

УДК 621.326

А. Гефко, М. Пшеничний, Т. Дубиняк, канд. техн. наук; доц.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОЦІНКИ МЕЖ ДЕФОРМАЦІЇ БАЛКИ ПРИ ВАРІАЦІЇ ЇЇ ПОПЕРЕЧНИХ РОЗМІРІВ МАТЕРІАЛУ І ПРИКЛАДЕНИХ ЗУСИЛЬ

UDC 621.326

A. Hefko, M. Pshenychnyi, T. Dubyniak, Ph.D.; Assoc. Prof.

ESTIMATES OF LIMITS OF DEFORMATION OF A BEAM AT VARIATION OF ITS CROSS SIZES OF MATERIALS AND APPLIED EFFORTS

Розглянемо деформацію балки довжиною l під дією навантаження F , що розміщене в одній з головних площин інерції (xOy) (рисунок 1). Балка вигинається в тій же площині, а її поперечні січення повертаються і одночасно дістають поступальне переміщення. Прогин балки будемо вважати додатнім, якщо переміщення відповідної точки відбувається в напрямку осі y і кут повороту φ будемо вважати додатнім при повороті січення проти годинникової стрілки. У зв'язку з малою деформацією балки можна прийняти, що: $\text{tg}\varphi \approx \varphi$, а також $\text{tg}\varphi = \frac{dy}{dx}$, а звідси відомо:

$$\varphi(x) = \frac{dy(x)}{dx}.$$

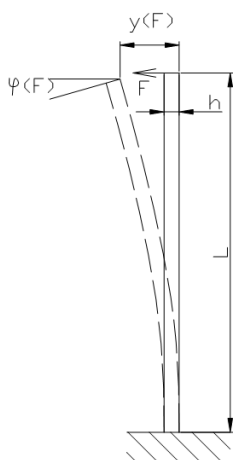


Рисунок 1. Схема прогину балки під дією навантаження

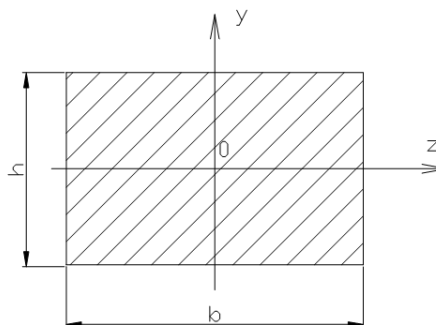


Рисунок 2. Січення балки

Виходячи із співвідношень про прогин $y(x)$ і кут $\varphi(x)$ повороту січення вздовж лінійної координати x балки в межах пружних деформацій:

$$y(x) = \frac{F \cdot x^2}{6 \cdot E \cdot J(x)} \cdot (3 \cdot l - x),$$

$$\varphi(x) = \frac{F \cdot x}{2 \cdot E \cdot J(x)} \cdot (2 \cdot l - x),$$

де F – прикладене зусилля, E – модуль Юнга, J – момент інерції поперечного січення, l – кінцева довжина, проведено дослідження діапазону зазначених деформацій при варіації геометричних параметрів січення та матеріалу. Розрахунки і візуалізація результатів дослідження здійснювалася в середовищі MATLAB на розробленому програмному забезпеченні.

Так на рис. 3 показано межі деформації балки впродовж її довжини для різних матеріалів (з модулем Юнга $E=[2.11e11, 1.1e11, .8e11 \ 5e11]$) і різних геометричних параметрів січення ($h=[.00433, .004], b=[.00433, .01]$).

Межі кута повороту січення балки впродовж її довжини для різних матеріалів (з модулем Юнга $E=[2.11e11, 1.1e11, .8e11 \ 5e11]$) і різних геометричних параметрів січення ($h=[.00433, .004], b=[.00433, .01]$) при прикладеному зусиллі $F=2500$ показані на рис. 4.

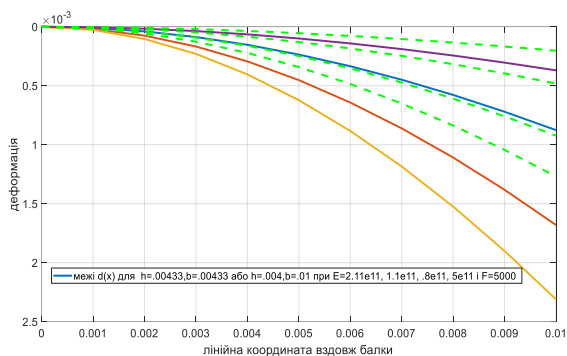


Рисунок 3. Межі деформації балки впродовж її довжини для різних матеріалів і різних геометричних параметрів січення

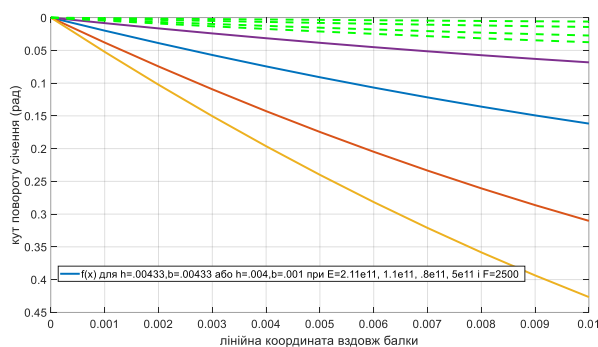


Рисунок 4. Межі кута повороту січення балки впродовж її довжини для різних матеріалів і різних геометричних параметрів січення

Показано, що геометричні параметри в більшій мірі впливають на кут повороту січення а ніж на значення самої деформації. Розроблене програмне забезпечення дозволяє моделювати явище прогину в межах пружних деформацій при довільних заданих робочих параметрах вузла.

Висновки

Як бачимо з вихідної формули, за малої деформації балки, коли можна прийняти що кут повороту площини поперечного перерізу $\varphi(x) = \frac{dy(x)}{dx}$, величина прогину тензобалки при згині валу під дією вимірювального зусилля пропорційна значенню контрольованої величини, тобто:

- градувальна характеристика проєктованого вимірювального перетворювача є лінійною;
- чутливість пристрою до вимірюваної величини у зазначеному діапазоні є сталою.

Дані характеристики будуть дотримуватися, якщо в робочому режимі прогин тензобалки знаходиться в межах її пружних деформацій. Цю умову слід враховувати при проєктуванні даної вимірювальної системи, підбираючи матеріал та лінійні виміри балки.

Література.

1. Теория и проектирование контрольных автоматов. Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.Н.Воронцова, С.Ф. Корндорфа и др. – М.: Высшая школа, 1980.-560с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электрония: Учебное пособие для приборостроительных специальностей вузов. – М.: Высшая школа, 1991.-622с.
3. Тарапов И.Е. Механика сплошной среды. В 3 ч. Ч.2. Общие законы кинематики и динамики.-- Харьков: Золотые страницы, 2002. –516 с.