

Безносик О.Ю., Ладогубець В.В., Фіногенов О.Д., Чкалов О.В.  
 ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ"

## Використання пакетів схмотехнічного проектування для моделювання механічних компонентів

Запропоновано використання пакетів схмотехнічного проектування для моделювання механічних компонентів. Підхід розглянуто на прикладі прямолінійного стрижня довжини  $L$  із сталим перерізом площею  $F$  (рис. 1). Параметри системи:  $L = 1.0$  м,  $F = 0.01$  м<sup>2</sup>, модуль пружності матеріалу  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па, густина матеріалу  $\rho = 7 \cdot 10^3$  кг м<sup>-3</sup>, коефіцієнт Пуассона  $\mu = 0.3$ . Лівий кінець стрижня закріплений нерухомо, правий може переміщуватись вільно. Поточне положення стрижня визначається розподілом переміщень перерізів стрижня по його довжині:  $u = u(x, t)$ .

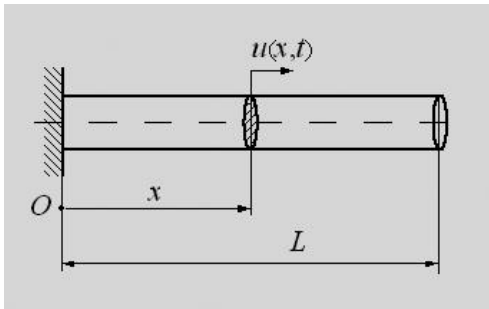


Рис. 1. Схема стрижня

Табл. 1. Розрахунок власних частот

Номер моди	Власна частота, Гц	
	за результатами моделювання	аналітичний розрахунок
1	1336.3	1336.3062
2	4009.3	4008.9186
3	6683.2	6681.531
4	9358.9	9354.1435

Скінченно-елементну модель чутливого елемента побудовано в середовищі ANSYS v.10.0. Було визначено 4 перші власні частоти для статичного розтягнення стрижня повздовжньою силою 200 Н (табл. 1). Отримані чисельні результати практично повністю співпадають з теоретичними значеннями.

Наступним кроком було отримання повнорозмірних матриць, що описують стан системи, за допомогою програми mor4ansys [1]. Отримана з матриць еквівалентна RLC схема зменшується за допомогою алгоритму  $Y-\Delta$  перетворення при різних значення параметра  $\tau_{\min}$  [2].

Моделювання скорочених і нескороченої схем проводилося для діапазону частот 100 Гц – 10 кГц з джерелом  $J1(100, 0) = 200$  у пакеті NetALLTED. Результати розрахунків наведено у табл. 2.

Таким чином, цей приклад цілком підтверджує припустимість запропонованого шляху моделювання механічних компонентів, коли вихідна система проектується за допомогою ANSYS, а подальше моделювання відбувається на еквівалентній електричній схемі за допомогою пакету NetALLTED.

## Бібліографія

- MOR for ANSYS: <http://www.imtek.de/simulation/mor4ansys/>.
- Руденко Ю.А., Ладогубець В.В., Ладогубець А.В. Алгоритм уменьшения размерности RLC цепей // Электроника и связь. – 2004. – №21. – С. 72–74.

Табл. 2. Результати скорочення електричної схеми

	Вихідне коло	Ущільнене коло		
		$10^{-1}$	$10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$
$\tau_{\min}$	—	$10^{-1}$	$10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$
К-сть вузлів	101	3	13	24
К-сть елементів	299	5	35	68
Ущільн. вузл., %	—	97.0297	87.1287	76.2376
Ущільн. елем., %	—	98.3278	88.2943	77.2575
1 пік, Гц	1336.3	1301	1335	1335.9
2 пік, Гц	4007.8	3126.3	3973.1	3997.7
3 пік, Гц	6676.6	—	6525.8	6623.6
4 пік, Гц	9340.3	—	8930.6	9248.6
Макс. похиб., %	—	—	4.39	0.99