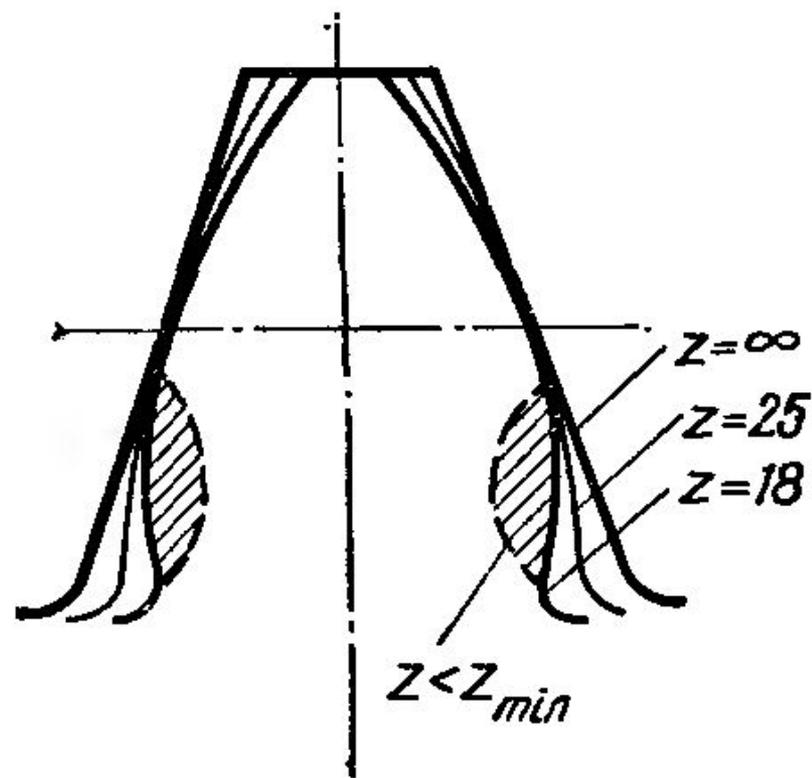
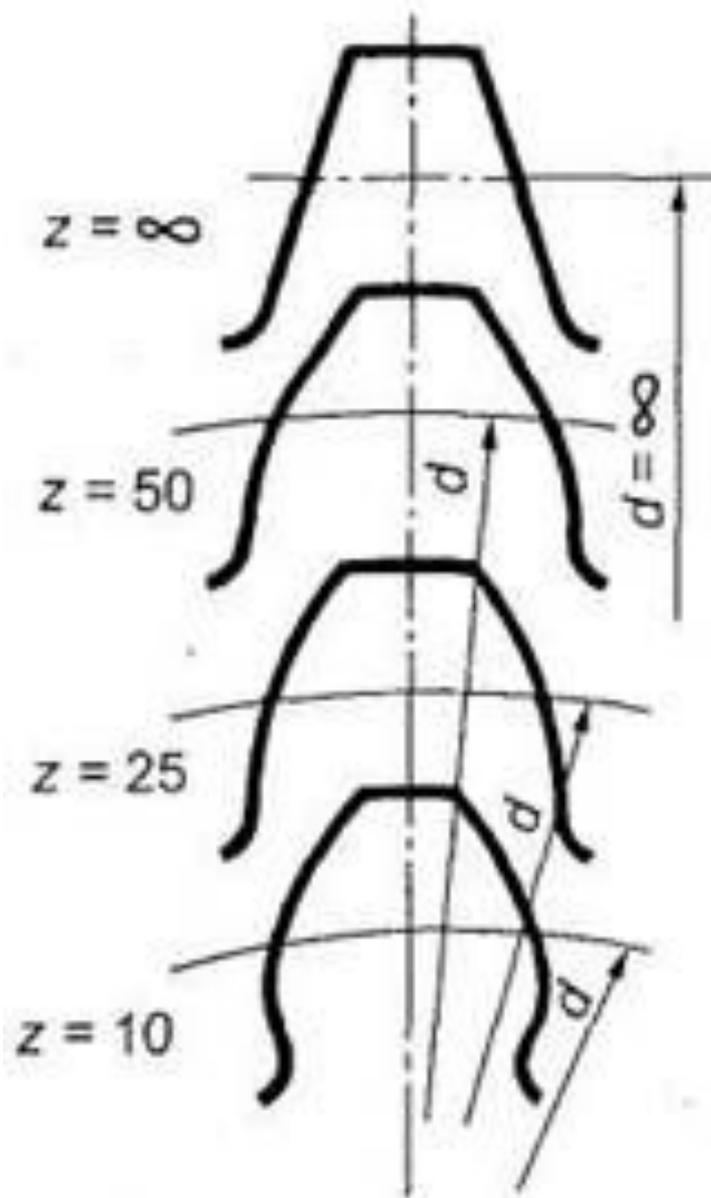
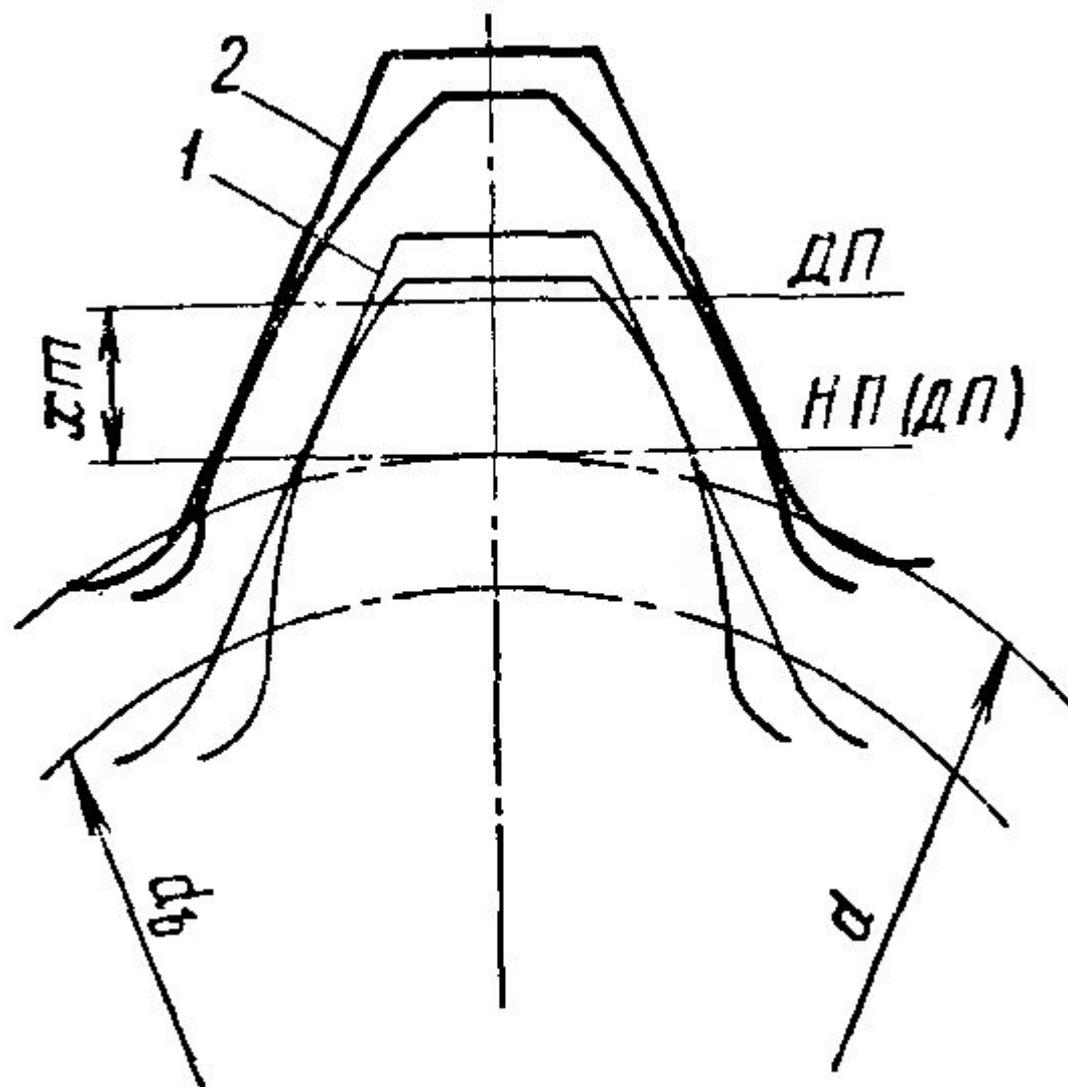


# Влияние числа зубьев на форму и прочность зубьев



# Смещение инструмента при нарезании зубьев и его влияние на прочность



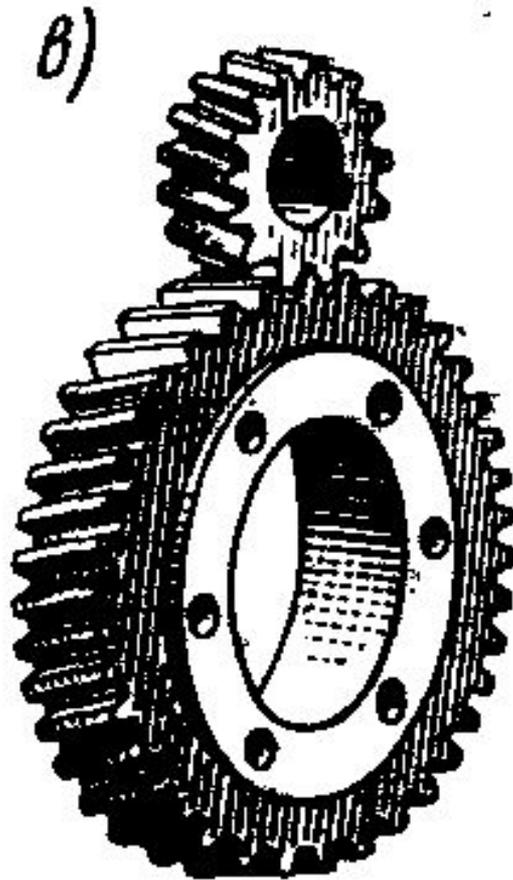
1. Положительное смещение повышает прочность зубьев на изгиб и устраняет подрезание при малом числе зубьев (понижает  $z_{\min}$ ).

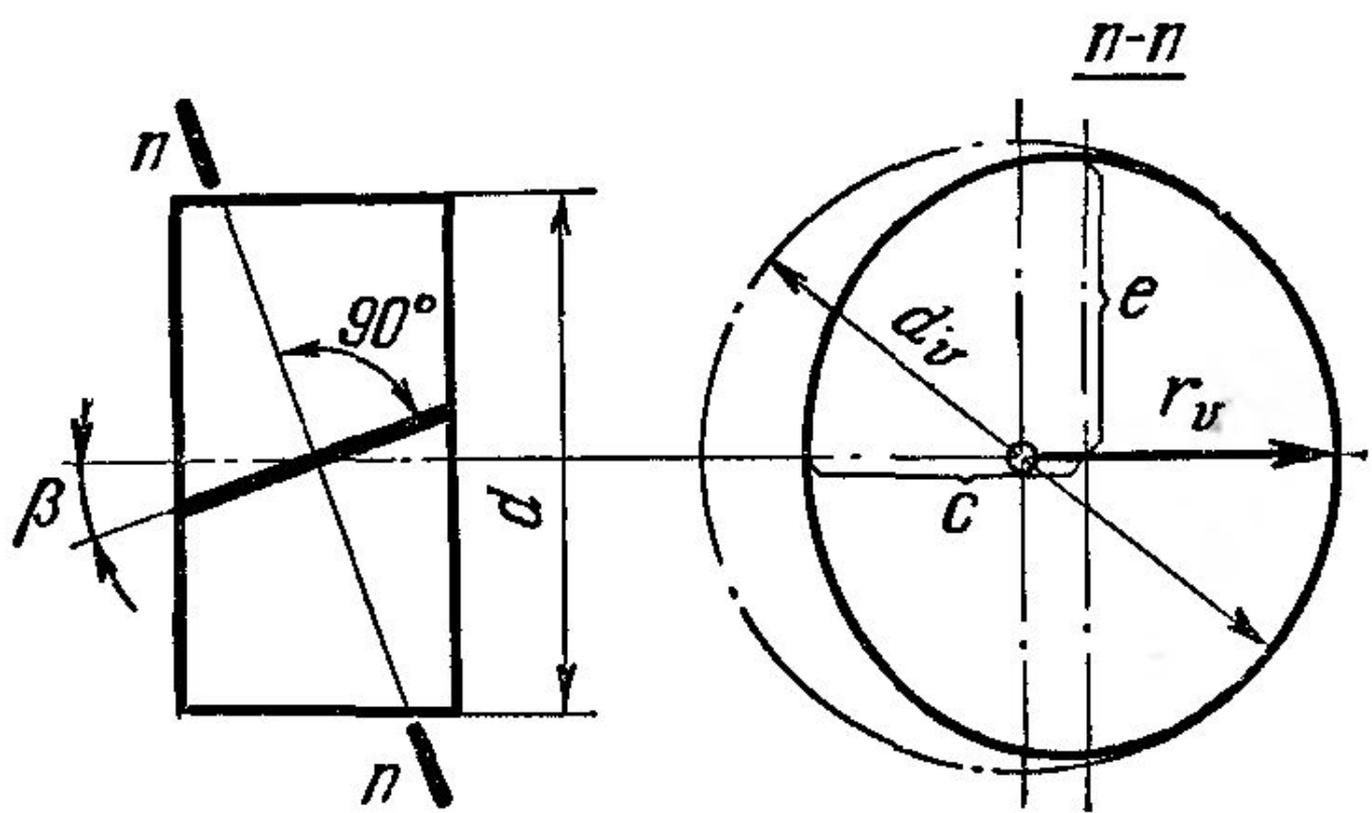
Можно увеличить допускаемую нагрузку по изгибу на 100% и понизить  $z_{\min}$  до 7—8.

2. Увеличение  $\alpha_w$  при  $x_\Sigma > 0$  повышает контактную прочность —

Можно увеличить  $\alpha_w$  с 20 до  $\sim 25^\circ$  и поднять допускаемую нагрузку приблизительно на 20%.

# Косозубая и шевронная передачи





$$c=r; \quad e=r/\cos \beta \quad r=d/2; \quad c=d/2;$$

$$r_v=e^2/c \quad \longrightarrow \quad d_v=d/\cos^2 \beta$$

$$z_v = \frac{d_v}{m_n} = \frac{d}{m_n \cos^2 \beta} = \frac{m_t z}{m_t \cos^3 \beta} \quad z_v = z/\cos^3 \beta$$

# Геометрические

## параметры.

окружной шаг:

$$p_t = p_n / \cos \beta;$$

окружной модуль:

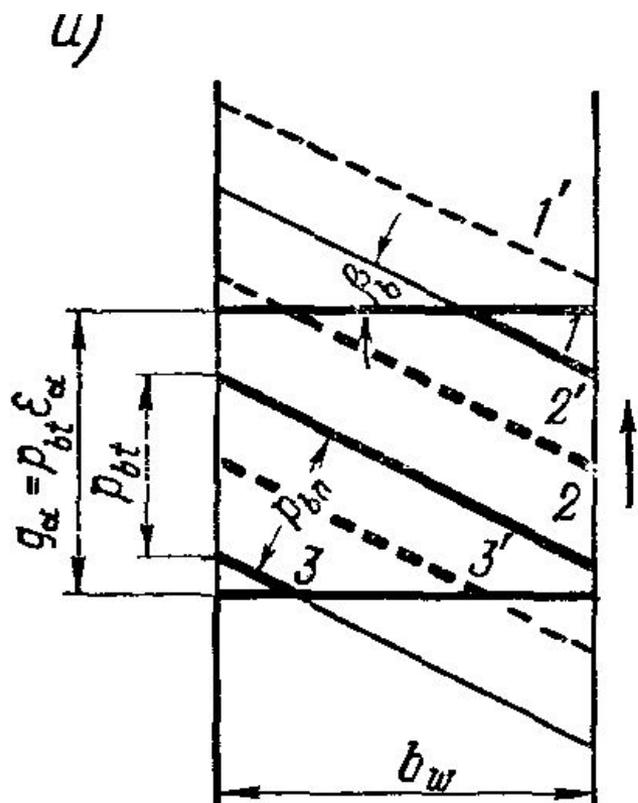
$$m_t = m_n / \cos \beta;$$

делительный диаметр:  $d = m_n z / \cos \beta;$

межосевое расстояние:

$$\begin{aligned} a_w &= (d_1 + d_2) / 2 = d_1 (u + 1) / 2 = m_t (z_1 + z_2) / 2 \\ &= m_n z_1 (u + 1) / (2 \cos \beta) \end{aligned}$$

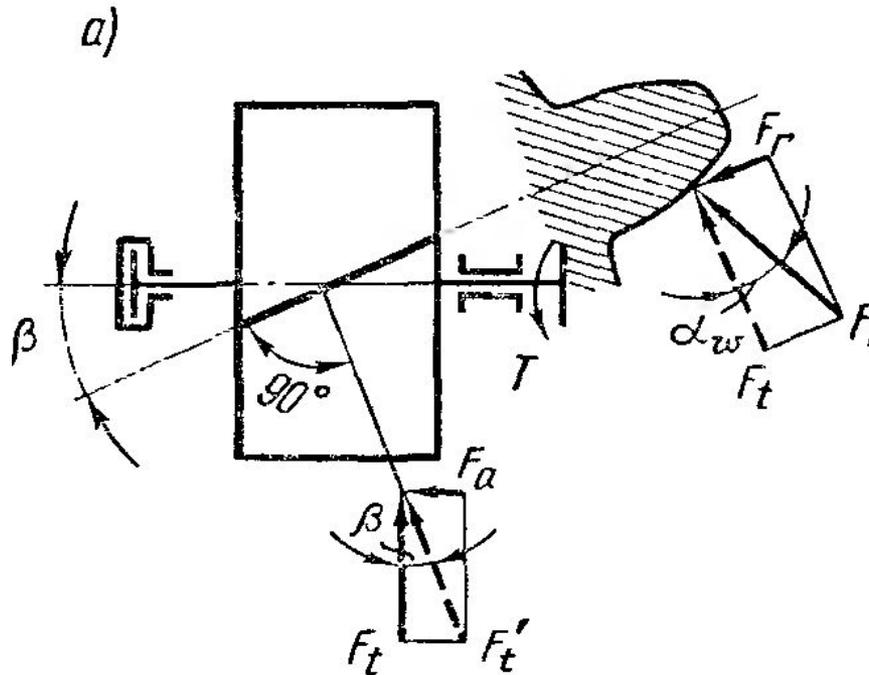
# Коэффициент торцевого перекрытия $\epsilon_\alpha$



$$\epsilon_\alpha = \left[ 1,88 - 3,2 \left( \frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta$$

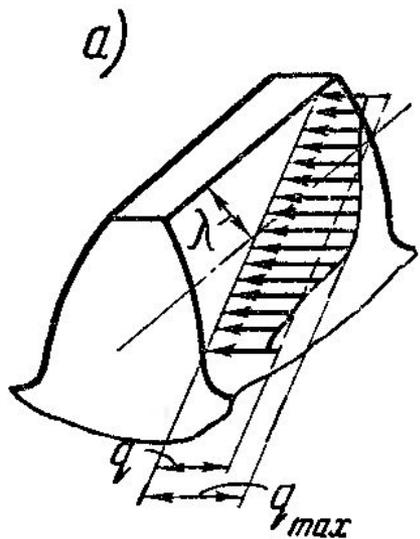
$\epsilon_\alpha \geq 1$ . для косозубых передач

# Схема сил



- Окружная сила  $F_t = 2T_1 / d_1$
- Осевая сила  $F_a = F_t \operatorname{tg} \beta$
- Радиальная сила  $F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha_w / \cos \beta$
- Нормальная сила  $F_n = F_t / (\cos \alpha_w \cos \beta)$

# Расчет прочности зубьев по контактным напряжениям



$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{q E_{np}}{\rho_{np}}}$$

$$q = \frac{F_n K}{L_\Sigma} = F_t K_H K_{H\alpha} / (b_\omega \varepsilon_\alpha / \cos \beta)$$

$$L_\Sigma = b_\omega \varepsilon_\alpha / \cos \beta$$

$K_{H\alpha}$  — коэффициент неравномерности нагрузки одновременно зацепляющихся пар.

$$\frac{1}{\rho_{np}} = \frac{2 \cos^2 \beta}{d_{\omega 1} \sin \alpha_{\omega}} \left( \frac{u \pm 1}{u} \right)$$

$$\sigma_H = 1,18 Z_{H\beta} \sqrt{\frac{E_{np} T_1 K_H}{d_{\omega 1}^2 b_{\omega} \sin 2\alpha_{\omega}} \left( \frac{u \pm 1}{u} \right)} \leq [\sigma_H]$$

$$Z_{H\beta} = \sqrt{K_{H\alpha} \cos^2 \beta / \varepsilon_{\alpha}}$$

При некоторых средних значениях  $\beta=12^\circ$ ,  $\varepsilon_\alpha=1,5$ ,  
 $K_{H\alpha}=1,1$ ;  $Z_{H\beta}\approx 0,85$

$$d_1 \approx 1,23 \sqrt[3]{\frac{E_{np} T_1 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 \psi_{bd}} \left( \frac{u \pm 1}{u} \right)}$$

$$a \approx 0,75 (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{E_{np} T_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H]^2 u^2 \psi_{ba}}}$$

# Расчет прочности зубьев по напряжениям изгиба

$$\sigma_F = \frac{Y_F Z_{F\beta} F_t K_F}{b_\omega m} \leq [\sigma_F]$$

$$m_n = \sqrt{\frac{2T_1 K_{F\beta} Y_F Z_{F\beta}}{z_1 \psi_m [\sigma_F]}}$$

$Z_{F\beta} = K_{F\alpha} Y_{F\beta} / \epsilon_{\alpha}$  – коэффициент повышения прочности косозубой передачи