

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ МАСШТАБНОГО ФАКТОРУ НА ТРИБОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ЗОНІ КОНТАКТУ ЗРАЗКІВ ТА ДЕТАЛЕЙ

В.В. Аулін, *д-р. техн. наук, проф.*,
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
О.Л. Ляшук, *д-р. техн. наук, проф.*,
А.Б. Гупка, *канд. техн. наук, доц.*,
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна
С.В. Лисенко, *канд. техн. наук, доц.*,
А.В. Гриньків, *канд. техн. наук,*
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Істотну роль в трибологічних процесах відіграють геометричні характеристики контактуючих поверхонь тертя (масштабний фактор) спряження зразків та деталей. Це коефіцієнт взаємного перекриття K_{en} , який змінює швидкість трибологічних процесів при переході від точкового до лінійного та площинного контактів. В умовах граничного навантаження це призводить до зміни співвідношення процесів утворення, трансформації та руйнування захисних вторинних структур.

Характерним є те, що значна частина триботехнічних завдань в даний час вирішується малоефективним, емпіричним шляхом, що призводить до великих матеріальних та енергетичних витрат. Слід зазначити, що показники трибологічної надійності систем і агрегатів транспортних машин не враховуються на етапі їх конструювання. Ремонт зношуваних деталей або їх заміна на нові – це незаплановані значні матеріальні витрати. Серед інших причин - це і відсутність комплексної методики дослідження, яка б включала в себе кінетичні критерії оцінки процесів в зоні фрикційного контакту, універсальні машини тертя.

Поряд з цим сучасний розвиток термодинаміки незворотних процесів, фізики твердого тіла, матеріалознавства, синергетики, експериментальних методик дозволив одержати різноманітні дані про механізми трансформації та руйнування поверхневих шарів, створити банк триботехнічних даних, побудувати відповідні фізичні моделі процесів, виявити загальні закономірності процесу тертя та зношування, дати конкретні практичні рекомендації.

В конкретних випадках, коли необхідно перенести результати лабораторних досліджень на реальні трибоспряження деталей систем і агрегатів транспортних машин потрібно використовувати елементи теорії моделювання із врахуванням теплової динаміки процесу тертя. Аналізуючи вхідні параметри та умови експлуатації важконавантажених трибоспряжень зразків і деталей, попередні експериментальні дослідження, вибрана необхідна схема трибоконтракту зразків (рис. 1): пальчиковий зразок 1 - плоска торцева поверхня диску 2.

Спряжений зразок здійснює обертовий рух (однонаправлений або реверсивний) із плавним характером зміни частоти обертання в горизонтальній площині. Величина K_{en} визначається із співвідношення:

$$K_{en} = \frac{S_1}{S_2} K_{en}, \quad (1)$$

де S_1 – площа тертя пальчикового зразка 1 (величина постійна в межах одного експерименту);
 S_2 – площа тертя спряженого зразка 2 (змінна величина в межах одного експерименту).

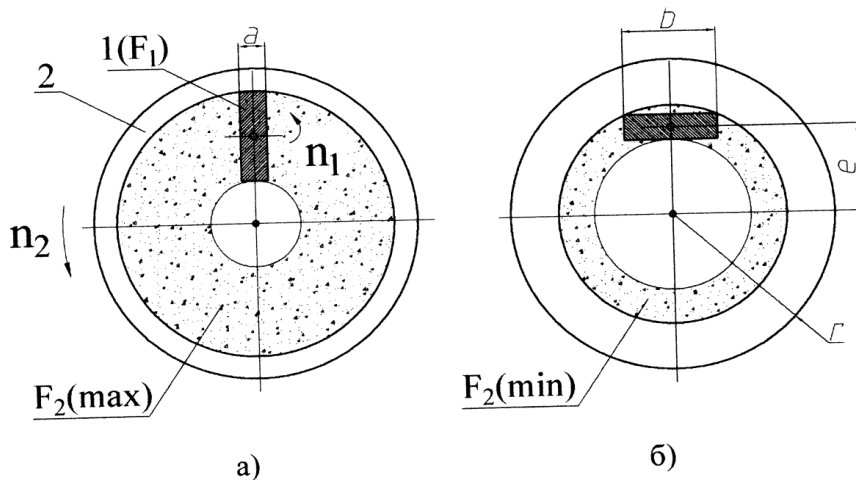


Рисунок 1 – Схема контакту трибоспряження зразків та дослідження зміни коефіцієнту взаємного перекриття K_{en} : $K_{en} \rightarrow \min$ (а), $K_{en} \rightarrow \max$ (б): n_1 - частота обертання зразка 1, n_2 - частота обертання спряженого зразка 2; a, b - розміри зразка 1, e - ексцентриситет, r - радіус зразка 2

Враховуючи площі тертя спряжених зразків визначено граничні значення величини коефіцієнту взаємного перекриття:

$$K_{en} = \frac{ab}{\pi \left[\left(e + \frac{b}{2} \right)^2 - \left(e - \frac{b}{2} \right)^2 \right]}; \quad (2)$$

$$K_{en} = \frac{ab}{\pi \left(\frac{b^2}{4} + 2ea \right)}. \quad (3)$$

Цикл проведених лабораторних досліджень, одержані експериментальні дані, їх системний аналіз з позиції структурно-енергетичної теорії тертя та зношування дозволили побудувати фізичну модель впливу масштабного фактора K_{en} на основні протікаючих процесів в зоні фрикційного контакту (рис.2).



Рисунок 2 – Фізична модель впливу масштабного фактору на процеси в зоні фрикційного контакту: N – зусилля навантаження на зразок, m – мастило, n_1, n_2 – частоти обертання зразка та контртіла, a, b – розміри досліджуваного зразка, r – розмір контртіла спряженого зразка (диску), e – ексцентриситет, I_u – інтенсивність зношування, f_{mp} – коефіцієнт тертя, R – параметр контактного електроопору, T_{mp} – температура в зоні тертя, K_{en} – коефіцієнт взаємного перекриття.

Створена комплексна установка дослідження трибологічних характеристик та властивостей на базі машини тертя дозволяє планувати і проводити вирішенні ряду основних практичних завдань трибології: підбір матеріалів і технологій виготовлення трибоспряжень зразків і деталей, формування композиційного мастильного матеріалу, геометричних параметрів вузлів тертя, засобів захисту від абразивного зношення. При цьому весь цикл дослідження проводиться без зупинки машини тертя, заміни досліджуваних зразків, що не порушує цілісності фізики процесу тертя та зношення в зоні фрикційного контакту, безпосередньо інформує про кінетику зміни основних триботехнічних, електричних параметрів в залежності від зміни структурного стану поверхонь тертя - утворення, трансформації та руйнування вторинних структур.

Список літератури

1. Аулін В.В. Фізичні основи процесів і станів самоорганізації в триботехнічних системах: монографія. Кіровоград: Вид. Лисенко В.Ф., 2014. - 370 с.
2. Аулін В.В., Лисенко С.В., Кузик О.В., Гриньків А.В., Голуб Д.В. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення. Монографія. – Кропивницький: видавець Лисенко В.Ф., 2016. 304 с.