розміщення сепаратором 6.

У порожнину утримувача 2 заливають масло 20. Вмикається електродвигун 10, обертовий момент від якого через ведучий шків 11, пас 13 і ведений шків 12 передається на шліцеву втулку 9, що забезпечує обертання обкатника і відповідне обкочування куль 5 по поверхні зразка 3. Електродвигун 10 закріплений нерухомо на корпусі 1.

Одночасно із електричним двигуном 10, вмикається електродвигун 18, який обертає ексцентрик 17, що через взаємодію із пазом 19 (виконує роль штовхача в кулачковому механізмі) забезпечує коливальний рух утримувача 2, встановленого на осі-опорі 16 утримувача плоского зразка. Кутова амплітуда переміщення утримувача 2 визначається величиною ексцентриситету e ексцентрика 17 та відстанню між осями опори 16 та віссю обертання ексцентрика 17 C (фіг. 2). Частота коливальних переміщень f утримувача 2 визначається частотою n_1 обертання електричного двигуна 18, яку можна змінювати шляхом використання електродвигуна постійного струму.

Оскільки, згідно винаходу, вісь Б-Б, навколо якої здійснюються коливальні переміщення, зміщена від осі обертання обкатника В-В на величину ℓ , що дорівнює радіусу від осі обертання обкатника до центрів куль - R , і $n_1 \ll n$, колові траєкторії руху куль по поверхні зразка будуть мати віялоподібну форму, з максимальним зміщенням сліду руху куль - d (фіг. 2).

Місцем, де спостерігаються найбільші втомні пошкодження та викришування, буде дільниця в перетині С-С. Відповідно із віддаленням від цієї точки у напрямку зростання кута ϕ руйнівні процеси послаблюються, оскільки матеріал в цих точках сприймає меншу кількість циклів контактних навантажень.

Завершуються випробовування при появі втомних викришувань на досліджуваній поверхні в перетині С-С: при цьому виникають вібрації, які фіксує засіб для контролю стану поверхні 21, наприклад датчик вібрацій.

В подальшому проводять дослідження матеріалу зразка 3 в різних перетинах (С-С₅ Д-Д, Е-Е і т.д.) за допомогою методів електронної мікроскопії, профілографування та іншими способами для встановлення динаміки і механізму втомного контактного руйнування.

Можливий також варіант випробовувань, описаний в прототипі винаходу. Такі випробовування проводяться за відсутності коливальних переміщень утримувача 2, тобто при вимиканні двигуна 18.

На даному пристрої можна досліджувати два різні трибологічні об'єкти:

- матеріал зразка 3. Його втомну зносостійкість і динаміку розвитку втомних викришувань. Поверхня зразка 3 може бути зміцнена однією із відомих технологій (поверхнєве гартування, хіміко-термічна обробка, поверхнєве пластичне деформування тощо). В такому випадку можна досліджувати вплив параметрів зміцнення на контактну втому;

- мастильний матеріал і його вплив на процеси контактної втоми. Використовуючи еталонні зразки 3, можна встановлювати вплив параметрів мастильного матеріалу (в'язкості, наявності ПАР і присадок тощо) на контактну втому поверхонь.

Виконання в утримувачі 2 каналів для транспортування теплоносія (на фіг. не показано) дозволить враховувати вплив температурного чинника на процеси контактної втоми та викришування робочих поверхонь.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для дослідження контактної втоми поверхонь матеріалів, який складається із корпусу та встановлених у ньому утримувача досліджуваного плоского зразка, обкатника у вигляді кільця упорного підшипника з біговою доріжкою та кулями, розділеними сепаратором, приводу обертання обкатника, вузла для створення навантаження між обкатником і плоским зразком та засобу для контролю стану досліджуваної поверхні, який **відрізняється** тим, що додатково містить вісь-опору утримувача досліджуваного плоского зразка та привід коливального переміщення утримувача досліджуваного плоского зразка, що виконаний у вигляді ексцентрикового кулачкового механізму, причому вісь-опора утримувача досліджуваного плоского зразка розміщена перпендикулярно до робочої поверхні плоского зразка зі зміщенням від осі обертання обкатника на величину, що дорівнює радіусу обертання центра куль в обкатнику.

