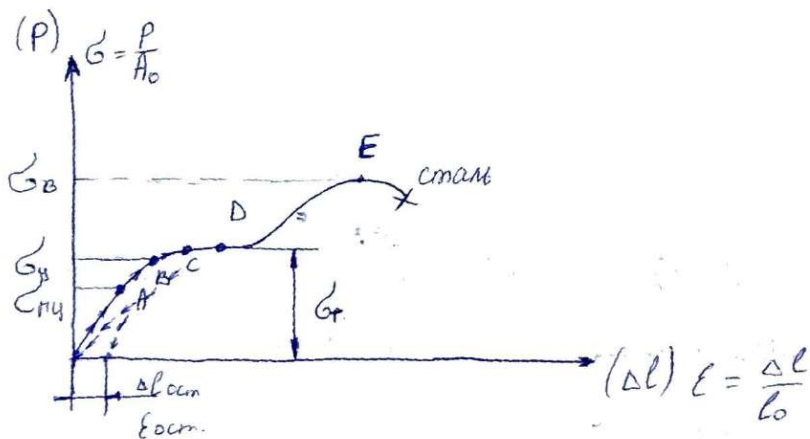
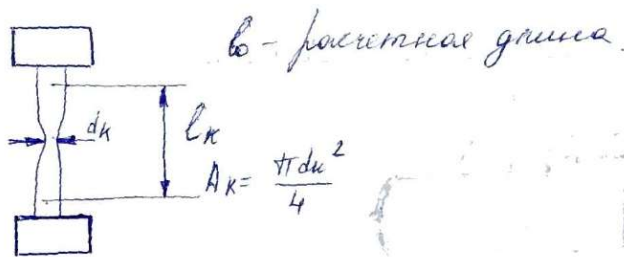
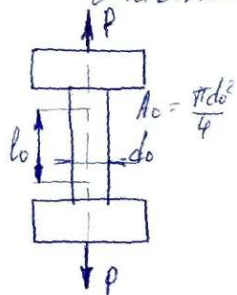


т.с. керу, которую должна проходить линия действия силы, при отсутствии сдвигающей нагрузки. центр кружки при изгибе.

$$T - \tau_{zx}$$

## §9. Расчеты на прочность при простейших деформациях.

а) Прочностные характеристики материалов  
Механические испытания материалов.



$\Delta l = f(P)$  - машинная диаграмма растяжения

Машинная диаграмма не является универсальной и не характеризует материал в целом, а только конкретный образец.

$\epsilon = f(\sigma)$  - диаграмма условных напряжений

потому что  $\sigma = \frac{P}{A_0}$ ,  $A \neq \text{const}$

Если учитывать приращение площади в процессе испытания можно построить диаграмму истинных растяжений.

A - точка пропорциональности соответствующее ей напряжение предел  $\sigma_{пч}$  - max. напряжение для которого выполняется закон Гука

$$\sigma = E \epsilon \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F}{S_0} \cdot \frac{L_0}{\Delta L}$$

$\sigma_{у}$   $\sigma_{у}$  - предел упругости - max напряжение, до которого отсутствуют пластические деформации

Если мы превысим  $\sigma_{у}$  (например в т. С), в материале останутся пластические деформации.

BD - площадка текучести - значит удлинение образца, без заметного увеличения нагрузки.

$\sigma_{т}$  - предел текучести

а) не у всех материалов есть выраженная площадка текучести, поэтому согласно ГОСТ предел текучести - это такое напряжение при котором остаточная деформация образца составляет 0,2% от начал расчетной длины.

$$\sigma_{0,2} \rightarrow \epsilon = 0,002$$

DE - участок упрочнения. Материал снова приобретает способность сопротивляться деформации.

E -  $\sigma_{в}$  - предел прочности - max напряжение, которое выдерживает образец. (временное сопротивление)

В т. Е образец остается цилиндрическим, - деформация удерживается, после т. Е в образце образуется шейка, процесс заканчивается разрушением образца в шейке

### Характеристики прочности

$\sigma_T, \sigma_B$  - основные хар-ки прочности пластичного материала

$\sigma_B$  - основная хар-ка прочности хрупкого материала

### Характеристики пластичности

$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} \cdot 100\%$  - коэф-т относительного удлинения при разрыве

$\psi = \frac{A_0 - A_k}{A_0} \cdot 100\%$  - коэф-т относительного сужения при разрыве

### Предельное напряжение

$\delta < 5\%$  - хрупкий материал

$\delta > 5\%$  - пластичный материал

Для пластичного материала предельное напряжение  $\sigma_T$  предельная текучесть, т.к. пластическая деформация не достигла

Для хрупкого материала  $\sigma_B$  предельное напряжение  $\sigma_B$

Предельных напряжений нельзя достигать

### Допускаемое напряжение

Напряжение в конструкции должно быть меньше предельных, поэтому вводится понятие допускаемого напряжения

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{нпф}}}{n} \quad n - \text{коэф-т запаса}$$

$$n > 1 \text{ (всегда)}$$

$$[\sigma]_T = \frac{\sigma_T}{n_T} \quad n_T = 1,5 \div 2$$

$$[\sigma]_B = \frac{\sigma_B}{n_B} \quad n_B = 2,5 \div 2$$

$n$  должен быть минимальным, но достаточным с т. зрения экономичности и безопасности.

(подробнее о выборе  $n$  - в курсе Д.М.)

Испытание на кручение как правило не проводится, поэтому расчет допускаются касат. напряжений ведется по след. формулам.

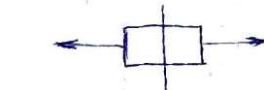
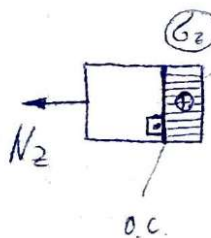
$$[\tau]_T = 0,5 \div 0,6 [\sigma]_T$$

$$[\tau]_B = 0,8 \div 0,9 [\sigma]_B$$

$$\rightarrow (0,7 \div 1,0)$$

б) условия прочности при простейших деформациях

а) Р-С



$$\sigma_z = \frac{N_z}{A}$$

$B$  - опасная т. опасного сечения

ОТДС

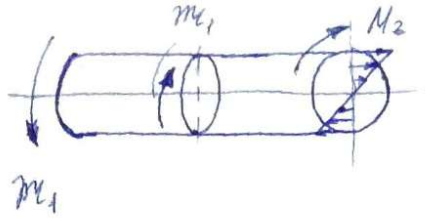


ПНС

$$\sigma_z^{\max} = \frac{N_z^{\max}}{A} \leq [\sigma]_p$$

$$- \text{ " } - \leq [\sigma]_c$$

2) Кручение



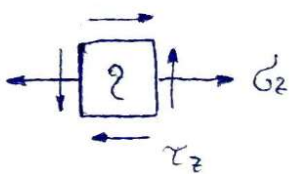
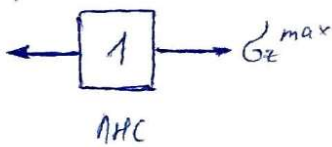
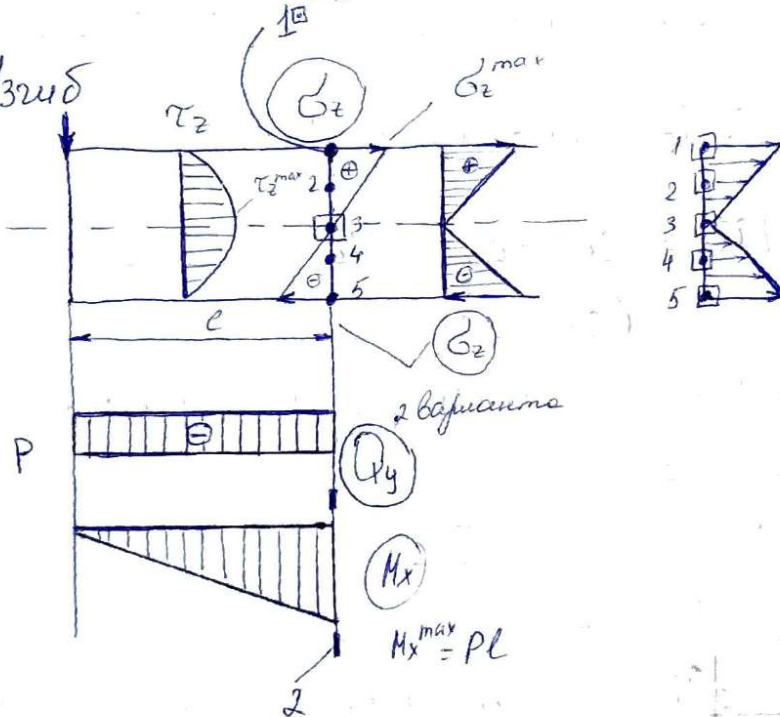
В-ОГДС - любая т. на поверхности, для нее

Условья прочности при кручении брусом круг сечения

$$\tau_z^B = \tau_z^{\max} = \frac{M_z^{\max}}{W_p} \leq [\tau]$$

$$\tau_z^{\max} = \frac{M_z^{\max}}{W_k} \leq [\tau]$$

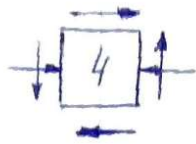
3) Изгиб



ПНС - плоское напряженное состояние

НСЧС

$$\tau_z^{\max} = \frac{Q_y S_x^{\omega}}{J_x b_y} \leq [\tau] \quad (**)$$



Испытаниями установлено, что если выполнены условия, для  $\sigma$  прочности (\*), то прочность г. 2 и 3 гарантирована обеспечена, поэтому расчеты на прочность при изломе выполняю по формуле \*

3 типа задач при расчетах на прочность

1) Оценка прочности элемента конструкции.

$$\sigma_z^{\max} = \frac{N_z}{A} \leq [\sigma] - \text{P-C.}$$

$$\tau_z^{\max} = \frac{M_z}{W_{p(k)}} \leq [\tau] - \text{кручение}$$

$$\sigma_x^{\max} = \frac{M_x}{W_x} \leq [\sigma] - \text{излоб}$$

2) Определение безопасной нагрузки.

$$N_z^{\max} \leq A[\sigma] - \text{P-C}$$

$$M_z^{\max} \leq W_{p(k)}[\tau] - \text{кручение}$$

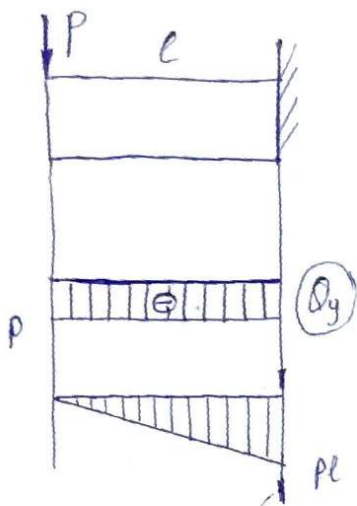
$$M_x^{\max} \leq W_x[\sigma] - \text{излоб}$$

3) Выбор размеров поперечного сечения на стадии проектирования.

$$A \geq \frac{N_z^{\max}}{[\sigma]} - \text{P-C.}$$

$$W_{p(k)} \geq \frac{M_z^{\max}}{[\tau]} - \text{кручение}$$

$$W_x \geq \frac{M_x^{\max}}{[\sigma]} - \text{излоб}$$

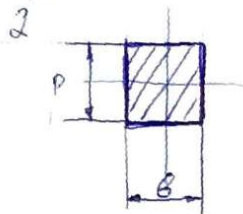


$$\sigma_z^{\max} = \frac{M_x^{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$$

$$M_x^{\max} = Pl$$

$$W_x = \frac{y_x}{z} = \frac{b \cdot z}{12b} = \frac{b^3}{6}$$

$$W_x \geq \frac{M_x^{\max}}{[\sigma]}$$



Поробать размер поперечного сечения бруса  
в ф. □ для призматического (постоянного сечения)

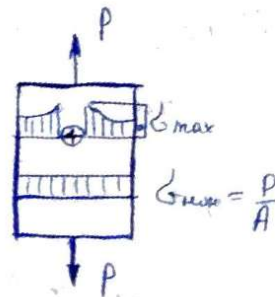
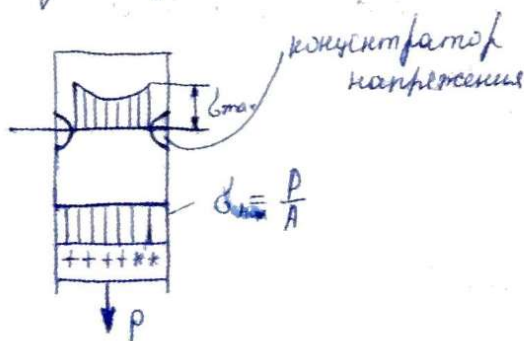
$$\frac{b^3}{6} \geq \frac{Pl}{[\sigma]} \rightarrow b \geq \sqrt[3]{\frac{6Pl}{[\sigma]}}$$

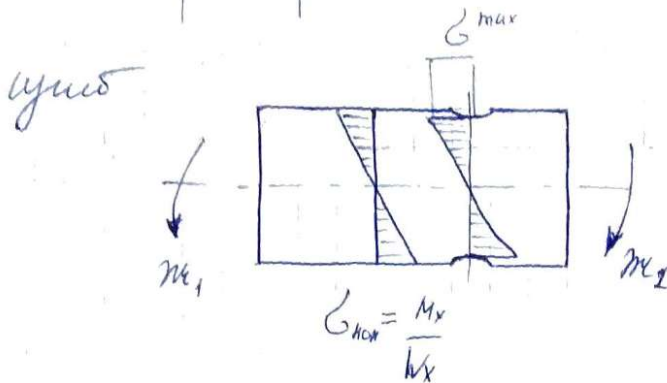
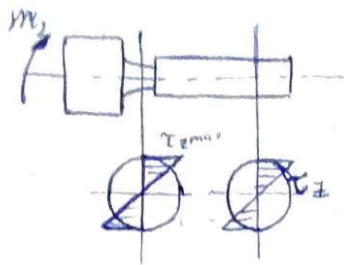
### §10 Понятие о концентрации напряжений

Расчеты на прочность

К.и. выражается в резком уменьшении характера распределения напряжений по сечению детали и возбуждается резкими изменениями формы и размеров детали.

### Стрессер





При наличии концентратора напряжений расчет ведется испол-м теорет. коэф. напряж. концентратора плоских сечений не выполняется.

$$\alpha_\sigma = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{ном}} > 1$$

$$\alpha_\tau = \frac{\tau_{max}}{\tau_{ном}} > 1$$

Значение коэф-та концентрации напряжений приведены в соотв-ей справочной табл-це, не зависят от формы и вида концентратора.

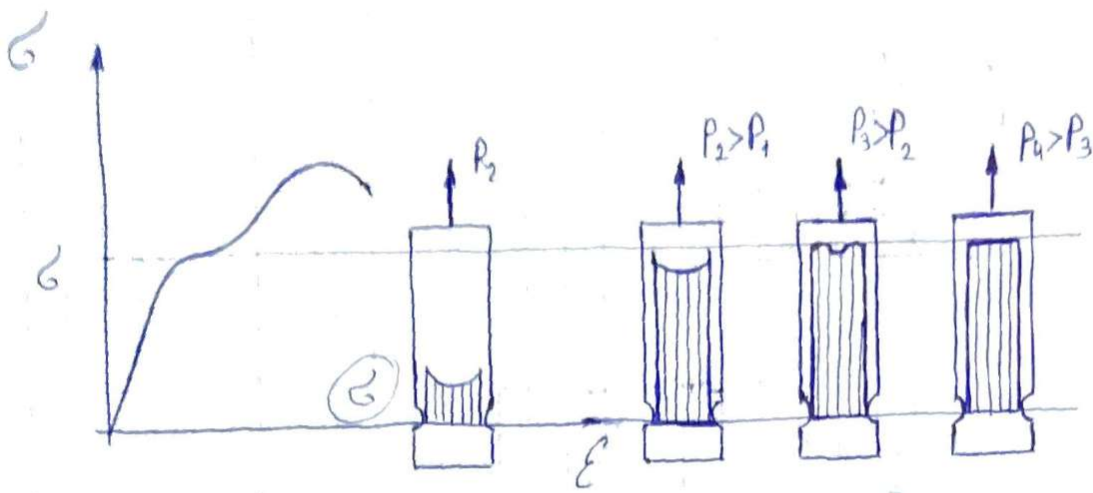
Расчет на прочность при наличии концентраторов ведется по формулам

$$\sigma_{max} = \alpha_\sigma \sigma_{ном} \leq [\sigma] \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{ном} \leq \frac{[\sigma]}{\alpha_\sigma} \quad (*) \\ \tau_{ном} \leq \frac{[\tau]}{\alpha_\tau} \quad (**) \end{array} \right.$$

Концентричные выражения справедливы только для упругих материалов

Для плоских прочностей сжативание напряжений.





В зоне пласт. деформации  $\sigma_{р}$  не превышает

Это позволяет у пластичных материалов при статич. нагрузке ~~концентрация~~ не учитывается.

$$\sigma_{ном} \leq [\sigma]$$

$$\tau_{ном} \leq [\tau]$$

При динамических нагрузках (ударные переорги. умен. во времени)  $\sigma_{р}$  берет как для хрупких материалов по формулам \* и \*\*