

СЕКЦІЯ: ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

УДК 621. 891

Б.В. Гупка, канд. техн. наук, доц., А.Б. Гупка, канд. техн. наук, В.В. Гупка
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, (Україна)

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ОЦІНКИ ТРИБОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЯ

B.V. Gupka, Ph.D., Assoc. Prof., A.B. Gupka, Ph.D., V.V. Gupka
METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF EVALUATION OF TRIBOLOGICAL RELIABILITY OF THE VEHICLE

Для вирішення практичних задач триботехніки (підбір матеріалів пар тертя та методів їх зміцнення, визначення оптимальних концентрацій добавок в мастило) необхідне визначення діапазону структурно енергетичної пристосовуваності (СЕП) і критичних точок переходу до пошкоджуваності. У зв'язку з малими значеннями величини зносу I (в діапазоні СЕП) застосування традиційних методів його вимірювання малоефективне. Крім цього, фіксація величини I за певний період дослідження не розкриває кінетики і взаємозв'язку процесів, які його зумовили. Фізичною основою кореляційної залежності між параметрами контактного електроопору (КЕО), I , μ , T коефіцієнта тертя являється наявність на поверхнях тертя в діапазоні СЕП оптимальних по складу, будові, властивостях вторинних структур (ВС) з максимальною зносостійкістю ($I \rightarrow \min$) і високими діелектричними властивостями (КЕО $\rightarrow \max$).

Одним із найбільш чутливих кінетичних методів контролю процесів тертя та зношення являється метод вимірювання (КЕО) пари тертя. Контролюючи основні триботехнічні показники (інтенсивність зношення I , коефіцієнт тертя μ , температуру в зоні тертя t), параметр КЕО враховує весь комплекс механічних, фізико-хімічних, термодинамічних, структурно-енергетичних явищ в зоні фрикційного контакту, інформує про кінетику зміни параметрів I , μ , T безпосередньо під час дослідження. Основними перевагами даного методу являються:

– Мінімальні витрати часу для визначення і контролю діапазону нормального тертя та зношення - діапазон СЕП (експресність методу);

– Зв'язок параметрів КЕО з механічними, фізико-хімічними, термодинамічними, структурно-енергетичними процесами в зоні фрикційного контакту (комплексність методу);

– Можливість контролю кінетики структурних перетворень матеріалів поверхневих шарів елементів пар тертя (утворення, трансформації та руйнування ВС);

– Можливість кількісної та якісної оцінки основних процесів поверхневого руйнування згідно загальної класифікації видів тертя та зношення (універсальність методу), створення єдиного банку триботехнічних даних для побудови загальної теорії тертя та зношення.

До основних переваг даного методу відносяться також висока чутливість і точність, можливість його використання не тільки в лабораторних, а й у виробничих умовах. Висока чутливість методу звільняє від необхідності форсованих режимів дослідження, які порушують дійсну природу трибологічних взаємодій. Крім цього коректними можуть бути тільки ті методи дослідження, ті критерії оцінки, фізична суть яких відповідає природі досліджуваного явища, а роздільна здатність співрозмірна масштабу досліджуваного процесу. З практичної точки зору в основі любого методу

повинні бути: простота, наглядність, надійність та інформативність.

Дослідження проводились, як на серійних, так і на спеціально спроектованій машині тертя (рис. 1). Схема контакту диск-торець пальця, при силових параметрах навантаження в діапазонах: швидкість ковзання $V=0,12-11\text{ м/с}$, питоме навантаження $P = 0,3-35\text{ МПа}$ з можливістю їх плавної зміни. Конструкція вузла тертя та механізму навантаження дозволяє зменшити вплив динамічних навантажень на досліджуваній зразок при перехідних процесах і реверсивному характері взаємного переміщення. Система змащування - автоматизована з можливістю подачі як рідких, так і пластичних мастил. Досліджувались зразки (06 мм , $l = 25\text{ мм}$), виготовлені із сталі 45 (42...45 HRC, $Ra = 0,125\text{ мкм}$), бронзи ОЦС 5-5-5. мастило - інактивне вазелінове масло, а також вазелінове масло з добавками присадки (2%), Англамол 99.

Вимірювання інтенсивності зносу, коефіцієнта тертя, температури проводилось традиційними методами, величини КЕО вимірювались за допомогою спеціально розробленої схеми. За контрольне значення вказаних параметрів приймалось їх стабільне значення після кожного етапу навантаження. Структура поверхонь тертя (тип та властивості ВС) досліджувались на електронному мікроскопі CamScan 44DB, з приставкою Line 860.

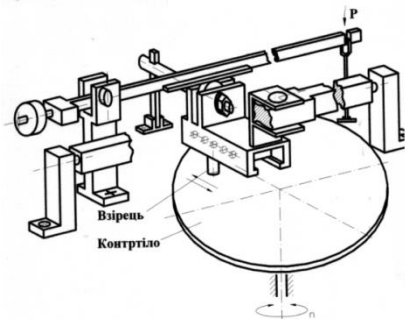


Рис. 1. Схема вузла тертя та механізму навантаження машини тертя

Для оцінки структурно-енергетичного та темодинамічного стану ВС запропоновано наступні критерії параметра КЕО (рис. 2).

де ΔR - величина падіння параметра КЕО після кожного етапу навантаження, $(\Delta P, \Delta V)$;

$R_{\text{вих}} \sim$ вихідне (стабільне) значення параметра КЕО;

Δt - час стабілізації параметра КЕО після кожного етапу навантаження.

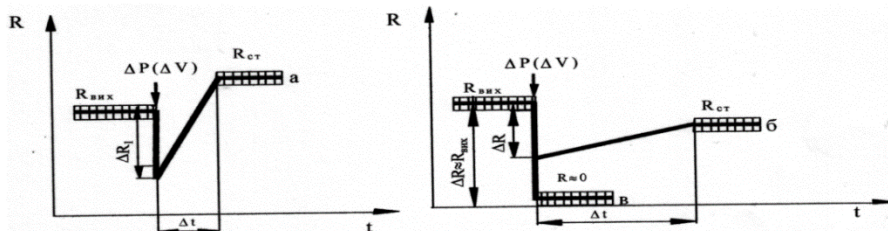


Рис. 2. Характер зміни параметрів $\Delta R/R_{\text{вих}}$, Δt в залежності від режимів тертя та зношення: а - режим припрацювання, б - режим СЕП, в - режим об'ємної деструкції.

В діапазоні СЕП критерії ΔR і $R_{\text{вих}}$, Δt стабільні і мінімальні (оптимальні властивості ВС), в діапазонах припрацювання або об'ємної деструкції значення даних параметрів максимальні. Після кожного етапу навантаження $(\Delta P, \Delta V)$ відбувається падіння вихідного значення КЕО ($R_{\text{вих}}$) на певну величину ΔR з подальшою його стабілізацією на іншому рівні ($R_{\text{ст}}$) через певний період часу (Δt). Для досліджуваних пар тертя встановлено наступні значення даних параметрів: режим СЕП - $\Delta R/R_{\text{вих}} \approx 0,15...0,55$, $\Delta t \approx 12...20\text{ хв.}$; режим припрацювання - $\Delta R/R_{\text{вих}} \approx 0,60... 0,85$, $\Delta t \approx 25...40\text{ хв.}$; режим об'ємної деструкції - $\Delta R/R_{\text{вих}} \approx 1$, $\Delta t \rightarrow \infty$. Запропоновані кінетичні критерії дозволяють проводити безперервний контроль процесами тертя та зношення, кінетикою утворення, трансформації та руйнування ВС і в сукупності з в структурно-енергетичним аналізом поверхонь тертя, розробити комплексну методіку дослідження для розкриття фізичної суті процесів в зоні фрикційного контакту.