

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОТІЙКОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТРИБОСИСТЕМИ

К. В. Борак

Для опису трибологічних процесів в трибології введено [1] поняття трибологічна система (ТС), під яким розуміють складну термодинамічну систему, що утворюється при взаємодії тертьових тіл, проміжного середовища і частини довкілля. В ТС протікає безліч складних процесів, аналіз яких зручно проводити із залученням методів фізико-математичного моделювання. Вказані процеси описуються змінними, що в загальному випадку залежать від

просторових координат та часу і характеризують фізичний стан ТС [2]. Мету існування ТС «робочий орган – ґрунт» на фундаментальному рівні можна розглядати як трансформацію $\{X\} \xrightarrow{T} \{Y\}$. Головний вхід (X) в ТС це відповідно рух та робота, яку виконує елемент E_1 (робочий орган), головний вихід (Y) – структура елемента E_2 (ґрунт). В реальних умовах отримуємо багато інших вихідних показників, які є побічними і в більшості випадків небажаними.

З роботи [3] відомо, що енергетичний баланс трибосистеми можна представити залежністю:

$$\sum E_x = \sum E_y + \sum E_z + \sum E_s + \sum E_t \quad (1)$$

де E_x – підведена енергія;

E_y – корисна енергія (для трибосистеми «робочий орган – ґрунт» корисна енергія витрачається на формування структури елемента E_2);

E_z – витрати системи;

E_s – накопичення енергії (деформація);

E_t – теплота.

Теплота, яка виділяється при взаємодії елемента E_1 з елементом E_2 доволі швидко розсіюється в другому елементі, що пов'язано з відносно великим його об'ємом, порівняно з першим елементом і суттєвою різницею температур із довкіллям. Так як масовому зносу піддається лише один елемент ТС, то масовий баланс можна виразити таким рівнянням:

$$\sum m = (\sum m_{E_1} - \sum m_{E_{1a}} - \sum m_{E_{1c}}) + (\sum m_{E_2} + \sum m_{E_{1a}} + \sum m_{E_{1c}}), \quad (2)$$

де m – маса трибосистеми:

m_{E_1} – маса елемента E_1 до виконання роботи;

$m_{E_{1a}}$ – маса матеріалу елемента E_1 , яка переноситься в елемент E_2 під час виконання роботи;

$m_{E_{1c}}$ – маса всіх продуктів хімічної реакції елемента E_1 , яка переноситься в елемент E_2 під час виконання роботи;

m_{E_2} – маса елемента E_2 до виконання роботи.

Сума $(\sum m_{E_{1a}} + \sum m_{E_{1c}})$ характеризує величину інтенсивності зношування і залежить від умов функціонування системи (V, p), властивостей елемента E_1 (E, H_m , хімічний склад матеріалу), властивостей елемента E_2 ($G_3, A, K_\phi, P(\Delta H), C_v, W, H_a, P_c, \Psi$), коефіцієнту тертя матеріалу елемента E_1 по елементу E_2 (f_T), а також від шляху тертя (L).

В більшості випадків трибологи намагаються однобічно розв'язати проблему підвищення зносостійкості за рахунок покращення властивостей робочої поверхні елемента E_1 . Насправді для вирішення даної проблеми доцільніше застосовувати системний аналіз ТС «робочий орган – ґрунт».

Пріоритет застосування системного аналізу в трибології належить німецькому трибологу Х. Чихосу. Основи цього підходу викладено в роботі «Tribology – a system approach to science and technology of friction, lubrication and wear» (на пострадянському просторі, в зв'язку з помилковим перекладом, дана робота відома як «Системный анализ в трибонике») [4].

Проведений раніше системний аналіз існуючих трибосистем не можливо повною мірою застосувати для ТС «робочий орган – ґрунт», оскільки вона має специфічні особливості, які не дозволяють їй повною мірою підпадати під класифікацію Х. Чихоса [4].

Системний аналіз ТС «робочий орган – ґрунт» повинен містити у собі такі етапи:

- побудувати фізико-математичну модель трибосистеми в динамічному і статичному стані, яка адекватно описує явища, процеси та субпроцеси, що відбуваються в ТС;
- побудувати феноменологічну модель процесів, які відбуваються в ТС;
- проаналізувати індивідуальні властивості елементів та агрегатні властивості ТС;
- математично описати функціональні перетворення вхідних величин X у вихідні величини Y ;
- визначити основні критерії ефективного функціонування ТС «робочий орган – ґрунт», а також обмеження та умови її функціонування.

Застосування системного підходу до вирішення задач при моделюванні ТС «робочий орган – ґрунт» дозволить:

- синтезувати знання з різних наук (фізика, хімія, математика, трибологія теорії систем, теорії управління, матеріалознавство, ґрунтознавство та інші);
- суттєво скоротити час на проведення трудомістких та дорогих лабораторних, стендових і експлуатаційних досліджень для прийняття об'єктивних рішень з підвищення зносостійкості складових частин трибосистеми.

Література

1. Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин [Текст] : словарь / В. Д. Зозуля [и др.] ; отв. ред. И. М. Федорченко ; Ин-т проблем материаловедения АН УССР. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Наукова думка, 1990. – 258 с.
2. Носко А. Л. Математическое моделирование трибологических систем (применительно к тормозным устройствам ПТМ) / А. Л. Носко, А. П. Носко // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Машиностроение. – 2006. – № 1. – С. 83–98.
3. Справочник по триботехнике / Под общ. ред. М. Хебты, А. В. Чичинадзе. В 3 т. Т. 1. Теоретические основы. – М.: Машиностроение, 1989. – 400 с.
4. Чихос Х. Системный анализ в трибонике. A Systems Approach to the Science and Technology of Friction, Lubrication and Wear : монографія / Х. Чихос; пер. С. А. Харламов; ст. науч. ред. О. Н. Вишнякова; Е. П. Орлова. – М.: Мир, 1982. – 351 с.