ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ИЗГИБЕ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕНЗОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Жолошев М., Абайлдаев С.
рук., Абдрахманов С.А.
Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек
Кыргызская Республика, muzarbek@gmail.com

В этой работе показан метод определения деформации при изгибе, когда тензометры сопротивления не используются.

В настоящее время вычисление деформации балок происходит при помощи компьютеров и датчиков, которые намного упрощают эксперимент и снижают затраченное время. Однако, компьютерные технологии не всегда были доступны для экспериментов. Многие небоскребы, мосты и архитектурные творения 20-го века были построены, используя традиционную вычислительную инженерию. Как видно сегодня, спустя десятилетия построенные сооружения не уступают в прочности современным дизайном. Так как же инженеры 20-го века вычисляли прочность балок без тензометрических датчиков, но используя данные прогиба. Данная работа рассматривает эксперимент с поперечным изгибом балки (рис. 1). Для анализа была взята стальная балка со следующими параметрами:

Дано:

$\sigma_{т} = 240$ МПа $= 2400$ кг/см²

$E = 2*10^{6}$ кг/см²

$$\varepsilon_{т} = \frac{2400 \text{ кг/см}^2}{2*106 \text{ кг/см}^2} = 12*10^{-4}$$

$L = 1$м (длина балки)

Поперечное сечение квадратное

$a = 10$см

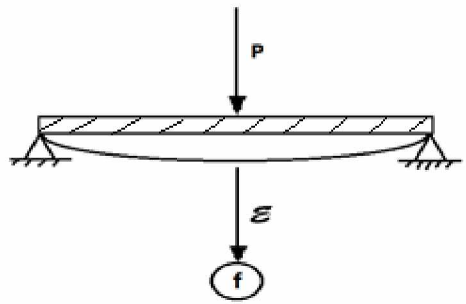

Рис. 1

$$P_T = \frac{4M_T}{l}.$$

Здесь $P_т$,$\mathcal{E}_т$ – соответственно максимальная нагрузка и деформация.

Известно, что эксперимент может происходить только в пределах упругости балки, для этого следует найти максимальное нагружение и прогиб.

$$\text{Известно, что } \frac{Pl}{EI} = \frac{48fm}{L^2};\ \varepsilon_m = \frac{y_m}{\rho} = \frac{1}{\rho} = \frac{M(\frac{l}{2})}{EI};\ \varepsilon_m = \frac{6fm*h}{L^2};\ \varepsilon_m = \frac{h*Pl}{8EI}$$

Так же, $\sigma = E\varepsilon;\ \sigma_T = E\varepsilon_T;\ \varepsilon_T = \frac{\sigma_T}{E}$

Следует, что соотношение между деформацией и нагружением равняется:

$\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_T} = \frac{hPl}{8EI}\frac{E}{\sigma_T} = \frac{hPl}{8EI}\frac{4IE}{P_T l \frac{h}{2}} = \frac{P}{P_T};\ \frac{\boldsymbol{\varepsilon_m}}{\boldsymbol{\varepsilon_T}} = \frac{\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{P_T}}$

Пусть: бТ = бm = $\frac{M_m}{W} = \frac{P_T l}{4W};\ f_m = \frac{Pl^3}{48EI};\ f_T = \frac{P_T l^3}{48EI};$

$M_m = P\frac{l}{4};\ M_m = M_T;\ P = P_T;\ M_T = P_T\frac{l}{4};$

Тогда, $P_T = \frac{4M_T}{l} = \frac{4}{l}\sigma_T W = \frac{\mathbf{2}}{\mathbf{3}}\frac{\sigma_{Ta}\mathbf{3}}{\boldsymbol{l}};\ \frac{\boldsymbol{f_m}}{\boldsymbol{f_T}} = \frac{\boldsymbol{P}}{\boldsymbol{P_T}}$

Подставляя данные, то получаем максимальное нагружение для балки равняется РТ = 16 тонн, а максимальный прогиб $f_T = 2$мм.

Определение упругой деформации по данным прогиба возможно по соотношению между соответственно безразмерным прогибом и максимальной деформацией (рис.2), где условия для соотношения даны снизу:

$\frac{\mathcal{E}m}{\mathcal{E}\text{т}} = \frac{P\text{o}}{P\text{т}};$ $\quad 0 \le \frac{\mathcal{E}m}{\mathcal{E}\text{т}} \le 1;$ $\quad \frac{fm}{f\text{т}} = \frac{P}{P\text{т}};$ $\quad 0 \le \frac{fm}{f\text{т}} \le 1;$

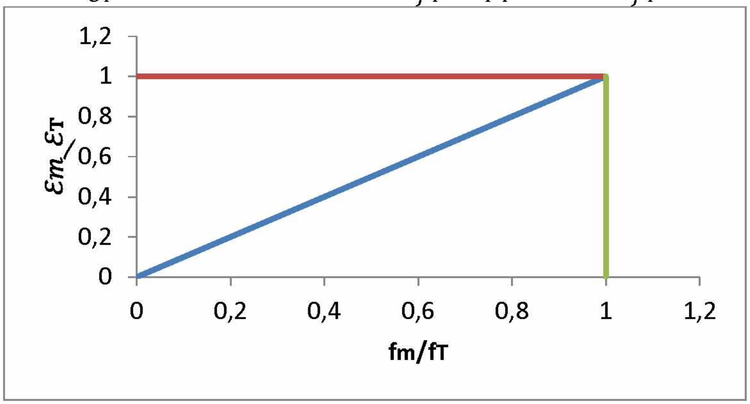

Рис 2.

Литература

1. Hibbeler, Russell Charles. *Engineering Mechanics: Statics(11th Edition) (Hardcover)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2006. Print.