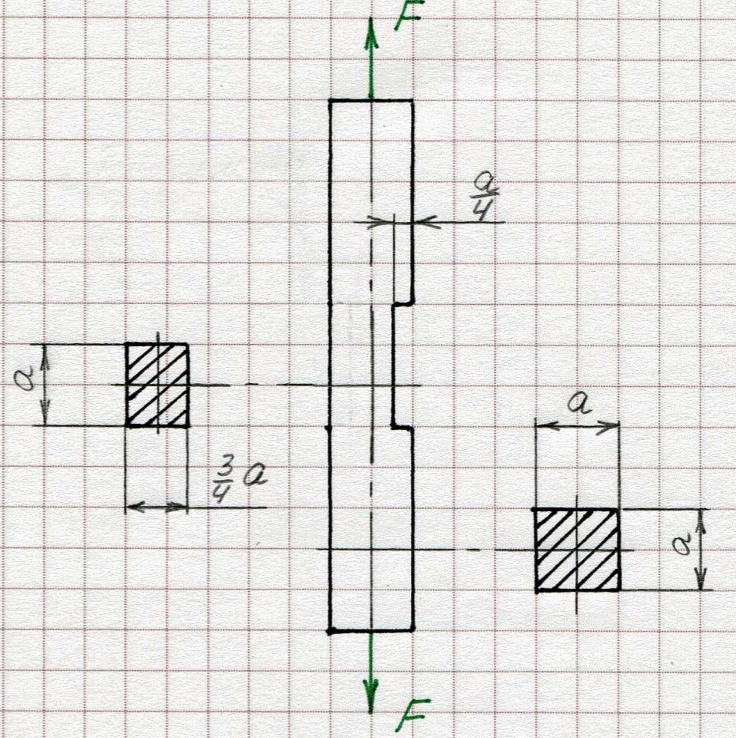
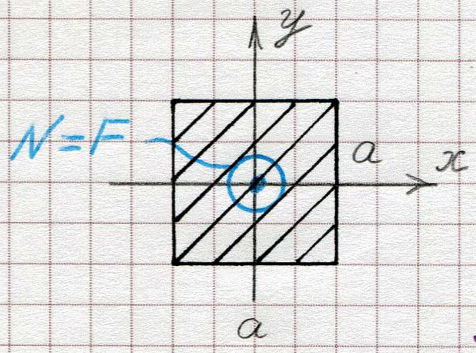


Определить напряжения в вырезе, сравнить их с напряжениями в основной части бруса и предложить меры по снижению напряжений в вырезе.

Решение

а) Основная часть бруса:



$$A = a^2; \quad I_x = I_y = \frac{a^4}{12}$$

$$N = F; \quad M_x = M_y = 0$$

Уравнение нейтральной линии:

$$0 = \pm \cancel{\frac{M_x}{I_x}} \cdot y \pm \cancel{\frac{M_y}{I_y}} x + \frac{N}{A}$$

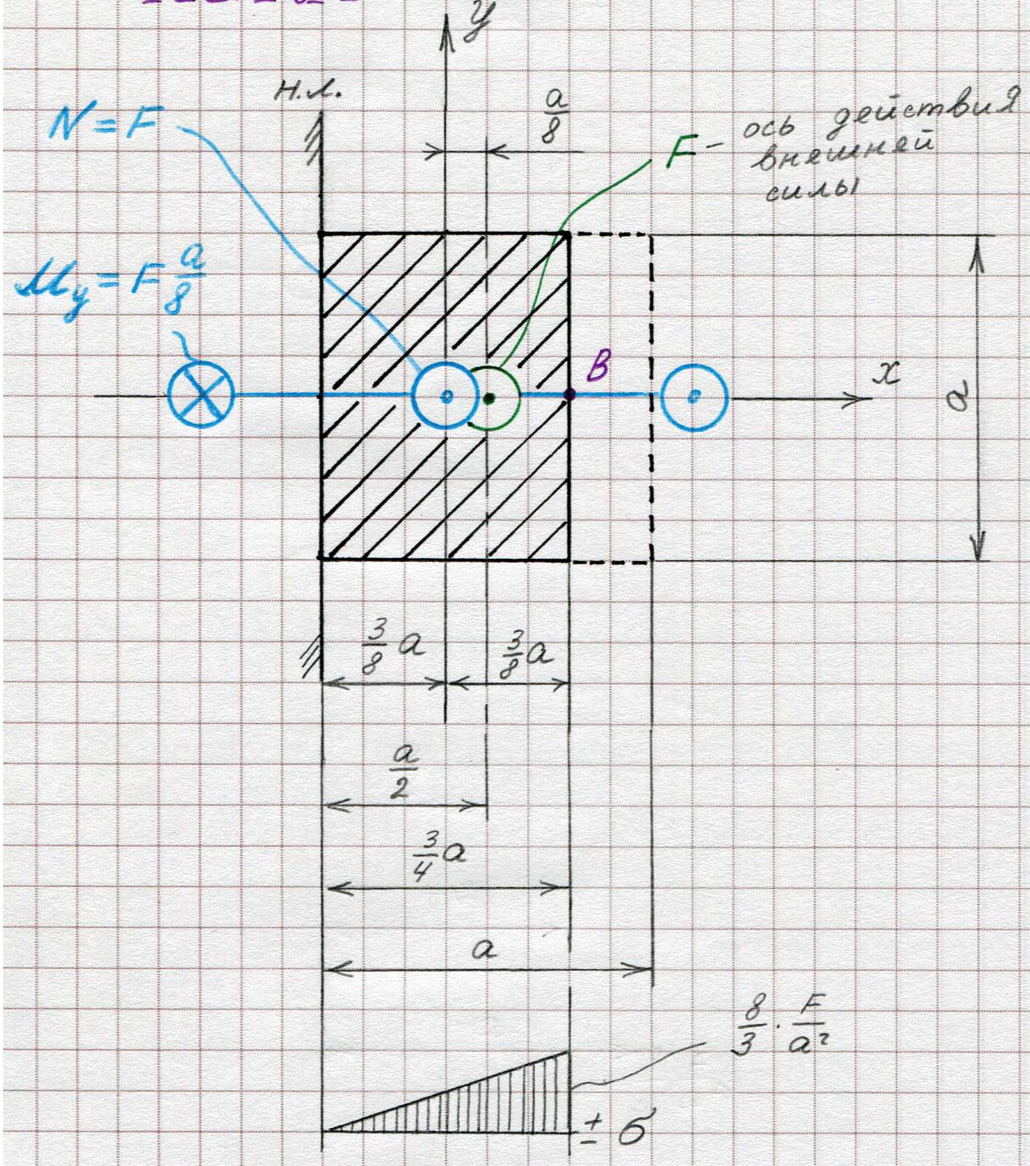
$$0 = \frac{N}{A}$$

Условие невыполнимо, значит нейтральная линия отсутствует.

Максимальное напряжение:

$$\sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{F}{a^2}$$

б) Вырез:



$A = \frac{3}{4}a \cdot a = \frac{3}{4}a^2;$

$J_x = \frac{\frac{3}{4}a \cdot (a)^3}{12} = \frac{a^4}{16};$

$J_y = \frac{\left(\frac{3}{4}a\right)^3 \cdot a}{12} = \frac{27 \cdot a^4}{768} = \frac{9}{256}a^4;$

$N = F;$

$M_x = 0;$

$M_y = -F \cdot \frac{a}{8}.$

Уравнение нейтральной линии:

$$\pm\frac{|M_x|}{J_x}y \pm \frac{|M_y|}{J_y} \cdot x + \frac{N}{A} = 0$$

$$x = -\frac{N \cdot J_y}{A \cdot |M_y|} = -\frac{F \cdot \frac{9}{256}a^4}{\frac{3}{4}a^2 \cdot F \cdot \frac{a}{8}} = -\frac{4 \cdot 8 \cdot 9}{256 \cdot 3}a = -\frac{3}{8}a$$

Нейтральная линия проходит по левому краю сечения.

Наиболее удалённой от нейтральной линии является точка B сечения:

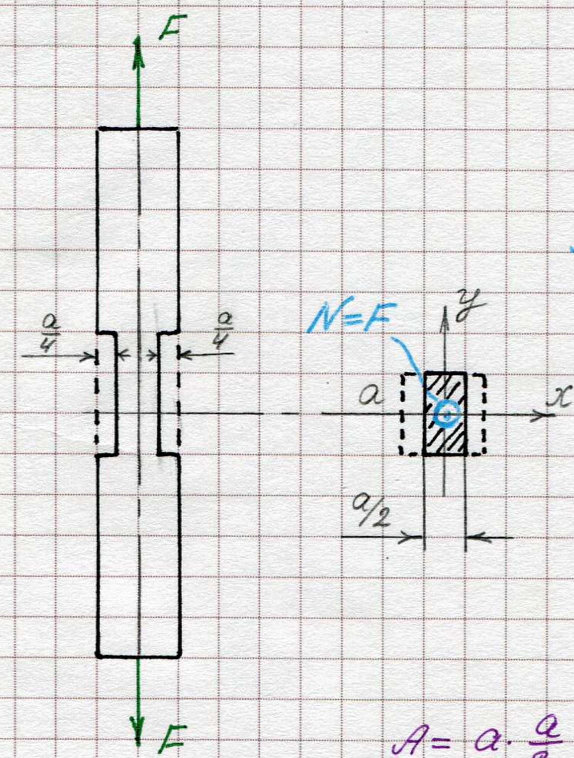
$$т.B:\ \Big(\underbrace{\tfrac{3}{8}a}_{x_B}\ ;\ \underbrace{0}_{y_B}\Big)$$

$$\sigma_B = +\frac{M_y}{I_y}x_B + \frac{N}{A} = \frac{\frac{F\cdot a}{8}}{\frac{9}{256}a^4}\cdot\frac{3}{8}a + \frac{F}{\frac{3}{4}a^2} = \frac{8}{3}\cdot\frac{F}{a^2} \approx 2{,}7\frac{F}{a^2} =$$

$$= 2{,}7\cdot\sigma_{max}$$

Напряжения в вырезе больше напряжений в основной части бруса в $\overset{2,66(6)}{\underline{\underline{2,7}}}$ раза.

Для уменьшения напряжений можно порекомендовать симметричный вырез:



$M_x = M_y = 0$

Тогда внутренняя растягивающая сила будет действовать строго по центру тяжести поперечного сечения и изгиба не будет.

$$A = a\cdot\frac{a}{2} = \frac{a^2}{2}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{2F}{a^2} < 2{,}7\frac{F}{a^2}$$

$= \frac{0,6666}{2}\cdot 100\%$

Напряжения уменьшатся ≈ на ~~23~~ 33 %.