

С.П. Шимчук

ПРИЛАД ТЕРТЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ І МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ОДНОСТОРОННЬОМУ І РЕВЕРСИВНОМУ ТЕРТІ

На основі глибокого аналізу широкого асортименту трибовипробувального обладнання в статті висвітлено принцип дії та технологічні можливості пристрою тертя для дослідження конструкційних і мастильних матеріалів на тертя та зношування при односторонньому і реверсивному терті ковзання.

Ключові слова: машина тертя, трибовипробування, конструкційні та мастильні матеріали, знос, контактування.

Рис. 3. Літ. 6.

С.П. Шимчук

ПРИБОР ТРЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ И РЕВЕРСИВНОМ ТРЕНИИ

На основе глубокого анализа широкого ассортимента трибоиспытательного оборудования в статье освещены принцип действия и технологические возможности устройства трения для исследования конструкционных и смазочных материалов на трение и износ при одностороннем и реверсивном трении скольжения.

Ключевые слова: машина трения, трибовипробування, конструкционные и смазочные материалы, износ, контактирования.

S. Shymchuk

FRICITION DEVICE FOR THE STUDY OF STRUCTURAL AND LUBRICANTS IN ITS SOLE AND REVERSE FRICTION

Based on thorough analysis of a wide range of equipment in trybovyprobuvanno article the principle of technological capabilities of the device and friction to study the structural and lubricants on friction and wear in its sole and reverse sliding friction.

Keywords: car friction trybovyprobuvannya, construction, lubricants, wear, contact.

Вступ. Сучасні машини та механізми являють собою сукупність трибосистем. Сила тертя, інтенсивність зношування трибоповерхонь, шум, вібрація – це ті фактори, які впливають на експлуатаційні показники і, як наслідок, на довговічність роботи трибовузлів. Основні експлуатаційні характеристики будь-якої трибосистеми значною мірою залежать від правильного підбору, якості та властивостей конструкційних і мастильних матеріалів, шорсткості поверхонь (зокрема об'ємної просторової конфігурації) та макрогеометричних показників. Усі підняті вище питання повинні вирішуватись на стадії проектування трибовузла необхідними конструкторськими розрахунками (які нажалі є недостатньо точними та повними в області трибології) та методами і засобами лабораторних досліджень.

Постановка проблеми. За однією з найвідоміших класифікацій Крагельського І.В. [1], усі машини і установки для трибовипробувань поділяють на два класи за кінематичною ознакою:

- машини поступального руху;
- машини зворотньо-поступального руху.

Групи, залежно від коефіцієнту взаємного перекриття ($K_{вп}$), поділяються на дві підгрупи:

- в яких $K_{вп}$ контактуючих поверхонь наближається до одиниці;
- в яких коефіцієнт взаємного перекриття наближається до нуля.

Проте більшість лабораторних та промислових приладів тертя підпадають під класифікацію Матвієвського Р.М. [2], згідно якої установки для дослідження триботехнічних характеристик конструкційних і мастильних матеріалів поділяють за принципом контактування поверхонь тертя модельних трибовузлів. Виділяють три групи машин за геометрією контакту:

- з точковим контактом;
- з лінійним контактом;
- з контактом поверхонь тертя по площині.

При цьому розрізняють вузли тертя з вищими і нижчими кінематичними парами. Згідно класифікації Рело [3], трибовузли з контактом у вигляді точки або лінії відносяться до вищих кінематичних пар, з площинним контактом – до нижчих.

На сьогодні єдиним стандартним методом трибовипробувань мастильних матеріалів є випробування на чотирьохкульковій машині тертя ЧМТ-1 згідно ГОСТ 9490 де реалізується точковий контакт при однонаправленому терті ковзання. Дослідження триботехнічних властивостей на чотирьохкульковій машині тертя виконуються шляхом визначення протизносних та протизадирних властивостей. Критеріями оцінки мастильних середовищ вибрані критичні

навантаження, при яких відбувається схоплювання та зношування поверхонь, яке відповідає середньому арифметичному результатів шести замірів слідів зносу на трьох нерухомих кулях. Проте цей метод має ряд суттєвих недоліків:

- модельна трибопара (кульки, які використовуються при терті) є стандартизована, що ускладнює дослідження трибохарактеристик широкого спектру конструкційних матеріалів;
- складність забезпечення постійної макрогеометрії куль впливає на стабільність початкових умов випробувань та відтворюваність результатів.

Крім стандартної ЧМТ-1 по принципу точкового контактування побудовано та успішно використовуються трибологами машини МАСТ-1, УПС та ін.

Згідно статистичних даних, найпоширенішим контактом, який зустрічається у вузлах тертя сучасної техніки, є лінійний. Як показано у роботі [4], при цьому виді контакту найкраще можна забезпечити стабільні початкові умови контактування та їх відтворення незалежно від серії випробувань, що свідчить про коректність проведення трибовипробувань. Представники машин цього класу: СМЦ-2, МИ-1М, 2070СМТ-1, RFL Optimol Test Systemi і тд.

Задачі дослідження. На основі аналізу широкого асортименту трибовипробувальних пристроїв та комплексів показати переваги висвітленої в статті розробки порівняно з аналогами.

Виклад основного матеріалу. Прилад тертя для дослідження конструкційних і мастильних матеріалів при односторонньому і реверсивному терті ПТЛК(ор) ковзання побудовано по принципу лінійного контактування поверхонь модельного трибовузла (пара тертя виготовлена по схемі кільце-площина, рис. 1). У роботах Хлистуна Л.П. показано, що якщо трибосистема в одному й тому ж середовищі при реверсивному ковзанні має високу зносостійкість, то це зовсім не свідчить про таку ж поведінку при односторонньому ковзанні. Відмічено також, що ніколи не спостерігалось зворотного явища.



Рис. 1. Деталі модельної пари тертя при схемі контактування кільце-площина

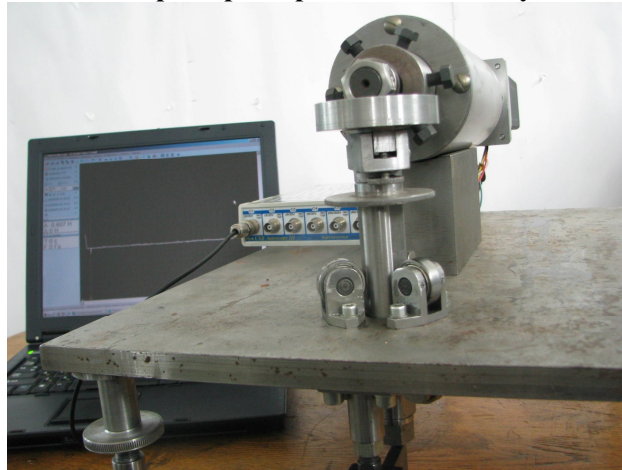


Рис. 2. Загальний вигляд приладу тертя ПТЛК(ор)

Технічні характеристики приладу тертя ПТЛК(ор)

Швидкість обертання контрзразка м/с	0 – 1
Похибка регулювання частоти обертання, %	≤ 1
Максимальне контактне навантаження, Н	3500
Контрольована температура досліджуваного середовища, °С	до + 100
Діапазон задання можливих величин радіальних відхилень, мкм	0 – 500

Тобто, якщо зносостійкість трибосистеми підвищується при односторонньому ковзанні, то завжди це спостерігається при реверсивному терті. Тому найбільш коректним видом лабораторних випробувань є одностороннє тертя, але іноді доцільно моделювати і реверсивне тертя ковзання. Крім цього конструктивними та технологічними можливостями приладу тертя передбачено проводити трибовипробування при контрольованих радіальних відхиленнях модельного контрзразка, оскільки радіальні відхилення, поряд з мікрогеометрією та фізико-хімічними і механічними властивостями матеріалів, суттєво впливають на параметри трибоконтакта та стабільність початкових умов випробувань на що неодноразово звертали увагу трибологи, в тому числі й автор [5-7]. Загальний вигляд приладу тертя приведено на рис. 2. При виготовленні цього приладу тертя крім автора безпосередню участь приймали провідні наукові співробітники лабораторії «Нанотриботехнологій» НАУ Стельмах О.У., Бондар В.С. та доцент кафедри машин легкої промисловості Луцького НТУ Селезньов Е.Л. Загальний вигляд приладу тертя приведено на рис. 2.

Управління роботою приладу здійснюється за допомогою персональної ЕОМ (ПК, рис. 3). При подачі впливу з ПК на кроковий двигун КД здійснюється його обертання в односторонньому чи реверсивному режимах в заданих діапазонах швидкостей.

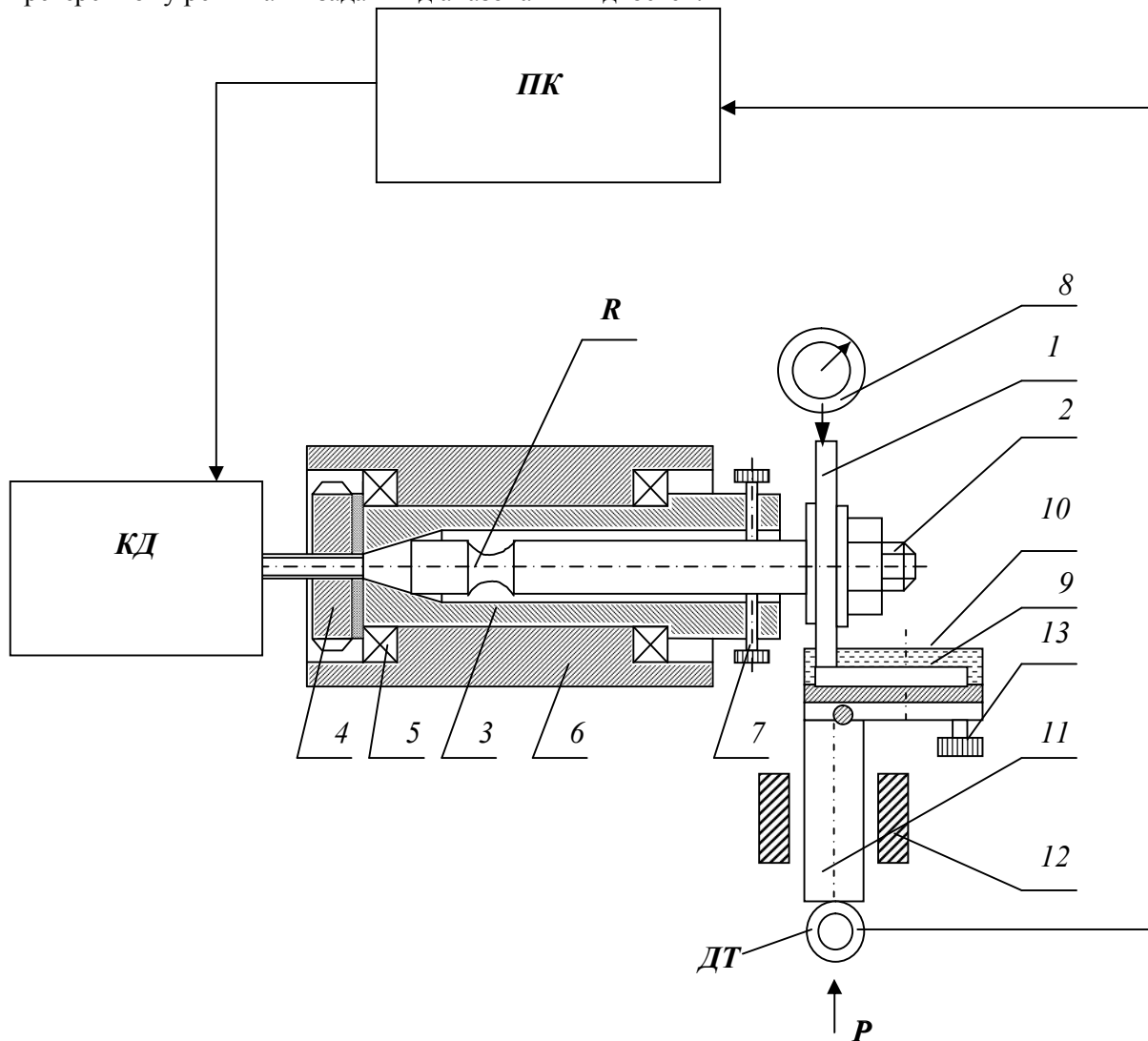


Рис. 3. Принципова схема основних вузлів приладу тертя:

- 1 – контрзразок; 2 – гнучкий вал; 3 – вал; 4 – гайка; 5 – підшипники; 6 – корпус; 7 – гвинти; 8 – індикатор годинникового типу; 9 – плоский зразок; 10 – ванночка; 11 – система навантаження; 12 – направляючі; 13 – гвинти; P – прикладене навантаження; ПК – персональний комп'ютер; КД – кроковий двигун; ДТ – датчик тиску

Вузол навантаження важільного типу, оснащено ємністю для дослідження конструкційних і змащувальних матеріалів. Прилад оснащено системами контролю та автоматичної підтримки

частоти обертання. Функціональними можливостями приладу ПТЛК(ор) передбачено проводити випробування широкого спектру конструкційних і мастильних матеріалів при контрольованих величинах радіальних відхилень.

Контрзразок 1 жорстко кріпиться на посадочній поверхні гнучкого валу 2, що конусною поверхнею базується в порожнистому валу 3, який, в свою чергу, на двох конічних підшипниках 5 кріпиться в корпусі 6. Методом піджиму підшипників гайкою 4 вибирається необхідне чи мінімальне радіальне відхилення валу відносно осі обертання. Гнучкий вал виготовлено із сталі 50 ХФА, гартований на твердість 40 HRC. Це дозволяє максимально ефективно використовувати пружні властивості матеріалу. Піджимаючи гвинти 7, гнучкий вал деформується в місці виточки радіуса R і таким чином вибирається необхідне радіальне відхилення δ контрзразка 1.

Нерухомих плоский зразок 9 кріпиться у ванночці 10, яка розміщена на штоку 11. Піджимаючи шток створюється необхідне контактне навантаження. До штоку кріпиться датчик тиску ДТ, який дозволяє відслідковувати зміну контактного навантаження у вигляді осциляцій сили тертя, що можна спостерігати та зберігати з допомогою ПК.

Конструкцією штока передбачено на робочій поверхні виточки з метою запобігання провртання його відносно направляючих 12 при терті. Відхилення штока відносно осі обертання ≤ 1 мкм. Ванночка заповнюється досліджуванним мастильним матеріалом. Гвинтами 13 вибирається перпендикулярність поверхні плоского зразка відносно осі штока та паралельність відносно утворюючої циліндр плоского зразка, забезпечуючи таким чином постійність контактних напружень.

Методика контролю амплітуди радіальних коливань полягає у контролі величин радіальних відхилень індикатором годинникового типу 8 з ціною поділки 1 мкм жорстко закріпленим у магнітному тримачі та встановленим заокругленим наконечником доведеним до високого класу чистоти на робочу поверхню контрзразка 1.

Висновки

1. На основі літературного огляду та аналізу класифікацій машин тертя відомих трибологів показано, що при лінійному контакті найкраще забезпечуються стабільні початкові умови контактування та їх відтворення незалежно від серії випробувань, що свідчить про коректність проведення трибовипробувань на приладах тертя побудованих по цьому принципу.

2. Приведено принцип дії та технологічні можливості приладу тертя для дослідження конструкційних і мастильних матеріалів при односторонньому і реверсивному терті ковзання ПТЛК(ор), що дозволяє проводити трибовипробування в широкому діапазоні швидкостей і навантажень.

1. Крагельский И.В. Трение и износ. М.: "Машиностроение", – 1968. – 480 с.
2. Батурич А.Т. Детали машин / А.Т. Батурич, Г.М. Ицкович, Б.Б. Панин и др. – М.: Машиностроение, 1966. – 467 с.
3. Стельмах А.У., Сидоренко О.Ю., Костюник Р.Е. Методика идентификации ГСМ по противоизносным и антифрикционным свойствам с учетом реальных условий их работы // Технологические системы. – 2002. – №3. – С. 96-101.
4. Шимчук С.П. Вплив радіальних відхилень розмірів валу на зносостійкість трибосистеми ковзання // Наукові нотатки. – Луцьк: 2004. – С. 315-320.
5. Аксьонов О.Ф., Стельмах О.У., Шимчук С.П., Коба В.П., Джамаль Ібрагім Мансур. Методологія визначення протиспрацьовувальних властивостей мастил за критеріями трибохарактеристик утворюваних у них вторинних структур // Вісник НАУ. – 2006. – С. 62-64.
6. Шимчук С.П., Зайчук Н.П. Характеристики спрацювання зразків сталі ШХ 15 при терті з радіальними відхиленнями// Наукові нотатки. – Луцьк: 2011. – № 33 – С. 301-302.