

## Растягивающие и сжимающие нагрузки

$$\sigma_{\text{р.сж.}} = \frac{K_{\text{д}} \cdot \sum Q_j}{F_{\text{т}}}$$

$$\sigma_{\text{рез}} = \sqrt{\sigma_p^2 + 4\tau^2},$$

Вращение бурильной колонны, касательные напряжения

$$\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{кр}}},$$

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{д}} + M_{\text{х}} + \Delta M_i$$

$$M_{\text{д}} = M_{\text{уд}} G.$$

$$M_{\text{х}} = \frac{N_{\text{х}}}{2\pi \cdot n_1}, \quad N_{\text{х}} = C_u \cdot \gamma_{\text{жс}} \cdot \sqrt{n_1^3 \cdot D_c \cdot (l_K \cdot d_K^2 + d_y^2 \cdot l_y)},$$

# Виды вращения

1. Вокруг оси со скольжением по ее стенке
2. Вокруг оси с обратным перекатыванием
3. Вокруг своей оси
4. В режиме беспорядочного биения

$$\omega = \frac{D_{mp}}{D_{\delta}} \omega_{\delta}$$



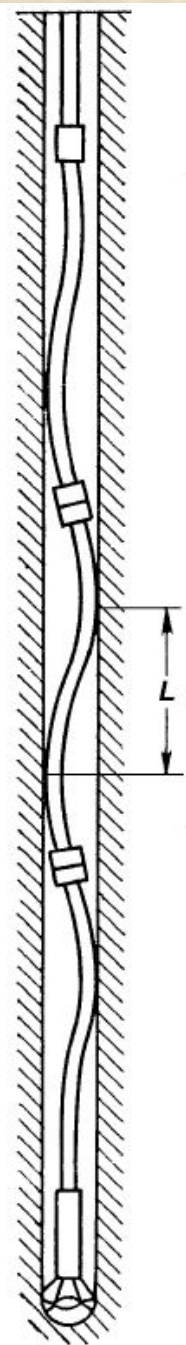
- длина полуволны (формула Саркисова)

$$L = \frac{10}{\omega} \sqrt{\frac{z}{2} + \sqrt{\frac{z^2}{4} + \frac{EI\omega^2}{10q}}},$$

$$L = 4 \sqrt{\frac{1000EI}{q\omega^2}}$$

$$y = f \sin \frac{\pi x}{L}$$

$$f = \frac{1,1D_{\text{д}} - D}{2}$$



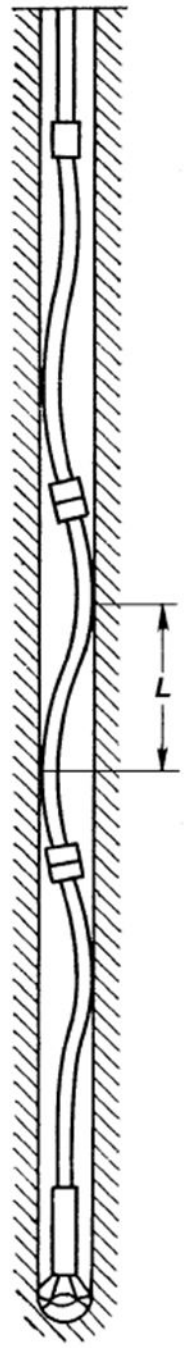
$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$


«+» в растянутой части, «-» в сжатой части бурильной колонны

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

Определение напряжения изгиба на вертикальном участке скважины при потере бурильной колонны прямолинейной формы устойчивости в результате вращения


$$M_{II} = \frac{EI}{R} \quad \leftarrow \quad R_{\min} = \frac{L_2}{\pi^2 \cdot f}$$


$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql\omega}\right)}$$



Расчет сопротивления усталости бурильной колонны  
(расчет на выносливость)

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}}$$

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a} \cdot \left( 1 + \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_B} \cdot \frac{\sigma_P}{\sigma_a} \right)^{-1}$$

$$n_{\tau} = 0,577 \frac{\sigma_T}{\tau} \quad \sigma_a = \sigma_{И max} = \frac{M_{И max}}{W_{И}}$$

$$n \geq 1,5$$

# Наружное и внутреннее избыточные давления

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

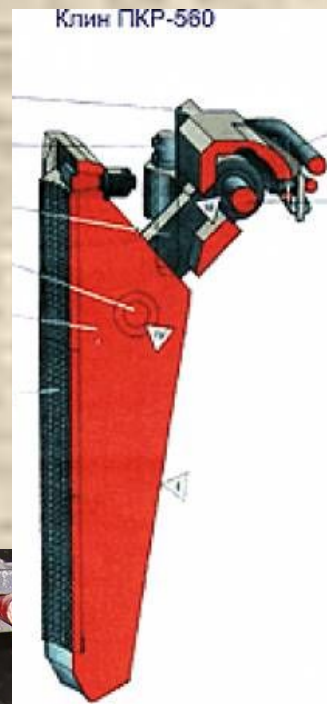
$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

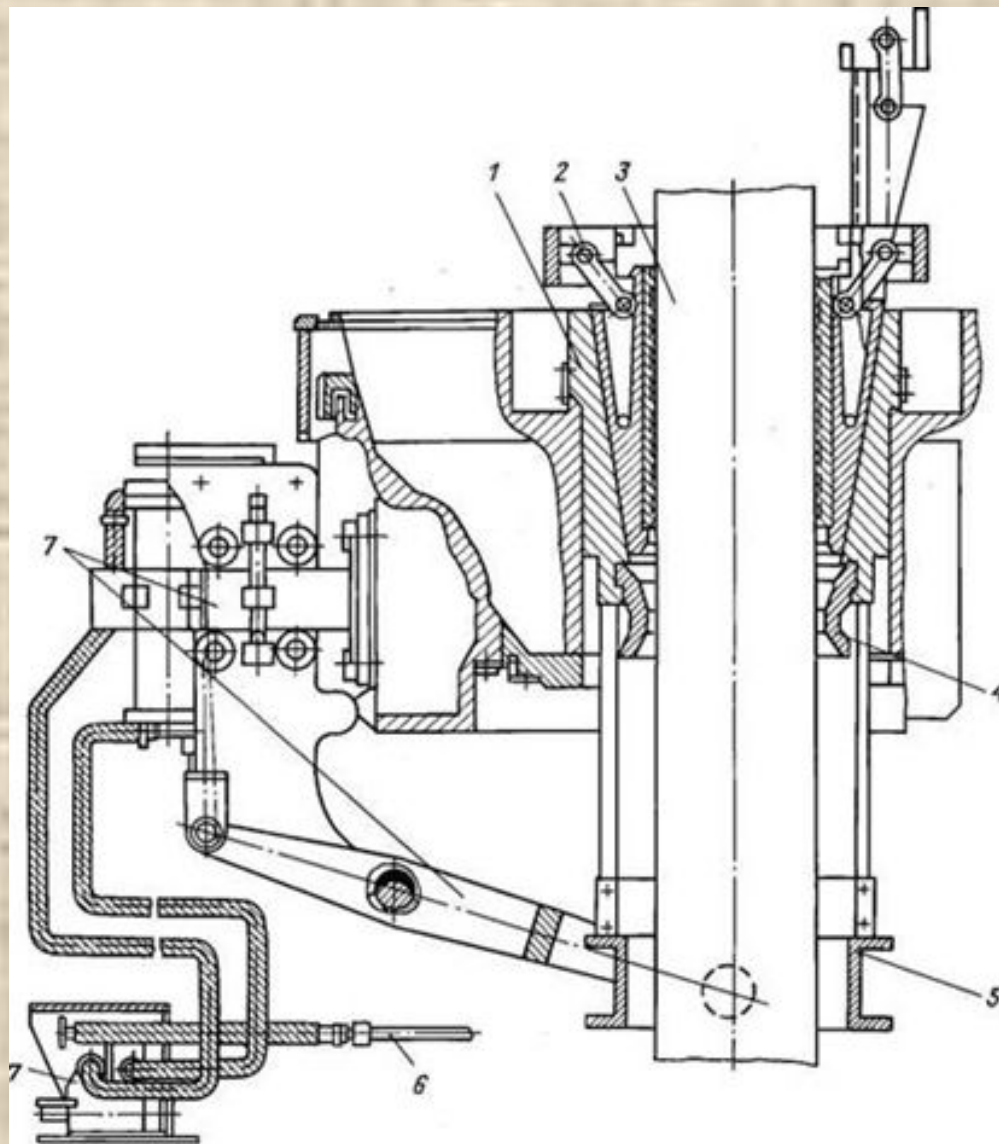
$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$



# Расчет критической нагрузки на трубу зажатой в клиновом захвате





Клиновой захват пневматический с ручным отводом привода типа ПКР-560 (ПКР-560 М, ПКР-560 МУ, ПКР-560 МОР) предназначен для механизированного захвата в роторе насосно-компрессорных, бурильных, утяжеленных и обсадных труб, а также для передачи вращения от ротора бурильной колонне и очистки наружной поверхности труб.

Клиновой захват ПКР-560 используется в составе буровых установок классов БУ2000, БУ2500, БУ3000, БУ4000, БУ5000, БУ6500, оснащенных ротором (Р560, Р700) с проходным отверстием 560мм.



$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

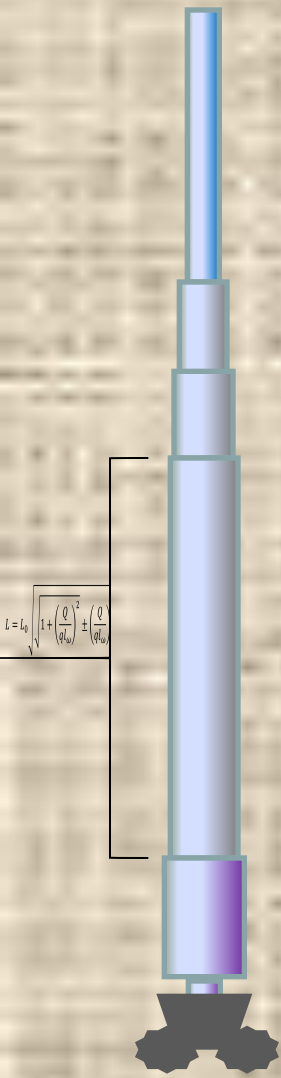
$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$



# Необходимые условия для работы бурильной колонны в скважине

1. Допустимая сдвигающая нагрузка
2. Условие статической прочности
3. Сопротивление усталости
4. Внутреннее и наружное избыточные давления
5. Прочность в клиновом захвате

# Принципы формирования компоновки УБТ



СБТ

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

УБТ3

УБТ2

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

УБТ1

$$L = L_0 \sqrt{\sqrt{1 + \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)^2} \pm \left(\frac{Q}{ql_\omega}\right)}$$

ЗД