

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ В АБРАЗИВНІЙ МАСІ

Аулін В.В.

д.т.н., професор

Кіровоградський національний технічний університет

Борак К.В.

к. т. н.

Житомирський агротехнічний коледж

Питаннями математичного моделювання процесу зношування в абразивній масі займалися У.А. Ікрамов [1], М.М. Тененбаум [2], М.М. Сєверньов [3], М.М. Хрущов [4], Б.І. Костецький [5], В.І. Дворук [6], В.В. Аулін [7] та інші.

У.А. Ікрамов [1] запропонував математичну модель для визначення величини зносу при

мікрорізанні початково-вільними абразивними частинками:

$$U_{\delta} = I_h L 10^3, \quad (1)$$

де U_{δ} – знос при мікрорізанні початково-вільними абразивними частинками; L – шлях тертя; I_h – інтенсивність абразивного зношування:

$$I_h = \frac{h b n_a}{A_a} 10^{-6}, \quad (2)$$

де h – глибина входження абразивної частинки в матеріал деталі; b – ширина подряпини; n_a – кількість абразивних частинок; A_a – номінальна площа контакту.

Ширина подряпини у відповідності може бути розрахована за формулою:

$$b = 1,4 R_a, \quad (3)$$

де R_a – радіус абразивної частинки.

Зношування в реальній абразивній масі може носити змішаний характер. Тоді сумарний знос можна буде визначити із залежності:

$$U = U_v + U_{\delta}, \quad (4)$$

де U_v – знос при полідеформаційному руйнуванні:

$$U_v = V_v \frac{n_m}{e^{\lambda} - 1}, \quad (5)$$

де V_v – об'єм одиничного пошкодження матеріалу при полідеформаційному процесі; n_m – число актів мікрорізання; λ – степеневий показник:

$$\lambda = \frac{n_p}{n_d}, \quad (6)$$

де n_p – число циклів руйнування; n_d – число циклів пластичного деформування.

М.М. Тененбаум [2] увів поняття критичного степеню змішаності деформуючих і ріжучих частинок $\left(\frac{n_m}{n_d}\right)_{кр}$, який відповідає відношенню зносу при полідеформаційному й прямому руйнуванні:

$$\left(\frac{n_m}{n_d}\right)_{кр} = \frac{\ln\left(1 + \frac{V_v}{V_{\delta}}\right)}{n_p}, \quad (7)$$

При $V_{\delta} = V_v$ і значенню числа циклів до руйнування $n_p = 10 \dots 10^3$ $\left(\frac{n_m}{n_d}\right)_{кр} = 0,07 \dots 7\%$.

Відповідно, навіть при малій кількості зерен, які ріжуть поверхню, вони зношують поверхню тертя більше, ніж в результаті пластичної деформації.

У праці Б.І. Костецького [5] з мікроскопічної точки зору зношування різальних елементів ґрунтообробних машин на основі класичної схеми протікання процесу описано стохастичним диференціальним рівнянням:

$$\frac{dU}{dt} = \varphi(U, t) + \psi(U, t) \xi(t), \quad (8)$$

де $U(t)$ – функція відносного зносу; $U(t) = \frac{u(t)}{u_{zp}}$, $u(t)$ – поточний знос; u_{zp} – граничний

знос; $\varphi(U, t), \psi(U, t)$ – детерміновані функції, що характеризують інтенсивність зносу; $\xi(t)$ – випадкова складова; t – тривалість зношування.

Випадкова функція $U(t)$ описує безперервний марківський процес, якщо значення функції $\xi(t)$ – незалежні випадкові величини.

У існуючих математичних моделях зносу деталей машин, що працюють в абразивній масі, можна відмітити наступні недоліки: громіздкість і незручність використання, не враховано можливість зношування матеріалів різних властивостей (на одній деталі), обмеженість набору параметрів, які впливають на знос та складність, а іноді й неможливість їх вирішення за допомогою ПК.

Висновки: необхідно створити математичну модель процесу зношування в абразивній масі, яка дозволить врахувати всі параметри та проводити моделювання за допомогою ПК.

Література

1. Икрамов У.А. Расчетные методы оценки абразивного износа / У.А. Икрамов. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
2. Тененбаум М.М. Сопротивление абразивному изнашиванию / М.М. Тененбаум. – М.: Машиностроение, 1976. – 271 с.
3. Севернев М.М. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев, Н.Н. Подлекарёв, В.Ш. Сохадзе, В.О. Китиков; под ред. М.М. Севернева. – И.: «Беларуская навука», 2011. – 333 с.
4. Хрущов М.М. Абразивное изнашивание / М.М. Хрущов, М.А. Баби́чев. – М.: Наука, 1970. – 252 с.
5. Костецкий Б.И. Марковская модель износа и прогнозирования долговечности изнашиваемых деталей / Б.И. Костецкий, В.П. Стрельников, В.Г. Таций // Проблемы трения и изнашивания. – К.: Техника, 1976. – Вып. 10. – С.10-15.
6. Дворук В.І. Реолого-кінетична концепція абразивної зносостійкості та її реалізація в керуванні працездатністю механічних трибо систем. дис... доктора техн. наук / Дворук Володимир Іванович – К., 2007. – 471 с.
7. Аулін В.В. Зношувальна здатність ґрунтового середовища та закономірності спрацювання деталей РОГМ / В.В. Аулін, М.І. Черновол, А.А. Тихий // Проблеми трибології (Problems of tribology). Хмельницький: ХДУ, – 2010. – №2 – С. 6-10.