

УДК 539.3

МОДЕЛЮВАННЯ ШОРСТКОСТІ У ТЕРМОМЕХАНІЦІ ЛОКАЛЬНО НЕОДНОРІДНИХ ТВЕРДИХ ТІЛ

Тарас Нагірний, Костянтин Червінка

University of Zielona Góra (Poland),

Ivan Franko National University of L'viv (Ukraine)

t.nahirny@iim.uz.zgora.pl, kostiantyn.tchervinka@lnu.edu.ua

Однією з важливих характеристик деталей машин й елементів конструкцій є шорсткість поверхні тіла. Для її опису використовують низку числових характеристик, що стосуються поверхні (опис 3D) та її профілю (опис 2D). Серед параметрів, які широко використовують при описі 2D є R_a – середнє арифметичне відхилення профілю, R_z – сума середніх абсолютних значень висот п'яти найбільших виступів і глибин п'яти найбільших впадин профілю в межах базової довжини, R_{max} або R_t – найбільша висота профілю. Разом із цим жоден із висотних, крокових та висотно-крокових параметрів не характеризує уповні вплив шорсткості на експлуатаційні властивості деталей: поверхні з однаковим значенням R_z і R_t можуть мати дуже різні трибологічні властивості (рис. 1).

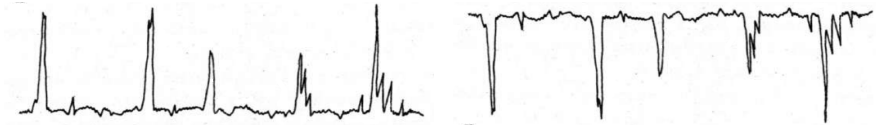


Рис. 1

Важливою характеристикою профілю поверхні є крива Аббота-Файрстоуна, крива опорної поверхні (Abbott–Firestone curve, material ratio), яку використовують у трибології. Вона визначає у відсотках частину простору, зайняту матеріалом, на біжучій висоті профілю реальної поверхні (рис. 2). Ця крива та її параметри описані у стандартах ISO 13565-2 та ASME B46.1.

В області опорної кривої поверхні (рис. 2) розрізняють: область піків профілю (R_{pk} – середня висота піків над опорною областю), опорну область профілю (R_k – висота опорної області), область западин профілю (R_{vk} – середня глибина западин під опорною областю). Для більшості практичних застосувань шорстких поверхонь бажаними є мінімальні значення параметра R_{pk} (оскільки піки зминаються або зношуються в початковий період роботи), а

також більші значення параметра R_{vk} .

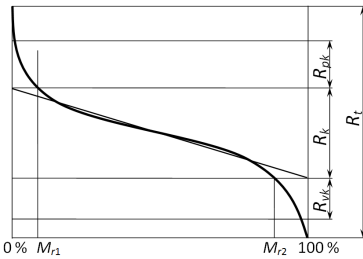


Рис. 2

для якого справджується рівняння [1]

$$\nabla^2 \rho - \xi^2 (\rho - \rho_*) = -\xi^2 d_{\sigma m}, \quad (1)$$

де ξ – параметр, що характеризує структуру матеріалу тіла, $d_{\sigma m}$ – функція, що враховує спосіб формування поверхні.

З метою наближення розподілу густини матеріалу до кривої опорної поверхні вважаємо, що на поверхні півпростору (область $x \geq 0$) значення густини матеріалу дорівнює нулю, а для функції $d_{\sigma m}$ приймаємо подання

$$d_{\sigma m} = -\rho_* \exp(-(\zeta x)^k), \quad (2)$$

у якому ζ, k – сталі. Дана формула є узагальненням подання, яке зазвичай використовують для функції $d_{\sigma m}$ при моделюванні зв'язаних полів.

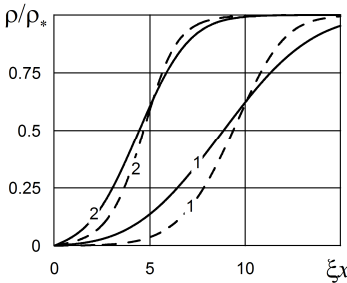


Рис. 3

Розподіл густини ρ/ρ_* у глибину півпростору представлено на рис. 3 для $\zeta/\xi = 0.1; 0.2$ (криві 1, 2), $k = 3, 6$ (суцільна та штрихова лінії). Бачимо, що вибором параметрів ζ/ξ можна наблизити розподіл густини матеріалу у приповерхневій області тіла до кривої опорної поверхні і таким чином врахувати у рамках моделей термомеханіки локально неоднорідного твердого тіла шорсткість реальної поверхні тіла та спосіб її обробки.

1. *Нагірний Т.С., Червінка К.А.* Основи механіки локально неоднорідних деформівних твердих тіл. – Львів: Растр-7, 2018. – 204 с.

MODELING OF ROUGHNESS IN LOCALLY INHOMOGENEOUS THERMOMECHANICS

It is shown that by choosing mass sources in models of thermomechanics of local non-homogeneous solids, the distribution of density of mass in the near-surface area can be fit to the Abbott–Firestone curve, which is widely used in engineering to describe roughness.