

КОНЦЕНТРАЦІЯ НАПРУГ В ПЛАСТИНІ З ЕЛІПТИЧНИМ ОТВОРОМ ПРИ КОМБІНОВАНОМУ НАВАНТАЖЕННІ НА ЗОВНІШНЬОМУ КОНТУРІ

А.П.Бойко, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

У зв'язку з розвитком машинобудування та інших галузей промисловості, які пред'являють підвищені вимоги до ваги конструкцій, все частіше приходиться звертатися до тонкостінних конструкцій, що несуть великі навантаження. Нерідко вони послаблені отворами, що є джерелами різкого підвищення внутрішніх зусиль, тобто концентрації напружень.

В даній роботі розглядається питання концентрації напружень для нескінченних тонких пластин з еліптичними отворами при дії комбінованих зусиль, які лежать в площині пластини (рис.1).

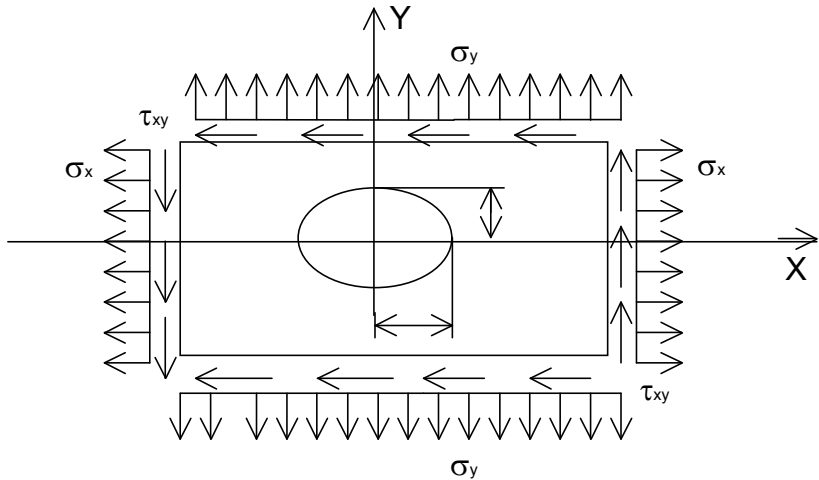


Рис.1. Розподіл напружень по контуру пластини

В науковій літературі є чисельний аналіз концентрації напружень при дії на зовнішньому контурі рівномірного розтягу — стиску,

чистого згину та чистого зсуву. Реальні умови експлуатації конструкцій бувають більш складними. Тому представляє практичний інтерес чисельна оцінка впливу нерівномірності навантажень на коефіцієнти напружень в районі вирізів.

Нехай на контурі пластини діють наступні напруги:

$$\begin{cases} \sigma_x = P_1 + \tau_1 + q_1 y + 2q_3 xy; \\ \sigma_y = P_2 + \tau_2 y + q_2 x + 2q_4 xy; \\ \tau_{xy} = \tau - \tau_1 y - \tau_2 x - q_3 y^2 - q_4 x^2, \end{cases} \quad (1)$$

де P_i, q_i, τ_i – сталі, що характеризують зовнішнє навантаження.

$$x = (1 + m) \cos \theta; \quad y = (1 - m) \cos \theta, \quad (2)$$

де $m = \frac{a - b}{a + b}$ – еліптичність еліпсу,

При цьому: P_1, P_2 – відповідають рівномірному розтягу вздовж осей X і Y відповідно; q_1, q_2 – чистому згину; τ – чистому зсуву.

Інші сталі призначені для більш точного урахування нерівномірності навантажень на зовнішньому контурі відповідно до рекомендацій роботи автора [1].

Знайдемо напруження на контурі еліпса, які діють в пластині без отвору при навантаженні пластини зусиллям (1):

$$\begin{cases} \sigma_x = P_1 + \tau_1(1 + m) \cos \theta + q_1(1 - m) \sin \theta + \\ \quad + q_3(1 - m^2) \sin 2\theta; \\ \sigma_y = P_2 + \tau_2(1 - m) \sin \theta + q_2(1 + m) \cos \theta + \\ \quad + q_4(1 - m^2) \sin 2\theta; \\ \tau_{xy} = \tau - \tau_1(1 - m) \sin \theta - \tau_2(1 + m) \cos \theta - \\ \quad + q_3(1 - m)^2 \sin^2 \theta - q_4(1 + m)^2 \cos^2 \theta \end{cases} \quad (3)$$

Приведенні напруження на контурі еліпса (2) в пластині без отвору по енергетичній теорії міцності будуть

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}, \quad (4)$$

де $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ – визначаються формулами (3).

Напруження на контурі еліптичного отвору відповідно до рекомендацій [3] визначаються виразом:

$$\begin{aligned} \sigma_{\theta} = & P_1 + P_2 + (1 + m)(\tau_1 + q_2)\cos \theta + (1 - m) \times \\ & \times (\tau_2 + q_1)\sin \theta + (1 - m^2)(q_3 + q_4)\sin 2\theta - \\ & - \frac{1}{1 + m^2 - 2m \cos 2\theta} \times \{2[(1 - m)P_1 - (1 + m)P_2] \times \\ & \times (\cos 2\theta - m) + [4\tau - (1 - m^2)^2(q_3 + q_4)] \sin 2\theta - \\ & - [(q_2 - 3\tau_1) + m(2 + m)(\tau_1 + q_2)] \times (\cos 3\theta - \\ & - m \cos \theta + [(q_1 - 3\tau_2) - m(2 - m)(\tau_2 + q_1)] \times \\ & \times (\sin 3\theta - m \sin \theta) + [2(q_3 - q_4) - m(3 - m^2)] \times \\ & \times (q_3 + q_4)\} \sin 4\theta \}. \end{aligned} \quad (5)$$

Коефіцієнт концентрації визначається як величина, що характеризує місцеве підвищення приведених напружень в районі вирізу у порівнянні з приведеними напруженнями на тому ж контурі в пластині без отвору

$$k = \frac{\sigma_{\theta \max}}{\sigma_{np. \max}}, \quad (6)$$

де $\sigma_{np \max}$ – максимальне приведені напруження (4), що відповідає напруженням (3); $\sigma_{\theta \max}$ – максимальні напруження на контурі отвору (5).

Коефіцієнти концентрації напружень відповідні окремим навантаженням наведено в таблиці.

Таблиця 1

Коефіцієнти концентрації напружень відповідні окремим навантаженням

Навантаження	m	k
P_1	0,2	2,33
	0,333	2
	-0,2	4
	-0,333	4,99
P_2	0,2	4
	0,333	4,99
	-0,2	2,3
	-0,333	2
q_1	0,2	1,67
	0,333	1,5
	-0,2	2,5
	-0,333	3
q_2	0,2	2,5
	0,333	3
	-0,2	1,67
	-0,333	1,5
q_3	0,2	2,1
	0,333	1,89
	-0,2	1,96
	-0,333	2,03

Навантаження	m	k
q_4	0,2	1,96
	0,333	2,03
	-0,2	2,1
	-0,333	1,89
τ	0,2	1,92
	0,333	2,02
	-0,2	2,2
	-0,333	2,1
τ_1	0,2	0,39
	0,333	0,31
	-0,2	0,39
	-0,333	0,31
τ_2	0,2	2,2
	0,333	2,1
	-0,2	1,92
	-0,333	2,02

Визначались коефіцієнти концентрації напружень (6) для різних випадків комбінації зовнішнього навантаження. Також змінювалася еліптичність $m=(0,2; 0,33;-0,2;-0,33)$. За результатами розрахунку на ЕОМ були побудовані графіки залежності коефіцієнтів концентрації напружень від навантажень. Внаслідок обмеженості об'єму статті немає можливості представити всі отримані результати. Наводяться найбільш показні (рис.2).

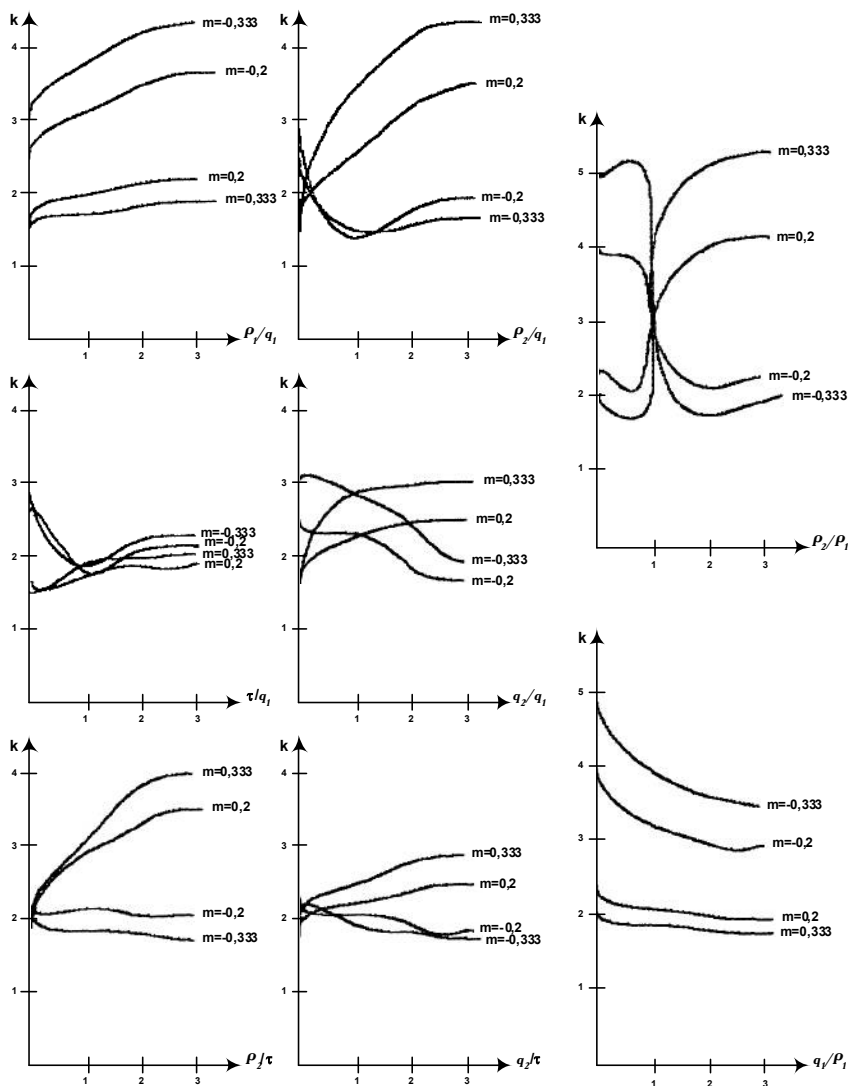


Рис.2. Графіки залежності коефіцієнтів концентрації напружень від зовнішнього навантаження

У висновку відзначимо, що отримані результати можуть бути використані для виконання розрахунків в окремих випадках співвідношення $\rho_1, \rho_2, \tau, \tau_1, \tau_2, q_1, q_2, q_3, q_4$. Є програма для виконання розрахунків на ЕОМ у загальному випадку навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Бойко А.П. Аппроксимация неравномерных полей напряжений в пластинах вдали от выреза.- Николаїв: Збірник наукових праць УДМУТ, вип.3. –1998. –С.97-102.
- 2.Вайнберг Д.В. Концентрация напряжений в пластинах около отверстий и выкружек. Справочное пособие. – К.: Техніка, 1969, – 220с.
- 3.Кочанов Ю.П. Применение теории функций комплексного переменного к решению плоской задачи теории упругости / Учебное пособие.- Николаев: НКИ, 1976.-78с.

УДК 631.57.041

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ КАЧАНІВ У ВИСОКОМУ ШАРІ

С.Р.Кирницький,

*Первомайський науково-інженерний центр з проблем
ресурсо- та енергозбереження*

Вступ. При сушінні дисперсних матеріалів у щільному шарі качанів кукурудзи значної (більше 1 м) товщини або з дуже малою швидкістю фільтрації сушильного агента процес зневоднення (процес обміну між масою матеріалу і сушильним агентом) відбувається в основному у вузькій зоні, а не у всьому об'ємі шару [2]. Наведене вимагає в системі імітаційного моделювання процесу зневоднення математичного опису процесу сушіння, який пов'язує опис розповсюдження зони сушіння з описом процесу сушіння.

Науково-методичні підстави досліджень. Аналіз теорії сушіння [3] дозволяє використати методика досліджень [1], на основі якої запропонувати математичну модель процесу сушіння матеріалів, що дало змогу розглянути процес виведення вологи залежно від швидкості розповсюдження зони сушіння.