



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29093 (13) A

(51) B G01N3/56

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ НА АБРАЗИВНУ ЗНОСОСТІЙКІСТЬ

(21) 98010048

(22) 06.01.1998

(24) 16.10.2000

(33) UA

(46) 16.10.2000, Бюл. № 5, 2000 р.

(72) Порайко Юрій Іванович, Бурда Мирослав Йосипович, Герасимів Григорій Васильович, Гладкий Сергій Іванович, Шостаківський Ігор Іванович

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(57) 1. Пристрій для випробування матеріалів на абразивну зносостійкість, який містить основу, ротор, розміщений на роторі на двох пальцях з зазорами, що забезпечують можливість вільного переміщення в радіальному до ротора напрямку на віддаль, рівну найменшій віддалі від осі ротора до поверхні взірця, закріплений на основі таким чином, що забезпечує розміщення взірця на заданому від осі ротора рівні, систему подачі абразиву в зону взаємодії поверхонь взірця і бойка, який від-

різняється тим, що пальці виконані у вигляді валів, встановлених на роторі з можливістю обертання, робоча циліндрична поверхня валів, яка взаємодіє з внутрішньою циліндричною поверхнею отворів бойка виконана ексцентричною, крім того пристрій додатково оснащений приводом обертання валів, виконаним у вигляді планетарного зубчатого механізму, центральне колесо якого співвісьне осі ротора і нерухомо закріплене на основі, а сателіти встановлені на валах, причому відношення кількості зубів центрального колеса до кількості зубів сателітів не кратне цілому числу.

2. Пристрій по п. 1, в якому ексцентриситети валів виставляються в протифазі, а кількість зубів на сателіти, що відносяться до одного бойка однакова.

3. Пристрій по п. 1, в якому кількість зубів сателітів не однакова.

4. Пристрій по п. 1-3, який містить як мінімум два бойка.

Винахід відноситься до випробування матеріалів тертям, а саме до пристроїв для випробування на абразивне спрацювання.

Відомий пристрій типу ПВ-7 для випробування матеріалів на зносостійкість при терті до нежорстко закріплених абразивних частинок (ГОСТ 23.208-79 Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежестко закрепленные абразивные частицы. - М.: Издательство стандартов, 1980. - С. 1-2), який містить основу, на якій встановлений привід, що забезпечує обертання навколо горизонтальної осі гумового ролика, тримач плаского взірця, вузол навантаження, котрий притискає зразок до гумового ролика з заданою силою, 1 систему подачі абразивних частинок в зону тертя.

Випробування на відомому пристрої проводять наступним чином.

За допомогою вузла навантаження створюється відповідне навантаження між досліджуваним взірцем 1 контрвзірцем - гумовим роликом. Включається привід, який забезпечує обертання гумового ролика, одночасно з цим починає діяти система подачі абразивних частинок. Завдяки тертю між роликом і взірцем абразивні частинки затягуються в зону тертя, частково заглиблюються в гу-

му і взаємодіють з поверхнею взірця, викликаючи його спрацювання за рахунок дряпання і передформування. Величина спрацювання оцінюється за втратою маси взірця до і після випробування.

Обмеження в застосуванні відомого пристрою полягають в тому, що: дослідження нових зносостійких матеріалів (кераміка, тверді сплави, наплавки і т.п.) потребують багатогодинного тертя. Внаслідок цього гумовий ролик поступово нагрівається, його поверхневий шар в результаті циклічного контактного деформування розм'якшується, через, що навантаження на абразивні частинки 1, відповідно, інтенсивність спрацювання поступово знижуються; при статичному (безударному) терті гетерогенних матеріалів (наприклад, твердих сплавів) частинки твердого наповнювача ефективно захищають менш зносостійку зв'язку від спрацювання. Протекуюча дія частинок твердого наповнювача зростає по мірі їх оголення при "вимиванні" зв'язки, яка практично перестає зношуватись поки не зменшаться виступання наповнювача. В цей період випробувань спрацювання гетерогенних матеріалів - малопомітне; взаємодія ролика і взірця обмежується поверхнею лунки, площа якої визначається геометричними параметрами ролика, навантаженням та фізико-механічними

характеристиками матеріалу, з якого виготовлено ролик. В зв'язку з тим, що лунка в повздовжньому перерізі має циліндричну поверхню (з радіусом рівним радіусу ролика), тобто її глибина є змінною, виникають певні труднощі при інтерпретації результатів досліджень поверхнево зміцнених матеріалів з градієнтом фізико-механічних властивостей по глибині (поверхнево-пластична деформація, хіміко-термічна обробка, іонна імплантація і т.п.). Пояснюється це тим, що товщина зміцненого шару таких взірців сумірна з глибиною лунки, відбувається одночасне спрацювання матеріалу різної глибини, з різними структурами, хімічним та компонентним складом, а отже 1 з різною здатністю чинити опір зношуванню. Таке своєрідне "змішування" спрацювання різних структурних складових затруднює визначення питомих показників, які б могли бути коректно використані для інженерних розрахунків та прогнозування.

Відомий також пристрій для випробовування матеріалів на абразивну зносостійкість, який містить основу, ротор, привід обертання ротора, розміщений на роторі бойок з робочою поверхнею, закріплений на основі утримувача взірця і систему подачі абразиву (А.с. СРСР N 1204998, МКл. G01N3/56, 1986 р.). Бойок відомого пристрою встановлений на пальцях, які служать опорою бойка, з можливістю вільного переміщення в радіальному до ротора напрямку на віддаль, рівну найменшій віддалі від осі ротора до утримувача взірця.

Пристрій працює таким чином.

З системи подачі абразиву в зону контакту бойка з поверхнею взірця подаються абразивні частинки. При обертанні ротора на бойок діє відцентрова сила, яка переміщує його до периферії від осі ротору. Бойок наносить по взірцю удар, притискає до робочої поверхні взірця частинки абразивного матеріалу, що попали між бойком і взірцем, переміщує їх, викликаючи спрацювання робочої поверхні взірця.

Елементарний цикл взаємодії в описаному пристрої складається з двох фаз з різними по своїй природі контактними характеристиками: 1) удар бойка по поверхні взірця, при якому кінетична енергія бойка через прошарок незакріплених абразивних частинок передається матеріалу взірця. Механізм спрацювання на цьому етапі визначається передеформуванням матеріалу за рахунок проникнення частинок в матеріал 1 динамічного витіснення його з прилеглого до місця взаємодії частинок простору. Багатократне передеформування матеріалу спричиняє до виникнення та поширення втомних тріщин, по яких і відбувається відокремлення окремих частинок випробовуваного матеріалу; 2) ковзне тертя абразивних частинок по поверхні взірця. Зношування при цьому відбувається, в основному, за механізмом дряпання, коли нарівні з утворенням мікростружки утворюються бічні навали витісненого матеріалу з структурними елементами сприятливими до малоциклового втомного руйнування.

Особливість описаної схеми випробовування полягає також в тому, що в ній реалізується динамічне навантаження на абразивні частинки, причому динаміка забезпечується за рахунок не прямих, а ковзних ударів, характерних для роботи ба-

гатьох деталей машин (лемех плугу в ґрунті, шапково долото в породі і т.п.).

Незважаючи на ряд переваг, в порівнянні з пристроєм, вибраним в якості аналога даного винаходу, відомий пристрій має низку обмежень, які суттєво звужують функціональні можливості і область застосування: реальні процеси тертя та спрацювання є стохастичні в своїй суті: швидкість, кількість, момент і місце надходження абразивних частинок в зону тертя, величина 1 форма частинок і також їх просторове розміщення на початок і в процесі трибовзаємодії є, в тій чи іншій мірі, випадковими процесами, що вимагає відповідного врахування при моделюванні. У відомому пристрої основні параметри строго детерміновані. Це значно спрощує картину тертя та спрацювання, одночасно погіршуючи адекватність експериментальних випробувань по відношенню до реальних процесів взаємодії при абразивному спрацюванні; наявність одного бойка у відомому пристрої приводить до виникнення незрівноважених сил, які викликають неконтрольовані вібрації, що в кінцевому підсумку теж погіршує адекватність, точність і надійність отримуваних результатів. Крім того, наявність одного бойка спричиняє значну нерівномірність подачі в зону взаємодії взірця з бойком, що теж негативно відбивається на якості отриманої інформації.

В основу винаходу покладена задача підвищення адекватності фізичного моделювання процесів абразивного тертя та спрацювання реальним процесам, що мають місце при експлуатації машин та механізмів, шляхом створення приладу, в якому зміна значень основних чинників, що визначають параметри тертя та спрацювання відповідає стохастичним, випадковим процесам з заданими межами зміни цих значень.

Поставлена задача вирішується наступним чином.

У відомому пристрої для дослідження матеріалів на абразивну зносостійкість, який містить основу, ротор, розміщений на роторі на двох пальцях з зазорами, що забезпечують можливість вільного переміщення в радіальному до ротора напрямку на віддаль, рівну найменшій віддалі від осі ротора до поверхні взірця, бойок з робочою поверхнею, тримач взірця, закріплений на основі таким чином, що забезпечує розміщення взірця на заданому від осі ротора рівні, систему подачі абразиву в зону взаємодії поверхонь взірця і бойка, пальці виконані у вигляді валів, встановлених на роторі з можливістю обертання, робоча циліндрична поверхня валів, яка взаємодіє з внутрішньою циліндричною поверхнею отворів бойка виконана ексцентричною, крім того пристрій додатково оснащений приводом обертання валів, виконаним у вигляді планетарного зубчатого механізму, центральне колесо якого співвісне осі ротора і нерухомо закріплене на основі, а сателіти вставлені на валах, причому відношення кількості зубів центрального колеса до кількості зубів сателітів не кратне цілому числу.

Крім того, можливий варіант пристрою, в якому ексцентриситети валів виставляються в протифазі при однаковій кількості зубів сателітів, що відносяться до одного бойка.

Інший варіант передбачає конструкцію, в якій кількість зубів сателітів не однакова.

Можливий також варіант, який містить як мінімум два бойка.

Виконання пальців у вигляді валів з ексцентричною поверхнею, яка взаємодіє з внутрішньою циліндричною поверхнею отворів бойка, і наданням їм можливості обертання, забезпечує зміну геометричного положення однієї з опор бойка, зміщуючи її по колу з радіусом рівним величині ексцентриситету.

Наявність у пристрої приводу обертання валів забезпечує постійну зміну положення опор бойка в процесі обертання ротора.

Виконання приводу обертання валів у вигляді планетарного зубчатого механізму, центральне колесо якого співвісне осі ротора 1 нерухомо закріплене на основі, а сателіти встановлені на валах, дозволяє використати обертання ротора для приводу обертання валів - зв'язати їх кінематично.

При відношенні кількості зубів центрального колеса до кількості зубів сателітів, не кратному цілому числу, початок взаємодії бойка з поверхнею взірця та шлях проковзування будуть постійно змінюватись, що вносить елемент випадковості в схему випробування.

Урізноманітнення внесення елементів випадковостей досягається також при виставленні ексцентриситетів валів в протифазі при рівній кількості зубів на сателітах, що відноситься до одного бойка.

Оснащення пристрою, як мінімум двома бойками зрівноважує ротор, усуває небезпеку виникнення невіднованих сил, які викликають не контрольовані вібрації, що погіршують якість результатів дослідження.

На фіг. 1 представлена схема пропонованого пристрою; на фіг. 2 - вид збоку і частинний розріз фіг. 1; на фіг. 3 - січення Б-Б на фіг. 2.

Пристрій містить основу 1, ротор 2, який валом 3 з'єднується з приводом обертання (на фіг. не показано), систему подачі абразиву 4 (бункери, дозатор, змішувач, заслонки, лотки 1 т.п.). Система притиску тримача 5 до основи 1 з зусиллям N в напрямку до осі ротору 2 (на фіг. не показано), тримач 5 взірця досліджуваного матеріалу 6, на роторі 2 на двох валах 7, 8 (7', 8'), робоча циліндрична поверхня яких виконана ексцентричною (e - величина ексцентриситету), встановлений з можливістю вільного переміщення в радіальному до ротора напрямку бойок 9 (9') виконаний у вигляді сегменту з отворами 10, 11 (10', 11'). Бойок 9 (9') оснащується змінним елементом 12 (12'), який може бути виконаний з еластичного матеріалу, наприклад, гуми, і який закріплюється за допомогою фіксаторів 13 (13'). Робоча поверхня бойка 9 (9') виконана циліндричною з радіусом, рівним віддалі від осі ротора 2 до рівня розміщення робочої поверхні взірця 6, враховуючи товщину змінного елемента 12 (12'). Пристрій може бути оснащений як одним, так і кількома бойками 9 (індекс в позначеннях позицій відноситься до додаткових бойків). Вали 7, 8 встановлені в роторі з можливістю обертання на підшипникових втулках 14, 15. Приводом обертання валів 7, 8 служить планетарний зубчатий механізм, центральне зубчате колесо якого Z₁ співвісне осі ротора 2 і через вісь 16 нерухомо за-

кріплене на основі 1. Сателіти Z₂, Z₃, (Z₂', Z₃') встановлені на валах 7, 8 (7', 8').

Співвідношення розмірів отворів 10, 11, валів 7, 8 і величина ексцентриситету e вибирається таким чином, щоби забезпечити заданий закон зміни нормального навантаження в процесі переміщення бойка 9 по взірцю 6.

Пристрій містить кожух, який захищає планетарний механізм від попадання абразиву (на фіг. не показано).

Пристрій працює таким чином.

З системи подачі абразиву 4 в зону взаємодії бойка 9 з взірцем 6 поступає з заданою подачею абразивний матеріал. При обертанні ротора 2 на бойок діє відцентрова сила, переміщуючи його до периферії від осі ротора. Бойок 9 наносить по взірцю 6 удар, притискається відцентровою силою до поверхні досліджуваного взірця 6, захоплюючи при цьому абразивні частинки, які при подальшому взаємному переміщенню чинять свою руйнівну функцію. Можливий варіант випробування, коли зазори між вадами 7, 8 і отворами 10, 11 вибираються, а нормальне навантаження в цьому випадку забезпечуватиметься системою притиску тримача 5 до основи 1 і визначається силою притиску N та геометричними розмірами ротору з бойком. Критерієм зносостійкості служить втрата маси взірця 6, яка визначається шляхом зважування до 1 після випробувань. Можливі 1 інші варіанти визначення спрацювання: профілографування, штучні бази і т.п.

Величина шляху взаємодії бойка з взірцем (при їх проковзуванні) за один елементарний цикл визначається величиною зазору між робочою частиною валів 7 і 8 і отворами 10, 11 в бойку 9, а також величиною ексцентриситету e, їх кутовим положенням, та фазою між ексцентриситетами валів 7 і 8. Обертання ротору 2, який одночасно виконує роль водила планетарного механізму, що складається з центрального зубчатого колеса Z₁, сателітів Z₂ і Z₃, встановлених на ямах 7 і 8, забезпечує обертання цих валів.

Вибираючи некратним цілому числу співвідношення зубів центрального зубчатого колеса 1 сателітів, добиваються зміни положення початку взаємодії бойка з взірцем і самого шляху проковзування з кожним циклом. За рахунок виставлення ексцентриситету валів 7, 8 в протифазі при однаковій кількості зубів сателітів, що відносяться до одного бойка, забезпечують певну зміну параметрів взаємодії, а саме, параметрів удару і проковзування.

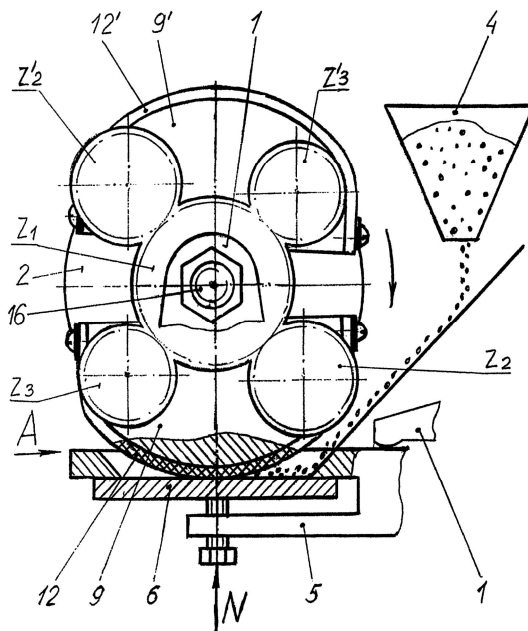
У випадку, коли кількість зубів сателітів, що відноситься до одного бойка не однакова, під час обертання ротору 2 відбувається постійна зміна фази ексцентриситетів валів 7 і 8, що урізноманітнює картину взаємодії між бойком 1 взірцем на обох фазах зношування: при ударі змінюється кут атаки, швидкість, прискорення і при ковзанні змінюється нормальне навантаження, швидкість взаємного проковзування.

Степінь адекватності фізичного моделювання на патентованому пристрої до реальних процесів абразивного спрацювання можна підвищити, забезпечуючи надходження в зону тертя абразивних частинок різного фракційного складу. Така можли-

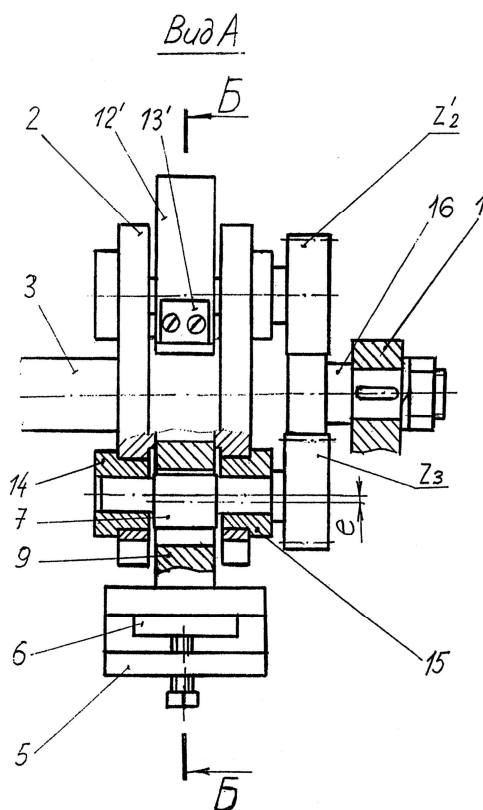
вість реалізується при наявності в системі 4 кількох бункерів з дозаторами 1 змішувача.

Поверхня бойка 9 футерована змінним елементом 12. Його функція полягає в частковому поглинанні абразивних частинок, забезпеченні за рахунок цього їх "закріплення", внаслідок чого формується своєрідний абразивний круг, робоча пове-

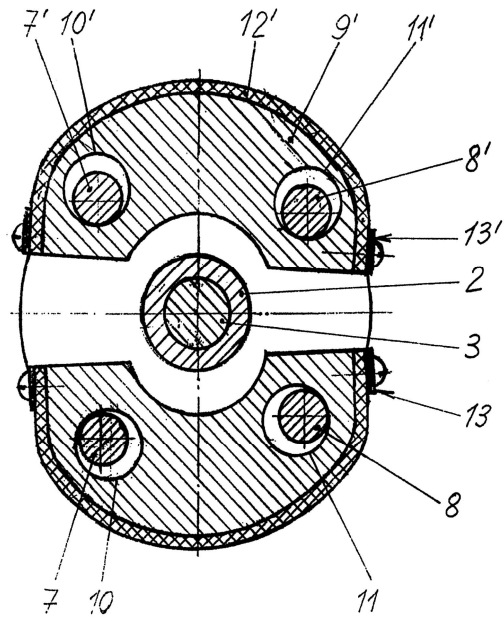
рхня якого постійно поновлюється. Вибираючи матеріал змінного елемента 12 з певними фізико-механічними властивостями (твердістю, модулем пружності) можна регулювати степінь заглиблення частинок і тим самим регулювати процеси тертя та спрацювання.



Фіг. 1



Фіг. 2

Б-Б**Фіг. 3**

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 34 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
