

*Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.*

*Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020.*

**УДК 621. 891**

**А.Б. Гупка, канд. техн. наук, І.Р. Підкамінний, А.В. Примасюк.**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **ЕЛЕКТРИЧНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТРИБОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ПАР ТЕРТЯ АВТОМОБІЛІВ**

**A.V. Gupka, Ph.D., I.R. Pidkaminnyu, A.V. Prumasyuk.**

### **ELECTRIC OF RELIABILITY EVALUATION CRITERIA OF TRIBOLOGICAL HEAVY DUTY PAIR FRICTION CAR**

З позицій структурно-енергетичної теорії тертя та зношування запропоновані комплексні електричні критерії оцінки поверхневої міцності матеріалів при терті та зношуванні важко навантажених пар тертя автомобілів. Приведена методика ідентифікації триботехнічних, структурно-енергетичних та електричних параметрів пар тертя для одержання об'єктивної інформації про процеси в зоні фрикційного контакту. Стало можливим, завдяки залученню до вирішення даних проблем останніх досягнень фізики твердого тіла, механіки, фізичної хімії, матеріалознавства, термодинаміки відкритих систем, триботехніки та інших. Враховуючи, що більше 80% відмов в роботі машин відбувається через інтенсивне зношування робочих поверхонь деталей у вузлах тертя, особлива увага приділяється комплексному вивченню процесів тертя та зношування, які відіграють основну роль в забезпеченні нормальної експлуатації пар тертя із заданими параметрами надійності та довговічності в т.ч. автомобілів.

На сучасному етапі розвитку науки триботехніки потрібний якісно новий рівень знань про процеси, які протікають в зоні фрикційного контакту, з'явилась необхідність в розробці нових матеріалів і конструкцій, ефективних засобів відновлення зношених поверхонь деталей, здатних задовольняти широкий діапазон вимог до вузлів тертя машин та механізмів. Стало очевидним, що тільки з розвитком фундаментальних і прикладних досліджень в галузі тертя, мащення та зношування можливе вирішення проблеми підвищення надійності і довговічності машин, економії матеріальних ресурсів. Стало необхідним одержання об'єктивної інформації про процеси в зоні пар тертя автомобілів.

При використанні більшості існуючих машин тертя, методів вимірювання і контролю триботехнічних, структурно-енергетичних параметрів фіксується кінцевий результат і не розкриваються причинні зв'язки, які зумовили конкретні значення даних параметрів, відсутній зв'язок із фізикою процесу тертя та зношування. Одним із основних недоліків традиційних методик являється значна тривалість процесу яка пов'язана із специфікою роботи пар тертя автомобіля в режимі нормального механохімічного зношування.

На даний час високого рівня розвитку і широкого застосування одержали електричні методи (відповідні параметри) при оцінці показників процесу тертя та зношування. Приведена узагальнена інформація про можливість використання і трибологічну інформативність методу контактного електроопору (КЕО) пари тертя (R) як кінетичного методу неперервного контролю процесів тертя та зношування в режимах припрацювання, нормального механохімічного зношування та перехідних процесів. Згідно запропонованої методики вимірюються наступні параметри КОЕ (R) вихідне (стабільне) значення КЕО при заданих силових параметрах навантаження,  $\Delta R$  - величина падіння КЕО після чергового збільшення силових параметрів навантаження,  $t$  - час виходу пари тертя на нове стабільне значення КЕО,  $\Delta R/R_{\text{вих}}$ . В діапазоні структурної пристосовуваності (СП), який характеризується наявністю вторинних

структур (ВС) з оптимальними властивостями, дані параметри стабільні і оптимальні, за межами даного діапазону (процеси припрацювання, об'ємної деструкції) дані параметри мають максимальне значення і нестабільні в часі. Значення параметрів  $\Delta R/R_{вих}$  і  $\Delta R$  залежать від термодинамічних, геометричних та фізико-механічних властивостей ВС. Як показали проведені дослідження і одержані дані запропоновані електричні критерії є високоінформативними просторово-часовими показниками процесу тертя та зношування і кінетики структурного стану поверхонь тертя.

Для одержання об'єктивної інформації про ефективність чи неефективність запропонованих технічних рішень по відновленню зношених поверхонь тертя деталей вузлів тертя автомобіля дослідження необхідно проводити в широкому діапазоні зміни силових параметрів навантаження (питоме навантаження  $P$ , швидкість ковзання  $V$ , температура  $t$ ), при їх плавній зміні з можливістю реверсивного характеру руху, можливості імітації руху досліджуваного зразка по новому сліду. На існуючих машинах тертя реалізувати дані вимоги практично неможливо.

Дослідження проводились на спеціально сконструйованій машині тертя, яка дозволяє моделювати основні пари тертя автомобіля, плавно змінювати силові параметри навантаження в широких діапазонах, відрізняється простотою конструкції, невеликими габаритами, зручністю в експлуатації і в сукупності з металографічним аналізом структури поверхонь тертя складає комплекс, що володіє певним ступенем досконалості. Технічні можливості і надійність робочих вузлів машини тертя підтверджена досвідом її експлуатації (табл. 1).

Табл. 1 - Технічна характеристика машини тертя

Силові параметри навантаження		Напрямок руху	Розміри пари тертя, мм		Експлуатаційні особливості
$P$ , МПа	$V$ , м/с		Характер зміни	Зразок	
0,1-25	0,05-12	Плавний			Однонаправлений Реверсний
		Характер зміни	a	3-15	
Ступінчастий	Контртіло	b	15-40	D	100-225

Призначення машини тертя - підвищення точності визначення триботехнічних параметрів процесу припрацювання відновлених пар тертя, скорочення циклу дослідження, забезпечення циклічно змінних значень швидкостей ковзання і напрямків відносного руху.

Розроблені комплексні електричні критерії можуть бути використані в якості критеріїв оцінки СП матеріалів при терті та зношуванні. Це обумовлено тим, що вони дозволяють оцінити динамічний стан всієї трибосистеми, масштабних, геометричних, динамічних і теплофізичних характеристик вузла тертя. Запропоновані критерії дозволяють вести безперервний контроль за процесами тертя та зношування з дослідженням кінетики утворення, трансформації і руйнування ВС безпосередньо в процесі випробування. У сукупності з металографічним аналізом поверхонь тертя запропоновані критерії дозволяють більш об'єктивно керувати процесами тертя і зношування, розкривати фізичну природу триботехнічних взаємодій.