Задача

На двутавровую балку, свободно лежащую на двух опорах с высоты **h** падает груз **F**.

Требуется: Найти наибольшее нормальное напряжение в балке. (Данные взять из таблицы 5).

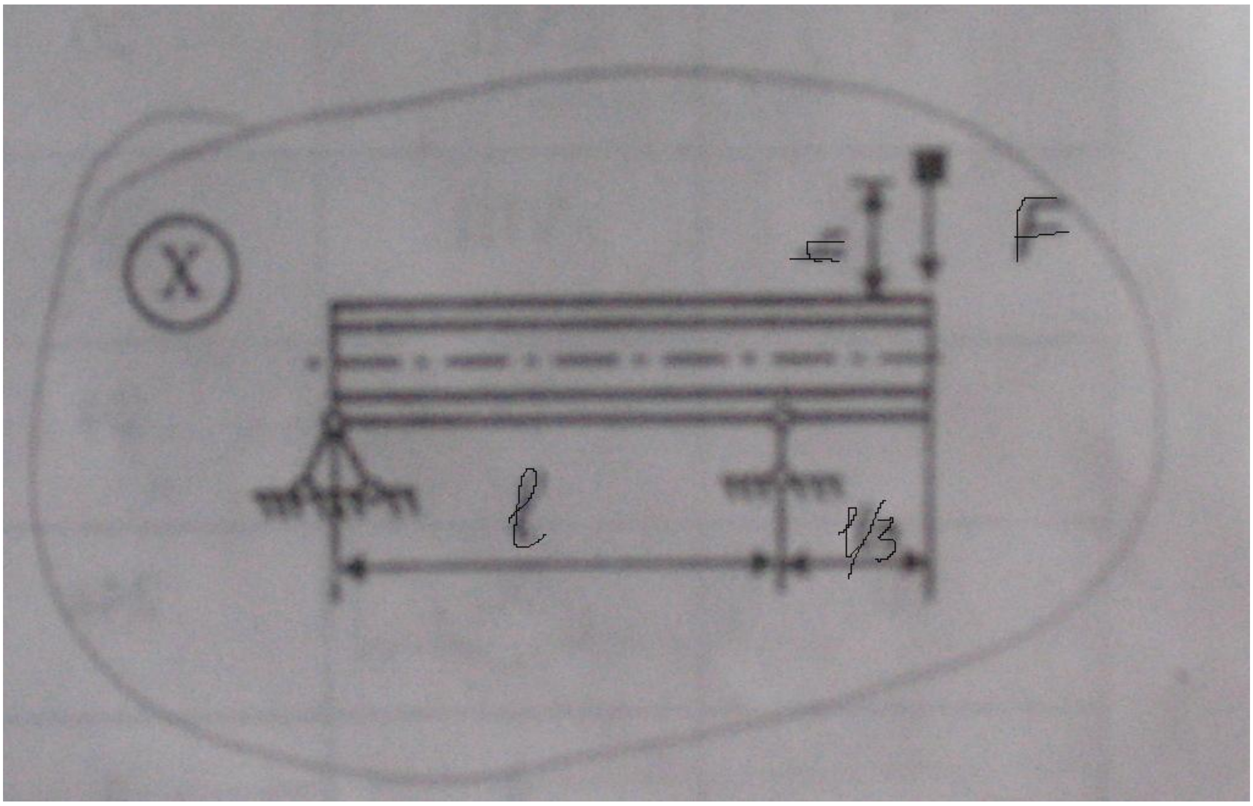
Дано:

Номер двутавра № 16.

l= 3,0 м

F= 1100 м

h=15 см



Шаблон решения задачи

Задача №5

На двутавровую балку, свободно лежащую на двух опорах (рис9[а]) с высоты h падает груз F. Требуется найти наибольшее нормальное напряжение в балке.

Дано; двутавр №33, ℓ=2.8м, F=500Н,h=10см, E=2•10^5МПа.

<u>Решение</u>

Наибольшее динамическое напряжение при ударе определяется по формуле:

$$\sigma_{дин}^{max} = \sigma_{cm}^{max} \bullet K_{дин} \quad ,$$

где σ_{cm}^{max} - наибольшие нормальные напряжения при статическом действии нагрузки. $K_{дин}$ - динамический коэффициент. Динамический коэффициент определяется по формуле:

$$K_{дин} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{cm}}}$$

где h - высота падения груза. δ_{cm} - статический прогиб от действия силы F в месте падения груза.

В нашем случае h=10см, а статический прогиб от действия силы F в месте падения груза <u>определяется для каждого из 10 вариантов отдельно</u> способом Верещагина:

1. Прикладываем груз F к балке статически (рис,9[а])

а) Определяем опорные реакции:

$$\sum M_A = 0. \Rightarrow F \bullet 0.5\ell - F_B \bullet \ell = 0, \Rightarrow F_B = F/2$$

$$\sum M_B = 0. \Rightarrow F \bullet 0.5\ell - F_A \bullet \ell = 0, \Rightarrow F_A = F/2$$

$$\sum P_y = 0. \Rightarrow F_A + F_B - F = 0.$$

б) Строим грузовую эпюру изгибающих моментов M_p

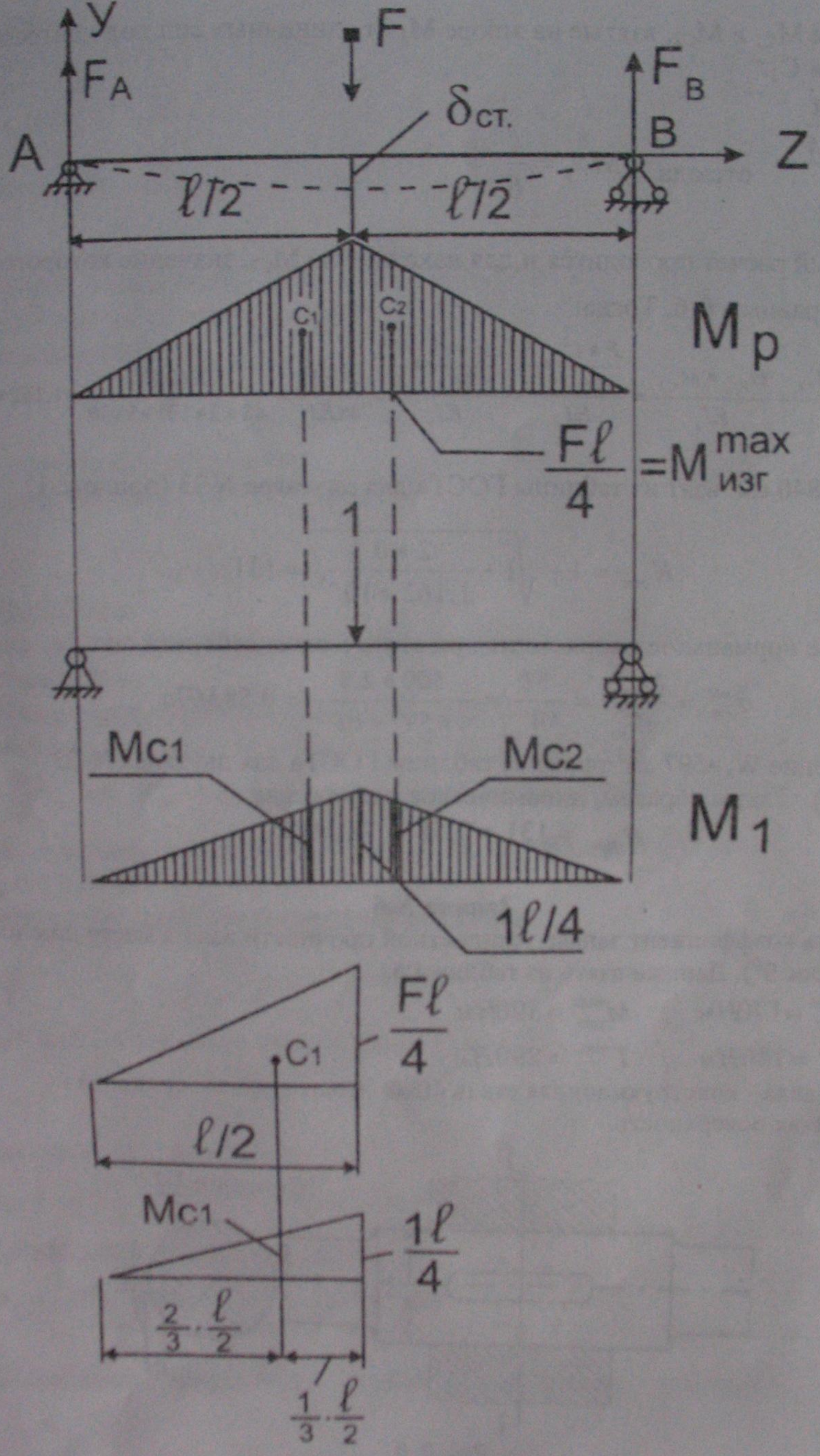
$$0 \le x_1 \le \ell/2$$

$$M_{X_1=0} = 0\,; \quad M_{X_1=\ell/2} = F_A \bullet \ell/2 = F \bullet \ell/4 = M_{изг}^{max}$$

в) В точке приложения нагрузки F прикладываем "единичную" силу (сила равна 1) (рис.9[а]) и строим эпюру от единичной силы M_1 (по аналогии с построением в пункте (б).

г) Перемножая площади грузовых эпюр (треугольники на эпюре M_P)

$$\varpi_{F_{C1}} = \frac{1}{2} \bullet \frac{F\ell}{4} \bullet \frac{\ell}{2} = \frac{F\ell^2}{16} \quad \text{и} \quad \varpi_{F_{C2}} = \frac{1}{2} \bullet \frac{F\ell}{4} \bullet \frac{\ell}{2} = \frac{F\ell^2}{16}$$



y
F
F_A
F_B
$\delta_{ст.}$
A
B
Z
ℓ/2
ℓ/2
C1
C2
Mp
$\frac{F\ell}{4} = M_{изг}^{max}$
1
Mc1
Mc2
M1
1ℓ/4
$\frac{F\ell}{4}$
C1
ℓ/2
Mc1
$\frac{1\ell}{4}$
$\frac{2}{3}\cdot\frac{\ell}{2}$
$\frac{1}{3}\cdot\frac{\ell}{2}$

на ординаты M_{C1} и M_{C2}, взятые на эпюре M_1 от единичных сил под центрами тяжести C_1 и C_2.

$$\frac{M_{C1}}{\frac{2}{3}\bullet\frac{\ell}{2}}=\frac{1\bullet\frac{\ell}{4}}{\frac{\ell}{2}}, \quad \text{отсюда} \quad M_{C1}=\frac{\ell}{6}$$

Аналогичный расчет проводится и для нахождения M_{C2}, значение которого получается равным $\ell/6$. Тогда:

$$\delta_{ст}=\frac{\omega_{K_{C1}}\bullet M_{C1}}{EJ_x}+\frac{\omega_{K_{C1}}\bullet M_{C2}}{EJ_x}=\frac{\frac{F\bullet\ell^2}{16}\bullet\frac{\ell}{6}}{EJ_x}+\frac{\frac{F\bullet\ell^2}{16}\bullet\frac{\ell}{6}}{EJ_x}=\frac{F\bullet\ell^3}{48EJ_x}=\frac{500(2.8)^3}{48\bullet2\bullet10^3\bullet9840}=1.162\bullet10^{-5}\,м.$$

Здесь $J_x = 9840$ см^4 взят из таблицы ГОСТа для двутавра №33 (прилож. 1)
Тогда:

$$K_{дин}=1+\sqrt{1+\frac{2\bullet0.1}{1.162\bullet10^{-5}}}=131$$

Наибольшее нормальное напряжение при статическом действии силы:

$$\sigma_{ст}^{наи}=\frac{M_{max}}{W_x}=\frac{F\ell}{4W_x}=\frac{500\bullet2.8}{4\bullet597\bullet10^{-6}}=0.58\,МПа$$

Здесь значение W_x=597 см^3 также из таблицы ГОСТа для двутавра № 33 (прилож. 1). Таким образом, динамическое напряжение:

$$\sigma_{дин}=131\bullet0.58=76\,МПа$$