

BÀI GIẢNG

NGUYÊN LÝ - CHI TIẾT MÁY

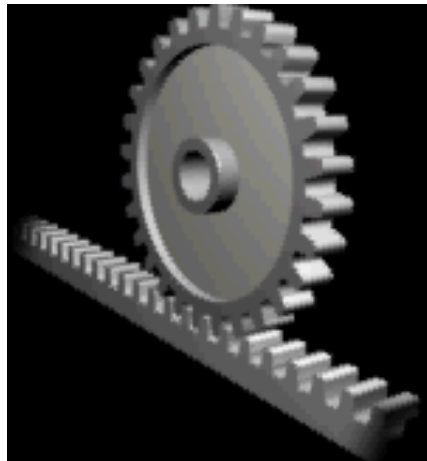
Giảng viên: Nguyễn Thanh Giang

Khoa : Cơ khí

I. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Nguyên lý làm việc

Bộ truyền bánh răng làm việc theo nguyên lý ăn khớp trực tiếp, để truyền chuyển động và tải trọng giữa các trục song song, giao nhau, chéo nhau hay biến đổi chuyển động quay tròn thành tịnh tiến và ngược lại.



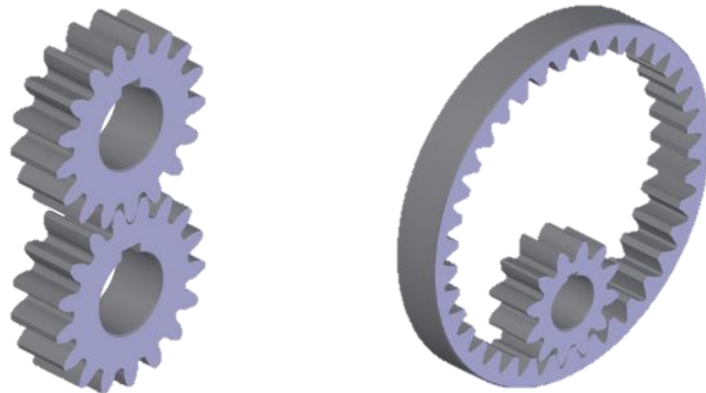
I. KHÁI NIỆM CHUNG

2. Phân loại

- Theo phân bố giữa các trục: song song, giao nhau, chéo nhau



- Theo sự ăn khớp giữa các răng trên bánh răng



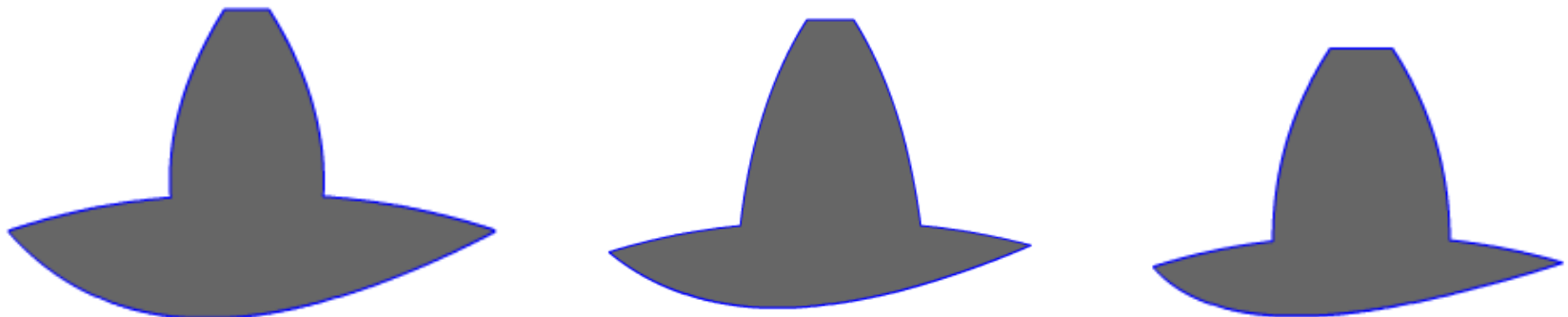
I. KHÁI NIỆM CHUNG

2. Phân loại

- Theo phương của răng so với đường sinh: răng thẳng, răng nghiêng, răng cong, răng chữ V, răng xoắn...



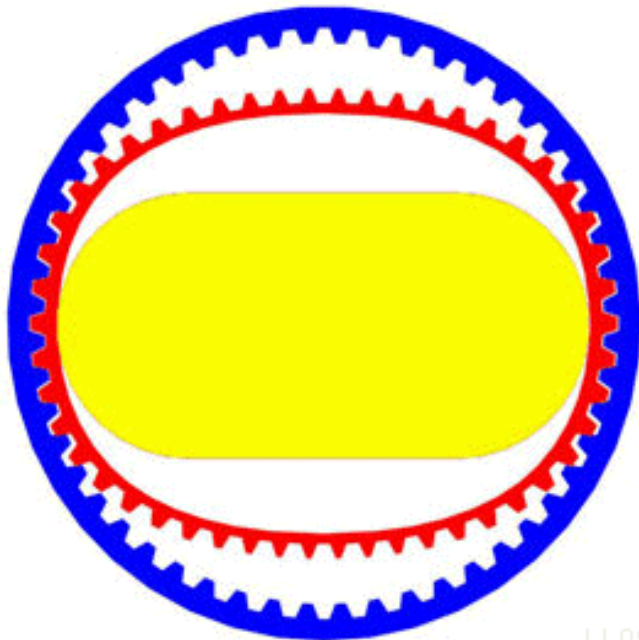
- Theo biên dạng răng: Thân khai, Xicloit, Nuvicov.



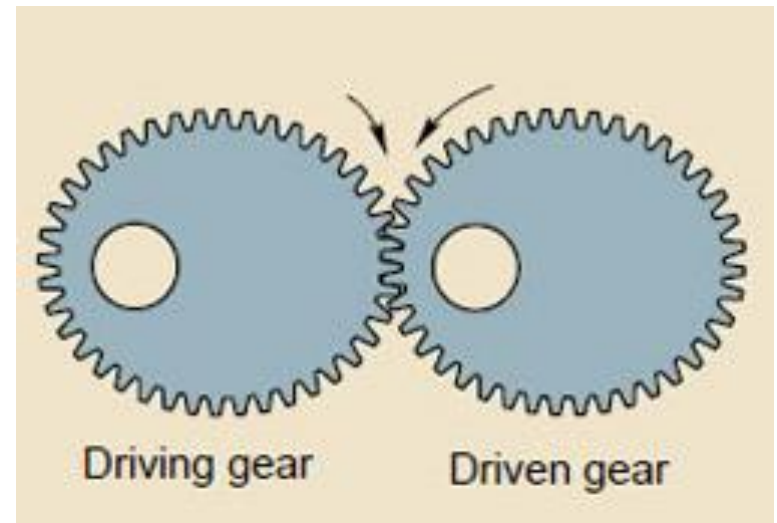
I. KHÁI NIỆM CHUNG

2. Phân loại

- Bánh răng sóng
- Bánh răng elip



LL08



I. KHÁI NIỆM CHUNG

3. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng

a) Ưu điểm

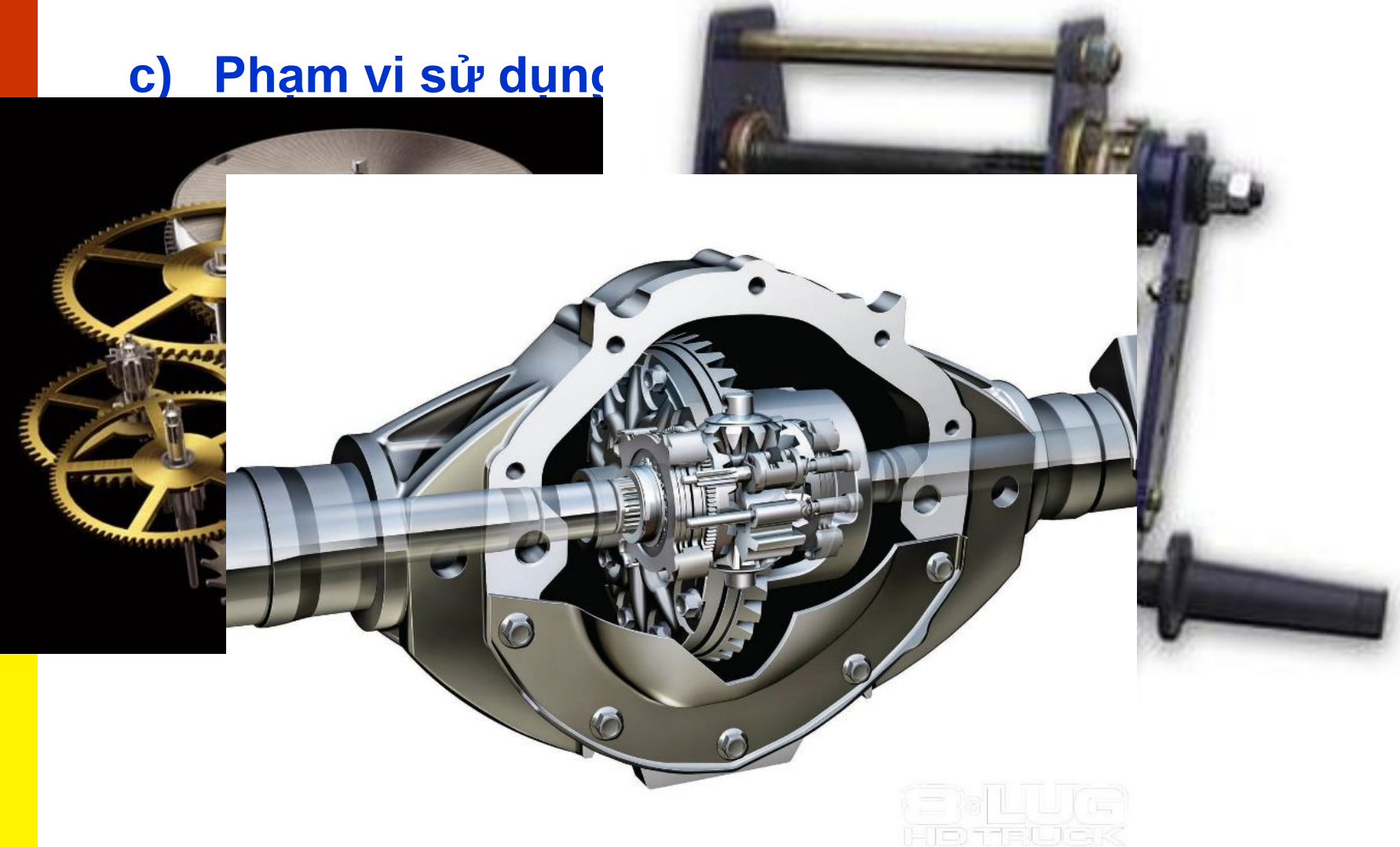
- Kích thước nhỏ, khả năng tải lớn.
- Tỷ số truyền không thay đổi.
- Hiệu suất cao $0,97 \div 0,99$.
- Làm việc với vận tốc cao, công suất lớn.
- Tuổi thọ cao, làm việc tin cậy.

Фиг. 2. Кинематическая схема токарно-винторезного станка модели 1А616.

I. KHÁI NIỆM CHUNG

3. Ưu nhược điểm và phạm vi sử dụng

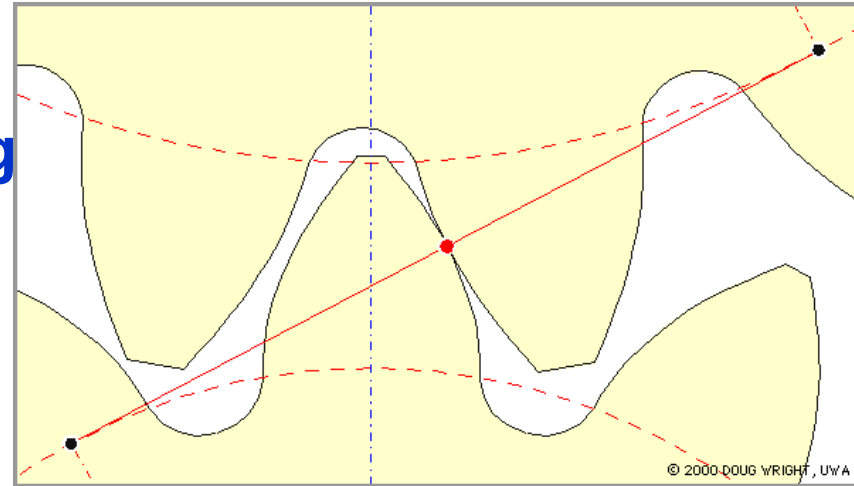
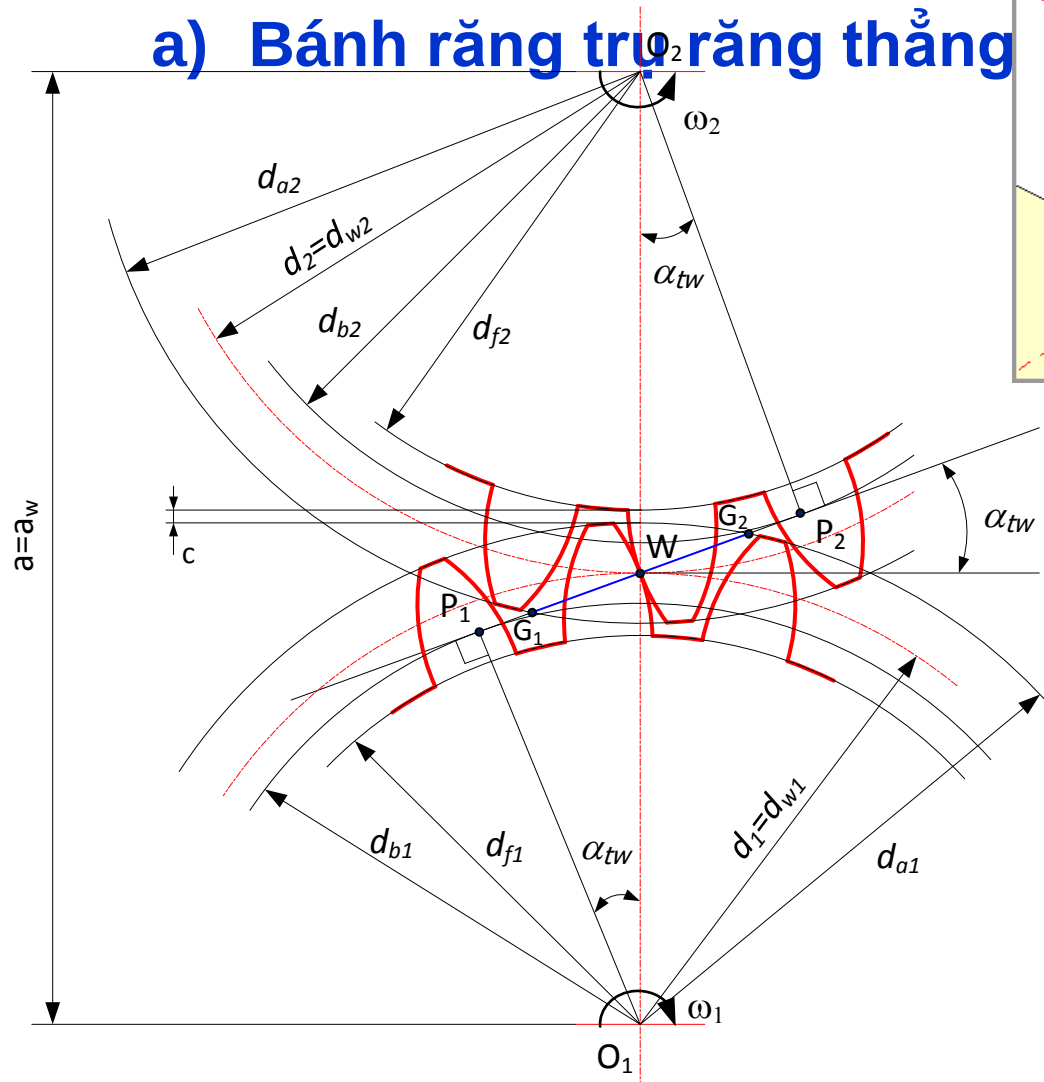
c) Phạm vi sử dụng



I. KHÁI NIỆM CHUNG

4. Thông số hình học

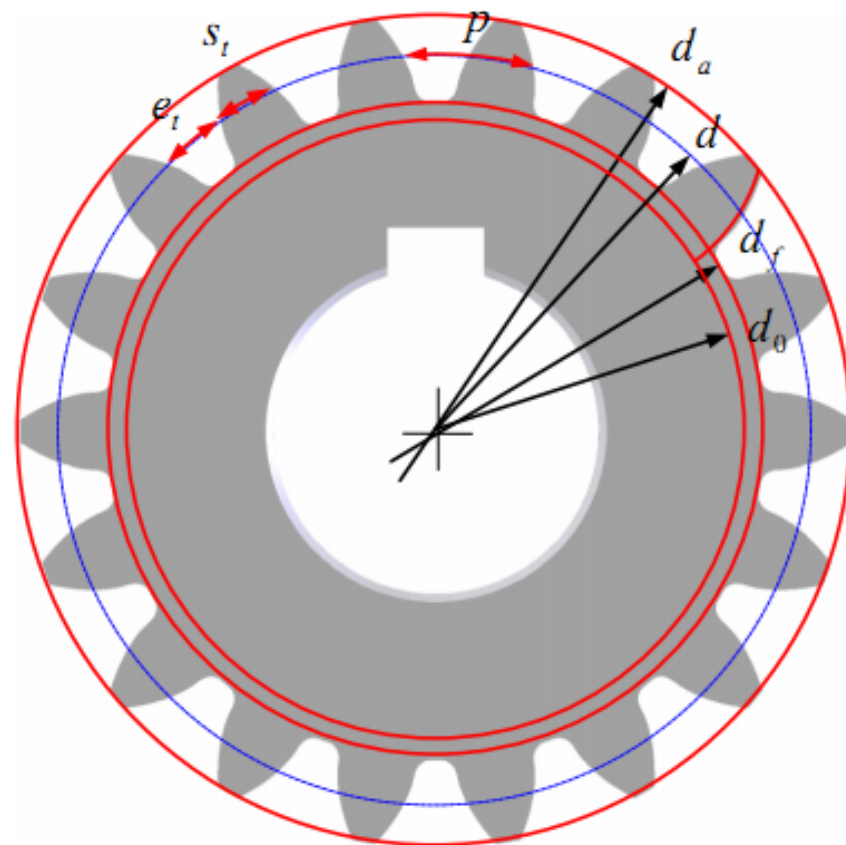
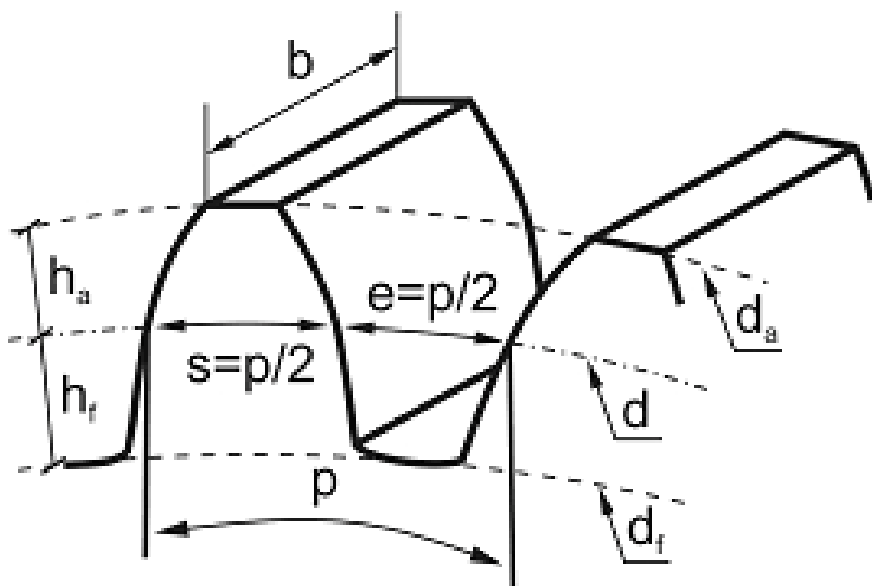
a) Bánh răng trụ răng thẳng



I. KHÁI NIỆM CHUNG

4. Thông số hình học

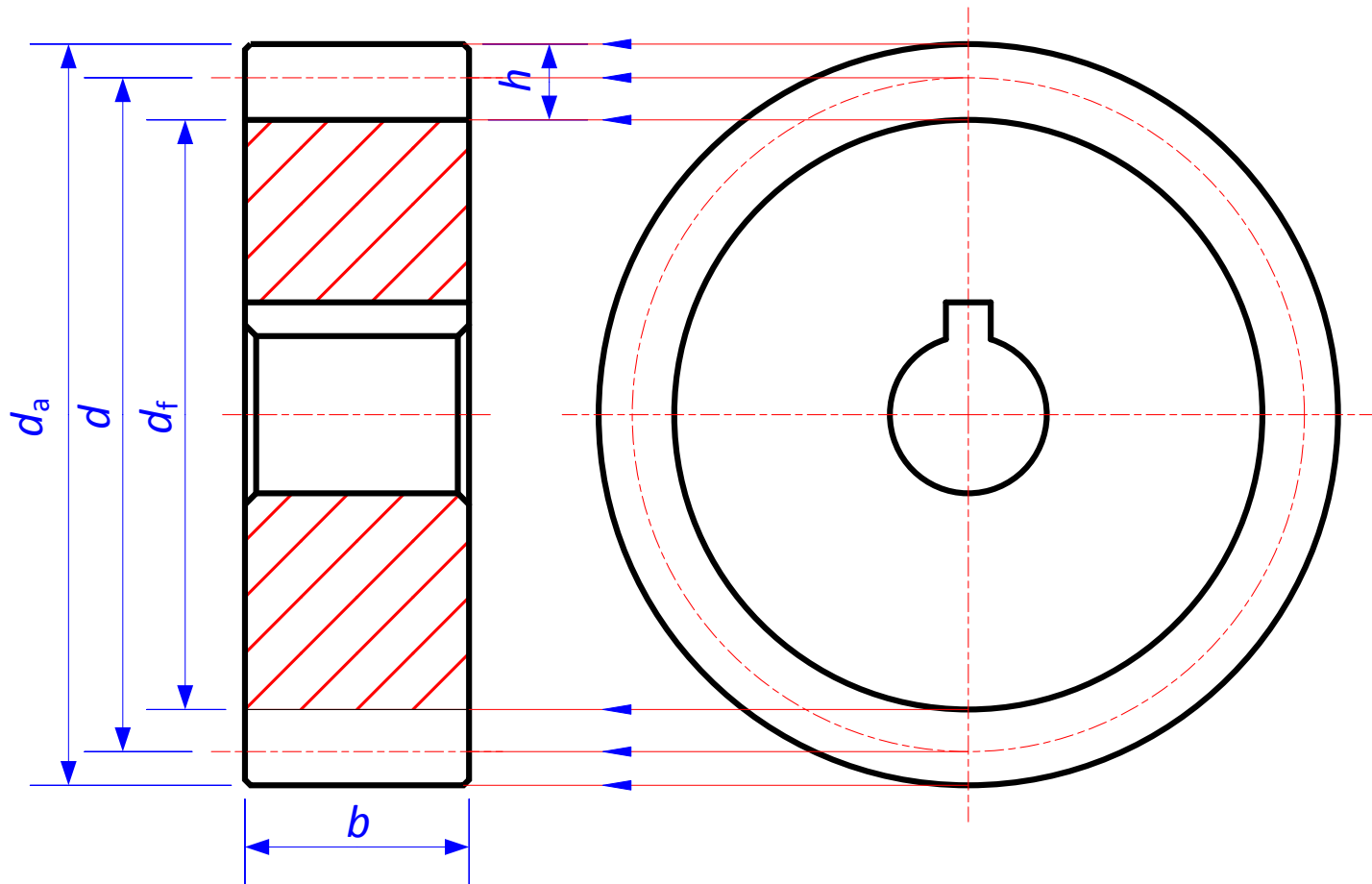
a) Bánh răng trụ răng thẳng



I. KHÁI NIỆM CHUNG

4. Thông số hình học

a) Bánh răng trụ răng thẳng



I. KHÁI

4. Thông a) Bán

Thông số ăn khớp	Phụ thuộc hình học khi ăn khớp	
	Không dịch chỉnh	Dịch chỉnh
Khoảng cách trục	$a_w = a = \frac{m(z_2 \pm z_1)}{2\cos\beta}$	$a_w = m \left[\frac{z_2 \pm z_1}{2\cos\beta} + y \right]$
Hệ số dịch tâm		$y = x_2 - x_1 - \Delta y = \frac{a_w - a}{m}$
Chiều cao răng	$h = 2,25m$	$h = 2,25m - \Delta y$
Khe hở hướng kính	$c = 0,25m$	$c = 0,25m$
Góc lượng chân răng	$\rho = m/3$, m modul răng	
Đường kính vòng chia	$d_1 = \frac{m.z_1}{\cos\beta}$; $d_2 = \frac{m.z_2}{\cos\beta}$	
Đường kính vòng lăn	$d_{w1} = d_1$; $d_{w2} = d_2$	$d_{w1} = \frac{2a_w}{u \pm 1}$; $d_{w2} = d_{w1}u$
Đường kính vòng đỉnh		
Ăn khớp ngoài	$d_{a1} = d_1 + 2m$ $d_{a2} = d_2 + 2m$	$d_{a1} = d_1 + 2(1 + x_1 - \Delta y)m$ $d_{a2} = d_2 + 2(1 + x_2 - \Delta y)m$
Ăn khớp trong	$d_{a1} = d_1 + 2m$ $d_{a2} = d_2 - 2m$	$d_{a1} = d_1 + 2(1 + x_1)m$ $d_{a2} = d_2 - 2(0,75 - 0,875x_2 + \Delta y)m$
Đường kính vòng đáy		
Ăn khớp ngoài	$d_{f1} = d_1 - 2,5m$ $d_{f2} = d_2 - 2,5m$	$d_{f1} = d_1 - (2,5 - 2x_1)m$ $d_{f2} = d_2 - (2,5 - 2x_2)m$
Ăn khớp trong	$d_{f2} \approx 2a_w + d_{a1} + 0,5m$	
Góc		
Biên dạng	$\alpha = 20^\circ$	
Ăn khớp	$\operatorname{tg}\alpha_{tw} = \operatorname{tg}\alpha_t = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\beta}$	$\cos\alpha_{tw} = \frac{a}{a_w} \cos\alpha_w$
Ăn khớp bánh răng thẳng	$\alpha_{tw} = \alpha_t = \alpha$	$\cos\alpha_{tw} = \frac{a}{a_w} \cos\alpha$

I. KHÁI NIỆM CHUNG

4. Thông số hình học

a) Bánh răng trụ răng thẳng

- Đường kính vòng chia d : $d = m.z$
- Bước răng p
- Modul m : $m = \frac{p}{\pi}$ giá trị m được tiêu chuẩn hóa theo các dãy số sau:

Dãy 1	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
Dãy 2	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	

- Số răng z : nên chọn $z \geq 17$
- Chiều cao răng : $h=2,25m$
- Chiều rộng bánh răng: b

I. KHÁI NIỆM CHUNG

4. Thông số hình học

a) Bánh răng trụ răng thẳng

➤ Đường kính vòng đỉnh: $d_a = d + 2m$

Đường kính vòng chân: $d_f = d - 2,5m$

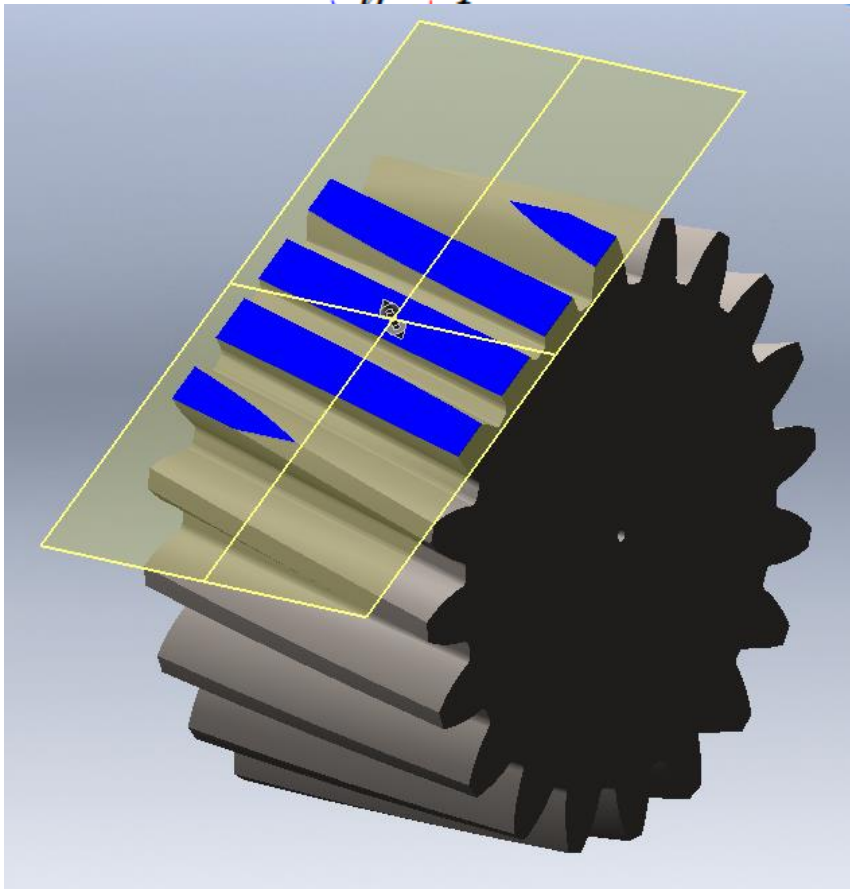
➤ Khoảng cách trục:
$$a = \frac{d_1 \pm d_2}{2} = \frac{m(z_1 \pm z_2)}{2}$$

➤ Tỷ số truyền:
$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

I. KHÁI NIỆM CHUNG

4. Thông số hình học

b) Bánh răng trụ răng nghiêng



➤ Góc nghiêng β ($8^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$)

➤ Bước pháp p_n .

➤ Bước ngang p_t .

➤ Modun pháp m_n :

$$m_n = \frac{p_n}{\pi}$$

➤ modun ngang m_t :

$$m_t = \frac{p_t}{\pi}$$

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$$

I. KHÁI NIỆM CHUNG

4. Thông số hình học

d) Bánh răng trụ răng nghiêng

➤ Đường kính vòng chia:

$$d = m_t \cdot z = \frac{m_n z}{\cos \beta}$$

➤ Đường kính vòng đỉnh:

$$d_a = d + 2m_n$$

➤ Đường kính vòng chân:

$$d_f = d - 2,5m_n$$

➤ Khoảng cách trục:

$$a = \frac{m_t (z_1 \pm z_2)}{2} = \frac{m_n (z_1 \pm z_2)}{2 \cos \beta}$$

Ví dụ

Cho bộ truyền bánh răng trụ răng nghiêng ăn khớp ngoài có khoảng cách trục $a=940\text{mm}$, modul pháp $m_n=16\text{mm}$, tỷ số truyền $u=5$. Xác định: z_1 , z_2 , β ?

II. KẾT CẤU BÁNH RĂNG

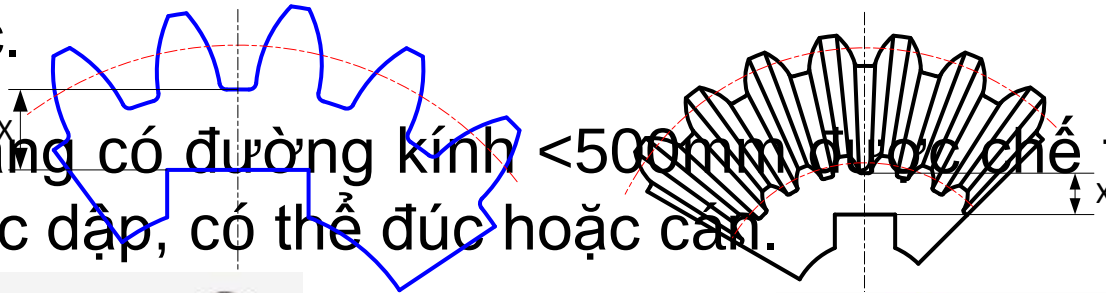
1. Độ chính xác bánh răng

- Khi chế tạo bánh răng xảy ra các sai số: sai số bước răng, sai số biên dạng răng, độ không song song, độ đảo, sai số khoảng cách trục...
- Thông thường khi chế tạo bánh răng sử dụng cấp chính xác 6, 7, 8, 9.
- Bộ truyền đặc biệt quan trọng chịu tải trọng và tốc độ cao chế tạo cấp 4÷6.

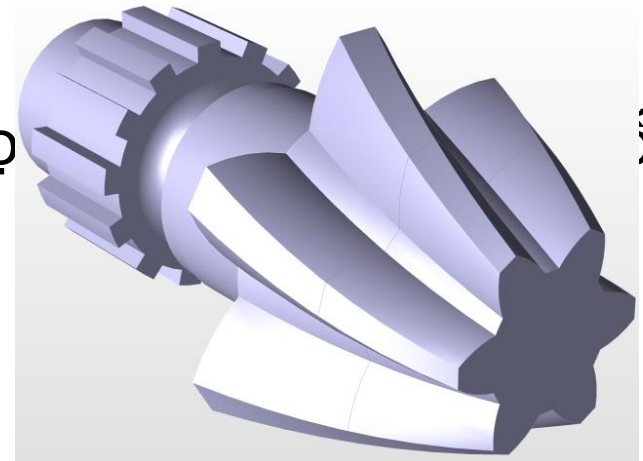
II. KẾT CẤU BÁNH RĂNG

2. Kết cấu bánh răng

- $d_a < 150\text{mm}$ chế tạo bánh răng liền khối không khoét lỗ.
- Khoảng cách từ đáy răng đến rãnh then $< 2,5\text{m}$ (bánh răng trụ) và $1,6\text{m}$ (bánh răng côn) $\rightarrow$ chế tạo bánh răng liền trục.
- Bánh răng có đường kính $< 500\text{mm}$ được chế tạo từ phôi rèn hoặc dập, có thể đúc hoặc cán.

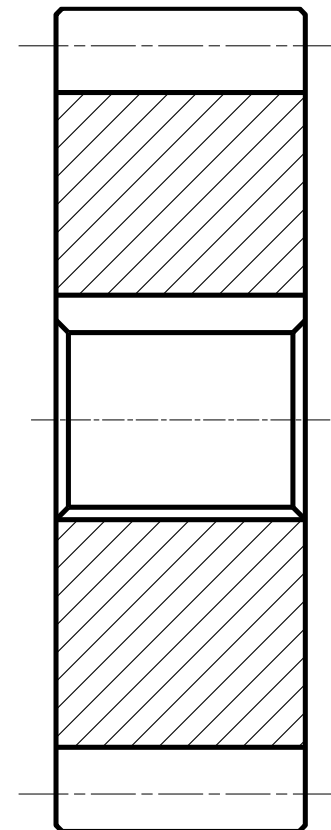
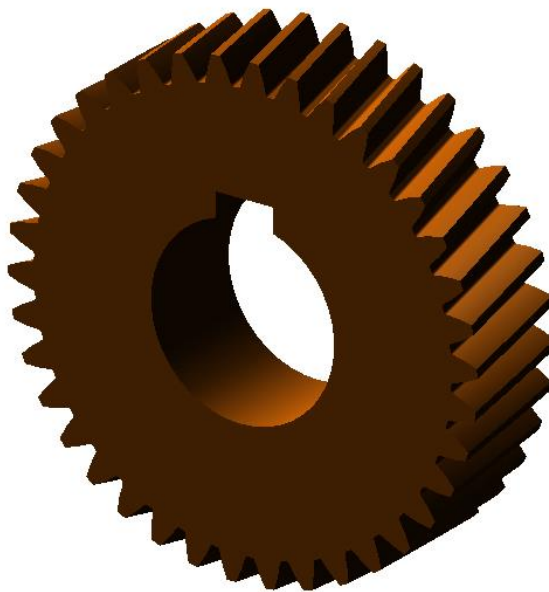
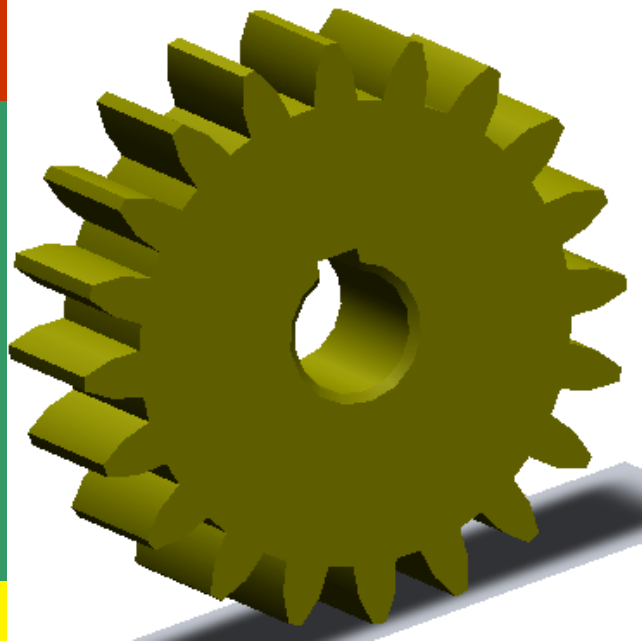


ng kính lớn đượ
g.



II. KẾT CẤU BÁNH RĂNG

2. Kết cấu bánh răng



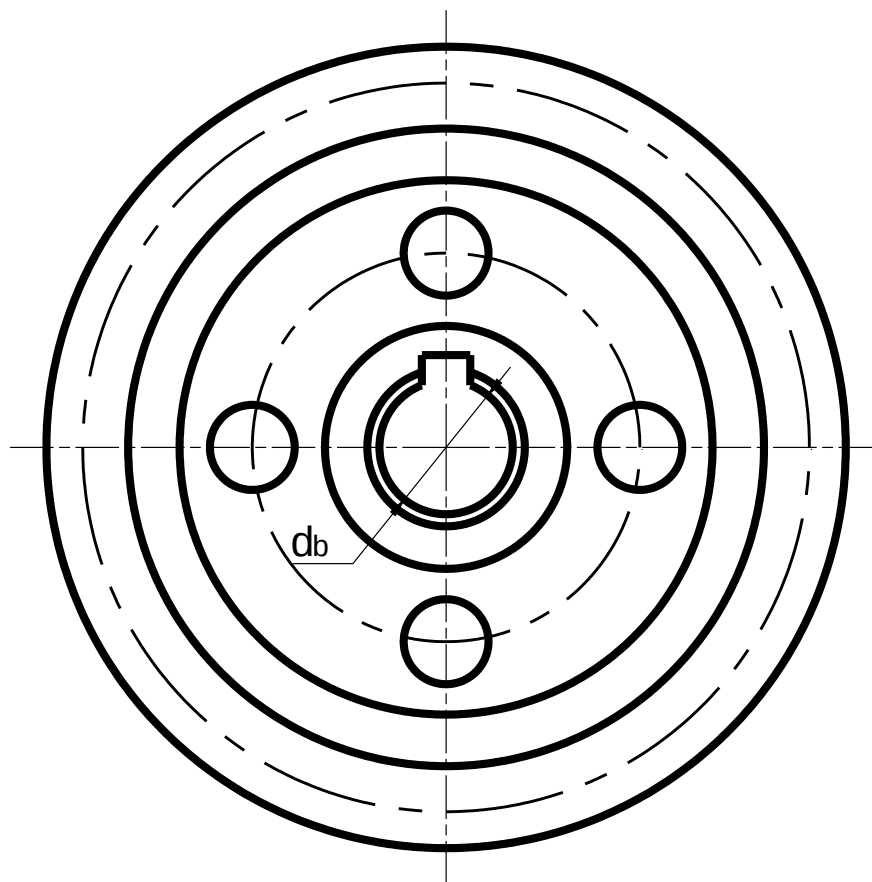
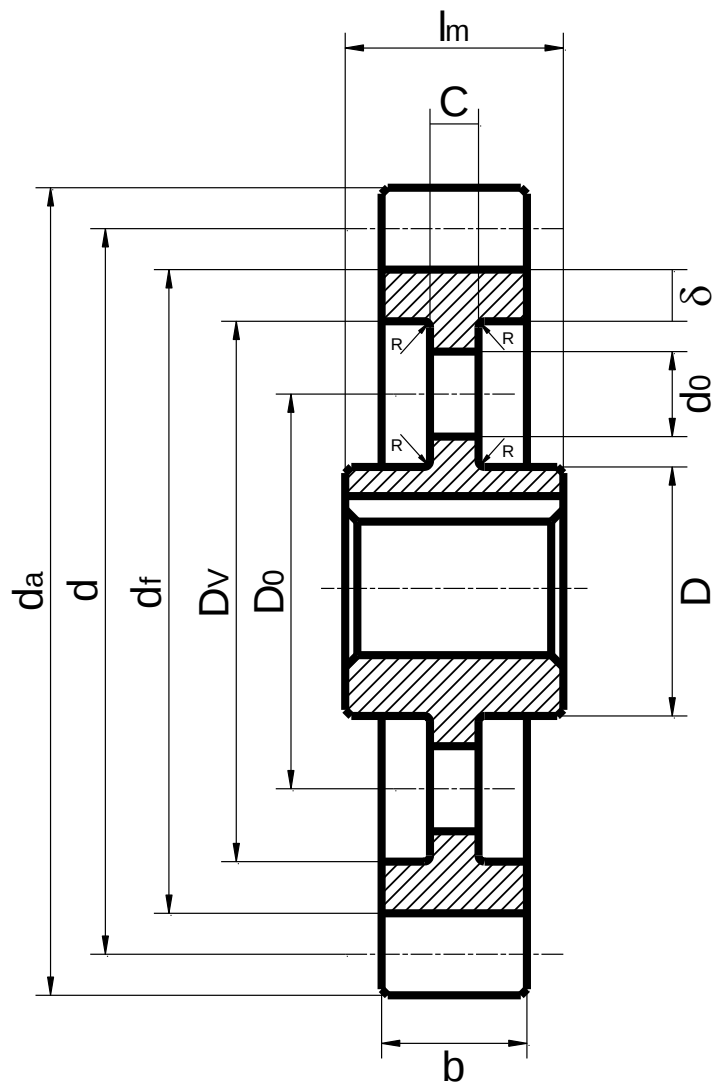
II. KẾT CẤU BÁNH RĂNG

2. Kết cấu bánh răng



II. KẾT CẤU BÁNH RĂNG

2. Kết cấu bánh răng



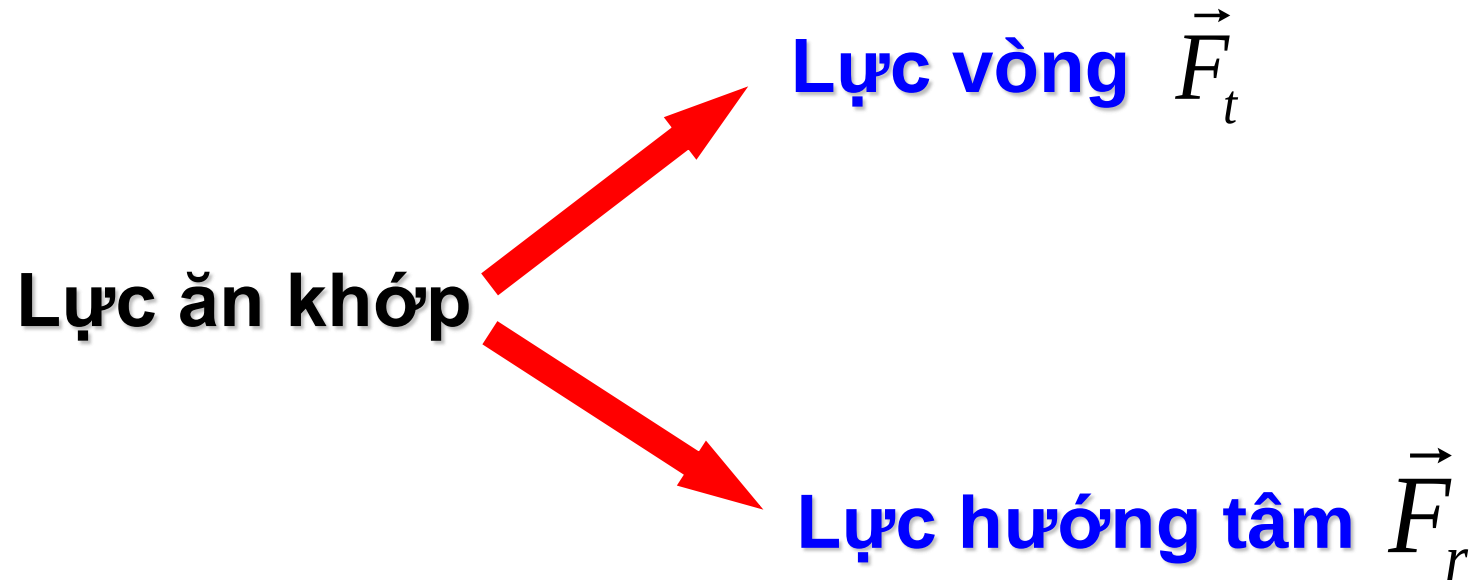
II. KẾT CẤU BÁNH RĂNG

2. Kết cấu bánh răng

$l_m=(0,8\div 1,8)d_b$	Chiều dài mayo
$C=(0,2\div 0,3)b$	(Không nhỏ hơn $8\div 10mm$)
$\delta=(2,5\div 4)m$	
$d_o=(12\div 25)mm$	
$D_o=0,5(D+D_v)$	
$D=(1,5\div 1,8)d_b$	Đường kính ngoài của mayo
$R=0,125h$	Bán kính góc lượn

III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

1. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng thẳng



III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

1. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng thẳng

➤ Lực vòng

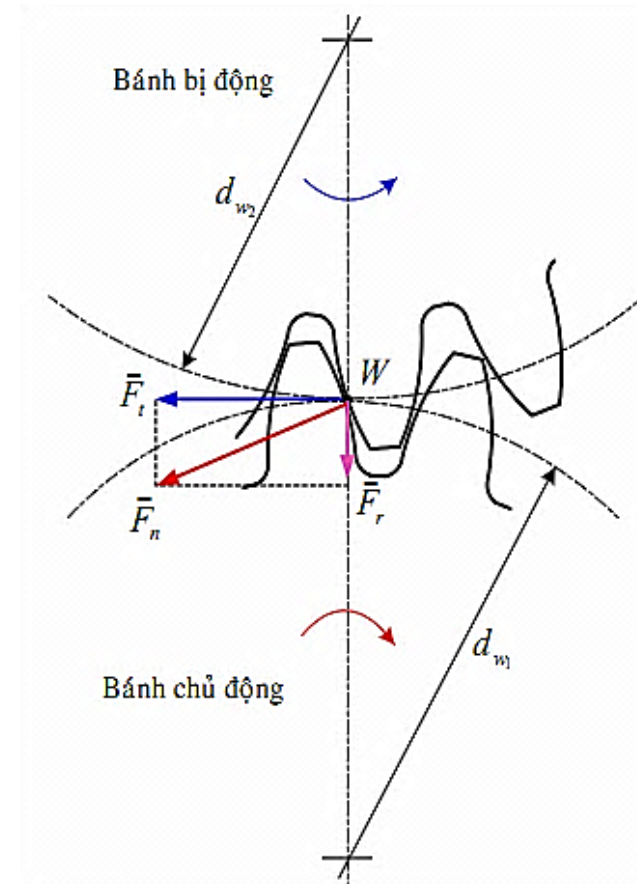
$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}$$

➤ Lực hướng tâm

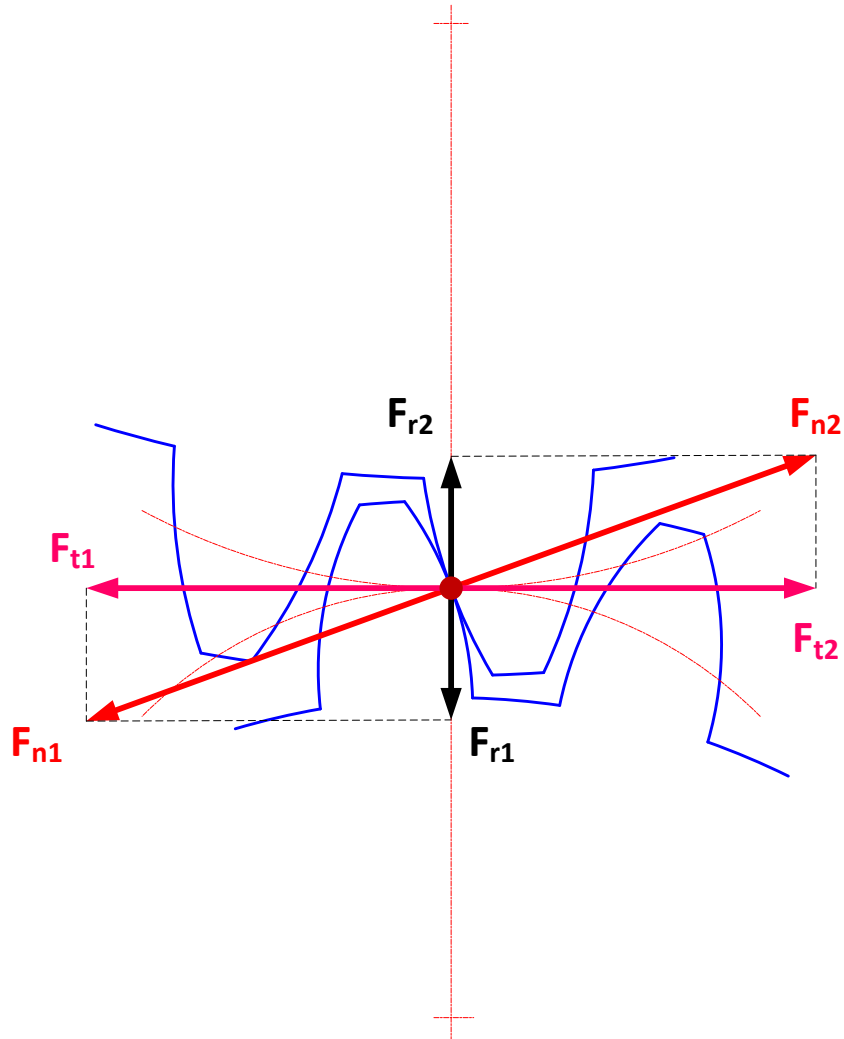
$$F_r = F_t \tan \alpha$$

➤ Lực ăn khớp

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha}$$

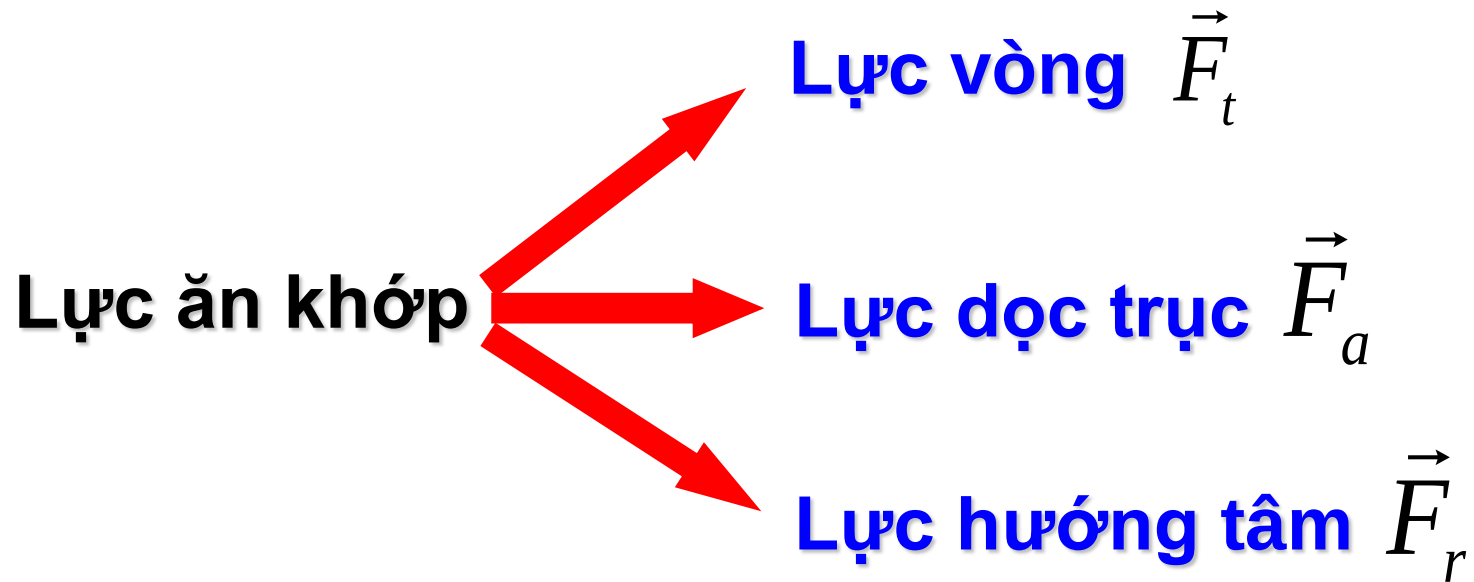


Trong đó T_1 moment xoắn trên trục bánh răng chủ động, d_1 đường kính vòng chia bánh răng chủ động, $\alpha = 20^\circ$ góc ăn khớp.



III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



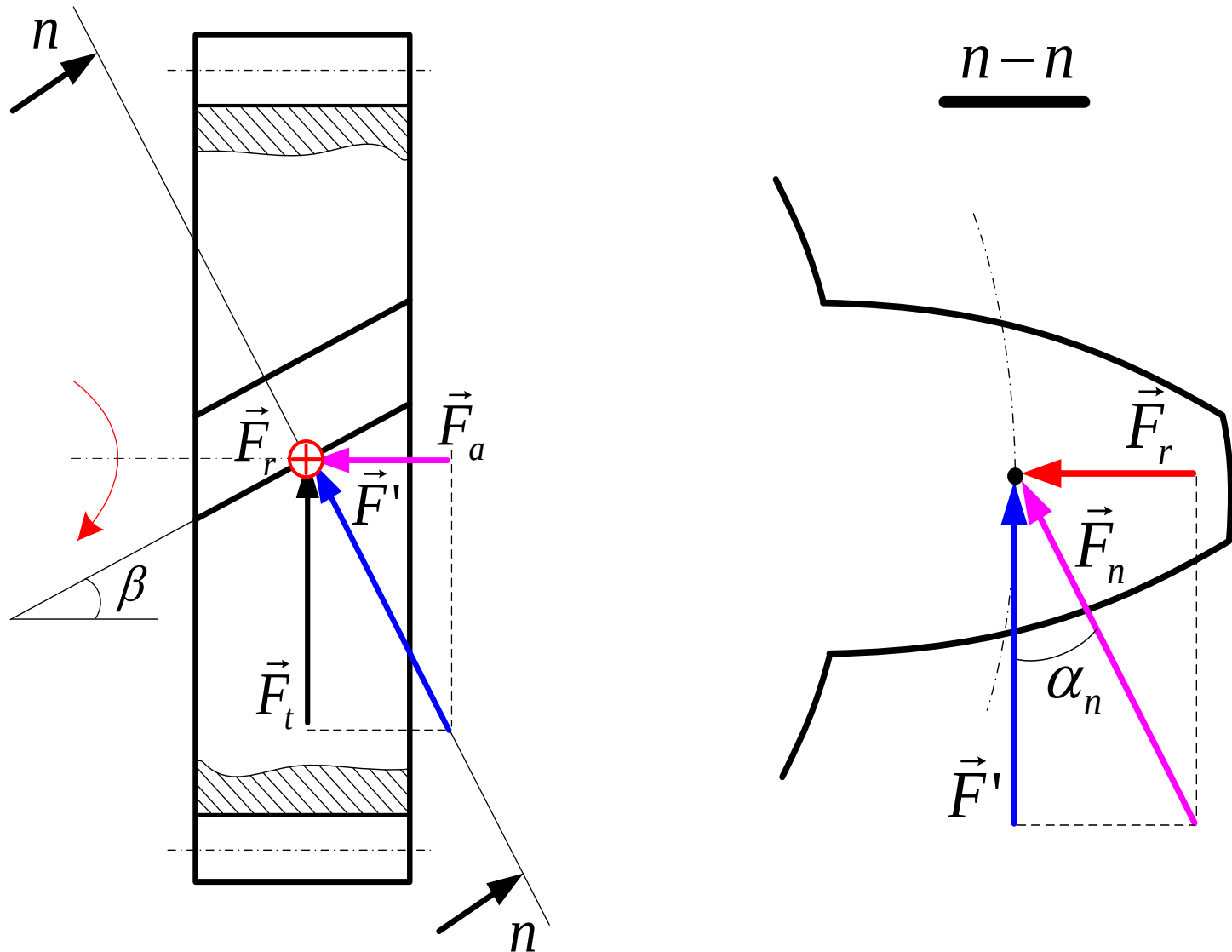
III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

QUI TẮC XÁC ĐỊNH CHIỀU CỦA LỰC ĂN KHỚP

- **Chiều của lực vòng F_t :**
 - Trên bánh chủ động: ngược chiều chuyển động
 - Trên bánh bị động : cùng chiều chuyển động
- **Chiều của lực hướng tâm F_r :** luôn hướng vào đường tâm trục
- **Chiều của lực dọc trục F_a :**
 - Trên bánh chủ động: luôn hướng vào mặt răng làm việc
 - Trên bánh bị động: có chiều ngược lại so với chiều của lực dọc trục trên bánh chủ động.

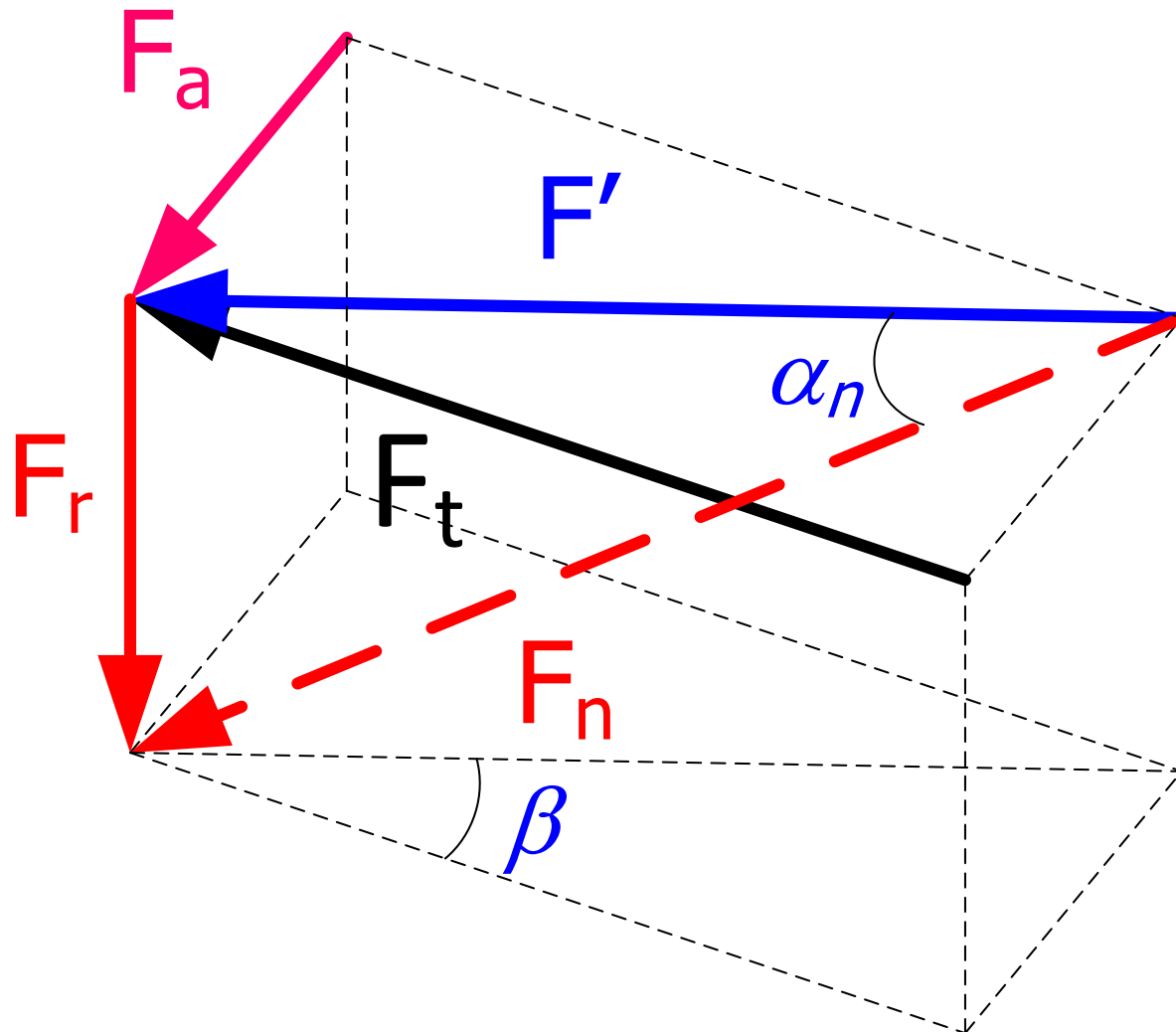
III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng

➤ Lực vòng:

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}$$

➤ Lực dọc trục:

$$F_a = F_t \cdot \tan \beta$$

➤ Lực hướng tâm:

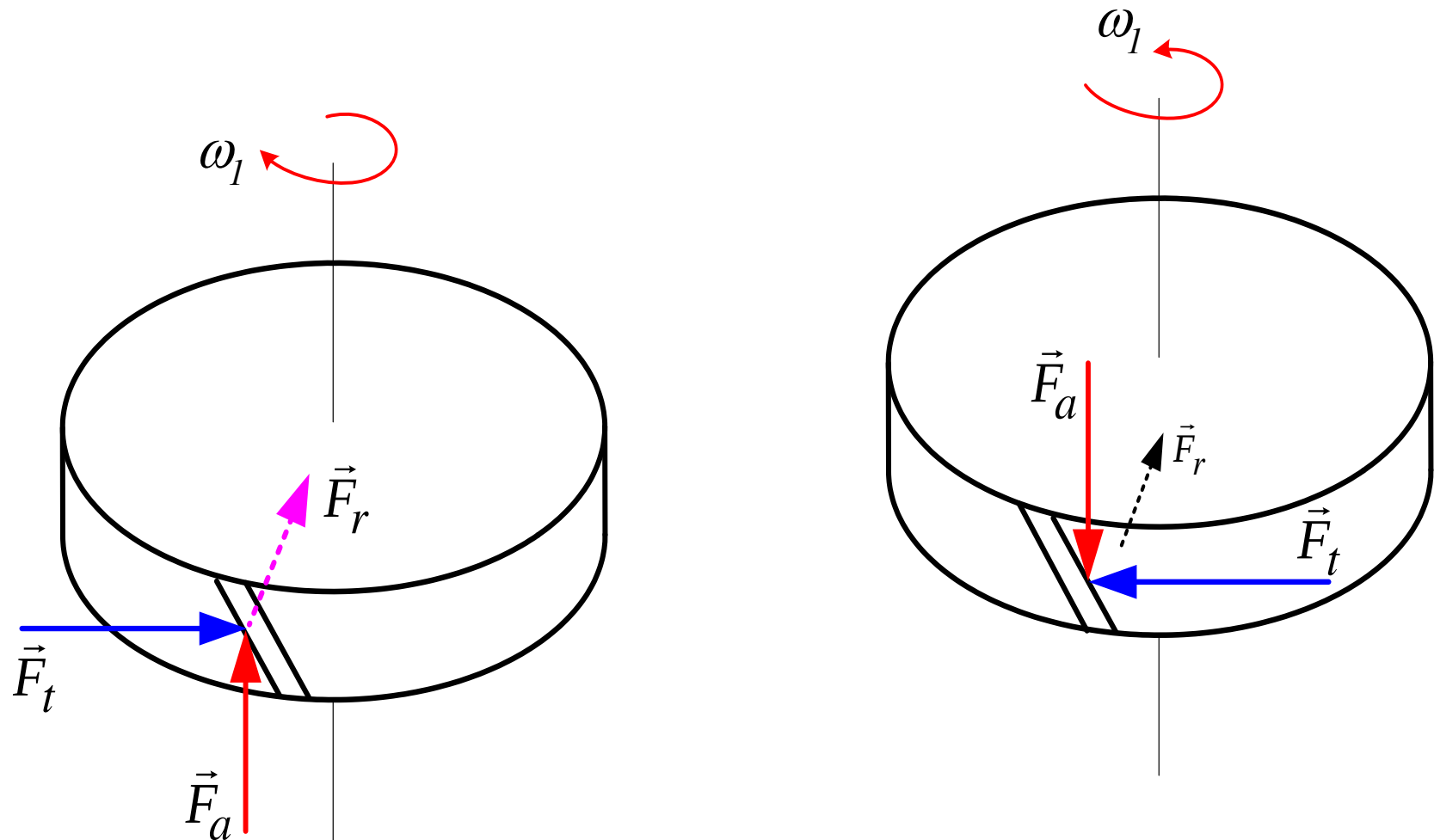
$$F_r = \frac{F_t \cdot \tan \alpha_n}{\cos \beta}$$

➤ Lực ăn khớp:

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \beta \cdot \cos \alpha_n}$$

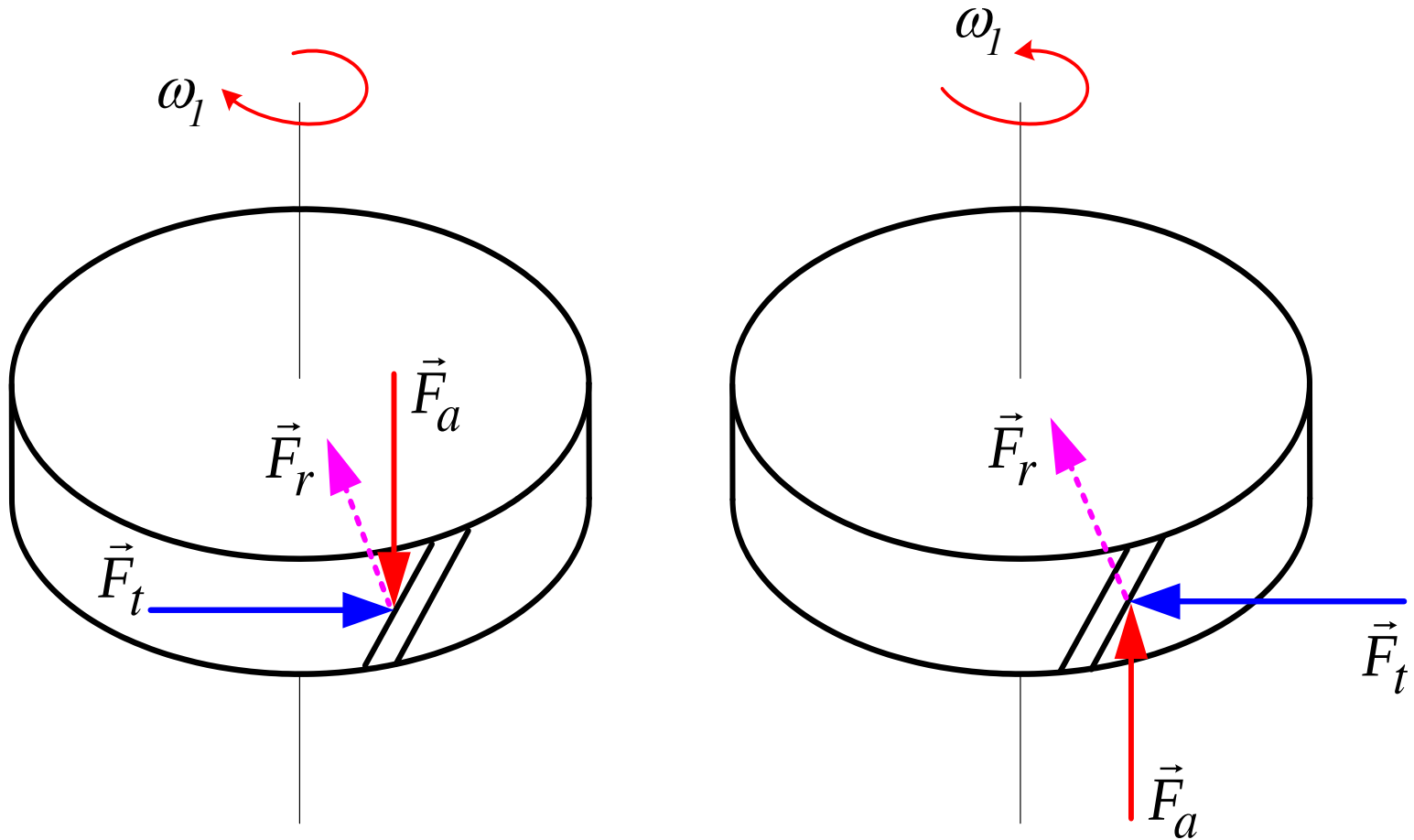
III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



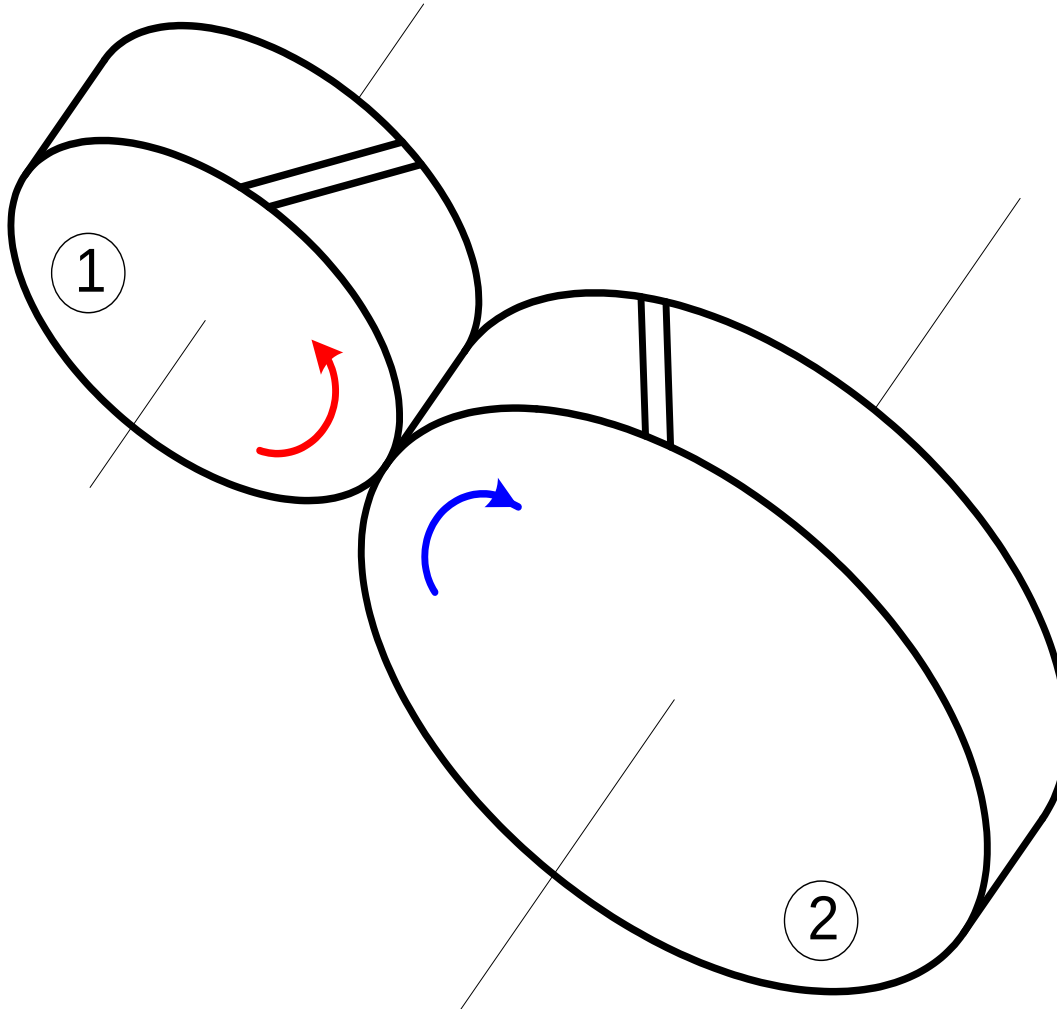
III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



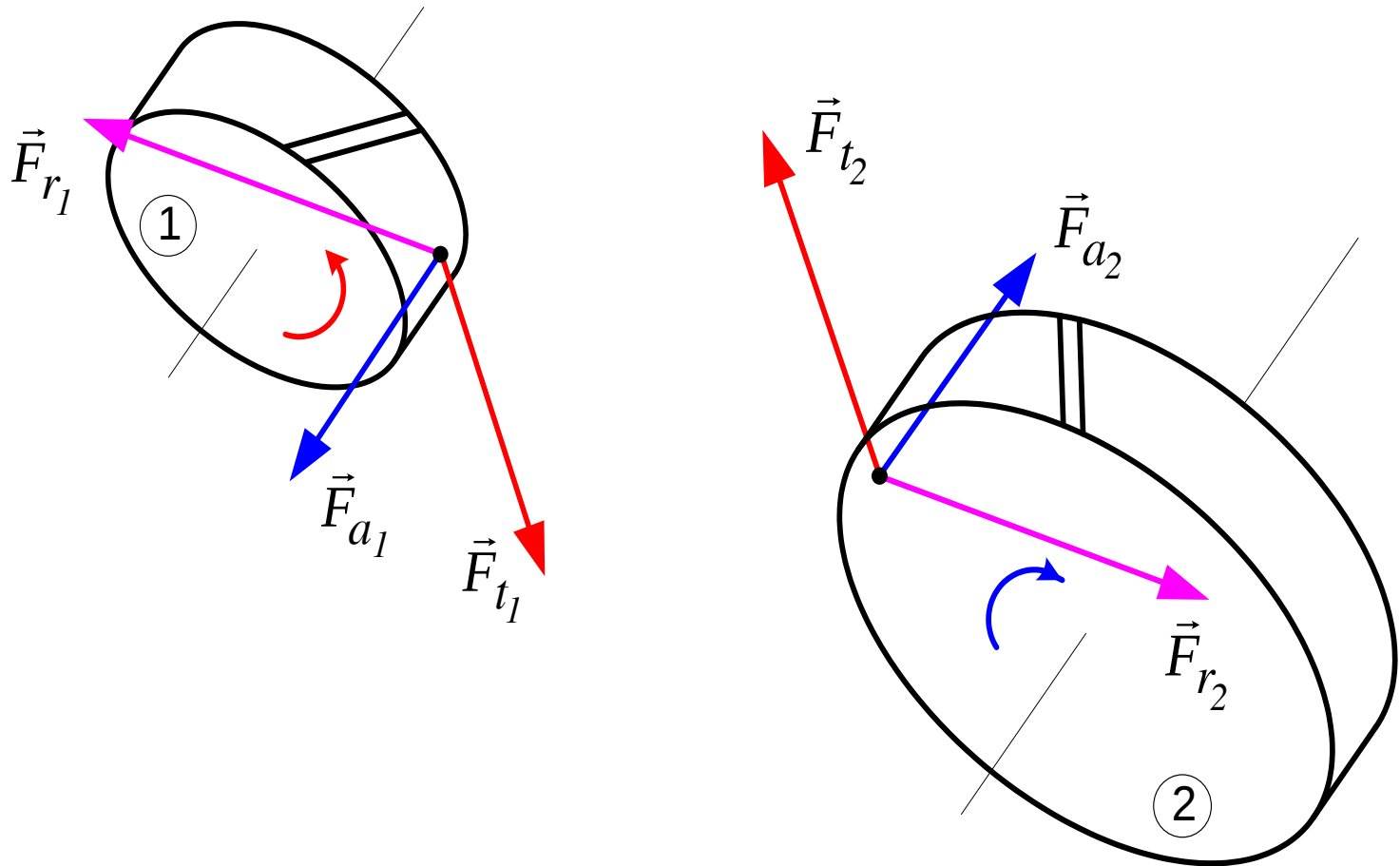
III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



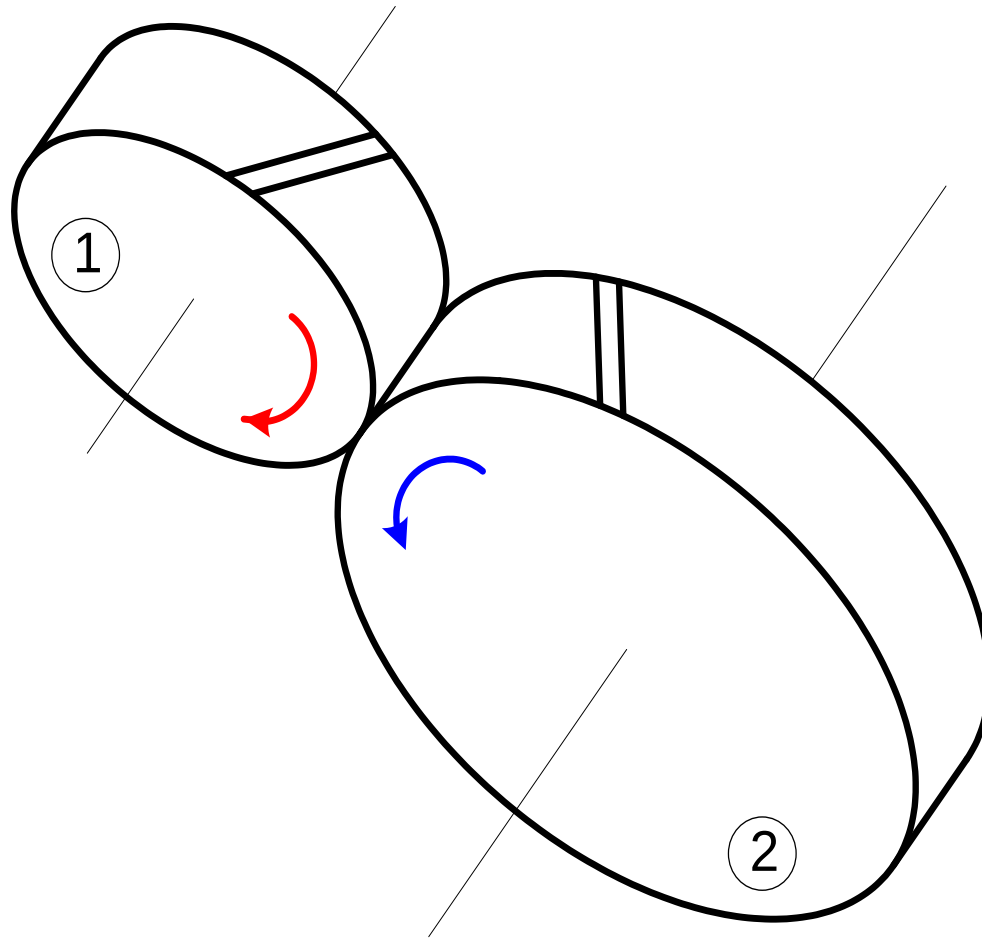
III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



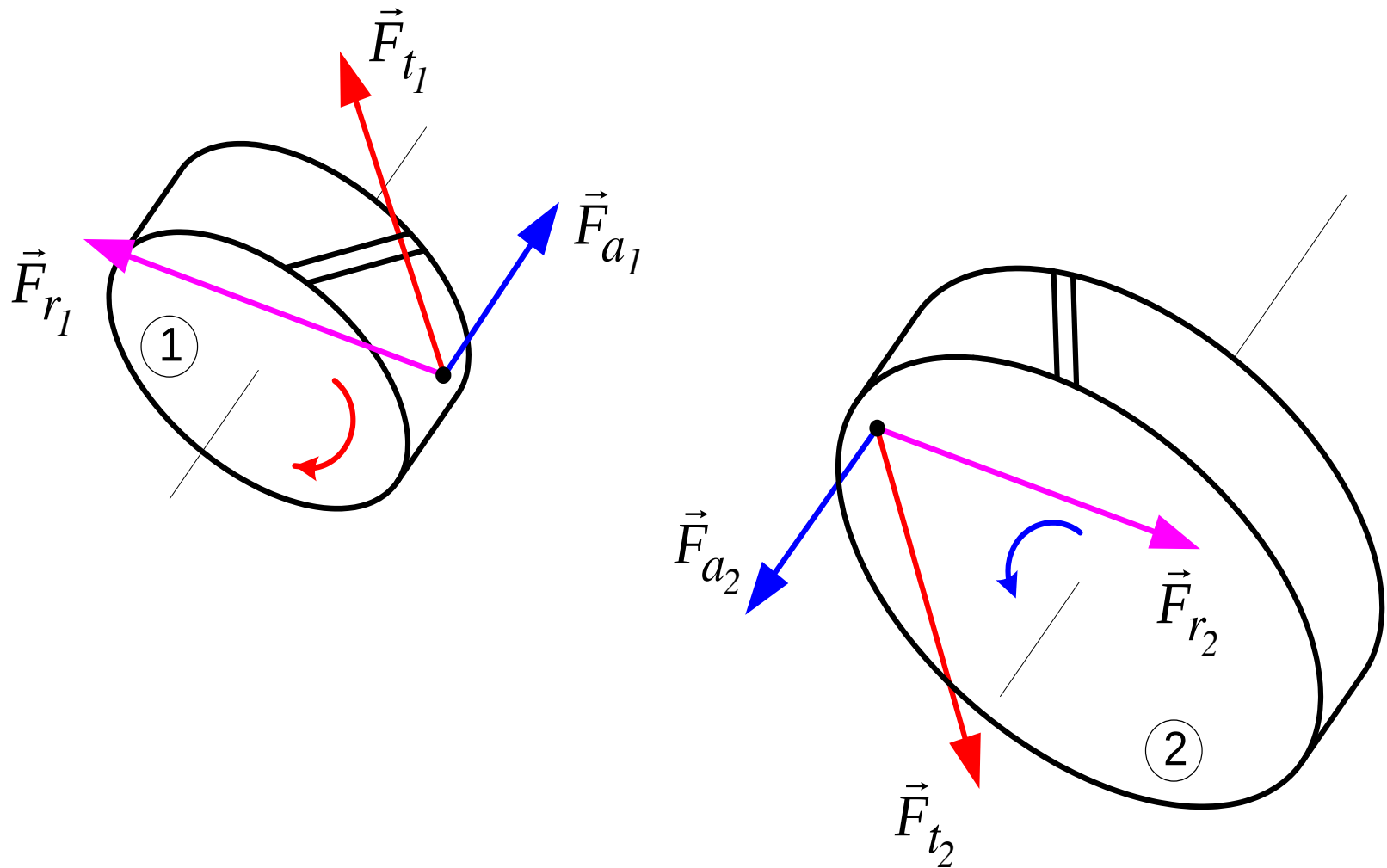
III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

2. Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng



III. PHÂN TÍCH LỰC ĂN KHỚP

3. Tải trọng tính

Sinh viên tự đọc tài liệu

IV. VẬT LIỆU VÀ ỨNG SUẤT CHO PHÉP

1. Vật liệu và nhiệt luyện bánh răng

- Yêu cầu: độ bền cao, độ cứng cao, rẻ tiền
- Vật liệu: thường chọn thép (cacbon hoặc hợp kim), gang và vật liệu phi kim loại.
- Nhiệt luyện: Thường hóa, tôi cải thiện ($HB \leq 350$)
Tôi thể tích, tôi bề mặt, thấm than, nitơ ($HB > 350$)
- Đặc điểm:
 - $HB \leq 350$ cắt gọt sau nhiệt luyện nên không cần gia công tinh lại. Để chạy mòn tốt thì $H_1 > H_2 + (10 \div 15)HB$
 - $HB > 350$ nhiệt luyện sau cắt gọt nên cần gia công tinh lại

IV. VẬT LIỆU VÀ ỨNG SUẤT CHO PHÉP

2. Ứng suất cho phép

(Sinh viên tự đọc tài liệu)

V. CÁC DẠNG HỎNG VÀ CHỈ TIÊU TÍNH

1. Các dạng hỏng

- Gãy răng.
- Tróc vôi môi bề mặt.
- Mòn răng.
- Dính răng.
- Biến dạng dẻo bề mặt.
- Bong bề mặt răng.



V. CÁC DẠNG HỎNG VÀ CHỈ TIÊU TÍNH

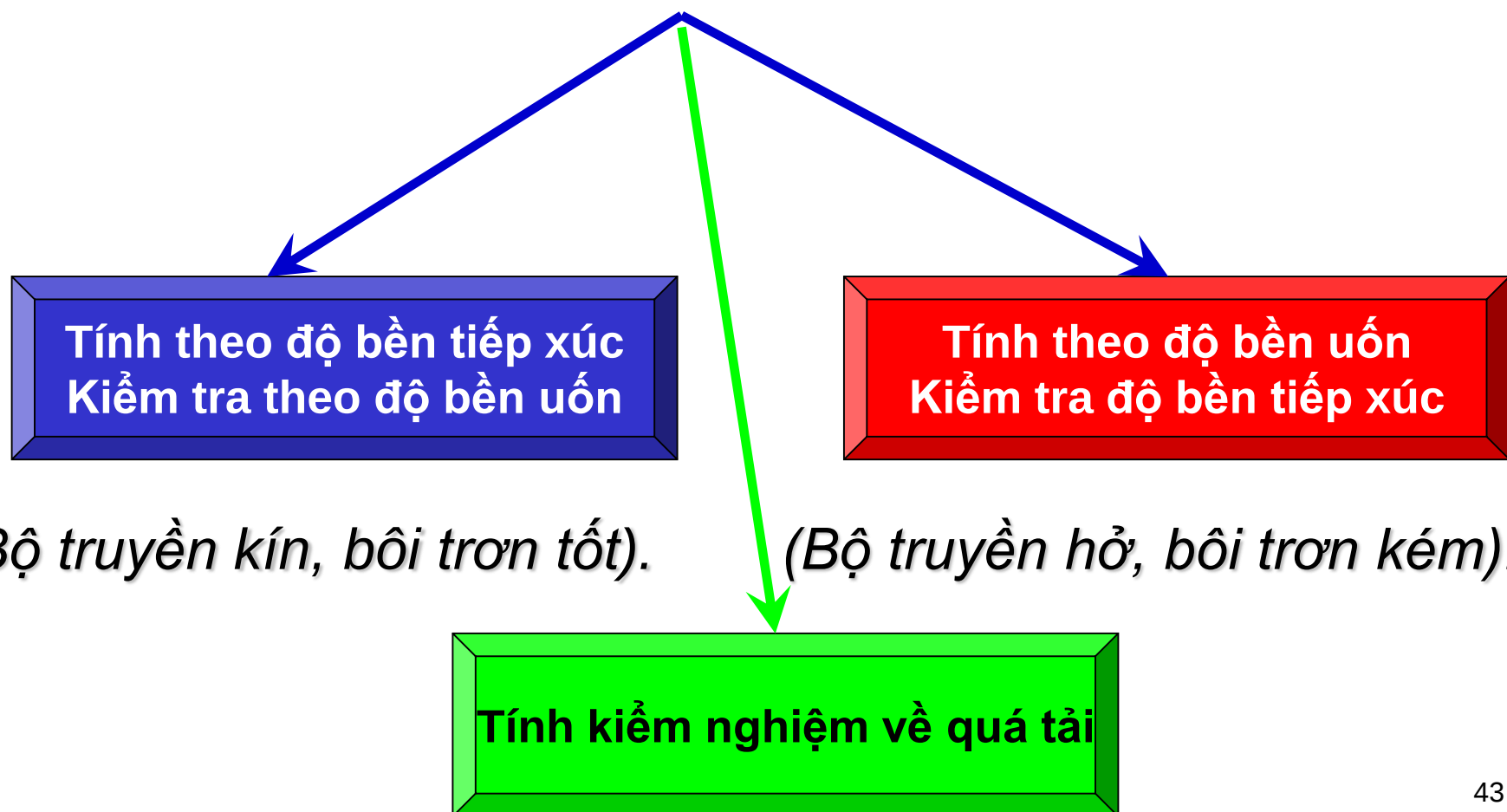
1. Các dạng hỏng

- **Gãy răng:** do ứng suất uốn.
- **Tróc vùi mòn bề mặt răng:** do ứng suất tiếp xúc và ma sát trên bề mặt răng.
- **Mòn răng:** xảy ra ở các bộ truyền hở, bôi trơn kém.
- **Dính răng:** xảy ra ở các bộ truyền chịu tải trọng lớn làm việc với vận tốc cao.
- **Biến dạng dẻo bề mặt răng:** xảy ra ở bộ truyền chế tạo từ thép mềm, chịu tải trọng lớn và vận tốc thấp.
- **Bong bề mặt răng:** xảy ra ở bộ truyền được tăng bền bề mặt.

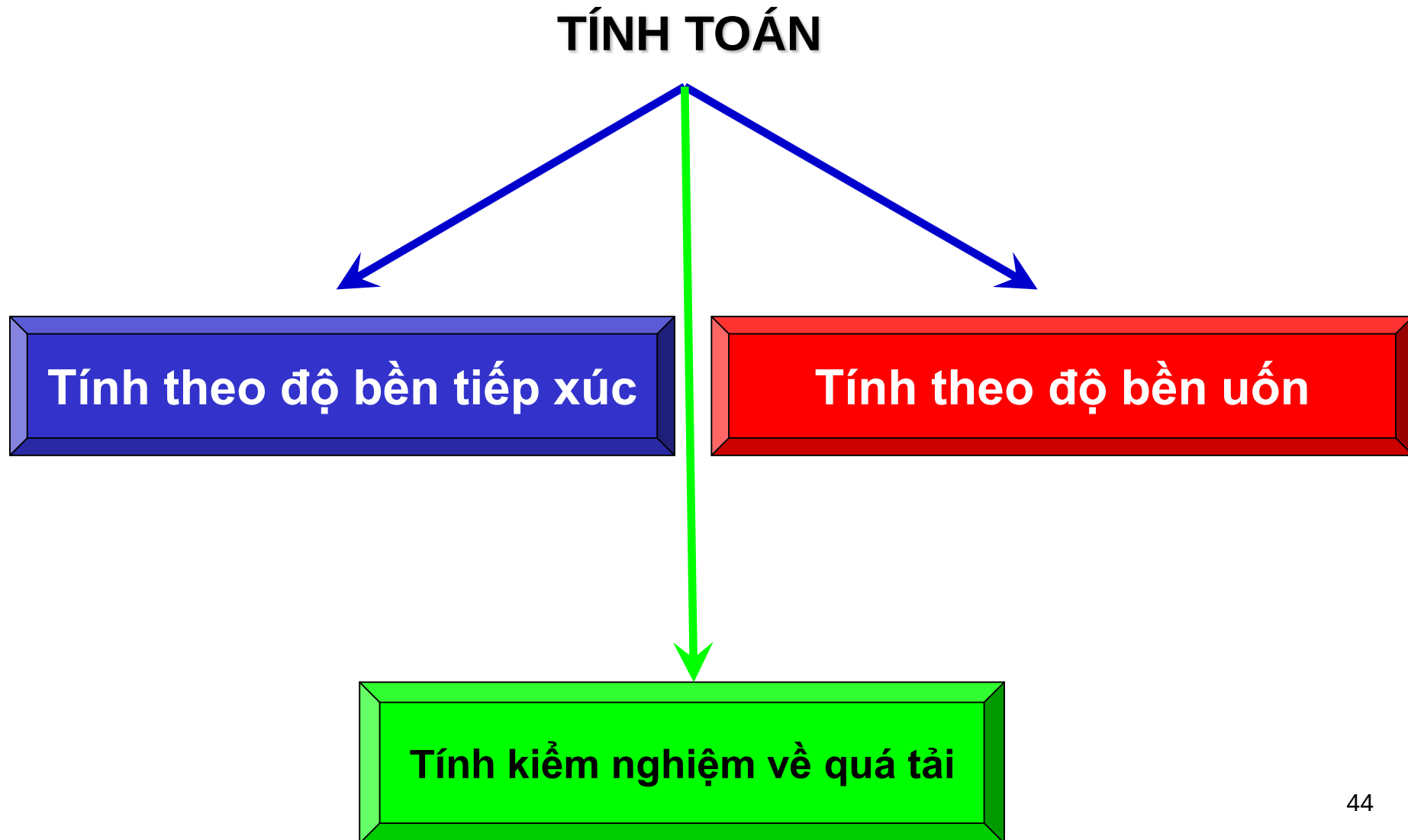
V. CÁC DẠNG HỒNG VÀ CHỈ TIÊU TÍNH

2. Chỉ tiêu tính

CHỈ TIÊU TÍNH

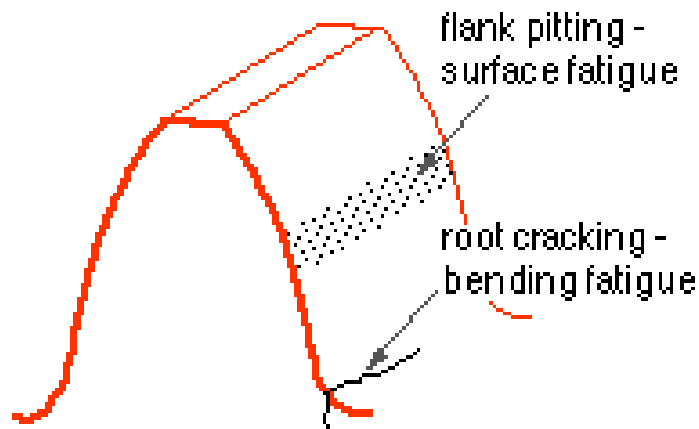


VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG



VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

1. Tính theo độ bền tiếp xúc



VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

1. Tính theo độ bền tiếp xúc

➤ Điều kiện bền:

$$\sigma_H \leq [\sigma_H]$$

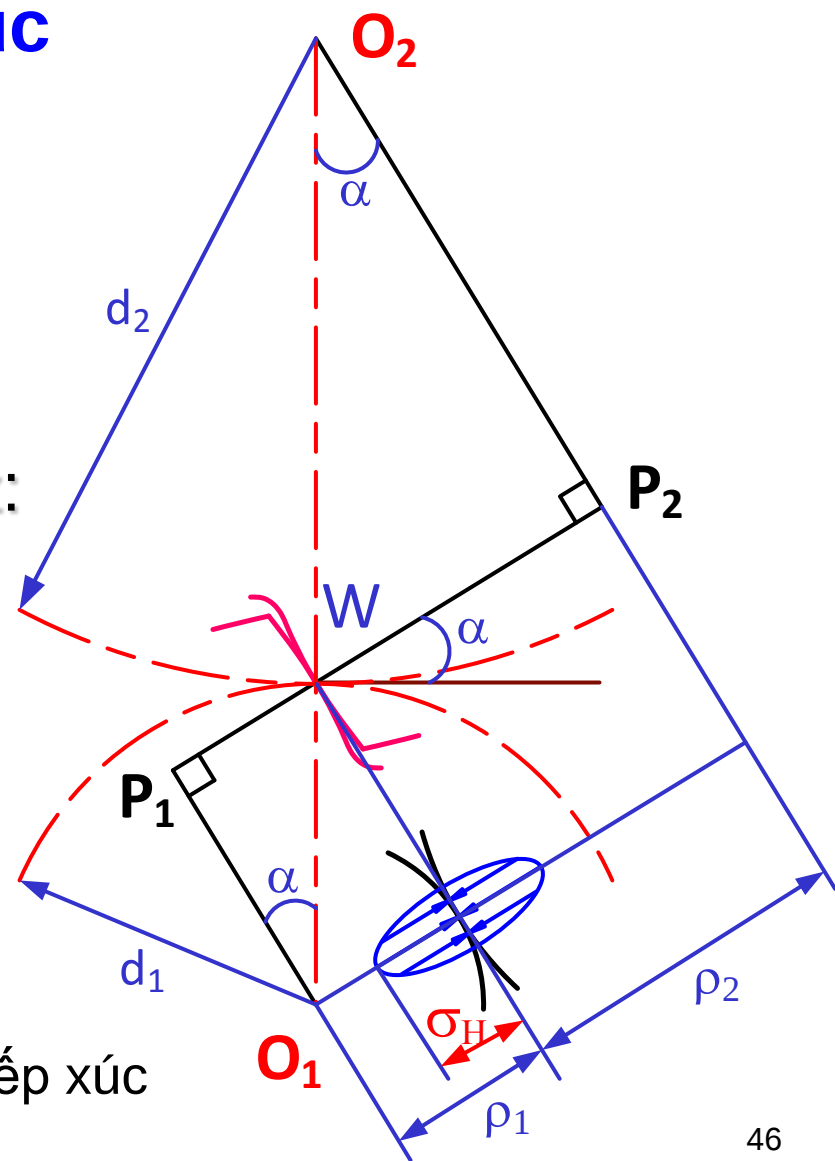
➤ Ứng suất tiếp xúc theo Hetz:

$$\sigma_H = Z_M \sqrt{\frac{q_n}{2\rho}}$$

q_n - cường độ tải trọng pháp tuyến

ρ - bán kính cong tương đương bề mặt tiếp xúc

Z_M - hệ số xét đến cơ tính vật liệu



VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

1. Tính theo độ bền tiếp xúc

$$\sigma_H = \frac{Z_M Z_H Z_\varepsilon}{d_1} \sqrt{\frac{2 T_1 K_H (u \pm 1)}{b u}} \leq [\sigma_H]$$



$$d_1 = K_d \sqrt[3]{\frac{T_1 K_H (u \pm 1)}{\psi_{bd} [\sigma_H]^2 u}}$$



$$d_1 = 75,6 \sqrt[3]{\frac{T_1 K_H (u \pm 1)}{\psi_{bd} [\sigma_H]^2 u}}$$

Z_M Hệ số xét đến cơ tính của vật liệu

Z_H Hệ số ảnh hưởng hình dạng của bề mặt tiếp xúc.

Z_ε Hệ số ảnh hưởng đến tổng chiều dài tiếp xúc.

K_H Hệ số tải trọng tính

VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

1. Tính theo độ bền tiếp xúc

Tính thiết kế

$$a = 50(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_1 K_H}{\psi_{ba} [\sigma_H]^2 u}}$$

$\psi_{ba} = \frac{b}{a}$ - hệ số chiều rộng vành răng.

Giá trị ψ_{ba} cho theo dãy tiêu chuẩn: 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63...

Giá trị khoảng cách trục a theo tiêu chuẩn:

$\oplus$	Dãy 1	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	...
	Dãy 2	140	180	225	280	355	450	...					

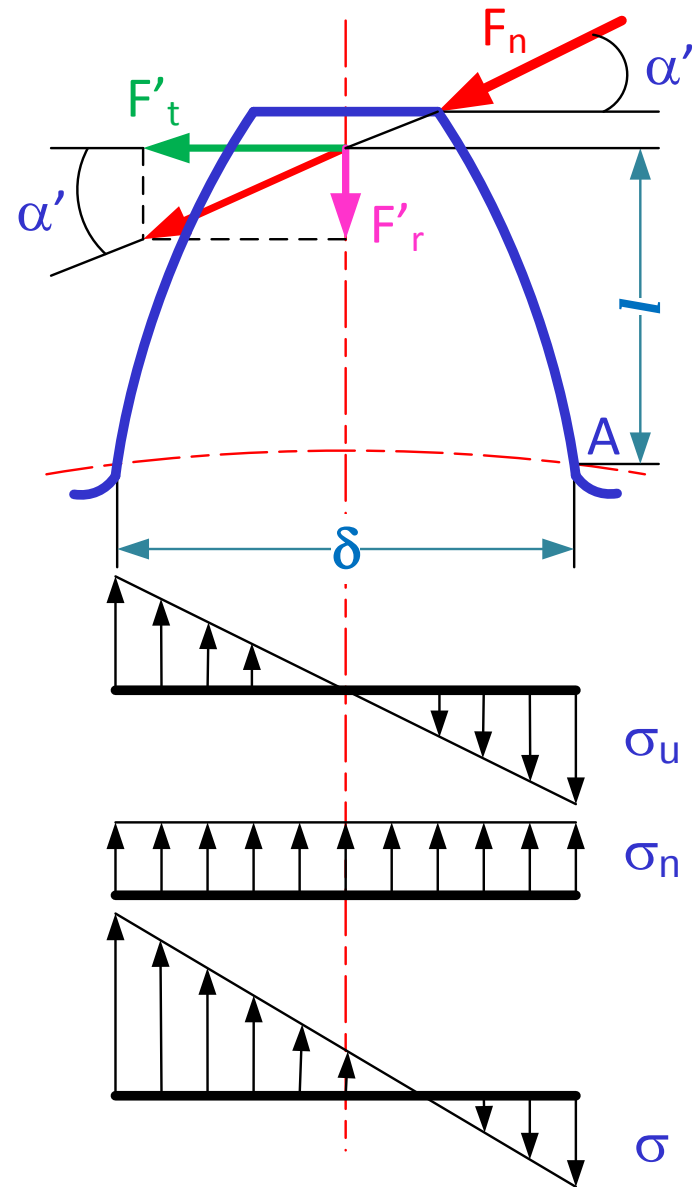
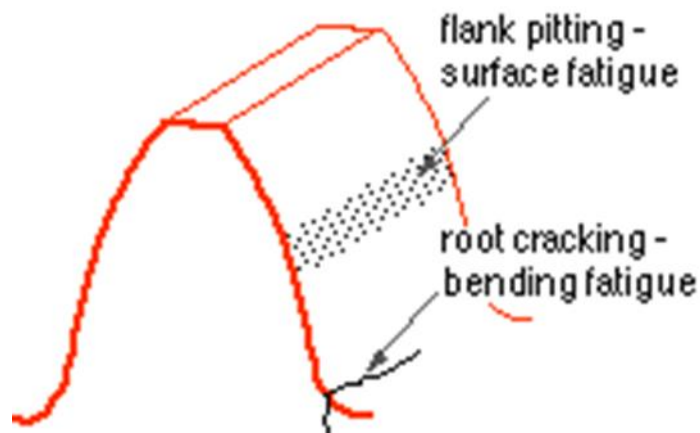
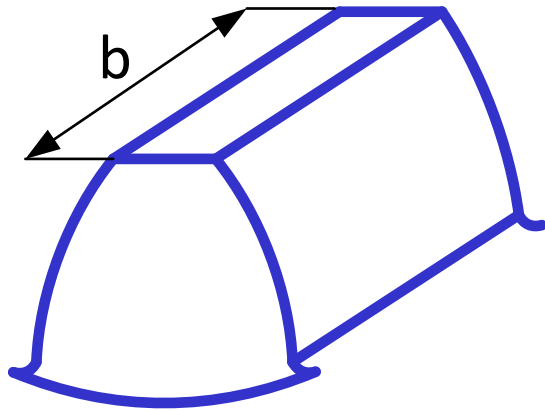
Từ giá trị khoảng cách trục tìm được, ta tính modul và làm tròn theo dãy tiêu chuẩn với công thức tính $m = (0,01 \div 0,02)a$.

Số răng trên hai bánh răng:

$$z_1 = \frac{2a}{m(u+1)}; \quad z_2 = uz_1$$

VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

2. Tính theo độ bền uốn



VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

2. Tính theo độ bền uốn

➤ Công thức kiểm nghiệm độ bền uốn:

$$\sigma_F = \frac{Y_F F_t K_F}{bm} \leq [\sigma_F] \quad \psi_{bm} = \frac{b}{m} \quad F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2T_1}{mz_1}$$

➤ Công thức thiết kế bánh răng theo độ bền uốn:

$$m = \sqrt[3]{\frac{2T_1 K_F Y_F}{z_1 \psi_{bm} [\sigma_F]}} = \sqrt[3]{\frac{2T_1 K_F Y_F}{z_1^2 \psi_{bd} [\sigma_F]}}$$

Hệ số ψ_{bd} tra bảng

VI. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

▪ Bộ truyền che kín, bôi trơn tốt:

- Thiết kế theo σ_H :

$$a = 50(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_1 K_H}{\psi_{ba} [\sigma_H]^2 u}}$$

- Kiểm nghiệm theo σ_F :

$$\sigma_F \leq [\sigma_F]$$

▪ Bộ truyền hở, bôi trơn kém:

- Thiết kế theo σ_F :

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 T_1 K_F Y_F}{z_1 \psi_{bm} [\sigma_F]}} = \sqrt[3]{\frac{2 T_1 K_F Y_F}{z_1^2 \psi_{bd} [\sigma_F]}}$$

- Kiểm nghiệm theo σ_H :

$$\sigma_H \leq [\sigma_H]$$

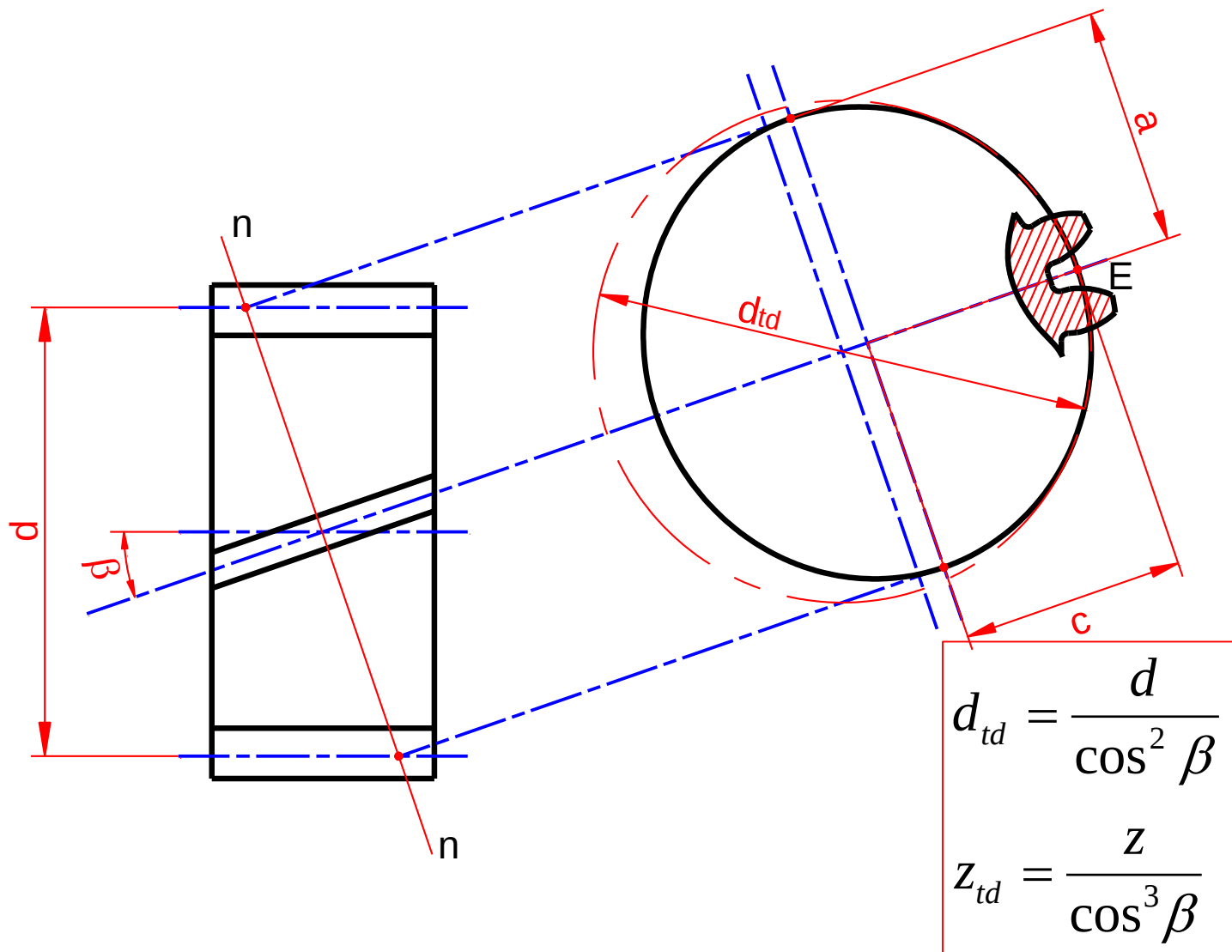
VII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

1. Các đặc điểm khi tính toán BTBR trụ răng nghiêng

- Ăn khớp êm và tải trọng động giảm.
- Cường độ tải trọng trên bánh răng nghiêng nhỏ hơn trên bánh răng thẳng.
- Thay thế bánh răng nghiêng bằng bánh răng trụ răng thẳng tương đương.
- Đường tiếp xúc nằm chệch trên mặt răng.

VII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

1. Các đặc điểm khi tính toán BTBR trụ răng nghiêng



VII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

2. Tính theo độ bền tiếp xúc

Sử dụng các công thức tính toán BTBR trụ răng thẳng, nhưng thay các thông số của BR tương đương vào.

➤ Công thức kiểm tra bền:

$$\sigma_H = \frac{Z_M Z_H Z_\varepsilon}{d_1} \sqrt{\frac{2T_1 K_H (u \pm 1)}{bu}} \leq [\sigma_H]$$

VII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

2. Tính theo độ bền tiếp xúc

➤ Công thức thiết kế:

$$a = 43(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_1 K_H}{\psi_{ba} [\sigma_H]^2 u}}$$

Lưu ý: Modul m_n chọn theo tiêu chuẩn

Bánh răng nghiêng: $8^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$

Bánh răng chữ V: $30^\circ \leq \beta \leq 40^\circ$

VII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

3. Tính theo độ bền uốn

Sử dụng các công thức tính toán BTBR trụ răng thẳng, nhưng thay các thông số của BR tương đương vào.

➤ Công thức kiểm tra bền:

$$\sigma_F = \frac{Y_F F_t K_F Y_\varepsilon Y_\beta}{b m_n} \leq [\sigma_F]$$

$Y_\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_\alpha}$ - hệ số xét đến ảnh hưởng của trùng khớp ngang,

$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^0}{140^0}$ - hệ số xét đến ảnh hưởng của góc nghiêng răng đến độ bền uốn.

$Y_F = 3,47 + \frac{13,2}{z_{td}} - \frac{2,79x}{z_{td}} + 0,092x^2$ - hệ số dạng răng theo số răng tương đương.

VII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

3. Tính theo độ bền uốn

Sử dụng các công thức tính toán BTBR trụ răng thẳng, nhưng thay các thông số của BR tương đương vào.

➤ Công thức thiết kế

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 T_1 K_F Y_F Y_\varepsilon Y_\beta}{z_1 \psi_{bm} [\sigma_F]}} = \sqrt[3]{\frac{2 T_1 K_F Y_F Y_\varepsilon Y_\beta}{z_1^2 \psi_{bd} [\sigma_F]}}$$

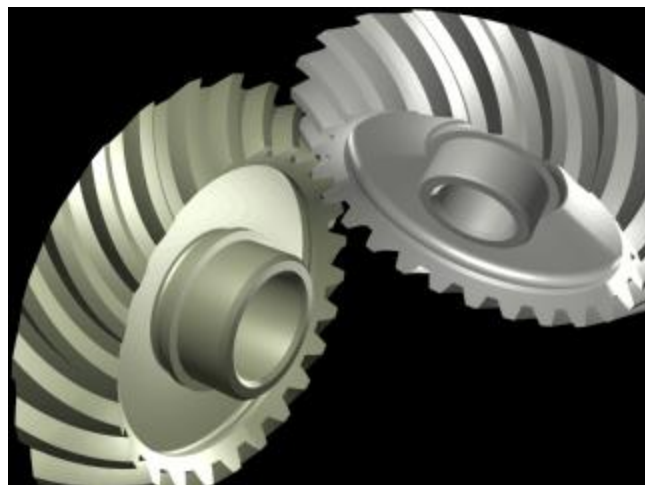
Hệ số chiều rộng vành răng $\psi_{bm}=15\div 40$ đối với bánh răng nghiêng

$\psi_{bm}=30\div 60$ đối với bánh răng chữ V

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

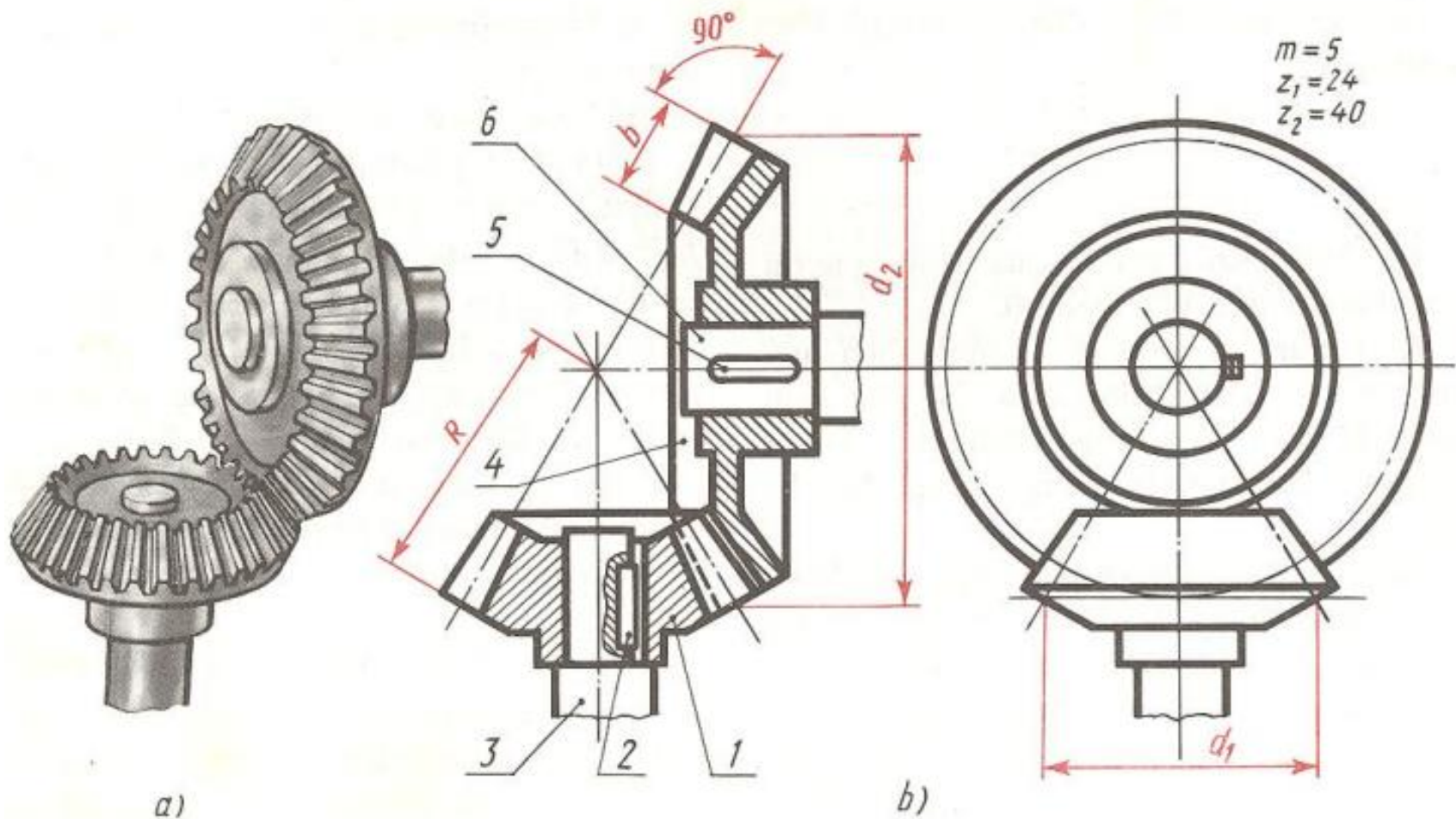
1. Khái niệm chung

- Dùng để truyền chuyển động giữa hai trục giao nhau.
- Phân loại: **răng thẳng**, răng nghiêng, **răng cung tròn** và răng cong.
- Khả năng tải chỉ bằng 0,85 so với BTBR trụ răng thẳng



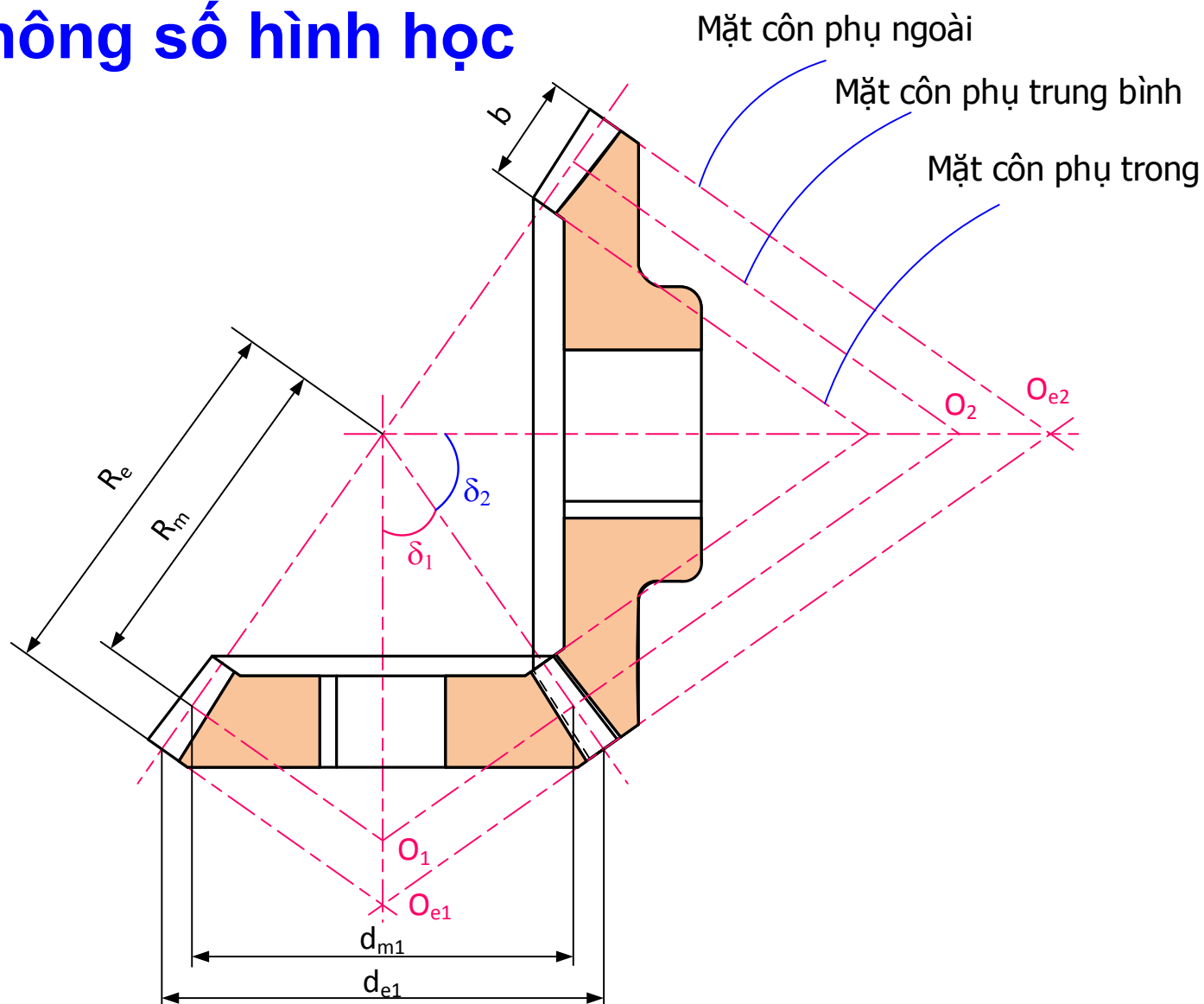
VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

2. Thông số hình học



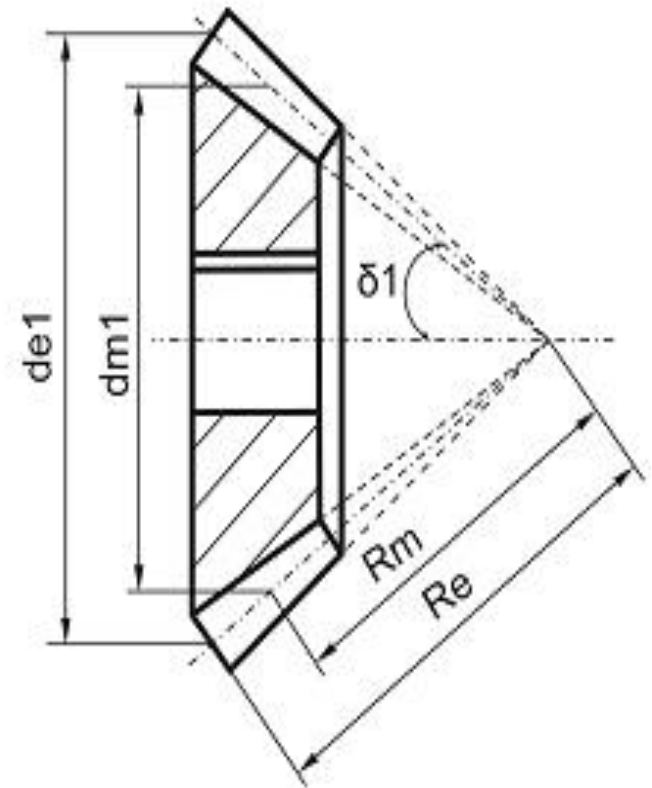
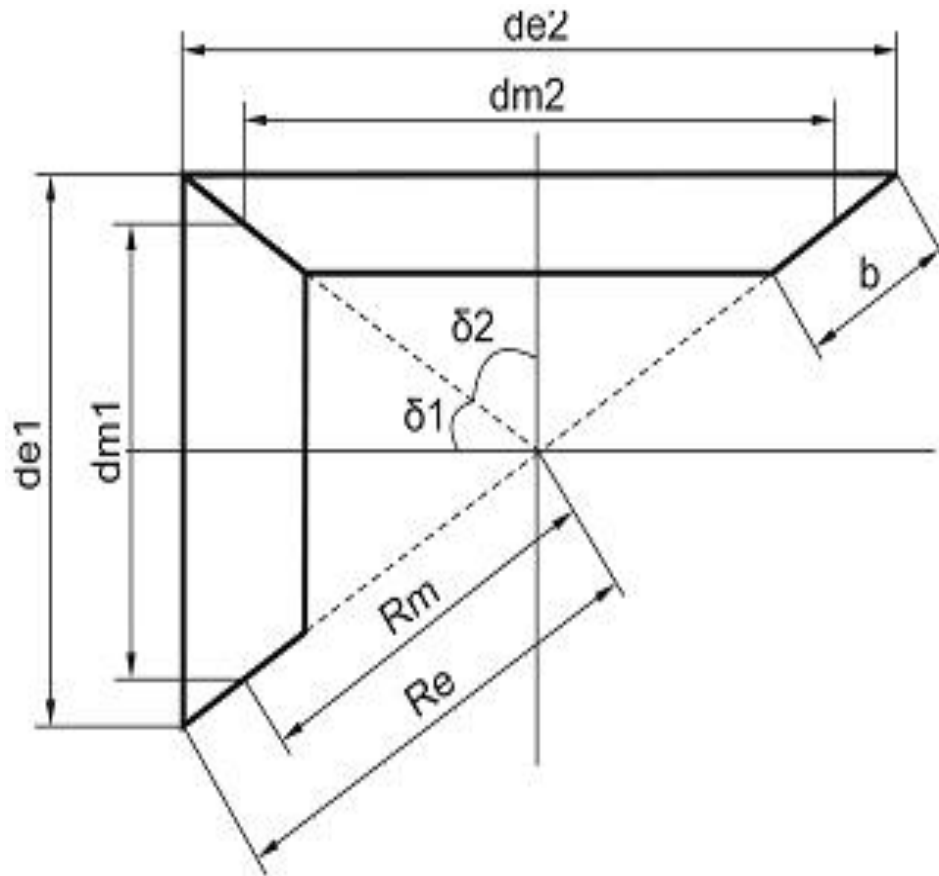
VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

2. Thông số hình học



VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

2. Thông số hình học



VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

2. Thông số hình học

- Modul trên mặt mút lớn m_e (chọn theo tiêu chuẩn)
- Đường kính vòng chia ngoài $d_e = m_e \cdot z$
- Môđun vòng chia trung bình m_m
- Đường kính vòng chia trung bình $d_m = m_m \cdot z$
- Chiều rộng vành răng b
- Chiều cao đỉnh răng $h_1 = m_e$
- Chiều cao chân răng $h_2 = 1,2m_e$

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

2. Thông số hình học

➤ Góc chia mặt côn

$$\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{d_{e1}}{d_{e2}} = \frac{m_e z_1}{m_e z_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{u}$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta_1} = \frac{z_2}{z_1} = u$$

➤ Chiều dài côn ngoài

$$R_e = \sqrt{\left(\frac{d_{e1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{d_{e2}}{2}\right)^2} = \frac{m_e}{2} \sqrt{(z_1)^2 + (z_2)^2}$$

VIII.TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

2. Thông số hình học

- Chiều dài côn trung bình

$$R_m = \frac{m_m}{2} \sqrt{(z_1)^2 + (z_2)^2}$$

- Hệ số chiều rộng vành răng

$$\psi_{be} = \frac{b}{R_e} = 0,26 \div 0,3$$

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

2. Thông số hình học

- Quan hệ giữa m_e và m_m , R_e và R_m

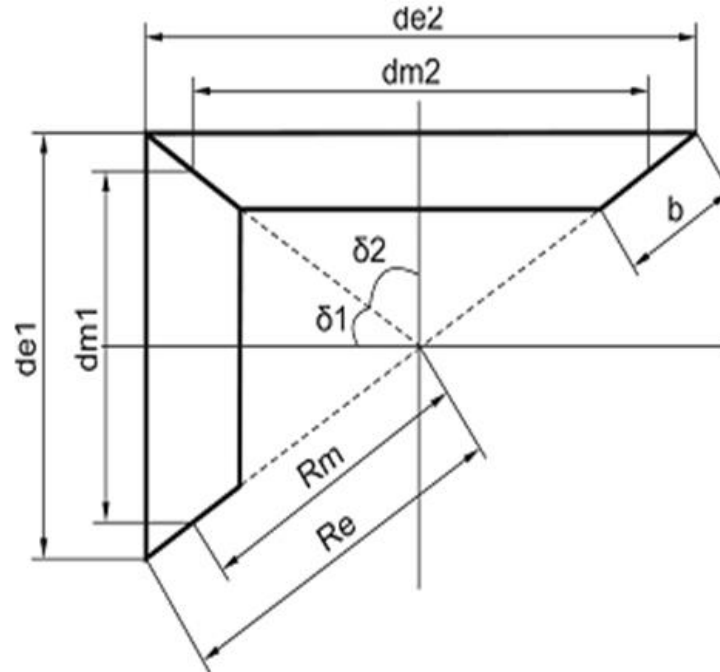
$$\begin{cases} m_m = m_e (1 - 0,5\psi_{be}) \\ R_m = R_e (1 - 0,5\psi_{be}) \end{cases}$$

- Đường kính vòng chia trung bình

$$d_m = d_e (1 - 0,5\psi_{be})$$

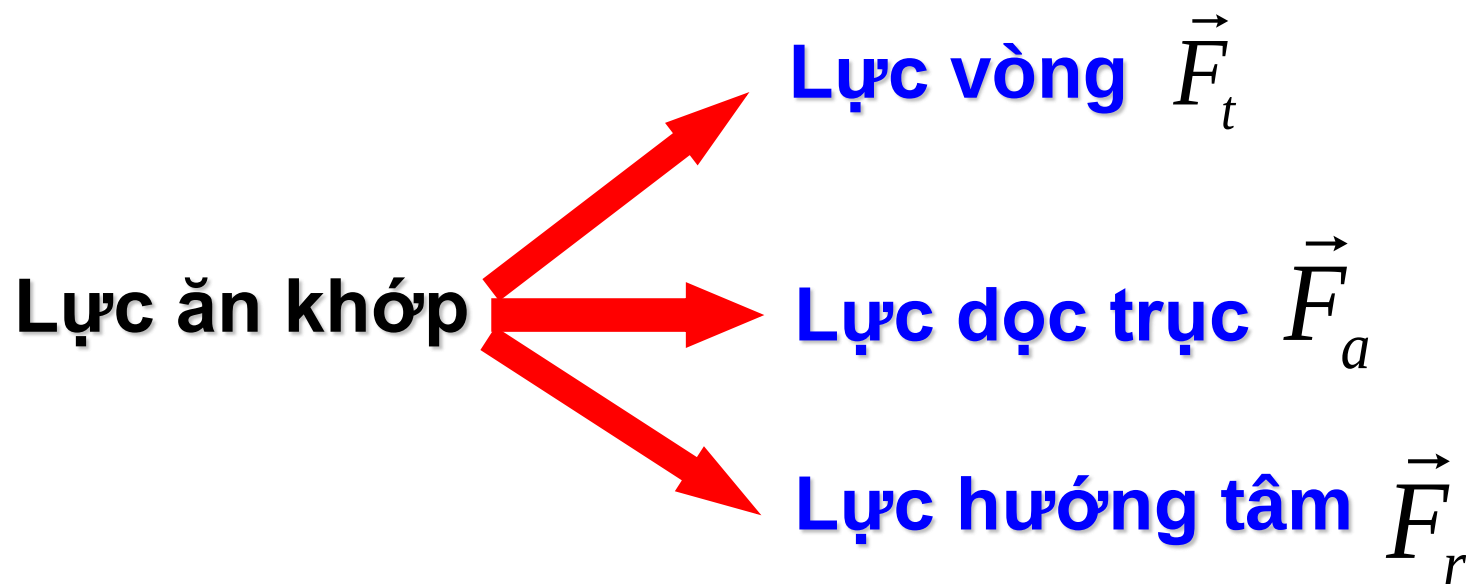
VÍ DỤ

Bộ truyền bánh răng côn răng thẳng có các thông số hình học: $m_m=6\text{mm}$, $b=75\text{mm}$, $z_1=25$, $z_2=50$. Hãy xác định m_e , δ_1 , δ_2 ?



VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

3. Phân tích lực tác dụng



VIII.TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

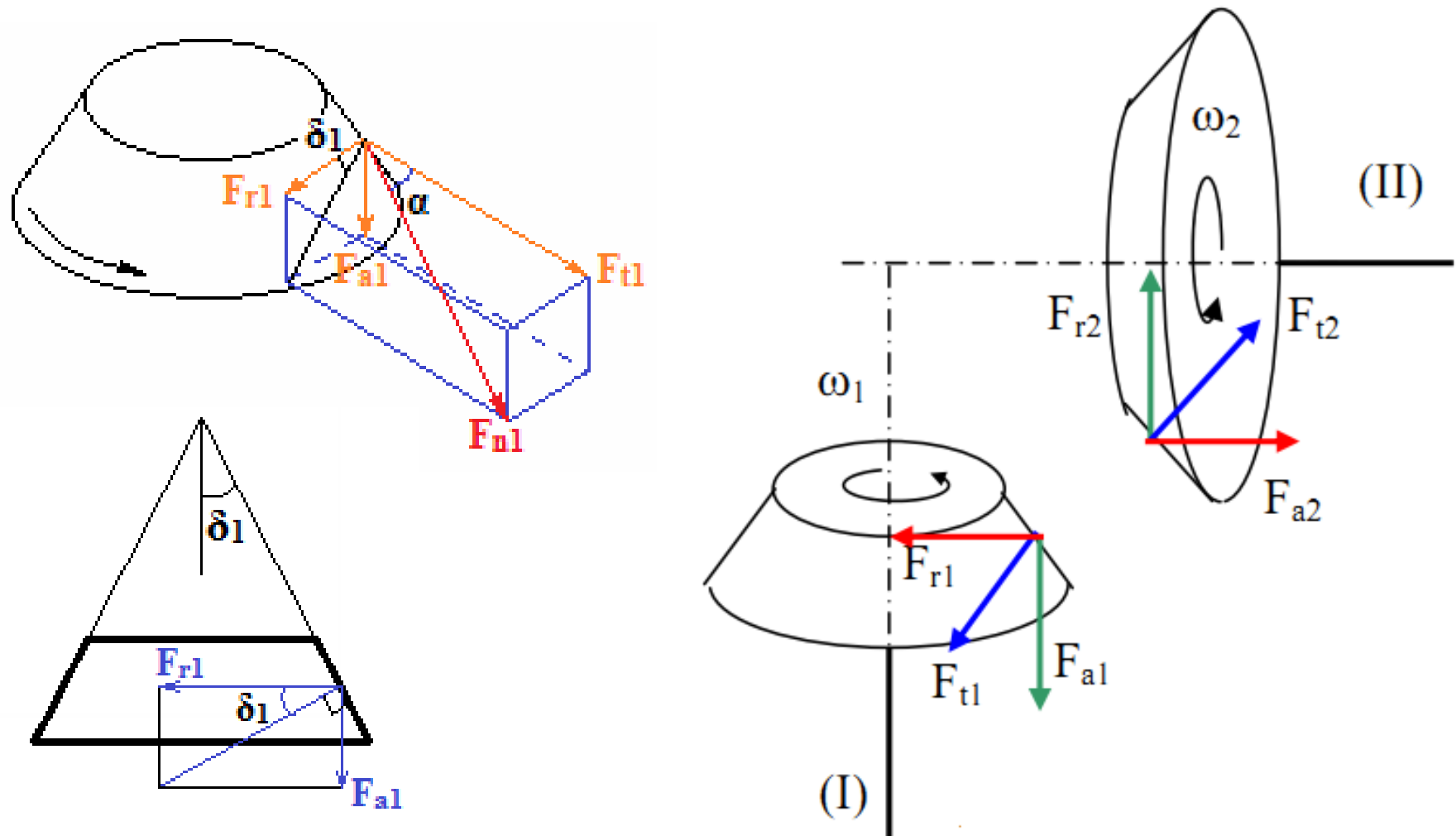
3. Phân tích lực tác dụng

QUI TẮC XÁC ĐỊNH CHIỀU CỦA LỰC ĂN KHỚP

- **Chiều của lực vòng F_t :**
 - Trên bánh chủ động: ngược chiều chuyển động
 - Trên bánh bị động : cùng chiều chuyển động
- **Chiều của lực hướng tâm F_r :** luôn hướng vào đường tâm trục
- **Chiều của lực dọc trục F_a :** Luôn hướng ngược chiều với đỉnh nón

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

3. Phân tích lực tác dụng



VIII.TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

3. Phân tích lực tác dụng

➤ Lực vòng

$$F_{t1} = \frac{2T_1}{d_m}$$

➤ Lực dọc trục

$$F_{a1} = F_{t1} \sin \delta_1 \operatorname{tg} \alpha$$

➤ Lực hướng tâm

$$F_{r1} = F_{t1} \cos \delta_1 \operatorname{tg} \alpha$$

➤ Lực ăn khớp

$$F_n = \frac{F_{t1}}{\cos \alpha}$$

Lực tác dụng lên bánh bị động có chiều ngược lại.

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

4. Các đặc điểm khi tính toán bộ truyền BR nón

- Tải trọng tính toán là lực tác dụng lên vòng chia trung bình có đường kính:

$$d_{m1} = d_{e1} (1 - 0,5\psi_{be})$$

$$d_{m2} = d_{e2} (1 - 0,5\psi_{be})$$

- Khi tính toán có thể xem BR nón như *BR trụ răng thẳng* tương đương với các thông số đặc trưng:

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

4. Các đặc điểm khi tính toán bộ truyền BR nón

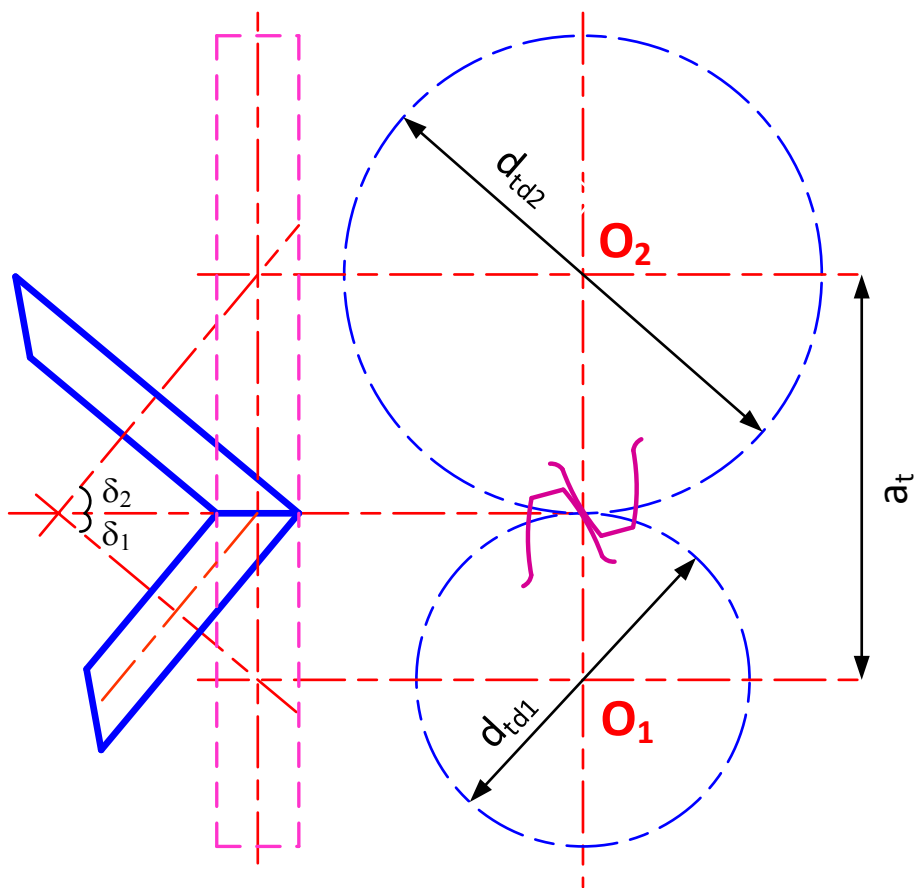
- Khi tính toán có thể xem BR nón như *BR trụ răng thẳng* tương đương với các thông số đặc trưng:

- Đường kính tương đương:

$$d_{td1} = \frac{d_{m1}}{\cos \delta_1}$$
$$d_{td2} = \frac{d_{m2}}{\cos \delta_2} = \frac{d_{m2}}{\sin \delta_1}$$

- Số răng tương đương:

$$z_{td1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1}$$
$$z_{td2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2}$$



VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

5. Tính theo độ bền tiếp xúc

Sử dụng các công thức tính toán BTBR trụ răng thẳng, nhưng thay các thông số của BR tương đương vào.

➤ Công thức kiểm tra bền:

$$\sigma_H = Z_M Z_H Z_\varepsilon \sqrt{\frac{2T_1 K_H \sqrt{u^2 + 1}}{0,85 d_{m1}^2 b u}} \leq [\sigma_H]$$

➤ Tỷ số truyền tương đương:

$$u_{td} = \frac{Z_{td2}}{Z_{td1}} = \frac{Z_2 \cos \delta_1}{Z_1 \cos \delta_2} = \left(\frac{\cos \delta_1}{\cos \delta_2} \right)^2 = u^2$$

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

5. Tính theo độ bền tiếp xúc

Tính thiết kế

- Chiều dài nón ngoài

$$R_e = 47,5 \sqrt{u^2 + 1} \sqrt[3]{\frac{T_1 K_H}{0,85(1 - 0,5\psi_{be})^2 \psi_{be} [\sigma_H]^2 u}}$$

- Đường kính vòng chia ngoài

$$d_{e1} = 2R_e \sqrt{u^2 + 1}$$

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

5. Tính theo độ bền tiếp xúc

Từ giá trị d_{e1} , *tra bảng* để tính z_{1p} . Tùy thuộc vào độ rắn bề mặt vật liệu, ta xác định z_1 và $z_2 = uz_1$ như sau:

$$H_1, H_2 \leq 350 \text{ HB: } z_1 = 1,6 z_{1p}$$

$$H_1 > 350 \text{ HB, } H_2 \leq 350 \text{ HB: } z_1 = 1,3 z_{1p}$$

$$H_1, H_2 > 350 \text{ HB: } z_1 = z_{1p}$$

Sau đó tính m_e theo công thức. Chọn m_e theo tiêu chuẩn và tính các kích thước hình học còn lại.

$$R_e = \sqrt{\left(\frac{d_{e1}}{2}\right)^2 + \left(\frac{d_{2e}}{2}\right)^2} = \frac{m_e}{2} \sqrt{(z_1)^2 + (z_2)^2}$$

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

6. Tính theo độ bền uốn

Sử dụng công thức tính toán BTBR trụ răng thẳng, nhưng thay các thông số của BR tương đương vào.

➤ Công thức kiểm tra bền:

$$\sigma_F = \frac{Y_F F_t K_F}{0,85 b m_m} \leq [\sigma_F]$$

m_{tb} - modul chia trung bình

$K_F = K_{F\alpha} K_{F\beta}$ - hệ số tải trọng tính.

$Y_F = 3,47 + \frac{13,2}{z_v} - \frac{27,9x}{z_v} + 0,092x^2$ - hệ số dạng răng tính theo z_v

VIII. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN

6. Tính theo độ bền uốn

➤ Công thức thiết kế:

$$m_m = 1,4 \sqrt[3]{\frac{T_1 K_F Y_F}{0,85 \psi_{bd} z_1^2 [\sigma_F]}}$$


$$m_e = \frac{m_m}{1 - 0,5 \psi_{be}}$$

Chọn m_e theo tiêu chuẩn và kích thước hình học còn lại.

IX. TRÌNH TỰ THIẾT KẾ BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG

Thông số đầu vào: công suất P_1 (kW), số vòng quay trục dẫn n_1 (vòng/phút), tỷ số truyền u .

Thực hiện theo các bước sau:

1. Chọn vật liệu bánh răng, cách nhiệt luyện, tra cơ tính của vật liệu: giới hạn bền, giới hạn chảy, độ rắn của răng.
2. Xác định ứng suất tiếp xúc và ứng suất uốn cho phép.
3. Chọn hệ số chiều rộng vành răng và tính K_H .
4. Tính khoảng cách trục a , chọn m đối với bánh răng trụ thẳng, m_n đối với bánh răng trụ răng nghiêng, m_e đối với bánh răng nón.
5. Nếu tính bộ truyền bánh răng trụ răng nghiêng thì chọn sơ bộ $\beta=8\div20^\circ$. Tính z_1 , z_2 và tính lại góc nghiêng β theo z_1 , z_2 đã làm tròn theo số nguyên.
6. Tính lại các kích thước đường kính và khoảng cách trục theo số răng, modul và góc nghiêng β .
7. Kiểm nghiệm răng về độ bền tiếp xúc.
8. Kiểm nghiệm răng về độ bền uốn.
9. Kiểm nghiệm độ bền răng khi quá tải.

Nếu các phép kiểm nghiệm trên không thỏa mãn điều kiện bền của răng, cần thay đổi kích thước của bộ truyền (đường kính, modul...), chọn vật liệu có độ bền cao hơn và tính lại.

Trình tự thiết kế bộ truyền bánh răng côn tương tự như trên.



THANK FOR YOUR ATTENTION !

