

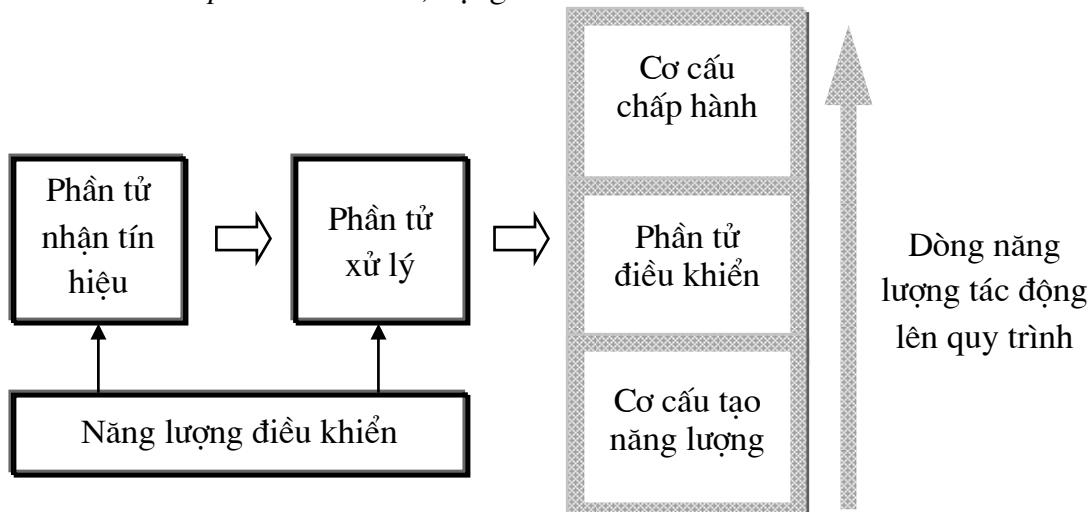
CHƯƠNG 3: CÁC PHẦN TỬ CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN BẰNG THỦY LỰC

3.1. KHÁI NIỆM

3.1.1. Hệ thống điều khiển

Hệ thống điều khiển bằng thủy lực được mô tả qua sơ đồ *hình 3.1*, gồm các cụm và phần tử chính, có chức năng sau:

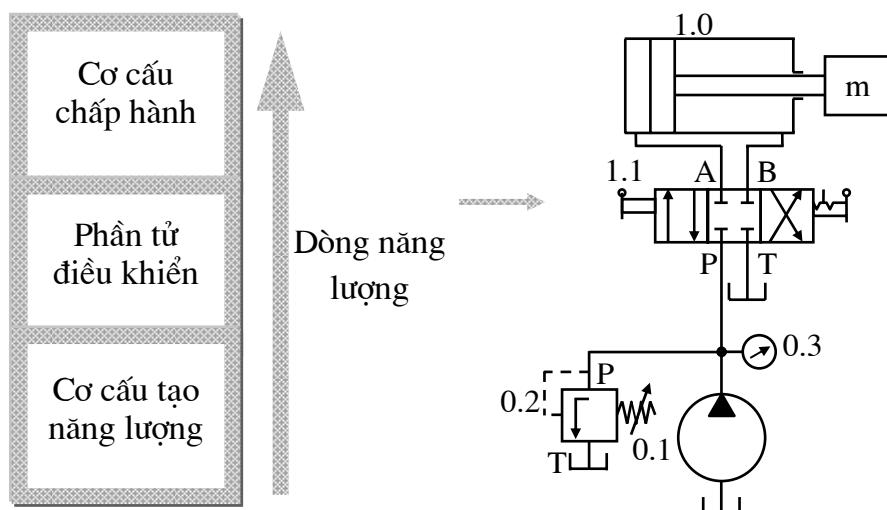
- a. Cơ cấu tạo năng lượng: bơm dầu, bộ lọc (...)
- b. Phần tử nhận tín hiệu: các loại nút ấn (...)
- c. Phần tử xử lý: van áp suất, van điều khiển từ xa (...)
- d. Phần tử điều khiển: van đảo chiều (...)
- e. Cơ cấu chấp hành: xilanh, động cơ dầu.



Hình 3.1. Hệ thống điều khiển bằng thủy lực

3.1.2. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển bằng thủy lực

Cấu trúc hệ thống điều khiển bằng thủy lực được thể hiện ở sơ đồ *hình 3.2*.



Hình 3.2. Cấu trúc thống điều khiển bằng thủy lực

3.2. VAN ÁP SUẤT

3.2.1. Nhiệm vụ

Van áp suất dùng để điều chỉnh áp suất, tức là cố định hoặc tăng, giảm trị số áp trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực.

3.2.2. Phân loại

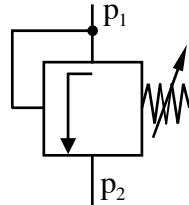
Van áp suất gồm có các loại sau:

- +/ Van tràn và van an toàn
- +/ Van giảm áp
- +/ Van cản
- +/ Van đóng, mở cho bình trích chứa thủy lực.

3.2.2.1. Van tràn và an toàn

Van tràn và van an toàn dùng để hạn chế việc tăng áp suất chất lỏng trong hệ thống thủy lực vượt quá trị số quy định. Van tràn làm việc thường xuyên, còn van an toàn làm việc khi quá tải.

Ký hiệu của van tràn và van an toàn:

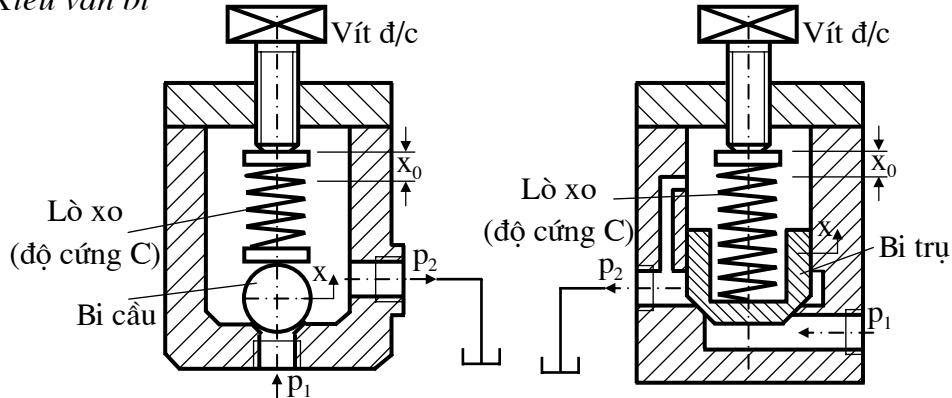


Có nhiều loại: +/ Kiểu van bi (tru, cầu)

+/ Kiểu con trượt (pittông)

+/ Van điều chỉnh hai cấp áp suất (phối hợp)

a. Kiểu van bi



Hình 3.3. Kết cấu kiểu van bi

Giải thích: khi áp suất p_1 do bơm dầu tạo nên vượt quá mức điều chỉnh, nó sẽ thăng lực lò xo, van mở cửa và đưa dầu về bể. Để điều chỉnh áp suất cần thiết nhờ vít điều chỉnh ở phía trên.

Ta có: $p_1 \cdot A = C \cdot (x + x_0)$ (bỏ qua ma sát, lực quán tính, $p_2 \approx 0$)

Trong đó:

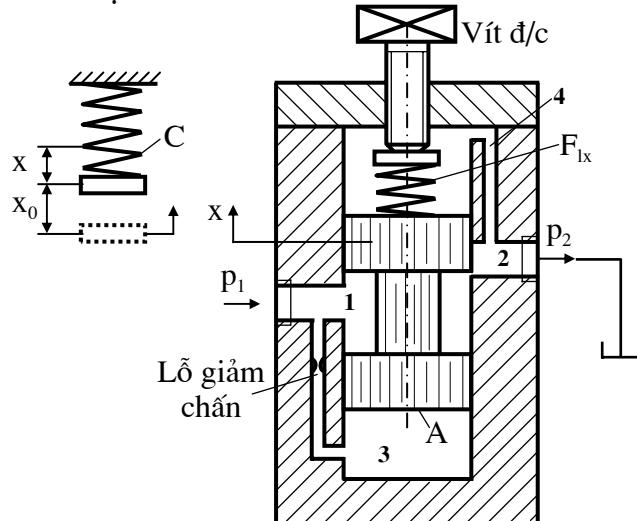
x_0 - biến dạng của lò xo tạo lực căng ban đầu;

C - độ cứng lò xo;

$F_0 = C \cdot x_0$ - lực căng ban đầu;
 x - biến dạng lò xo khi làm việc (khi có dầu tràn);
 p_1 - áp suất làm việc của hệ thống;
 A - diện tích tác động của bi.

Kiểu van bi có kết cấu đơn giản nhưng có nhược điểm: không dùng được ở áp suất cao, làm việc ồn ào. Khi lò xo hỏng, dầu lập tức chảy về bể làm cho áp suất trong hệ thống giảm đột ngột.

b. Kiểu van con trượt



Hình 3.4. Kết cấu kiểu van con trượt

Giải thích: Dầu vào cửa 1, qua lỗ giảm chấn và vào buồng 3. Nếu như lực do áp suất dầu tạo nên là F lớn hơn lực điều chỉnh của lò xo F_{lx} và trọng lượng G của pittông, thì pittông sẽ dịch chuyển lên trên, dầu sẽ qua cửa 2 về bể. Lỗ 4 dùng để tháo dầu rò ở buồng trên ra ngoài.

Ta có: $p_1 \cdot A = F_{lx}$ (bỏ qua ma sát và trọng lượng của pittông)

$$F_{lx} = C \cdot x_0$$

Khi p_1 tăng $\Rightarrow F = p_1^* \cdot A > F_{lx} \Rightarrow$ pittông đi lên với dịch chuyển x .

$$\Rightarrow p_1^* \cdot A = C \cdot (x + x_0)$$

Nghĩa là: $p_1 \uparrow \Rightarrow$ pittông đi lên một đoạn $x \Rightarrow$ dầu ra cửa 2 nhiều $\Rightarrow p_1 \downarrow$ để ổn định.

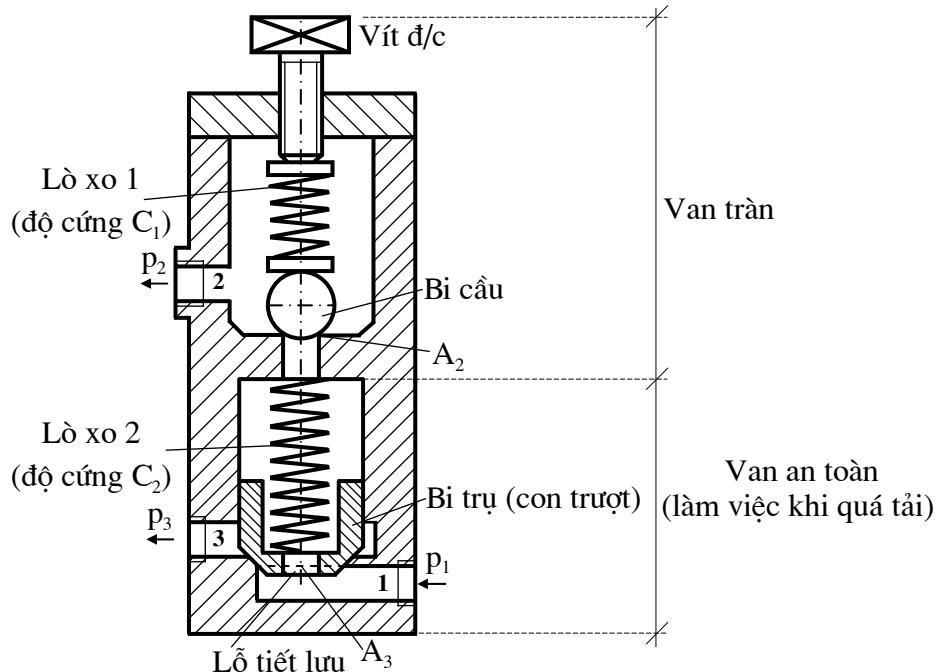
Vì tiết diện A không thay đổi, nên áp suất cần điều chỉnh p_1 chỉ phụ thuộc vào F_{lx} của lò xo.

Loại van này có độ giảm chấn cao hơn loại van bi, nên nó làm việc êm hơn. Nhược điểm của nó là trong trường hợp lưu lượng lớn với áp suất cao, lò xo phải có kích thước lớn, do đó làm tăng kích thước chung của van.

c. Van điều chỉnh hai cấp áp suất

Trong van này có 2 lò xo: lò xo 1 tác dụng trực tiếp lên bi cầu và với vít điều chỉnh, ta có thể điều chỉnh được áp suất cần thiết. Lò xo 2 có tác dụng lên bi trụ (con trượt), là

loại lò xo yếu, chỉ có nhiệm vụ thăng lực ma sát của bi trụ. Tiết diện chảy là rãnh hình tam giác. Lỗ tiết lưu có đường kính từ $0,8 \div 1$ mm.



Hình 3.5. Kết cấu của van điều chỉnh hai cấp áp suất

Dầu vào van có áp suất p_1 , phía dưới và phía trên của con trượt đều có áp suất dầu. Khi áp suất dầu chưa thăng được lực lò xo 1, thì áp suất p_1 ở phía dưới và áp suất p_2 ở phía trên con trượt bằng nhau, do đó con trượt đứng yên.

Nếu áp suất p_1 tăng lên, bi cầu sẽ mở ra, dầu sẽ qua con trượt, lên van bi chảy về bể. Khi dầu chảy, do sức cản của lỗ tiết lưu, nên $p_1 > p_2$, tức là một hiệu áp $\Delta p = p_1 - p_2$ được hình thành giữa phía dưới và phía trên con trượt. (Lúc này cửa 3 vẫn đóng)

$$A_2 \cdot p_1 > C_1 \cdot x_2^0 \text{ và } C_2 \cdot x_3^0 > p_1 \cdot A_3$$

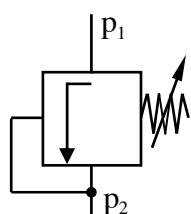
Khi p_1 tăng cao thăng lực lò xo 2 \Rightarrow lúc này cả 2 van đều hoạt động.

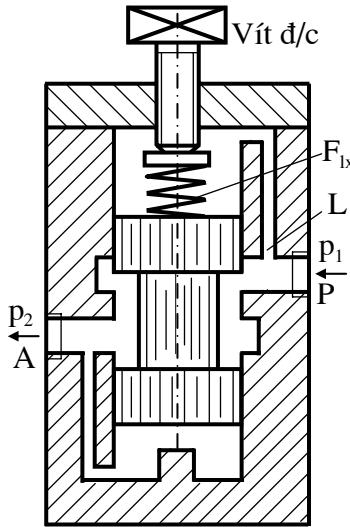
Loại van này làm việc rất êm, không có chấn động. Áp suất có thể điều chỉnh trong phạm vi rất rộng: từ $5 \div 63$ bar hoặc có thể cao hơn.

3.2.2.2. Van giảm áp

Trong nhiều trường hợp hệ thống thủy lực một bơm dầu phải cung cấp năng lượng cho nhiều cơ cấu chấp hành có áp suất khác nhau. Lúc này ta phải cho bơm làm việc với áp suất lớn nhất và dùng van giảm áp đặt trước cơ cấu chấp hành nhằm để giảm áp suất đến một giá trị cần thiết.

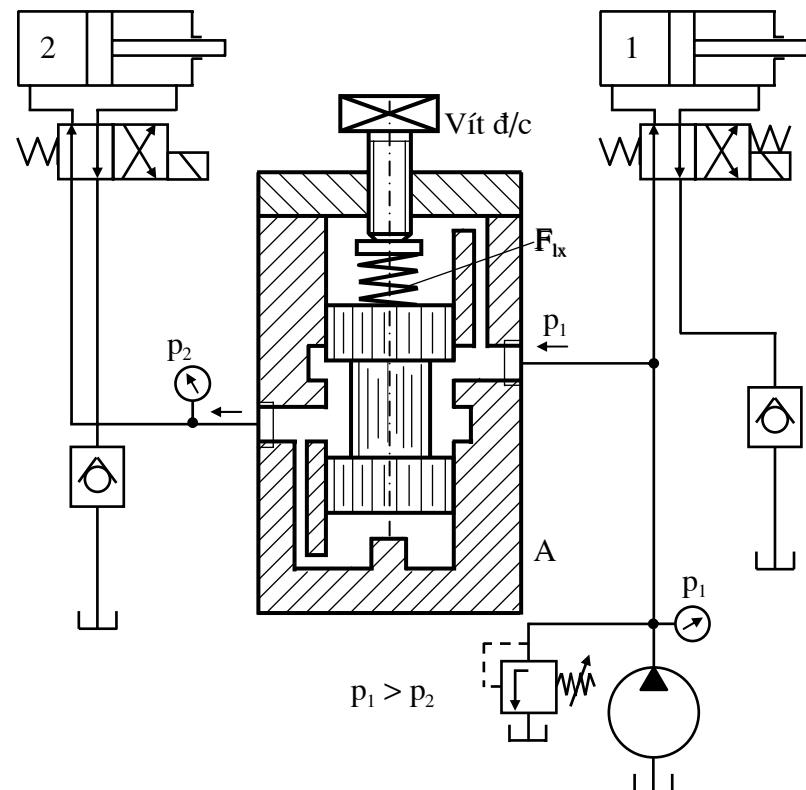
Ký hiệu:





Hình 3.6. Kết cấu của van giảm áp

Ví dụ: mạch thủy lực có lắp van giảm áp



Hình 3.7. Sơ đồ mạch thủy lực có lắp van giảm áp

Trong hệ thống này, xilanh 1 làm việc với áp suất p_1 , nhờ van giảm áp tạo nên áp suất $p_1 > p_2$ cung cấp cho xilanh 2. Áp suất ra p_2 có thể điều chỉnh được nhờ van giảm áp.

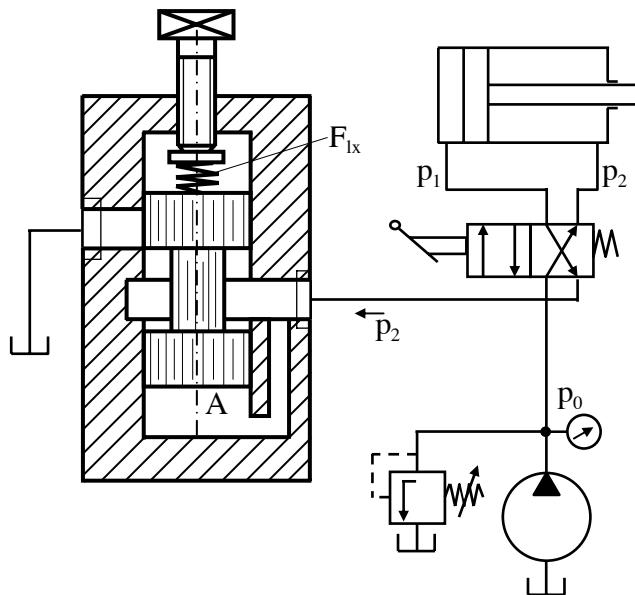
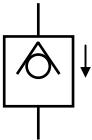
Ta có lực cân bằng của van giảm áp: $p_2 \cdot A = F_{lx}$ ($F_{lx} = C \cdot x$)

$$\Rightarrow p_2 = \frac{C \cdot x}{A} \Rightarrow A = \text{const}, x \text{ thay đổi} \Rightarrow p_2 \text{ thay đổi.}$$

3.2.2.3. Van cản

Van cản có nhiệm vụ tạo nên một sức cản trong hệ thống \Rightarrow hệ thống luôn có dầu để bôi trơn, bảo quản thiết bị, thiết bị làm việc êm, giảm va đập.

Ký hiệu:



Hình 3.8. Mạch thủy lực có lắp van cản

Trên hình 3.8, van cản lắp vào cửa ra của xilanh có áp suất p_2 . Nếu lực lò xo của van là F_{lx} và tiết diện của pittông trong van là A , thì lực cân bằng tĩnh là:

$$p_2 \cdot A - F_{lx} = 0 \Rightarrow p_2 = \frac{F_{lx}}{A} \quad (3.1)$$

Như vậy ta thấy rằng áp suất ở cửa ra (tức cản ở cửa ra) có thể điều chỉnh được tùy thuộc vào sự điều chỉnh lực lò xo F_{lx} .

3.2.2.4. Rôle áp suất (áp lực)

Rôle áp suất thường dùng trong hệ thống thủy lực. Nó được dùng như một cơ cấu phòng quá tải, vì khi áp suất trong hệ thống vượt quá giới hạn nhất định, rôle áp suất sẽ ngắt dòng điện \Rightarrow Bơm dầu, các van hay các bộ phận khác ngưng hoạt động.

3.3. VAN ĐẢO CHIỀU

3.3.1. Nhiệm vụ

Van đảo chiều dùng đóng, mở các ống dẫn để khởi động các cơ cấu biến đổi năng lượng, dùng để đảo chiều các chuyển động của cơ cấu chấp hành.

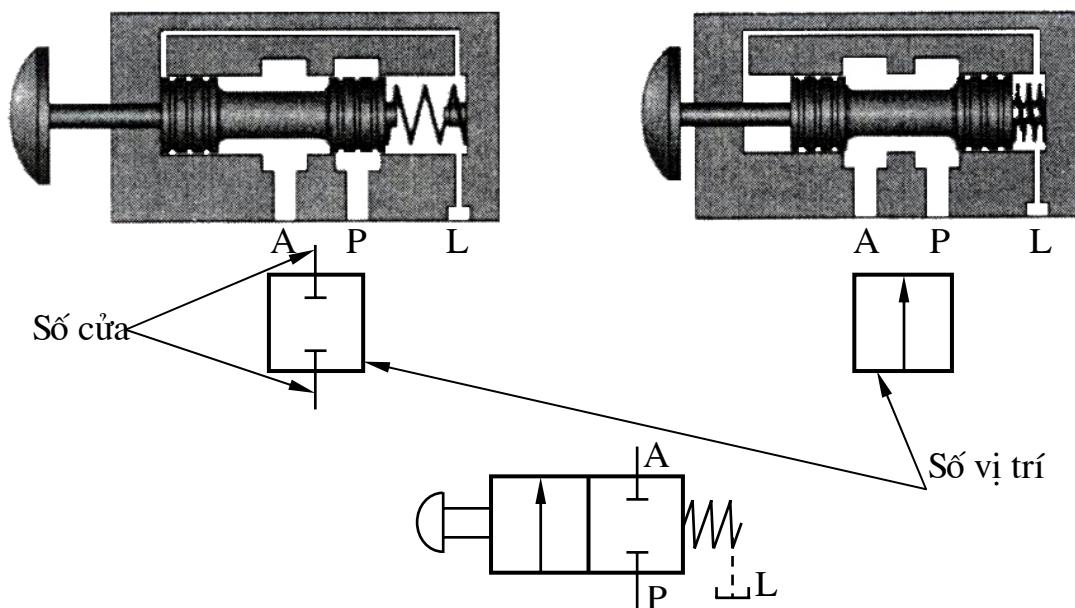
3.3.2. Các khái niệm

+/ Số cửa: là số lỗ để dẫn dầu vào hay ra. Số cửa của van đảo chiều thường 2, 3 và 4, 5. Trong những trường hợp đặc biệt số cửa có thể nhiều hơn.

+/ Số vị trí: là số định vị con trượt của van. Thông thường van đảo chiều có 2 hoặc 3 vị trí. Trong những trường hợp đặc biệt số vị trí có thể nhiều hơn.

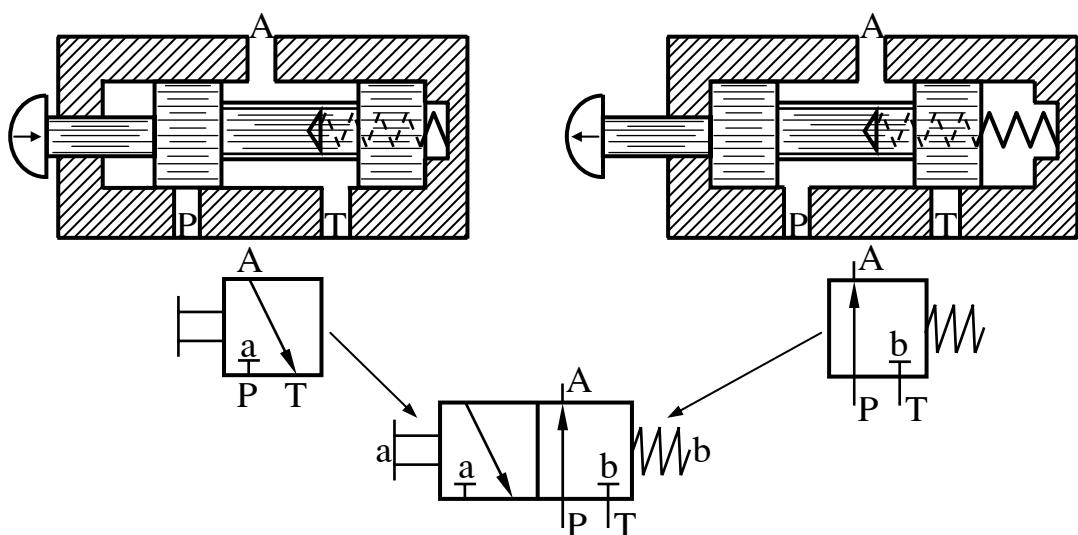
3.3.3. Nguyên lý làm việc

a. Van đảo chiều 2 cửa, 2 vị trí (2/2)



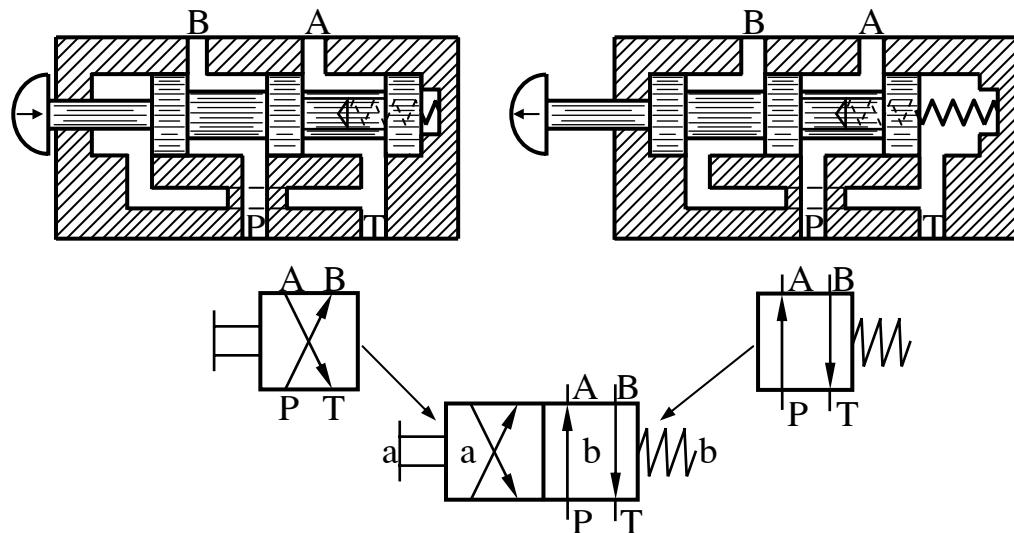
Hình 3.9. Van đảo chiều 2/2

b. Van đảo chiều 3 cửa, 2 vị trí (3/2)



Hình 3.10. Van đảo chiều 3/2

c. Van đảo chiều 4 cửa, 2 vị trí (4/2)



Hình 3.11. Van đảo chiều 4/2

Ký hiệu: P- cửa nối bơm;

T- cửa nối ống xả về thùng dầu;

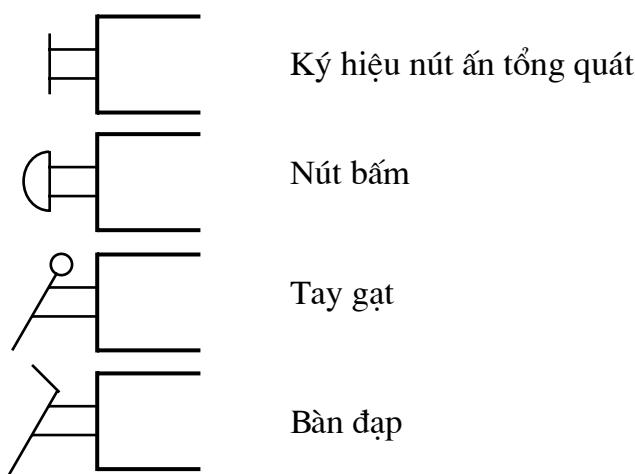
A, B- cửa nối với cơ cấu điều khiển hay cơ cấu chấp hành;

L- cửa nối ống dầu thừa về thùng.

3.3.4. Các loại tín hiệu tác động

Loại tín hiệu tác động lên van đảo chiều được biểu diễn hai phía, bên trái và bên phải của ký hiệu. Có nhiều loại tín hiệu khác nhau có thể tác động làm van đảo chiều thay đổi vị trí làm việc của nòng van đảo chiều.

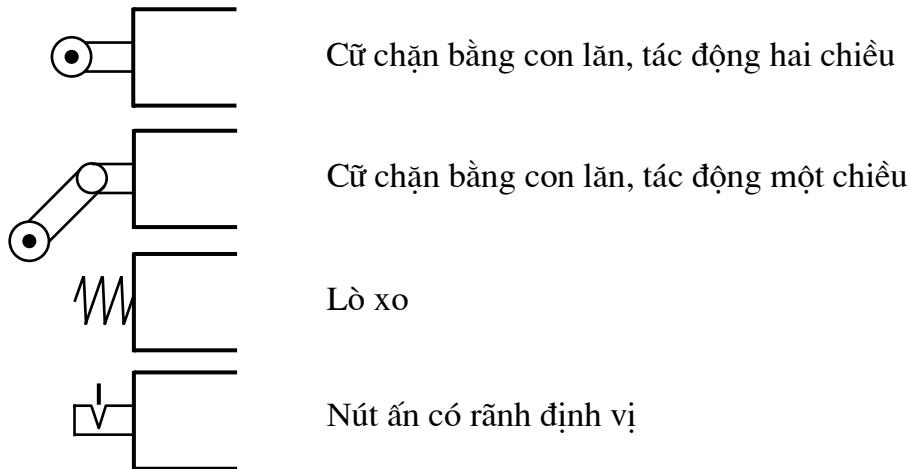
a. Loại tín hiệu tác động bằng tay



Hình 3.12. Các ký hiệu cho tín hiệu tác động bằng tay

b. Loại tín hiệu tác động bằng cơ





Hình 3.13. Các ký hiệu cho tín hiệu tác động bằng cơ

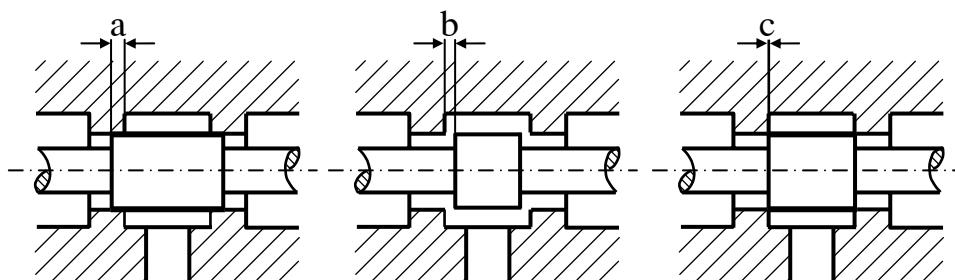
3.3.5. Các loại mép điều khiển của van đảo chiều

Khi nòng van dịch chuyển theo chiều trực, các mép của nó sẽ đóng hoặc mở các cửa trên thân van nối với kênh dẫn dầu.

Van đảo chiều có mép điều khiển dương (hình 3.14a), được sử dụng trong những kết cấu đảm bảo sự rò dầu rất nhỏ, khi nòng van ở vị trí trung gian hoặc ở vị trí làm việc nào đó, đồng thời độ cứng vững của kết cấu (độ nhạy đối với phụ tải) cao.

Van đảo chiều có mép điều khiển âm (hình 3.14b), đối với loại van này có mất mát chất lỏng chảy qua khe thông về thùng chứa, khi nòng van ở vị trí trung gian. Loại van này được sử dụng khi không có yêu cầu cao về sự rò chất lỏng, cũng như độ cứng vững của hệ.

Van đảo chiều có mép điều khiển bằng không (hình 3.14c), được sử dụng phần lớn trong các hệ thống điều khiển thủy lực có độ chính xác cao (ví dụ như ở van thủy lực tuyến tính hay cơ cấu servo. Công nghệ chế tạo loại van này tương đối khó khăn.



Hình 3.14. Các loại mép điều khiển của van đảo chiều

- a. Mep điều khiển dương;
- b. Mep điều khiển âm;
- c. Mep điều khiển bằng không.

3.4. CÁC LOẠI VAN ĐIỆN THỦY LỰC ÚNG DỤNG TRONG MẠCH ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

3.4.1. Phân loại

Có hai loại:

- +/ Van solenoid
- +/ Van tỷ lệ và van servo

3.4.2. Công dụng

a. Van solenoid

Dùng để đóng mở (như van phân phối thông thường), điều khiển bằng nam châm điện. Được dùng trong các mạch điều khiển logic.

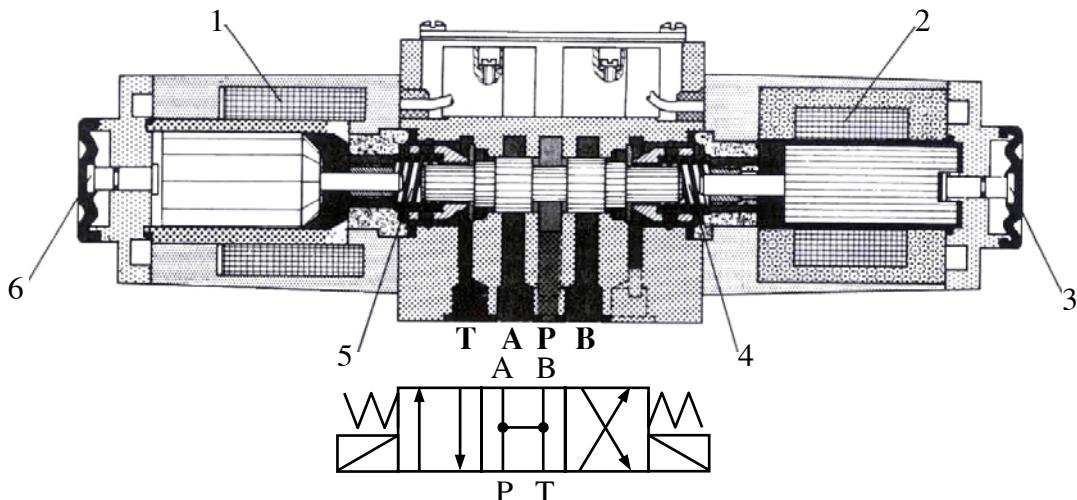
b. Van tỷ lệ và van servo

Là phối hợp giữa hai loại van phân phối và van tiết lưu (gọi là van đóng, mở nối tiếp), có thể điều khiển được vô cấp lưu lượng qua van. Được dùng trong các mạch điều khiển tự động.

3.4.3. Van solenoid

Cấu tạo của van solenoid gồm các bộ phận chính là: loại điều khiển trực tiếp (*hình 3.15*) gồm có thân van, con trượt và hai nam châm điện; loại điều khiển gián tiếp (*hình 3.16*) gồm có van sơ cấp 1, cấu tạo van sơ cấp giống van điều khiển trực tiếp và van thứ cấp 2 điều khiển con trượt bằng dầu ép, nhờ tác động của van sơ cấp.

Con trượt của van sẽ hoạt động ở hai hoặc ba vị trí tùy theo tác động của nam châm. Có thể gọi van solenoid là loại van điều khiển có cấp.

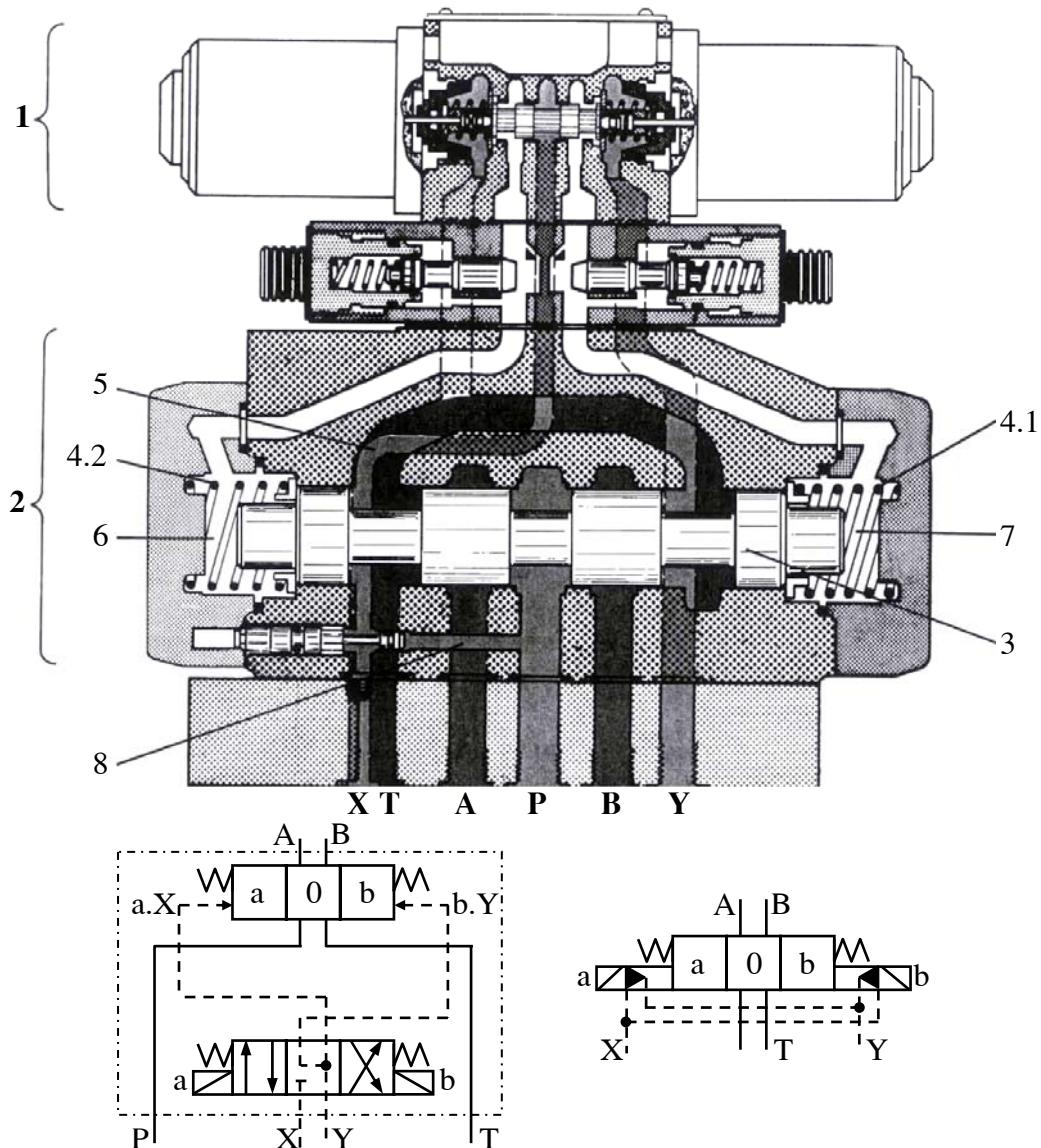


Hình 3.15. Kết cấu và ký hiệu của van solenoid điều khiển trực tiếp

1, 2. Cuộn dây của nam châm điện;

3, 6. Vít hiệu chỉnh của lõi sắt từ;

4, 5. Lò xo.



Hình 3.16. Kết cấu và ký hiệu của van solenoid điều khiển gián tiếp

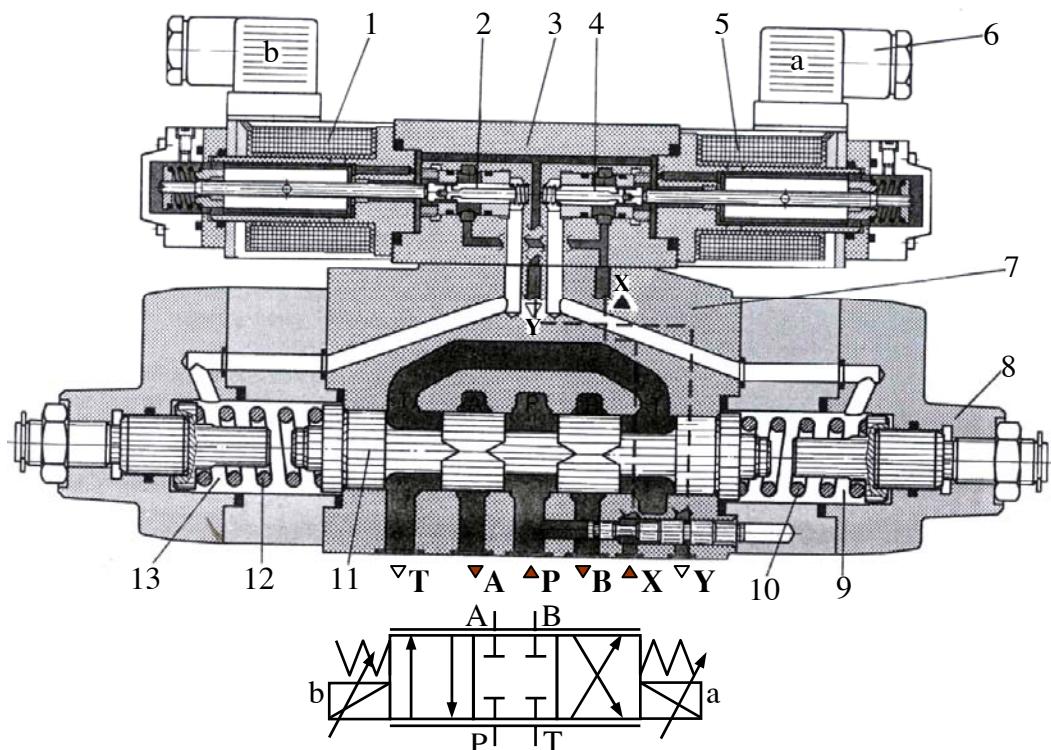
1. Van sơ cấp;

2. Van thứ cấp.

3.5.4. Van tỷ lệ

Cấu tạo của van tỷ lệ có gồm ba bộ phận chính (hình 3.17) là : thân van, con trượt, nam châm điện.

Để thay đổi tiết diện chảy của van, tức là thay đổi hành trình của con trượt bằng cách thay đổi dòng điện điều khiển nam châm. Có thể điều khiển con trượt ở vị trí bất kỳ trong phạm vi điều chỉnh nên van tỷ lệ có thể gọi là loại van điều khiển vô cấp.

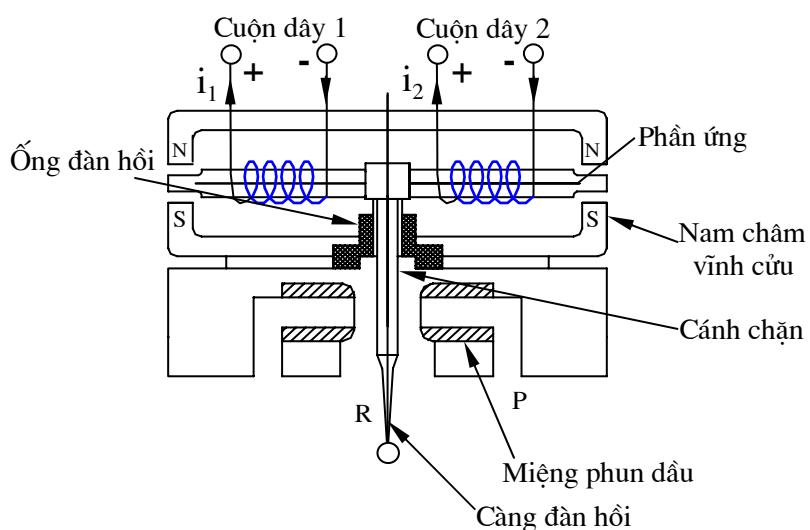


Hình 3.17. Kết cấu và ký hiệu của van tỷ lệ

Hình 3.17 là kết cấu của van tỷ lệ, van có hai nam châm 1, 5 bố trí đối xứng, các lò xo 10 và 12 phục hồi vị trí cân bằng của con trượt 11.

3.4.5. Van servo

a. Nguyên lý làm việc



Hình 3.18. Sơ đồ nguyên lý của bộ phận điều khiển con trượt của van servo

Bộ phận điều khiển con trượt của van servo (torque motor) thể hiện trên hình 3.18 gồm các ở bộ phận sau:

+/ Nam châm vĩnh cửu;

+/ Phản ứng và hai cuộn dây;

- +/ Cánh chặn và càng đòn hồi; +/ Ống đòn hồi;
- +/ Miệng phun dầu.

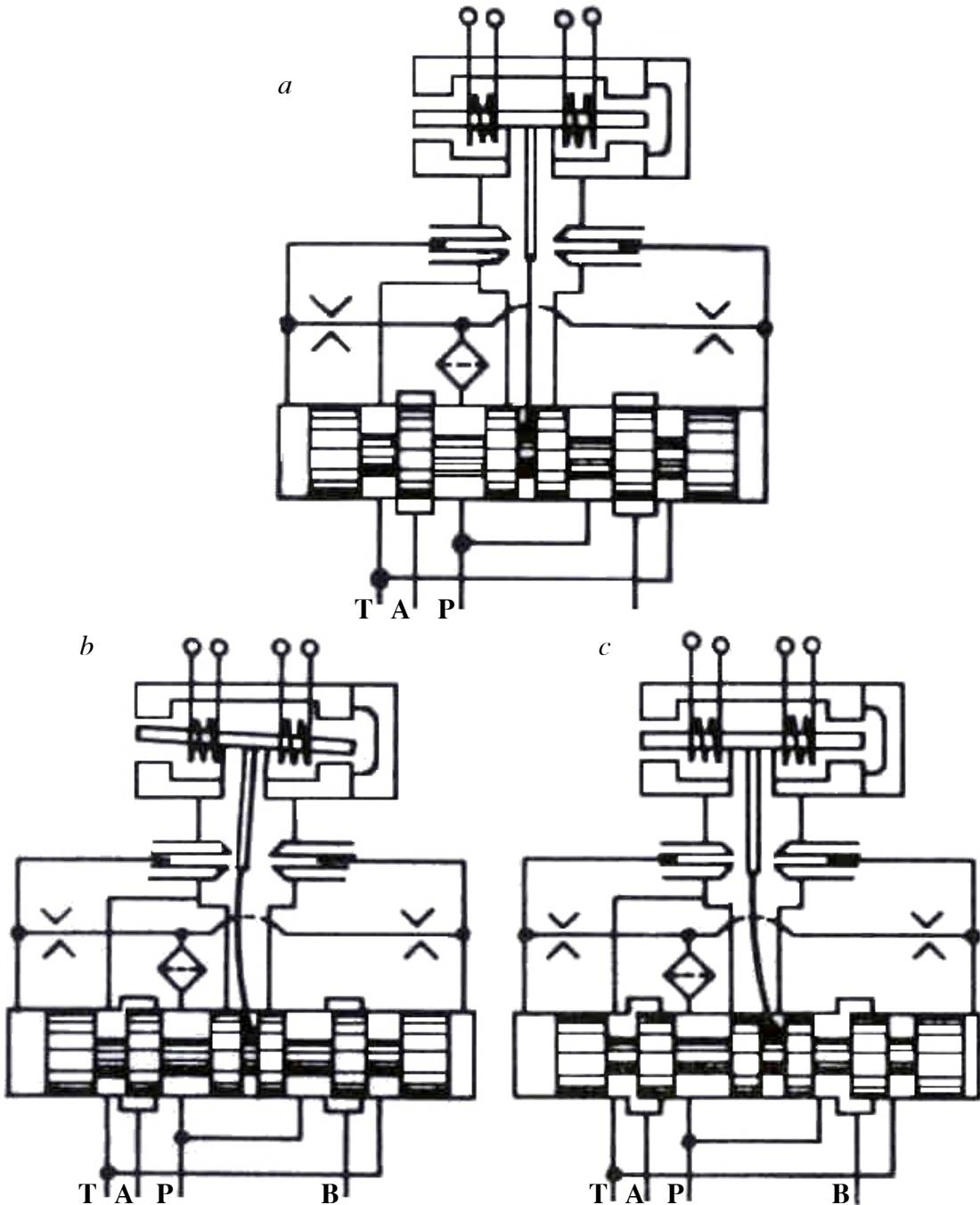
Hai nam châm vĩnh cửu đặt đối xứng tạo thành khung hình chữ nhật, phần ứng trên đó có hai cuộn dây và cánh chặn dầu ngầm với phần ứng, tạo nên một kết cấu cứng vững. Định vị phần ứng và cánh chặn dầu là một ống đòn hồi, ống này có tác dụng phục hồi cụm phần ứng và cánh chặn về vị trí trung gian khi dòng điện vào hai cuộn dây cân bằng. Nối với cánh chặn dầu là càng đòn hồi, càng này nối trực tiếp với con trượt. Khi dòng điện vào hai cuộn dây lệch nhau thì phần ứng bị hút lệch, do sự đối xứng của các cực nam châm mà phần ứng sẽ quay. Khi phần ứng quay, ống đòn hồi sẽ biến dạng đòn hồi, khe hở từ cánh chặn đến miệng phun dầu cũng sẽ thay đổi (phía này hở ra và phía kia hép lại). Điều đó dẫn đến áp suất ở hai phía của con trượt lệch nhau và con trượt được di chuyển. Như vậy:

+/ Khi dòng điện điều khiển ở hai cuộn dây bằng nhau hoặc bằng 0 thì phần ứng, cánh, càng và con trượt ở vị trí trung gian (áp suất ở hai buồng con trượt cân bằng nhau).

+/ Khi dòng $i_1 \neq i_2$ thì phần ứng sẽ quay theo một chiều nào đó tùy thuộc vào dòng điện của cuộn dây nào lớn hơn. Giả sử phần ứng quay ngược chiều kim đồng hồ, cánh chặn dầu cũng quay theo làm tiết diện chảy của miệng phun dầu thay đổi, khe hở miệng phun phía trái rộng ra và khe hở ở miệng phun phía phải hép lại. áp suất dầu vào hai buồng con trượt không cân bằng, tạo lực dọc trực, đẩy con trượt di chuyển về bên trái, hình thành tiết diện chảy qua van (tạo đường dẫn dầu qua van). Quá trình trên thể hiện ở *hình 3.19b*. Đồng thời khi con trượt sang trái thì càng sẽ cong theo chiều di chuyển của con trượt làm cho cánh chặn dầu cũng di chuyển theo. Lúc này khe hở ở miệng phun trái hép lại và khe hở miệng phun phải rộng lên, cho đến khi khe hở của hai miệng phun bằng nhau và áp suất hai phía bằng nhau thì con trượt ở vị trí cân bằng. Quá trình đó thể hiện ở *hình 3.19c*.

Momen quay phần ứng và momen do lực đòn hồi của càng cân bằng nhau. Lượng di chuyển của con trượt tỷ lệ với dòng điện vào cuộn dây.

+/ Tương tự như trên nếu phần ứng quay theo chiều ngược lại thì con trượt sẽ di chuyển theo chiều ngược lại.



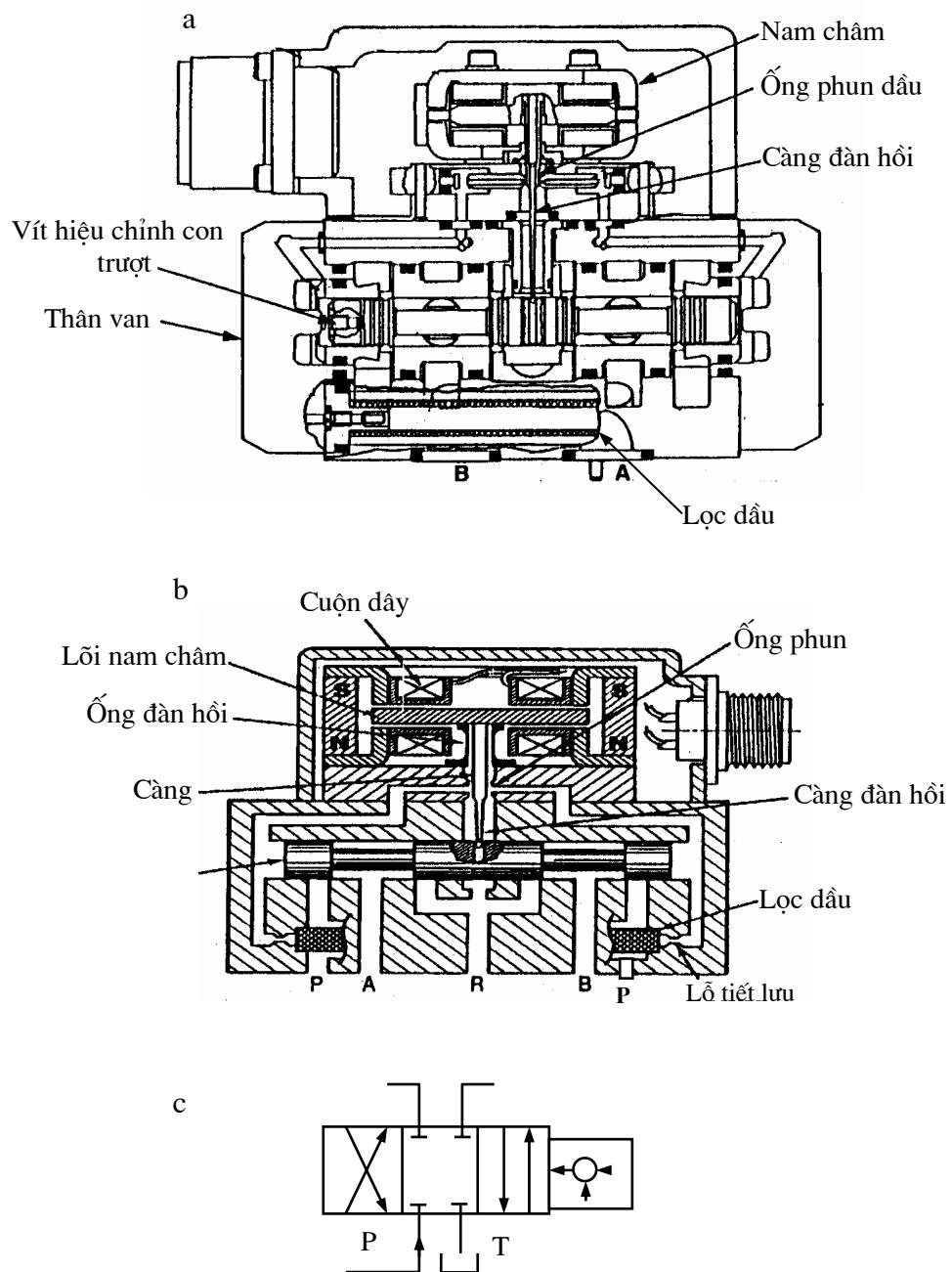
Hình 3.19. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của van servo

- a. Sơ đồ giai đoạn van chưa làm việc;
- b. Sơ đồ giai đoạn đầu của quá trình điều khiển;
- c. Sơ đồ giai đoạn hai của quá trình điều khiển.

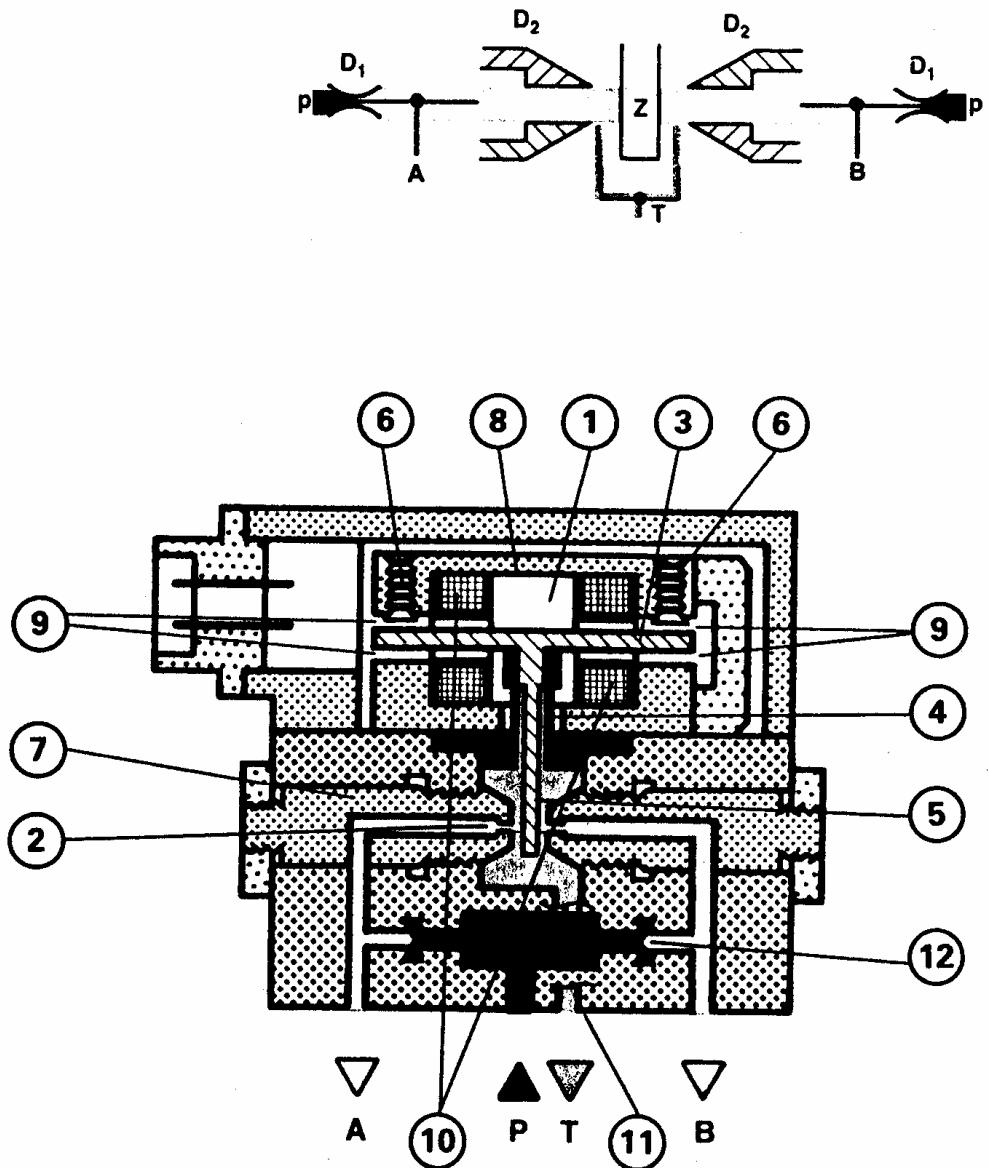
b. Kết cấu của van servo

Ngoài những kết cấu thể hiện ở hình 3.18 và hình 3.19, trong van còn bố trí thêm bộ lọc dầu nhằm đảm bảo điều kiện làm việc bình thường của van. Để con trượt ở vị trí trung gian khi tín hiệu vào bằng không, tức là để phản ứng ở vị trí cân bằng, người ta đưa vào kết cấu vít điều chỉnh.

Các hình 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24 là kết cấu của một số loại van servo được sử dụng hiện nay.

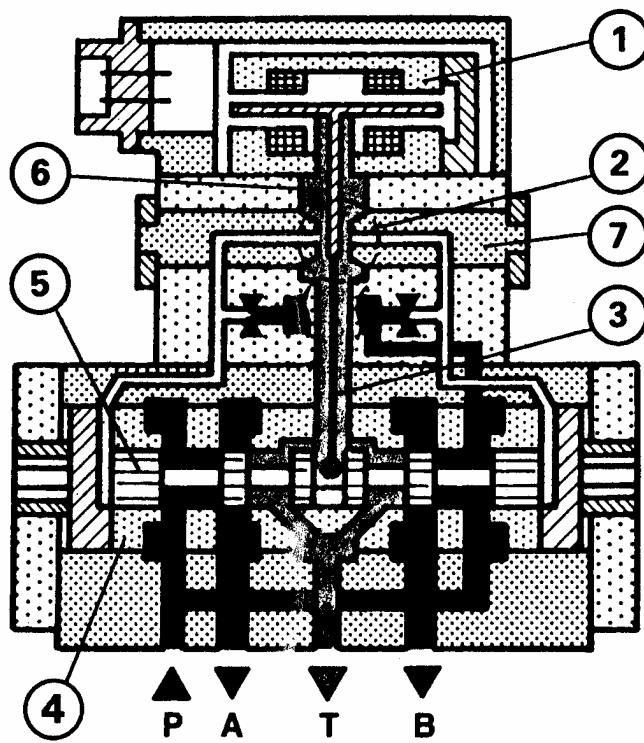


Hình 3.20. Bản vẽ thể hiện kết cấu và ký hiệu của van servo
 a, b. Bản vẽ thể hiện các dạng kết cấu của van servo;
 c. Ký hiệu của van servo.



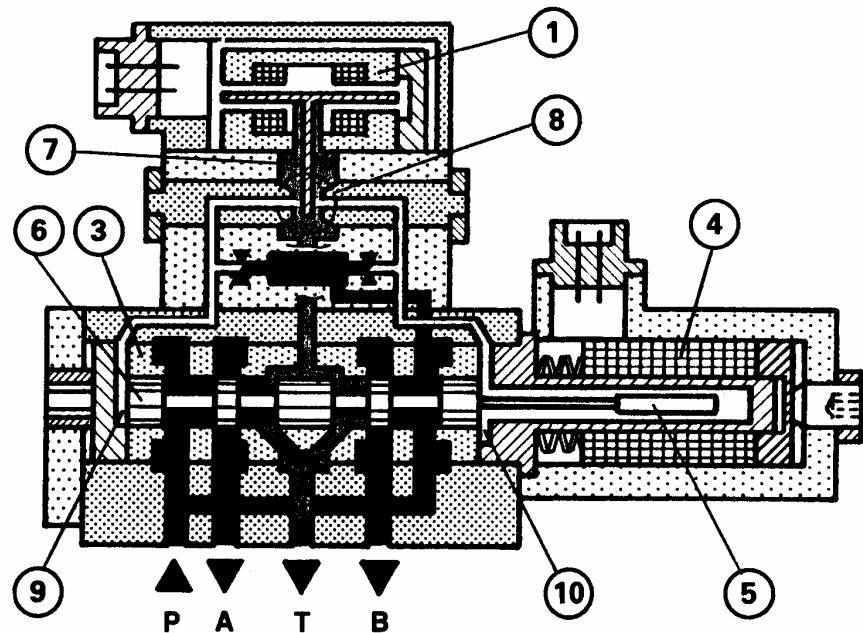
Hình 3.21. Kết cấu của van servo một cấp điều khiển

1. Không gian trống;
2. Ống phun;
3. Lõi sắt của nam châm;
4. Ống đòn hồi;
5. Càng điều khiển điện thủy lực;
6. Vít hiệu chỉnh;
7. Thân của ống phun;
8. Thân của nam châm;
9. Không gian quay của lõi sắt nam châm;
10. Cuộn dây của nam châm;
11. Con trượt của van chính;
12. Buồng dầu của van chính.



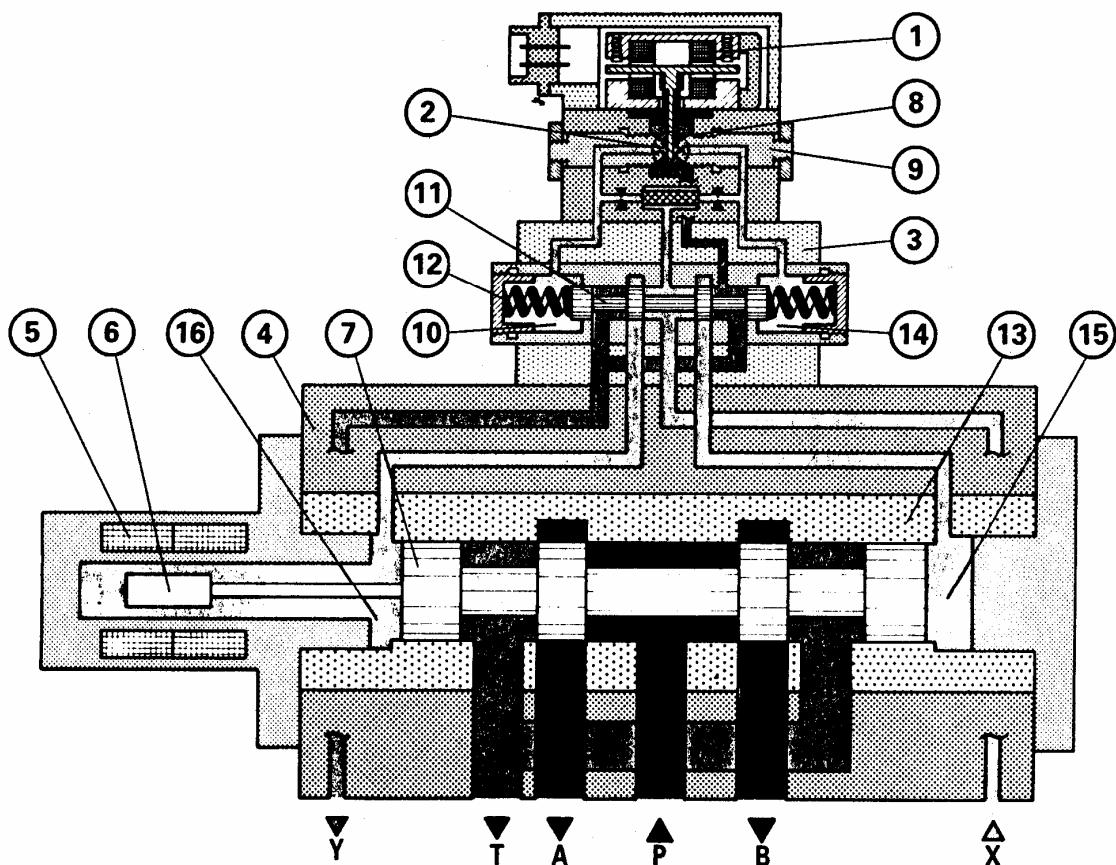
Hình 3.22. Kết cấu của van servo 2 cấp điều khiển

1. Cụm nam châm; 2. Ống phun; 3. Càng đàn hồi của bộ phận điều khiển điện thủy lực; 4. Xylanh của van chính; 5. Con trượt của van chính; 6. Càng điều khiển điện-thủy lực; 7. Thân của ống phun.



Hình 3.23. Kết cấu của van servo 2 cấp điều khiển có cảm biến

1. Cụm nam châm; 2. Ống phun; 3. Xylanh của van chính; 4. Cuộn dây của cảm biến; 5. Lõi sắt từ của cảm biến; 6. Con trượt của van chính; 7. Càng điều khiển điện-thủy lực; 8. Ống phun; 9,10. Buồng dầu của van chính.



Hình 3.24. Kết cấu của van servo 3 cấp điều khiển có cảm biến

1. Vít hiệu chỉnh; 2. Ống phun; 3. Thân van cấp 2; 4. Thân van cấp 3; 5. cuộn dây của cảm biến; 6. Lõi sắt từ của cảm biến; 7. Con trượt của van chính; 8. Càng điều khiển điện-thủy lực; 9. Thân của ống phun; 10,14. Buồng dầu của van cấp 2; 11. Con trượt của van cấp 2; 12. Lò xo của van cấp 2; 13. Xylanh của van cấp 3; 15,16. Buồng dầu của van cấp 3.

3.5. CƠ CẤU CHỈNH LUU LƯỢNG

Cơ cấu chỉnh lưu lượng dùng để xác định lượng chất lỏng chảy qua nó trong đơn vị thời gian, và như thế điều chỉnh được vận tốc của cơ cấu chấp hành trong hệ thống thủy lực làm việc với bơm dầu có một lưu lượng cố định.

3.5.1. Van tiết lưu

Van tiết lưu dùng để điều chỉnh lưu lượng dầu, và do đó điều chỉnh vận tốc của cơ cấu chấp hành trong hệ thống thủy lực.

Van tiết lưu có thể đặt ở đường dầu vào hoặc đường ra của cơ cấu chấp hành.

Van tiết lưu có hai loại:

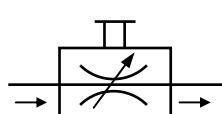
+/ Tiết lưu cố định

Ký hiệu:

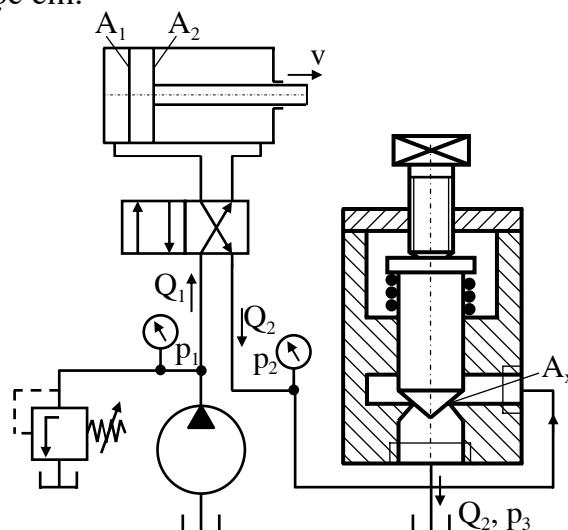


+/ Tiết lưu thay đổi được lưu lượng

Ký hiệu:



Ví dụ: *hình 3.25* là sơ đồ của van tiết lưu được lắp ở đường ra của hệ thống thủy lực. Cách lắp này được dùng phổ biến nhất, vì van tiết lưu thay thế cả chức năng của van cản, tạo nên một áp suất nhất định trên đường ra của xilanh và do đó làm cho chuyển động của nó được êm.



Hình 3.25. Sơ đồ thủy lực có lắp van tiết lưu ở đường dầu ra

Ta có các phương trình:

$$Q_2 = A_2 \cdot v : \text{lưu lượng qua van tiết lưu}$$

$$\Delta p = p_2 - p_3 : \text{hiệu áp qua van tiết lưu}$$

Lưu lượng dầu Q_2 qua khe hở được tính theo công thức Torricelli như sau:

$$Q_2 = \mu \cdot A_x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (3.3)$$

$$\text{hoặc } A_2 \cdot v = \mu \cdot A_x \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p} \quad (c = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho}} = \text{const})$$

$$\Rightarrow v = \frac{\mu \cdot A_x \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p}}{A_2} \quad (3.4)$$

Trong đó:

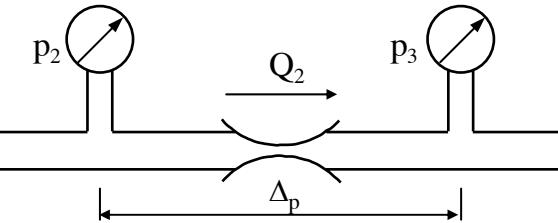
μ - hệ số lưu lượng;

$$A_x - \text{diện tích mặt cắt của khe hở: } A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} [\text{m}^2];$$

$\Delta p = (p_2 - p_3)$ - áp suất trước và sau khe hở [N/m^2];

ρ - khối lượng riêng của dầu [kg/m^3].

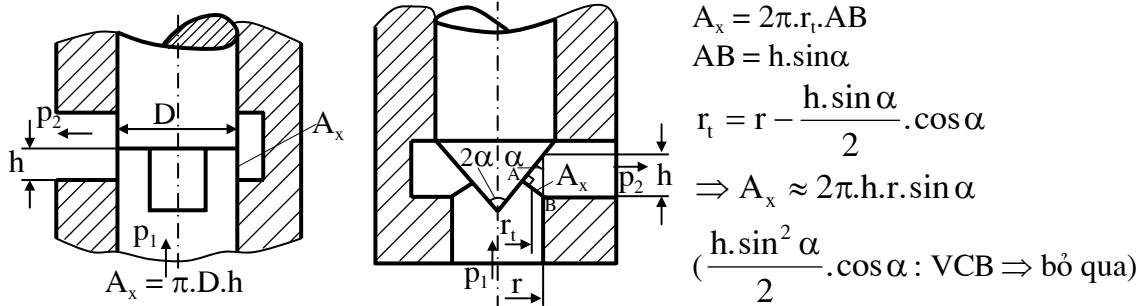
Khi A_x thay đổi $\Rightarrow \Delta p$ thay đổi và v thay đổi.



Hình 3.26. Độ chênh lệch áp suất và lưu lượng chảy qua khe hở

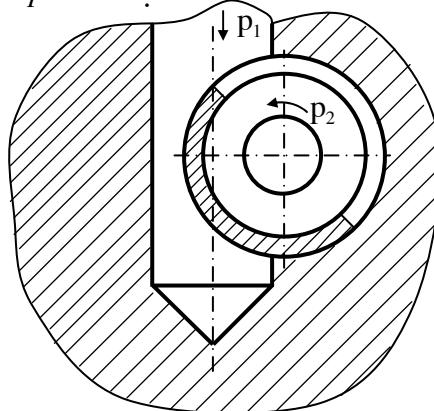
Dựa vào phương thức điều chỉnh lưu lượng, van tiết lưu có thể phân thành hai loại chính: van tiết lưu điều chỉnh dọc trực và van tiết lưu điều chỉnh quanh trực.

a. Van tiết lưu điều chỉnh dọc trực



Hình 3.27. Tiết lưu điều chỉnh dọc trực

b. Van tiết lưu điều chỉnh quanh trực



Hình 3.28. Tiết lưu điều chỉnh quanh trực

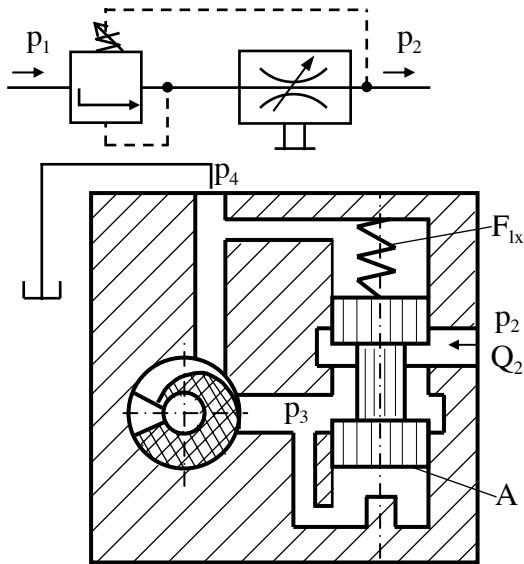
3.5.2. Bộ ổn tốc

Bộ ổn tốc là cấu đàm bảo hiệu ứng không đổi khi giảm áp ($\Delta p = \text{const}$), và do đó đảm bảo một lưu lượng không đổi chảy qua van, tức là làm cho vận tốc của cơ cấu chấp hành có giá trị gần như không đổi.

Như vậy để ổn định vận tốc ta sử dụng bộ ổn tốc.

Bộ ổn tốc là một van ghép gồm có: một van giảm áp và một van tiết lưu. Bộ ổn tốc có thể lắp trên đường vào hoặc đường ra của cơ cấu chấp hành như ở van tiết lưu, nhưng phổ biến nhất là lắp ở đường ra của cơ cấu chấp hành.

Ký hiệu:



Hình 3.29. Kết cấu bộ ổn tốc

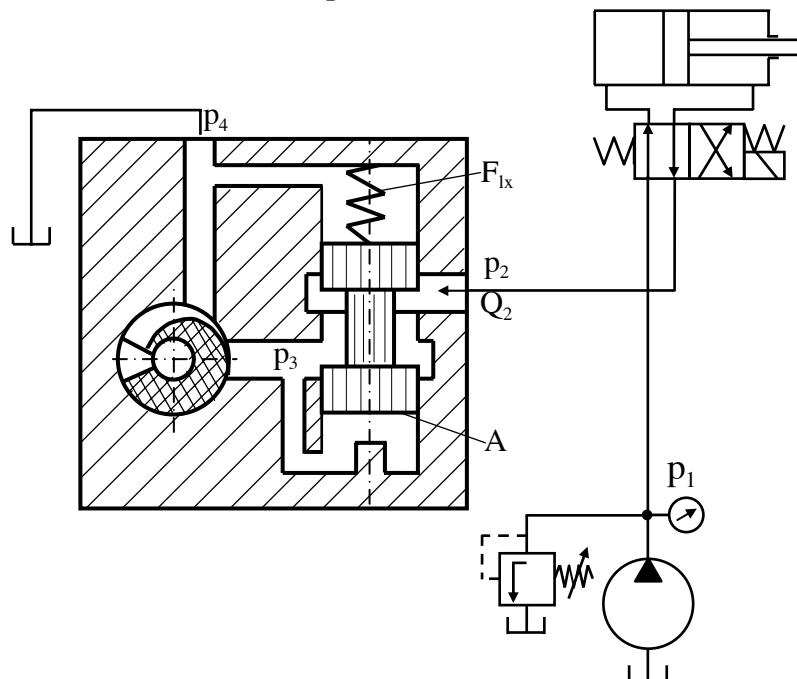
Điều kiện để bộ ổn tốc có thể làm việc là: $p_1 > p_2 > p_3 > p_4$

Ta có phương trình cân bằng tĩnh:

$$A \cdot p_3 = p_4 \cdot A + F_{lx} \Rightarrow \Delta p = p_3 - p_4 = \frac{F_{lx}}{A} \quad (3.5)$$

$$Q_2 = \mu \cdot A_x \cdot c \cdot \sqrt{\Delta p} = k \cdot \sqrt{\frac{F_{lx}}{A}} \quad (3.6)$$

Q_2 không phụ thuộc vào tải mà chỉ phụ thuộc vào $F_{lx} \Rightarrow v$ ổn định



Hình 3.30. Sơ đồ thủy lực có lắp bộ ổn tốc

3.6. VAN CHẶN

Van chặn gồm các loại van sau:

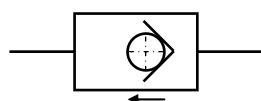
- +/ Van một chiều.
- +/ Van một chiều điều khiển được hướng chặn.
- +/ Van tác động khoá lẩn.

3.6.1. Van một chiều

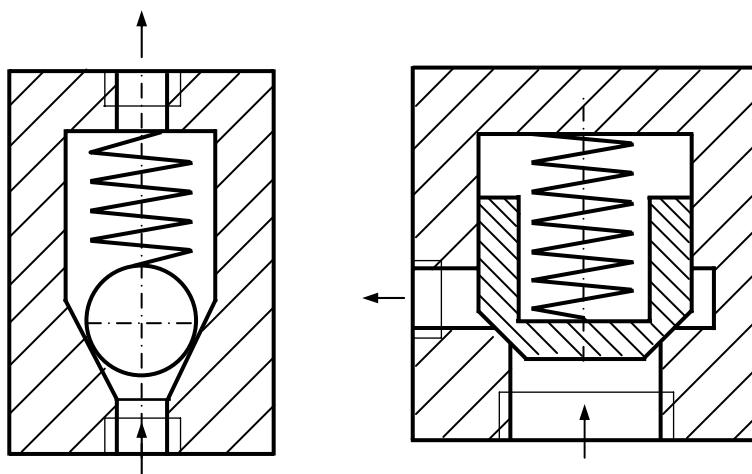
Van một chiều dùng để điều khiển dòng chất lỏng đi theo một hướng, và ở hướng kia dầu bị ngăn lại.

Trong hệ thống thủy lực, thường đặt ở nhiều vị trí khác nhau tùy thuộc vào những mục đích khác nhau.

Ký hiệu:



Van một chiều gồm có: van bi, van kiểu con trượt.

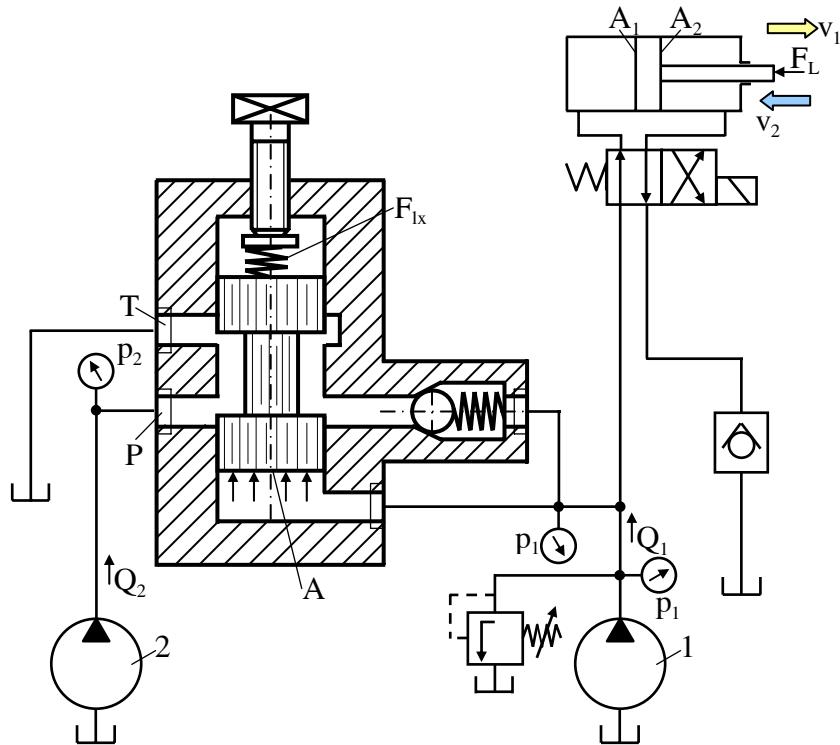


Hình 3.31. Kết cấu van bi một chiều

Ứng dụng của van một chiều:

- +/ Đặt ở đường ra của bơm (để chặn dầu chảy về bể).
- +/ Đặt ở cửa hút của bơm (chặn dầu ở trong bơm).
- +/ Khi sử dụng hai bơm dầu dùng chung cho một hệ thống.

Ví dụ: sơ đồ thủy lực sử dụng hai bơm dầu nhằm giảm tiêu hao công suất.



Hình 3.32. Sơ đồ mạch thủy lực sử dụng hai bơm dầu

Khi thực hiện vận tốc công tác v_1 , bơm 1 (Q_1) hoạt động: $Q_1 = A_1 \cdot v_1$.

Khi thực hiện vận tốc chạy không v_2 (pítông lùi về) thì cả hai bơm cùng cung cấp dầu (Q_1, Q_2):

$$Q_1 + Q_2 = A_2 \cdot v_2 \quad (Q_2 \gg Q_1).$$

Giải thích nguyên lý:

+/ Khi có tải F_L và thực hiện $v_1 \Rightarrow p_1 > p_2$, van một chiều bị chặn $\Rightarrow v_1 = \frac{Q_1}{A_1}$ và Q_2 về bể dầu.

$(A \cdot p_1 > F_{lx} \Rightarrow$ pítông đi lên cửa P và T thông nhau $\Rightarrow Q_2$ về bể dầu).

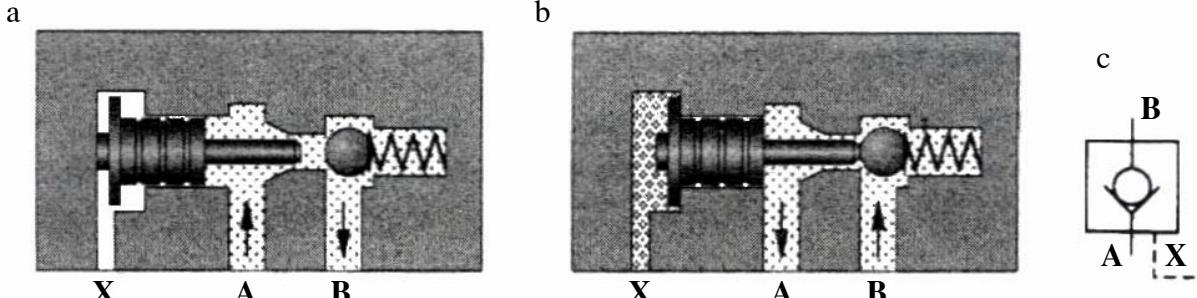
+/ Khi chạy nhanh với v_2 (không tải): $p_1^* \downarrow \Rightarrow F_{lx} \geq p_1^* \cdot A \Rightarrow$ pítông đi xuống mở cửa P, đóng cửa T, lúc này $p_2 > p_1 \Rightarrow$ van một chiều mở \Rightarrow cung cấp Q_2 và Q_1 cho xilanh để thực hiện v_2 .

$$v_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{A_2}$$

3.6.2. Van một chiều điều khiển được hướng chặn

a. Nguyên lý hoạt động

Khi dầu chảy từ A qua B, van thực hiện theo nguyên lý của van một chiều. Nhưng khi dầu chảy từ B qua A, thì phải có tín hiệu điều khiển bên ngoài tác động vào cửa X.



Hình 3.33. Van một chiều điều khiển được hướng chặn

a. Chiều A qua B, tác dụng như van một chiều;

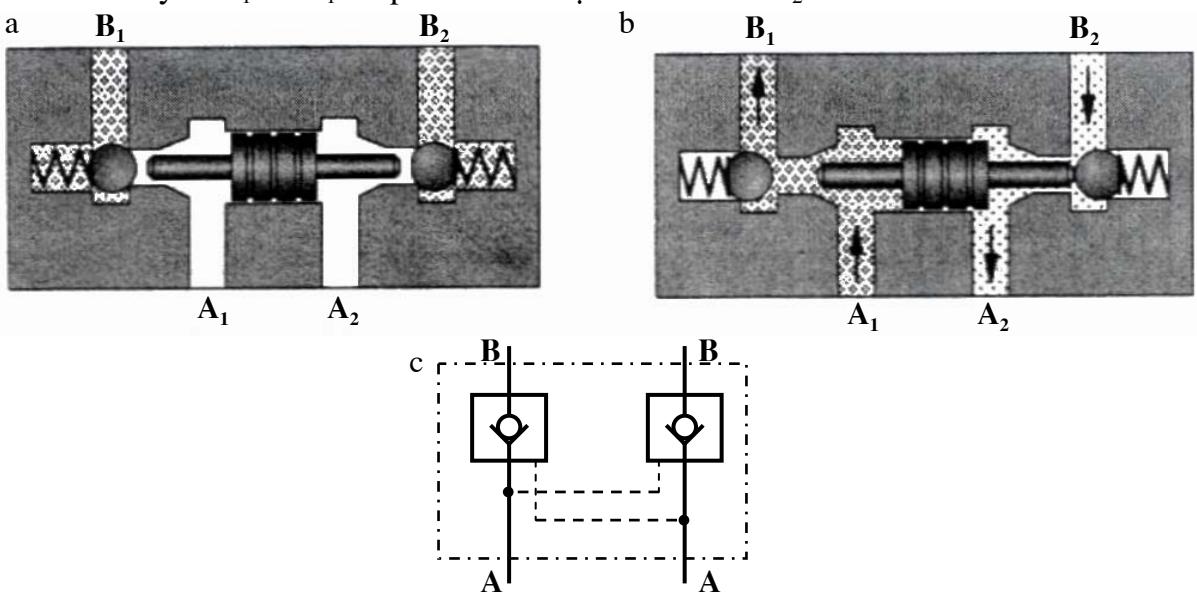
b. Chiều B qua A có dòng chảy, khi có tác dụng tín ngoài X;

c. Ký hiệu.

3.6.3. Van tác động khoá lẩn

a. Nguyên lý hoạt động

Kết cấu của van tác động khoá lẩn, thực ra là lắp hai van một chiều điều khiển được hướng chặn. Khi dòng chảy từ A_1 qua B_1 hoặc từ A_2 qua B_2 theo nguyên lý của van một chiều. Nhưng khi dầu chảy từ B_2 về A_2 thì phải có tín hiệu điều khiển A_1 hoặc khi dầu chảy từ B_1 về A_1 thì phải có tín hiệu điều khiển A_2 .



Hình 3.34. Van tác động khóa lẩn

a. Dòng chảy từ A_1 qua B_1 hoặc từ A_2 qua B_2
(như van một chiều);

b. Từ B_2 về A_2 thì phải có tín hiệu điều khiển A_1 ;

c. Ký hiệu.

3.7. ỐNG DẪN, ỐNG NỐI

Để nối liền các phần tử điều khiển (các loại van) với các cơ cấu chấp hành, với hệ thống biến đổi năng lượng (bơm dầu, động cơ dầu), người ta dùng các ống dẫn, ống nối hoặc các tấm nối.

3.7.1. Ống dẫn

a. Yêu cầu

Ống dẫn dùng trong hệ thống điều khiển bằng thủy lực phổ biến là ống dẫn cứng (vật liệu ống bằng đồng hoặc thép) và ống dẫn mềm (vải cao su và ống mềm bằng kim loại có thể làm việc ở nhiệt độ 135°C).

Ống dẫn cần phải đảm bảo độ bền cơ học và tổn thất áp suất trong ống nhỏ nhất. Để giảm tổn thất áp suất, các ống dẫn càng ngắn càng tốt, ít bị uốn cong để tránh sự biến dạng của tiết diện và sự đổi hướng chuyển động của dầu.

b. Vận tốc dầu chảy trong ống

+/ Ở ống hút: $v = 0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$

+/ Ở ống nén: $p < 50\text{bar}$ thì $v = 4 \div 5 \text{ m/s}$

$p = 50 \div 100\text{bar}$ thì $v = 5 \div 6 \text{ m/s}$

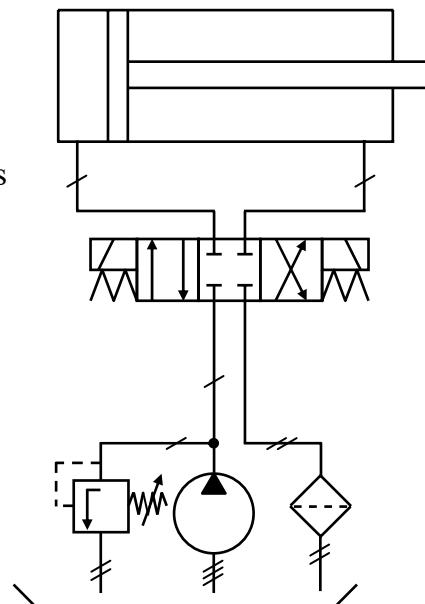
$p > 100\text{bar}$ thì $v = 6 \div 7 \text{ m/s}$

+/ Ở ống xả: $v = 0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$

Các đường ống hút //

Các đường ống nén //

Các đường ống xả //



Hình 3.35. Sơ đồ mạch thủy lực thể hiện các đường ống

c. Chọn kích thước đường kính ống

Ta có phương trình lưu lượng chảy qua ống dẫn:

$$Q = A \cdot v \quad (3.7)$$

Trong đó:

$$\text{Tiết diện: } A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.8)$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v \quad (3.9)$$

Trong đó: d [mm];

Q [lít/phút];

v [m/s].

$$\Rightarrow v = \frac{Q}{6.d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \cdot 10^2 \quad (3.10)$$

$$\Rightarrow \text{Kích thước đường kính ống dẫn là: } d = 10 \cdot \sqrt{\frac{2.Q}{3.\pi.v}} \text{ [mm]} \quad (3.11)$$

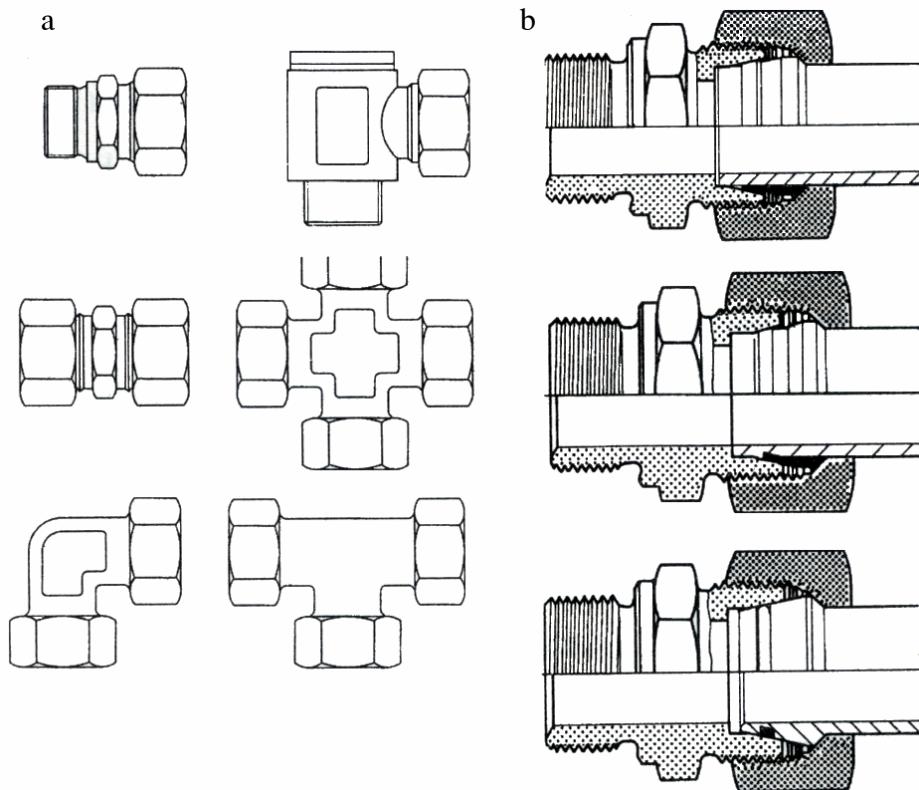
3.7.2. Các loại ống nối

a. Yêu cầu

Trong hệ thống thủy lực, ống nối có yêu cầu tương đối cao về độ bền và độ kín. Tùy theo điều kiện sử dụng ống nối có thể không tháo được và tháo được.

b. Các loại ống nối

Để nối các ống dẫn với nhau hoặc nối ống dẫn với các phần tử thủy lực, ta dùng các loại ống nối được thể hiện như ở *hình 3.36*



Hình 3.36. Các loại ống nối

a. Ống nối vặn ren;

b. Ống nối siết chặt bằng đai ốc.

3.7.3. Vòng chắn

a. Nhiệm vụ

Vòng chắn đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo sự làm việc bình thường của các phần tử thủy lực.

Vòng chắn không tốt, sẽ bị rò dầu ở các đầu nối, bị hao phí dầu, không đảm bảo áp suất cao dẫn đến hệ thống hoạt động không ổn định.

b. Phân loại

Để ngăn chặn sự rò dầu, người ta thường dùng các loại vòng chấn, vật liệu khác nhau, tùy thuộc vào áp suất, nhiệt độ của dầu.

Dựa vào bề mặt cần chấn khít, ta phân thành hai loại:

+/ Loại chấn khít phần tử cố định.

+/ Loại chấn khít phần tử chuyển động.

c. Loại chấn khít phần tử cố định

Chấn khít những phần tử cố định tương đối đơn giản, dùng các vòng chấn bằng chất dẻo hoặc bằng kim loại mềm (đồng, nhôm). Để tăng độ bền, tuổi thọ của vòng chấn có tính đàn hồi, ta thường sử dụng các cơ cấu bảo vệ chế tạo từ vật liệu cứng hơn (cao su nén vải, vòng kim loại, cao su lưu hóa cùng lõi kim loại).

d. Loại chấn khít các phần tử chuyển động tương đối với nhau

Loại này được dùng rộng rãi nhất, để chấn khít những phần tử chuyển động. Vật liệu chế tạo là cao su chịu dầu, để chấn dầu giữa 2 bề mặt có chuyển động tương đối (giữa pittông và xilanh).

Để tăng độ bền, tuổi thọ của vòng chấn có tính đàn hồi, tương tự như loại chấn khít những phần tử cố định, thường ta sử dụng các cơ cấu bảo vệ chế tạo từ vật liệu cứng hơn (vòng kim loại).

Để chấn khít những chi tiết có chuyển động thẳng (cần pittông, cần đẩy điều khiển con trượt điều khiển với nam châm điện,...), thường dùng vòng chấn có tiết diện chữ V, với vật liệu bằng da hoặc bằng cao su.

Trong trường hợp áp suất làm việc của dầu lớn thì bề dày cũng như số vòng chấn cần thiết càng lớn.