

Сопротивление материалов РГР №2. УДАРНЫЕ НАГРУЗКИ

На элемент конструкции, как показано в заданной схеме, с высоты h падает груз F .

В качестве элемента конструкции служат двутавровая балка или стержень, выполненные из стали.

Определить:

1. Деформацию стержня в момент падения груза или прогиб балки в точке падения груза.

2. Наибольшее напряжение в конструкции в момент падения груза.

Расчет произвести с учетом и без учета массы элемента конструкции.

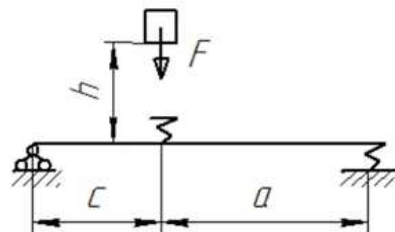
Площадь большего сечения стержня в 2 раза превышает меньшую.

Удельный вес стали принять равным 78 кН/м^3 .

Исходные данные для решения задачи (вариант) берутся из табл. 15.1.

Площадь приведена для меньшего поперечного сечения стержня.

Вариант	F, кН	h, см	a, м	c, м	A, см ²	Двутавр	C, кН/м
5	1,2	8	2,5	1,2	5,0	18	100



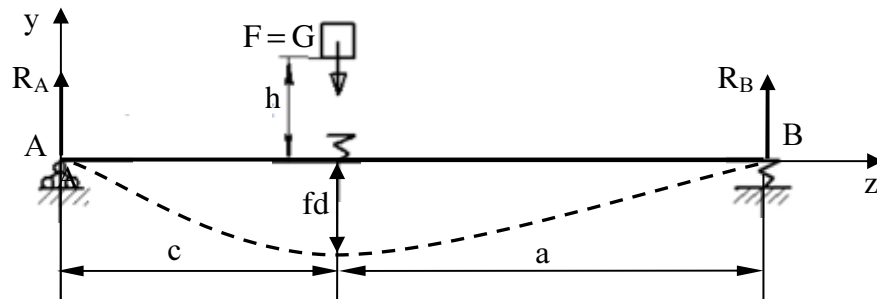
Дано :

$$F = 1,2 \text{ кН}; h = 8 \text{ см}; a = 2,5 \text{ м}; c = 1,2 \text{ м}; q = 19,9 \text{ кг}; C = 100 \frac{\text{кН}}{\text{м}}$$

Определить:

$\sigma_d; f_d$ – без учета веса балки

$\sigma_d; f_d$ – с учетом веса балки



Решение. Геометрические характеристики двутавра №18^a:

$$A = 46,5 \text{ см}^2; I_x = 1430 \text{ см}^4; W_x = 159 \text{ см}^3.$$

1. Определение реакции опоры в жесткой заделке:

$$\sum F(Y) = 0,$$

$$R_A - F = 0 \Rightarrow R_A = 1,2 \text{ кН}.$$

2. Определение внутреннего изгибающего момента в жесткой заделке в точке

A:

$$\sum M(A) = 0,$$

$$M + F \cdot c = 0 \Rightarrow M = -F \cdot c = -1,2 \cdot 1,2 = -1,44 \text{ кНм}.$$

Статический прогиб в любом сечении балки от действия силы F можно найти

по формуле

$$f = \frac{F}{6EI} (3 \cdot l \cdot x^2 - x^3), l = a + c = 2,5 + 1,2 = 3,7 \text{ м}.$$

3. Определение суммарного статического перемещения в точке C:

$$f_{st(\Sigma)} = f_{(\sigma)st} + f_{(np)st}$$

$$\text{при } x = c \Leftrightarrow f_{(\sigma)st} = \frac{F}{6EI} (3 \cdot l \cdot c^2 - c^3) = \frac{1,2 \cdot 10^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1430 \cdot 10^{-8}} \cdot (3 \cdot 3,7 \cdot 1,2^2 - 1,2^3) =$$

$$= 1,994 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,994 \text{ мм},$$

$$f_{(np)st} = -\frac{F}{C} = -\frac{1,2}{100} = -0,012 \text{ м} = -12 \text{ мм}.$$

$$f_{st(\Sigma)} = 1,994 + (-12) = -10,006 \text{ мм}.$$

4. Определение динамического коэффициента без учета веса балки:

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{f_{st(\Sigma)}}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 0,08}{10,006 \cdot 10^{-3}}} = 5,12.$$

5. Определение статического напряжения без учета веса балки:

$$\sigma_{st} = \frac{|M_{\max}|}{W_x} = \frac{1,44 \cdot 10^3}{159 \cdot 10^{-6}} = 9,06 \text{ МПа}.$$

6. Определение динамического напряжения без учета веса балки:

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma_{st} = 5,12 \cdot 9,06 = 46,4 \text{ МПа}.$$

7. Определение динамического перемещения:

$$f_d = k_d \cdot f_{st(\Sigma)} = 5,12 \cdot 10,006 = 51,23 \text{ МПа}.$$

8. Определение динамического коэффициента с учетом веса балки:

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{f_{st(\Sigma)} \cdot \left(1 + \frac{Q_{np}}{F}\right)}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{10,006 \cdot 10^{-3} \cdot \left(1 + \frac{17 \cdot 19,9 \cdot 3,7 \cdot 9,81}{35 \cdot 1,2 \cdot 10^3}\right)}} = 4,66,$$

где $Q_{np} = \beta ql$ – приведенный вес балки;

β – коэффициент приведения.

9. Определение динамического напряжения и динамического перемещения с учетом веса балки:

$$\sigma_d = k_d \cdot \sigma_{st} = 4,66 \cdot 9,06 = 42,2 \text{ МПа},$$

$$f_d = k_d \cdot f_{st(\Sigma)} = 4,66 \cdot 10,006 = 46,63 \text{ МПа}.$$