

TRUYỀN ĐỘNG THỦY KHÍ

Đề cương : Truyền động thủy Khí
cho sinh viên ngành động lực
(Thời gian 30 tiết)

- Môn học cơ sở phục vụ cho các ngành có hệ thống truyền động thủy lực và khí nén.
- Yêu cầu : Nắm được cấu tạo chức năng và nguyên lý làm việc các phần tử thủy lực và sơ đồ ứng dụng.
- Thi hết môn

- Nội dung :

1. Khái niệm cơ bản (2 tiết)

- 1.1. Truyền động thủy lực là gì, phân loại, ưu nhược điểm của truyền động thủy lực
- 1.2. Chất lỏng làm việc

2. Truyền động thủy lực thể tích (12 tiết)

2.1. Sơ đồ nguyên lý truyền động thủy tĩnh

- 2.1.1 Chuyển động tịnh tiến
- 2.1.2 Chuyển động quay vòng

2.2. Sơ đồ hệ thống truyền động thủy tĩnh

- 2.2.1 Sơ đồ hở
- 2.2.2. Sơ đồ kín
- 2.2.3. Sơ đồ vi sai

2.3. Bơm và động cơ thủy lực thể tích (nhắc lại - xem giáo trình máy thủy khí)

- 2.3.1 Bơm và động cơ pittông
- 2.3.2. Bơm và động cơ rôto
- 2.3.3. Bơm và động cơ pittông-rôto

2.4. Các phần tử thủy lực

- 2.4.1 Cơ cấu phân phối
- 2.4.2 van một chiều
- 2.4.3 Van an toàn
- 2.4.4. Van giảm áp
- 2.4.5. Cơ cấu tiết lưu
- 2.4.6. Bộ tăng áp
- 2.4.7. Bộ ổn định vận tốc

2.5. Điều chỉnh vận tốc cơ cấu chấp hành

- 2.5.1. Phương pháp thể tích
- 2.5.2. Phương pháp tiết lưu

tiết lưu mắc tại cửa vào

tiết lưu mắc tại cửa ra

tiết lưu mắc song song

2.6. Ổn định vận tốc chuyển động cơ cấu chấp hành

bộ điều tốc mắc tại cửa vào

bộ điều tốc mắc tại cửa ra

bộ điều tốc mắc song song

2.7. Truyền động thủy lực tùy động

2.8. Một số sơ đồ ứng dụng

3. Truyền động thủy động (8 tiết)

3.1. Sơ đồ nguyên lý, phân loại, máy cánh dẫn

3.2. Các phương trình cơ bản

3.3. Các thông số cơ bản

3.4. Khớp nối thủy lực

3.4.1. Cấu tạo nguyên lý là việc

3.4.2. Các thông số

3.4.3. Đường đặc tính

3.4.4. Các loại khớp nối thủy lực

3.5. Biến tốc thủy lực

3.4.1. Cấu tạo nguyên lý là việc

3.4.2. Các thông số

3.4.3. Đường đặc tính

3.4.4. Các loại biến tốc thủy lực, mở rộng phạm vi sử dụng biến tốc thủy lực

3.6. Một số ứng dụng

4. Bài tập (8 tiết)

Tài liệu tham khảo :

1, Đinh Ngọc Ái Thủy lực và máy thủy lực ,nxb giáo dục 1998

2. Ngô Vi Châu Bài tập thủy lực và máy thủy lực, nxb ĐH và THCN, 1976

3. Nguyễn Ngọc Phương Hệ thống điều khiển bằng khí nén, nxb giáo dục, 1998

4. M. Guillon : Nghiên cứu và tính toán hệ thống thủy lực (bản dịch tiếng Nga từ tiếng Pháp), nxb cơ khí , Mac tư khoa 1964

5. Abramốp,... Các phần tử truyền động thủy lực, nxb kỹ thuật , Kiép 1977 (tiếng Nga)

I. Những khái niệm cơ bản:

1. Muốn truyền cơ năng từ bộ phận dẫn động đến bộ phận làm việc của các máy của các thiết bị, ngoài dẫn động bằng cơ khí, điện: trong những năm gần đây người ta còn dùng khí nén hoặc chất lỏng.

2. Truyền động thủy lực là tổ hợp các cơ cấu thủy lực và máy thủy lực, dùng môi trường chất lỏng làm không gian để truyền cơ năng từ bộ phận dẫn động đến bộ phận công tác, trong đó có thể biến đổi vận tốc, lực, mômen, và biến đổi dạng theo quy luật của chuyển động. Truyền động thủy lực phù hợp với việc truyền công suất lớn, đặc điểm êm dịu ổn định và dễ tự động hoá mà các truyền động khác không có.

3. Theo nguyên lý truyền động thủy lực chia ra 2 loại:

- Truyền động thủy tĩnh (Truyền động thủy lực thể tích).
- Truyền động thủy động.

+ Hệ truyền động thủy tĩnh được truyền năng lượng giữa các bộ phận, được thực hiện bằng áp năng của dòng chất lỏng, thường dùng các máy thể tích nên gọi là truyền động thủy lực thể tích. Truyền động thể tích được ứng dụng nhiều trong các ngành kỹ thuật (Truyền động thủy lực dùng máy cắt kim loại; trong hệ thống nâng, hạ thủy lực; hệ thống phanh thủy lực; hệ thống trợ lực tay lái; hệ thống trong máy tuốc bin...).

+ Truyền động thủy động: truyền cơ năng giữa các bộ phận máy được thực hiện bằng động năng của dòng chất lỏng.

Đặc điểm: Có 2 loại: khớp nối thủy lực và biến tốc thủy lực, được dùng nhiều trong cơ khí động lực.

4. Ưu điểm chủ yếu của truyền động thủy lực: (8 ưu điểm)

- Dễ thực hiện việc điều chỉnh vô cấp và tự động điều chỉnh vận tốc chuyển động bộ phận làm việc, thực hiện ngay khi máy đang làm việc.

- Truyền động công suất làm việc lớn.

- Cho phép đảo chiều chuyển động bộ phận, làm việc dễ dàng.

- Đảm bảo cho máy làm việc ổn định, không phụ thuộc vào sự thay đổi của tải trọng ngoài.

- Kết cấu gọn nhẹ, có quán tính nhỏ, được dùng nhiều trong hệ thống tự động.

- Do chất lỏng làm việc trong truyền động thủy lực chủ yếu là dầu nên có điều kiện bôi trơn rất tốt các chi tiết.

- Truyền động êm hầu như không ồn.

- Có thể phòng sự cố khi máy quá tải.

5. Nhược điểm hạn chế phạm vi sử dụng: (3 nhược điểm)

- Vận tốc chuyển động bị hạn chế vì phải đề phòng sự va đập thủy lực, tổn thất cột áp, tổn thất công suất và xâm thực.

- Khó khăn làm kín các bộ phận làm việc, chất lỏng dễ bị rò rỉ, hay bị không khí bên ngoài lọt vào làm giảm hiệu suất và tính chất ổn định của truyền động.

- Yêu cầu chất lỏng làm việc rất phức tạp.

6. Chất lỏng làm việc:

Nguyên lý: Ta dùng tất cả các loại chất lỏng (nước, dầu tổng hợp, dầu hoá, hỗn hợp cồn, glyxêrin và các chất khác). Vì tất cả các chất này đều có khả năng truyền năng lượng trong phạm vi áp suất lớn. Chất lỏng làm việc trong HTTĐTL phải hoàn thành các chức năng cơ bản, là môi trường trung gian của truyền động, đồng thời cũng là chất bôi trơn các bộ phận làm việc. Vì vậy việc chọn chất lỏng làm việc trong HTTĐTL đòi hỏi phải giải quyết các yêu cầu mâu thuẫn, để giảm bớt rò rỉ cần chọn chất lỏng có độ nhớt lớn, nhưng để giảm bớt ma sát của dòng chất lỏng và tổn thất năng lượng lại cần chất lỏng có độ nhớt bé. Chất lỏng có thể dùng trong hệ thống truyền động thuỷ lực là các loại dầu khoáng, cho thêm (0,5 ÷ 1)% axit béo và este. Loại này có độ nhớt nhỏ và tinh khiết.

Việc chọn chất lỏng làm việc có ảnh hưởng rất lớn đến kết quả, khả năng làm việc, tuổi thọ của HTTĐTL.

Các yêu cầu cơ bản của chất lỏng làm việc:

- a. Tính chống rỉ và ít bị phân huỷ trong quá trình làm việc.
- b. Tính chịu nhiệt tốt và độ nhớt tương đối nhỏ để tăng độ nhạy và độ chính xác các bộ phận điều khiển.
- c. Tính đồng chất và tinh khiết.
- d. Không ăn mòn không làm biến dạng của đệm lót kín.
- e. Tính ổn định môđun đàn hồi và khối lượng riêng , không được bốc hơi và tiêu hao nhiều trong phạm vi nhiệt độ làm việc.
- g. Có khả năng tạo màng dầu bền vững cho bề mặt kim loại (yếu tố này làm giảm độ nhạy của các thiết bị).
- h. Hàm lượng không khí ít.
- i. Áp suất bay hơi bão hòa thấp, nhiệt độ sôi cao.
- k. Có tính dẫn nhiệt tốt, hệ số giãn nở nhiệt thấp.
- l. Không hút ẩm và không hoà tan trong nước, dễ dàng tách nước khi bị lẫn vào (hàm lượng nước thường nhỏ hơn 1%).
- m. Có tính cách nhiệt tốt.
- n. Không có mùi, không độc hại, không dễ cháy, dễ sản xuất, giá thành rẻ.

II. Truyền động thuỷ tĩnh: Gồm 3 bộ phận

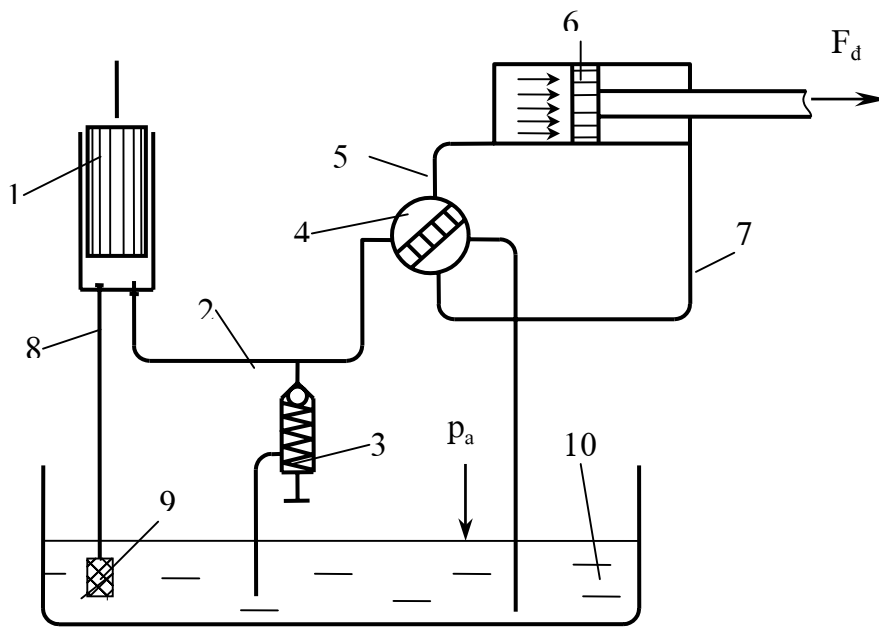
- Bơm: Nguồn cung cấp năng lượng cho chất lỏng (biến cơ năng thành áp năng) thông thường dùng bơm thể tích.

- Động cơ thuỷ lực: Biến đổi áp năng dòng chảy thành cơ năng bằng cách thực hiện các chuyển động của nó (thẳng, quay, kết hợp).

- Phần tử trung gian (phần tử thuỷ lực) : Điều khiển hệ thống (đường ống, van một chiều, van an toàn cơ cấu phân phối).

1. Sơ đồ nguyên lý:

- a. Sơ đồ chuyển động tịnh tiến:



Hình 1

1. Bơm kiểu piston chuyển động tịnh tiến.
2. Đường ống ra của bơm.
3. Van an toàn.
4. Van phân phối và cơ cấu phân phối.
5. Đường dẫn chất lỏng vào xi lanh.
6. Xi lanh lực (động cơ thủy lực).
7. Đường dầu hồi.
8. Đường dầu vào bơm.
9. Bộ lọc.
10. Thùng chứa chất lỏng.

Nguyên lý:

- Bơm cung cấp áp năng cho chất lỏng, chất lỏng đi qua cơ cấu phân phối, vào ngăn trái của xi lanh lực tác động lên piston làm piston chuyển động tịnh tiến.
- Chất lỏng ở ngăn phải qua cơ cấu phân phối về thùng chứa, làm nguội, lọc, đưa vào bơm.
- Thùng chứa thông với khí trời (áp suất mặt thoáng p_a) gọi là hệ thống hở.
- Khi quá tải, piston sẽ dừng lại, áp suất ngăn trái tăng lên, mở van an toàn, chất lỏng rò rỉ, tháo chất lỏng về bể chứa.

Cách tính toán:

1) Vận tốc piston:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

2) Lưu lượng bơm cấp: $Q_B = v_B \cdot S_B$

Lưu lượng bơm vào động cơ thủy lực:

$$Q_D = v_D \cdot S_D$$

Bỏ qua rò rỉ:

$$Q_B = Q_D \Rightarrow v_D = \frac{Q_D}{S_D} = \frac{Q_B}{S_B}$$

Nếu bỏ qua tổn thất cột áp:

+ Áp suất trong xi lanh của bơm $p = \frac{F_B}{S_B}$ được truyền đến xi lanh lực và gây ra lực làm

cho piston chuyển động:

$$F_D = p \cdot S_D$$

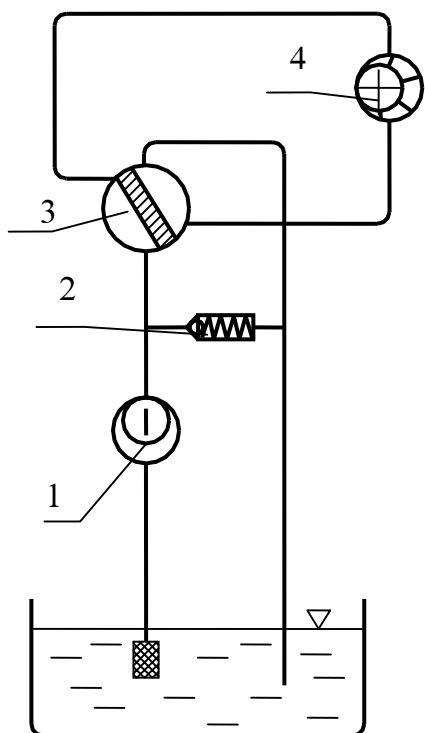
S_D, S_B : Diện tích làm việc của piston.

+ Công suất bơm: $N_B = p \cdot Q_B = F_B \cdot V_B$

+ Công suất động cơ thủy lực: $N_D = p \cdot Q_D = F_D \cdot V_D$

$$N_D = N_B \text{ (Truyền công suất không mất mát)}$$

b. Truyền động thủy lực có chuyển động quay:



1- Bơm (kiểu rôto hay piston rôto).

2- Van an toàn.

3- Van phân phối (khóa phân phối).

4- Động cơ thủy lực (kiểu rôto hay piston rôto).

Hành trình: Từ bể vào bơm vào van phân phối vào động cơ thủy lực rồi trở về bể. Sau bơm có van an toàn để tháo về bể.

$$Q_D = q_D \cdot n_D$$

q_D - Lưu lượng riêng của động cơ.

n_D - Số vòng quay của động cơ.

$$n_D = n_B \frac{q_D}{q_B}$$

Hình 2 Sơ đồ hở

q_B - Lưu lượng riêng của bơm

$$\text{Mô men động cơ: } M_D = \frac{M_D}{2\pi n_D}$$

$$N_D = p \cdot q_D n_D \Rightarrow M_D = \frac{p \cdot q_D \cdot n_D}{2\pi n_D} = \frac{p \cdot q_D}{2\pi}$$

p - Áp suất làm việc

-Nhận xét:

a. Nếu bỏ qua tổn thất lưu lượng, áp suất thì vận tốc của động cơ (Chuyển động tịnh tiến hay quay vòng) phụ thuộc Q_D, Q_B . Nghĩa là biến thiên lưu lượng Q_D, Q_B thì ta có thể biến thiên cơ cấu chấp hành.

Thực tế: Do có rò rỉ lưu lượng nên lưu lượng vào động cơ nhỏ hơn lượng cung cấp.

$$Q_D = Q_B - \Delta Q$$

Mà tổn thất lưu lượng tỷ lệ với áp suất:

$$\Delta Q = k.p$$

k- Hệ số rò rỉ (Giá trị từ thực nghiệm)

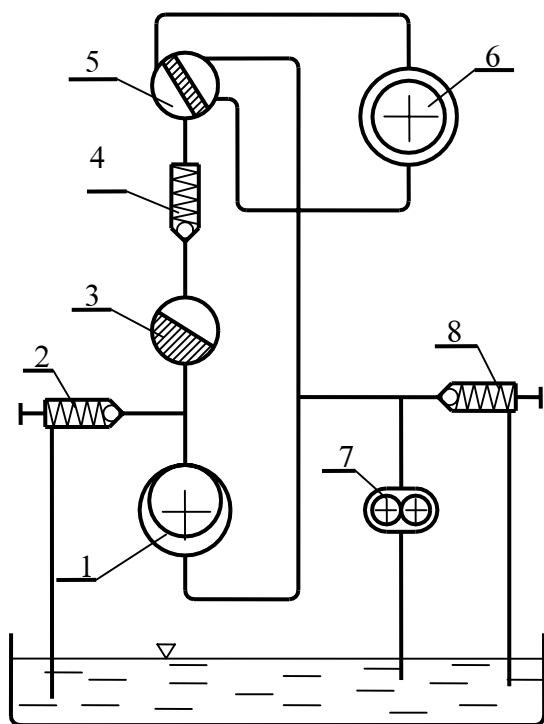
$$v_D = \frac{Q_B}{S_D} - \frac{kp}{S_D}$$

Như vậy: Vận tốc của động cơ trong thực tế không chỉ phụ thuộc vào bơm Q_B mà còn phụ thuộc vào áp suất làm việc của hệ thống dù $Q_B = \text{const}$ nếu áp suất trong hệ thống tăng thì vận tốc của động cơ thủy lực giảm. Nếu áp suất tăng đến lưu lượng rò rỉ bằng lưu lượng bơm thì vận tốc của động cơ thủy lực bằng 0. Lúc này chất lỏng trong hệ thống bị tháo hoàn toàn qua van an toàn và khe hở trong hệ thống, hiện tượng này gọi là hiện tượng quá tải.

b. Đối với lực và mômen của động cơ thì chúng phụ thuộc vào áp suất của động cơ và các thông số hình học của động cơ. Nếu các thông số hình học không đổi và áp suất không đổi ($p = \text{const}$) thì lưu lượng và mômen quay cũng không đổi.

Nếu biến thiên S_D hoặc q_D bằng các thông số của động cơ thủy lực điều chỉnh được (Độ lệch tâm...) thì làm biến đổi F_D và M_D . Ngược lại giữ nguyên yếu tố hình học mà biến thiên áp suất trong động cơ nhờ các phần tử thủy lực trong hệ thống (Van giảm áp, bộ tăng áp...) thì biến thiên được lực và mômen động cơ.

Tóm lại: Trong việc điều chỉnh vận tốc, lực, mômen quay của động cơ về trị số , phương



Hình 3 Sơ đồ kín

hoặc chiều ngoài việc dùng bơm, động cơ còn điều chỉnh được còn có thể dùng được các phần tử thủy lực.

2. Các loại sơ đồ hệ thống: Để thực hiện nguyên lý điều chỉnh nói trên các máy thủy lực và các phần tử thủy lực được nối với nhau bằng các đường ống. Tùy theo nhu cầu làm việc chúng ta có thể ghép các mạch thủy lực theo 3 loại sơ đồ sau:

∴ Sơ đồ hở: (Hình 2)

∴ Sơ đồ kín: Chất lỏng từ động cơ chuyển về ống hút của bơm thành một vòng kín.

- | | |
|-------------------------------------|---------------------|
| 1- Bơm | 5- Van phân phối |
| 2- Van an toàn | 6- Động cơ thủy lực |
| 3- Tiết lưu | 7- Bơm phụ |
| 8- Van an toàn của hệ thống bơm phụ | |

- Hành trình: Chất lỏng từ bơm đến van tiết lưu đến van một chiều đến van phân phối đến

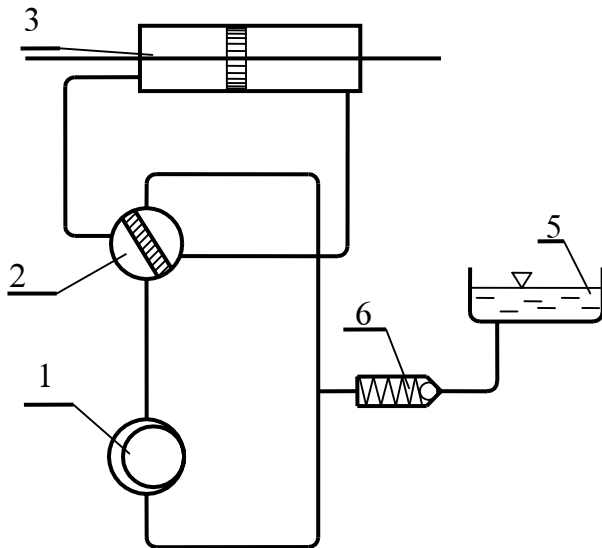
động cơ thủy lực đến bơm

Để khắc phục rò rỉ người ta lắp thêm bơm phụ hoặc bình bù

- Ưu điểm: Hệ thống kín không có can thiệp bên ngoài.

Muốn đạt công suất lớn trong truyền động người ta lắp tăng áp suất bơm phụ.

Nguyên tắc: Lắp bình ở nơi có áp suất thấp

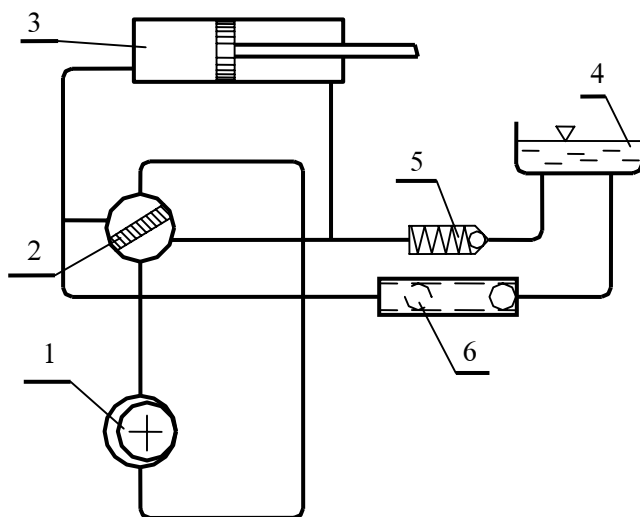


- 1- Bơm
- 2- Van phân phối
- 3- Động cơ piston
- 5- Bình bù
- 6- Van một chiều

- Nhược điểm: Nhiệt độ chất lỏng làm việc cao vì chất lỏng sau khi làm việc không được làm lạnh. Mà nhiệt độ tăng thì độ nhớt giảm dẫn đến rò rỉ tăng.

Hình 4

∴ Sơ đồ vi sai:



- 1- Bơm (Cánh gạt).
- 2- Cơ cấu phân phối.
- 3- Động cơ thủy lực.
- 4- Bình bù chất lỏng.
- 5- Van một chiều.
- 6- Van điều khiển.

Trong sơ đồ chuyển động thủy tĩnh cần một phía lưu lượng chảy vào và chảy ra. Nếu ghép theo sơ đồ kín thì lưu lượng qua ống hút và đẩy bơm khác nhau. Để khắc phục hiện tượng này người ta bố trí thêm thùng chứa phụ (4) và ghép mạch truyền động theo sơ đồ vi sai.

Bơm đẩy chất lỏng qua cơ cấu phân phối (2) piston chuyển động sang phải qua cơ cấu phân phối về ống hút của bơm, lúc này lưu lượng ra bơm nhỏ hơn lưu lượng vào bơm, chất lỏng từ thùng chứa phụ bổ sung qua van một chiều (5) vào ống hút. Lúc này do áp suất ở ống đẩy đóng van (6) lại. Nếu piston chuyển động ngược (qua trái) chất lỏng từ khoang

trái về van phân phối về ống hút và một phần qua van (6) về bể chứa phụ, dưới tác dụng của áp suất cao van một chiều (5) đóng lại.

+ Ưu điểm: Sơ đồ vi sai giúp cho việc điều hòa chuyển động của hệ thống và còn bổ sung lưu lượng rò rỉ cho hệ thống.

3 Các phân tử thủy lực:

3.1 Cơ cấu phân phối:

Dùng để đổi nhánh dòng chảy ở các nút trong một hệ thống đường ống và phân phối chất lỏng vào đường ống theo một quy định nhất định. Đồng thời có thể đảo chiều các bộ phận chấp hành hoặc điều khiển chuyển động theo một điều kiện nhất định.

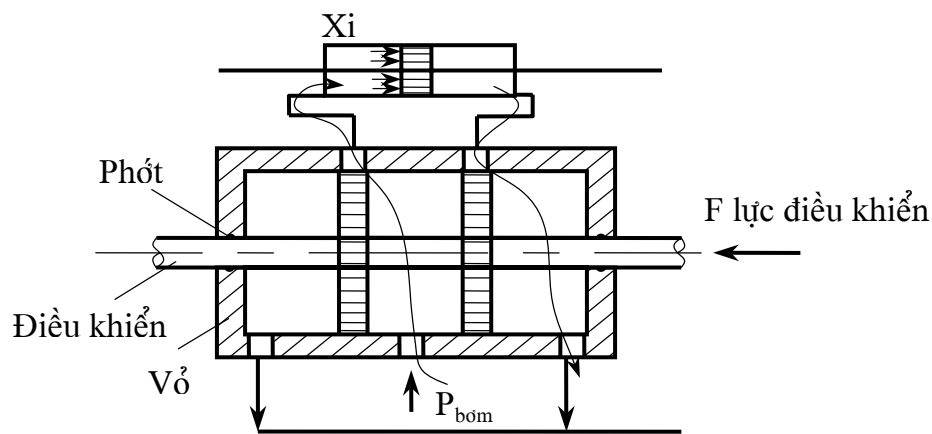
Chất lỏng từ bơm đến động cơ thủy lực thường phải qua các cơ cấu phân phối là nơi tập trung các đầu mối lưu thông chất lỏng.

Cơ cấu phân phối gồm bộ phận vỏ và bộ phận đổi hướng dòng chảy, ở trên vỏ có khoét các cửa lưu thông nối với các đường ống thủy lực, bộ phận đổi nhánh có thể di chuyển tương đối so với vỏ để phân phối vào cửa lưu thông tùy theo hướng dòng của bộ phận đổi nhánh.

Người ta chia làm 3 loại:

- Con trượt phân phối.
- Khóa phân phối.
- Van phân phối.

∴ Con trượt phân phối:



Hình 6 Con trượt phân phối

- b_1 - Chiều rộng piston
- b_2 - Chiều rộng của lưu thông.
- $b_1 > b_2$: Độ nhạy kém.
- $b_2 > b_1$: Độ nhạy thiết bị tăng.

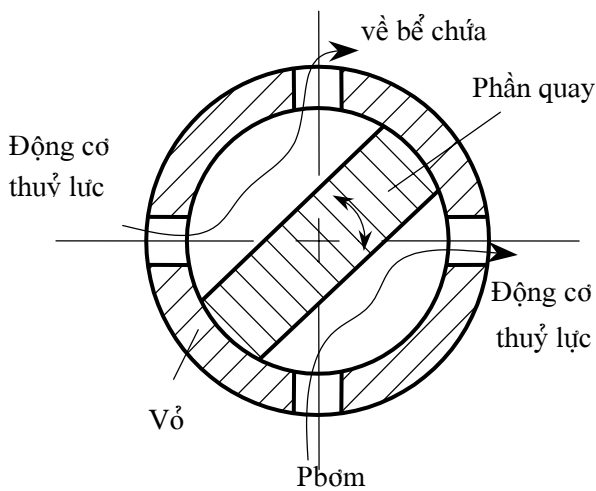
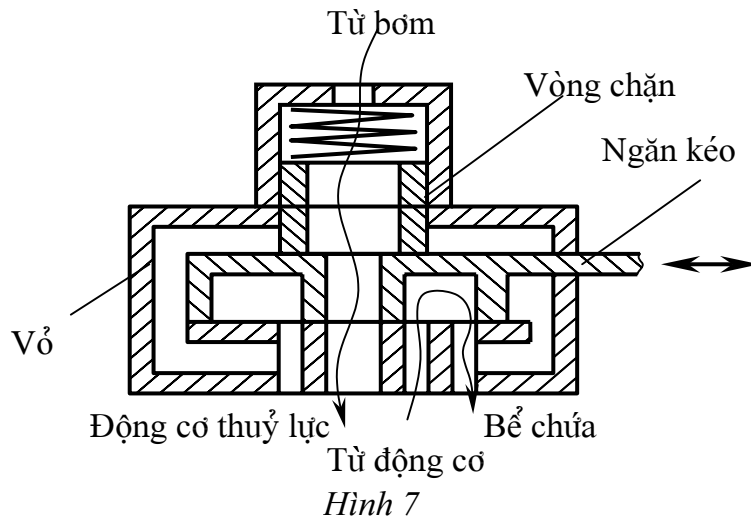
- Piston xi lanh lực chuyển động sang phải, tín hiệu điều khiển (bằng cơ khí, điện, thủy lực) tác động lên cần của piston cơ cấu phân phối.

- Piston xi lanh lực sang trái (tương tự).

+ Xác định độ nhạy:

∴ Con trượt phân phối: ngăn kéo

Độ cứng vững tốt



Hình 8 Khoá phân phối

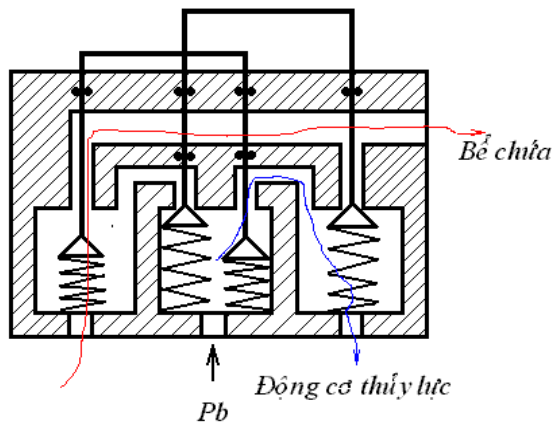
Khóa phân phối:

Ưu điểm: Đơn giản ít đòi hỏi độ chính xác.

Nhược điểm: Dễ rò rỉ, chênh lệch áp suất cao.

∴ Van phân phối truyền động thủy lực có hệ ngược:

Ưu điểm: Làm kín tốt.



Hình 9

Van phân phối truyền động thủy lực có hệ ngược

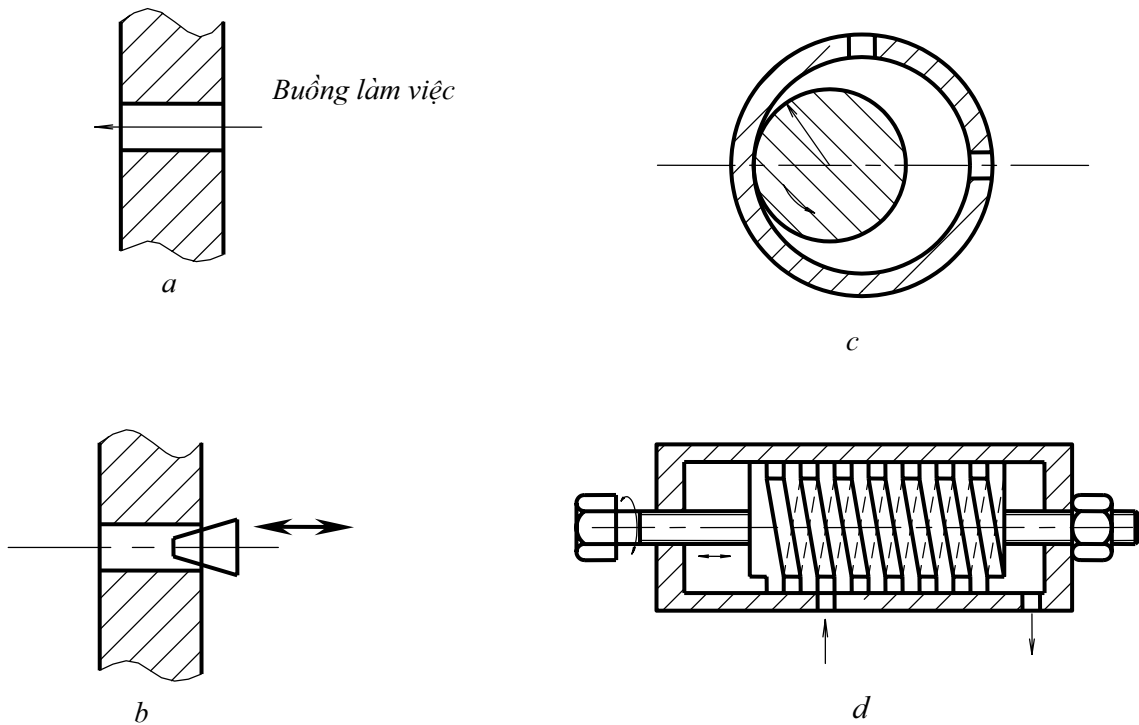
3.2 Cơ cấu tiết lưu: Dùng để điều chỉnh hoặc hạn chế lưu lượng của chất lỏng trong hệ thống bằng cách gây sức cản đối với dòng chảy.

Cơ cấu tiết lưu có hai loại:

a. Tiết lưu không điều chỉnh được:

Cấu tạo đơn giản: Được bố trí trong các loại máy móc để giữ độ chênh áp cần thiết giữa hai khoang làm việc.

b. Tiết lưu điều chỉnh được:



Hình 10 a. Tiết lưu không điều chỉnh được b,c,d. Tiết lưu điều chỉnh được

a, b. Đóng không kín do va đập trong quá trình đóng mở.

c. Đóng kín tốt nhưng độ nhạy của van kém

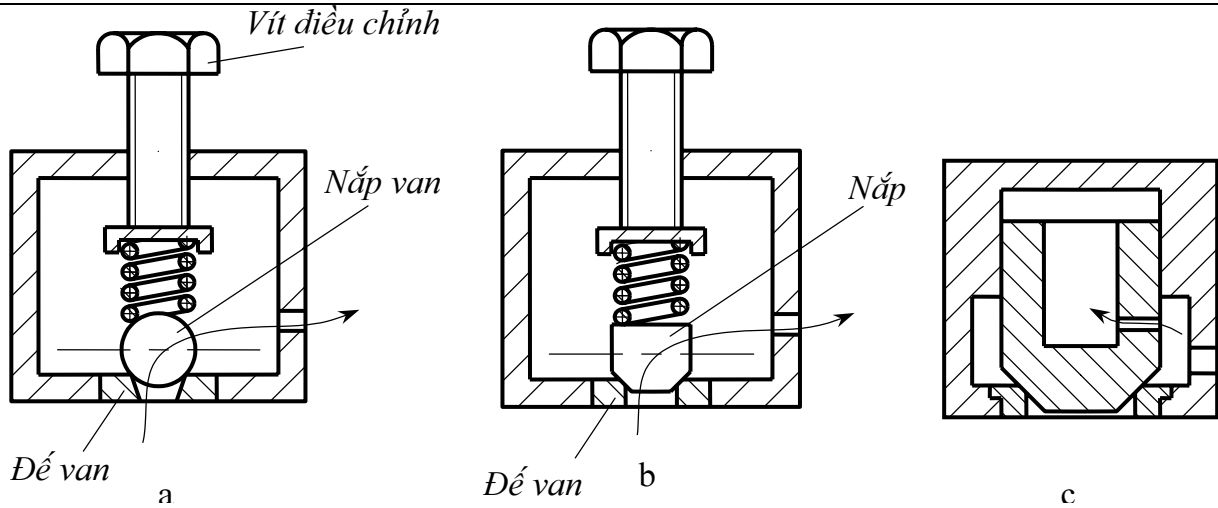
3.3 Các loại van: Van là phần tử phổ biến nhất trong hệ thống truyền động thủy lực, nhờ phối hợp hợp lý các loại van trong hệ thống chúng ta có thể tạo nên chế độ làm việc ổn định theo ý muốn.

Thông thường có 3 loại van:

- + Van một chiều.
- + Van an toàn.
- + Van giảm áp.

a. Van một chiều: Dùng để giữ cho chất lỏng chỉ chảy theo một chiều, tùy theo hình dáng của nắp van người ta có các tên gọi: van bi, van côn, van piston.

b. Van an toàn: Dùng để bảo đảm cho hệ thống được an toàn khi quá tải nó được lắp trên đường ống có điều chỉnh có áp suất cao. Nguyên lý hoạt động của loại van này dựa vào sự cân bằng lực tác dụng trên nắp van giữa áp lực với chất lỏng trong hệ thống với



Hình 11

ứng lực của van. Nếu áp lực chất lỏng nhỏ hơn áp lực lò xo hệ thống làm việc bình thường van đóng lại, nếu lớn hơn áp lực lò xo hệ thống quá tải van mở ra tháo bớt chất lỏng về thùng chứa.

Có 2 loại van:

- Van an toàn tác dụng trực tiếp.
- Van an toàn tác dụng gián tiếp.

Van an toàn tác dụng trực tiếp:

Kháng trở chỉ mở khi quá tải.

Trần chỉ mở một ít khi hệ thống làm việc bình thường và mở hết khi quá tải

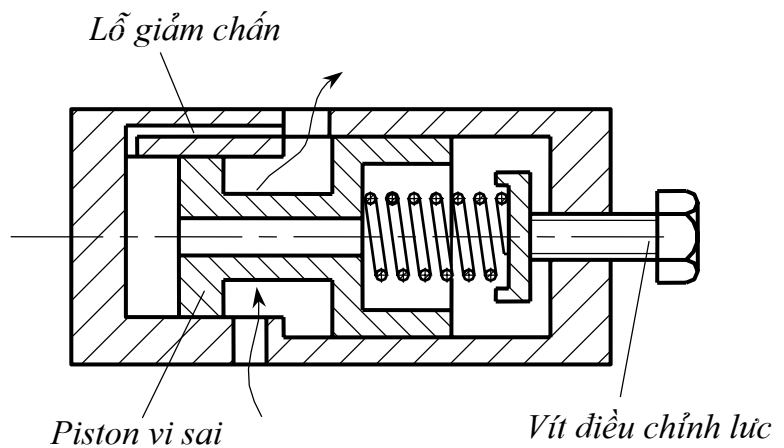
Tất cả các van một chiều cường hoá lực lò xo

Van an toàn có đệm giảm chấn:

Các loại van tác dụng trực tiếp mặc dù có biện pháp giảm chấn nhưng van làm việc cũng không ổn định lắm.

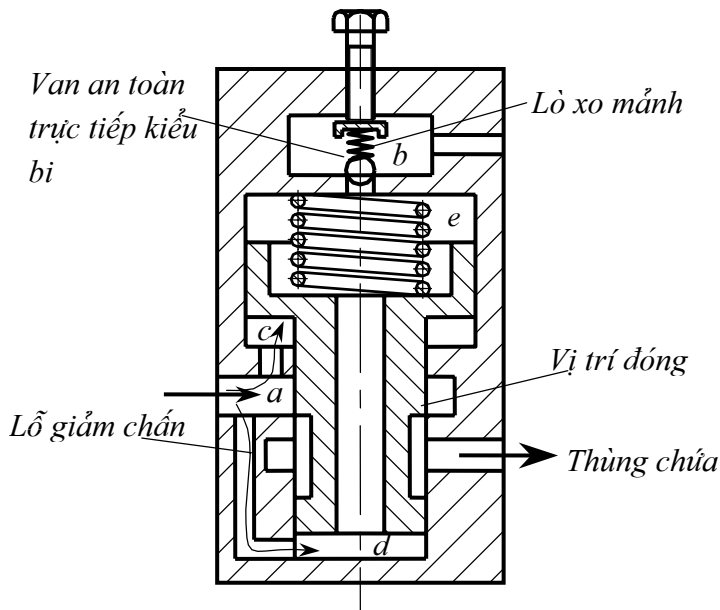
Mặt khác đặc tính của van cũng bị hạn chế nếu đường kính quá lớn thì kích thước lò xo tăng nhiều. Trong hệ thống có áp suất cao để giảm ứng lực lò xo và tăng độ ổn định áp suất của hệ thống người ta dùng van an toàn tác dụng gián tiếp.

+ Van an toàn tác dụng gián tiếp: Van được mở thông qua một cơ cấu khác.



Hình 12

Khi van không làm việc: Chất lỏng có ở các buồng a, b, c, e

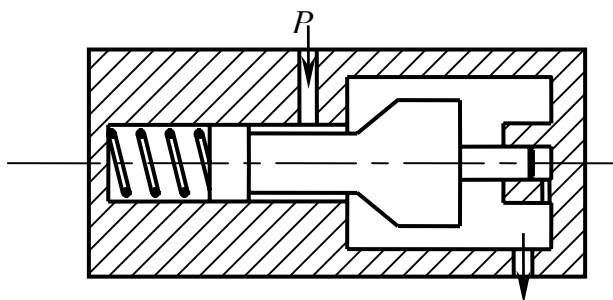


Hình 13

Khi $P > [P]$ thì nó mở van an toàn kiểu bi, chất lỏng đi từ a đến d đến tiết lưu đến e đến h đến bể chứa, áp suất ở d lớn hơn áp suất ở e do đó mở van an toàn chính chất lỏng từ a đến b về bể chứa. *Van giảm áp*: Trong một nguồn áp suất phải cung cấp cho nhiều nơi tiêu thụ với yêu cầu áp suất khác nhau, người ta phải dùng đến van giảm áp. Van giảm áp dùng để hạ áp suất được cung cấp từ nguồn phù hợp với nhu cầu tiêu thụ đồng thời có thể giữ áp suất nơi đó không đổi.

Có hai loại:

- Loại trực tiếp .
- Loại gián tiếp.



Hình 14

4 Bộ phận điều tốc (ổn định tốc độ): Van giảm áp + tiết lưu

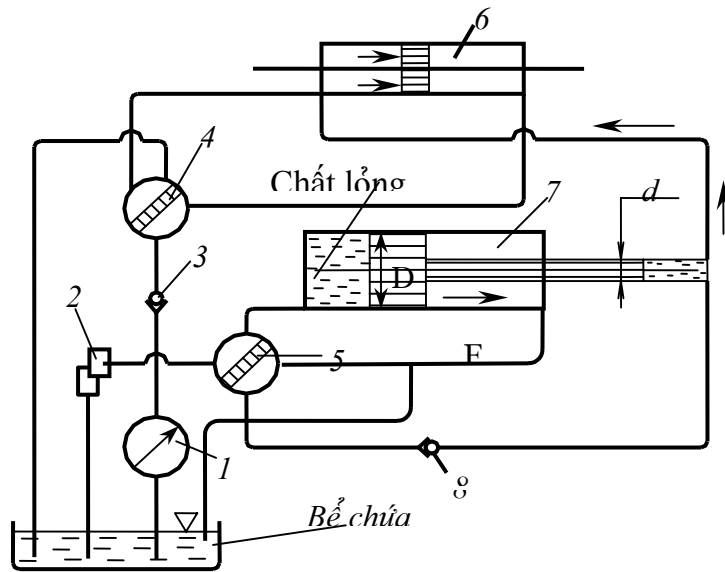
5 Bộ tăng áp: Dùng để tăng áp suất ở hành trình nào đó của động cơ thủy lực.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Bơm. 2. Van an toàn. 3. Van một chiều. 4. Cơ cấu phân phối 1. | <ol style="list-style-type: none"> 5 Cơ cấu phân phối 2. 6. Xi lanh lực. 7. Xi lanh tăng áp. 8. Van một chiều. |
|---|--|

Khi có bộ phận tăng áp: chất lỏng từ bơm đến cơ cấu phân phối 1 đến động cơ thủy lực, cơ cấu phân phối 2 đến ngăn trái xi lanh.

Tăng áp P đến

$$F = P \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = P_{ta} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$



Hình 15

6. Các bộ phận phụ:

6.1 Ống dẫn: Dùng để dẫn chất lỏng từ bơm đến động cơ thủy lực để truyền năng lượng. Tùy theo điều kiện làm việc của ống và sự rò rỉ của chất lỏng tại các khớp nối. Tính toán ống dẫn giống như ống thủy lực.

6.2 Thùng chứa: Thông thường thể tích bằng 5 ÷ 6 lần thể tích làm việc.

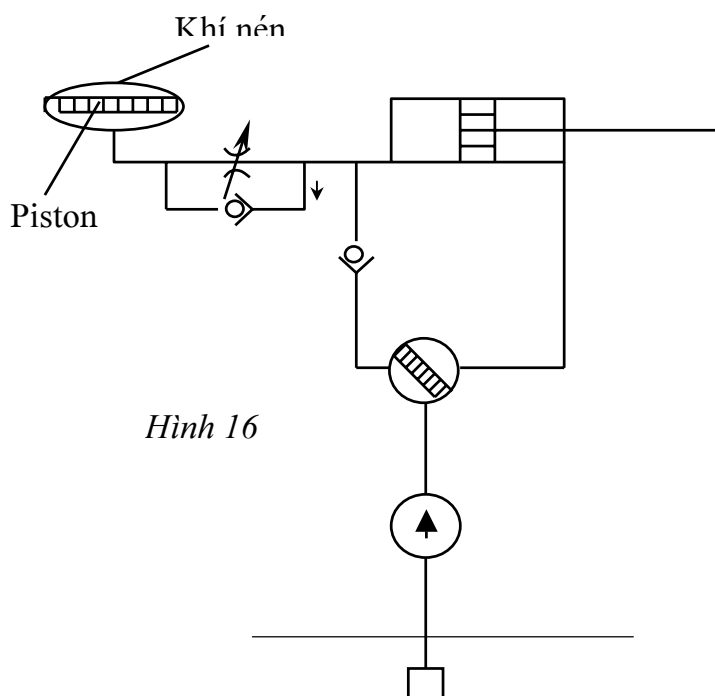
Trong một số trường hợp để nâng cao hiệu suất bơm và giảm tiếng ồn người ta cho bơm ngập vào chất lỏng của thùng chứa, điều này có thể làm tăng thể tích của thùng. Thể tích phần không khí trên mặt thoáng của thùng chiếm khoảng (10 ÷ 15)% thể tích của thùng. Có thể chọn thùng kín hoặc hở.

Để tăng hiệu suất của bơm thì chọn thùng kín trên mặt thoáng có áp suất dư.

6.3 Bộ lọc dầu: Dùng để lọc cặn bẩn của dầu. Tùy theo chức năng của hệ thống chọn các lọc: lọc thấm, lọc lá, lọc lưới, lọc hoá học hoặc lọc ly tâm.

Khi đặt hệ thống lọc cần chú ý:

- Giảm sức cản tối thiểu của lọc đối với dòng chảy.
- Bộ lọc nên bố trí trên đường ống chính.



Hình 16

6.4 Bình tích năng: Trong hệ thống thuỷ lực có nhu cầu năng lượng khác nhau mà nguồn năng lượng của bơm thì không đổi. Để đảm bảo hệ thống làm việc bình thường người ta dùng bình tích năng.

Bình tích năng có nhiệm vụ trữ năng lượng của hệ thống thừa không dùng hết và cung cấp năng lượng khi vượt quá yêu cầu (vượt khả năng của bơm).

Có nhiều loại bình tích năng:

- Trọng vật.
 - Lò xo.
 - Thuỷ lực.

6.5 Role:

- Role áp suất: thực hiện nhiệm vụ khi đạt giá trị định mức.
- Role thời gian: điều chỉnh làm việc đồng bộ giữa hai thiết bị theo thời gian quy định.

7. Phương pháp điều chỉnh vận tốc cơ cấu chấp hành: Các thông số cơ bản của truyền động thuỷ lực có chuyển động tịnh tiến là vận tốc piston và lực tác dụng lên piston.

Còn trong hệ thống chuyển động quay: vận tốc quay và mômen quay

Từ các công thức đã học chúng ta có thể điều chỉnh được 2 phương pháp vận tốc.

- Điều chỉnh thể tích làm việc của bơm hay động cơ thuỷ lực (phương pháp thể tích).
- Phương pháp tiết lưu: Dùng để tiết lưu để điều chỉnh lưu lượng.

a. Phương pháp thể tích: Chuyển động quay

$$n_D = q_p / q_D \cdot n_B$$

Ta chọn $n_B = \text{const}$

- Thay đổi q_B .
- Thay đổi q_D .
- Thay đổi q_B, q_D .

Nếu: $q_B \uparrow$ thì $n_D \uparrow$

$q_D \uparrow$ thì $n_D \downarrow$

Các thông số khác:

$$M_D = p_D \cdot q_D / 2\pi$$

$p_D = \text{const} \Rightarrow M_D = f(q_D)$ Nếu q_D thay đổi không làm M_D thay đổi.

Nếu thay đổi lưu lượng riêng: $N_D = q_D \cdot n_D \cdot p_D$

Khi điều chỉnh vận tốc quay của rô to bằng cách thay đổi lưu lượng của bơm thì công suất trên trục động cơ tỷ lệ bậc nhất với q_B .

Nếu điều chỉnh vận tốc bằng cách thay đổi q_D thì $N_D = \text{const}$.

* Cách thức thay đổi độ lệch tâm e ở bơm:

$$\text{Động cơ thuỷ lực: } n_D = \frac{\varepsilon_B \cdot q_B \cdot n_B}{\varepsilon_D \cdot q_{D\max}}$$

$$M_D = \frac{\varepsilon_D \cdot q_{D\max} \cdot p_D}{2\pi}$$

$$\varepsilon = \frac{e}{e_{\max}}$$

Vận tốc quay của rô to động cơ thủy lực phụ thuộc vào ε_B và ε_D .

Kết luận: Khi thay đổi lưu lượng của bơm thì $n_D = v_D$ sẽ thay đổi từ 0 ($\varepsilon = 0$) đến max ($\varepsilon = \max$)

Khi thay đổi q_D vận tốc động cơ thủy lực thay đổi từ ∞ ($\varepsilon_D = 0$) ÷ $\max(\varepsilon_D = 1)$.

Như vậy: Về mặt lý thuyết chúng ta có thể thay đổi vận tốc của động cơ từ 0 ÷ 1. Trong thực tế vận tốc n_D không thể đạt giá trị ∞ vì khi đó $M_D = 0$. Mà trong quá trình làm việc M_D phải có một giá trị nhất định để thắng sức cản ma sát của động cơ và kéo phụ tải.

M nhỏ nhất ứng với $\varepsilon_{\min}, \varepsilon_{\min D} = 0,5$

Khi điều chỉnh vận tốc quay của động rô to động cơ thủy lực bằng cách dùng bơm điều chỉnh thì vận tốc quay của rô to được tăng rất cao không ảnh hưởng gì đến *

Khi điều chỉnh vận tốc quay của rô to động cơ thủy lực bằng cả bơm và động cơ thủy lực lúc đầu * . Khi đó vận tốc quay của động cơ thủy lực nhỏ nhất và M_D max (vì $\varepsilon = 1$). Sau đó tiếp tục nâng cao vận tốc động cơ bằng cách giảm ε_D . Vận tốc quay và mômen của động cơ thủy lực trong thực tế luôn luôn nhỏ hơn giá trị lý thuyết vì không tránh khỏi tổn thất lưu lượng.

Vận tốc quay thực tế: $n_{Dtt} = n_{Dlt} \cdot \eta_Q$

$$M_{Dtt} = M_{Dlt} \cdot \eta_{Đcokhí}$$

$$\eta'_Q = \eta_{QB} \cdot \eta_{QD} \cdot \eta_{Qo}$$

Rò rỉ chất lỏng: $\Delta Q = k \cdot P$

k- Hệ số rò rỉ.

Đối với bơm: $k = (0,05 \div 0,5) \text{ cm}^2/\text{Ns}$.

Cơ cấu phân phối: $k = 0,002$.

Xi lanh lực (có đệm làm kín): $k = 0.002$.

• Chuyển động tịnh tiến:

$$V_p = \frac{Q_B - \Delta Q}{S_p} = \varepsilon_B \cdot \frac{q_{B\max} \cdot n_B}{S_p} - \frac{\Delta Q}{S_B}$$

Có thể điều chỉnh được vận tốc của piston khi lưu lượng lớn hơn lưu lượng rò rỉ. Vì lưu lượng của bơm luôn thay đổi cho phù hợp với động cơ thủy lực (phụ tải).

Nhược điểm: Phụ tải thay đổi rò rỉ chất lỏng cũng thay đổi việc điều chỉnh động cơ cũng khó khăn. Hệ thống không nhạy và khó chính xác nhất là đối với hệ thống lưu lượng nhỏ \Rightarrow phương pháp này nên dùng đối với hệ thống có lưu lượng lớn và không đòi hỏi cơ cấu chấp hành hoặc là những nơi phụ tải ít thay đổi.

b. *Phương pháp tiết lưu:* Thay đổi sức cản lưu lượng.

$$Q = \mu \cdot S \sqrt{2g \cdot \frac{\Delta P}{g}}$$

Phương pháp này không kinh tế vì bơm luôn luôn cung cấp dùng để thắng được sức cản của tiết lưu.

- Ưu điểm: Đơn giản, nhạy, chính xác. Được dùng cho những nơi nhạy, chính xác vận tốc cơ cấu chấp hành, ngoài ra còn điều chỉnh vô cấp vận tốc chấp hành.

- Nhược điểm: Tính kinh tế, không đảm bảo vận tốc cơ cấu chấp hành khi tải trọng thay đổi. Khi đi qua tiết lưu chất lỏng bị nóng lên nhiệt độ chất lỏng tăng làm tăng rò rỉ hệ thống.

Có 3 cách bố trí tiết lưu:

- Tiết lưu đặt trước xi lanh lực.
- Tiết lưu đặt sau xi lanh lực.
- Tiết lưu đặt song song xi lanh lực.

*Tiết lưu đặt trước xi lanh lực:

$$\Delta p = p_0 - p_1$$

$$\Delta p = p_0 - p_1^*$$

* Tiết lưu đặt sau xi lanh lực:

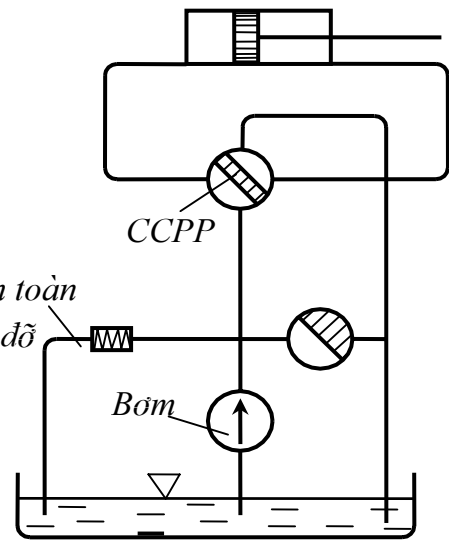
Khắc phục hiện tượng nóng lên

$$\Delta p = p_2 - p_3$$

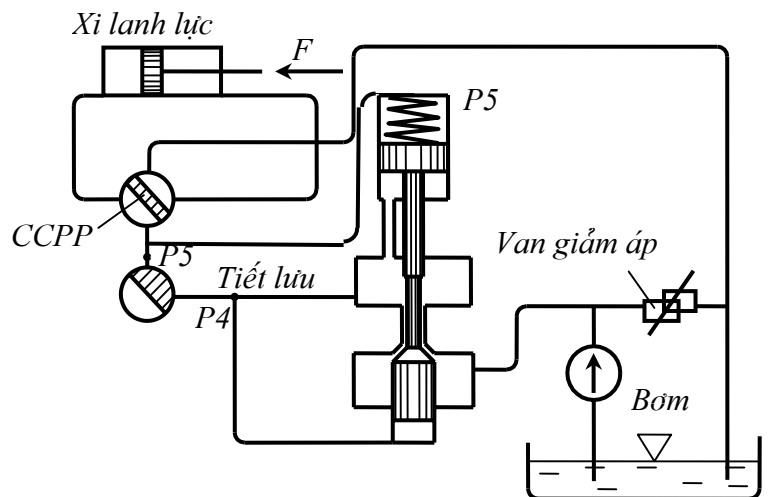
$p_1 \uparrow$ đến p_1^* để $p_1 = \text{const}$ mở van an toàn.

$$P_2 \downarrow \text{ đến } p_2^* \Rightarrow \Delta p^* \downarrow = p_2^* - p_3$$

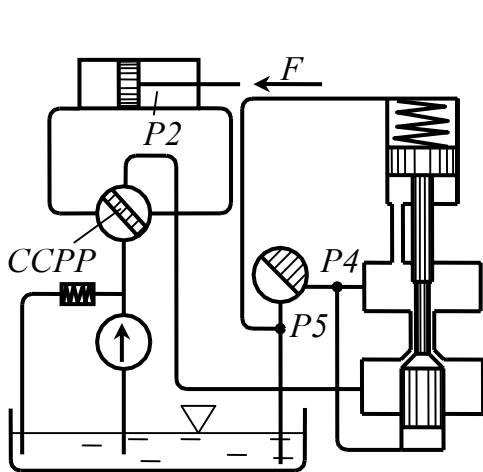
* Tiết lưu đặt song song với xi



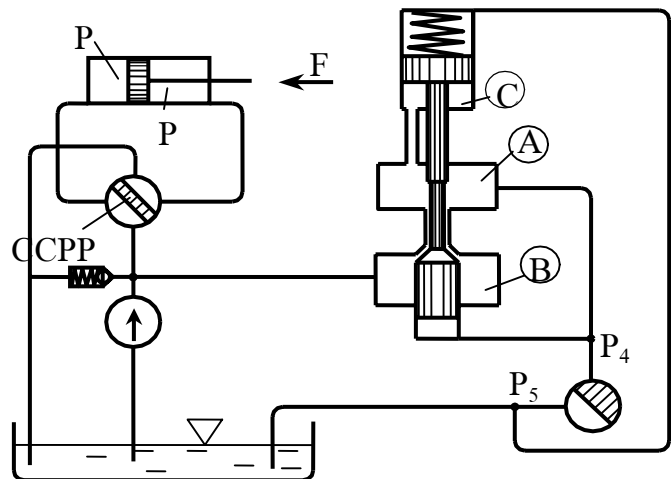
Hình 19 Tiết lưu đặt song song với xi lanh lực



Hình 20



Hình 21



Hình 22

lạnh lực:

Khi đóng tiết lưu: $V_p \rightarrow V_{max}$ khi mở tiết lưu thì chất lỏng sẽ đến xi lanh lực qua tiết lưu

$F \uparrow$ thì tiết lưu mở V thay đổi theo tỷ lệ chất lỏng vào xi lanh lực.

8. Ổn định vận tốc cơ cấu chấp hành:

Giữ vận tốc của cơ cấu chấp hành ổn định không phụ thuộc vào phụ tải.

Để ổn định thì lắp bộ phận điều tốc theo 3 cách sau:

- Lưới vào.
- Lưới ra.
- Song song động cơ thuỷ lực.

Hình 19: $Q = \mu - S \sqrt{\frac{P_4 - P_5}{\gamma}} \cdot 2g$

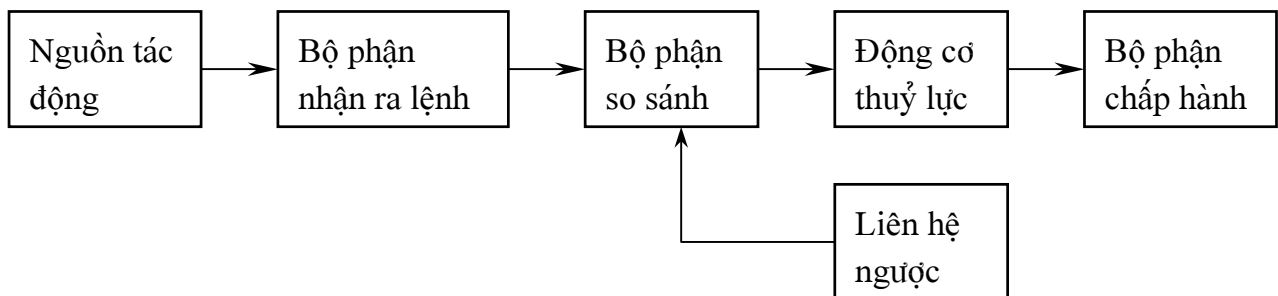
$F \uparrow \rightarrow P_1 \uparrow \rightarrow P_5 \uparrow$ đẩy piston van giảm áp xuống $Q \uparrow P_4 \uparrow \Rightarrow P_4 - P_5 = \text{const}$

Hình 20: $F \downarrow \rightarrow P_2 \downarrow \Rightarrow P_2 \uparrow$ piston đóng bớt cửa van giảm áp $P_4 P_4 - P_5 = \text{const}$.

Hình 21: $F \uparrow \rightarrow P_2 \uparrow \Rightarrow P_A \uparrow \Rightarrow P_B \uparrow \Rightarrow P_4 \uparrow$ đóng bớt piston P_4 .

9. Truyền động theo dõi (Tùy động):

- Có liên hệ ngược để kiểm tra các thông số làm việc



III. Truyền động thuỷ động:

Dùng hai loại máy cách dẫn: bơm li tâm và tuốc bin cách dẫn

Truyền động năng lượng từ trục dẫn sang trục bị dẫn:

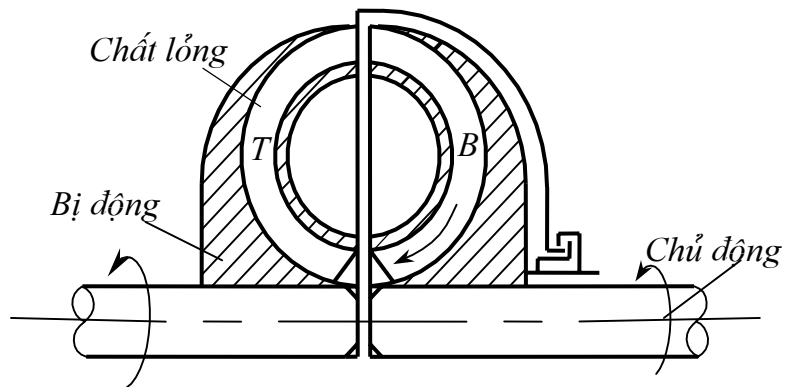
- Khớp nối thuỷ lực.
- Biến tốc thuỷ lực.

1. Khớp nối thuỷ lực: Là kết cấu đơn giản nhất của truyền động và tùy động.

Cấu tạo: Gồm 2 bánh công tác: Bánh bơm và bánh tuốc bin.

Như vậy: Mômen quay được truyền từ trục bơm sang trục tuốc bin chất lỏng sẽ ra khỏi bánh bơm và bánh tuốc bin và lặp lại chuyển động trên một cách tuần hoàn mỗi phần tử trong khớp nối thuỷ lực thực hiện đồng thời 2 chuyển động: chuyển động tuần hoàn từ bánh bơm sang bánh tuốc bin sang bánh bơm và chuyển động quay quanh trục khớp nối.

Tổng hợp 2 chuyển động này cho ta chuyển động xoắn ốc của các phần tử chất lỏng trong khớp nối thuỷ lực.



Hình 23

2. Biến tốc thuỷ lực: Gồm 3 bánh:

- Bánh bơm.
- Bánh tước bin.
- Bánh phản ứng.

Khi cần thay đổi mômen quay giữa trục bơm và trục tước bin thì người ta dùng biến tốc thuỷ lực, thường dùng để tăng mômen quay giữa trục bị dẫn vì số vòng quay của trục bị dẫn luôn luôn nhỏ hơn số vòng quay trục dẫn.

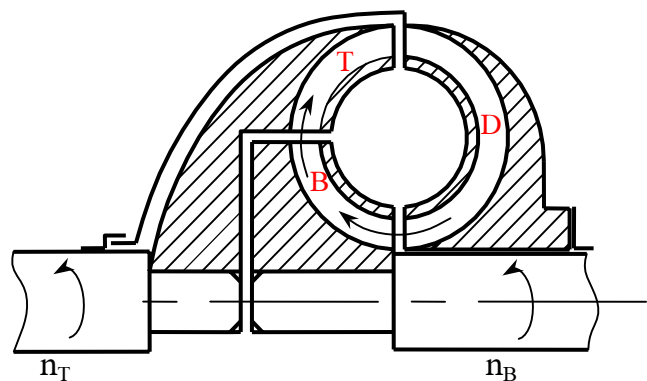
Nguyên lý làm việc: Tương tự như khớp nối thuỷ lực.

- Bánh phản ứng có tác dụng như sau:

+ Thay đổi hướng dòng chảy cho phù hợp với lối vào của bánh công tác tiếp theo

+ Thay đổi trị số vận tốc của dòng chảy cho phù hợp với lối vào của bánh công tác tiếp theo. Sở dĩ gọi là phản ứng

vì chất lỏng khi đi qua bánh này truyền cho nó một mômen quay nhưng vì bánh cố định với vỏ có tác dụng như một điểm tựa và truyền lại cho chất lỏng một mômen động lượng (mômen phản ứng).



Hình 24

Nếu bánh phản ứng quay thì mômen quay của trục dẫn truyền qua trục bị dẫn không thay đổi khi đó biến tốc thuỷ lực làm việc như khớp nối thuỷ lực.

Sự khác nhau: Chất lỏng biến tốc thuỷ lực luôn luôn điền đầy thể tích làm việc, còn khớp nối thuỷ lực có lúc đầy có lúc không đầy.

3. Các thông số hệ thống truyền động thuỷ động:

Công suất làm việc trên trục dẫn, trục bơm:

Trục bơm: $N_B = \frac{\rho \cdot g \cdot V_B \cdot H_B}{\eta_B \cdot \eta_P}$

Trục dẫn: $N = \rho \cdot g \cdot Q_B \cdot H_B \cdot \eta_T$

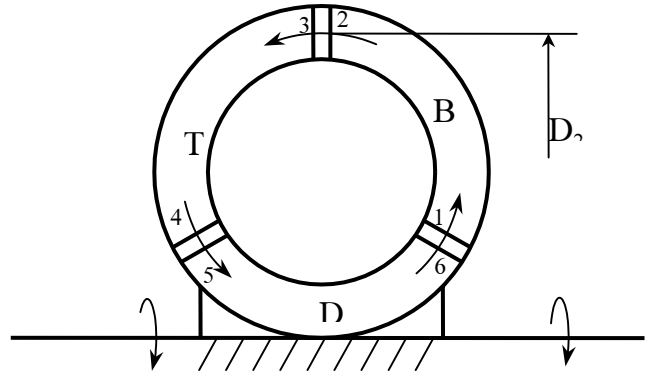
$$N_T = \eta_{TĐTD} \cdot N_B = \eta_B \cdot \eta_T \cdot \eta_P \cdot N_B$$

$$\eta_B = (\eta_Q \cdot \eta_H \cdot \eta_{CK})_B$$

$$\eta = \eta_{CKTD} \cdot \eta_{QTD} \cdot \eta_{HD}$$

Tỷ số truyền: $i = \frac{n_T}{n_B}$

Hệ số biến tốc: $K = \frac{M_T}{M_B}$



Hình 25

$$N = M \cdot \omega = M \cdot \frac{\pi \cdot n}{30}$$

$$K = \frac{M_T}{M_B} = \frac{N_T}{N_B} \cdot \frac{n_B}{n_T} = \frac{\eta}{i}$$

⇒ Hiệu suất: $\eta = K \cdot i$

Các phương trình cơ bản:

Mômen của bánh bơm M_B :

$$M_B = \frac{1}{2} \cdot \rho Q (C_{2u} \cdot D_2 - C_{1u} D_1)$$

Mômen của bánh trục:

$$M_T = -\frac{1}{2} \cdot \rho Q (C_{4u} \cdot D_4 - C_{3u} D_3)$$

Mômen của bánh phản ứng:

$$M_P = -\frac{1}{2} \cdot \rho Q (C_{6u} \cdot D_6 - C_{5u} D_5)$$

Q- Lưu lượng đi qua hệ thống

$$M_B + M_T + M_P = \frac{1}{2} \cdot \rho Q (C_{2u} \cdot D_2 - C_{1u} D_1 + C_{4u} \cdot D_4 - C_{3u} D_3 + C_{6u} \cdot D_6 - C_{5u} D_5)$$

$$\left. \begin{aligned} C_{1u} \cdot D_{6u} &= C_{6u} \cdot D_{6u} \\ C_{2u} \cdot D_{2u} &= C_{3u} \cdot D_{3u} \\ C_{4u} \cdot D_{4u} &= C_{5u} \cdot D_{5u} \end{aligned} \right\} \text{ Không thay đổi trị số mômen động lượng.}$$

$$M_B + M_T + M_P = 0$$

Tổng đại số mômen động lượng quay của các bánh trong truyền động thuỷ lực bằng 0.

Phương trình mômen:

$$M_B + M_T + M_P = 0$$

Phương trình cột áp:

$$H_B = H_T + h_t$$

h_t - Cột áp tổn thất.

$$h_t = h_{tB} + h_{tT} + h_{tB}$$

h_t - Tổn thất nhiệt làm nóng chất lỏng làm cho chất tách và bốc cháy.

Tổn thất:

- Tổn thất do ma sát bề mặt cánh dẫn, phụ thuộc: kích thước, hình dáng cánh dẫn, độ nhớt dòng chảy, độ nhám bề mặt.

- Do sự thay đổi đột ngột về phương chuyển động của dòng chảy nhất là tại các lõi vào các bánh (hiện tượng tách dòng chảy, va đập thủy lực cửa vào, xoáy...).

- Do sự thay đổi nồng độ vận tốc dòng chảy tại các phần thu hẹp các rãnh bánh công tác.

⇒ Trong quá trình thiết kế cố gắng giảm tổn thất tối thiểu để nâng cao hiệu suất bộ truyền động thủy động.

4. Đặc tính khớp nối:

- Khớp nối thủy lực chỉ truyền mômen quay mà không biến đổi trị số của nó

$$M_B + M_T = 0$$

$$M_T = - M_B$$

Vì vậy khi có sự thay đổi tải trọng trên trục tuốc bin ⇒ số vòng quay trục tuốc bin cũng thay đổi, làm thay đổi vận tốc bánh công tác. Dẫn đến thay đổi mômen quay của bánh tuốc bin sao cho cân bằng với mômen quay của phụ tải $M_T = -M_B$

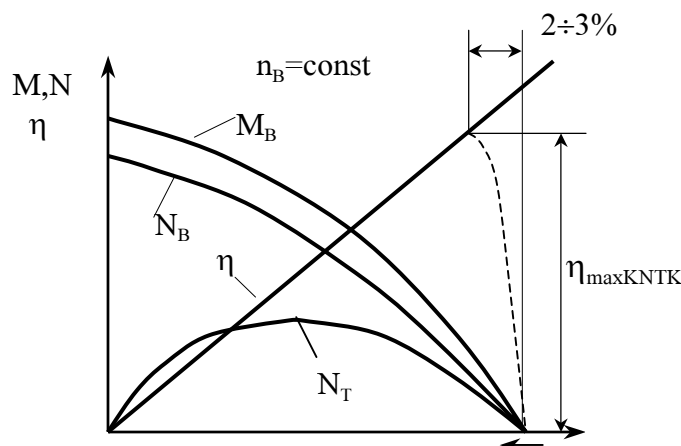
Khớp nối thủy lực là loại truyền động thủy động truyền áp năng từ trục bơm sang trục tuốc bin thông qua sự chuyển động chất lỏng trong bánh công tác ⇒ $n_T < n_B$.

Hiệu số giữa vòng quay của bánh bơm và bánh tuốc bin chia cho bánh bơm (s) được gọi là hệ số trượt của khớp nối thủy lực

$$s = \frac{n_B - n_T}{n_B} = 1 - \frac{n_T}{n_B} = 1 - i$$

$$\Rightarrow \eta_{\text{KNTL}} = i$$

- Nếu $s = 0 \Rightarrow i = 1 \Rightarrow n_T = n_B$ thì áp suất chất lỏng với tác dụng lực ly tâm lõi ra bánh



Hình 26

bơm và lõi vào bánh tước bin bằng nhau. \Rightarrow chất lỏng không có chuyển động tương đối từ bánh bơm sang bánh tước bin khi đó hệ thống quay như vật rắn $Q = 0 \Rightarrow M = 0$

- Như vậy khớp nối làm việc khi $n_T < n_B$

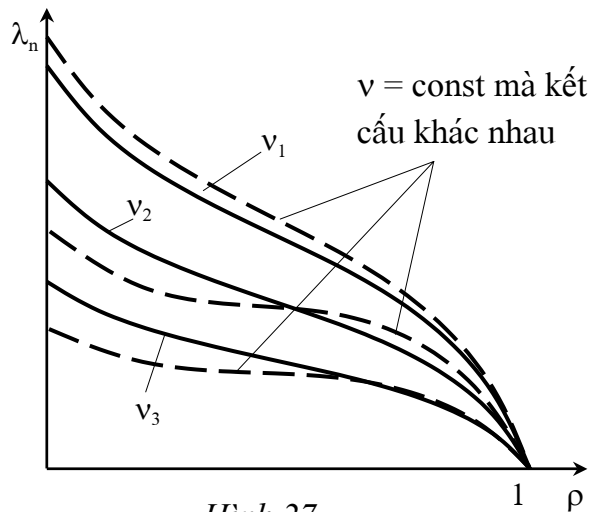
$$s = (2 \div 3)\%; \quad \eta = i = (97 \div 98)\%$$

- Đường đặc tính ngoài: $M, N = f(i)$

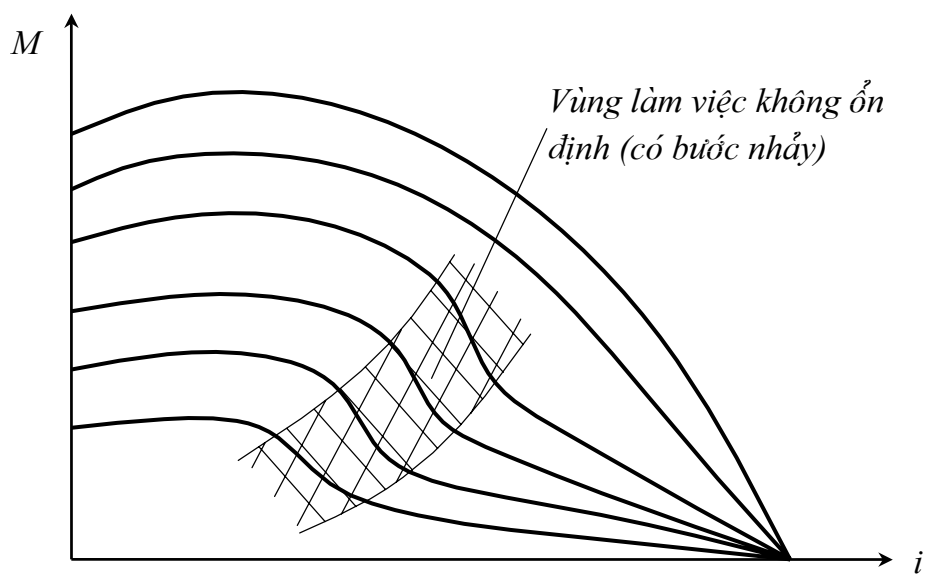
(Đặc tính trong là H-Q)

$n_b = \text{var}$ (thay đổi) \Rightarrow Đặc tính tổng hợp: Chất lỏng khác nhau $v_1 > v_2 > v_3$ mà cùng một loại khớp nối thủy lực.

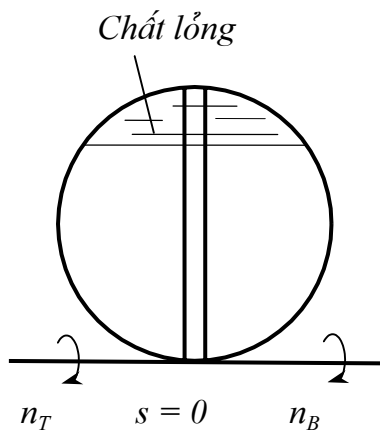
Chất lỏng điền đầy khác nhau trong khớp nối thủy lực: 90% điền đầy hoàn toàn, 10% thoát hơi.



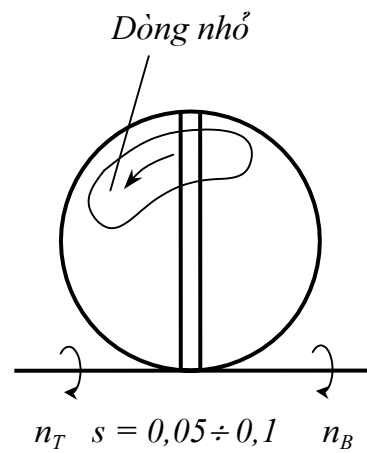
Hình 27



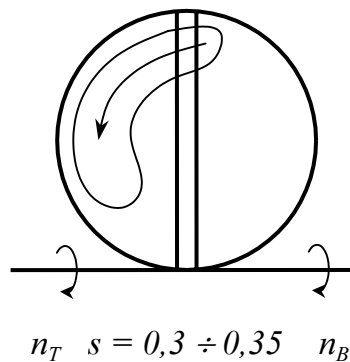
Hình 28



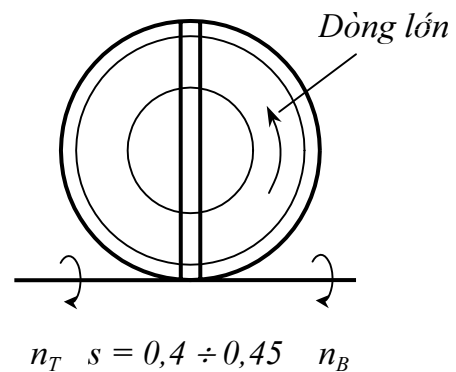
Hình 29



Hình 30



Hình 31



Hình 32

Khi hệ số trượt $s = 0$ thì không có sự chuyển động tương đối của chất lỏng trong các bánh của khớp nối thủy lực.

Khi tăng tải trọng của trục tước bin $s = (0,01 \div 0,05)$ số vòng quay bánh tước bin giảm gây ra chuyển động tương đối của chất lỏng trong bánh.

Nếu $s = (0,3 \div 0,35)$ thì chất lỏng có xu hướng dịch chuyển về bánh tước bin nhiều hơn tạo thành vùng khép kín rộng ở giữa.

Tiếp tục tăng mômen cản $s = (0,4 \div 0,45)$ thì vòng khép kín sẽ lớn dần.

Sự biến đổi trạng thái từ vòng khép kín nhỏ sang vòng khép kín lớn xảy ra đột ngột làm mômen tăng đột ngột làm mất ổn định chế độ làm việc khớp nối.

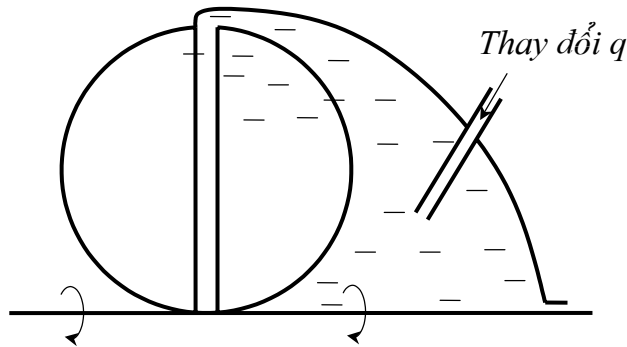
Khắc phục: Làm sao cho chất lỏng chỉ chuyển động một vòng. Lắp thêm trên bánh một đĩa chắn thì khớp nối thủy lực chuyển động ổn định.

- Phân loại:

- Khớp nối thủy lực có cánh trong và không có cánh trong.
- Khớp nối thủy lực có thể điều chỉnh được và không điều chỉnh được (thay đổi q).

- Phân loại biến tốc thủy lực:

- Phân loại: 1 cấp, 2 cấp, 3 cấp
 - + 1 cấp: có 1 cánh tuốc bin. } \Rightarrow Phụ thuộc vào số lượng bánh tuốc bin
 - + 2 cấp: có 2 cánh tuốc bin. }
- Phân loại: Biến tốc thủy lực có cánh cố định và biến tốc thủy lực hỗn hợp.



Hình 33

5. Đặc điểm biến tốc thủy lực: Biến tốc thủy thay đổi mômen quay (M).

$$M_T + M_B + M_P = 0 \quad (M_B > 0)$$

a. Lắp bánh phản ứng P , sau bơm B , trước tuốc bin T : Tạo được dòng chảy vào bánh tuốc bin T là hợp lý nhất.

b. Lắp bánh phản ứng sau tuốc bin T , sau bơm B :

$$M_T = M_B \Rightarrow \text{Hướng dòng chảy ra hợp lý song giảm công suất trên } B.$$

Khả năng tự động điều chỉnh chế độ làm việc. Khi biến tốc làm việc ở chế độ ổn định thì mômen của bánh tuốc bin bằng mômen cản. Nếu mômen cản lớn hơn mômen của bánh tuốc bin thì bánh tuốc bin quay chậm lại, lưu lượng tuần hoàn qua các bánh công tác sẽ tăng lên làm tăng mômen tuốc bin. Khi lưu lượng tăng lên, Phương vận tốc tuyệt đối của vào và của ra bánh công tác cũng tăng lên làm tăng áp lực của chất lỏng lên cánh dẫn.

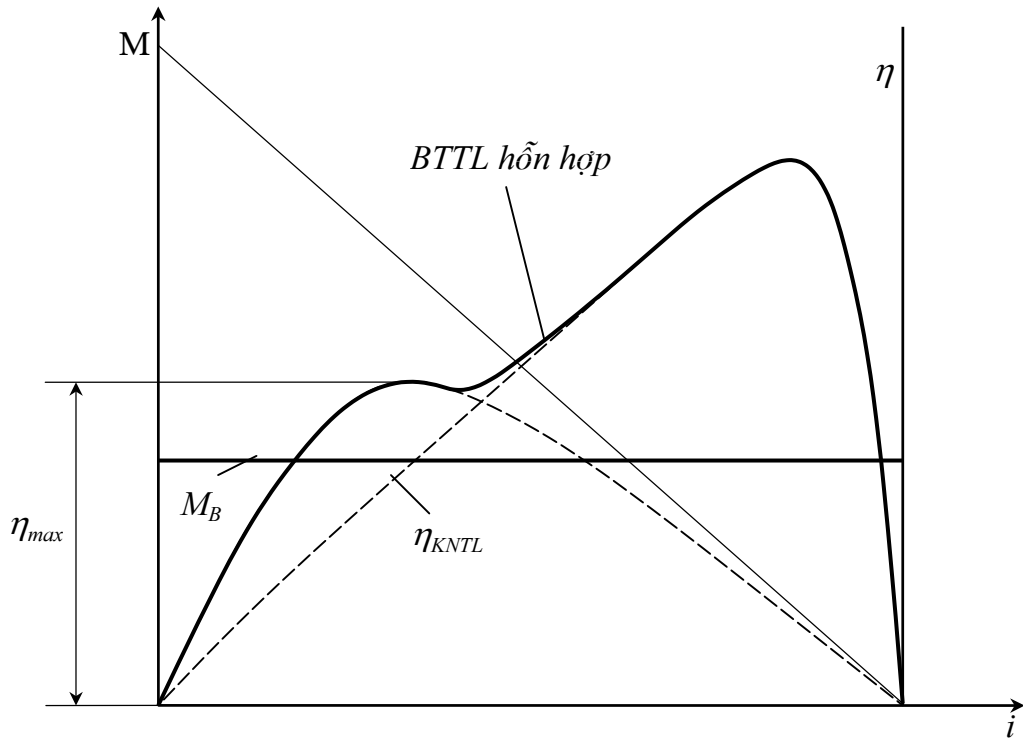
Nếu tải trọng bên ngoài giảm thì số vòng quay bánh tuốc bin tăng, làm giảm mômen quay của bánh tuốc bin, dẫn đến thiết lập trạng thái cân bằng mới.

Chú ý:

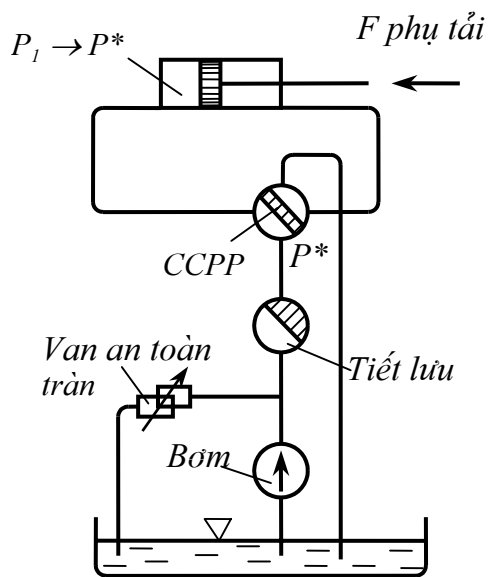
Mômen quay của bánh tuốc bin thay đổi như thế nào (mômen cản quyết định) thì mômen quay bánh bơm không đổi. Điều này thay đổi được bằng cách thiết kế cánh dẫn bánh công tác và bố trí cánh dẫn cho thích hợp.

Mômen quay của bánh phản ứng M_P , thông thường $M_P = M_B - M_T$, M_P thay đổi khi tải trọng bên ngoài thay đổi. Giống như bánh tuốc bin, chỉ khác là mômen này thay đổi cả về dấu, nghĩa là thay đổi về hướng tác dụng, cụ thể là hướng tác dụng cùng với $M_B \Rightarrow M_P > 0$, ngược lại thì $M_B < 0$. Còn hướng M_P phụ thuộc vào biến tốc thủy lực.

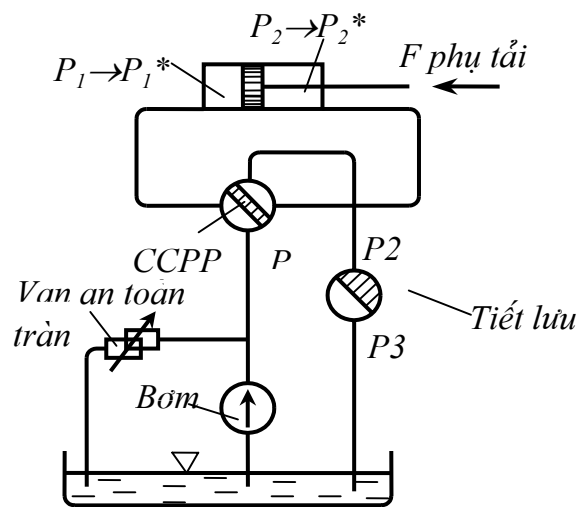
Đường đặc tính của biến tốc thủy lực:



Hình 34



Hình 17 Tiết lưu đặt trước xi lanh lực



Hình 18 Tiết lưu đặt sau xi lanh lực