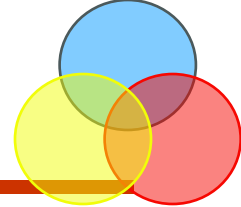


## Chương 4

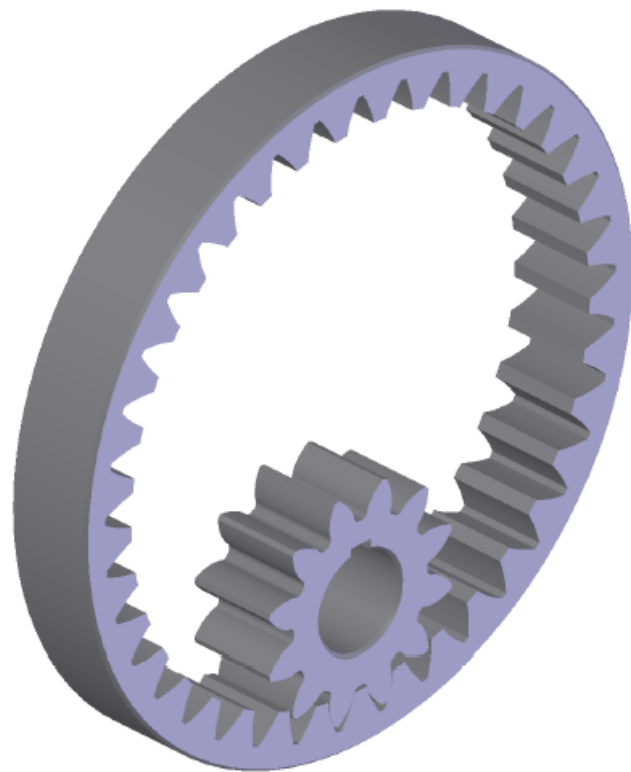
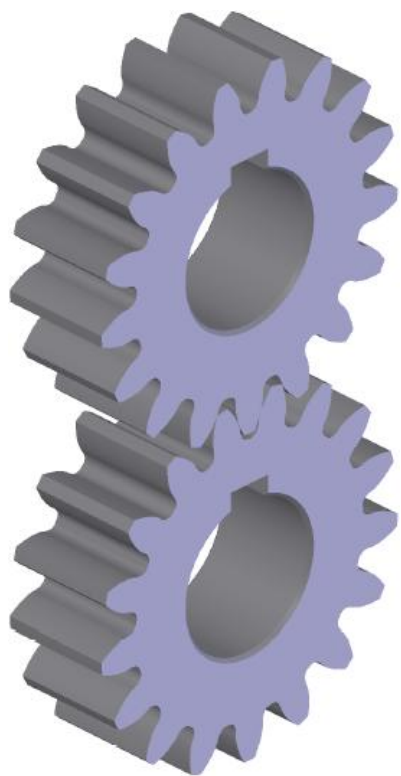
# BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG

*CBGD: TS. Bùi Trọng Hiếu*

# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



- a. Nguyên lý làm việc: theo nguyên lý ăn khớp. Tỷ số truyền xác định.



# NỘI DUNG

**4.1. KHÁI NIỆM CHUNG**

**4.2. THÔNG SỐ HÌNH HỌC**

**4.3. PHÂN TÍCH LỰC TÁC DỤNG**

**4.4. CÁC DẠNG HỎNG VÀ CHỈ TIÊU TÍNH**

**4.5. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÁNH RĂNG**

# NỘI DUNG

- 4.6. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG
- 4.7. TÍNH TOÁN BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG
- 4.8. BỘ TRUYỀN BÁNH RĂNG NÓN RĂNG THẲNG
- 4.9. TRÌNH TỰ THIẾT KẾ CÁC BỘ TRUYỀN BR
- 4.10. KẾT CẤU VÀ BÔI TRƠN BÁNH RĂNG

---

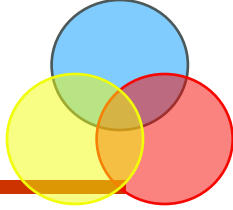
## 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

4.1.1. *Nguyên lý làm việc*

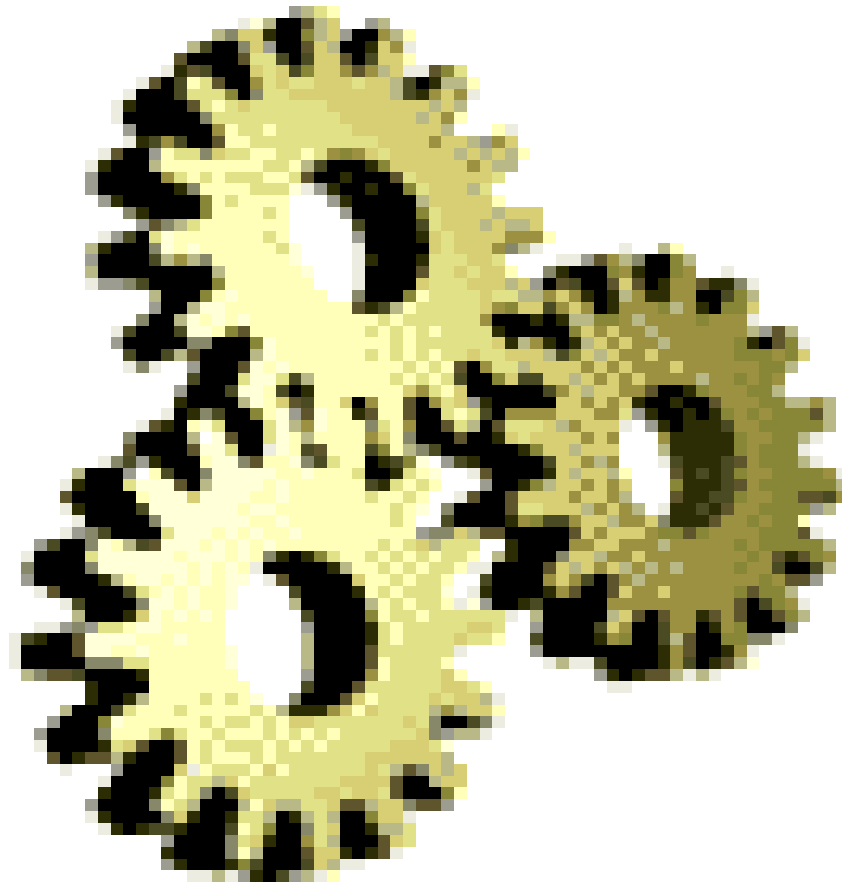
4.1.2. *Phân loại*

4.1.3. *Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng*

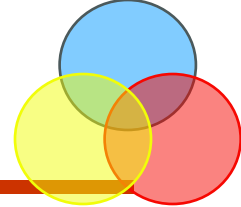
# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



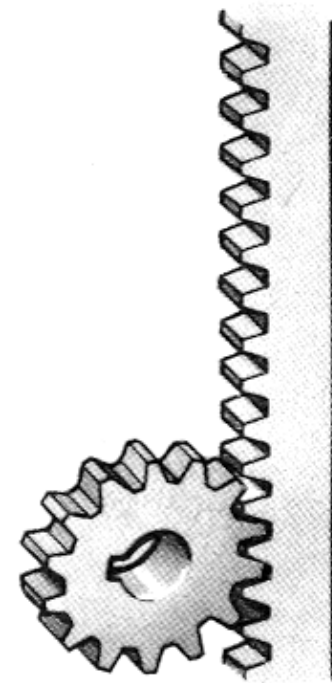
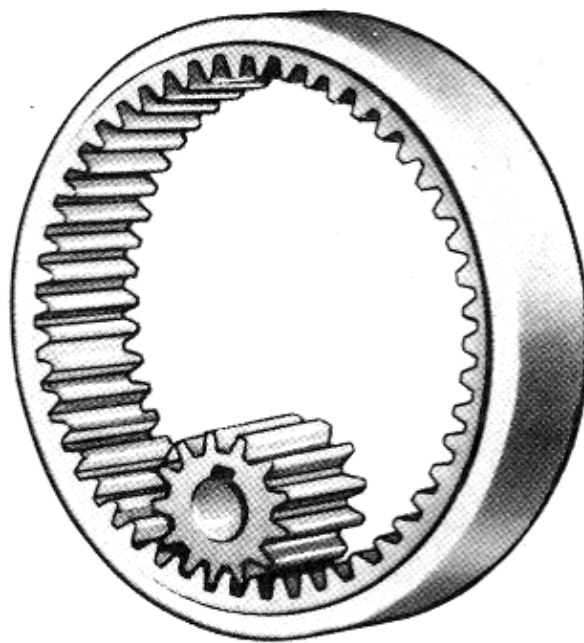
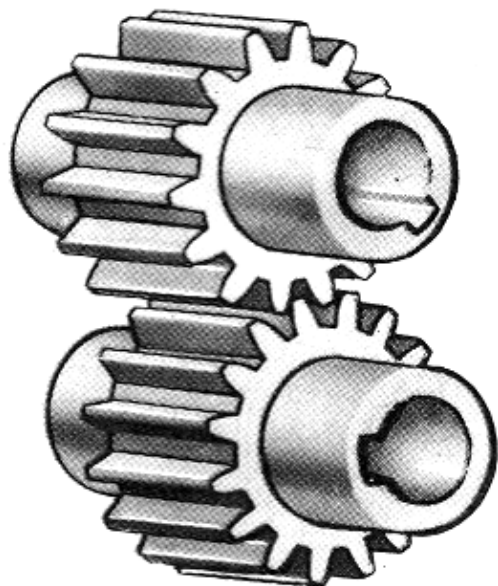
- Truyền chuyển động giữa các trục song song với nhau.



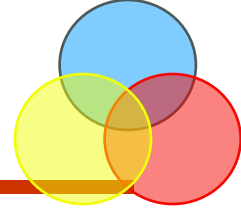
# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



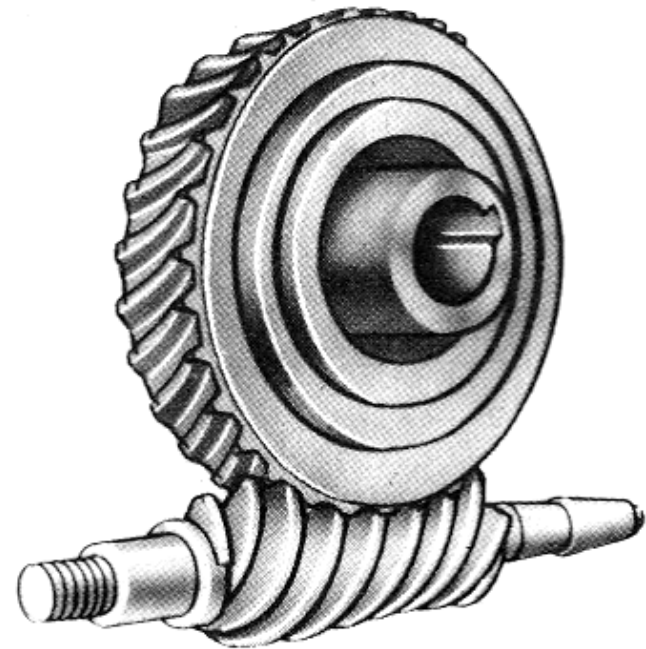
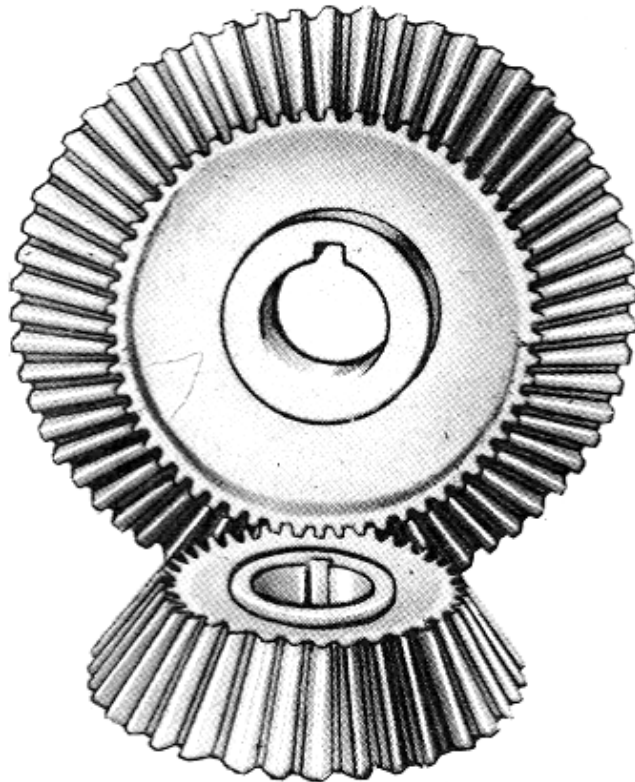
- Truyền chuyển động giữa các trục song song với nhau.



# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

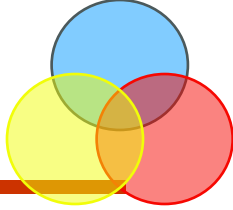


- Truyền chuyển động giữa các trục giao nhau hoặc chéo nhau.

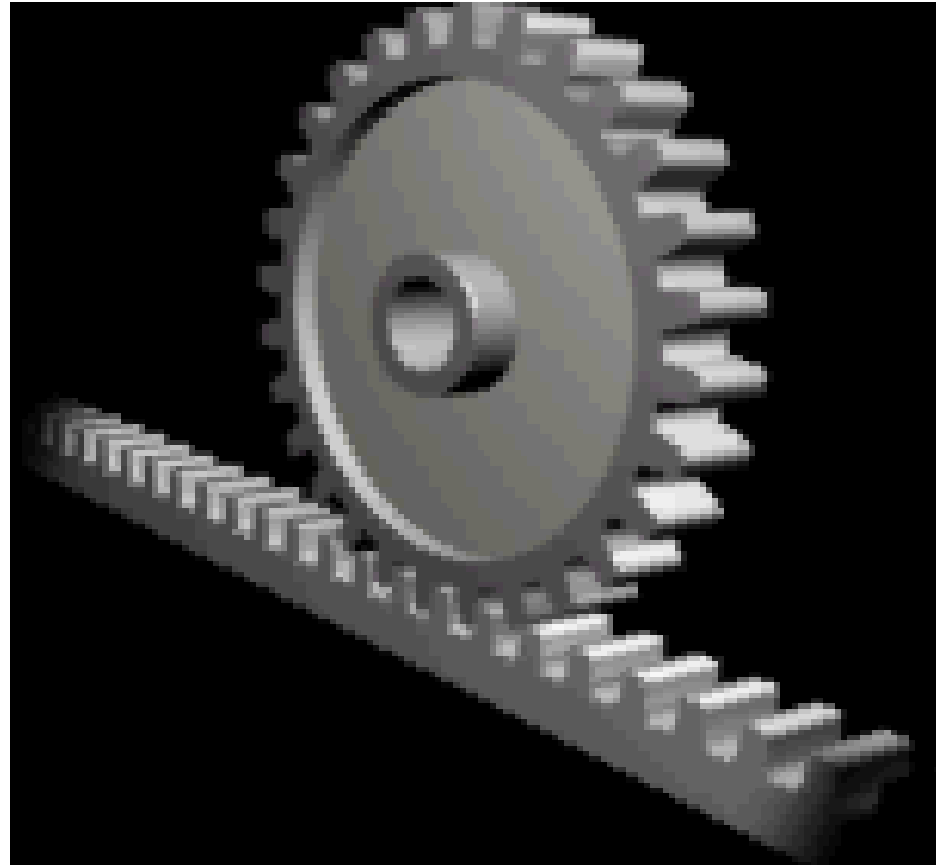




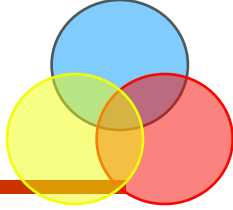
# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



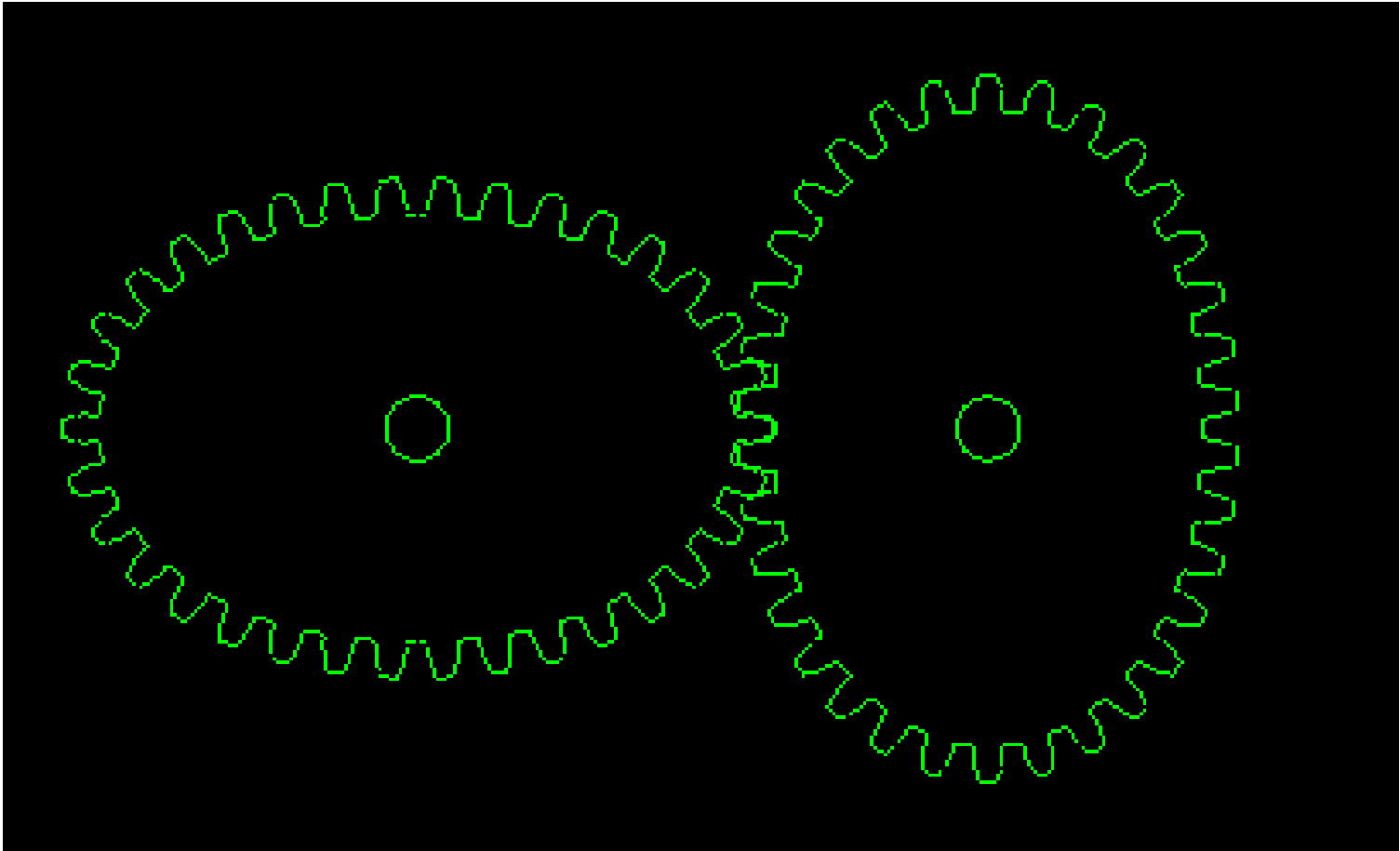
- Biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến hoặc ngược lại.



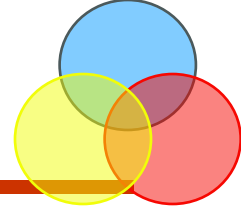
# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



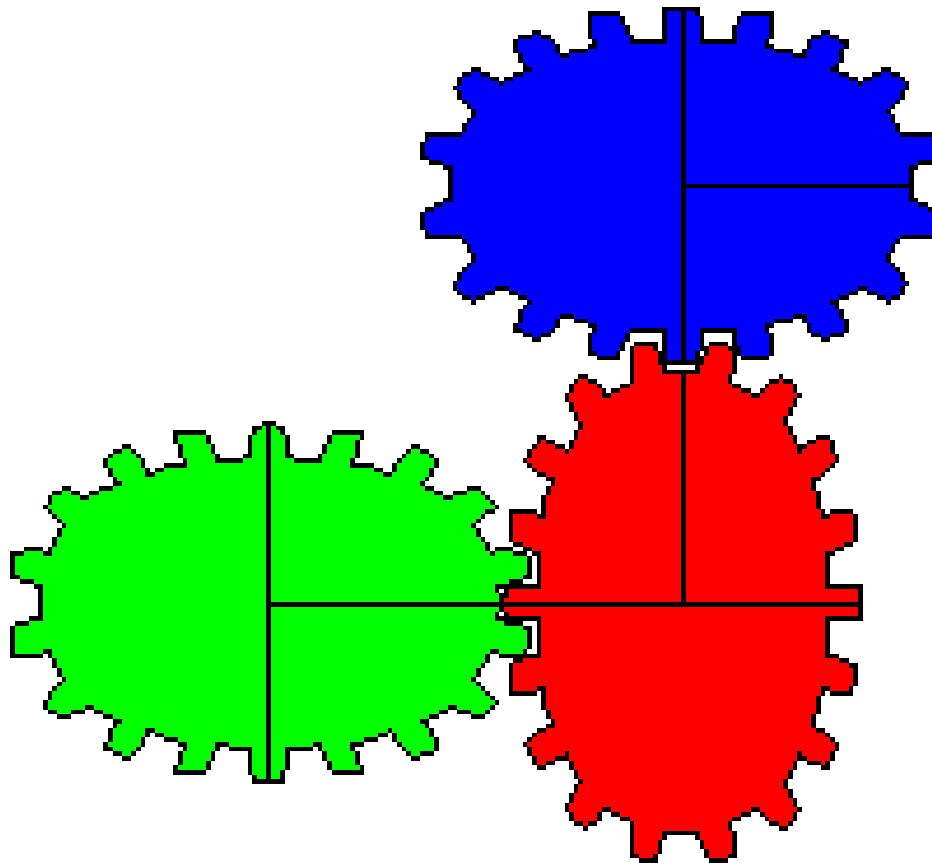
- Truyền động với tỉ số truyền thay đổi.



# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



- Truyền động với tỉ số truyền thay đổi.

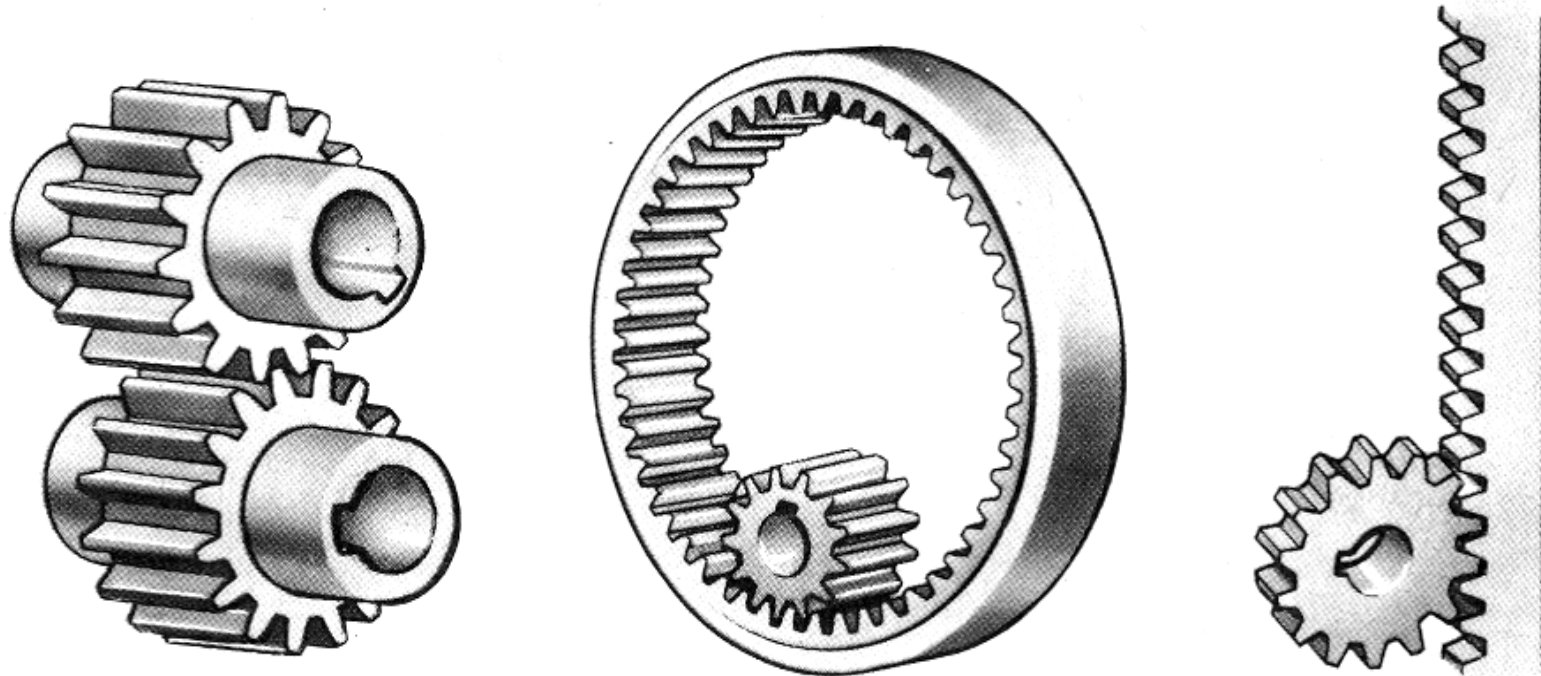


## PHÂN LOẠI THEO

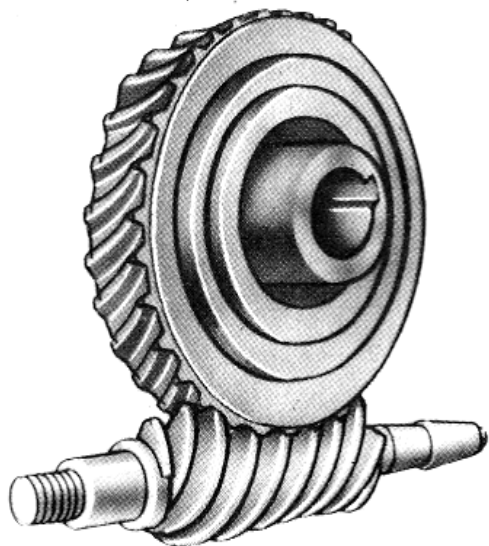
- *Vị trí giữa các trục*
  - *Bộ truyền BR phẳng*
  - *Bộ truyền BR không gian*
- *Sự ăn khớp*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp ngoài*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp trong*
- *Hình dạng của BR*
  - *Bộ truyền BR trụ*
  - *Bộ truyền BR nón*
- *Cách bố trí răng trên BR*
  - *Bộ truyền BR răng thẳng*
  - *Bộ truyền BR răng nghiêng*
  - *Bộ truyền BR chữ V*
  - *Bộ truyền BR răng cong*
- *Biên dạng răng*
  - *Bộ truyền BR thân khai*
  - *Bộ truyền BR Xicloit*
  - *Bộ truyền BR Novicov*
- *Phương diện khác của hình dạng BR*
  - *Bộ truyền BR tròn*
  - *Bộ truyền BR không tròn*

## PHÂN LOẠI THEO

- **Vị trí giữa các trục**
  - Bộ truyền BR phẳng
  - Bộ truyền BR không gian
- **Sự ăn khớp**
  - Bộ truyền BR ăn khớp ngoài
  - Bộ truyền BR ăn khớp trong
- **Hình dạng của BR**
  - Bộ truyền BR trụ
  - Bộ truyền BR nón
- **Cách bố trí răng trên BR**
  - Bộ truyền BR răng thẳng
  - Bộ truyền BR răng nghiêng
  - Bộ truyền BR chữ V
  - Bộ truyền BR răng cong
- **Biên dạng răng**
  - Bộ truyền BR thân khai
  - Bộ truyền BR Xicloit
  - Bộ truyền BR Novicov
- **Phương diện khác của hình dạng BR**
  - Bộ truyền BR tròn
  - Bộ truyền BR không tròn



*Bộ truyền bánh răng phẳng*

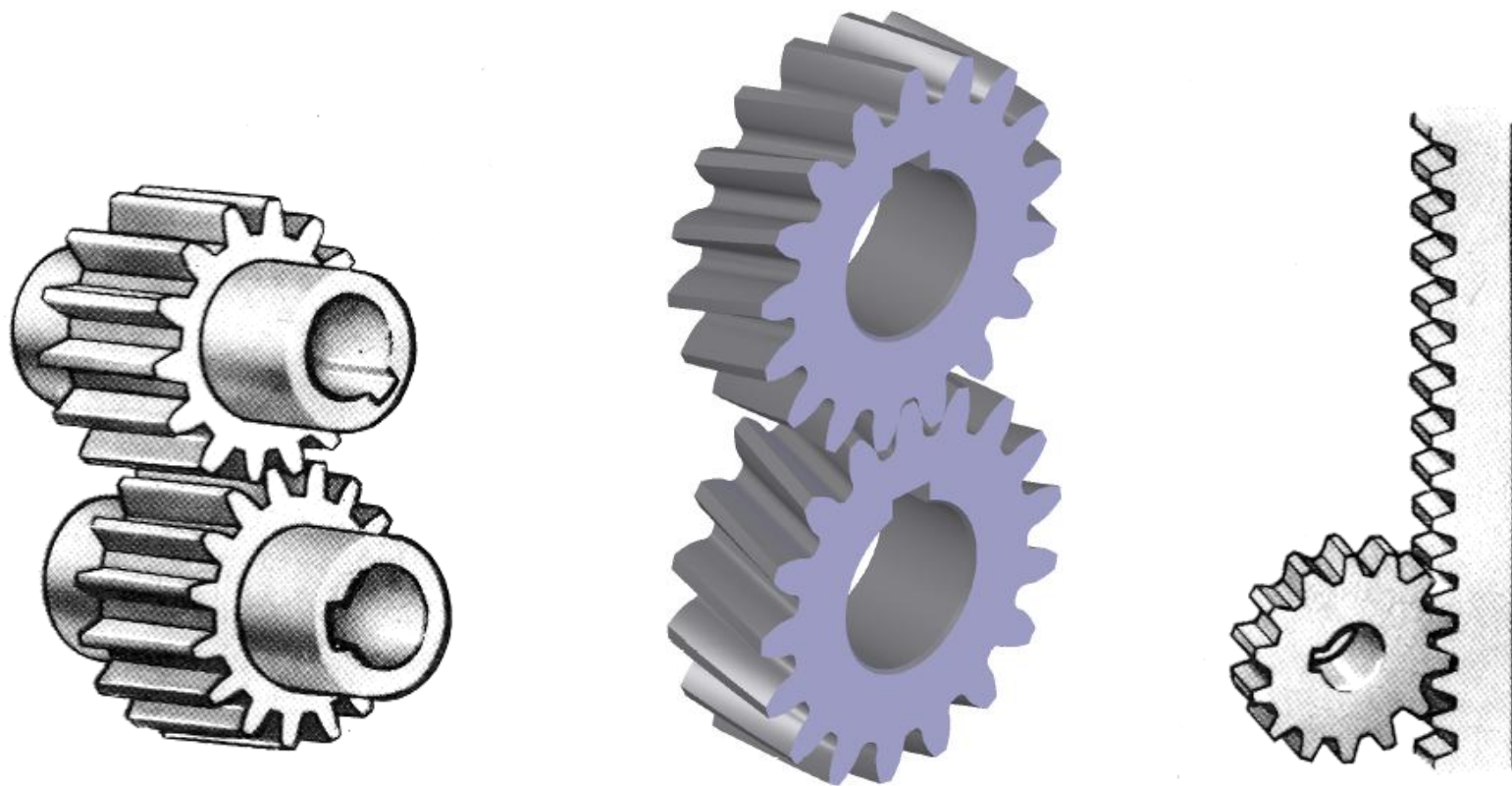


*Bộ truyền bánh răng không gian*

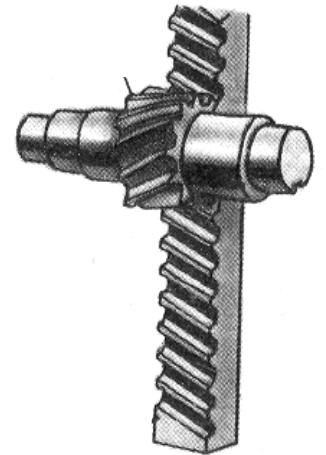
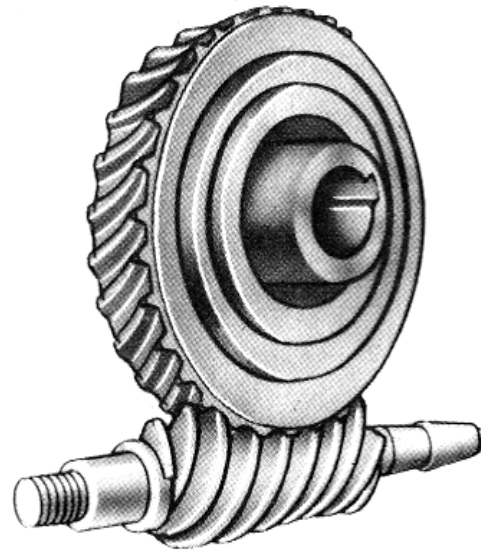
## PHÂN LOẠI THEO

- *Vị trí giữa các trục* {
  - *Bộ truyền BR phẳng*
  - *Bộ truyền BR không gian*
- *Sự ăn khớp* {
  - *Bộ truyền BR ăn khớp ngoài*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp trong*
- *Hình dạng của BR* {
  - *Bộ truyền BR trụ*
  - *Bộ truyền BR nón*
- *Cách bố trí răng trên BR* {
  - *Bộ truyền BR răng thẳng*
  - *Bộ truyền BR răng nghiêng*
  - *Bộ truyền BR chữ V*
  - *Bộ truyền BR răng cong*
- *Biên dạng răng* {
  - *Bộ truyền BR thân khai*
  - *Bộ truyền BR Xicloit*
  - *Bộ truyền BR Novicov*
- *Phương diện khác của hình dạng BR* {
  - *Bộ truyền BR tròn*
  - *Bộ truyền BR không tròn*

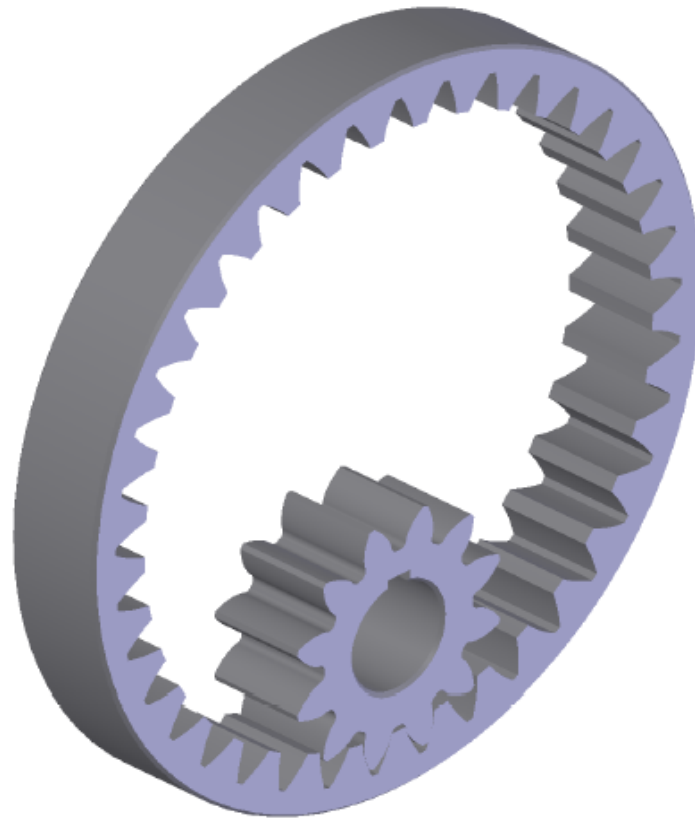




*Bộ truyền bánh răng ăn khớp ngoài*



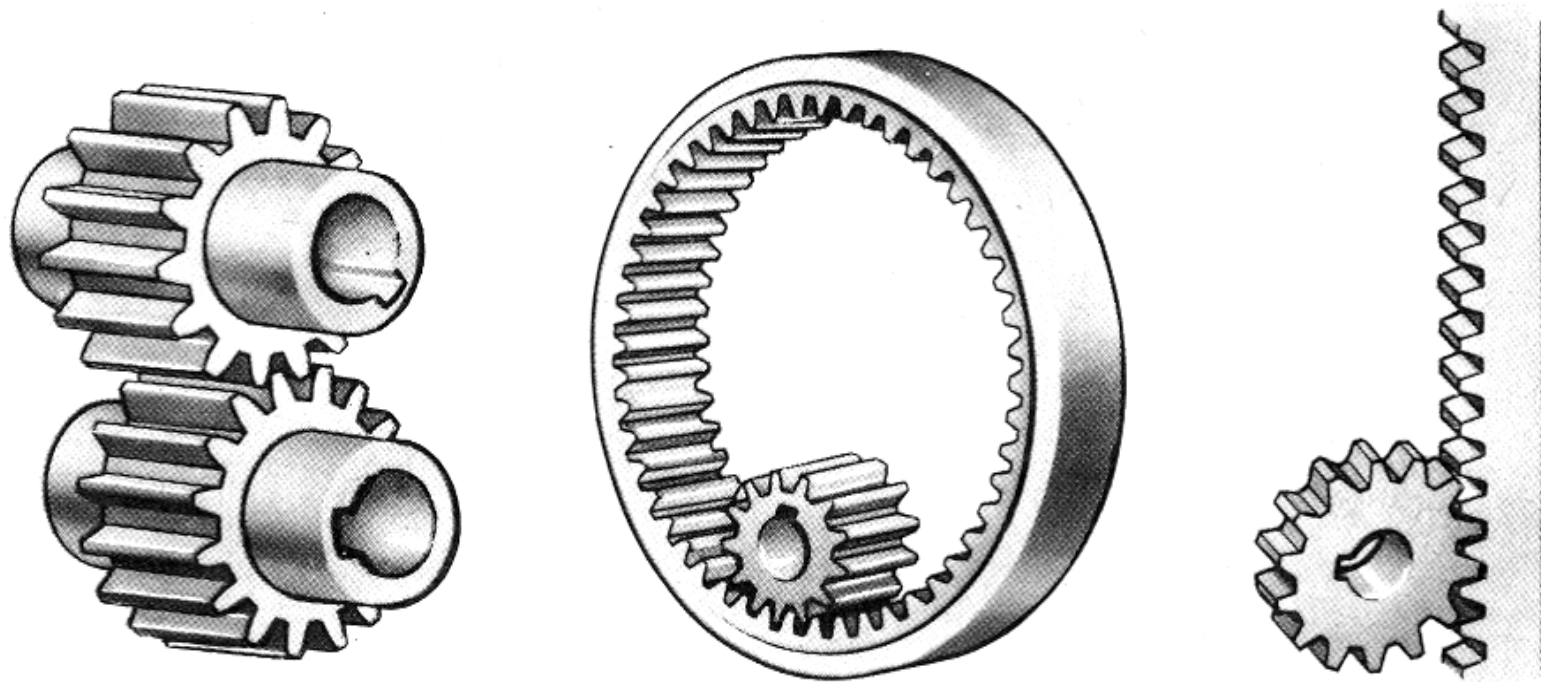
*Bộ truyền bánh răng ăn khớp ngoài*



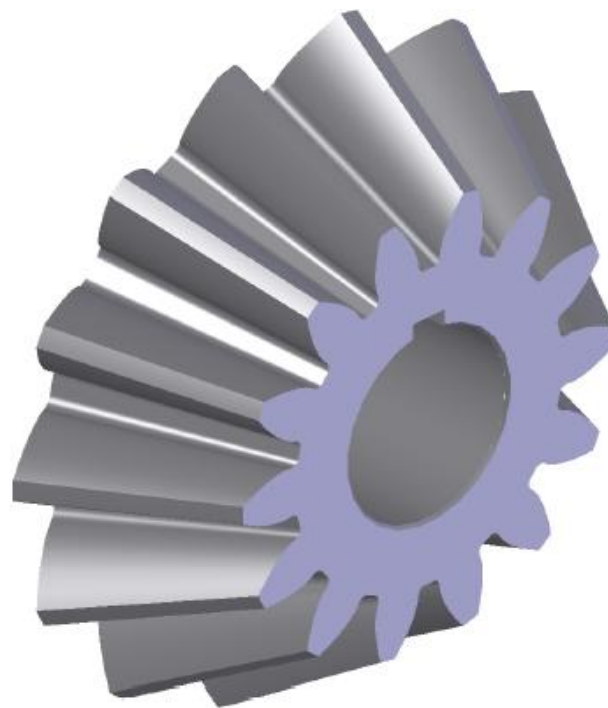
*Bộ truyền bánh răng ăn khớp trong*

## PHÂN LOẠI THEO

- *Vị trí giữa các trục*
  - *Bộ truyền BR phẳng*
  - *Bộ truyền BR không gian*
- *Sự ăn khớp*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp ngoài*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp trong*
- *Hình dạng của BR*
  - *Bộ truyền BR trụ*
  - *Bộ truyền BR nón*
- *Cách bố trí răng trên BR*
  - *Bộ truyền BR răng thẳng*
  - *Bộ truyền BR răng nghiêng*
  - *Bộ truyền BR chữ V*
  - *Bộ truyền BR răng cong*
- *Biên dạng răng*
  - *Bộ truyền BR thân khai*
  - *Bộ truyền BR Xicloit*
  - *Bộ truyền BR Novicov*
- *Phương diện khác của hình dạng BR*
  - *Bộ truyền BR tròn*
  - *Bộ truyền BR không tròn*



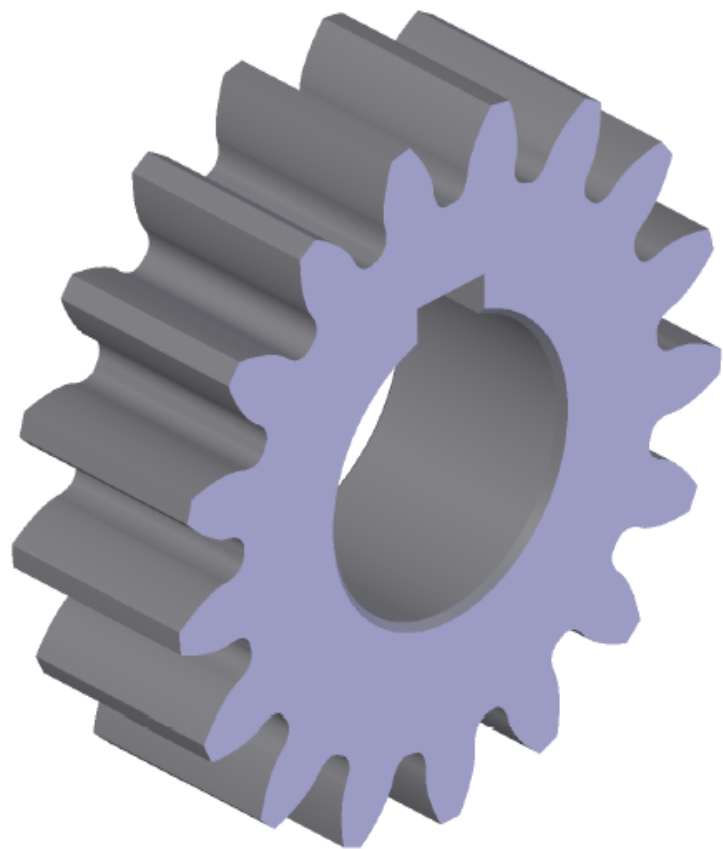
*Bánh răng trụ*



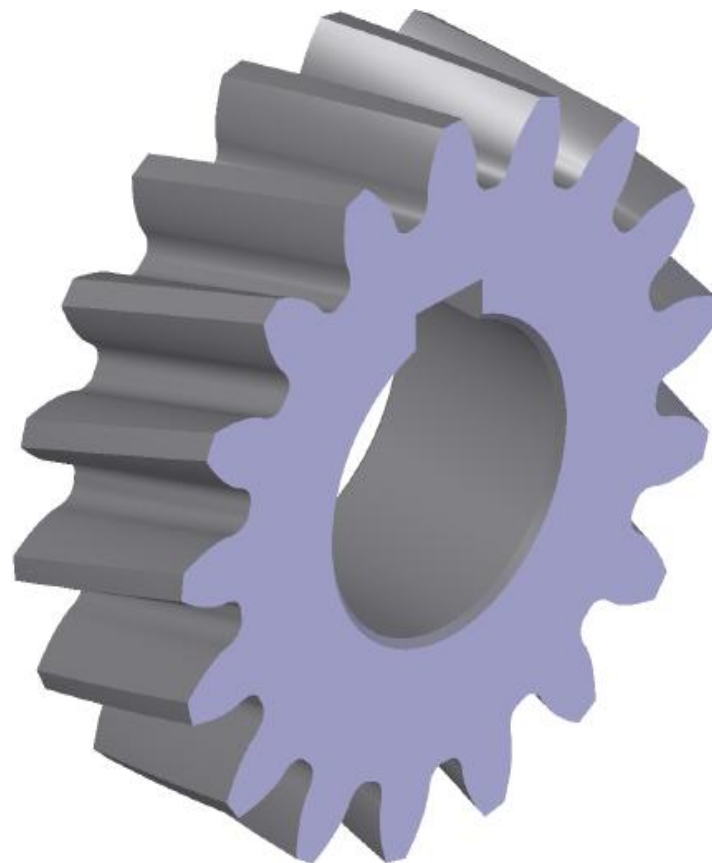
*Bánh răng nón*

## PHÂN LOẠI THEO

- *Vị trí giữa các trục*
  - *Bộ truyền BR phẳng*
  - *Bộ truyền BR không gian*
- *Sự ăn khớp*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp ngoài*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp trong*
- *Hình dạng của BR*
  - *Bộ truyền BR trụ*
  - *Bộ truyền BR nón*
- *Cách bố trí răng trên BR*
  - *Bộ truyền BR răng thẳng*
  - *Bộ truyền BR răng nghiêng*
  - *Bộ truyền BR chữ V*
  - *Bộ truyền BR răng cong*
- *Biên dạng răng*
  - *Bộ truyền BR thân khai*
  - *Bộ truyền BR Xicloit*
  - *Bộ truyền BR Novicov*
- *Phương diện khác của hình dạng BR*
  - *Bộ truyền BR tròn*
  - *Bộ truyền BR không tròn*

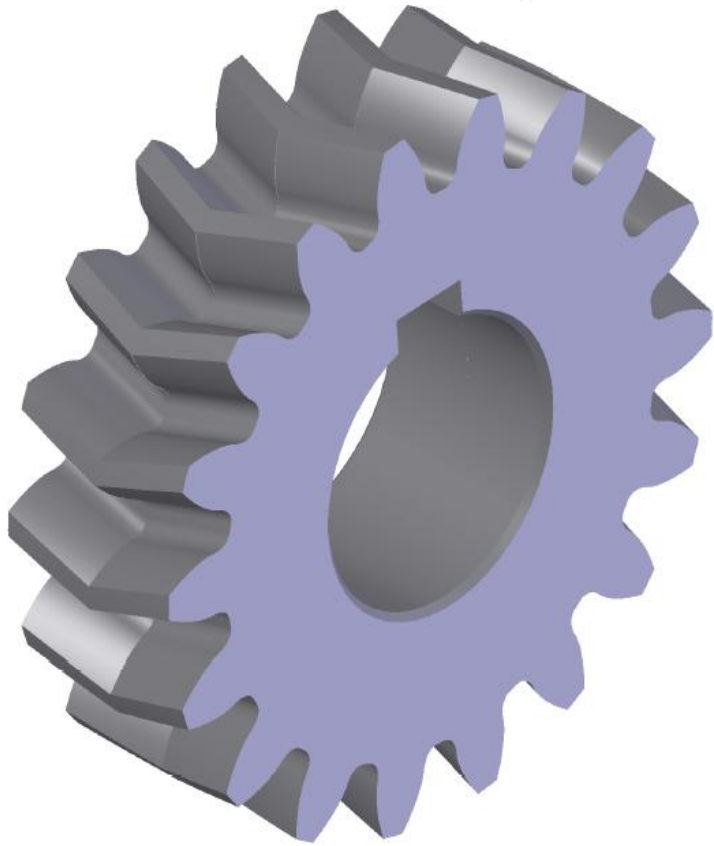


*Răng thẳng*

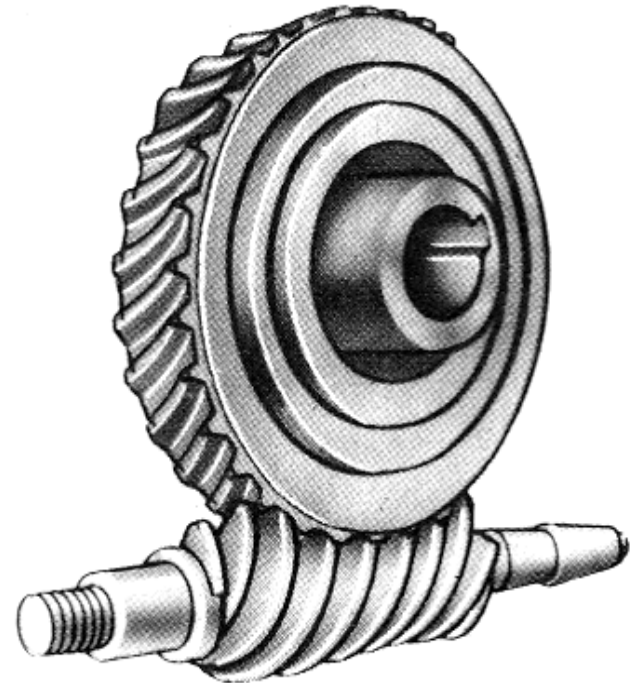


*Răng nghiêng*

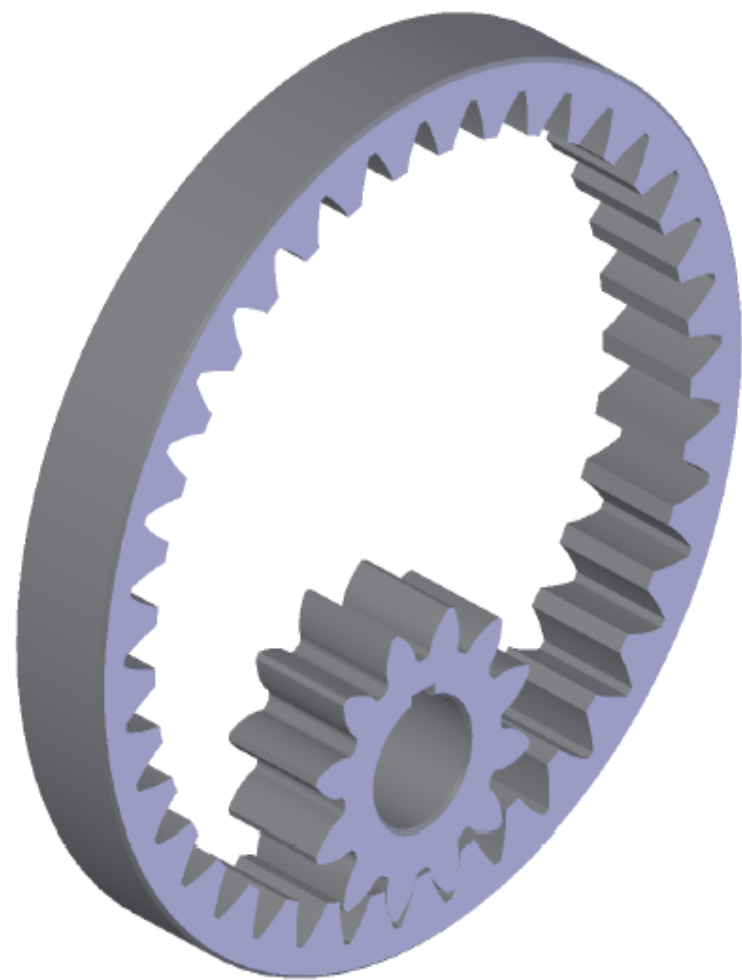


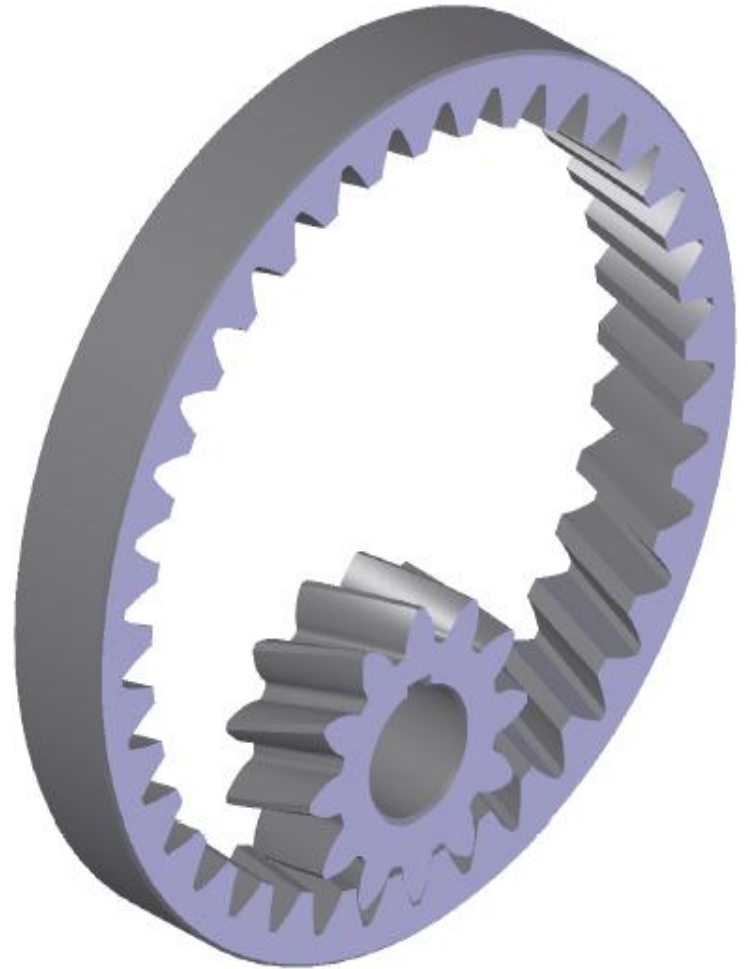


*Răng chữ V*



*Răng cong*



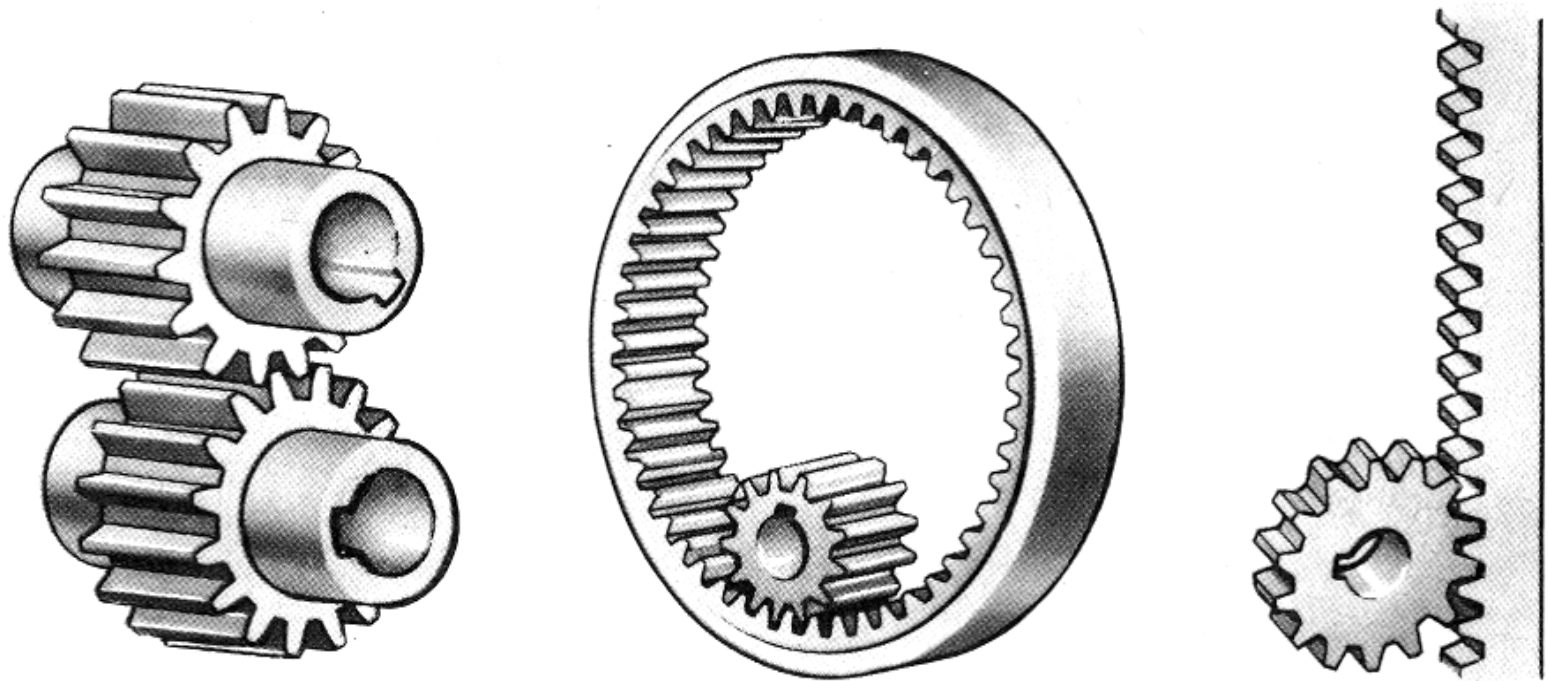


## PHÂN LOẠI THEO

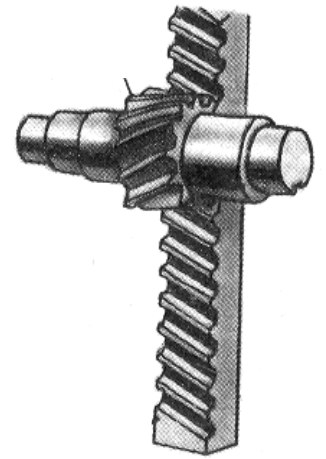
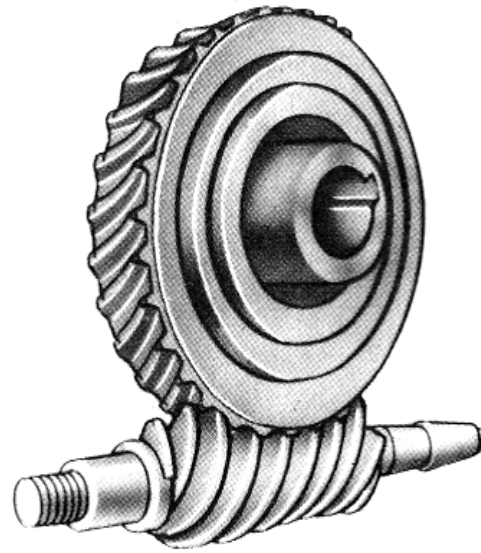
- *Vị trí giữa các trục*
  - *Bộ truyền BR phẳng*
  - *Bộ truyền BR không gian*
- *Sự ăn khớp*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp ngoài*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp trong*
- *Hình dạng của BR*
  - *Bộ truyền BR trụ*
  - *Bộ truyền BR nón*
- *Cách bố trí răng trên BR*
  - *Bộ truyền BR răng thẳng*
  - *Bộ truyền BR răng nghiêng*
  - *Bộ truyền BR chữ V*
  - *Bộ truyền BR răng cong*
- *Biên dạng răng*
  - *Bộ truyền BR thân khai*
  - *Bộ truyền BR Xicloit*
  - *Bộ truyền BR Novicov*
- *Phương diện khác của hình dạng BR*
  - *Bộ truyền BR tròn*
  - *Bộ truyền BR không tròn*

## PHÂN LOẠI THEO

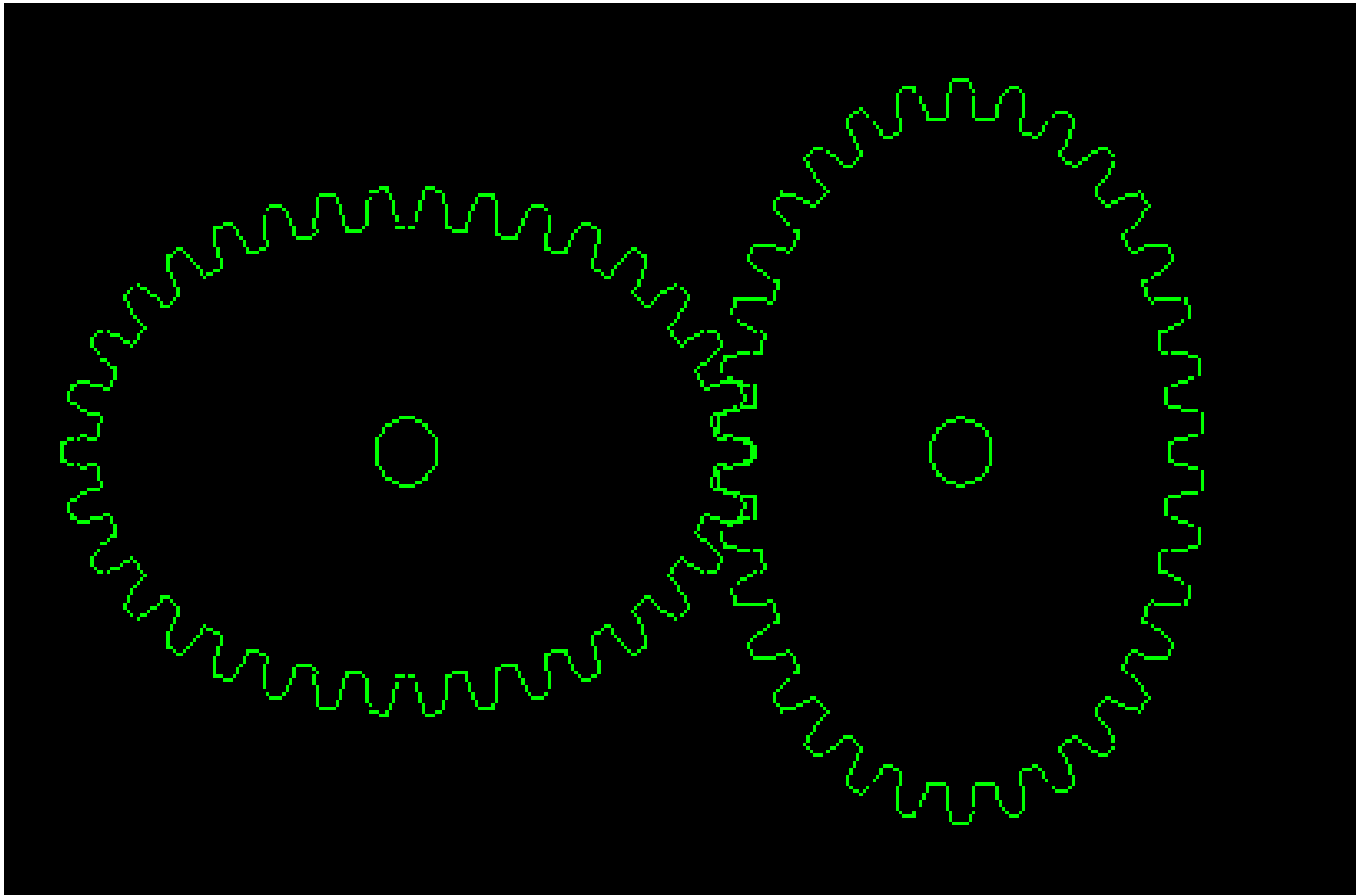
- *Vị trí giữa các trục*
  - *Bộ truyền BR phẳng*
  - *Bộ truyền BR không gian*
- *Sự ăn khớp*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp ngoài*
  - *Bộ truyền BR ăn khớp trong*
- *Hình dạng của BR*
  - *Bộ truyền BR trụ*
  - *Bộ truyền BR nón*
- *Cách bố trí răng trên BR*
  - *Bộ truyền BR răng thẳng*
  - *Bộ truyền BR răng nghiêng*
  - *Bộ truyền BR chữ V*
  - *Bộ truyền BR răng cong*
- *Biên dạng răng*
  - *Bộ truyền BR thân khai*
  - *Bộ truyền BR Xicloit*
  - *Bộ truyền BR Novicov*
- *Phương diện khác của hình dạng BR*
  - *Bộ truyền BR tròn*
  - *Bộ truyền BR không tròn*



*Bộ truyền bánh răng tròn*



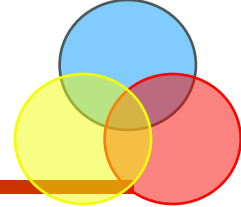
*Bộ truyền bánh răng tròn*



*Bộ truyền bánh răng không tròn*



# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



## c. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng:

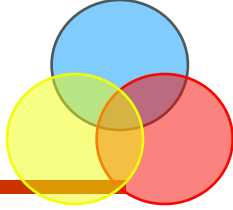
### Ưu điểm:

- Kích thước nhỏ, khả năng tải lớn.
- Tỷ số truyền không đổi do không có hiện tượng trượt trôn.
- Hiệu suất cao:  $0,97 \div 0,99$ .
- Làm việc với vận tốc cao, công suất lớn.
- Tuổi thọ cao, làm việc với độ tin cậy cao.

### Nhược điểm:

- Chế tạo tương đối phức tạp.
- Đòi hỏi độ chính xác cao.
- Có nhiều tiếng ồn khi làm việc với vận tốc cao.

# 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG



## c. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng:

### Phạm vi sử dụng:

Được sử dụng rộng rãi trong ngành chế tạo máy, trong đó bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng được sử dụng nhiều nhất.

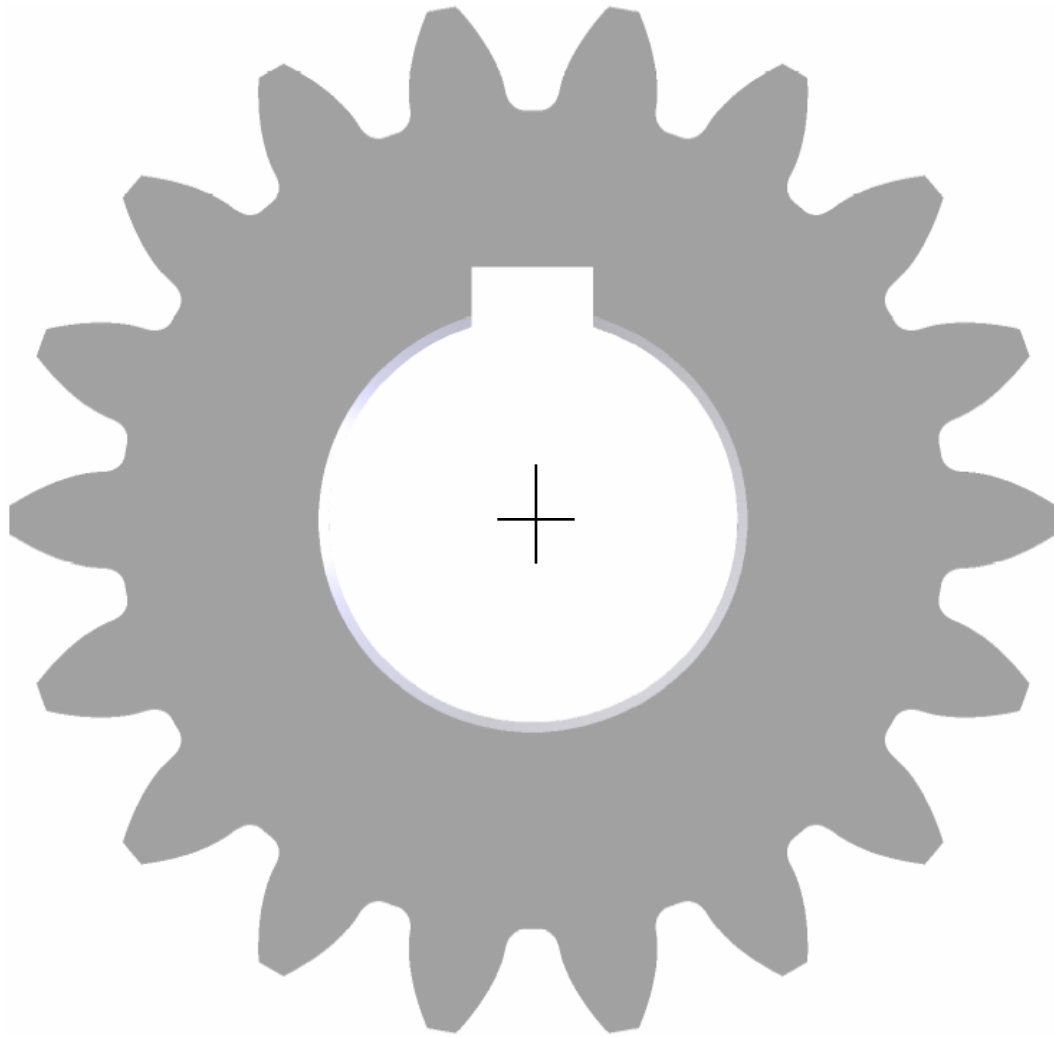
---

## 4.2. THÔNG SỐ HÌNH HỌC

4.2.1. *Thông số hình học bánh răng thẳng*

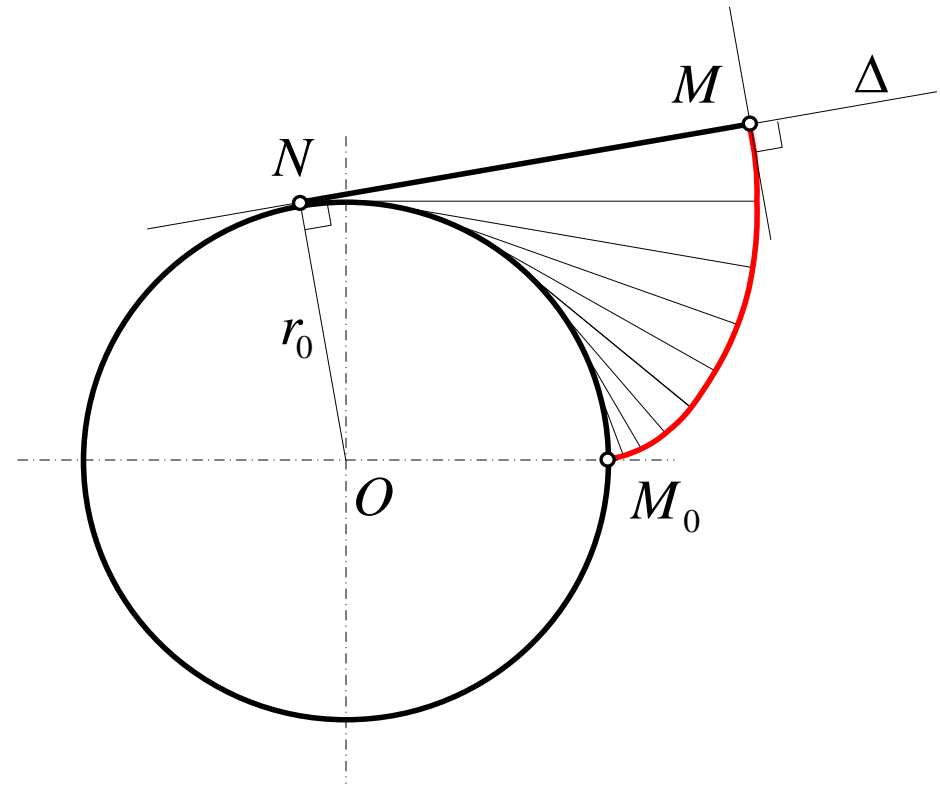
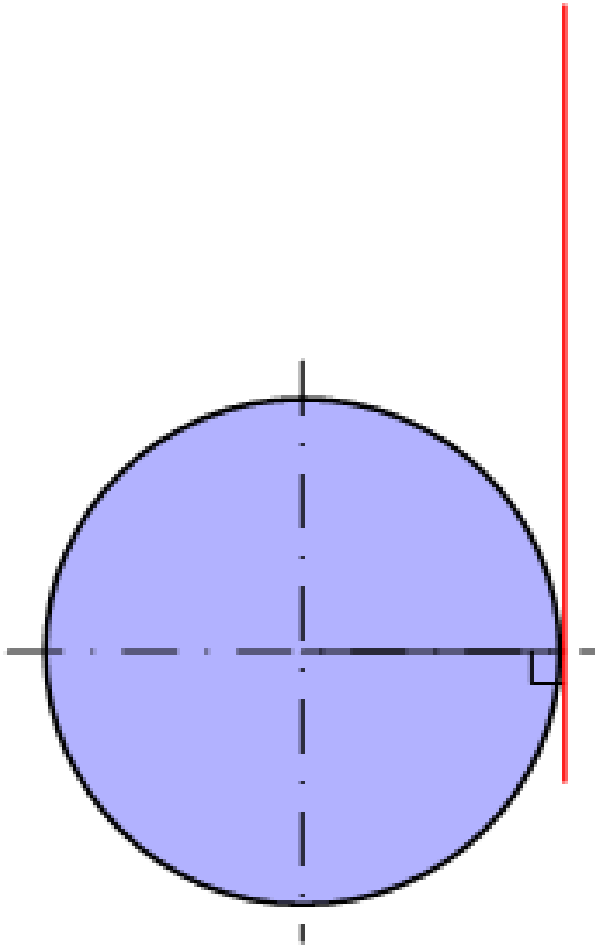
4.2.2. *Thông số hình học bánh răng nghiêng*

## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG THẲNG

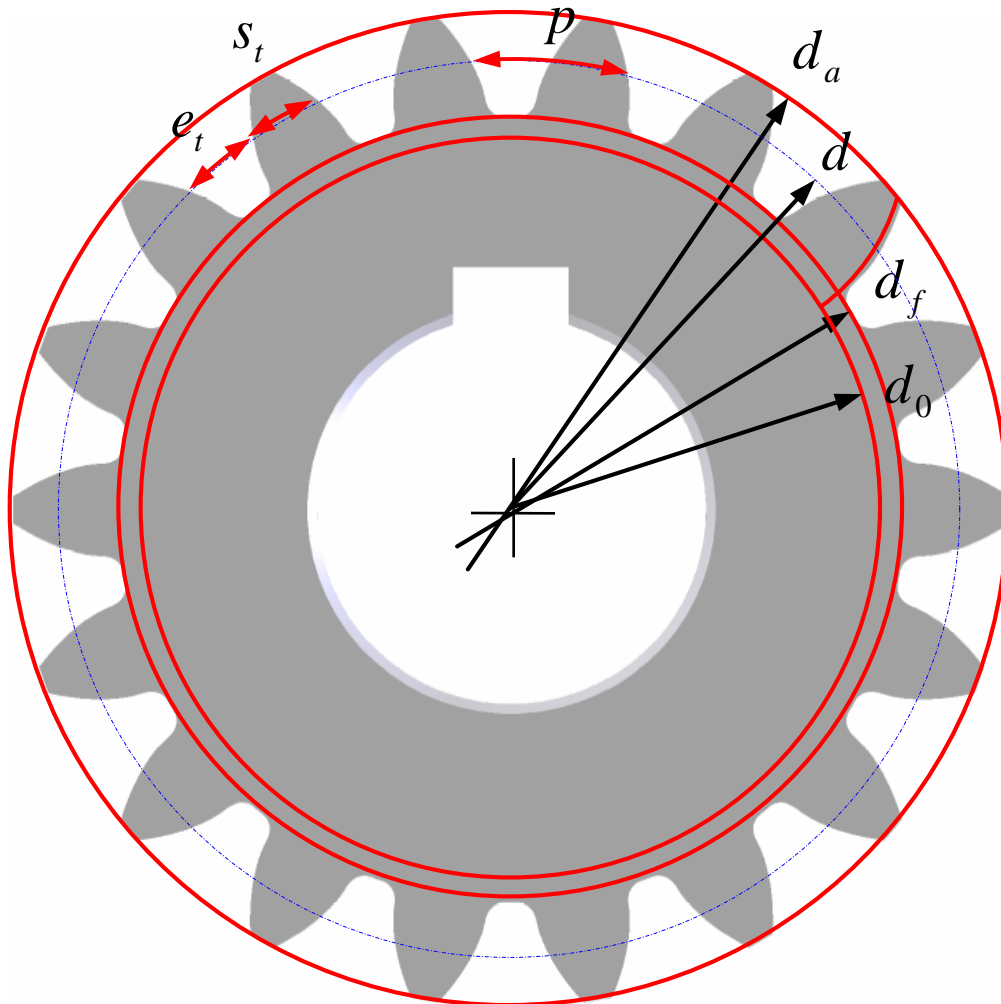


- Biên dạng răng (thân khai).

## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG THẲNG



## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG THẲNG



- Biên dạng răng (thân khai).
- Đường kính vòng đỉnh  $d_a$ .
- Đường kính vòng chân  $d_f$ .
- Chiều cao răng.
- Đường kính vòng cơ sở  $d_o$ .
- Đường kính vòng chia  $d$ .
- Bề dày răng  $s_t$ .
- Bề rộng rãnh răng  $e_t$ .
- Bước răng  $p$ :

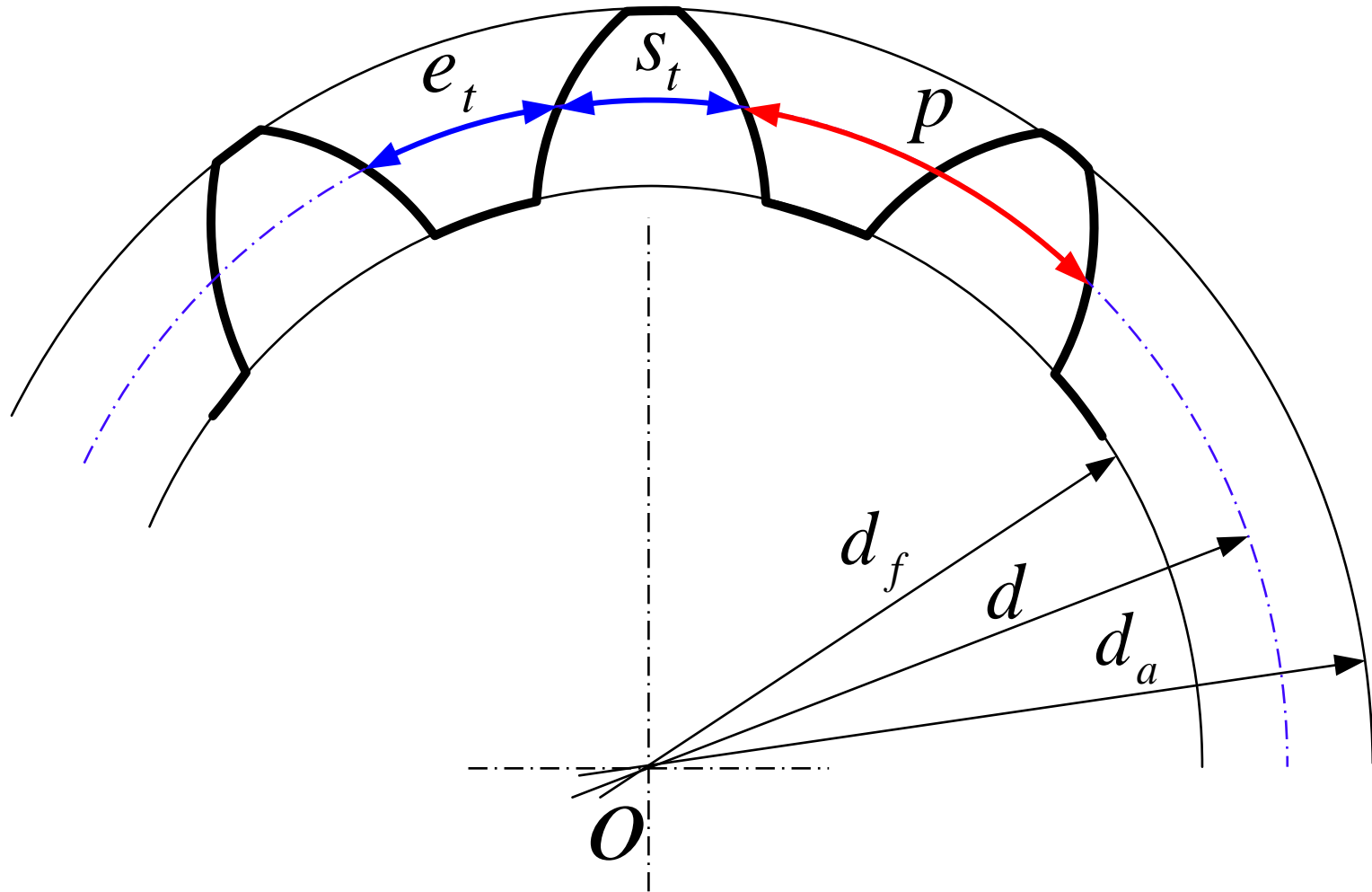
$$p = s_t + e_t = \frac{2\pi r}{z}$$

## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG THẲNG

- Modun  $m$  (được tiêu chuẩn hóa):  $m = \frac{p}{\pi}$

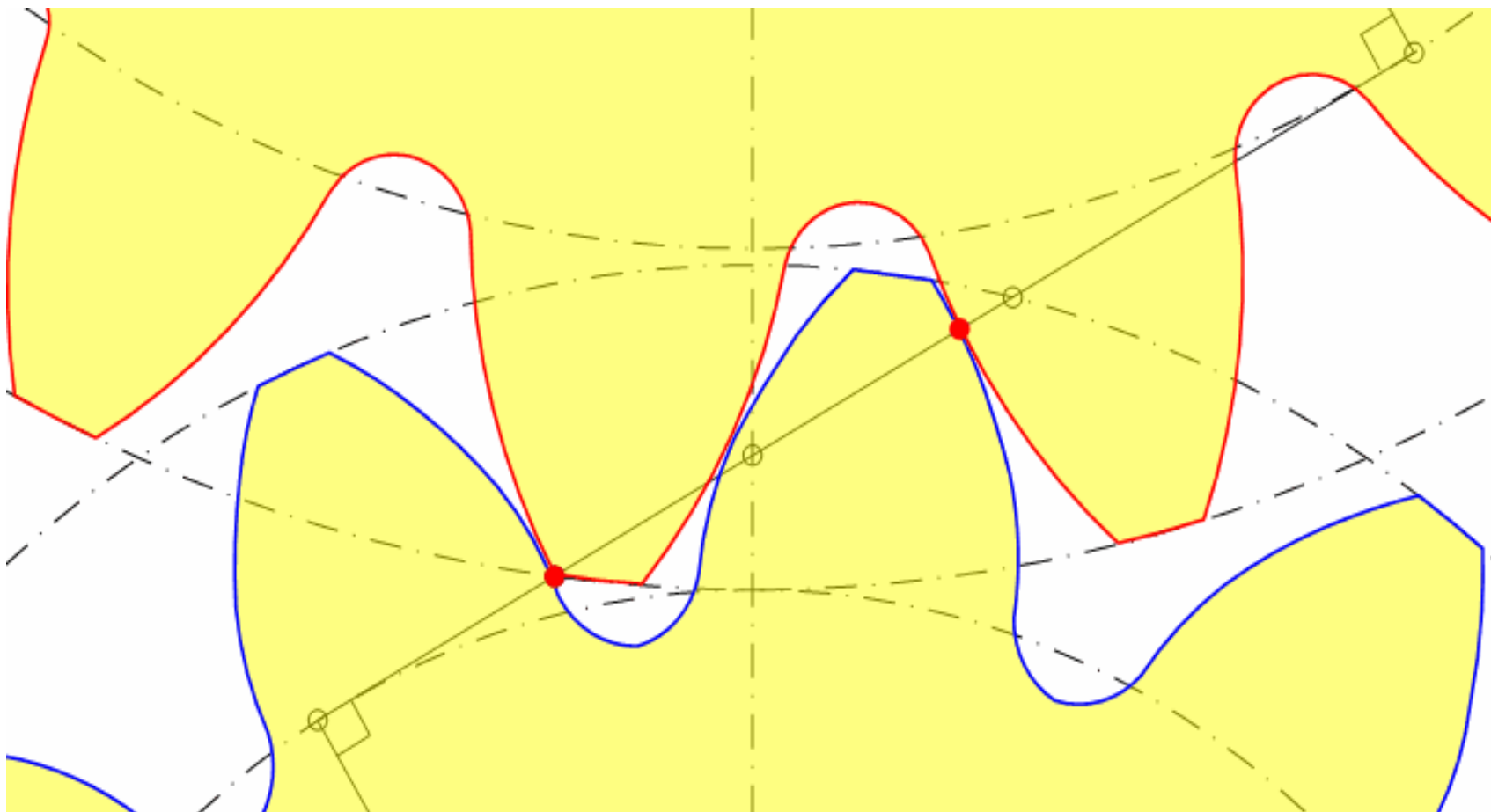
<i>Dãy 1</i>	1	1.25	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
<i>Dãy 2</i>	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22

## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG THẲNG

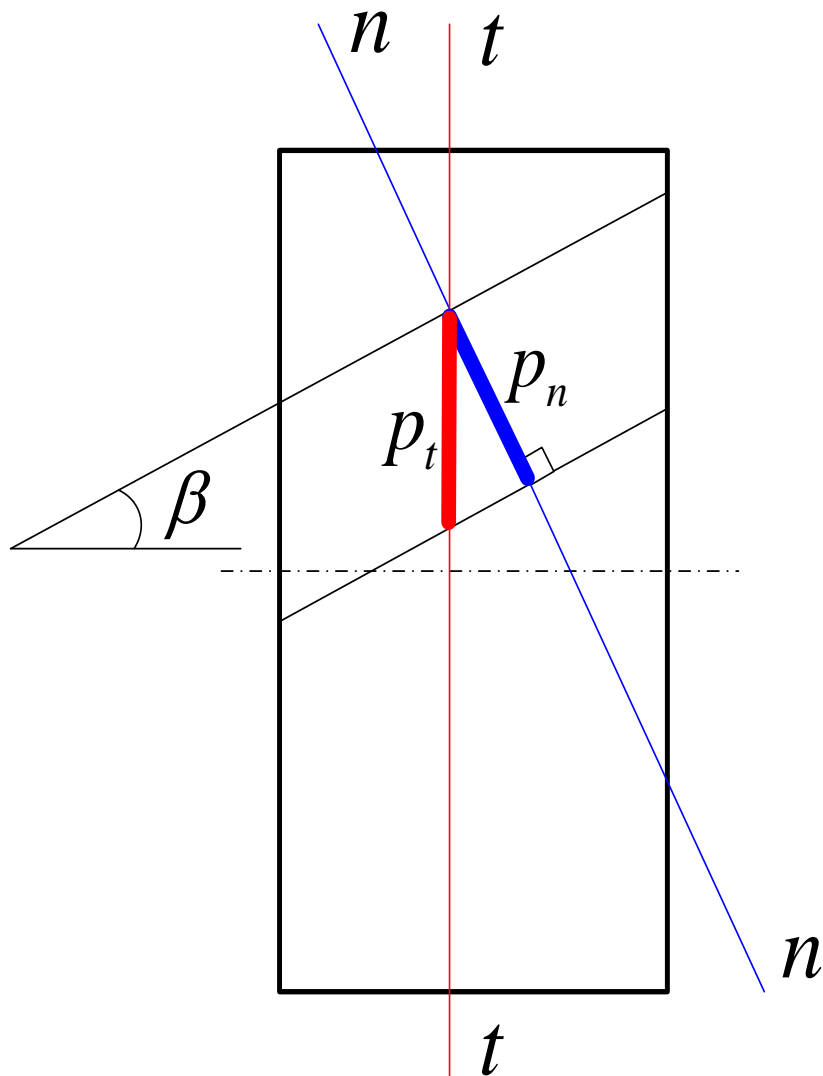




## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG THẲNG



## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG NGHIÊNG



- Góc nghiêng  $\beta$ .
- Bước pháp  $p_n$ .
- Bước ngang  $p_t$ .
- Modun pháp  $m_n$  :
- Modun ngang  $m_t$  :

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

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

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

## 4.2.1. THÔNG SỐ HÌNH HỌC BÁNH RĂNG NGHIÊNG

- Đường kính vòng chia:  $d = m_t \cdot z = \frac{m_n \cdot z}{\cos \beta}$

- Đường kính vòng đỉnh:  $d_a = d + 2m_n$

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

- Khoảng cách trục:  $a = \frac{m_t}{2} (z_1 + z_2) = \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2 \cos \beta}$

---

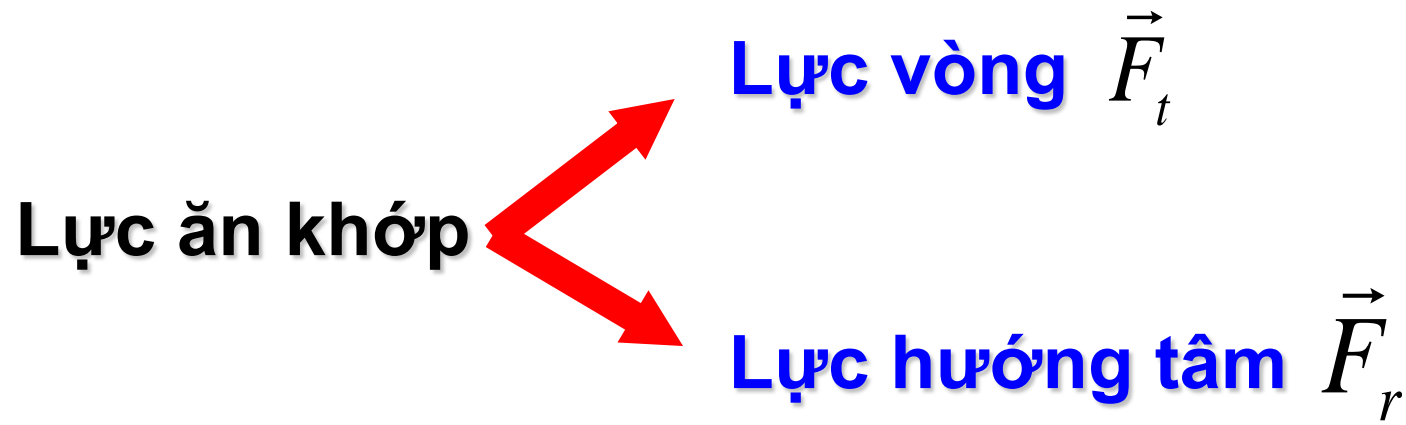
## 4.3. PHÂN TÍCH LỰC TÁC DỤNG

- 4.3.1. *Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng thẳng.*
- 4.3.2. *Lực tác dụng trong bộ truyền BR trụ răng nghiêng.*

# QUI TẮC XÁC ĐỊNH CHIỀU LỰC ĂN KHỚP

- **Chiều lực hướng tâm  $\vec{F}_r$  :** luôn hướng vào tâm trục.
- **Chiều lực vòng  $\vec{F}_t$  :**
  - Trên bánh chủ động: ngược chiều chuyển động.
  - Trên bánh bị động : cùng chiều chuyển động.
- **Chiều lực dọc trục  $\vec{F}_a$  :**
  - Trên bánh chủ động: hướng vào mặt răng làm việc.
  - Trên bánh bị động : ngược chiều so với  $\vec{F}_a$  trên bánh chủ động.

### 4.3.1. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG



## 4.3.1. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG THẲNG

- Lực vòng:

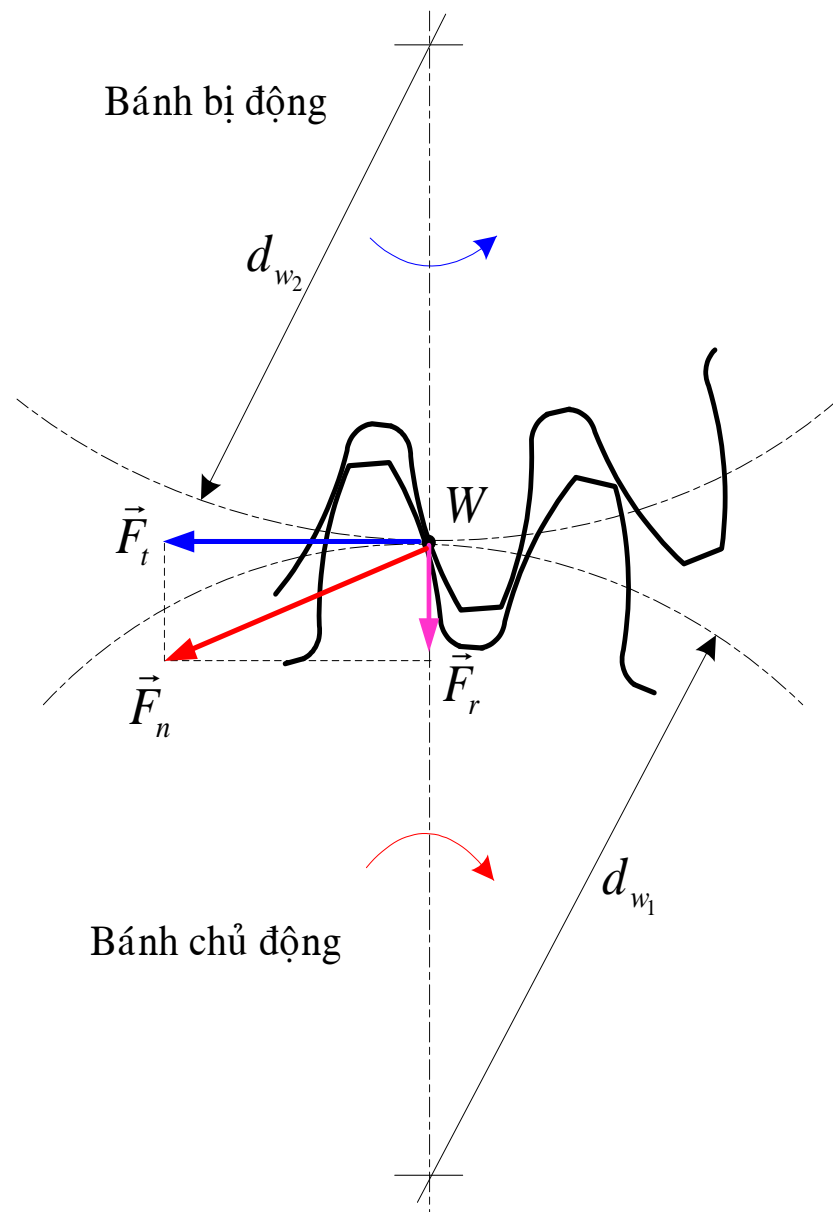
$$F_{t_1} = F_{t_2} = \frac{2T_1}{d_1}$$

- Lực hướng tâm:

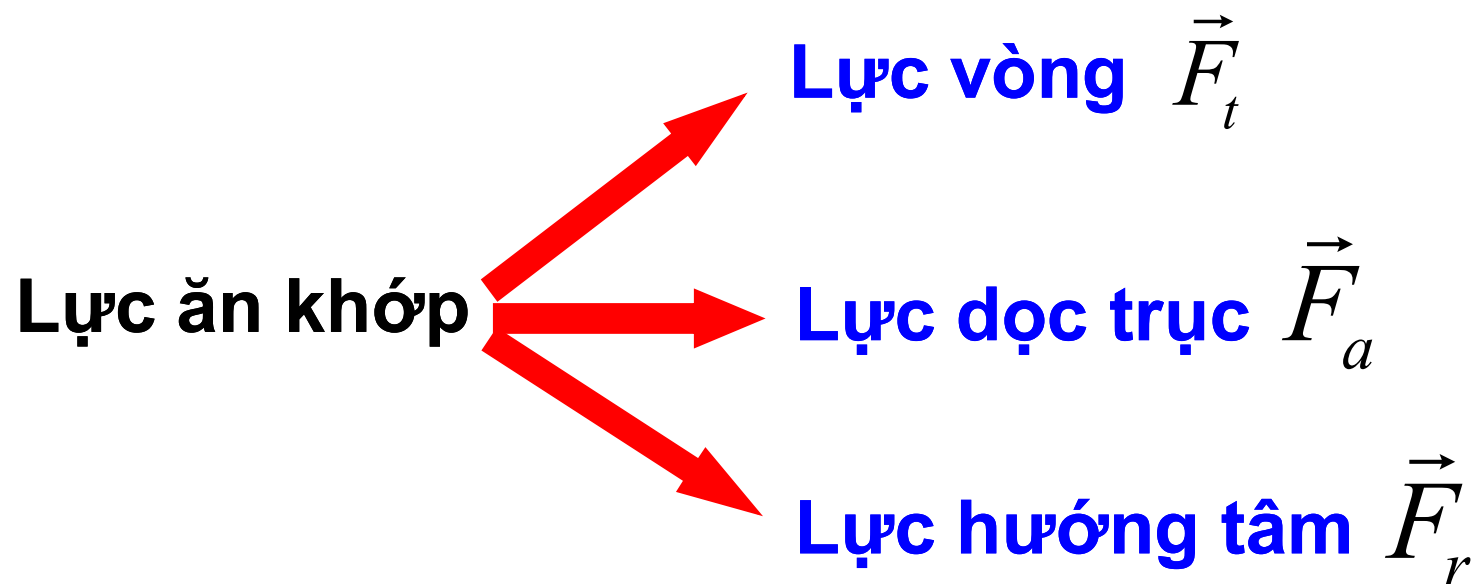
$$F_{r_1} = F_{r_2} = F_{t_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

- Lực ăn khớp:

$$F_{n_1} = F_{n_2} = \frac{F_{t_1}}{\cos \alpha}$$

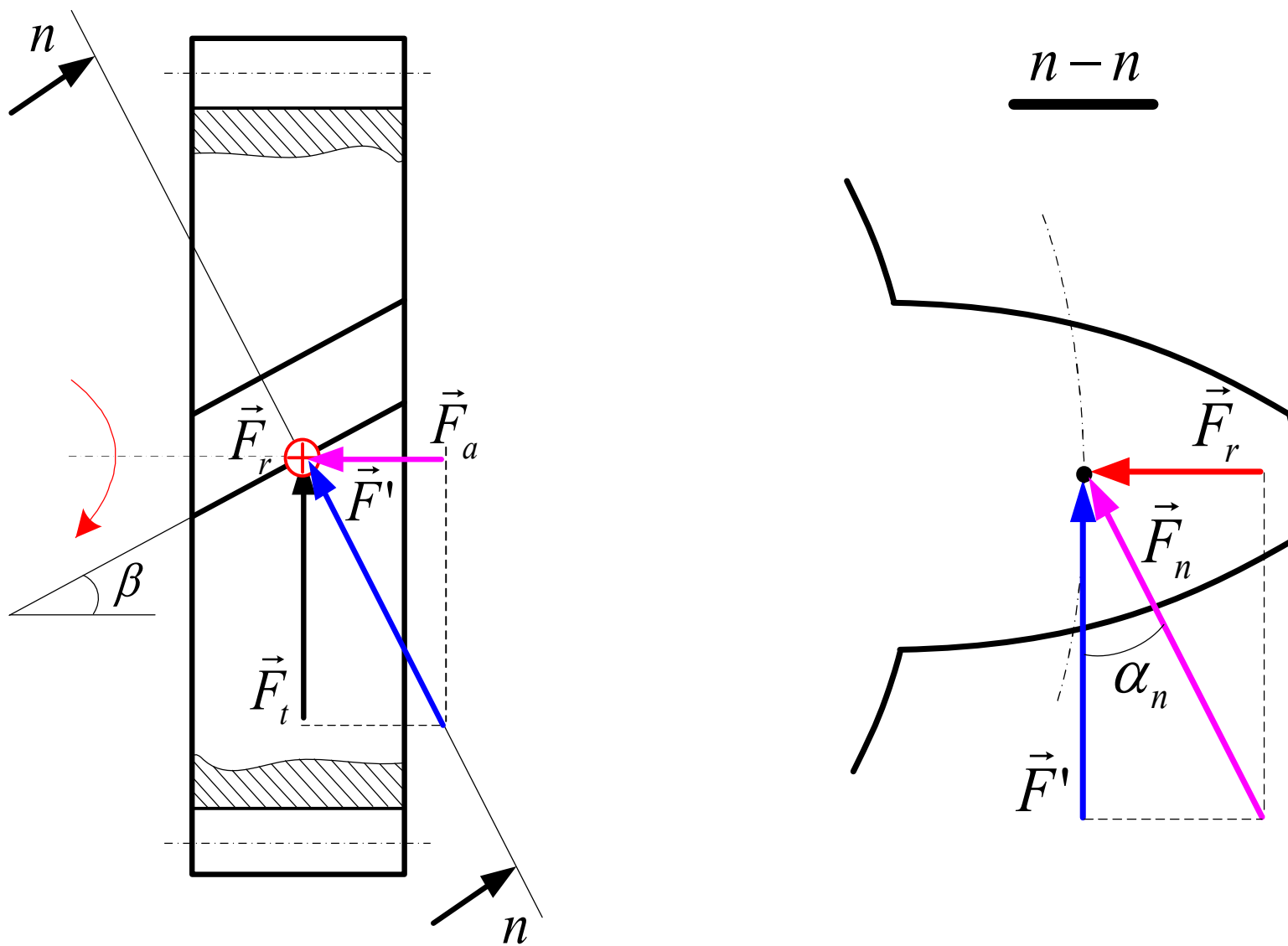


## 4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

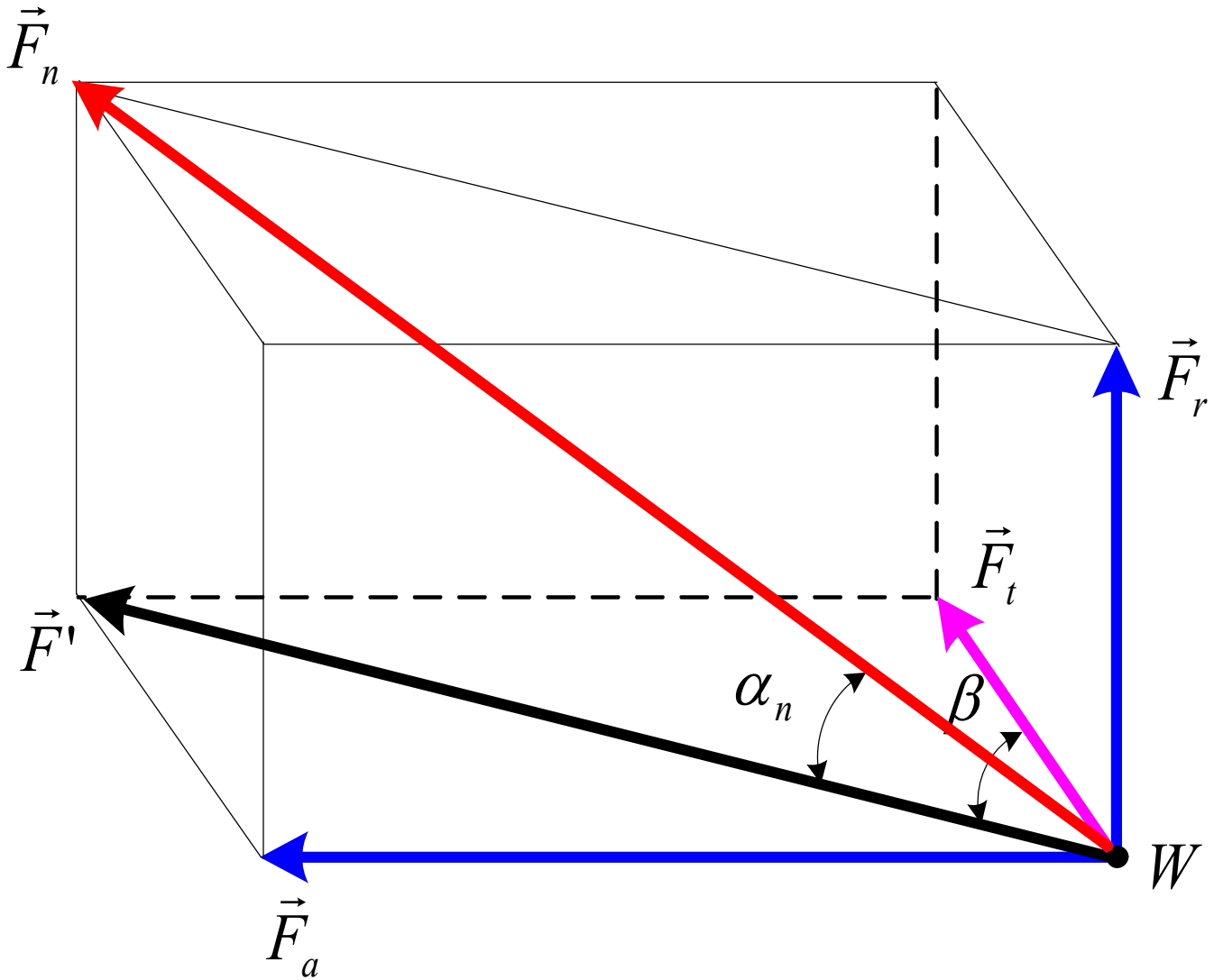




## 4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG



**4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG**



### 4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG

▪ Lực vòng:  $F_{t_1} = F_{t_2} = \frac{2T_1}{d_1}$

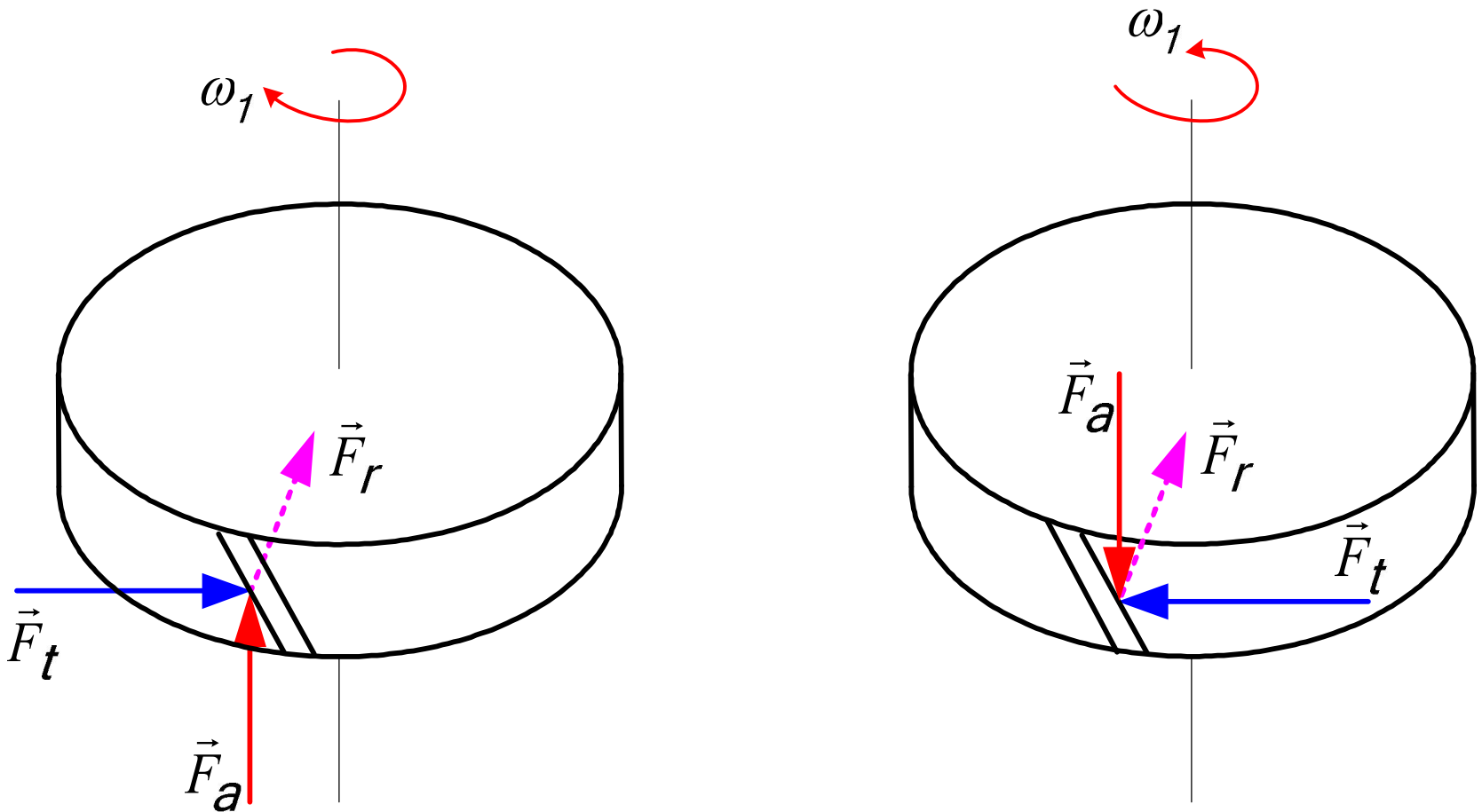
▪ Lực dọc trục:  $F_{a_1} = F_{a_2} = F_{t_1} \cdot \operatorname{tg}\beta$

▪ Lực hướng tâm:  $F_{r_1} = F_{r_2} = F' \cdot \operatorname{tg}\alpha_n = \frac{F_{t_1} \cdot \operatorname{tg}\alpha_n}{\cos\beta}$

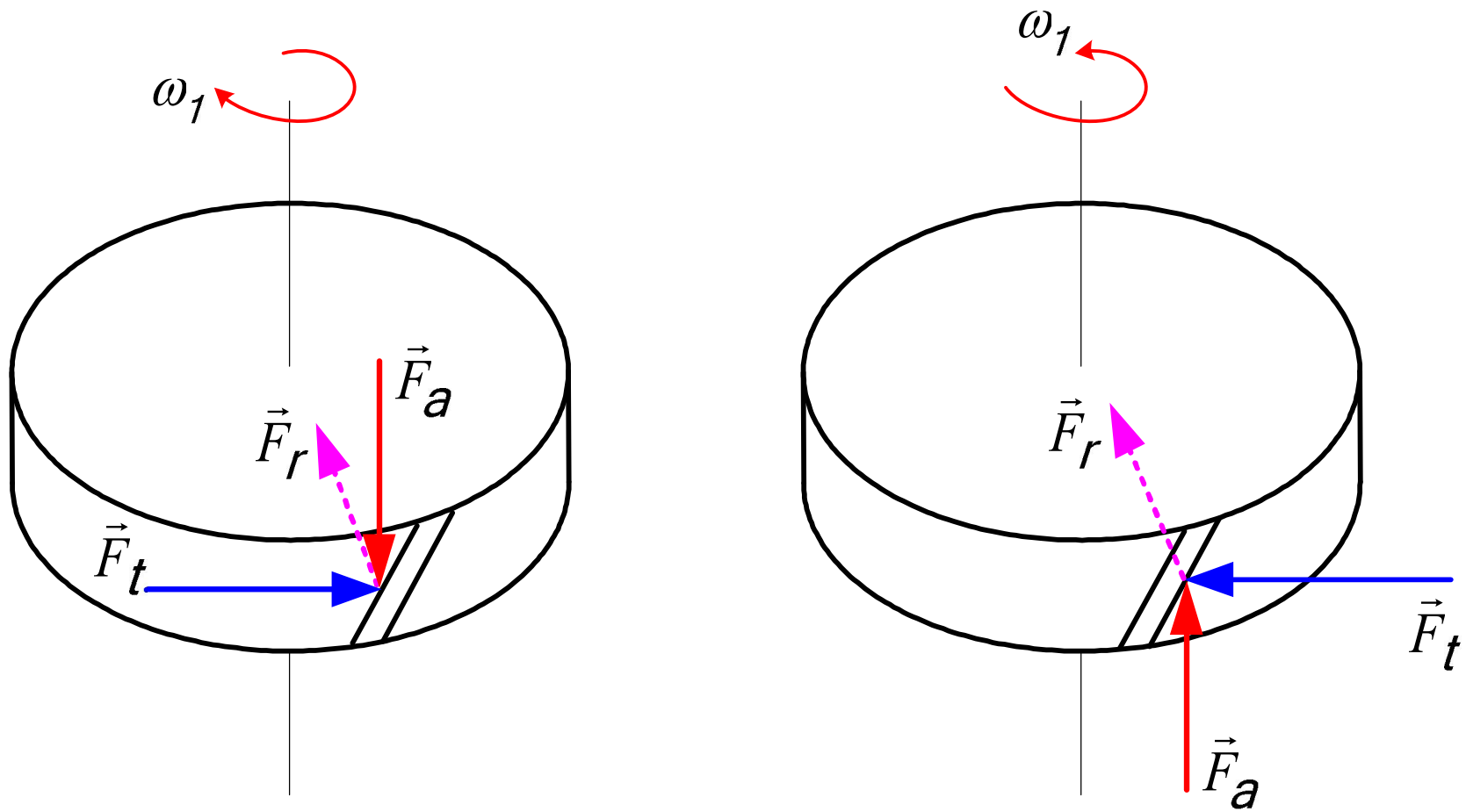
$F' = \frac{F_{t_1}}{\cos\beta}$

▪ Lực ăn khớp:  $F_{n_1} = F_{n_2} = \frac{F'}{\cos\alpha_n} = \frac{F_{t_1}}{\cos\beta \cdot \cos\alpha_n}$

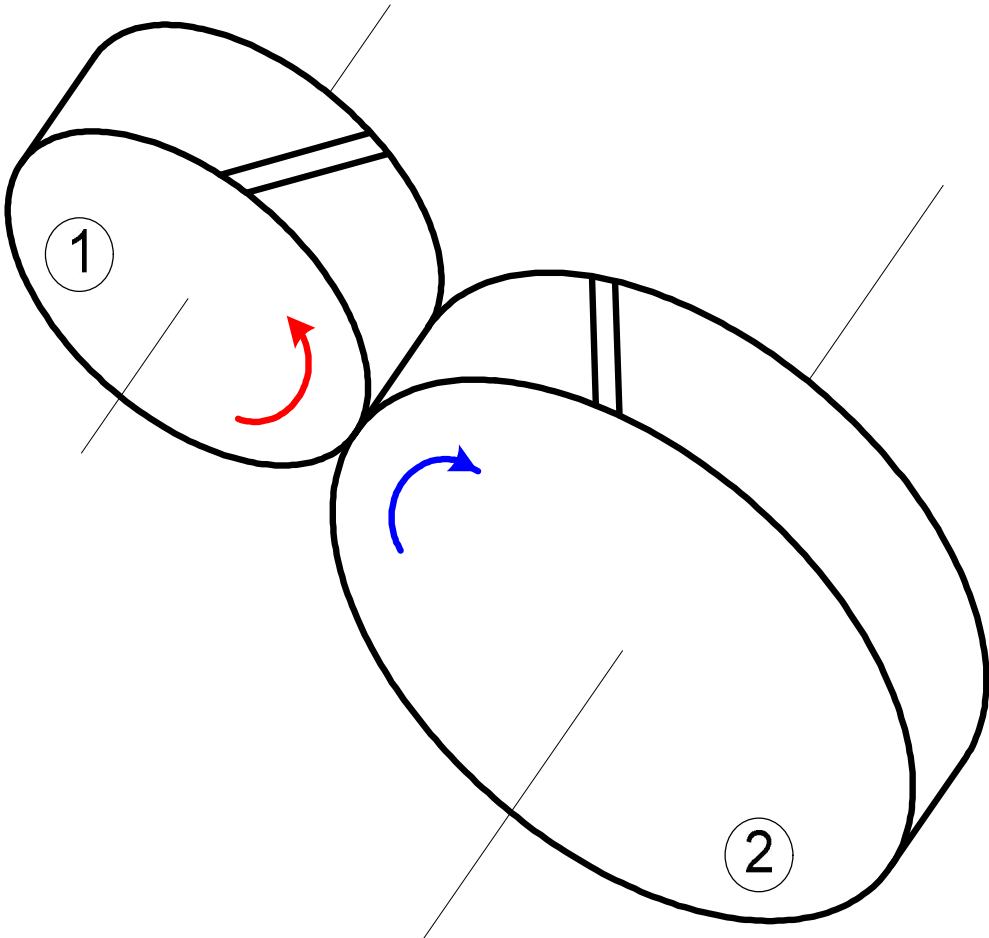
### 4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RẮNG NGHIÊNG



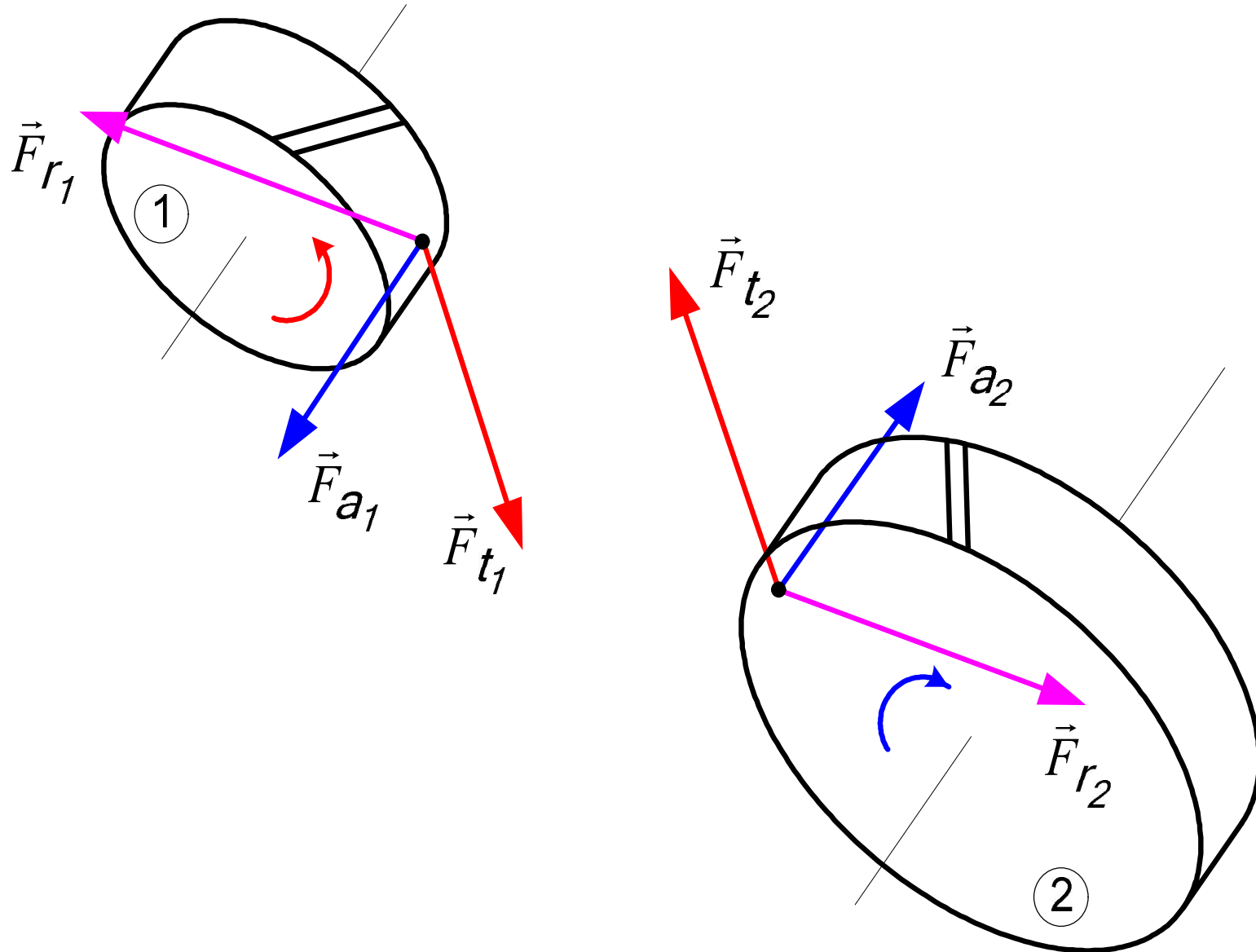
### 4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RẮNG NGHIÊNG



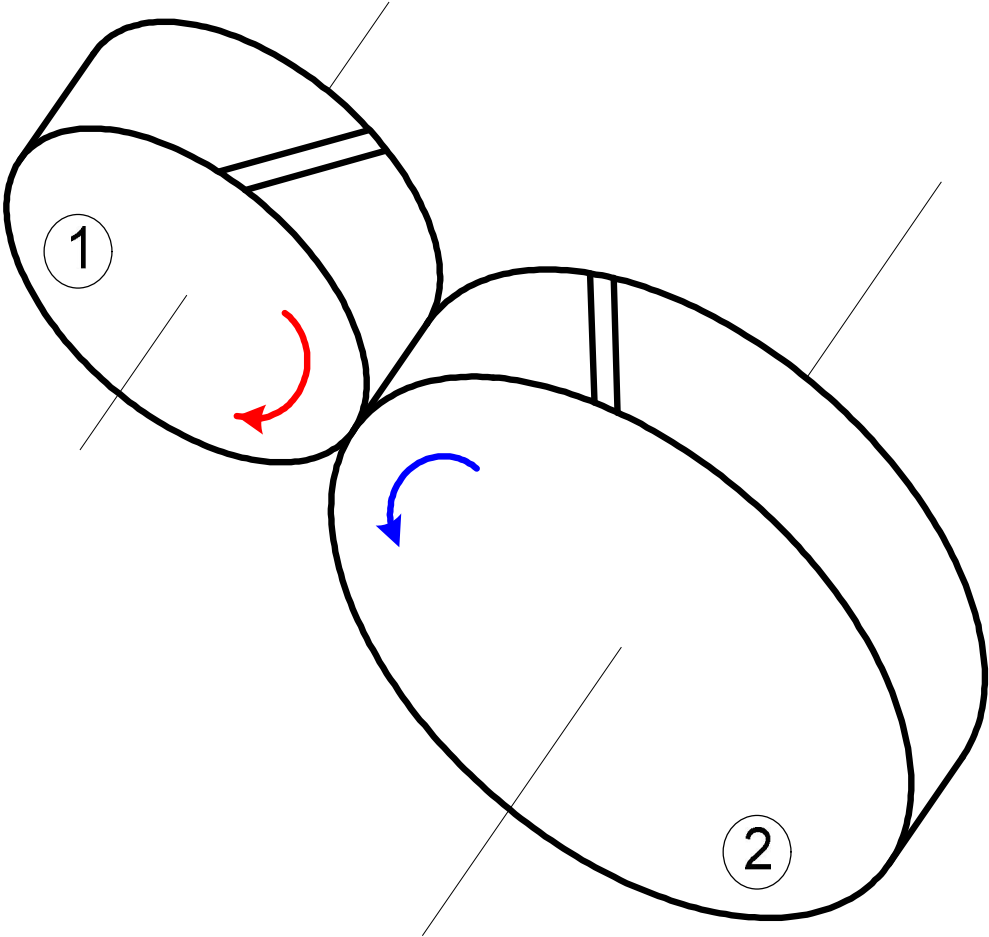
**4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG**



### 4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RẮNG NGHIÊNG

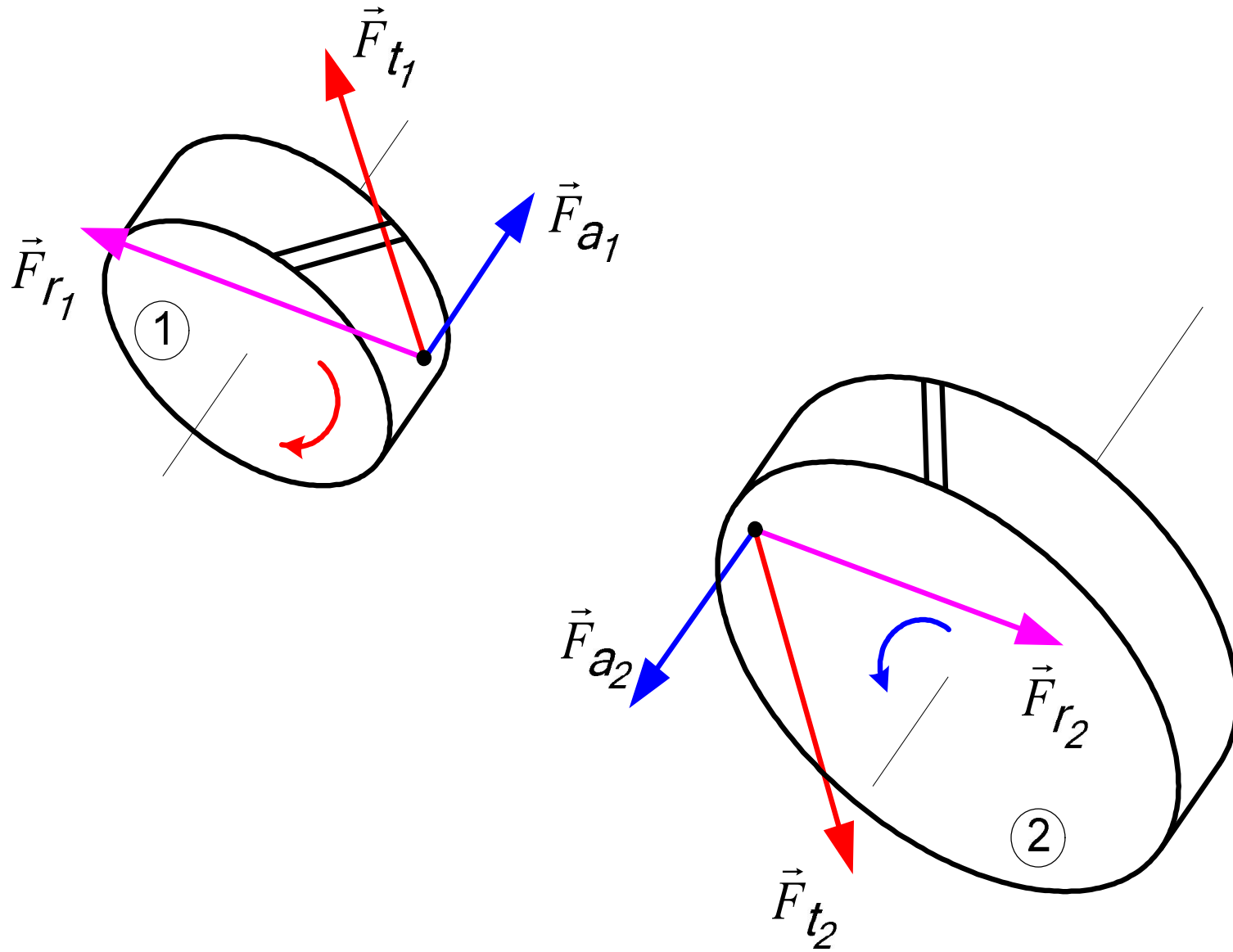


**4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RĂNG NGHIÊNG**





### 4.3.2. LỰC TÁC DỤNG TRONG BỘ TRUYỀN BR TRỤ RẮNG NGHIÊNG



### 4.3.3. TẢI TRỌNG TÍNH

- Tải trọng tính:

$$F_{tt} = K \cdot F_{dn}$$

$F_{dn}$  là tải trọng danh nghĩa (cho trước) và  $K$  là hệ số tải trọng tính.

- Hệ số tải trọng tính:

$$K = K_{\beta} \cdot K_{\nu} \cdot K_{\alpha}$$

$K_{\beta}$ : hệ số tập trung tải trọng theo chiều rộng vành răng (*tra bảng 6.4, trang 209, tài liệu [1]*),

$K_{\nu}$ : hệ số tải trọng động (*tra bảng 6.5 và 6.6, trang 211, tài liệu [1]*),

$K_{\alpha}$ : hệ số xét đến sự phân bố tải trọng không đều trên các đôi răng (*tra bảng 6.11, trang 213, tài liệu [1]*),

## 4.4. CAÙC DAÏNG HOÙNG VAØ CHÆ TIEÂU TÍNH

### 4.4.1. CAÙC DAÏNG HOÙNG

- Gãy răng.
- Tróc vì mỗi bề mặt răng.
- Mòn răng.
- Dính răng.
- Biến dạng dẻo bề mặt răng.
- Bong bề mặt răng.

### 4.4.2. CHÆ TIEÂU TÍNH

## 4.4.1. CÁC DẠNG HỎNG

- **Gãy răng:** do ứng suất uốn.
- **Tróc vôi môi 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.

## 4.4.2. CHỈ TIÊU TÍNH

### CHÆ TIÊU TÍNH

```
graph TD; A[CHÆ TIÊU TÍNH] --> B[Tính theo ñoã beàn tieáp xuùc]; A --> C[Tính theo theo ñoã beàn uoán];
```

Tính theo ñoã beàn tieáp xuùc  
Kieám tra theo ñoã beàn uoán

*(Bộ truyền kín, bôi trơn tốt).*

Tính theo theo ñoã beàn uoán  
Kieám tra ñoã beàn tieáp xuùc

*(Bộ truyền hở, bôi trơn kém).*

## 4.5. VAÄT LIEÄU CHEÁ TAÏO BAÙNH RAÊNG

---

*SV töi ñoïc trang 220, taøi lieäu [1]*

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒ TRUYỀN BR TRUI RAÊNG THÁÚNG

---

TÍNH TOÁN

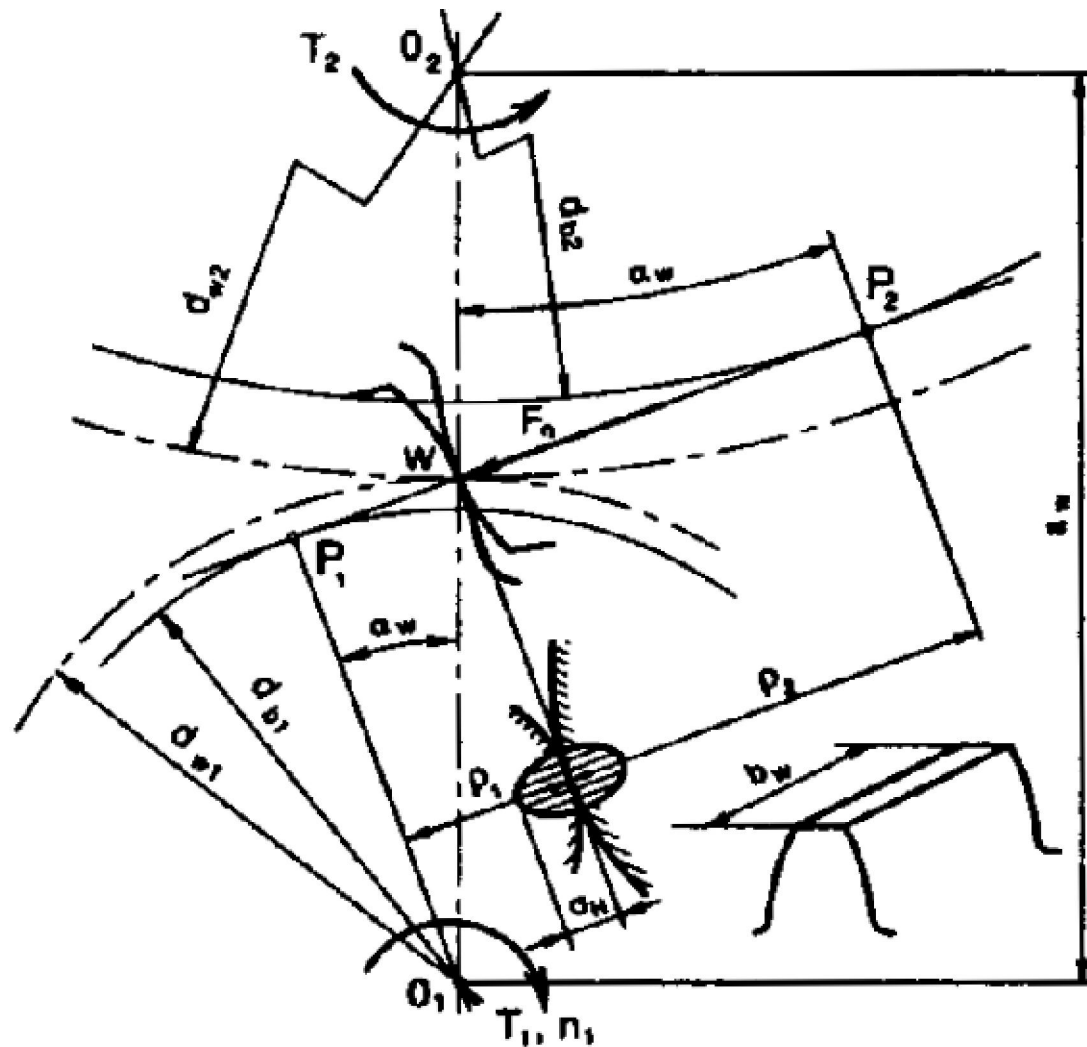
```
graph TD; A[TÍNH TOÁN] --> B[Tính theo ñoã beàn tieáp xuùc]; A --> C[Tính theo theo ñoã beàn uoán];
```

Tính theo ñoã beàn tieáp xuùc

Tính theo theo ñoã beàn uoán

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### 4.6.1. Tính theo độ bền tiếp xúc:





## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

- Điều kiện bền:  $\sigma_H \leq [\sigma_H]$

- Ứng suất tiếp xúc tính theo công thức Hetz:

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

$q_n$  : cường độ tải trọng pháp tuyến,

$\rho$  : bán kính cong tương đương của bề mặt tiếp xúc,

$Z_M$  : hệ số xét đến cơ tính của vật liệu.

## 4.6. TÍNH TOÁN BỐ TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### a. Hệ số xét đến cơ tính vật liệu:

$$Z_M = \sqrt{\frac{2E_1E_2}{\pi[E_2(1-\mu_1^2) + E_1(1-\mu_2^2)]}}$$

$E_1, E_2$  : modun đàn hồi vật liệu chế tạo bánh chủ động và bánh bị động,  
 $\mu_1, \mu_2$  : hệ số Poisson của vật liệu chế tạo cặp bánh răng,

Nếu bánh răng bằng thép thì:

$$E_1 = E_2 = 2,1.10^5 \text{ Mpa} \quad \text{và} \quad \mu_1 = \mu_2 = 0,3 \quad \Rightarrow \quad Z_M = 275 \text{ Mpa}^{1/2}.$$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### b. Bán kính cong tương đương:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2}$$

$\rho_1, \rho_2$  : bán kính cong các bề mặt thân khai tại điểm ăn khớp,  
Dấu “+” khi ăn khớp ngoài, dấu “-” khi ăn khớp trong.

$$\begin{cases} \rho_1 = \frac{d_1 \sin \alpha}{2} \\ \rho_2 = \frac{d_2 \sin \alpha}{2} \end{cases} \rightarrow \frac{1}{\rho} = \frac{2(u \pm 1)}{ud_1 \sin \alpha}$$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### c. Cường độ tải trọng:

$$q_n = \frac{F_n K_H}{l_H}$$

$F_n = \frac{F_{t_1}}{\cos \alpha}$  : lực ăn khớp,

$K_H$  : hệ số tải trọng tính,

$l_H$  : tổng chiều dài tiếp xúc của các đôi răng, xác định theo công thức thực nghiệm

$$l_H = \frac{b}{Z_\varepsilon^2} \quad \text{với} \quad Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}}$$

$b$  : chiều rộng vành răng,  $b = \psi_{bd} d_1$

$\varepsilon_\alpha$  : hệ số trùng khớp ngang, có giá trị  $\varepsilon_\alpha = 1,2 \div 1,9$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### c. Cường độ tải trọng:

$$q_n = \frac{F_n K_H}{l_H}$$



$$q_n = \frac{2T_1 K_H Z_\varepsilon^2}{bd_1 \cos \alpha}$$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

$$Z_M = \sqrt{\frac{2E_1E_2}{\pi[E_2(1-\mu_1^2) + E_1(1-\mu_2^2)]}}$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{2(u \pm 1)}{ud_1 \sin \alpha}$$




$$Z_H = \sqrt{\frac{2}{\sin 2\alpha}}$$

$$q_n = \frac{2T_1K_H Z_\varepsilon^2}{bd_1 \cos \alpha}$$

$$\sigma_H = \frac{Z_M Z_H Z_\varepsilon}{d_1} \sqrt{\frac{2T_1K_H(u \pm 1)}{bu}} \leq [\sigma_H]$$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

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


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

$K_d$  : hệ số phụ thuộc vào góc ăn khớp, hệ số trùng khớp và vật liệu bánh răng,

$K_d = 75,6$  nếu các điều kiện sau thỏa:


+ Cặp bánh răng không dịch chỉnh hay dịch chỉnh đều ( $\alpha = 20^\circ$ ). Khi đó  $Z_H = 1,76$ .

+ Nếu  $\varepsilon_\alpha = 1,2$  thì  $Z_\varepsilon = 0,96$ .

+ Vật liệu thép  $Z_M = 275 \text{ Mpa}^{1/2}$ .

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

---


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



## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

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

$T_2$  : moment xoắn trên bánh bị động,  $T_2 = uT_1$ ,

$$\psi_{bd} = \frac{\psi_{ba}(u \pm 1)}{2} \text{ với } \psi_{ba} = \frac{b}{a}.$$

Giá trị  $\psi_{ba}$  cho theo dãy tiêu chuẩn: 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63 .... Có thể chọn  $\psi_{ba}$  theo *bảng (6.15), trang 231, tài liệu [1]*.

<i>Dãy 1</i>	40	50	63	80	100	125	160	200	250	400
<i>Dãy 2</i>	140	180	225	280	355	450				

## 4.6. TÍNH TOÁN BỐ TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

---

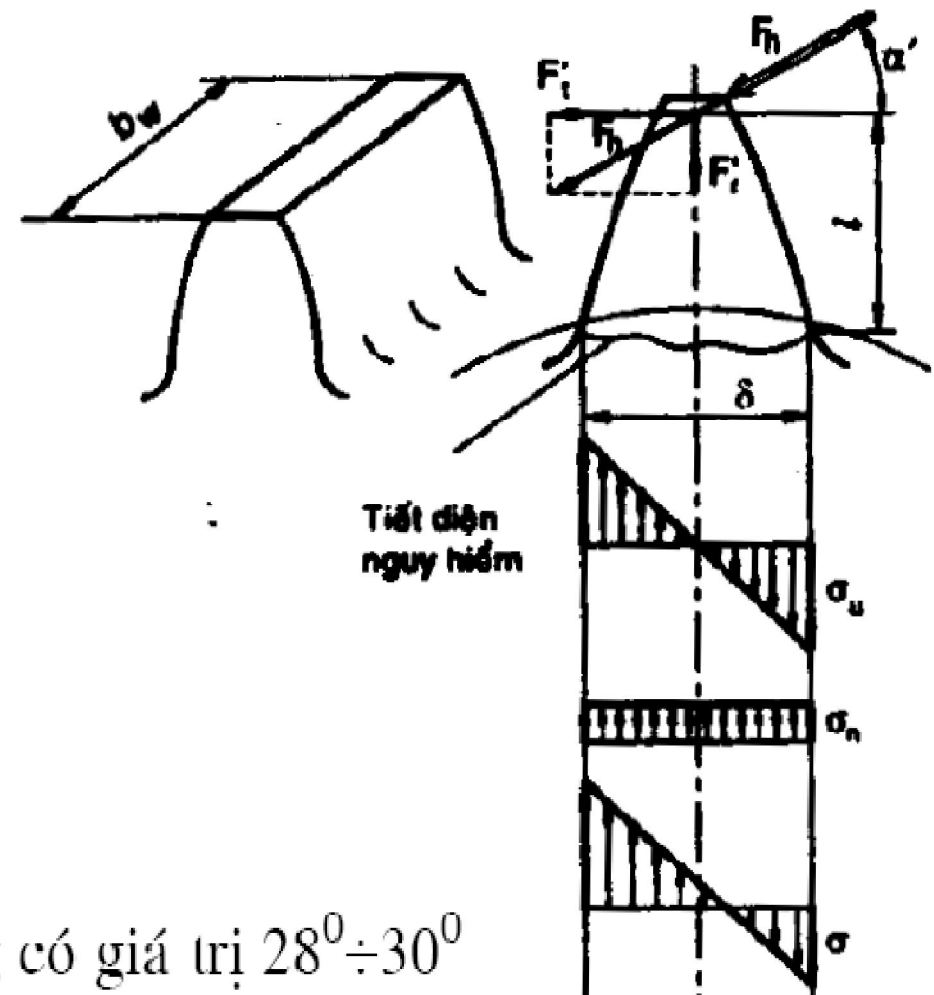
- Từ giá trị khoảng cách trục tìm được, ta tính modun và làm tròn theo dãy tiêu chuẩn với công thức tính  $m = (0,01 \div 0,02) a$ .
- Số răng trên hai bánh răng:

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

Số răng  $z_1, z_2$  tối thiểu phải bằng 17 để tránh hiện tượng cắt chân răng. Sau khi có  $z_1, z_2$  ta tiến hành tính lại khoảng cách trục  $a$  và  $d_1, d_2$ .

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### 4.6.2. Tính theo độ bền uốn:



Góc áp lực  $\alpha' = \alpha + \Delta\alpha$ , thường có giá trị  $28^0 \div 30^0$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### 4.6.2. Tính theo độ bền uốn:

- Ứng suất thực tính toán:  $\sigma_F = \sigma \cdot K_\sigma$

$\sigma$  là ứng suất danh nghĩa

$K_\sigma$  là hệ số tập trung ứng suất lý thuyết.

- Lực pháp tuyến  $F_n$  đặt tại đỉnh răng:

$$F'_t = F_n \cos \alpha' = \frac{F_t \cos \alpha'}{\cos \alpha}$$

$$F'_r = F_n \sin \alpha' = \frac{F_t \sin \alpha'}{\cos \alpha}$$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### 4.6.2. Tính theo độ bền uốn:

- Ứng suất danh nghĩa tại chân răng:

$$\sigma = \sigma_u - \sigma_n = \frac{F'_t l}{W} + \frac{F'_r}{A}$$

$\sigma_u, \sigma_n$  : ứng suất uốn và ứng suất nén sinh ra trong chân răng,

$W$  : moment cản uốn tiết diện nguy hiểm,  $W = \frac{b\delta^2}{6}$ ,

$A = b\delta$  : diện tích tiết diện nguy hiểm,

$b, \delta$  : chiều rộng và chiều dày răng tại tiết diện nguy hiểm,

$l$  : cánh tay đòn lực uốn.

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### 4.6.2. Tính theo độ bền uốn:

- Vì  $l$  và  $\delta$  tỉ lệ bậc nhất với modun  $m$ , nên:

$$l = l' m ; \quad \delta = \delta' m$$

- Do đó:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F}{bm} \left[ \frac{6l'}{(\delta')^2} \frac{\cos \alpha'}{\cos \alpha} - \frac{\sin \alpha'}{\delta' \cdot \cos \alpha} \right] K_\sigma$$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### 4.6.2. Tính theo độ bền uốn:

- Đặt hệ số dạng răng:

$$Y_F = \left[ \frac{6l'}{(\delta')^2} \frac{\cos \alpha'}{\cos \alpha} - \frac{\sin \alpha'}{\delta' \cdot \cos \alpha} \right] K_\sigma$$

Đối với bộ truyền ăn khớp ngoài:  $Y_F = 3 \div 4,6$ .

Đối với bộ truyền ăn khớp trong :  $Y_F = 3,5 \div 4$ .

- Hệ số dạng răng có thể xác định bằng thực nghiệm:

$$Y_F = 3,47 + \frac{13,2}{z} - \frac{27,9x}{z} + 0,092x^2$$

## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

### 4.6.2. Tính theo độ bền uốn:

- Công thức kiểm nghiệm độ bền uốn:

$$\sigma_F = \frac{Y_F F_t K_F}{bm} \leq [\sigma_F] \quad \psi_{bm} = \frac{b}{m} \quad F_1 = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2T_1}{mz_1}$$

- 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  $\psi_{bd}$  tra bảng 6.16, trang 235, tài liệu [1].



## 4.6. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG THÁÚNG

▪ Bộ truyền che kín, bôi trơn tốt:

- Thiết kế theo  $\sigma_H$ :

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

- Kiểm nghiệm theo  $\sigma_F$ :

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

▪ Bộ truyền hở, bôi trơn kém:

- Thiết kế theo  $\sigma_F$ :

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

- Kiểm nghiệm theo  $\sigma_H$ :

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

## 4.7. TÍNH TOÁN BỒ TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG NGHIÊNG

---

### 4.7.1. 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.

## 4.7. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG NGHIEÂNG

### 4.7.2. 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:

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

với

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta}{\sin 2\alpha}}$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}}$$

## 4.7. TÍNH TOÁN BỒ TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG NGHIÊNG

### 4.7.2. Tính theo độ bền tiếp xúc:

- Công thức thiết kế:

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

Tương tự bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng, ta phải chọn modul  $m_n$  theo tiêu chuẩn. Sau đó tính các kích thước chủ yếu của bộ truyền thỏa mãn các điều kiện:  $8^\circ \leq \beta \leq 20^\circ$  đối với bánh răng nghiêng và  $30^\circ \leq \beta \leq 40^\circ$  đối với bánh răng chữ V.

## 4.7. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG NGHIEÂNG

### 4.7.3. 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 trùng khớp ngang,

$Y_F = 3,47 + \frac{13,2}{z_{td}} - \frac{27,9x}{z_{td}} + 0,092x^2$  : hệ số dạng răng theo số răng tương đương.

## 4.7. TÍNH TOÁN BỒA TRUYỀN BR TRỤI RAÊNG NGHIÊNG

### 4.7.3. 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  $\psi_{bm} = 15^\circ \div 40^\circ$  đối với bánh răng nghiêng  
 $\psi_{bm} = 30^\circ \div 60^\circ$  với bánh răng chữ V.