

# 24 Конічні прямозубі передачі. Геометрія і розрахунок.

(тема 3.6)

## План

1. Область застосування колісних зубчастих передач.
2. Сили що діють в зачепленні та геометричний розрахунок передач.

Конічні зубчасті передачі застосовують для передавання обертового руху між валами з перехресними осями (рис. 32.20). Ширше застосовують ортогональні передачі з міжосьовим кутом  $\Sigma = 90^\circ$ , але є передачі і з  $\Sigma \neq 90^\circ$ .

Зуби конічних коліс профілюють по евольвенті так само, як і зуби циліндричних коліс. Але всі точки двох спряжених евольвентних профілів повинні бути на сферичній поверхні з центром у точці  $O$  (рис. 32.21). Сферична поверхня не розгортається на площину, і тому зу-

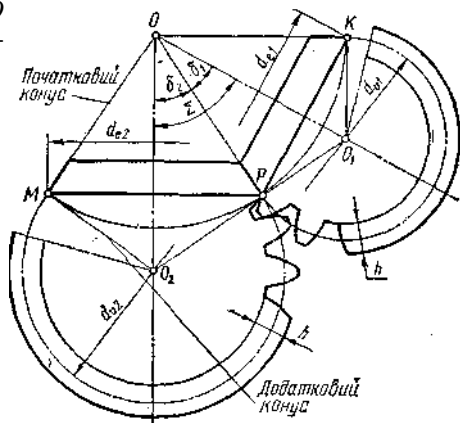
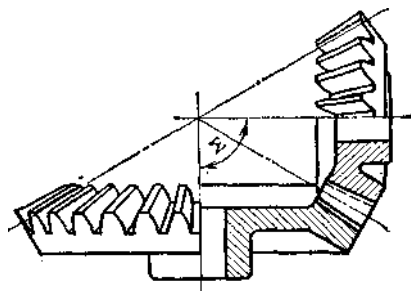


Рис. 32.21

би конічних коліс профілюють на поверхню так званих додаткових конусів.

Додаткові конуси мають твірні  $O_1P$  і  $O_2P$ , проведені перпендикулярно по твірних  $OP$ ,  $OM$  і  $OK$  діляльних конусів. Поверхні додаткових конусів легко розгортаються на площину. При цьому найбільші радіуси розгортки дорівнюють твірним додаткових конусів  $O_1P$  і  $O_2P$  і є радіусами початкових кіл еквівалентних циліндричних коліс, профілі зубів яких використовують як профілі зубів конічних коліс. Діаметри еквівалентних коліс

$$d_{v1} = d_{e1} / \cos \delta_1, \quad d_{v2} = d_{e2} / \cos \delta_2$$

де  $\delta_1$  і  $\delta_2$  — кути діляльних конусів. Еквівалентні числа зубів прямозубих конічних коліс:

$$z_{v1} = z_1 / \cos \delta_1, \quad z_{v2} = z_2 / \cos \delta_2$$

Еквівалентним числом зубів користуються для визначення коефіцієнта форми зуба (див. табл. 32.7). Передаточне число конічної передачі визначають за формулами для циліндричних передач і, крім того, для випадку,

коли міжосьовий кут  $\Sigma = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$

, за формулою  $u = \operatorname{ctg} \delta_1 = \operatorname{tg} \delta_2$

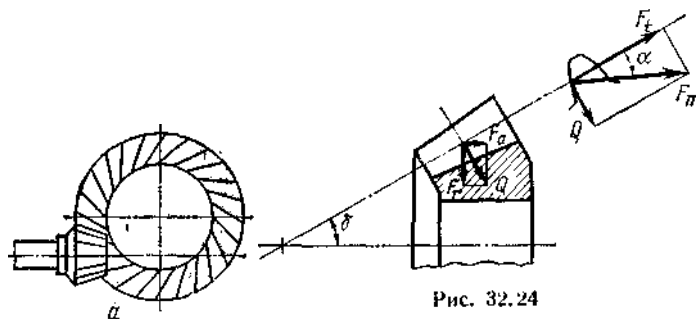


Рис. 32.24

**Сили, які діють у зачепленні конічних коліс** (рис. 32.24).

У зачепленні конічних коліс діють:

- а) **колова сила**  $F_t = 2T/d$ . Сила  $F_t$ , напрямлена по дотичній до кола діаметра  $d$ ;
- б) **радіальна сила**  $F_r = Q \cos \delta = F_t \operatorname{tg} \alpha \cos \delta$ ,

де  $Q = F_t \operatorname{tg} \alpha$ ;

- в) **осьова сила**  $F_a = Q \sin \delta = F_t \operatorname{tg} \alpha \sin \delta$ .

Для спряженого колеса, яке перебуває в зачепленні з розглядуваним, сила, яка

дорівнює  $F_a$ , але протилежно напрямлена, є радіальною силою; і сила, яка

дорівнює  $F_r$ , (і також напрямлена протилежно), — осьовою силою

**Розрахунок конічної передачі на контактну витривалість.** Контактні напружки в матеріалі зубів конічних коліс визначають за аналогією з формулою (32.5) для циліндричних передач, але з використанням діаметрів еквівалентних коліс і за умови, що рівнодіюча розподіленої по довжині чуба навантаження прикладена в середині його довжини.

Формула для перевірного розрахунку конічних передач на контактну витривалість (без виведення) має вигляд

$$\sigma_H = Z \sqrt{\omega_{Ht} \sqrt{u^2 + 1} / (0.85 d_1 u)} \leq [\sigma_H]$$

<32-12>

де коефіцієнт  $\omega_{Ht}$  обчислюють за формулою  $\omega_{Ht} = 2T_1 K_{H\beta} K_{Hv} / (d_1 b)$ ; дослідний коефіцієнт 0,85 оцінює зниження навантажувальної здатності конічних передач порівняно з допустимим навантаженням еквівалентних циліндричних передач. Коефіцієнт  $Z = 487\,000 \text{ Па}^{1/2}$  для сталевих коліс. Формула для проектного розрахунку для конічної передачі з сталевими колесами така:

$$d = 8120 \sqrt{T_1 K_{H\beta} K_{Hv} \sqrt{u^2 + 1} / (0.85 \psi_{bd} [\sigma_H]^2 u)} \quad , \quad (32-13)$$

де  $\psi_{bd} = b/d_1$  — коефіцієнт ширини колеса відносно середнього діаметра (для попередніх розрахунків можна брати  $K_{H\beta} K_{Hv} \approx 1.3$ ); Щоб відношення ширини зубчастого вінця до зовнішньої конусної відстані  $\frac{b}{R_e} = \psi_{Re}$  було в прийнятих межах, значення коефіцієнта

$$\psi_{bd} \text{ обчислюють за формулою } \psi_{bd} = 0.5 \psi_{Re} \sqrt{u^2 + 1}$$

**Розрахунок зубів конічної передачі за напругами згину.** Після визначення середнього діаметра шестірні  $d_1$  за формулою (32.13) задаються числом зубів  $Z_1 \geq 17$ , знаходять середній модуль  $m$  і перевіряють його за напругами згину.

Розміри поперечних перерізів зубів конічного колеса зменшуються з наближенням до вершини діляльного конуса (див. рис. 32.22), тому навантаження розподіляється по довжині зуба нерівномірно і змінюється залежно від деформації зубів у різних перерізах.

За розрахунковий зручно взяти переріз в середній частині довжини зуба. Тоді за аналогією з циліндричною передачею напруги в цьому перерізі визначають за формулою (32.9) з урахуванням коефіцієнта 0,85:

$$\sigma_F = Y_F \omega_{Ft} / (0.85 m) \leq [\sigma_F] \quad (32.14)$$

Параметр  $\omega_{Ft}$  визначають за формулою (32.8) при коловій силі  $F_t$ , розрахованій за середнім діаметром:  $F_t = 2T/d$ . Коефіцієнт форми зуба визначають, користуючись табл. 32.7, виходячи з еквівалентного числа зубів.

Якщо розміри передачі визначає не контактна, а згинальна міцність (твердість

поверхні зубів  $HRC \geq 63$ ; і відносно м'яка серцевина), розрахунок конічних передач треба розпочинати з визначення середнього модуля за формулою

$$m = K_m \sqrt{T_1 K_{F\beta} K_{Fv} V_F / (0.85 z_1^2 \psi_{bd} [\sigma_F])}$$

де  $K_m = 1,4$ . За величиною  $m$  визначають зовнішній модуль  $m_e$ . Для попередніх розрахунків можна брати  $K_{F\beta} K_{Fv} \approx 1.5$

< 32/5 >

## Питання для самоконтролю

1. Для чого застосовують конічні зубчасті передачі ?
2. Назвіть сили що діють в зачепленні конічних коліс.
3. Які є модулі в конічних зубчастих колесах ?