

УДК 519.6

**Мотайло А.П.**

<http://orcid.org/0000-0002-4517-9580>

старший викладач кафедри природничо-наукової підготовки

[akilehzna@ukr.net](mailto:akilehzna@ukr.net)

Херсонська державна морська академія

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ МОДУЛЯ ЮНГА**

Одним з основних питань при створенні технологічних виробів для суднового обладнання з полімерних композиційних матеріалів є забезпечення надійності при їх тривалій експлуатації. Особлива увага приділяється розробці нових методів і матеріалів для захисту корпусів суден від корозії та зносу. Критерієм оцінки параметрів формування матеріалу є його фізико-механічні властивості. Важливою характеристикою еластичності та міцності матеріалу є його жорсткість або модуль Юнга.

Найчастіше пружні характеристики матеріалів визначають на спеціальному обладнанні для розтягування, стиснення та вигину зразків [1]. При цьому форма та геометричні розміри зразків строго регламентовані [2], а достатня точність вимірювання деформацій досягається при значних навантаженнях. У даній роботі пропонується метод визначення модуля Юнга пружних матеріалів. За основу покладено визначення вертикальних переміщень, що утворюються при стисненні зразків під дією індентора.

Мета роботи – розробка методики визначення модуля поздовжньої пружності матеріалів та порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень та математичного моделювання досліджуваного процесу.

На локальній площадці верхньої грані зразка геометричних розмірів  $a \times b \times h$  прикладене розподілене навантаження  $P = 100 \text{ Н}$ , що є результатом дії індентора циліндричної форми діаметра  $d = 2 \text{ мм}$ . У табл.1 представлені розрахунки методом скінченних елементів переміщення  $u_3$  для матеріалів  $M1$ ,  $M2$  – епоксидних композитів на основі олігомеру ЕД-20 та твердника ПЕПА з різними долями наповнювача (діоксиду цирконія).

Експериментально величина модуля пружності  $E$  визначається формулою  $E = k/(\Delta u_3/\Delta P)$ , де  $k$  – коефіцієнт лінійної залежності вертикальних переміщень  $u_3$  від величини, оберненої до  $E$ ; відношення  $\Delta u_3/\Delta P$  визначається як середнє за експериментом значення пружних деформацій, що відповідає прикладеному навантаженню. Результати обчислення модуля поздовжньої пружності наведені в табл.2.

Табл. 1. Розрахунок вертикальних переміщень у вузловій точці

Матеріал	Модулі пружності		Види скінченно-елементних решіток		
			Тетраedr, октаedr	ANSYS	
	$E$ (ГПа)	$\nu$		гексаedr	тетраedr
$M1$	1	0.33	$3.32 \cdot 10^{-2}$	$3.309 \cdot 10^{-2}$	$2.620 \cdot 10^{-2}$
$M2$	1	0.33	$2.96 \cdot 10^{-2}$	$3.085 \cdot 10^{-2}$	$2.991 \cdot 10^{-2}$

Табл. 2. Розрахунок модулю Юнга

Матеріал	Види скінченно-елементних решіток	$k$ (мм*ГПа)	$\Delta u_3/\Delta P$ (мм)	$E$ (ГПа)
$M1$	Тетраedr, октаedr	0.0299	0.007496	3.99
	ANSYS(гексаedr)	0.0328		4.38
	ANSYS(тетраedr)	0.0262		3.50
$M2$	Тетраedr, октаedr	0.0301	0.00915	3.29
	ANSYS(гексаedr)	0.0331		3.37
	ANSYS(тетраedr)	0.0299		3.27

Для перевірки достовірності отриманих розрахунків зразки матеріалів  $M1$  та  $M2$  було випробувано на триточковий вигин за формулами, які наведені в [2, С. 6-7]. За результатами експерименту визначено, що  $E = 4$  ГПа для  $M1$  та  $E = 3.3$  ГПа для  $M2$ .

### Література

1. **Беляев, Н.М.** Сопротивление материалов [Текст] / Н.М. Беляев. – М.: Наука, 1976. – 607 с.
2. **ГОСТ 9550-81.** Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе [Текст]. – Взамен ГОСТ 9550-71; введ. 01.07.82. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 8 с.



Матеріали надійшли: 30.09.2018