

УДК 539.4

## Про міцність керамічних матеріалів з поверхневими дефектами за умов складного напруженого стану

Квіт Р. І., к.ф.-м.н., доц. каф. ВМ

Сало Т. М., к.ф.-м.н., доц. каф. ВМ

Національний університет «Львівська політехніка»  
(вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна)

Розглянуто керамічну пластину з поверхневими дефектами типу тріщин за умов двовісного розтягу однорідним навантаженням  $p$  та  $q$  ( $q = \eta p$ ). Площина кожного дефекта є нормальною до поверхні пластини, а глибина набагато меншою від довжини. Вважаючи глибину дефектів  $l$  та кут орієнтації  $\alpha$  по відношенню до напрямку дії навантаження  $p$  випадковими величинами, задаємо закони їх імовірнісного розподілу. Випадкову величину  $\alpha$  описуємо рівномірним законом розподілу, а  $l$  – бета-розподілом. Відповідно до критерію руйнування [1,2], отримано співвідношення, які визначають величину руйнівного навантаження для пластини з одною довільно орієнтованою поверхневою тріщиною.

Функція розподілу руйнівного навантаження для елемента пластини з однією випадковою поверхневою тріщиною має вигляд [3]

$$F_1(p, \eta) = \iint_{D_{\alpha l}} f(\alpha, l) d\alpha dl, \quad (1)$$

де  $f(\alpha, l)$  – густина сумісного розподілу величин  $\alpha$  та  $l$ . Область інтегрування  $D_{\alpha l}$  визначаємо з використанням критерію руйнування, поданого у роботах [1,2].

Імовірність зруйнування керамічної пластини, що містить  $N$  поверхневих тріщин отримуємо за формулою [3]

$$P_f = 1 - (1 - F_1(p, \eta))^N. \quad (2)$$

Відповідно до формули (2) отримано вирази, що визначають імовірність зруйнування керамічної пластини за умов складного напруженого стану. Побудовано графіки залежності ймовірності зруйнування  $P_f$  від величини прикладеного навантаження. Досліджено вплив розмірів пластини, однорідності матеріалу та виду прикладеного навантаження на ймовірність зруйнування. Здійснено порівняння з експериментальними даними [4] та імовірнісними розрахунками [3] міцності пластин з поверхневими тріщинами, які ґрунтуються на критерії руйнування, записаному у роботі [5].

1. Chao L.Y., Shetty D.K. Reliability analysis of structural ceramics subjected to biaxial flexure // J. Amer. Cer. Soc. – 1991. – Vol. 74. – P. 333 – 344.
2. Singh D., Shetty D.K. Fracture toughness of polycrystalline ceramics in combined mode I and mode II loading // J. Amer. Cer. Soc. – 1989. – Vol. 72. – P. 78 – 84.
3. Витвицкий П.М., Попина С.Ю. Прочность и критерии хрупкого разрушения стохастически дефектных тел. – К.: Наук. думка, 1980. – 186 с.
4. Standart test method for biaxial strength (modulus of rupture) of ceramic substrates // Amer. Soc. Test. Mater., ASTM. – 1995. – Vol. 15.01. – P. 469 – 473.
5. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. – М.: Наука, 1974. – 640 с.