

# ESTIMAREA MODULUI DE DIVIZARE A FISURII ÎN ELEMENTE FINITE DE DIFERITĂ FORMĂ

Anatolie TARANENCO, Viorica ȚIBICHI

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Examinând metoda ecuațiilor integrale pe frontieră, bazate pe soluții discontinue, pentru determinarea coeficientului de intensitate a tensiunilor  $K_I$ , în acest articol se estimează eficiența diferitor tipuri de elemente finite, folosite la divizarea fisurilor în formă de poligon.

**Cuvinte cheie:** Fisură, coeficient de intensitate al tensiunilor, saltul deplasărilor, metoda soluțiilor discontinue, element finit.

## 1. Introducere

În [1] și [2] au fost obținute valorile maxime ale coeficienților de intensitate ai tensiunilor pentru fisura pătrată situată într-un corp tridimensional de dimensiuni mari, solicitat la întindere perpendicular pe planul fisurii. Rezultatele obținute au fost comparate cu cele experimentale. În cele două lucrări au fost folosite diferite tipuri de elemente finite, aici făcându-se o estimare a eficienței acestora.

## 2. Conceptul

Studiind un corp de dimensiuni mari în comparație cu dimensiunile fisurii (fig. 1) pentru determinarea tensiunilor [3] s-a folosit relația:

$$\sigma_z = \sigma_z^0 + \iint_{\Omega} \frac{1}{R^3} \left[ 1 + 6 \frac{z^2}{R^2} - 15 \frac{z^4}{R^4} \right] \langle u_z(\xi, \eta) \rangle d\xi d\eta \quad (1)$$

unde:  $\sigma_z^0$  - tensiunile din sarcina exterioară;

$R$  - distanța dintre punctele arbitrare  $(x, y, z)$  și punctul  $(\xi, \eta)$  situat în planul fisurii;

$\Omega$  - aria fisurii;

$\langle u_z(x, y) \rangle = u_z(x, y, -0) - u_z(x, y, +0)$  - saltul deplasărilor.

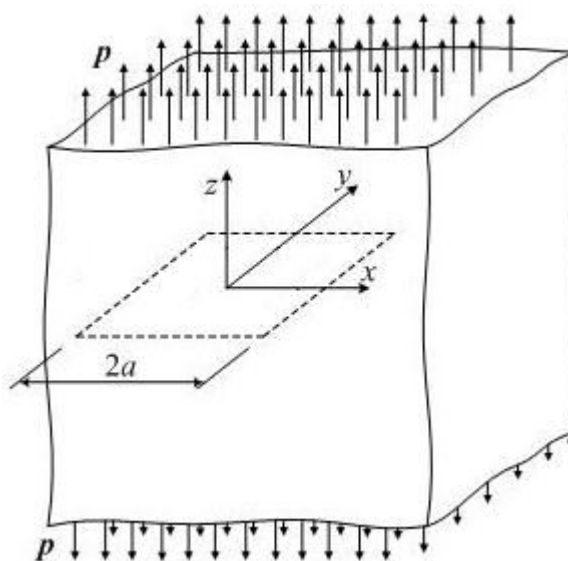


Fig. 1

Regiunea ocupată de fisură a fost divizată în elemente finite pătrate (fig. 2) [1] și elemente finite triunghiulare (fig. 3) [2].

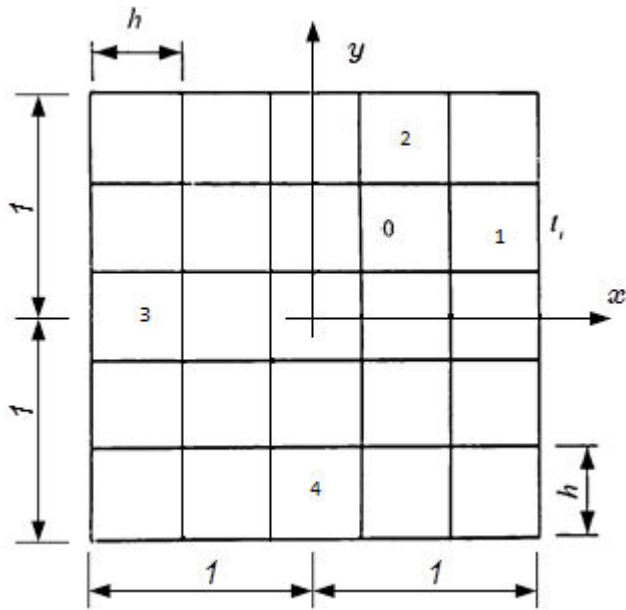


Fig. 2

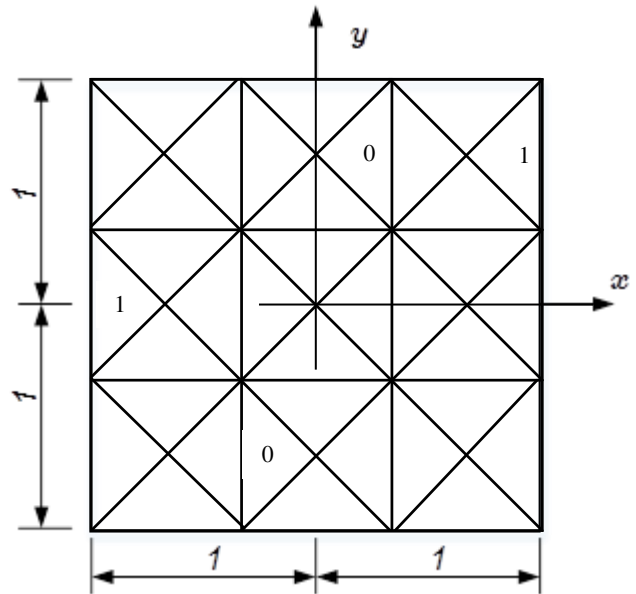


Fig. 3

În limitele fiecărui element finit interior, numit de tip 0 (fig. 2, 3), salturile deplasărilor s-au considerat constante:

$$\langle u_z(x, y) \rangle = const. \quad (2)$$

Iar pentru elementele marginale, saltul deplasărilor s-a reprezentat sub forma (generalizat pentru ambele cazuri):

$$f(x, y) = f_j \sqrt{1 - \bar{x}/d_1} \quad (3)$$

unde:

$(x, y)$  - sistem de coordonate global (fig. 4, 5);

$f_j$  - constantă dependentă de centrele de greutate  $(x_j, y_j)$  ale elementelor;

$(\bar{x}, \bar{y})$  - sistem de coordonate local, cu originea în centrul de greutate al elementului finit marginal (tip 1, 2) și cu axa  $\bar{x}$  perpendiculară pe latura marginală  $mn$  al acestuia (fig. 5);

$d_1$  - distanța de la centrul de greutate la latura marginală  $mn$ .

Pentru determinarea coeficientului de intensitate al tensiunilor și a saltului deplasării (deschiderii fisurii) s-a alcătuit un program special. Datele necesare pentru utilizarea programului și obținerea rezultatelor fiind:

- numărul de noduri și numărul de elemente finite în care a fost divizată regiunea ocupată de fisură ( $NN, NE$ );
- coordonatele fiecărui nod;
- numărul elementului, tipul acestuia (interior sau marginal) și poziționarea lui prin nodurile pe care le conține.

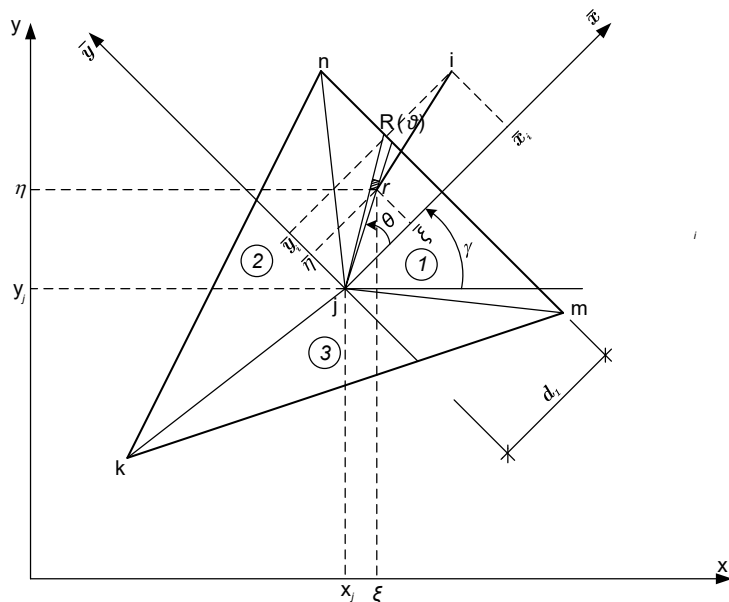
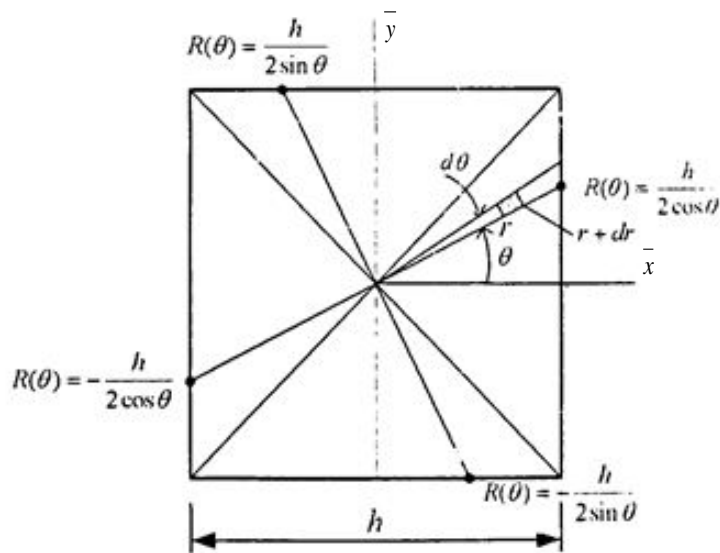


Fig. 5

### 3. Estimare. Rezultate

Divizarea în elemente finite pătrate este dictată numai de ordinul rețelei (numărul de elemente finite pe marginea fisurii). Mărirea sau micșorarea ordinului rețelei poate fi generalizată printr-un program, lucrul devenind mai puțin laborios.

Însă, această divizare este limitată, fiind utilă numai în cazul fisurilor pătrate și dreptunghiulare (fig. 6).



Fig. 6

Divizarea în elemente finite triunghiulare are un spectru mult mai vast de utilizare (în cazul tuturor fisurilor poligonale, sau care pot fi approximate cu un poligon). În cazul acestei divizări lucrul, necesar de îndeplinit, este mult mai laborios, generalizarea fiind posibilă numai în cazuri particulare.

Mărirea numărului de elemente finite este posibilă atât pe întreaga fisură (fig. 3), cât și pe suprafețe care interesează mai mult (apropierea de centrul de greutate al fisurii) (fig. 7). Aceasta contribuie la mărirea preciziei de calcul.

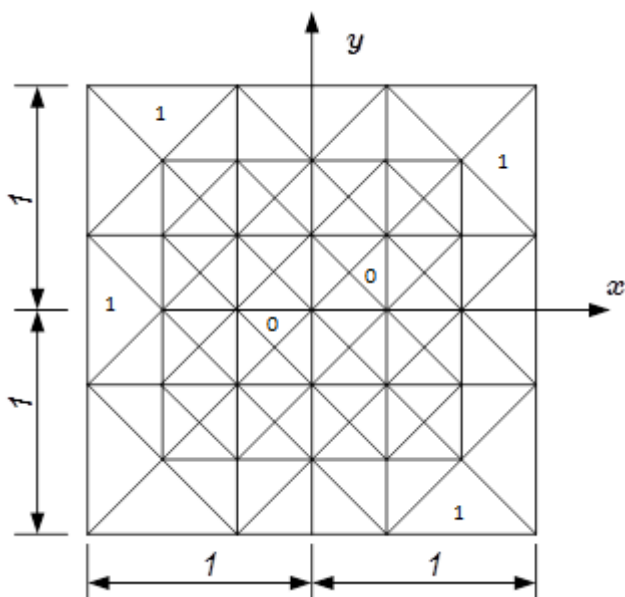


Fig. 7

Rezultatele obținute prin ambele metode de divizare, folosite pentru fisură pătrată, și comparate cu cele experimentale sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Tipul elementului finit, numărul de elemente marginale pe o față	pătrat, 9	triunghi, 5	[4]
Numărul de elemente	81	332	
$K_I^* = K_I / p\sqrt{\pi a}$	0,7903	0,750	0,750
$\langle u_z^* \rangle = \langle u_z \rangle / a$	-0,1162	-0,681	-

### Bibliografie

1. Moraru, Gh. *About the new approach in obtaining the integral equations for three dimensional bodies with cracks*. Proc. of the SISOM 2004, Bucharest, 2004.
2. Moraru, Gh., Țibichi V. *The determination of the stress intensity factor three dimensional bodies*. Proc. of the XXth SISOM 2009, Bucharest, 2009, pp. 1–6.
3. Țibichi, V., Taranenco, A. *Coeficientul de intensitate al tensiunilor pentru o fisură de tip fâșie pătrată într-un corp tridimensional*. In: *Lucrările celei de-a 15-a conferințe naționale de construcții metalice cu participare internațională*. Iași 16-17 noiembrie 2017, pp.135-140. ISSN 2559-0812, ISSN-L 2559-0812.
4. Murakami Y. *Stress intensity factors handbook*. Elsevier Science & Technology, Amsterdam, 1986, 1566p.