

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ КОЕФІЦІЄНТОМ ЗНОСУ ТА КОЕФІЦІЄНТОМ ТЕРТЯ МАТЕРІАЛІВ

Робота присвячена встановленню взаємозв'язку між коефіцієнтом зносу та коефіцієнтом тертя матеріалів.

Ключові слова: коефіцієнт тертя, лінійний знос, коефіцієнт зносу, енергія руйнування, об'єм матеріалу.

Для прогнозування ресурсу вузлів, агрегатів і машин в цілому необхідно знати, як будуть вести себе деталі функційних систем в процесі експлуатації, а також який буде мати місце вид зносу.

Це можливо тільки при наявності узагальненого показника швидкісних, силових і конструктивних параметрів трибоспряжень, яким саме і є коефіцієнт зносу.

Вперше коефіцієнт зносу був запропонований для прогнозування ресурсу технологічного обладнання професором А.С. Проніковим, а потім одержав розвиток в роботах І.Т. Ковальова і В.Б. Юдовинського. [1]. Однак, у цих роботах відсутній взаємозв'язок коефіцієнту зносу з коефіцієнтом тертя та лінійним зносом.

Метою статті є встановлення взаємозв'язку між коефіцієнтом зносу матеріалів, лінійним зносом і коефіцієнтом тертя

Одним з найбільш загальних показників зносу матеріалів пар тертя є коефіцієнт зносу K_U , як показник швидкісних, силових та конструктивних параметрів трибоспряження [1-4].

$$K_U = \frac{U}{P \cdot S}, \left[\frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}} \right],$$

де U – величина лінійного зношування, мкм

P – сила навантаження, Па,

S – шлях тертя, км.

Коефіцієнт зносу матеріалу можна представити як кількість енергії E , що необхідна для руйнування (зносу) одиниці об'єму матеріалу V

$$K_U = \frac{V}{E}, \left[\frac{\text{мкм}^3}{\text{кГ} \cdot \text{м}} \right]$$

Розглядаючи об'єм зношеного матеріалу, як лінійний знос по площі, можна записати, що коефіцієнт зносу матеріалів – це кількість енергії, яку необхідно затратити на руйнування (знос) поверхні площею 1 см^2 на глибину 1 мкм .

$$K_U = \frac{F \cdot U}{E}, \left[\frac{\text{мкм}}{\text{Па} \cdot \text{км}} \right]$$

Із виразу, величина лінійного зносу дорівнює коефіцієнту зносу матеріалу K_U , помноженому на енергію E , прикладену до поверхонь тертя (зношування) і поділену на площу зношування F

$$U = \frac{K_U \cdot E}{F}, \left[\text{мкм} \right]$$

Таким чином, і коефіцієнт зносу матеріалів і величина лінійного зносу є функцією зовнішньої енергії E , прикладеної до спряжених тіл, чисельне значення якої залежить від шляху тертя і реакції навантаження тіл, що піддаються зношуванню. Але так як руйнування поверхні матеріалів залежить від внутрішньої енергії матеріалу (електронного зв'язку), то можна записати, що коефіцієнт зносу і величина лінійного зносу є функціями зовнішніх та внутрішніх енергій:

$$K_U(t) = f(E_3; E_{BH}), \quad U = \varphi(E_3; E_{BH})$$

Коефіцієнт тертя залежить від стану поверхні тертя, середовища, а також від властивостей матеріалів, або від швидкості зносу (це є перша часткова похідна коефіцієнта зносу в часі).

Розглянемо криві зміни коефіцієнта тертя і коефіцієнта зносу в залежності від часу (рисунок 1). Крива зміни коефіцієнта тертя в залежності від часу відображає першу похідну коефіцієнта зносу, але зміщена по відношенню до осі t на величину « n ».

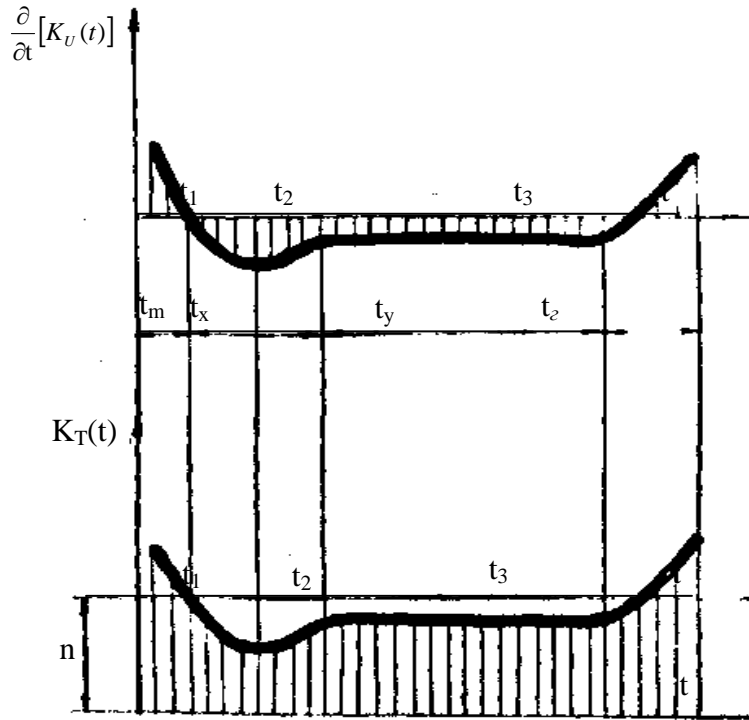


Рисунок 1 – Взаємозв'язок залежностей коефіцієнта тертя від швидкості зміни функції коефіцієнта зносу $\frac{\partial}{\partial t}[K_U(t)]$.

Прирівнюючи функції коефіцієнта тертя $K_T(t)$ і коефіцієнта зносу $K_U(t)$ за допомогою масштабного фактора M_K , який має розмірність $\left[\frac{MKM}{Па \cdot км \cdot год} \right]$ і є характеристикою зносу матеріалу на протязі одного часу, отримаємо співвідношення

$$\frac{\partial}{\partial t}[K_U(t)] = M_K [K_T(t) - n].$$

Проінтегрувавши цей вираз в межах від 0 до t , отримаємо

$$K_U(t) = M_K \int_0^t [K_T(t) - n] dt.$$

Згідно визначення масштабного фактора M_K , він дорівнює відношенню коефіцієнта зносу матеріалів до часу

$$M_K = \frac{K_U(t)}{t}.$$

Вираз з урахуванням залежності представимо у вигляді диференціального рівняння першого порядку

$$\frac{\partial}{\partial t}[K_U(t)] - K_U(t) \left[\frac{K_T(t)}{t} - \frac{n}{t} \right] = 0$$

Вирішив це рівняння, знайдемо залежність функції коефіцієнта зносу від функції коефіцієнта тертя

$$K_U(t) = K_U(0) \cdot \exp[K_T(x) - n],$$

де $K_U(0)$ – початкові умови існування функції коефіцієнта зносу $K_U(t)$;

n - величина зміщення осі абсцис для залежності $K_T(t)$.

Виходячи з цього, функція коефіцієнта зносу $K_U(t)$ є експоненціальною функцією коефіцієнта тертя.

Експериментальна перевірка аналітичних тверджень проводилась на прикладі зносу втулки трибоспряження вал-втулка при реакціях навантаження 400, 500, 600 Н і шляху тертя S (відносного переміщення деталей тертя) до 45 км.

Залежність зміни коефіцієнта тертя від шляху тертя наведено на рис. 2.

Из даного рисунка видно, що стабілізація коефіцієнта тертя відбувається через 20 км шляху тертя і дорівнює $K_T=0,15$.

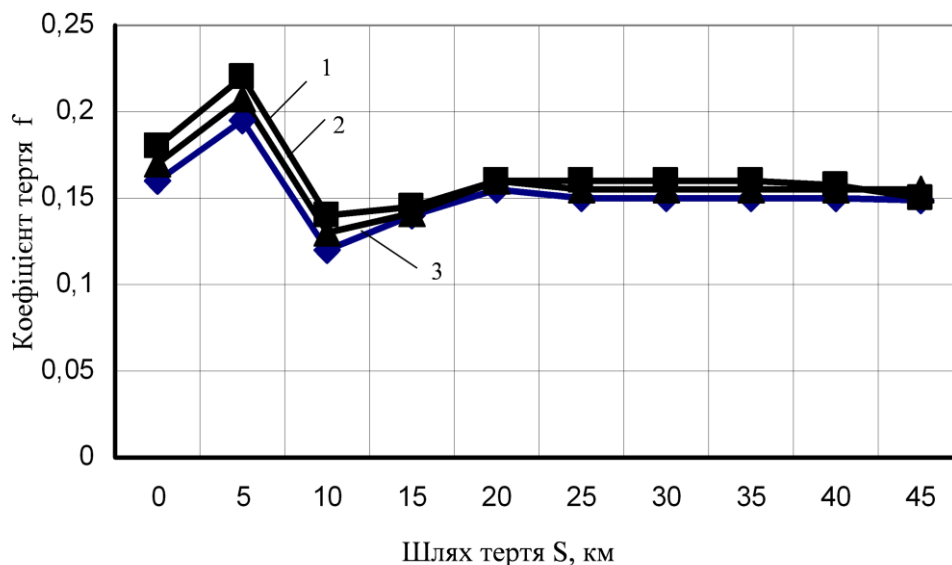


Рисунок 2 – Залежність зміни коефіцієнта тертя f від шляху тертя S , км, при реакціях навантаження 1-600 Н, 2-500 Н, 3-400 Н

Залежність зміни коефіцієнту зносу K_U від шляху відносного переміщення пари тертя наведено на рисунку 3.

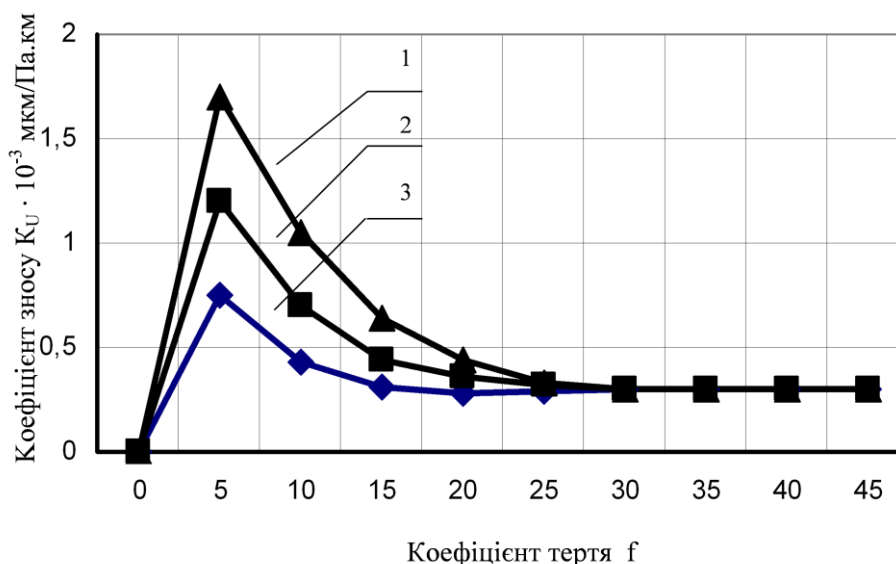


Рисунок 3 – Залежність зміни коефіцієнту зносу K_U від шляху відносного переміщення пари тертя S при реакції навантаження 1-600 Н, 2-500 Н, 3-400 Н

Из даного рисунка видно, що стабілізація коефіцієнта зносу відбквається також через 20 км шляху тертя і він дорівнює $K_U = 0,3 \times 10^{-3}$ мкм/Па.км, що підтверджує аналітичні твердження.

Для даного, випадку, що розглядається, масштабный фактор дорівнює $M_k=500$.

Залежність коефіцієнта зносу від коефіцієнта тертя наведена на рисунку 4.

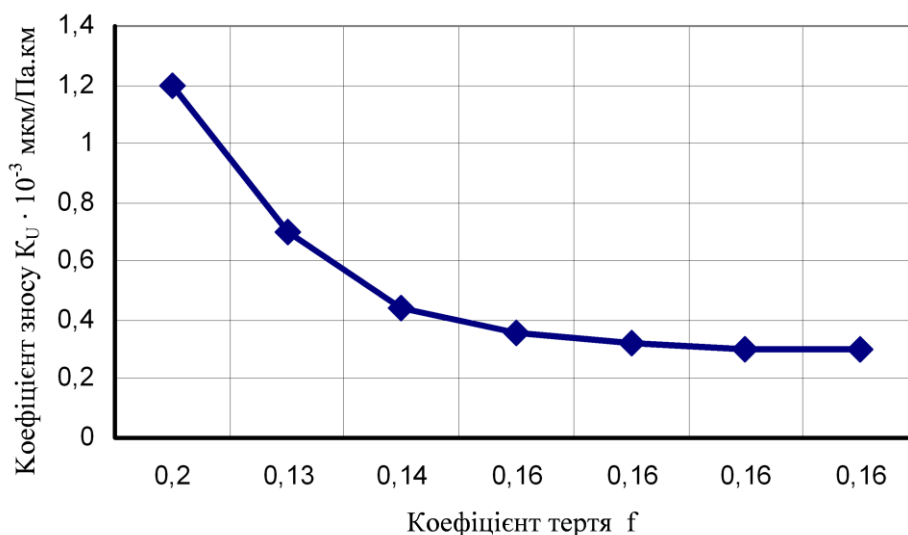


Рисунок 4 – Залежність коефіцієнта зносу від коефіцієнта тертя

Отримана залежність підтверджує, що залежність коефіцієнта зносу від коефіцієнта тертя підпорядковується експоненті.

Висновки. 1. Коефіцієнт зносу, будучи функцією силових, швидкісних параметрів і властивостей матеріалів, що піддаються зношуванню, повністю характеризує силові характеристики процесу зношування і встановлює взаємозв'язок з коефіцієнтом тертя.

2. Запропонована методика дозволяє визначати чисельні значення коефіцієнтів зносу по коефіцієнтах тертя матеріалів трибоспряджень, що піддаються зношуванню, а це в свою чергу дасть змогу застосовувати отримані результати для прогнозування триботехнічних процесів функціональних систем мобільної техніки.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Ковалев *И.Т.* Коэффициент износа - показатель надежности деталей сопряжений. / *И.Т. Ковалев, В.Б.Юдовинский*// Надежность и качество. – 1974. - №2. – С.36-48.

2. Юдовинський *В.Б.* Дослідження процесу зношування основних сполучень деталей сільськогосподарської техніки через коефіцієнт зносу /*В.Б.Юдовинський, Д.П.Журавель, О.Д.Савченко* // Праці ТДАТА. - Вип. 15. – Мелітополь, 2003. – С.24-29.

3. Юдовинський *В.Б.* Еквівалентні коефіцієнти зносу і критерії припрацювання деталей сполучень сільськогосподарської техніки / *В.Б.Юдовинський, Д.П.Журавель* // Праці ТДАТА. - Вип.15. – Мелітополь, 2003. - С.29-33.

4. Журавель *Д.П.*. Теория разрушения поверхностных слоев металла при трении/ *Д.П.Журавель, В.Б.Юдовинский*, // Праці ТДАТА.- Вип.33. – Мелітополь, 2005. -С.103-106.

Д.П. Журавель **Взаимосвязь между коэффициентом износа и коэффициентом трения материалов**
Работа посвящена установлению взаимосвязи между коэффициентом износа и коэффициентом трения материалов.

Ключевые слова: коэффициент трения, линейный знос, коэффициент износа, энергия разрушения, объем материала

D. Juravel Relationship between wear coefficient and friction coefficient of materials

Work is devoted to reserch of relationship between the wear coefficient and linear friction coefficient of materials.

Keywords: coefficient of friction, coefficient of wear, energy of destruction, volume of material