МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ

УКРАЇНА **(19) UA** **(11) 134956** **(13) U**

(51) МПК
G01N 19/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2019 00171**
(22) Дата подання заявки: **04.01.2019**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.06.2019**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **10.06.2019, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):
Диха Олександр Володимирович (UA),
Вельбой Володимир Пилипович (UA),
Дитинюк Володимир Олександрович (UA)

(73) Власник(и):
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНОГО КОЕФІЦІЄНТУ ТЕРТЯ

(57) Реферат:

Спосіб визначення динамічного коефіцієнту включає фіксацію зміни геометричного положення контактних поверхонь під дією сили реакції шорсткої поверхні в зоні контакту, навантаженого перпендикулярною до поверхонь тертя нормальною силою. Динамічний кут тертя γ в контакті циліндричної поверхні вала, який обертається, і контрзразка, прикріпленого до вільно посадженого на вал жорсткого кільця, розраховують за співвідношенням радіальної відстані точки прикладання до кільця з можливістю вільного повороту відносно кільця сили, однакової за напрямом і рівної за величиною силі притискання контрзразка до контактної поверхні вала, до радіусу контактної поверхні вала, помноженим на синус кута відхилення кільця від врівноваженого положення, під яким кільце утримується силою реакції шорсткої поверхні в зоні контакту під час обертання вала.

UA 134956 U

Корисна модель належить до галузі машинознавства, а саме до вивчення фрикційної взаємодії матеріалів, і стосується способів дослідження характеристик тертя, зокрема, динамічного коефіцієнту тертя при обертовому русі спарених поверхонь ковзання типу "вал - втулка".

Відомі способи визначення коефіцієнту тертя ковзання ґрунтуються на відношенні $f = T/N = tg\gamma$, де f - коефіцієнт тертя, N - відома сила притискання одного тіла до іншого, спрямована перпендикулярно до поверхні тертя, T - сила тертя, а γ - кут тертя.

Відомі способи [патенти на корисну модель України № 116437 бюл. № 10/2017, № 120539 бюл. № 21/2017, № 121076 бюл. № 22/2017] передбачають безпосереднє вимірювання сили T або моменту тертя M_m за відомої нормальної сили N, які діють в зоні контакту спряжених поверхонь. Для цього використовують динамометри, які містять плоскі, спіральні, гвинтові та інші попередньо таровані пружні елементи. Слід відзначити, що як при таруванні пружних елементів, так і при вимірюванні силових факторів є неминучі похибки і нестабільність результатів, які особливо проявляються при визначенні динамічного коефіцієнту тертя через не враховані коливання пружних елементів, зумовлені шорсткістю контактних поверхонь. Щоб звести до мінімуму неминучі похибки вимірювання силових факторів ковзання і поліпшити достовірність результатів застосовують складні стенди та пристрої.

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб визначення статичного коефіцієнту тертя ковзання [патент на корисну модель України № 128883 бюл. № 19/2018] за виміром кута відхилення кільця трибометра від врівноваженого стану, який встановлюється і утримується під дією сили тертя в зоні нерухомого контакту. Недоліком способу є те, що визначення за виміром кута відхилення трибометра за умови нерухомого контакту також вносить суттєві похибки і дає недостовірні результати.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення достовірності результатів визначення динамічного коефіцієнту тертя циліндричних з'єднань типу "вал - втулка" за визначенням кута тертя в зоні рухомого контакту нерухомої втулки і обертового вала. Поставлена задача вирішується тим, що подібно способу за найближчим аналогом контрзразок і центруючі елементи розміщені рівномірно по колу і прикріплені до концентричного з валом жорсткого кільця, яке вільно надівається на вал, а контрзразок притискають до вала силою, підвішеною до кільця у вигляді наважки відомої маси (варіант) в точці, протилежній точці контакту з можливістю вільного її повороту і спрямованою перпендикулярно до поверхні контакту.

Таким чином, у способі визначення динамічного коефіцієнту тертя, що включає фіксацію зміни геометричного положення контактних поверхонь під дією сили реакції шорсткої поверхні в зоні контакту, навантаженого перпендикулярною до поверхонь тертя нормальною силою, згідно з корисною моделлю, динамічний кут тертя у в контакті циліндричної поверхні вала, який обертається, і контрзразка, прикріпленого до вільно посадженого на вал жорсткого кільця, розраховують за формулою

$$tg\gamma = \frac{R}{r} \cdot \sin\alpha,$$

де R - радіальна відстань точки прикладання до кільця з можливістю вільного повороту відносно кільця сили, однакової за напрямом і рівної за величиною силі притискання контрзразка до контактної поверхні вала; r - радіус контактної поверхні вала; α - кут відхилення кільця від врівноваженого положення, під яким кільце утримується силою реакції шорсткої поверхні в зоні контакту під час обертання вала.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю ознак корисної моделі і технічним результатом, якого можна досягти, полягає у наступному. При обертанні вала під дією сили реакції шорсткої поверхні в зоні контакту кільце відхиляється від врівноваженого стану. За виміром кута відхилення кільця та відомими розмірами вала і радіальної відстані підвішування сили притискання контрзразка розраховують динамічний коефіцієнт тертя.

Схема реалізації способу показана на кресленні.

На вал 1 з можливістю вільного повороту відносно вала посаджене жорстке кільце 2, до якого рівномірно по колу прикріплені контрзразок 3 та центруючі елементи 4 і 5, які дотикаються до поверхні вала 1. Контрзразок 3 в зоні нерухомого контакту (точка A) притискається до поверхні вала наважкою 7, підвішеною гнучким зв'язком, наприклад тросом, до шарніру 6 жорсткого кільця 2 (точка B). Сила притискання контрзразка до вала в точці нерухомого контакту $N_A = G = mg$, де m - маса наважки, g - прискорення земного тяжіння.

При обертанні вала 1 кільце 2 разом з котрзразком 3 та шарніром 6 під дією сили реакції шорсткої поверхні вала частково провертається в напрямі обертання вала на кут α, а шарнір 6

зміщується від стану нерухомого контакту (точка В) до стану обертового руху (точка С) і утримується в цьому положенні силою тертя Т в зоні рухомого контакту.

Величину динамічного кута тертя γ розраховують за виміром кута α, який показує зміну положення зразка 3 від точки А до точки К під час обертання вала. Кут динамічного тертя γ знаходиться між векторами дії нормальної до поверхні тертя сили $N_K = N_A \cdot \cos\alpha$ і сили тертя реакції $T = N_K \cdot tg\gamma$ зоні рухомого контакту. Співвідношення між кутами α і γ визначається за умови рівності обертових моментів від сили Т в точці рухомого контакту і зміщеної в точку С сили G від дії наважки 7.

Враховуючи рівність обертових моментів від дії цих сил та геометричні параметри схеми реалізації даного способу (креслення) отримують:

$$T \cdot r = G \cdot L,$$
$$N_A \cdot \cos\alpha \cdot tg\gamma \cdot r = N_A \cdot R \cdot \sin\alpha,$$

Оскільки $L = R \cdot \sin\alpha$, то $tg\gamma = \frac{R}{r} \cdot \sin\alpha$.

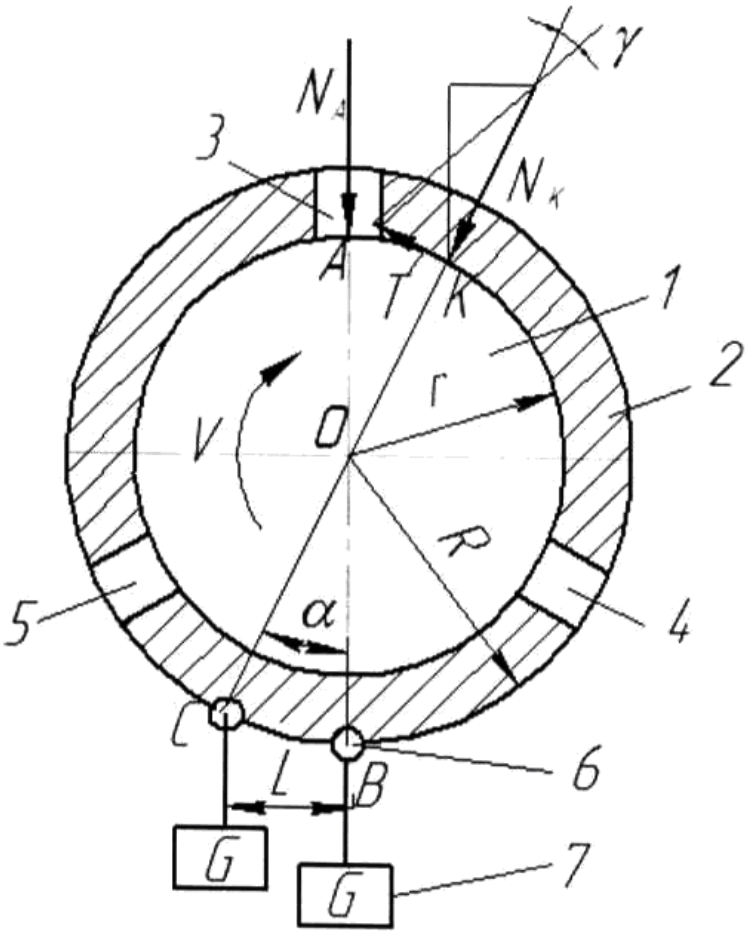
Суттєвою перевагою корисної моделі є проста реалізація способу визначення динамічного коефіцієнту тертя спряжень типу "вал - втулка" за обчисленням кута тертя без застосування складних силовимірювальних та інших систем і пристроїв.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення динамічного коефіцієнту тертя, що включає фіксацію зміни геометричного положення контактних поверхонь під дією сили реакції шорсткої поверхні в зоні контакту, навантаженого перпендикулярною до поверхонь тертя нормальною силою, який **відрізняється** тим, що динамічний кут тертя у в контакті циліндричної поверхні вала, який обертається, і контрзразка, прикріпленого до вільно посадженого на вал жорсткого кільця, розраховують за формулою

$$tg\gamma = \frac{R}{r} \cdot \sin\alpha,$$

де R - радіальна відстань точки прикладання до кільця з можливістю вільного повороту відносно кільця сили, однакової за напрямом і рівної за величиною силі притискання контрзразка до контактної поверхні вала; r - радіус контактної поверхні вала; α - кут відхилення кільця від врівноваженого положення, під яким кільце утримується силою реакції шорсткої поверхні в зоні контакту під час обертання вала.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601