

Залишаючи відкритим питання про величину такої відстані r_c , вони запропонували визначати початковий кут поширення тріщини з умов:

$$\text{при } \theta = \theta^*, \quad r = r_c \quad \begin{cases} \sigma_\theta > 0, \\ \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} = 0, \\ \frac{\partial^2 \sigma_\theta}{\partial \theta^2} < 0, \end{cases} \quad \begin{matrix} (3,а) \\ (3,б) \\ (3,в) \end{matrix}$$

що дало змогу пояснити результати експериментальних досліджень. Ми запропонували простий метод визначення структурного параметра r_c [5].

Рівняння (3,б) з урахуванням асимптотик (1) можна записати у вигляді

$$k_1 \sin \theta^* + k_2 (3 \cos \theta^* - 1) - \frac{16}{3} (1 - m) \sqrt{2a} \cos 2\alpha \cos \theta^* \sin \frac{\theta^*}{2} = 0, \quad (4)$$

де $k_i = K_i / \sigma \sqrt{l}$, ($i = 1, 2$), $a = r/l$.

Зауважимо, що рівняння

$$\tau_{r\theta}|_{\theta=\theta_s} = 0 \quad (5)$$

з урахуванням асимптотичного розвинення (1) дає

$$k_1 \sin \theta_s + k_2 (3 \cos \theta_s - 1) - 4(1 - m) \sqrt{2a} \cos 2\alpha \cos \theta_s \sin \frac{\theta_s}{2} = 0. \quad (6)$$

У таблиці наведені найхарактерніші розв'язки рівнянь (4) і (6) при певних значеннях параметрів a , m і α . Корені цих рівнянь відрізняються не більше, ніж на 2.5%.

З іншого боку [1, 3], рівняння (5) визначає ізокліну (ізолінію однакової орієнтації площинок головних напружень), параметр якої θ_s , що має нахил (в малому околі вістря тріщини), до осі тріщини. Отже, якщо на окуляр аналізатора поляризаційної установки нанести лінію, що збігається з віссю тріщини, то синхронним обертанням аналізатора і поляризатора можна досягнути збігу на екрані нанесеної лінії і деякої ізокліни. Кут повороту при цьому і є кутом початкового шляху поширення тріщини. Автор праці [4] запропонував простий пристрій до серійного приладу КСП-7, що сприяє оперативному і точному визначенню кута поширення тріщини.

Для порівняння якості запропонованого методу в таблиці наведені результати розрахунків значень кута поширення тріщини θ_0 за рівнянням Kitagawa [12]:

$$2 \sin \theta_0 (1 - 3 \cos \theta_0) \operatorname{ctg} 2\theta_m - (1 + 3 \cos \theta_0 - 6 \cos^2 \theta_0) = 0, \quad (7)$$

де θ_m – кут нахилу петлі ізохроми до осі тріщини [1, 10].

Результати розрахунків кутів поширення тріщини за запропонованою θ_s і відомими θ_k , θ_0 методиками при деяких значеннях параметрів a , m і α

m	$\alpha = 30^\circ$					
	a	θ^* , град	θ_s , град	θ_m , град	θ_k , град	θ_0 , град
0	0	-60.00	-60.00			
	0.002	-61.75	-61.41			
	0.020			-161.95	-71.95	-64.32 (18.03), (80.29)
				12.17	-77.83	-64.42 (12.17), (76.87)
	0.060			-163.17	-73.17	-61.98 (16.82), (79.55)
2				5.96	-84.04	-67.56 (5.96), (73.55)
	0	25.13	25.13			
	0.002	24.31	24.47			
	0.020			-65.02	24.98	24.87 (-57.38), (84.83)
				111.16	21.16	21.12 (-59.59), (82.25)
	0.060			-65.17	24.83	24.72 (-57.47), (84.73)
				108.26	18.26	18.23 (-61.20), (80.42)

Автори праці [14], враховуючи гіпотези мінімуму густини пружної енергії деформації [15], дійшли висновку, що кут поширення тріщини θ_k можна визначити зміною кута θ_m на 90° . Значення кутів θ_0 і θ_k ми розраховували з урахуванням скінченної відносної відстані a від вістря тріщини. Виявилось, що в окремих випадках двом традиційно вимірюваним кутам θ_m за зафіксованою картиною смуг відповідає до шести коренів рівняння (7), і потрібний можна вибрати лише інтуїтивно. Значення «зайвих» коренів θ_0 у таблиці наведені в дужках. Gdoutos [9] запропонував за напрям поширення тріщини вважати бісектрису кута, обмеженого двома напрямками кута Ірвіна θ_m , але ґрунтовний аналіз картин ізохром [13] свідчить про можливість існування трьох таких напрямів.

Загалом порівняння розрахункових даних і виконаний аналіз дають підстави вважати, що запропонований метод порівняно з відомими є точнішим, простішим і надійнішим. Очевидно, що у разі застосування методики фотопружних покриттів вимірювання можна виконувати безпосередньо на пошкоджених елементах інженерних конструкцій.

1. Гриліцький Д. В., Сорокати́й Ю. І. Механічні і оптичні методи дослідження напружено-деформованого стану тіл. – Львів: ЛДУ, 1984. – 60 с.
2. Панасюк В. В. Предельное равновесие хрупких тел с трещинами. – К.: Наук. думка, 1964. – 264 с.

3. Сорокатый Ю. И. Метод фотоупругого определения начального пути разрушения // Смешан. задачи механики деформируемого тела. – Днепропетровск: ДГУ, 1981. – 154 с.
4. Сорокатый Ю. И. Теоретико-экспериментальные исследования напряженного состояния упругих пластин с инородными тонкостенными включениями: Автореф. дис ... канд. физ.-мат. наук: 01.02.04 / Ин-т прикл. пробл. механики и математики АН УССР. – Львов, 1985. – 17 с.
5. Сорокатый Ю. И., Налобин А. П. Фотоупругий метод исследования стабильности траектории распространения трещины нормального отрыва // Современ. пробл. теории контактных взаимодействий: Материалы выездного Научного Совета АН ССР по трению и смазкам. – Луцк, 1987. – С. 68–69.
6. Cotterell B. On brittle fracture paths // Int. J. Fracture Mech. – 1965. – 1, № 1. – P. 96–103.
7. Cotterell B. Notes on the parts and stability of cracks // Int. J. Fracture Mech. – 1966. – 2, № 3. – P. 526–533.
8. Eftis J., Subramonian N., Ziebowite H. Crack border stress and displacement equations revisited // Eng. Fracture Mech. – 1977. – 9, № 1. – P. 189–210.
9. Gdoutos E. E. A photoelastic prediction of the crack propagation angle // J. Phys. E: Sci. Instrum. – 1980. – 13, № 7. – P. 776–777.
10. Irwin G. R. Discussion and author's closure of the paper. «The dynamic stress distribution surrounding a running crack. – A photoelastic analysis» // Proc. SESA. – 1958. – 16, № 1. – P. 93–96.
11. Kibler J.J., Roberts R. The effect of biaxial stresses on fatigue and fracture // Trans. ASME, Engng. Industry. – 1970. – P. 727–734.
12. Kitagawa H., Kim S. – C. The photoelastic analysis of stress intensity factors of crack bodies and their fracture strength // Хихакай кэнса, J. NDI. – 1976. – 25, № 8. – P. 466–472.
13. Rossmanith H. P. Analysis of mixed-mode isochromatic crack-tip fringe patterns // Acta Mechanica. – 1979. – 34, № 1–2. – P. 1–38.
14. Rouhi M. R., Evans W. T., Barr B. I. G. A photoelastic approach to fracture path predictions // Int. J. Fracture. – 1977. – 13, № 3. – P. 370–376.
15. Sih G. C. Experimental fracture mechanics: Strain energy density criterion // Mechanics of fracture / ed. by Sih G. C. – The Hague: Martinus Nijhoff Publ. – 1981. – 7. – P. XVII–LVI.

Yuriy Sorokatyy

OPTICAL METHODS FOR PREDICTION OF THE INITIAL CRACK EXTENSION

On the basis of photoelasticity the method of prediction the initial path of crack extension is devoted. Analysis of calculation the be-axial stresses surrounding of slanted crack shows us that the new method is more precision and simple.

Стаття надійшла до редколегії 14.07.99