



Børn

# GIỚI THIỆU VỀ BƠM THỂ TÍCH

1

*Bơm cánh dẫn*

2

*Bơm thể tích*

3

*Bơm lý tưởng*

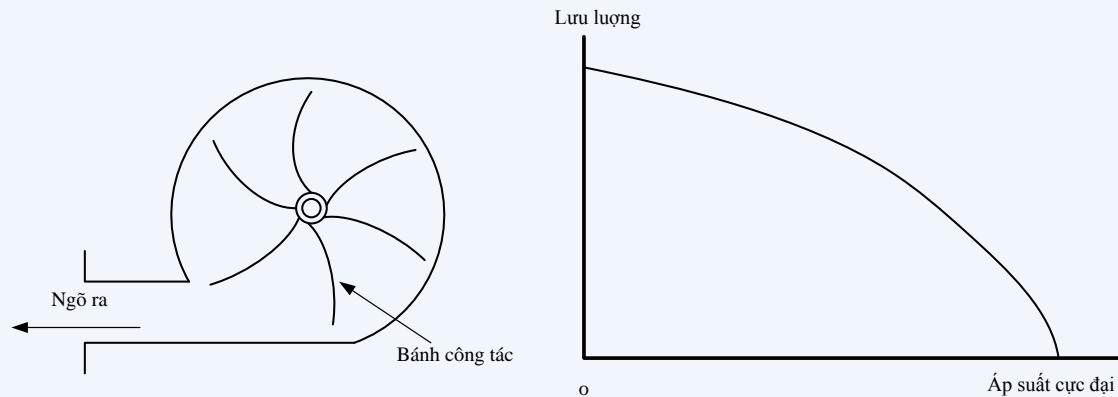
4

*Bơm thực tế*

5

*Các loại bơm quay*

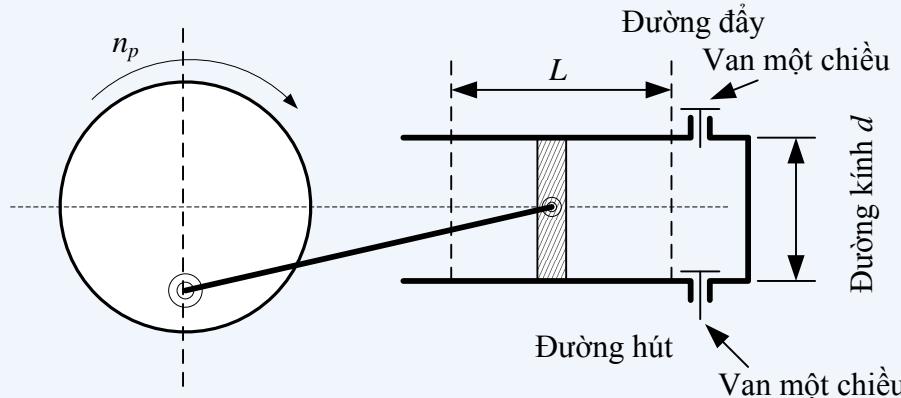
# Bơm cánh dẫn



**Hình 2.1** Bơm ly tâm-nguyên lý và đặc tính

Dạng bơm cánh dẫn phổ biến là bơm ly tâm. Đối với bơm dạng này, lưu lượng được cung cấp bởi bơm giảm dần khi áp suất làm việc của bơm tăng lên. Sơ đồ nguyên lý và đường đặc tính *lưu lượng-áp suất* của bơm ly tâm được trình bày trong hình 2.1. Lưu chất được hút vào và đẩy ra nhờ lực ly tâm được tạo ra ở cánh dẫn.

# Bơm thể tích



**Hình 2.2** Bơm thể tích

Nguyên lý làm việc của bơm thể tích có thể tóm tắt như sau:

- 1 Trong lúc tăng thể tích làm việc của mình, các buồng hoạt động của bơm được kết nối với đường hút. Sự gia tăng thể tích của các buồng làm việc kéo theo sự giảm áp suất bên trong nó, dẫn đến chất lỏng bị hút vào bên trong.
2. Khi thể tích các buồng làm việc đạt tới giá trị lớn nhất, các buồng làm việc được cách ly với đường hút.
3. Trong giai đoạn giảm thể tích, các buồng làm việc được kết nối với đường đẩy. Lưu chất khi đó được đẩy đến ngõ ra của bơm và được nén tới áp suất cần thiết để thắng lực cản tồn tại trong ống dẫn.
4. Giai đoạn đẩy dầu kết thúc khi buồng làm việc giảm đến thể tích nhỏ nhất. Sau đó, buồng làm việc được tách khỏi đường đẩy.

# Bơm lý tưởng

Thể tích riêng của bơm là thể tích chất lỏng được cung cấp bởi bơm sau 1 vòng quay với giả thiết không có sự rò rỉ bên trong bơm và bỏ qua độ nén của chất lỏng. Nó phụ thuộc vào giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất có thể có được của các buồng làm việc, số lượng các buồng làm việc, và số lần hút và đẩy trong một vòng quay của trực bơm.

Thể tích này phục thuộc vào hình dáng hình học của bơm nên nó còn được gọi là thể tích hình học,  $V_g$  (geometric volume). Nó được xác định theo công thức sau:

$$V_g = (V_{max} - V_{min})Z_i$$

trong đó,  $i$  = số lần hút và đẩy trong một chu kỳ quay,

$z$  = số lượng buồng làm việc,

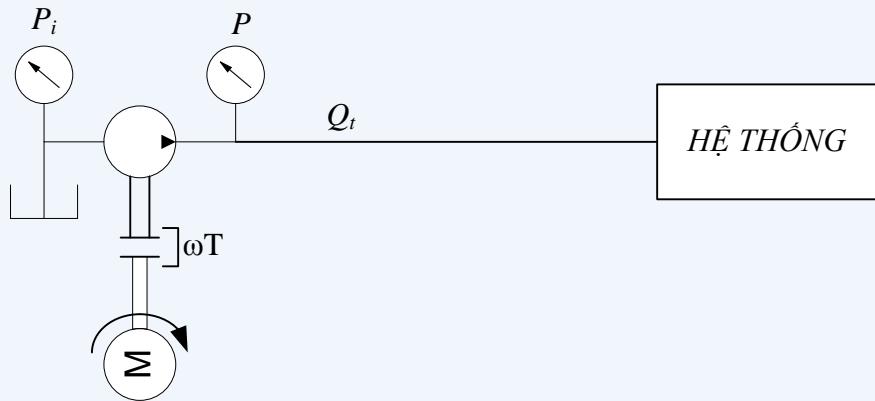
$V_{max}$  = thể tích lớn nhất của buồng làm việc ( $m^3$ ),

$V_{min}$  = thể tích nhỏ nhất của buồng làm việc,

$V_g$  = thể tích riêng của bơm ( $m^3/rev$ ).

# Bơm lý tưởng

Giả thiết rằng không có sự rò rỉ bên trong bơm, không ma sát, không có sự mất áp, lưu lượng của bơm lý tưởng là (xem hình 2.3):



Hình 2.3 Minh họa bơm lý tưởng

$$Q_t = V_g n$$

$Q_t$  = lưu lượng lý thuyết của bơm,  $\text{m}^3/\text{s}$   
 $n$  = vận tốc quay của trực bơm, rev/s

# *Bơm lý tưởng*

Với các giả thiết như trên của bơm lý tưởng, năng lượng cơ khí cung cấp sẽ bằng năng lượng thủy lực tạo ra trong hệ thống thủy lực như được trình bày theo công thức sau:

$$2\pi n T_p = Q_t (P - Pi) = Vg_n \Delta P$$

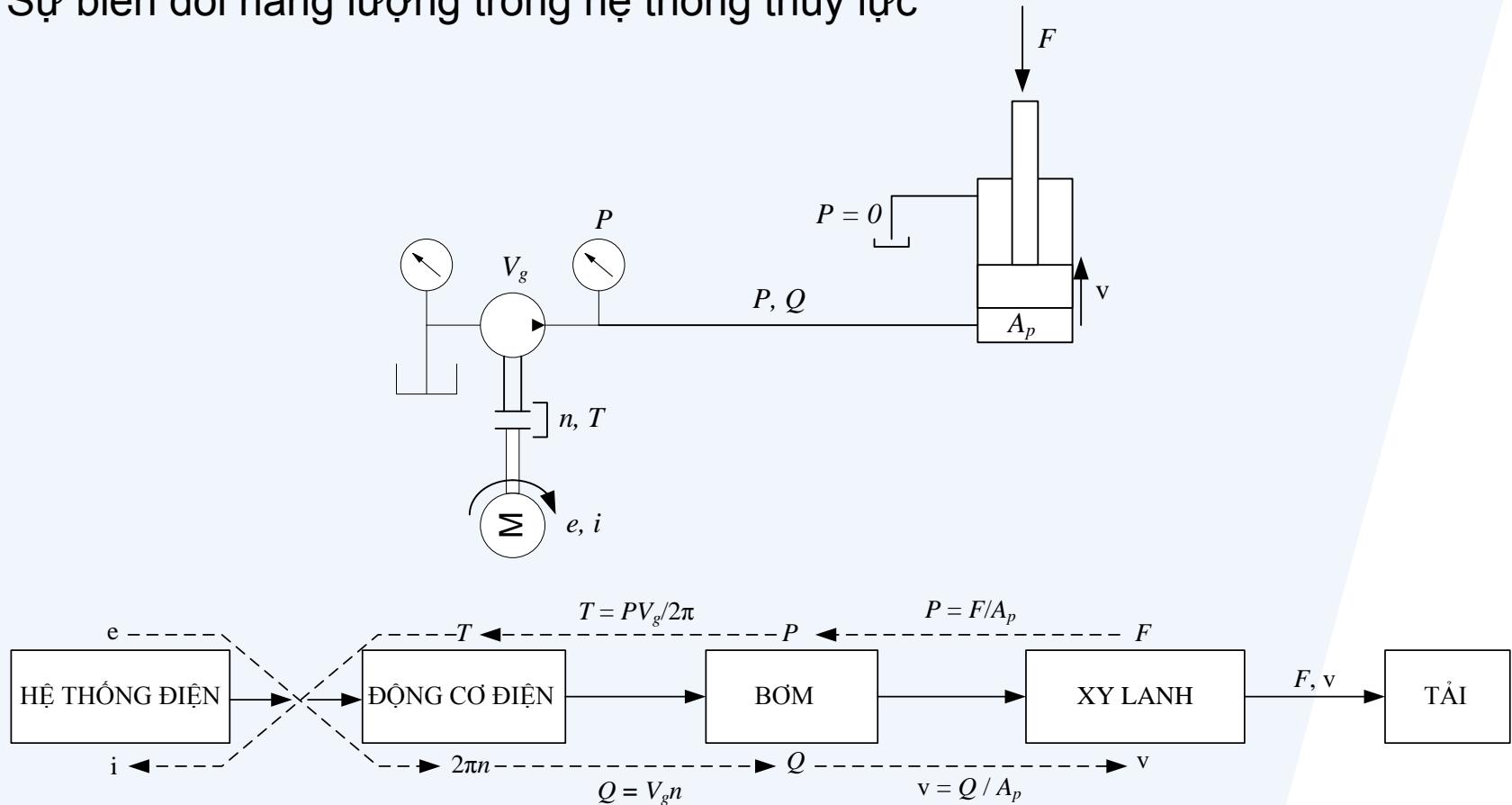
Hoặc

$$T_p = (V_g / 2\pi) \Delta P$$

Trong đó,  $T_p$  = mô-men kéo tại trục bơm (Nm),  $\Delta P$  = Sự gia tăng áp suất do bơm (Pa).

# Bơm lý tưởng

Sự biến đổi năng lượng trong hệ thống thủy lực



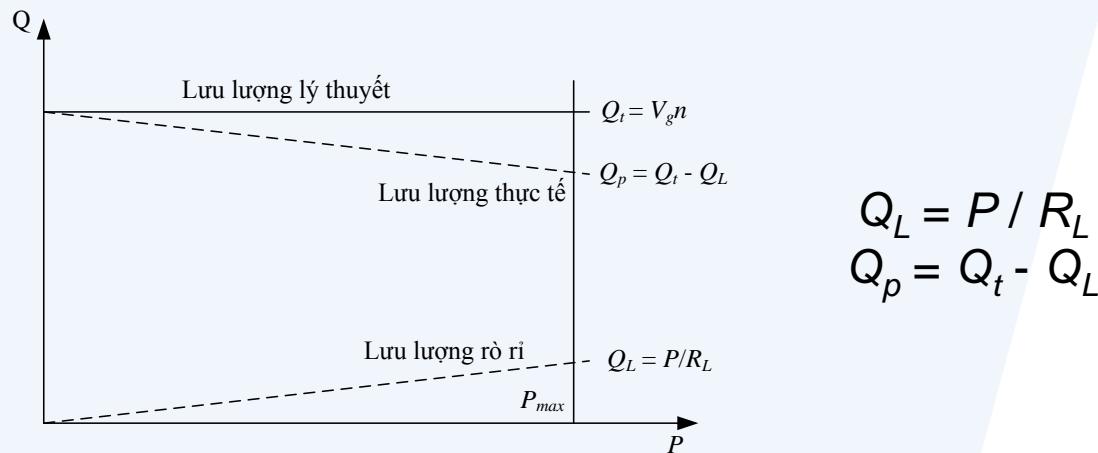
**Hình 2.4** Minh họa sự biến đổi năng lượng trong hệ thống thủy lực

# Bơm thực tế

Công suất thủy lực cung cấp bởi bơm thực tế nhỏ hơn so với năng lượng cơ khí mà nó nhận được. Nguyên nhân là do hiệu suất thể tích, ma sát, và mất mát năng lượng thủy lực.

Lưu lượng thực tế bơm cung cấp nhỏ hơn so với lưu lượng lý thuyết là do các nguyên nhân chính sau:

1. Rò rỉ bên trong bơm
2. Bơm bị xâm thực và hiện tượng tạo bọt khí
3. Dầu bị nén



$$Q_L = P / R_L$$
$$Q_p = Q_t - Q_L$$

Hình 2.6 Đường đặc tính của bơm thể tích

Lực cản tạo ra bởi khe hở,  $R_L$ , tỉ lệ thuận với độ nhớt của dầu, và tỉ lệ nghịch với thể tích của nó

# *Bơm thực tế*

## *Hiệu suất thể tích*

Ảnh hưởng của sự rò rỉ được biểu diễn thông qua hiệu suất thể tích của bơm,  $\eta_v$ , được tính như sau:

$$\eta_v = Q_p / Q_t = (Q_t - Q_L) / Q_t = 1 - Q_L / Q_t = 1 - P / (R_L V_g n)$$

Hiệu suất thể tích của bơm thường nằm trong khoảng từ 0.8 đến 0.99. Bơm piston có hiệu suất thể tích cao nhất, trong khi bơm bánh răng và bơm cánh gạt, nhìn chung, có hiệu suất thể tích thấp hơn.

# *Bơm thực tế*

## *Hiệu suất cơ khí*

Ma sát là nguyên nhân thứ hai làm mất năng lượng của hệ thống thủy lực. Ma sát nhớt và ma sát cơ khí giữa các thành phần của bơm làm triệt tiêu năng lượng. Một phần mô-men kéo cấp cho bơm bị mất do các lực ma sát sinh ra trong quá trình bơm vận hành. Ta gọi phần mô-men bị mất do ma sát này là  $T_F$ .

Nó phụ thuộc vào vận tốc của bơm, áp suất làm việc, và độ nhớt của dầu. Để đánh giá sự mất năng lượng do ma sát, ta dùng thông số hiệu suất cơ khí,  $\eta_c$ , được xác định như sau:

trong đó,

$T_p$  = mô-men kéo cấp tại trục bơm (Nm),

$T_p - T_F$  = phần mô-men được dùng để tạo áp suất (Nm),

$T_F$  = phần mô-men bị mất do ma sát,

và  $\omega$  = vận tốc quay của bơm.

# Bơm thực tế

## Hiệu suất thủy lực

Nguyên nhân thứ ba góp phần làm mất năng lượng trong hệ thống thủy lực là sự mất áp cục bộ bên trong bơm. Áp suất, sinh ra trong buồng làm việc của bơm  $P_c$ , lớn hơn áp suất tại ngõ ra của bơm,  $P$ . Nguyên nhân chính gây ra sự mất áp suất này là mất mát cục bộ. Mất mát thủy lực này được bỏ qua nếu vận tốc quay của bơm nhỏ hơn 50 rev/s, và vận tốc trung bình của dòng chảy nhỏ hơn 5 m/s. Nếu vận tốc dòng chảy lớn hơn thì mất mát thủy lực này tỉ lệ thuận với bình phương lưu lượng.

Sự mất áp cục bộ này được đánh giá thông qua hiệu suất thủy lực,  $\eta_h$ , được tính như sau:

$$\eta_h = Q_p P / Q_p P_c = P / P_c$$

Hiệu suất tổng của bơm  $\eta_T$  được xác định như sau:

$$\begin{aligned}\eta_T &= Q_p P / \omega T_p = (Q_p / Q_t) [(T_p - T_F) / T_p] (P / P_c) [Q_t P_c / \omega (T_p - T_F)] \\ &= \eta_v \eta_m \eta_h [Q_t P_c / \omega (T_p - T_F)]\end{aligned}$$

Năng lượng cơ khí  $\omega (T_p - T_F)$  được chuyển thành lượng bằng với năng lượng thủy lực bên trong bơm  $Q_t P_c$ . Do vậy,

$$\eta_T = \eta_v \eta_c \eta_h$$

# **Hiệu suất tổng của bơm**

## **Hiệu suất tổng**

Hiệu suất tổng của bơm  $\eta_T$  được xác định như sau:

$$\begin{aligned}\eta_T &= Q_p P / \omega T_p = (Q_p/Q_t) [(T_p - T_F)/T_p] (P/P_c) [Q_t P_c / \omega(T_p - T_F)] \\ &= \eta_v \eta_m \eta_h [Q_t P_c / \omega(T_p - T_F)]\end{aligned}$$

Năng lượng cơ khí  $\omega(T_p - T_F)$  được chuyển thành lượng bằng với năng lượng thủy lực bên trong bơm  $Q_t P_c$ . Do vậy,

$$\eta_T = \eta_v \eta_m \eta_h$$

# *Hiệu suất của bơm*

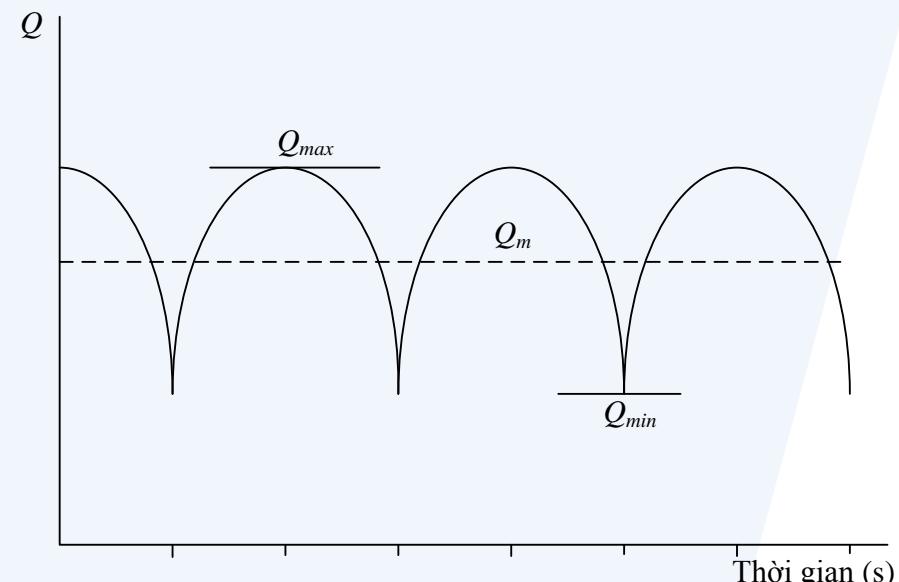
## **Ví dụ 2.1**

Một bơm có thể tích riêng là  $14 \text{ cm}^3/\text{rev}$  được kéo bởi một động cơ điện có vận tốc quay là  $1440 \text{ rev/min}$  và làm việc ở áp suất  $150 \text{ bar}$ . Hiệu suất thể tích của bơm là  $0.9$  và hiệu suất tổng là  $0.8$ . Bỏ qua hiệu suất thủy lực. Tính:

1. Lưu lượng của bơm cung cấp trong  $1 \text{ phút}$  ( $\text{l/min}$ )
2. Công suất cần cung cấp tại trục bơm ( $\text{kW}$ )
3. Mô-men tại trục bơm

# **Hiện tượng xung ở lưu lượng bơm thể tích**

Về lý thuyết, lưu lượng cung cấp bởi bơm được tính theo  $Q_t = V_g n$ . Giá trị này thể hiện giá trị trung bình của lưu lượng bơm. Thực tế, lưu lượng bơm không phải là hằng số. Từng buồng làm việc của bơm cung cấp lưu lượng đúng bằng phần giảm thể tích của nó. Lưu lượng tịnh của bơm tại thời điểm xác định là tổng lưu lượng được cung cấp bởi các buồng được nối với đường hút tại thời điểm đó.

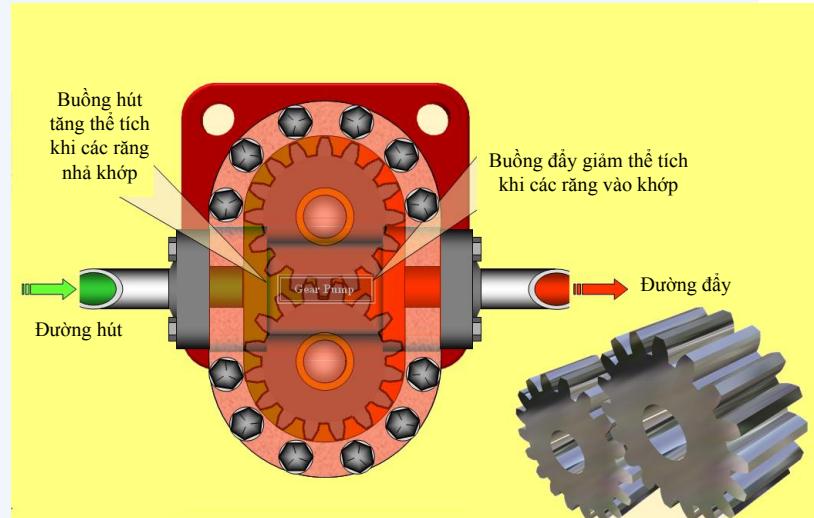
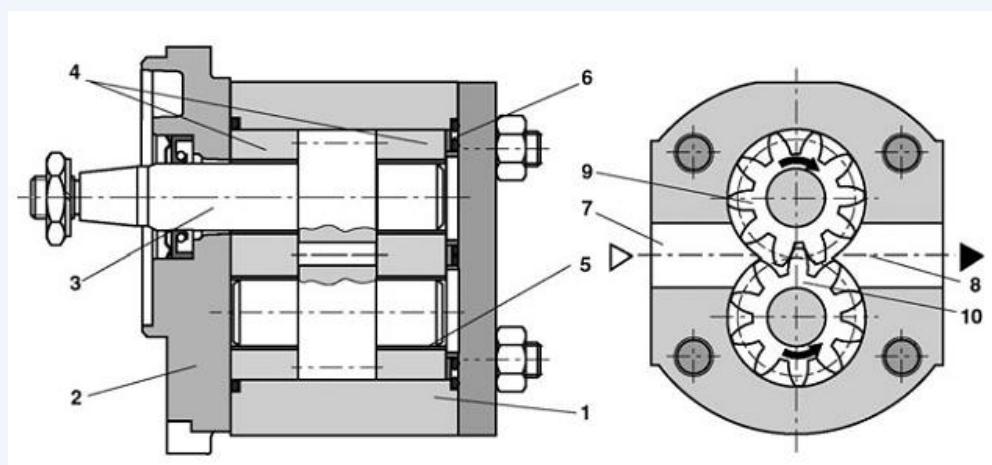


**Hình 2.7** Minh họa hiện tượng xung lưu lượng ở bơm thể tích

Lưu lượng cung cấp bởi các buồng làm việc của bơm bắt đầu từ giá trị zero tại điểm bắt đầu của hành trình đẩy. Nó tăng dần cho đến khi đạt giá trị cực đại tại điểm giữa của hành trình. Sau đó, nó giảm dần cho đến giá trị 0 tại điểm kết thúc của hành trình đẩy đầu.

Do vậy, lưu lượng tịnh của bơm có dạng xung, như được minh họa theo hình dưới đây.

# Bơm bánh răng ăn khớp ngoài



1. Thân bơm, 2. Mặt trước, 3. Trục bơm, 4. Ồ đỡ, mặt bên, 5. Bạc đạn, 6. Đĩa, 7. Ngõ vào, 8. Ngõ ra, 9. Bánh răng chủ động, 10. Bánh răng bị động.

**Hình 2.9** Bơm bánh răng

Thể tích riêng của bơm bánh răng ăn khớp ngoài có thể tính theo công thức sau:

$$V_g = 2\pi b m^2 (z + \sin^2 \gamma)$$

Trong đó,

$b$  = chiều dài răng, m.

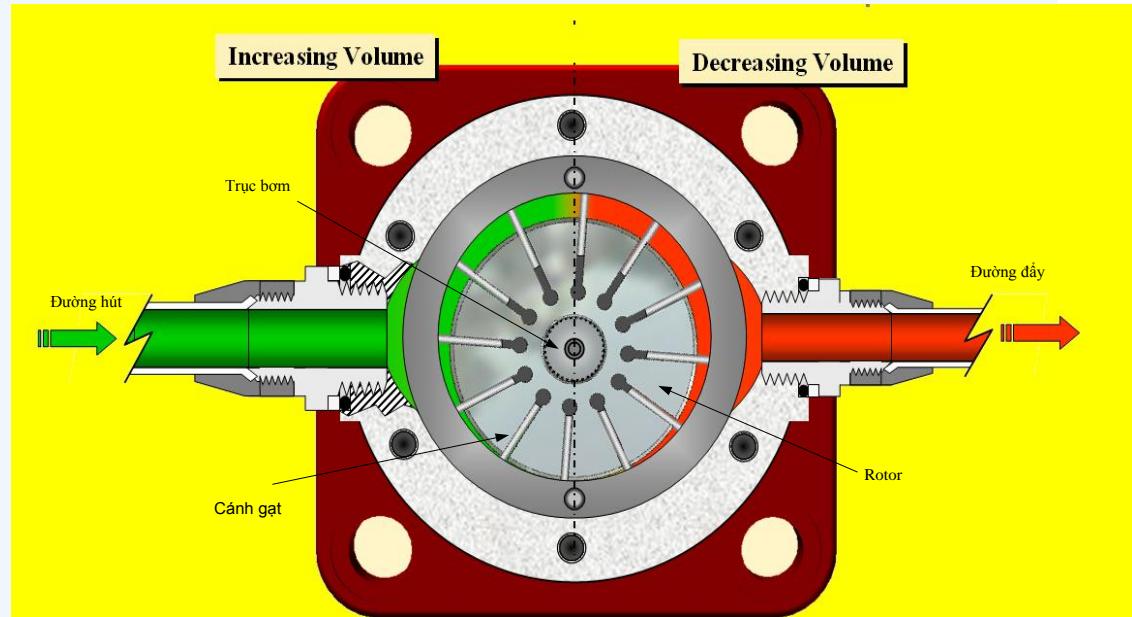
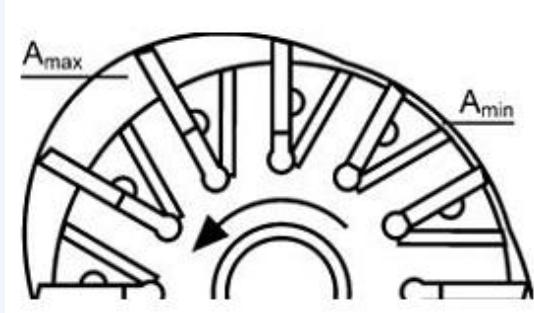
$m$  = mô-đun răng, m.

$z$  = số răng của mỗi bánh răng.

$\gamma$  = góc nghiêng của răng, rad.

# Bơm cánh gạt

## Bơm cánh gạt hành trình đơn



Hình 2.11 Bơm cánh gạt hành trình đơn

Thể tích riêng của bơm cánh gạt có thể tính theo

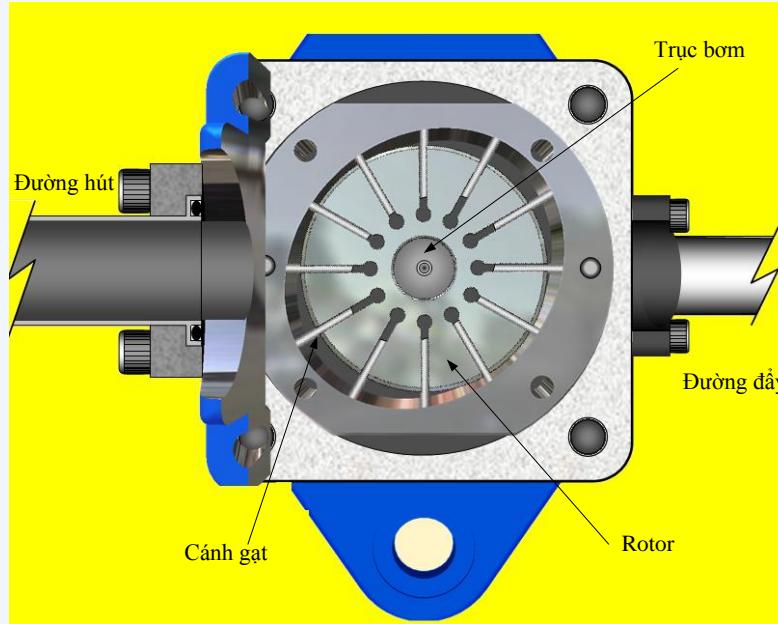
$$V_g = bz(A_{\max} - A_{\min})$$

Trong đó,

$b$  = chiều cao của rotor, m.

$z$  = số buồng làm việc

# Bơm cánh gạt hành trình kép



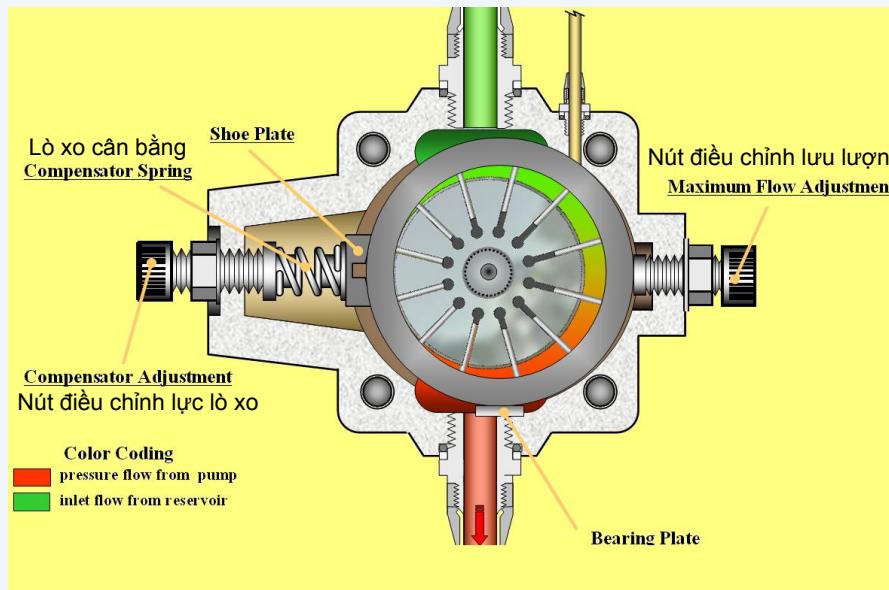
**Hình 2.12** Bơm cánh gạt hành trình kép

Bơm này có ưu điểm là có được sự cân bằng tại trục của rotor do cùng một thời điểm có hai buồng chứa dầu có áp suất bằng nhau tác động cùng lúc lên rotor ở hai hướng đối diện nhau. Điều này làm cho bơm ít bị mòn và do vậy có tuổi thọ cao hơn so với bơm cánh gạt có hành trình đơn.

Thể tích riêng của bơm cánh gạt trong trường hợp này là

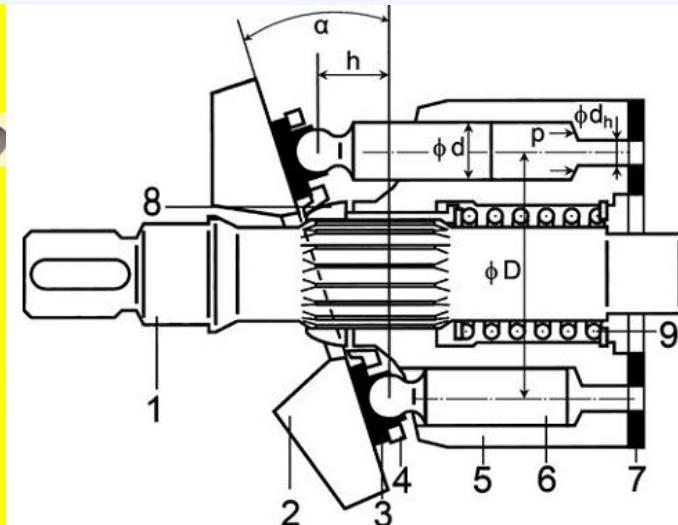
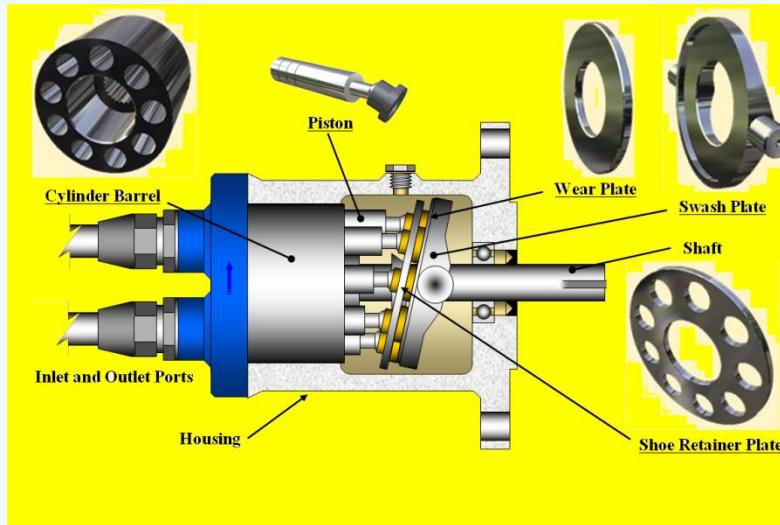
$$V_g = 2bz(A_{\max} - A_{\min})$$

# Bơm cánh gạt có thể tích riêng thay đổi



Hình 2.13 Bơm cánh gạt thay đổi được thể tích riêng

# Bơm piston hướng trục



1. Trục bơm, 2. Đĩa nghiêng, 3. Chân trượt, 4. Đĩa, 5. Piston block, 6. Piston, 7. Đĩa các cửa bơm, 8. Ô chặn, 9. Lò xo

**Hình 2.14** Bơm piston hướng trục

Thể tích riêng của bơm piston hướng trục có thể tính theo:

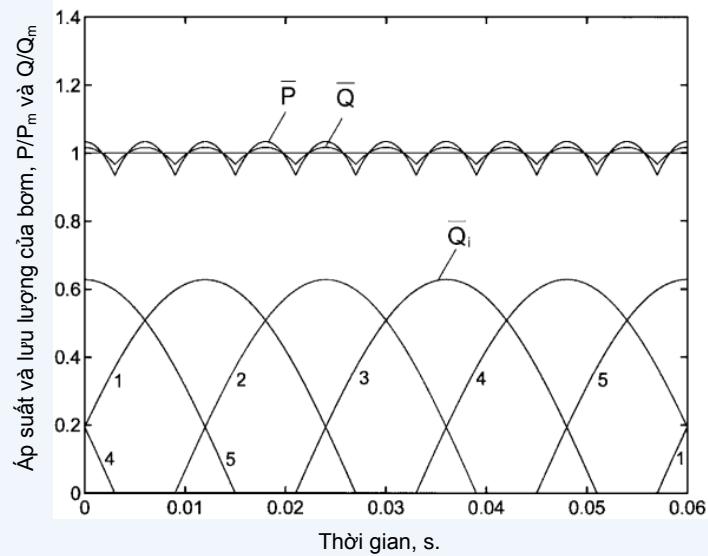
$$V_g = \frac{\pi}{4} d^2 D z \tan \alpha$$

Trong đó,

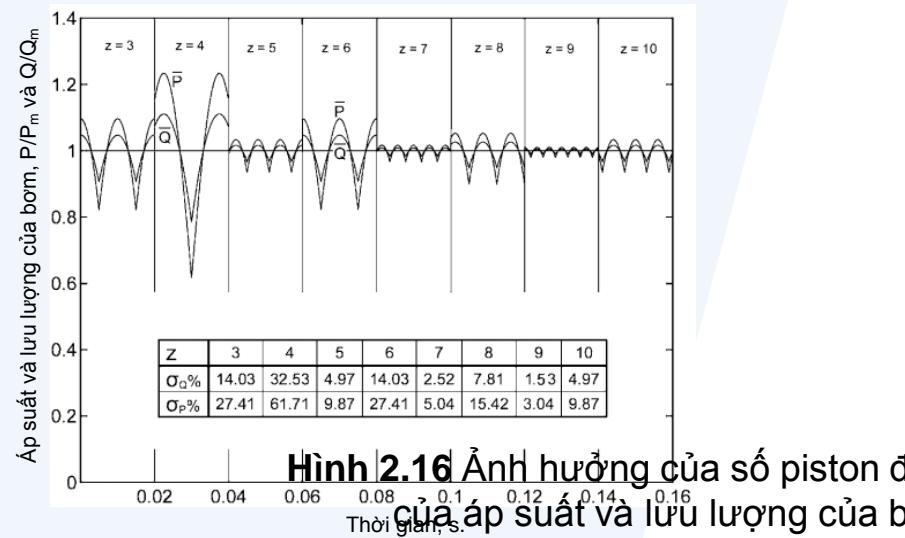
$\alpha$  = độ nghiêng của đĩa nghiêng, rad.

$z$  = số piston

# Sự dao động của lưu lượng trong bơm piston



Hình 2.15 Sự dao động của áp suất và lưu lượng của bơm có 5 piston



Hình 2.16 Ảnh hưởng của số piston đối với áp suất và lưu lượng của bơm



**Thank You !**