

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ УТВОРЕННЯ ТРІЩИН В АНІЗОТРОПНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ОРІЄНТАЦІЇ РІЗАЛЬНОЇ КРОМКИ

Залежно від характеру прикладення зовнішніх навантажень можна виокремити три основних типи розвитку тріщин, які загалом визначають відрив, поздовжній та поперечний зсув в анізотропному середовищі (рис. 1).

При деформуванні оброблюваного середовища за схемою I – відрив (розтягування) – береги тріщини розходяться один відносно одного, що визначає крихке руйнування деформованого середовища. У випадку деформування за схемою II – реалізується поперечний зсув – поверхні тріщини зміщуються шляхом взаємного ковзання у поперечному напрямку, що зумовлює обертову переорієнтацію шарів деформованого середовища. У випадку розвитку тріщини за схемою III – поздовжній зсув – поверхні тріщини ковзають одна відносно одної у поздовжньому напрямку, внаслідок чого відбувається ущільнення деформованих шарів середовища.

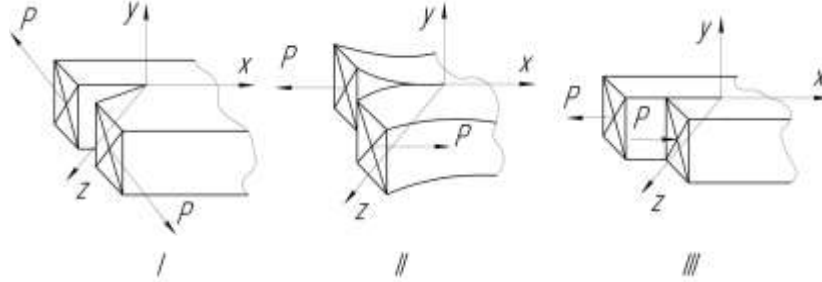


Рис. 1. Схеми деформування та утворення тріщин [2]

Схема I:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_x = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\Theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\Theta}{2} \sin \frac{3}{2} \Theta \right); \\ \sigma_y = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\Theta}{2} \left(1 + \sin \frac{\Theta}{2} \sin \frac{3}{2} \Theta \right); \\ \tau_{xy} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\Theta}{2} \cos \frac{\Theta}{2} \cos \frac{3}{2} \Theta; \\ \sigma_z = \mu(\sigma_x + \sigma_y); \\ \tau_{xz} = 0; \\ \tau_{yz} = 0; \\ u = \frac{K_I}{G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \cos \frac{\Theta}{2} \left(1 - 2\mu + \sin^2 \frac{\Theta}{2} \right); \\ v = \frac{K_I}{G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\Theta}{2} \left(2 - 2\mu - \cos^2 \frac{\Theta}{2} \right). \end{array} \right. \quad (1)$$

Схема II:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_x = -\frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\Theta}{2} \left(2 + \cos \frac{\Theta}{2} \cos \frac{3}{2} \Theta \right); \\ \sigma_y = \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\Theta}{2} \cos \frac{\Theta}{2} \cos \frac{3}{2} \Theta; \\ \tau_{xy} = \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\Theta}{2} \left(1 - \sin \frac{\Theta}{2} \sin \frac{3}{2} \Theta \right); \\ \sigma_z = \mu(\sigma_x + \sigma_y); \\ \tau_{xz} = 0; \\ \tau_{yz} = 0; \\ u = \frac{K_{II}}{G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\Theta}{2} \left(2 - 2\mu + \cos^2 \frac{\Theta}{2} \right); \\ v = \frac{K_{II}}{G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \cos \frac{\Theta}{2} \left(-1 + 2\mu + \sin^2 \frac{\Theta}{2} \right). \end{array} \right. \quad (2)$$

Схема III:

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_{xz} = -\frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}} \sin \frac{\Theta}{2}; \\ \tau_{yz} = \frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\Theta}{2}; \\ \tau_{xy} = 0; \\ \sigma_x = 0; \\ \sigma_y = 0; \\ \tau_{xy} = 0; \\ u = 0; \\ v = 0; \\ w = \frac{K_{III}}{G} \sqrt{\frac{2r}{\pi}} \sin \frac{\Theta}{2}. \end{array} \right. \quad (3)$$

де $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ – нормальні напруження у вершині тріщини;

$\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ – дотичні напруження у вершині тріщини;

u, v, w – деформації у вершині тріщини у відповідних напрямках;

K_I, K_{II}, K_{III} – параметри, які визначають розподілення напружень і деформацій в конструкційному матеріалі поблизу вершини тріщини;

Θ – кут, який визначає напрямок розвитку (зростання) тріщини;

G – модуль зсуву;

r – радіус-вектор в напрямку розвитку тріщини;

μ – коефіцієнт Пуассона.

Об'ємний напружено-деформований стан досліджуваного середовища (ізотропного, анізотропного, трансверсальноізотропного) в умовах розвитку тріщини може бути описано, як (див. рис.2):

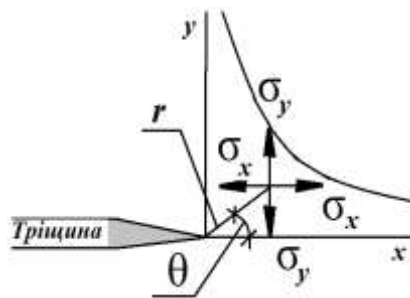


Рис. 2. Розподілення напружень у вершині тріщини для схеми навантаження I [2]

Список літератури:

1. Шелудченко Б.А. Агромеханіка ґрунтів / Б.А. Шелудченко. – Житомир: Полісся, 1992. – 249 с.
2. Шелудченко Б.А., Ярош Я.Д., Заброцький А.П., Кондратюк А.М., Білецький В.Р., В.Р. Плужніков В.Р. Графо-аналітичні дослідження формозміни деформованих тонкостінних контурів / Наукові горизонти. Том 23, №9. – Житомир: Поліський національний університет, 2020. – С. 7-11.