



Министерство
образования и
науки Россий-
ской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

Строительный факультет
Кафедра строительной механики

РГР №3

по сопротивлению материалов

«Расчет балки на удар»

Выполнила работу студентка:
гр. 6ПГС-191
Кумбутаева А. С.
Принял: доц. Резунов А.В.

Воронеж 2021

Расчет балки на удар

Исходные данные:

схема № 8 ;

размеры $a = \underline{1,2}$ м, $b = \underline{3}$ м;

коэффициент податливости $\alpha = \underline{3 \cdot 10^{-3}}$ $\frac{м}{кН}$

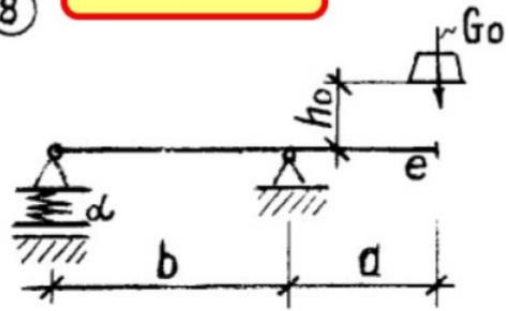
вес груза $G_0 = \underline{6}$ кН,

высота его падения $h_0 = \underline{0,05}$ м;

модуль упругости материала балки $E = \underline{200}$ ГПа
прокатный двутавр № 24.

8

Кумбутаева

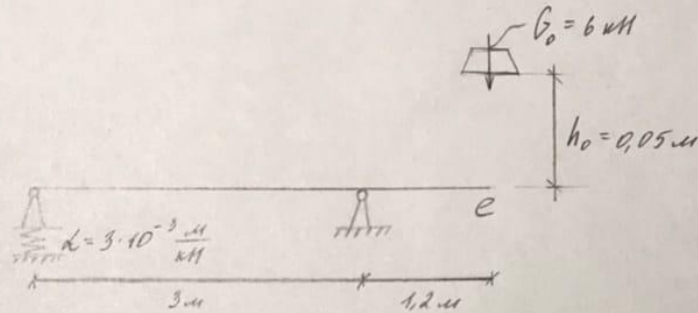


Кузнецова А. С., БПГС-191

Упражнение №3

Расчет балки на удар

§1. Задача



сечение: I №24

$$J_z = 3460 \text{ см}^4$$

$$W_z = 289 \text{ см}^3$$

$$m_s = 27,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$$

материал: сталь, $E = 200 \text{ ГПа}$

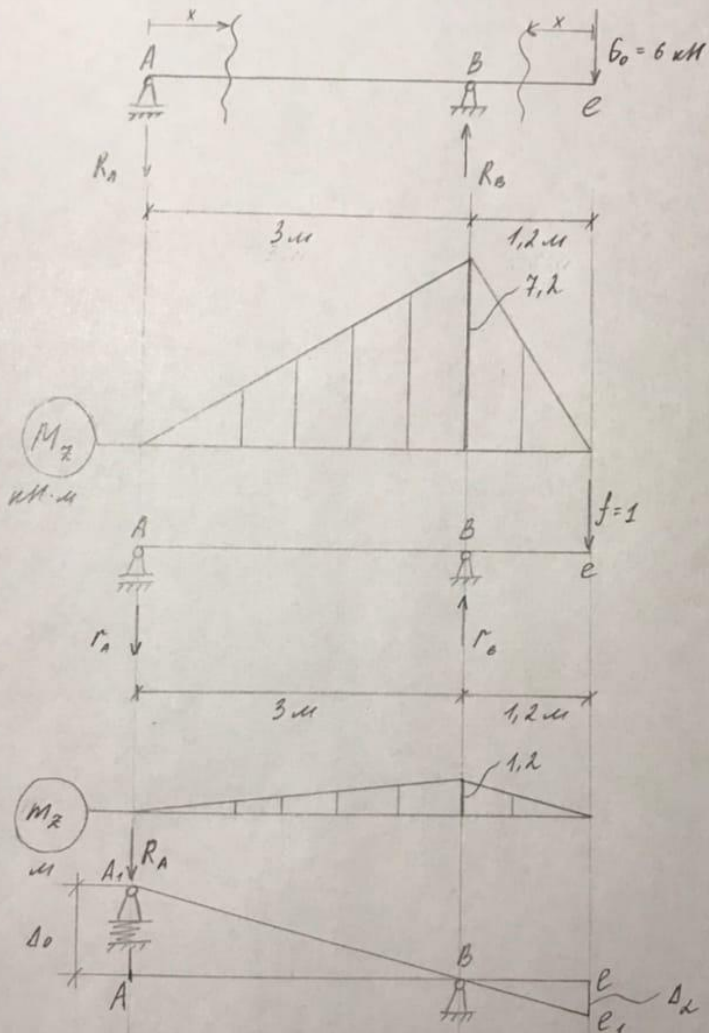
§2. Расчет балки на статическое действие груза G_0

а) опорные реакции

$$\begin{aligned} \sum M_A = 0: \quad & -R_B \cdot 3 + G_0 \cdot 4,2 = 0 \\ R_B &= \frac{4,2 \cdot G_0}{3} = \frac{4,2}{3} \cdot 6 = 8,4 \text{ кН} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0: \quad & -R_A \cdot 3 + G_0 \cdot 1,2 = 0 \\ R_A &= \frac{1,2 \cdot G_0}{3} = \frac{1,2}{3} \cdot 6 = 2,4 \text{ кН} \end{aligned}$$

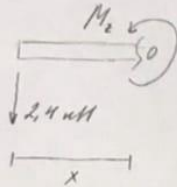
Проверка: $\sum y = -2,4 + 8,4 - 6 = 8,4 - 8,4 = 0$



б) изгибающие моменты

1 участок

$$0 \leq x \leq 3 \text{ м}$$



$$\sum M_0 = 0: -2,4x - M_2 = 0$$

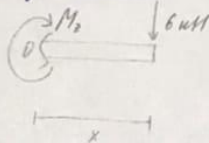
$$M_2 = -2,4x$$

$$M_2(x=0) = 0$$

$$M_2(x=3) = -7,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

2 участок

$$0 \leq x \leq 1,2 \text{ м}$$



$$\sum M_0 = 0: M_2 + 6 \cdot x = 0$$

$$M_2 = -6x$$

$$M_2(x=0) = 0$$

$$M_2(x=1,2) = -7,2 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

в) наибольшее нормальное напряжение

$$\sigma_0 = \frac{|\max M_z|}{W_z} = \frac{7,2 \cdot 10^{-3} \text{ кН}\cdot\text{м}}{289 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3} = 24,913 \text{ МПа}$$

2) состояние $f=1$

$$\sum M_A = 0: -r_B \cdot 3 + 1 \cdot 4,2 = 0$$

$$r_B = \frac{4,2}{3} = 1,4$$

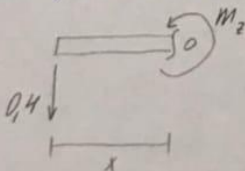
$$\sum M_B = 0: -r_A \cdot 3 + 1 \cdot 1,2 = 0$$

$$r_A = \frac{1,2}{3} = 0,4$$

$$\text{Проверка: } \sum Y = -0,4 + 1,4 - 1 = 1,4 - 1,4 = 0$$

1 участок

$$0 \leq x \leq 3 \text{ м}$$



$$\sum M_0 = 0: -0,4x - M_2 = 0$$

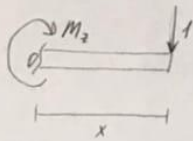
$$M_2 = -0,4x$$

$$M_2(0) = 0$$

$$M_2(3) = -1,2 \text{ м}$$

2 члена

$$0 \leq x \leq 1,2 \text{ м}$$



$$\sum M_0 = 0: M_2 + 1 \cdot x = 0$$

$$M_2(0) = 0$$

$$M_2(1,2) = -1,2 \text{ м}$$

г) вертикальное перемещение в центре e

$$\Delta = \int_0^e \frac{M_2(x) m_2(x)}{EJ_z} dx = \frac{1}{EJ_z} \left[\int_0^3 (-2,4x) \cdot (-0,4x) dx + \int_0^{1,2} (-6x) \cdot (-1 \cdot x) dx \right] = \frac{1}{2 \cdot 10^8 \cdot 3460 \cdot 10^{-8}} \left(0,96 \frac{x^3}{3} \Big|_0^3 + 6 \frac{x^3}{3} \Big|_0^{1,2} \right) = \frac{1}{6920} \left(0,96 \frac{3^3}{3} + 6 \frac{1,2^3}{3} \right) = 1,748 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,748 \text{ мм}$$

е) перемещение Δ_d и Δ_Σ центра e

Однако опор с координатными погрешностями d:

$$\Delta_0 = d \cdot R_0 = d \cdot R_A = 3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{мм}} \cdot 2,4 \text{ кН} = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 7,2 \text{ мм}$$

Из $\triangle BAA_1 \sim \triangle BEE_1$

$$\frac{\Delta_0}{AB} = \frac{\Delta_d}{BE}$$

$$\Delta_d = \frac{BE}{AB} \Delta_0 = \frac{1,2}{3} \cdot 7,2 = 2,88 \text{ мм}$$

Суммарное перемещение точки e

$$\Delta_\Sigma = \Delta + \Delta_d = 1,748 + 2,880 = 4,628 \text{ мм}$$

§3. Расчет банки на ударное возмущение груза G_0

Масса поданного груза:

$$M_0 = \frac{G_0}{g} = \frac{6000}{9,81} = 611,621 \text{ кг}$$

Масса банки:

$$M_B = m_s(a+b) = 27,3(3+1,2) = 114,66 \text{ кг}$$

Коэффициент приведения массы банки к точке удара:

$$\gamma = \frac{a}{b} = \frac{1,2}{3} = 0,4$$

$$K = \frac{8 + \gamma^3(140 + 231 \cdot \gamma + 99 \cdot \gamma^2)}{420 \gamma^2 (1 + \gamma)^3} = \frac{8 + 0,4^3(140 + 231 \cdot 0,4 + 99 \cdot 0,4^2)}{420 \cdot 0,4^2 (1 + 0,4)^3} =$$
$$= 0,1295 \approx 0,130$$

а) опора А неограничена

$$\mu_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2k_0}{\Delta} \frac{M_0}{M_0 + K M_B}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 50}{1,748} \frac{611,621}{611,621 + 0,13 \cdot 114,66}} =$$
$$= 8,540$$

$$\sigma_d = \mu_d \cdot \sigma_0 = 8,540 \cdot 24,913 = 212,754 \text{ МПа}$$

б) опора А ограничена

$$\mu_{dd} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2k_0}{\Delta \Sigma} \frac{M_0}{M_0 + K M_B}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 50}{4,628} \frac{611,621}{611,621 + 0,13 \cdot 114,66}} =$$
$$= 5,700$$

$$\sigma_{dd} = \mu_{dd} \cdot \sigma_0 = 5,700 \cdot 24,913 = 142,004 \text{ МПа}$$

$$\frac{\sigma_{dd}}{\sigma_d} = \frac{142,004}{212,757} = 0,667 < 1, \text{ т.е.}$$

поэтому величина оторн считается ударной
воздействием на банку.

