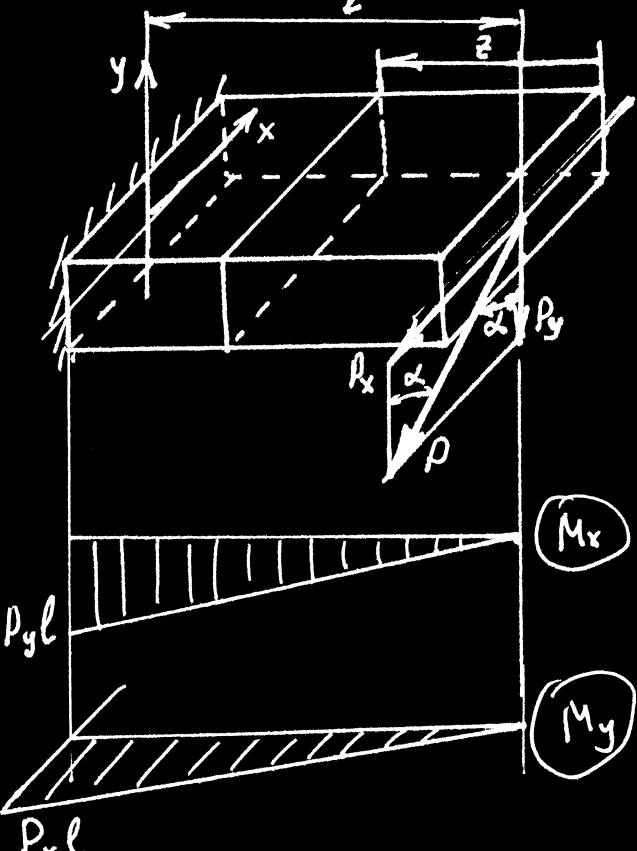


## 2.2. Косой изгиб

К.И. - когда силы, действующие на брус, не лежат в пл-ти, проходящей через продольную ось бруса и одну из главных центральных осей его сечения.

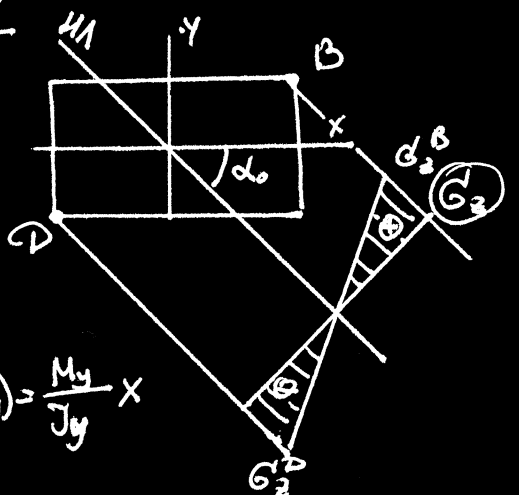
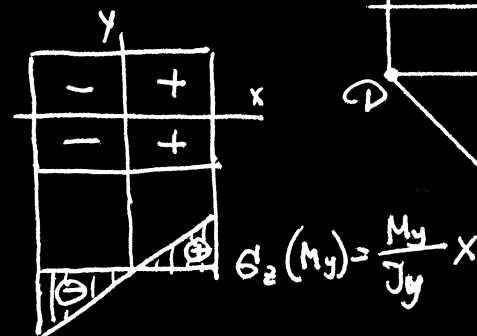
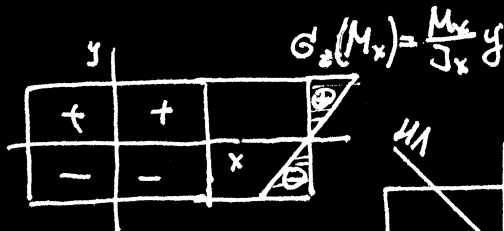


Решение. В данном частном случае влиянием поперечных сил на прочность бруса пренебрегаем. Силу разложим на компоненты

- 1) Строим эпюры ВСР и находим ОС  
 $M_x = P_y z \begin{cases} M_x(0) = 0 \\ M_x(l) = P_y l \end{cases}$   
 (смотри рисунок вложения)

$$P_y = P \cos \alpha$$

$$P_x = P \sin \alpha$$



$$M_y = P_x z \begin{cases} M_y(0) = 0 \\ M_y(l) = P_x l \end{cases} \text{ - смотри передние вложения}$$

ОС - ось симметрии бруса

2)  $G_z^k = \frac{M_x}{J_x} y_k + \frac{M_y}{J_y} x_k$  - вар-е для т.к, лежащей в I четверти

Ур-е нейтр. линии ( $G_z^k = 0$ ):  $\frac{M_x}{J_x} y_0 + \frac{M_y}{J_y} x_0 = 0$  (\*)

$$\left. \begin{aligned} x_0 \geq 0 \rightarrow y_0 = 0 \\ y_0 = 0 \rightarrow x_0 = 0 \end{aligned} \right\} \text{ т.е. Н.Л. проходит через начало координат}$$

Где же как построить НЛ? Через угол наклона!

Угол наклона НЛ:  $\text{tg } \alpha_0 = \frac{y_0}{x_0} = -\frac{M_y/J_y}{M_x/J_x} = -\frac{M_y J_x}{M_x J_y}$

опил. нейтр. линии и углом напр-я в квад. удаленных от центра

$$G_z^B = \frac{M_x}{J_x} y_B + \frac{M_y}{J_y} x_B = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \quad \left. \begin{aligned} x_B = x_{\max} \\ y_B = y_{\max} \end{aligned} \right\} \text{ Знаки - в соответ. с четвертями}$$

$$G_z^D = -\frac{M_x}{W_x} - \frac{M_y}{W_y}$$

т.т. В и D - opposite points по норм. напр-ям

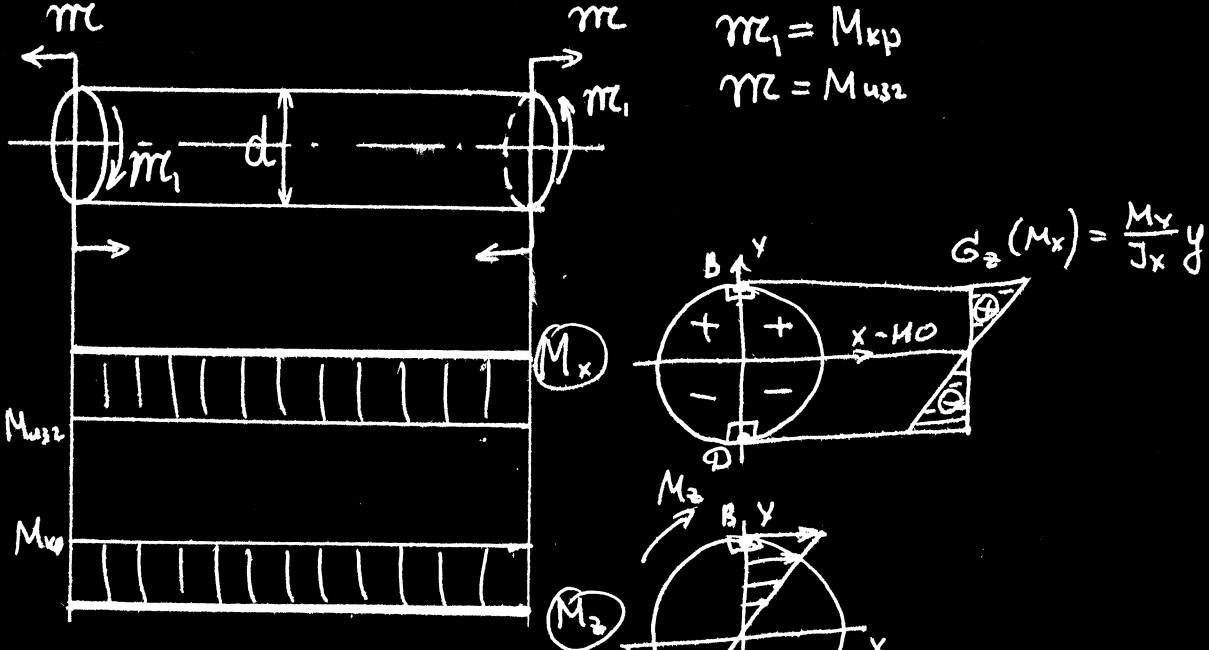
3) Напр. осей - в оп. зонах и усл. прочности:

$$\leftarrow \boxed{B} \rightarrow G_z^B = G_{zB}^{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [G]_p$$

ЛНС

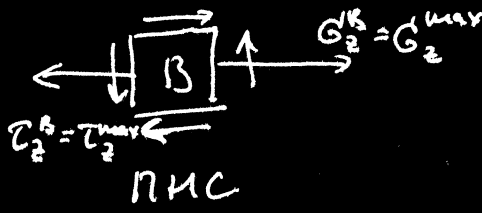
$$\rightarrow \boxed{D} \leftarrow G_z^D = G_{zD}^{\max} = -\frac{M_x}{W_x} - \frac{M_y}{W_y} \leq [G]_c$$

## 2.3. Совместное действие изгиба и кручения



- 1) Строим эпюры ВСФ  
опр. ОС: все сечения равнозначны
- 2) норм. напр-я  
Точки В и D — опасные точки по норм. напр-ям. ОС — нейтральная ось  
касат. напр-я Эпюра касат. напр-я строим в точках, опасных по нормальным напряжениям  
Точки В и D — опасные и по касательным напряжениям

3) Проверим на прочность по шестому (т.к. НДС)



По 3-й шестере прочности

$$G_1 - G_3 \leq [\sigma] \rightarrow \sqrt{G_2^2 + 4\tau_z^2} \leq [\sigma]$$

т. В:  $G_2^B = G_3^B = \frac{M_x}{W_x} = \frac{M_{изг}}{W_x}$  (см. §1 этой главы) у нас получается для крути:  $W_p = \frac{\pi D^3}{16}$ ;  $W_x = \frac{\pi D^3}{32}$  тогда  $W_p = 2W_x$

$\tau_z^B = \tau_z^{max} = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{M_{кр}}{2W_x}$

тогда  $\sqrt{\left(\frac{M_{изг}}{W_x}\right)^2 + 4\left(\frac{M_{кр}}{2W_x}\right)^2} \leq [\sigma]$

упрощаем:  $\frac{\sqrt{M_{изг}^2 + M_{кр}^2}}{W_x} \leq [\sigma]$  или  $\frac{M_{расч}}{W_x} \leq [\sigma]$ , где  $M_{расч} = \sqrt{M_{изг}^2 + M_{кр}^2}$

По 4-й шестере:  $G_{двб} = \sqrt{\frac{1}{2}[(G_1 - G_2)^2 + (G_2 - G_3)^2 + (G_3 - G_1)^2]} \leq [\sigma]$

$G_{1,3} = G_{max} = \frac{G_2}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{G_2}{2}\right)^2 + \tau_z^2}$  (см гл. 3, §4)

оказывается  $G_{двб} = \sqrt{G^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \rightarrow \sqrt{\left(\frac{M_{изг}}{W_x}\right)^2 + 3\left(\frac{M_{кр}}{2W_x}\right)^2} \leq [\sigma] \rightarrow \frac{\sqrt{M_{изг}^2 + 0,75 M_{кр}^2}}{W_x} \leq [\sigma]$

т.е.  $M_{расч} = \sqrt{M_{изг}^2 + 0,75 M_{кр}^2}$

т.е. по 3-й шестере диаметр будет найденся больше.