

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КРИТИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ИНТЕНСИВНОСТИ НАПРЯЖЕНИЙ K_{IC} ДЛЯ МАССИВА В ОБЛАСТИ КОНТУРА ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

Баймахан Р. Б., Алиева А. М., Кулмаганбетова Ж.К., Муздакбаев М.М.

Институт механики и машиноведения НАН Казахстана, г. Алматы,
Актюбинский университет им. С. Баишева, г. Актюбинск
Актюбинский региональный государственный университет
им. К. Жубанова, г. Актюбинск,

В механике разрушения критическое значение коэффициента интенсивности напряжений первого рода K_{IC} для тел с трещинами определяется экспериментально [1, 2]. Коэффициенты интенсивности вдали от контура определяются по формулам [1].

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi \ell} \quad (1)$$

$$K_{IC} = \sigma_C \sqrt{\pi \ell} \quad (2)$$

Здесь K_{IC} выражение для определения критического значения коэффициента интенсивности напряжений, ответственное разрушению материала. В свою очередь K_{IC} определяется через критическое значение растягивающих напряжений σ_C .

Вместе с тем имеются попытки определить значений K_{IC} для различных материалов теоретическим путем через коэффициент концентрации напряжений K_K . Такая идея имеется в работе [1], которая заключается в следующем. K_{IC} можно определить как

предельное значение K_K при стремлении к нулю радиуса кривизны $\bar{r}$ вершины надреза.

В предельном случае, при котором надрез стремится к трещине

(3)

$$K_I = \lim_{\bar{r} \rightarrow 0} \frac{\sqrt{\pi}}{2} K_K \sqrt{\bar{r}}$$

Для определения коэффициентов интенсивности напряжений различных конфигураций тел с трещиной могут быть использованы многочисленные решения, полученные для коэффициентов концентрации напряжений Нейбером, Петерсоном, Савиным, Исидой /1 / и др.

Н.А.Зориным, Ю.М. Халимендиком, В.Г. Колесниковым для значения напряжений в импульсе предложено выражение /2/.

$$\sigma = \sqrt{\frac{Ech}{\pi^2 n^2 a^2}}, \quad (4)$$

где E -модуль Юнга; c – скорость звука; h – постоянная Планка численно равная $h = 6,6262 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ или $h = 6,6262 \cdot 10^{-27} \text{ Эрг} \cdot \text{с}$, n – число бесконечно малых трещин-раздробления; a – линейные размеры трещины.

Баймаханом А.Р. /3/, показан возможность определения критическую глубину заложения горной выработки H заранее, при котором наступит начала раздробления массива горных пород вокруг контура подземного сооружения. Критическая глубина H была найдена на основе сопоставления выражений для разрушающих напряжений (4) и выражений для нахождения концентрации напряжений на глубине H в весомом массиве для n трещин

($j = 1, 2, \dots, n$). для продвижения каждой трещины на i – шаг ($i = 1, 2, \dots, k$) в виде

$$\sigma_c = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \sqrt{\frac{Ech}{\pi^2 j^2 \Delta S_i^2}} \quad (5)$$

С другой стороны на пределе это есть $\sigma_c = K_k \gamma H$. Сопоставлением этих двух выражений была найдена критическая глубина заложения H в виде

$$H = \frac{\sigma_c}{K_k \gamma} \quad (6)$$

ΔS_i – площади трещин-разрывов; γ – объемный вес горной породы.

Нетрудно понять, что обобщенное выражение (5) применительно к макромеханике при $i=1$ и $j=1$ будет соответствовать импульсу напряжений (4), которое создает микротрещину. В знаменателе выражении (5), находится произведение квадрата количеств микротрещин на квадрат шага продвижения каждой микротрещины. Поэтому результат такого произведения, даст число, соизмеримое с постоянной Планка.

Величина K_k меняется в широком пределе, от 2.00 до 9.91. Для выяснения его смысла приведем решению задачи Кирша, который имеет аналитическое решение, который имеет максимального значения на контуре круга, где $K_k = 3$, а в случае анизотропной полосы $K_k = 4.15$. Сравнивая выражения (3)-(6) и анализируя приведенного примера автора работы [3], убеждаемся, что действительно при предельном переходе коэффициент концентрации напряжений K_k характеризует началу возникновения в теле микротрещин-разрывов, которые в сумме перерастает на разрушение массива. Такая идея принадлежит М. Сиратори, Т. Миеси, Х. Мацусита, Н.Зорину, Ю. Халимендику, В. Колесникову и др..

Развивая эти идеи в виде выражения (5)-(6) и подставляя (5) в (2) получим следующую обобщенную теоретическую формулу для критического коэффициента интенсивности в следующем расширенном виде

$$K_{IC} = \sqrt{\pi \ell} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \sqrt{\frac{Ech}{\pi^2 j^2 \Delta S_i^2}} \quad (7)$$

С помощью этой выражений можно найти глубину заложения выработки, при котором начинается хрупкое раздробление массива вокруг выработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сиратори М, Миеси Т., Мацусита Х. Вычислительная механика разрушения. –М.: Мир, 1986. 334с. 3
2. Зорин Н.А., Халимендик Ю.М., Колесников В.Г. Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых. –М: Недра. 2001. 413с.
3. Баймахан А.Р. Разработка алгоритма разрушения анизотропного массива вдоль, вкрест слоев плоскости изотропии и в направлениях между ними. «Проблемы геомеханики и преподавания естественных дисциплин». Алмата, 2012 с. 129-132