

Lời tựa

Giáo trình “Trang bị động lực” được biên soạn theo đề cương giảng dạy cho sinh viên ngành Cơ khí động lực, khoa Cơ khí Giao thông, trường đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng nhằm mục đích giúp sinh viên có tài liệu tham khảo trong học tập cũng như trong tính toán các hệ thống động lực.

Tài liệu biên soạn không thể tránh khỏi thiếu sót trên mọi phương diện, rất mong nhận được ý kiến đóng góp của các độc giả để tài liệu hoàn chỉnh hơn. Mọi ý kiến đóng góp xin vui lòng gửi về hộp thư tác giả: tranvluan@gmail.com.

Xin chân thành cảm ơn.

PHẦN: TRANG BỊ HỆ ĐỘNG LỰC ĐỘNG CƠ ĐÓT TRONG

MỞ ĐẦU

1. Giới thiệu chung trang bị động lực:

Trang bị động lực hay hệ động lực là tập hợp các thiết bị gồm: các động cơ chính, các cơ cấu và các thiết bị phụ để thực hiện biến đổi năng lượng hóa học của nhiên liệu thành nhiệt năng, cơ năng hay điện năng nhằm bảo đảm tất cả các nhu cầu cần thiết trong hệ động lực.

Thành phần của hệ động lực nói chung gồm có các động cơ chính, các động cơ phụ, cơ cấu truyền động, hệ trục và các hệ thống khác để phục vụ trực tiếp hay gián tiếp cho các thiết bị động lực trong hệ. Ngoài ra trong hệ động lực còn có các thiết bị để kiểm tra điều khiển trực tiếp hoặc từ xa chế độ làm việc từng thành phần trong hệ.

Động cơ chính là động cơ phục vụ cho nhu cầu chính, như đối với hệ động lực tàu thủy để quay chân vịt; đối với hệ tĩnh tại – để quay máy phát điện,... Ở các trang bị động lực cỡ nhỏ như trạm bơm, trạm cấp khí nén, trạm phát điện lưu động, tàu sông, tàu chạy ven biển,... số lượng động cơ chính thường là một. Ở các trang bị động lực cỡ lớn như hệ động lực tĩnh tại, tàu viễn dương, phụ thuộc vào nhu cầu về điện hay sức kéo mà số lượng động cơ chính có thể lớn hơn hai.

Trong hệ động lực, ngoài động cơ chính còn trang bị các động cơ nhỏ để quay máy phát điện, máy bơm, máy nén khí khởi động,... các động cơ này gọi là các động cơ phụ.

Cơ cấu truyền động là thiết bị trung gian giữa hai nguồn phát và thu năng lượng, làm nhiệm vụ thay đổi tầng số quay trên trục bị động. Cơ cấu này thường dùng kiểu truyền động cơ khí, truyền động bằng điện, bằng thủy lực hay truyền động cả cơ khí và thủy lực.

Nghiên cứu trang bị động lực là đi khảo sát đặc điểm kết cấu, tính năng của từng thiết bị động lực để lựa chọn, bố trí, lắp đặt chúng thành hệ động lực phục vụ cho mục đích nào đó. Trên thực tế có nhiều dạng trang bị hệ động lực khác nhau, tùy theo công dụng và yêu cầu cụ thể. Trong phạm vi giáo trình này chỉ đi khảo sát một số hệ động lực thường dùng.

2. Hướng phát triển trang bị động lực:

Khái niệm sử dụng động cơ nhiệt để sinh công cơ học đã có từ lâu, nhưng việc ứng dụng vào thực tế chỉ mới bắt đầu vào khoảng cuối thế kỷ thứ XIX. Năm 1883 kỹ sư người Thụy Điển Lavan và năm 1884 kỹ sư người anh Parsôn đã thiết kế tuabin hơi nước đầu tiên, năm 1897 kỹ sư người Đức Diesel đã phát minh động cơ đốt trong tự cháy do nén nhiên liệu.

Đầu thế kỷ XX động cơ tuabin hơi và động cơ Diesel được dùng rộng rãi trong các ngành kinh tế quốc dân, nhất là trang bị trên tàu thủy, tàu hỏa, nhà máy phát điện, trạm bơm,... Còn động cơ tuabin khí chỉ mới được phát triển và những năm 50 của thế kỷ trước.

Sau đại chiến thế giới lần thứ hai, bắt đầu phát triển năng lượng nguyên tử. Cùng với việc xây dựng các trạm phát điện nguyên tử, trên đại dương có các tàu được trang bị động lực nguyên tử. Thiết bị này được dùng đặc biệt có ưu thế trên các tàu chiến của các hạm đội và phần lớn trang bị trên tàu cánh ngầm.

Ngày nay, công suất của một cụm tuabin hơi đã đạt trên 100.000 mã lực, đối với cụm động Diesel đã đạt gần 100.000 mã lực. Việc sử dụng động cơ tuabin khí công suất lớn, cao tốc trên các tàu đệm khí cho phép đạt được tốc độ đến 100 km/h.

Trong giai đoạn hiện nay, xu hướng phát triển thiết bị động lực chủ yếu tập trung giải quyết các vấn đề sau:

Tăng công suất động cơ,

Tăng hiệu suất,

Dùng đa nhiên liệu phụ thuộc vào các chế độ làm việc khác nhau của động cơ.

Giảm trọng lượng và kích thước thiết bị,

Tăng độ tin cậy và tính độc lập trong sử dụng,

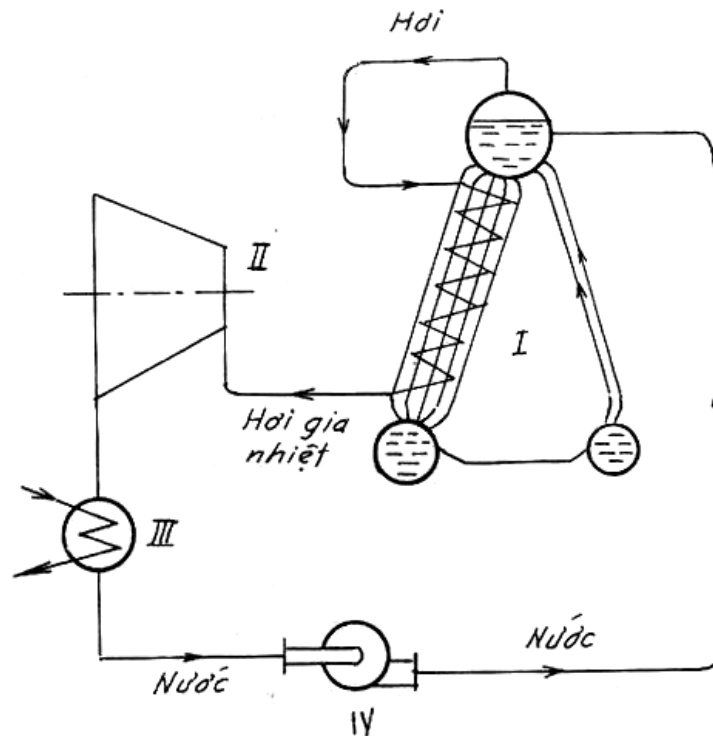
Tự động điều khiển, điều chỉnh.

3. Các loại hệ thống động lực thường dùng:

3.1. Hệ động lực tuabin hơi:

Thành phần chính của hệ động lực tuabin hơi gồm: I. Nồi hơi - ở đây năng lượng hóa học của nhiên liệu được biến hóa thành nhiệt năng của hơi nước; II. Tuabin - biến đổi nhiệt năng của hơi nước thành cơ năng; III. Bình ngưng - thực hiện

quá trình tỏa nhiệt ngưng tụ thành nước; IV. Bơm nước - duy trì sự tuần hoàn và cấp nước cho hệ thống.



Hình 1.1. Sơ đồ hệ động lực tuabin hơi

Ưu điểm:

Tạo được tổ hợp công suất lớn,
Làm việc với nhiên liệu rẻ tiền,
Tính cân bằng tương đối tốt,
Suất tiêu hao nhiên liệu thấp.

Nhược điểm:

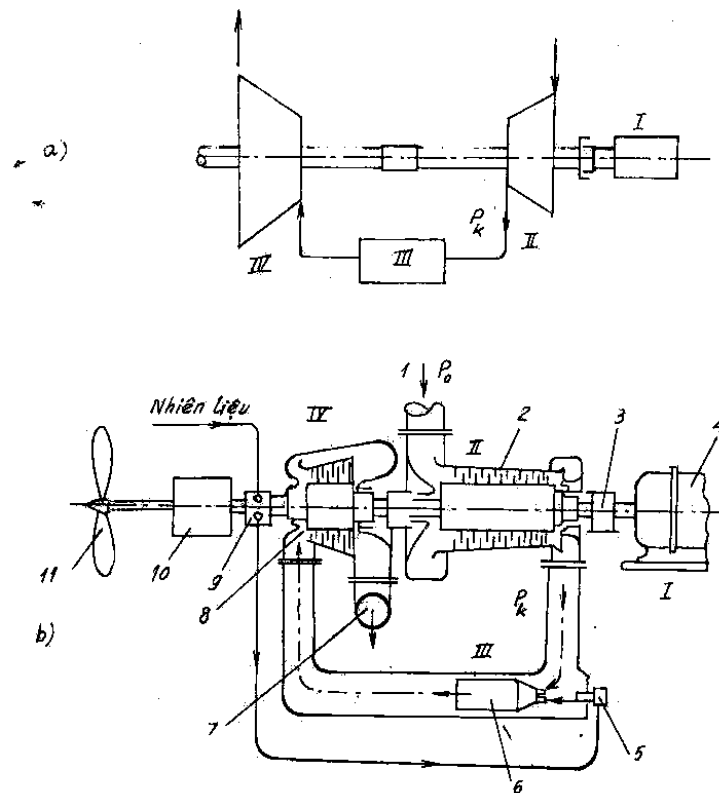
Tính cơ động kém,
Số vòng quay cao, nên khi lắp với máy công tác có yêu cầu tốc độ thấp thường phải truyền động qua hộp số,
Hiệu suất thấp,
Hệ thống công kênh, giá thành chế tạo đắt.

3.2. Hệ động lực tuabin khí:

Thành phần chính của hệ động lực tuabin khí: I. Động cơ điện; II. Máy nén;
III. Buồng cháy; IV. Tuabin khí

Ưu nhược điểm: Khác với hệ động lực tuabin hơi, hệ động lực tuabin khí không có nồi hơi, bình ngưng và một số thành phần khác làm phức tạp hệ thống, tăng trọng lượng kích thước chung hệ thống.

Hệ động lực tuabin khí, quá trình công tác xảy ra liên tục nên có thể thiết kế cụm động lực với số vòng quay cao, công suất lớn, kích thước và trọng lượng nhỏ.

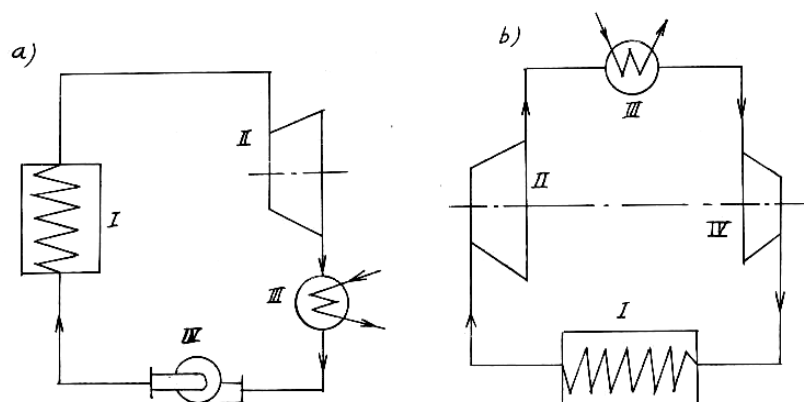


Hình 1.2. Sơ đồ hệ động lực tuabin khí

Hệ động lực tuabin khí thường được trang bị trên tàu đệm khí, hệ động lực máy bay, hệ động lực tĩnh tại.

Tuy nhiên, hệ thống động lực tuabin khí còn tồn tại nhược điểm lớn là hiệu suất thấp.

3.3. Hệ động lực nguyên tử:



Hình 1.3. Sơ đồ hệ động lực năng lượng nguyên tử.

Ngày nay, năng lượng nguyên tử được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực hàng hải, nhất là lĩnh vực quân sự.

Có sự tập trung năng lượng cao trong nhiên liệu hạt nhân, đối với hệ động lực này không cần thường xuyên tiếp nhận nhiên liệu dự trữ trong thời gian hệ thống làm việc.

Tuy nhiên, hệ động lực này có chi phí đầu tư ban đầu cao, cần dùng vật liệu đắt tiền và khan hiếm; yêu cầu khắt khe về chất lượng chế tạo, kiểm tra, lắp ráp thiết bị; đòi hỏi nhiều phương tiện bảo vệ hoàn hảo và phức tạp.

Chương 1 HỆ ĐỘNG LỰC TÀU THUYỀN

1.1 Tổng quát về hệ động lực tàu thủy:

1.1.1 Khái niệm, công dụng, thành phần:

1.1.1.1 Khái niệm, công dụng:

Hệ động lực là một tổ hợp các trang thiết bị (các động cơ, các máy móc, hệ trục, đường ống và hệ thống).

Hệ động lực tàu dùng để chuyển và biến các dạng năng lượng khác thành cơ năng, điện năng,... dùng cho việc đẩy tàu hoặc một số nhu cầu phụ khác.

1.1.1.2 Thành phần:

Gồm hệ động lực chính và hệ động lực phụ:

1. Hệ động lực chính: công dụng chủ yếu là quay chân vịt đẩy tàu chuyển động.

a. Động cơ chính: cung cấp năng lượng để đẩy tàu.

- Đặc điểm:

+ Thường là loại động cơ diesel, đối với tàu có công suất lớn thì động cơ chính là loại làm việc được với hai loại nhiên liệu (nhiên liệu nặng – F.O và nhiên liệu nhẹ - DO)

+ Thường là loại động cơ thấp tốc, $C_m < 6,6\text{m/s}$ hoặc trung tốc có $C_m \equiv (6,6 : 10)\text{m/s}$.

+ Động cơ tự đảo chiều quay hoặc không,

+ Thường là loại động cơ hai kỳ, tăng áp,

+ Động cơ có tính cơ động cao.

b. Hệ trục: (kết cấu hệ trục xét ở mục tiếp theo)

Chức năng chủ yếu là truyền cơ năng từ trục ra của máy chính đến chân vịt tàu, nhận lực đẩy từ chân vịt truyền lại thân tàu, đẩy tàu chuyển động.

2. Hệ động lực phụ: chủ yếu dùng để cung cấp năng lượng cho các nhu cầu khác ngoài việc đẩy tàu gồm: các động cơ quay máy phát điện, các máy bơm, các máy nén khí, các hệ thống và cơ cấu hỗ trợ khác.

1.1.2. Yêu cầu đối với hệ động lực:

Để đảm bảo độ an toàn, tin cậy của tàu khi làm việc trên sông, biển,... hệ động lực cần tuân thủ các yêu cầu về kinh tế kỹ thuật và vận hành cơ bản sau:

- Phải kinh tế, nghĩa là giá thành thiết kế mới và chi phí vận hành của phải tối ưu.
- Hệ động lực chính phải đảm bảo tốc độ tàu cho trước, có chất lượng cơ động tốt ở tất cả các chế độ chuyển động của tàu, có tuổi thọ cao,
- Cung cấp các dạng năng lượng khác nhau cho các hộ tiêu thụ với tính kinh tế cao,
- Các quá trình điều khiển và điều chỉnh phải được tự động hoá,

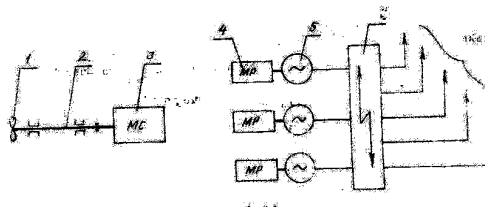
- Phải tin cậy nghĩa là có xác suất làm việc không hỏng hóc tối ưu, đòi hỏi thời gian khắc phục những trục trặc ít nhất và có khả năng làm việc trong trường hợp sự cố,
- Khi làm việc không gây tác động độc hại đến người vận hành, không gây ô nhiễm môi trường xung quanh,
- Có kích thước và khối lượng nhỏ gọn,

Tuy nhiên, trên đây là những yêu cầu cơ bản chung, trong thực tế tùy vào kiểu loại, công dụng có thể có những yêu cầu riêng hoặc không đáp ứng được những yêu cầu trên.

1.1.3. Các phương án trang bị hệ động lực trên tàu thủy diesel:

Tùy theo kiểu loại và công dụng tàu, dạng truyền động mà khi thiết kế còn chọn các dạng trang bị động lực khác nhau:

1.1.3.1 Năng lượng dùng cho việc đẩy tàu và năng lượng cho các thiết bị phụ tách rời nhau:



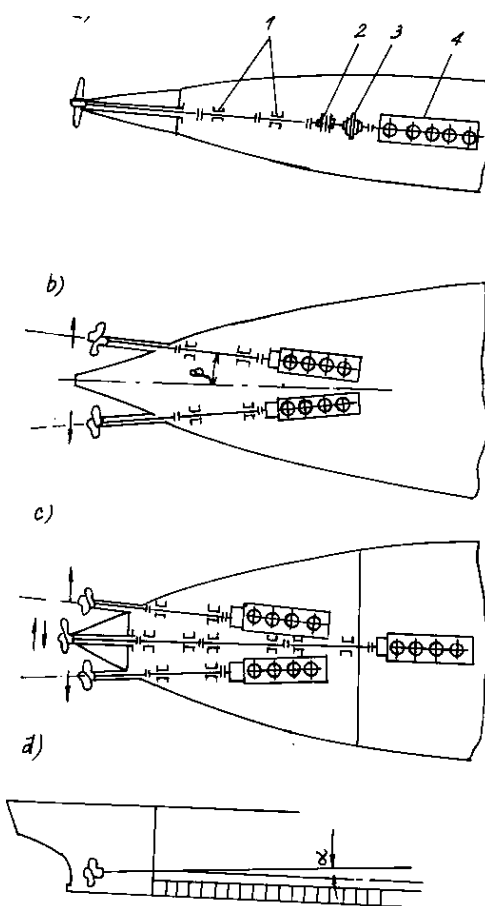
Hình 1.4. Năng lượng đẩy tàu và năng lượng phụ tách rời

1.Chân vịt; 2. Hệ trục; 3. Máy chính; 4. Máy phụ; 5. Máy phát

Phương án này áp dụng trên các tàu cỡ lớn

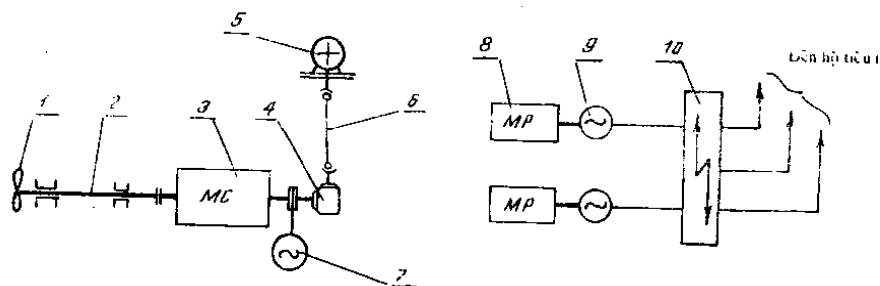
Có ưu điểm: sự làm việc độc lập cao, năng lượng chính và năng lượng phụ không phụ thuộc lẫn nhau,

Hệ động lực chính thường có các kiểu bố trí sau:



Hình 1.5. a. Hệ động lực với 1 động cơ truyền động thẳng; b. Hệ động lực với 2 động cơ truyền thẳng; c. Hệ động lực với 3 động cơ truyền thẳng; đ. Hệ động lực với hệ trục nghiêng;

1.1.3.2. Trích công suất máy chính để dẫn động thiết bị phụ:



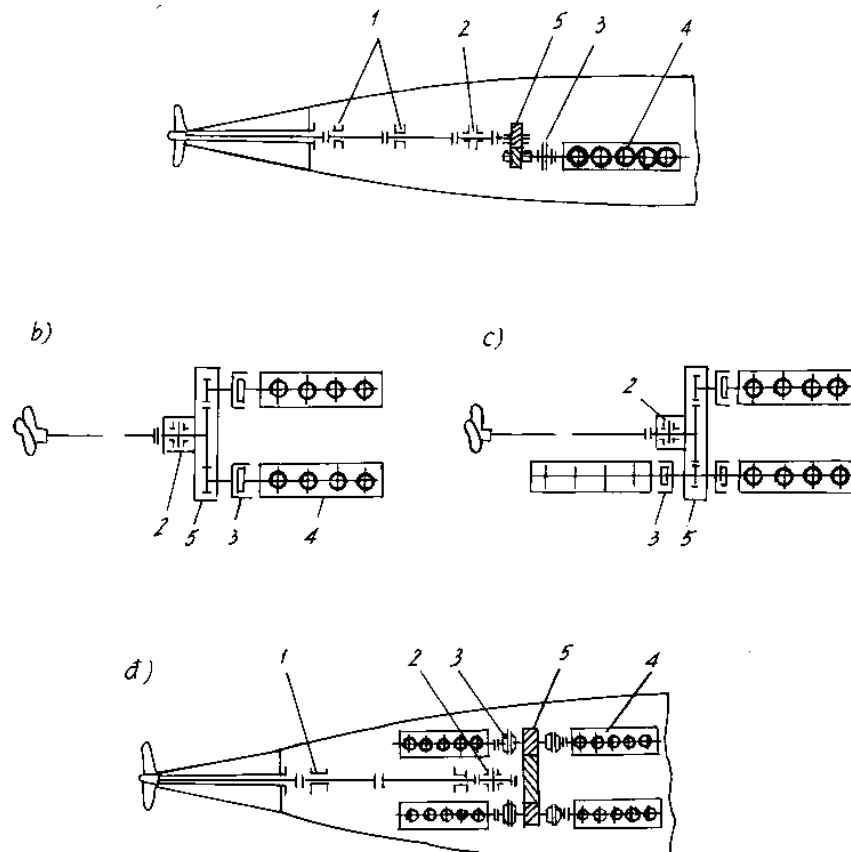
Hình 1.6. Hệ động lực có trích năng lượng từ máy chính

Ở phương án trang bị động lực này, hệ động lực chính thường truyền động qua hộp số.

Có ưu điểm là cho phép khai thác triệt để công suất máy chính nhưng cũng có một số trường hợp máy chính làm việc non tải như; đậu bến, ra vào cảng,...

Thường áp dụng trên các tàu có công suất vừa và nhỏ nhất là tàu đánh cá.

Trong phương án trang bị này, thường có các kiểu bố trí sau:

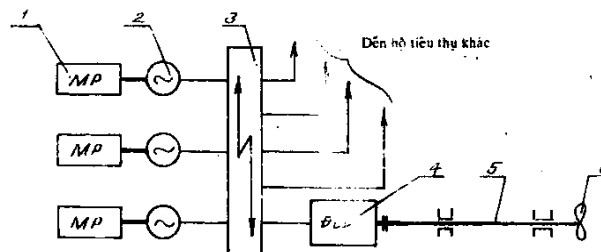


Hình 1.7. a. Hệ động lực có 1 máy chính; b. Hệ động lực có 2 máy chính; c.

Hệ động lực có 3 động cơ chính; d. Hệ động lực có 4 động cơ chính

1.1.3.3 Hệ thống năng lượng điện chung:

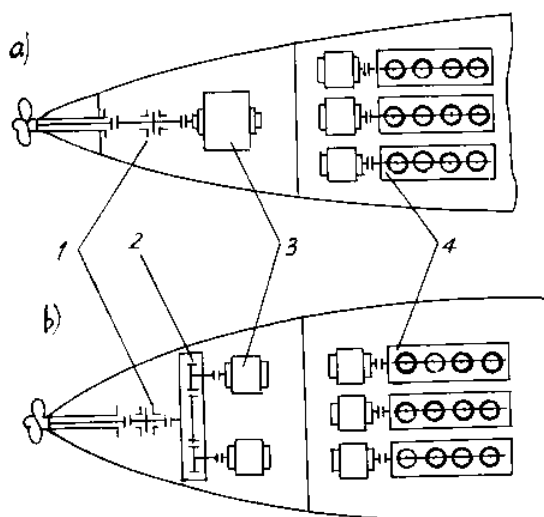
Phương án trang bị này thường áp dụng cho hệ động lực có bộ truyền động bằng điện. Ưu điểm của phương án này là cho phép giảm được chiều dài hệ trục.



Hình 1.8. Kiểu hệ động lực năng lượng điện chung

1. Máy phụ; 2. Máy phát điện; 3. Trạm phân phối điện; 4. Động cơ điện; 5. Hệ trục; 6. Chân vịt

Trong phương án trang bị này, hệ động lực thường có các kiểu bố trí sau:



Hình 1.9. Hệ động lực truyền động bằng điện

a. Truyền động đơn; b. Truyền động kép

1. Ổ chặn trục chân vịt; 2. Hộp giảm tốc; 3. Động cơ điện; 4. Máy phát

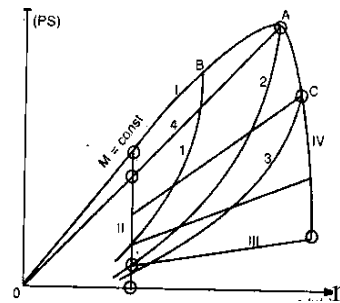
1.2. Sự phối hợp làm việc giữa động cơ chính và chân vịt

1.2.1. Đặc tính của động cơ chính và chân vịt:

Trong hệ động lực tàu, việc truyền mômen quay và công suất của máy chính cho chân vịt có thể thực hiện trực tiếp hoặc gián tiếp qua bộ truyền trung gian đến hệ trục rồi ra chân vịt.

Điều kiện làm việc đồng thời của động cơ, bộ truyền và chân vịt được xác định bởi đặc tính của các phần tử tổ hợp.

Để đi khảo sát sự làm việc của tổ hợp máy chính – chân vịt, chúng ta xuất phát từ đặc tính của máy chính và chân vịt.



Hình 1.10. Đặc tính máy chính - chân vịt

Ghép hai đồ thị: đồ thị công suất máy chính và nhóm đồ thị công suất do chân vịt tàu yêu cầu, chúng ta sẽ có bức tranh toàn cảnh về mối quan hệ giữa máy chính –chân vịt.

Trên đồ thị: đường I- đường đặc tính ngoài, hay là công suất được phép sử dụng của máy chính.

đường II- đường giới hạn dưới số vòng quay (mỗi động cơ chỉ có thể làm việc ổn định ở một số vòng quay giới hạn cao hơn số vòng quay tối thiểu).

đường III- là đường đặc tính giới hạn dưới của máy

đường IV- là đường hãm làm nhiệm vụ điều khiển không cho động cơ quá tải về số vòng quay.

Trong điều kiện tiêu chuẩn, tàu đạt vận tốc nhất định, các thông số thủy động lực học chân vịt ở giá trị tiêu chuẩn, lúc này điểm làm việc của tổ hợp máy chính - chân vịt là A.

Trong trường hợp chân vịt làm việc trong điều kiện thuận lợi hơn định mức: tàu chạy xuôi dòng, chở nhẹ,...Đường làm việc của chân vịt lúc này là đường 3, điểm làm việc của tổ hợp là C

Đường 1 là đường làm việc của chân vịt theo chế độ nặng tải, điểm làm việc giới hạn của trường hợp này là B- nằm trên đường công suất định mức nhưng n nhỏ hơn định mức.

1.2.2. Làm việc đồng thời của tổ hợp máy chính - chân vịt

1. Sự làm việc đồng thời giữa máy chính – chân vịt định bước khi truyền động cơ khí trực tiếp.

Khi truyền trực tiếp công suất từ máy chính đến chân vịt định bước, các chế độ làm việc của động cơ được xác định bởi đặc tính chân vịt.

2. Sự làm việc đồng thời giữa máy chính – chân vịt định bước khi truyền động cơ khí gián tiếp.

Khi sức cản vỏ tàu tăng lên, chẳng hạn như tàu đánh cá lưới kéo làm việc ở chế độ kéo lưới hoặc tàu chạy ngược gió, ngược nước, để động cơ không bị quá tải mômen thì động cơ phải làm việc theo đặc tính bộ phận theo điều kiện không quá tải mômen, do đó khả năng kéo của tàu giảm.

3. Sự làm việc đồng thời giữa máy chính - chân vịt biến bước.

Khác với chân vịt định bước, chân vịt biến bước có đặc tính chân vịt thay đổi trong phạm vi rộng tùy theo giá trị bước xoắn điều chỉnh.

Miền các chế độ làm việc có thể của tổ hợp máy chính – chân vịt biến bước được giới hạn bởi đặc tính chân vịt buộc tàu, khi bước chân vịt có giá trị cực đại, đặc tính ngoài cực đại của động cơ, đặc tính điều tốc ở số vòng quay cực đại, đặc tính chân vịt khi bước xoắn bằng không và đặc tính số vòng quay vận hành thấp nhất ổn định.

1.3 Cơ sở xác định công suất và chọn máy chính tàu thủy.

1.3.1. Xác định công suất:

Công suất máy chính được xác định phụ thuộc vào tốc độ tàu, sức cản thân tàu, kiểu truyền động và chân vịt.

1. Sức cản của nước (R_N): xét về nguyên nhân của hiện tượng dòng chảy xung quanh vỏ tàu thì sức cản của nước có thể gồm các thành phần sau đây: $R_N = R_S + R_P + R_f + R_D$

Ở đây: R_N : sức cản nước

R_S : sức cản của sóng (phụ thuộc vào cấp gió, độ sâu,...)

R_P : sức cản hình dáng, phụ thuộc vào hình dáng, độ phình

R_f : sức cản masat (phụ thuộc vào độ nhẵn bề mặt vỏ tàu,...)

R_D : sức cản dư, phụ thuộc vào cấu trúc phụ ngoài.

- Có thể viết công suất tính sức cản dưới dạng hệ số cản như sau:

$$R_N = \xi_s \frac{\rho v^2}{2} \Omega + \xi_p \frac{\rho v^2}{2} \Omega + \xi_f \frac{\rho v^2}{2} \Omega + \xi_d \frac{\rho v^2}{2} \Omega$$

Ở đây: $\xi_s, \xi_p, \xi_f, \xi_d$ là các hệ số cản sóng, hình dáng, masat và hệ số cản dư,

ρ khối lượng riêng của nước kgs^2/m^4

v vận tốc của tàu m/s

Ω : diện tích mặt ướt m^2

2. Sức cản không khí: (R_k)

Ngoài sức cản của nước, khi chuyển động vỏ tàu còn chịu sức cản của không khí.

$$R_k = C \frac{\rho_k (v^2 \pm v_k^2)}{2} F \quad \text{KG}$$

Ở đây: R_k : sức cản không khí

C : hệ số phụ thuộc vào hình dáng phần vỏ trên mặt nước

ρ_k : khối lượng riêng không khí ($0,122 \text{ kgs}^2/\text{m}^4$)

F : hình chiếu của phần vỏ trên lên mặt phẳng vuông góc với hướng chuyển động của tàu (m^2)

v_k : hình chiếu của véc tơ tốc độ gió lên trên mặt phẳng kính của tàu (dấu +: trường hợp ngược gió; dấu -: chạy xuôi gió).

3. Công suất máy chính:

Sức cản toàn phần: $R = R_N + R_k$

- Công suất kéo là công suất cần thiết để thắng sức cản vỏ tàu R ở một vận tốc nào đó.

$$N_R = Rv/75 \quad (\text{ml})$$

Ở đây: R tính bằng KG

v tính bằng m/s

N_R tính bằng mã lực

- Công suất cần truyền đến cho chân vịt N_p sẽ lớn hơn công suất kéo

$$N_p = \frac{N_R}{\eta_p}$$

- Công suất cần thiết của động cơ N_e : sẽ lớn hơn công suất truyền đến chân vịt do có tổn thất và kể đến % công suất dự trữ K_{dt}

$$N_e = \frac{N_R}{\eta_p \eta_t \eta_g \eta_k} K_{dt}$$

Ở đây: η_p , η_t , η_g , η_k : hiệu suất chân vịt; hiệu suất hệ trục; hiệu suất giảm tốc; hiệu suất khớp nối.

1.3.2. Chọn động cơ chính

a. Chỉ tiêu công suất (đảm bảo tốc độ tàu cho trước)

dựa vào công suất có ích N_e tính ở trên để làm chỉ tiêu chọn công suất.

b. Chỉ tiêu tính cơ động:

Đánh giá tính cơ động của động cơ là dựa vào thời gian để thay đổi chế độ làm việc. Tính cơ động phụ thuộc vào kiểu loại động cơ chính, kiểu loại truyền động và chân vịt, phụ thuộc vào kiểu loại tàu và lượng chiếm nước.

Các chỉ tiêu tính cơ động động cơ gồm:

Thời gian chuẩn bị đưa vào khởi động, độ lâu khởi động và đạt đến công suất định mức, khả năng làm việc quá tải của động cơ.

Số vòng quay thấp nhất ổn định của trục động cơ, vùng số vòng quay làm việc và vùng cấm số vòng quay.

Thời gian dừng và đảo chiều, số lần khởi động và đảo chiều của động cơ trong 1 giờ.

Công suất sản sinh ra khi động cơ làm việc ở hành trình lùi.

Thời gian chuyển từ chế độ này sang chế độ khác.

c. Chỉ tiêu về khối lượng và kích thước

Chỉ tiêu này rất có ý nghĩa vì ảnh hưởng đến lượng chiếm nước, các kích thước chính của tàu,...

d. Chỉ tiêu độ tin cậy:

Phải làm việc an toàn, tin cậy trong các điều kiện tàu nghiêng ngang, nghiêng dọc, rung động, lắc,...

e. Chỉ tiêu về mức phát ô nhiễm môi trường

Đảm bảo điều kiện khí hậu trong buồng máy: độ tinh khiết của không khí trong buồng máy, tiếng ồn và rung động,...

f. Chỉ tiêu về hiệu suất và suất tiêu hao nhiên liệu: đánh giá hiệu quả sử dụng nhiệt.

g. Kiểu loại động cơ:

Động cơ hai kỳ, hoặc 4 kỳ,

Loại động cơ tăng áp hoặc không,

Số xilanh

1.4. Hệ trục tàu

1.4.1. Công dụng, điều kiện làm việc, yêu cầu của hệ trục.

1. Công dụng và điều kiện làm việc:

Hệ trục dùng để truyền công suất và mômen xoắn từ động cơ chính đến chân vịt và nhận lực đẩy của chân vịt, truyền qua gối đỡ chặn đến kết cấu thân tàu.

Hệ trục tàu chịu tác dụng mômen xoắn từ máy chính.

Chịu lực đẩy của chân vịt, chịu mômen cản của chân vịt khi tàu làm việc trong điều kiện sóng gió.

Ngoài ra hệ trục còn chịu tác dụng của trọng lượng bản thân và các phụ tải xuất hiện do lắp ráp, do biến dạng dư của vỏ tàu, do lực quán tính ngang xuất hiện khi tàu lắc.

Làm việc trong môi trường tác dụng ăn mòn của nước biển.

2. Yêu cầu của hệ trục tàu.

Do điều kiện làm việc khắc nghiệt của hệ trục, nên hệ trục tàu có những yêu cầu sau:

- Bền và tin cậy trong môi trường dưới nước.
- Được thiết kế đảm bảo dao động xoắn, dao động ngang và dao động dọc.
- Đường tâm thẳng được duy trì suốt tuổi thọ của tàu, chịu tác động như hạ thủy, lên triển đà ụ, xếp dỡ hàng, biến động, mòn gối trục, dao động của tàu và trang thiết bị.

1.4.2. Phân loại hệ trục:

1.Theo số lượng: tàu có một hệ trục, tàu có hai hệ trục, ba hệ trục,...

Thông thường các loại tàu vận tải đơn thuần thì dùng một hệ trục, các tàu chuyên dùng như tàu kéo, tàu công trình, tàu chiến,... thì số lượng hệ trục có thể lớn hơn hai.

2. Theo cấu tạo chân vịt: hệ trục chân vịt có bước cánh cố định và loại hệ trục có bước cánh thay đổi (chân vịt biến bước).

Chân vịt biến bước là chân vịt có cánh xoay quanh tâm để tạo bước cánh thay đổi do cơ cấu thay đổi bước cánh điều khiển.

3. Theo phương pháp làm mát - bôi trơn trục chân vịt

Làm mát bằng nước hoặc bằng dầu nhớt

Trục chân vịt làm mát và bôi trơn bằng nước thì bạc đỡ trục chân vịt được chế tạo bằng vật liệu phi kim loại: gỗ gai ắc, cao su,... Đối với trục làm mát và bôi trơn bằng dầu nhớt thì bạc đỡ tráng babít và có thêm kết cấu đặc biệt làm kín ổ đỡ ống bao.

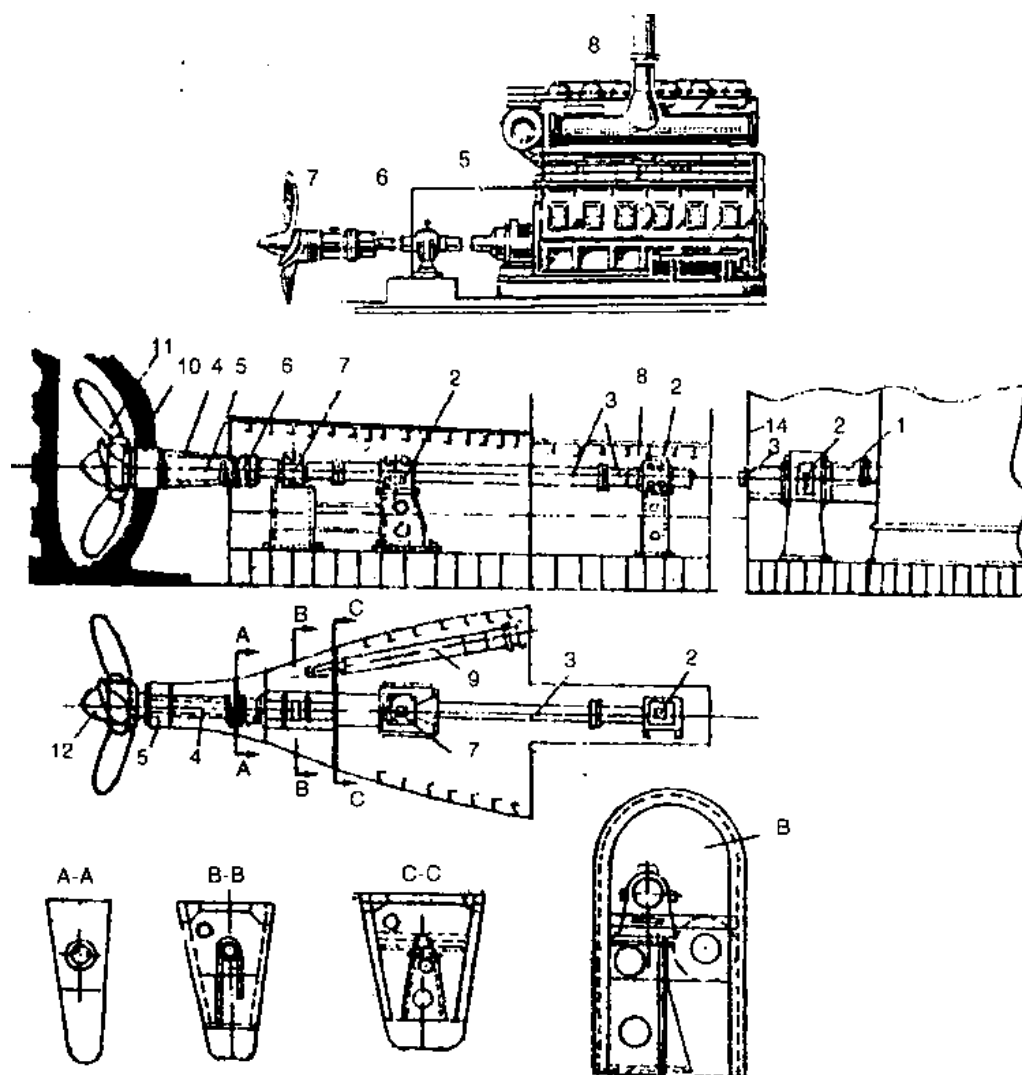
4. Theo chiều dài hệ trục:

Tàu có hệ trục ngắn $l < 22d$, tàu có hệ trục dài $l > 30d$. Chiều dài hệ trục phụ thuộc vào đặc điểm truyền động và vị trí bố trí buồng máy.

5. Theo chiều quay: chân vịt quay phải hoặc quay trái nếu nhìn từ đuôi về mũi.

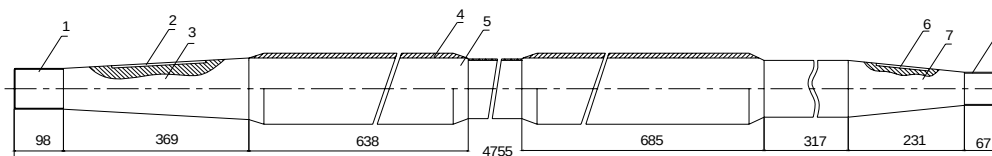
1.4.3. Đặc điểm kết cấu hệ trục:

Kết cấu chung hệ trục:



Hình 1.4.1 Kết cấu chung hệ trực

1 Trực chân vịt: là đoạn trực cuối cùng mang chân vịt, đây là đoạn trực làm việc nặng nề nhất .



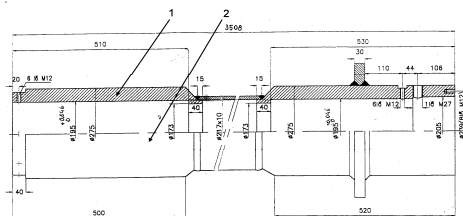
Hình 1.4.2 Kết cấu trục chân vịt

1.Đầu ren lắp đai ốc chân vịt, 2. Then chân vịt, 3.Phần côn trực lắp chân vịt, 4. Áo bao trực, 5. Trực chân vịt, 6.Then khớp nối, 7 Phần trực côn lắp khớp nối, 8. Đầu ren lắp đai ốc khớp nối.

2. Ống bao trực và bạc lót trục chân vịt.

a) Ống bao trục.

Trục chân vịt được gá trên hai gối đỡ và nằm trong ống bao trục. Ống bao trục có nhiệm vụ bảo vệ trục và gối đỡ, giúp giữ ổn định trục chân vịt, tăng độ cứng vững nhờ liên kết chắc chắn với vỏ tàu.



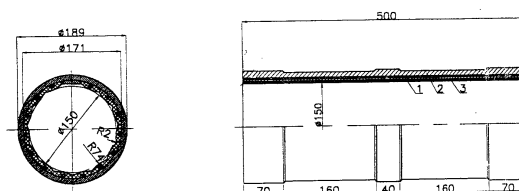
Hình 1.4.3 Ống bao trục chân vịt

1. Ống bao trục chân vịt, 2. Trục chân vịt.

b) Bạc lót trục chân vịt.

Bạc lót trục chân vịt được bố trí bên trong ống bao trục và là loại bạc trượt.

Các bạc lót làm việc trong điều kiện khắc nghiệt, việc theo dõi gặp nhiều khó khăn, ở bạc lót phía lái dễ bị bắn do rác rưởi và thường chịu những phụ tải bổ sung do chân vịt gây ra. Vật liệu chế tạo bạc lót gối đỡ trục chân vịt phụ thuộc vào môi chất làm mát và bôi trơn



Hình 1.4.4 Kết cấu bạc lót

1. Cốt thép, 2 Hộp kim đồng, 3 Cao su.

3. Trục trung gian:

Là trục hoặc các đoạn trục nối từ trục đẩy đến trục chân vịt. Nhiệm vụ chính là truyền mô men xoắn đến chân vịt. Nói chung trục trung gian chịu tải do momen xoắn, trọng lượng bản thân, lực đẩy và tải bổ sung do biến dạng cục bộ. Điều kiện làm việc của trục trung gian nhẹ nhất so với các đoạn trục khác.

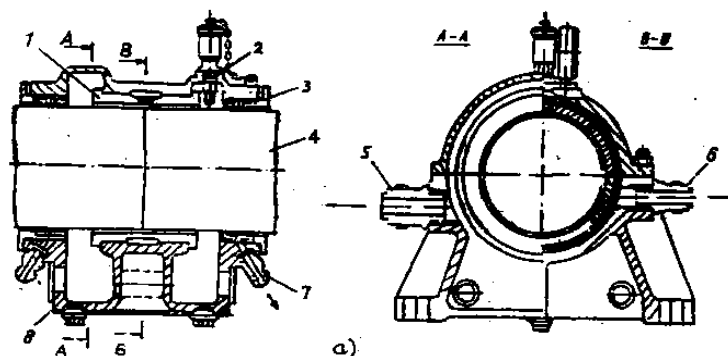
4. Trục đẩy:

là trục có nhiệm vụ chặn lực đẩy chân vịt thông qua vành chặn lực đẩy kết cấu liền với trục.

Một đầu nối với trục trung gian còn đầu kia nối với bích bộ truyền động hoặc đầu trục máy chính.

Trục đẩy được lắp trực tiếp vào ổ đỡ chặn, có các bạc đỡ để chặn lực đẩy.

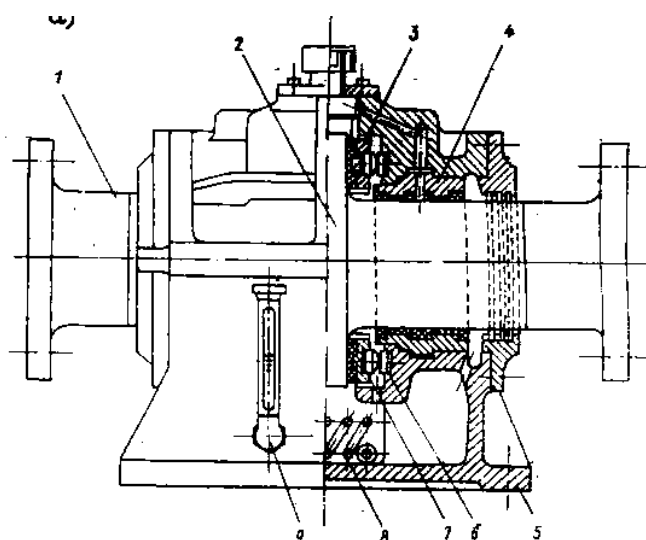
5.Ổ đỡ trung gian: là các ổ đỡ của các trục trung gian, có thể là ổ trượt hoặc ổ lăn(cho các tàu nhỏ)



Hình 1.4.5 Kết cấu gối đỡ trượt bôi trơn bằng dầu cưỡng bức

1. Bạc lót; 2. Dụng cụ đo độ lún của trục; 3. Bích nén cụm kín; 4. Trục trung gian; 5. Ống dẫn dầu ra; 6. Ống dẫn dầu vào; 7. Ống xả dầu; 8. Thân gối đỡ

6. Ổ đỡ chặn chính: làm nhiệm vụ chính là chuyển lực đẩy chân vịt thông qua vành trục đẩy đến vỏ tàu, để bảo vệ máy chính.

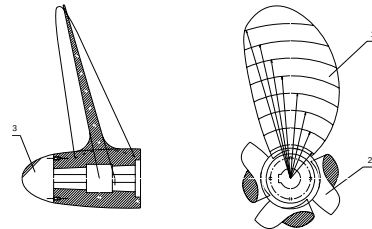


Hình 1.4.6 Kết cấu gối đỡ chặn

1. Trục chặn(trục đẩy); 2. Vai chặn; 3. Bạc chặn; 4. Bạc lót; 5. Thân gối đỡ; 6. Chốt chặn trên vỏ; 7. Chốt chặn trên bạc chặn; 8. Ống nước làm mát; 9. Ống chỉ mức dầu.

7. Phanh hệ trục: làm nhiệm vụ phanh, hãm hệ trục khi xảy ra sự cố hoặc cần giảm quán tính quay của hệ trục. Trường hợp tàu có nhiều hệ trục, phanh còn có nhiệm vụ hãm trục không làm việc, để không bị xoay trong khi trục khác làm việc

8. Chân vịt



Hình 1.4.7. Kết cấu chân vịt 1. Cánh chân vịt, 2. Củ chân vịt, 3. Củ chân vịt

Chân vịt là một thiết bị đẩy tàu, nó nhận mômen từ động cơ qua trục chân vịt đồng thời tạo ra lực đẩy truyền lại cho trục và vỏ tàu để đẩy tàu. Chân vịt làm việc trong môi trường nước biển và nằm độc lập bên ngoài thân tàu nên luôn chịu sự tác động của môi trường biển.

1.5. Các phương pháp định tâm máy chính - hệ trục tàu.

Để lắp ráp hệ trục - máy chính xuống tàu phải thực hiện các công việc sau: Công tác chuẩn bị, căng tim hệ trục, lắp ráp hệ trục, định tâm hệ trục, lắp ráp máy chính, định tâm máy chính.

1.5.1. Các phương pháp căng tim hệ trục:

1.5.1.1 Công tác chuẩn bị

Chất lượng căng tim, lắp ráp và định tâm hệ trục - máy chính có ảnh hưởng rất lớn đến tính năng của tàu. Để đảm bảo yêu cầu trên trước khi căng tim con tàu phải ở mức độ thi công sau:

- Mọi công việc hàn vỏ và boong cơ bản đã xong.
- Các khoang đuôi, khoang bên cạnh và các kết nước trong vùng hệ trục và buồng máy đã được thử kín nước.
- Vỏ tàu phải ở vị trí cân bằng. Cho phép nghiêng dọc so với đường cơ bản $\pm 3\text{mm}$, và nghiêng ngang $\pm 2\text{mm}$.
- Tất cả các thanh chằng, dàn dáo, đồ gá tại đuôi tàu phải được tháo bỏ.

Ngoài ra toàn bộ thiết bị dụng cụ để căng tim phải chuẩn bị đầy đủ. Các dấu chuẩn đã được xác định xong.

1.5.1.2 Các phương pháp căng tim.

Sau khi chuẩn bị đầy đủ các điều kiện trên mới tiến hành căng tim để xác định đường tâm lý thuyết. Trên cơ sở đường tâm lý thuyết được xác định mới tiến hành vạch dấu, doa các lỗ ống bao, vách ngang, đồng thời xác định chiều cao bộ đỡ máy một cách chính xác.

Có 3 phương pháp căng tim: Căng tim bằng ánh sáng, bằng quang học và phương pháp căng dây. Sau đây ta lần lượt tìm hiểu các phương pháp đó.

1. Phương pháp căng tim bằng ánh sáng.

a) Điểm chuẩn.

Trong phương pháp này hay các phương pháp căng tim khác đều phải có hai điểm chuẩn được xác định theo toạ độ đường tâm lý thuyết cho trong bản vẽ thiết kế, một điểm ở phía đuôi tàu và một điểm ở vách phía mũi buồng máy tàu, các điểm chuẩn A và B trên hình 1.5.2.

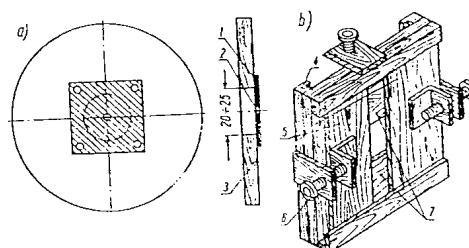
Điểm chuẩn A phía đuôi tàu, thường là điểm ở mặt đuôi của ống bao, sóng đuôi. Còn điểm chuẩn B phía mũi tàu thường là điểm nằm trên vách phía mũi của buồng máy. Hai điểm chuẩn này phải được xác định trước khi tiến hành căng tim.

b) Dích ngắm.

Có nhiều loại dích ngắm khác nhau. Trong phần này xin giới thiệu hai loại dích ngắm.

- Dích ngắm cố định.

Chỉ là một tấm kim loại dày 2÷3mm có khoang lỗ $d = 0,75\text{mm}$ hình 1.5.1a). Tấm kim loại được xô dịch bằng tay cho đến khi người quan sát từ điểm chuẩn A ở phía đuôi tàu nhìn rõ ánh sáng phát ra từ điểm chuẩn B. Sau đó cố định tấm kim loại vào tấm gỗ ở vách ngang để vạch dấu gia công lỗ trục.



Hình 1.5.1 Đích ngắm dùng để căng tim bằng ánh sáng.

a) Đích ngắm cố định: 1. Tấm kim loại, 2. Lỗ $d = 0,75\text{mm}$, 3. Tấm gỗ.

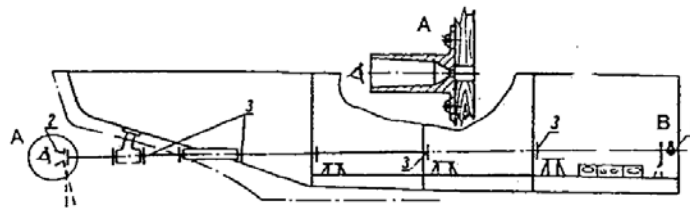
b) Đích ngắm điều chỉnh: 5 Tấm gỗ đứng, 6. Vít điều chỉnh, 7. Tấm gỗ ngang.

- Đích ngắm điều chỉnh.

Đích ngắm điều chỉnh (hình 1.5.1b) bao gồm hai tấm gỗ 5 và hai tấm nằm ngang 7 dịch chuyển ngang và lên xuống trong ngàm 4 nhờ các bulông 6. Khi căng tim loại đích ngắm này được gắn ngay vào vị trí chuẩn ở A , B và các vách ngang. Sau đó điều chỉnh các tấm gỗ để có lỗ nhỏ với tiết diện $S = 0,6\text{mm}^2$, cho người quan sát từ điểm A phía lái nhìn rõ ánh sáng phát ra từ điểm B trong buồng máy.

c) Quy trình căng tim bằng ánh sáng.

Việc căng tim được tiến hành sau khi công tác chuẩn bị đã được hoàn tất. Tất cả các vị trí trục sẽ đi qua đã được tiến hành khoét lỗ tạm thời và bịt bằng gỗ chỉ để chừa lỗ có đường kính 20mm .



Hình 1.5.2 Căng tim hệ trục bằng ánh sáng.

1. Bóng đèn, 2. Ống nhòm kèm đích ngắm tại A, 3. Đích ngắm tại các điểm trung gian.

Các bước tiến hành công việc căng tim (hình 1.5.2) như sau:

- Căn cứ vào toạ độ cho trên bản vẽ thiết kế tuyến hình, đo chính xác vị trí chuẩn A và B. Sau đó dùng dây căng từ A đến B để xác định sơ bộ các điểm tâm trục trung gian ở các vách ngang.

- Tại điểm A phía lái điều chỉnh lỗ đích ngắm đúng vào vị trí điểm chuẩn A và gắn ống nhòm 2 vào để quan sát. Tại điểm B trong buồng máy, cũng điều chỉnh sao cho lỗ đích ngắm đúng vị trí điểm B theo toạ độ bản vẽ. Tại các vị trí trung gian giữa A và B , căn cứ vào vị trí điểm tâm sơ bộ gắn các đích ngắm trung gian 3.

- Giữa hai điểm A và B chỉ có một đường thẳng tia sáng đi qua .Đường thẳng nối hai điểm A và B chính là tâm hệ trục.

- Trước đích ngắm B dùng bóng đèn 500W hướng cho tia sáng rơi vào đích ngắm chuẩn tại B và tại A phía buồng lái luôn quan sát. Lần lượt điều chỉnh các đích ngắm 3 ở các vị trí trung gian để tia sáng đi qua tất cả các lỗ của đích ngắm và người quan sát tại điểm A thấy rõ ánh sáng từ điểm B. Như vậy có nghĩa tia sáng đã nối hai điểm A và B thành một đường thẳng. Các lỗ đích ngắm 3 lúc này chính là tâm của trục vì nằm trên đường tia sáng, tức là đường tâm hệ trục.

- Lấy các lỗ đích ngắm trung gian 3 làm tâm, dùng compa vạch một vòng tròn có bán kính đúng bằng đường kính trục và một vòng tròn có đường kính lớn hơn, đồng thời vạch dấu tâm chữ thập hai vòng tròn. Vòng tròn thứ nhất sẽ được gia công lắp ráp trục. Vòng tròn thứ hai dùng để kiểm tra. Vạch các dấu trên xong thì công việc căng tim hoàn tất.

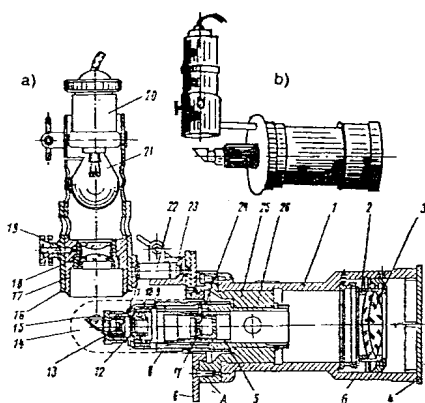
2. Phương pháp căng tim bằng quang học.

Căng tim bằng quang học dựa trên nguyên lý: Dùng ống ngắm có hệ thấu kính phóng đại để có thể quan sát đích ngắm từ xa và điều chỉnh cho tâm ngắm trùng với tâm ống ngắm dưới dạng vòng có dấu chữ thập. Căng tim bằng quang học là phương pháp hiện đại dùng khi đóng tàu theo phương pháp tổng đoạn.

1. Dụng cụ căng tim.

Dụng cụ căng tim bao gồm: ống ngắm và đích ngắm.

a) Ống ngắm.

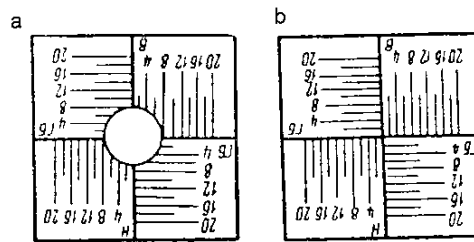


Hình 1.5.3 Thiết bị ống ngắm.

a) Cấu trúc thiết bị: 1. Vỏ ống ngắm, 2. Vòng gá, 3. Thấu kính, 4. Nắp, 5. Ống điều chỉnh, 6. Bích, 7. Thấu kính hội tụ, 8, 9, 10. Ống, 11. Ống nhòm, 12. Vòng chữ thập, 13. Kính phóng đại, 14 Chụp đầy, 15. Gương phản chiếu 45^0 , 16. Vỏ hộp đèn, 17. Vỏ thấu kính, 18. Ống gá thấu kính, 19. Đai ốc, 20. Hộp đuôi đèn, 21. Bóng đèn, 22. Chốt gá, 23. Giá đỡ, 24. Vòng, 25. Ống đỡ, 26. Ống nối.

b) Đích ngắm.

Đích ngắm là tấm kim loại sơn màu trắng hoặc loại thuỷ tinh mờ. Đích ngắm có hai loại đó là đích ngắm gần và đích ngắm xa (hình 1.5.4). Đích ngắm gần được đặt gần ống ngắm, ở giữa có lỗ $d = 20\text{mm}$ để có thể ánh sáng đi qua dễ dàng. Đích ngắm xa không có lỗ và đặt xa ống ngắm. Cả hai loại đều có đường tâm thẳng góc và có thang chia mm. Các chữ và số trên đích ngắm đều được viết ngược để khi hội tụ hình ảnh trong ống ngắm, ta thấy chúng thuận chiều dễ đọc. Ký tự chữ trên đích ngắm: P - mạn phải, T- mạn trái, N - phía trên, D - phía dưới.



Hình 1.5.4 Đích ngắm quang học

a) Đích ngắm gần, b) Đích ngắm xa.

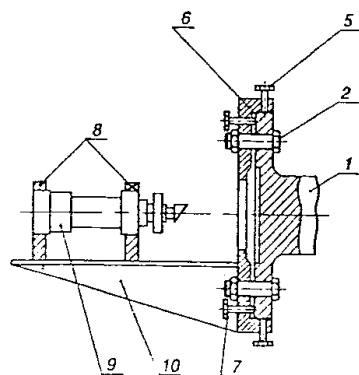
2. Quy trình căng tim.

a) Định tâm máy chính.

Máy chính được lắp ráp theo tổng đoạn đóng buồng máy. Trên vách phía mũi và phía lái của buồng máy được đánh dấu rõ ràng hai điểm chuẩn trên đường tâm lý thuyết. Và đây là quá trình đưa đường tâm trục cơ máy chính trùng hai điểm chuẩn đã vạch dấu trên vách phía mũi và lái của buồng máy. Quá trình này được tiến hành bằng cách : Định tâm bằng hai ống ngắm không sử dụng đích gần và xa hoặc định tâm bằng một ống ngắm.

b) Định tâm ống ngắm trên bích máy chính.

Đây là quá trình đưa tâm vòng chữ thập trong ống ngắm trùng với tâm quay của trục cơ bằng bộ gá chuyên dùng (hình 1.5.5).

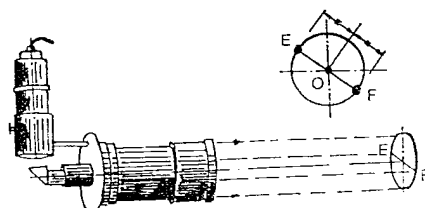


Hình 1.5.5 Định tâm và kẹp chặt ống ngắm trên bích máy chính.

1. Trục cơ, 2. Bulông kẹp bộ gá, 3. Vòng đệm, 4. Bích máy, 5. Vít điều chỉnh độ lệch tâm, 6. Đĩa bộ gá, 7. Vít điều chỉnh độ gãy khúc, 8. Ổ đỡ, 9. Ống ngắm, 10. Giá đỡ.

Ống ngắm 9 được đặt trên hai gối đỡ 8. Hai gối đỡ lại được kẹp chặt trên giá 10 gắn liền với đĩa 6. Nhờ các bulông điều chỉnh 5 và 7, đĩa 6 cùng với ống ngắm có thể dịch chuyển lên xuống, sang trái, phải hoặc nghiêng một góc nhỏ nào đó để tâm ống ngắm trùng với tâm bích trục cơ. Để hai tâm này trùng nhau ta tiến hành như sau.

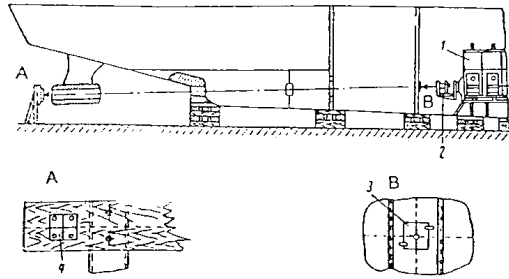
Dùng nguồn sáng (của thiết bị ống ngắm) chiếu hình ảnh vòng chữ thập của ống ngắm lên màn ảnh màu sáng gắn tại vách phía lái của buồng máy, đánh dấu tâm vòng chữ thập tại điểm E (hình 1.5.6). Sau đó quay bích trục cơ 180° ta lại nhận được tâm vòng chữ thập của ống ngắm tại điểm F. Nối E và F và chia đều hai đoạn ta sẽ nhận được điểm O nằm giữa E và F. Dùng bulông 5 và 7 điều chỉnh đĩa 6 sao cho tâm vòng chữ thập của ống ngắm trùng với điểm O và sau đó kẹp chặt đĩa 6 với bích trục cơ máy chính bằng bulông 2. Tiếp theo kiểm tra lần cuối bằng cách quay trục cơ cùng ống ngắm. Ở bất cứ vị trí nào khi quay thì tâm của vòng chữ thập của ống ngắm phải trùng với điểm O và định tâm ống ngắm trên bích máy chính kết thúc.



Hình 1.5.6 Định tâm ống ngắm bằng cách chiếu vòng tâm chữ thập trên màn ảnh vách buồng máy.

c) Cách tiến hành căng tim hệ trục bằng quang học.

Sau khi tiến hành định tâm máy chính và định tâm ống ngắm trên bích máy chính ta có tâm ống ngắm tức tâm trục cơ làm chuẩn để tiến hành căng tim toàn bộ hệ trục (hình 1.5.7).



Hình 1.5.7 Căng tim hệ trục bằng quang học

1. Máy chính, 2 Ống ngắm, 3. Đích ngắm gần tại B, 4. Đích ngắm xa tại A.

Tại vị trí A ở phía đuôi tàu đặt đích ngắm xa (căn cứ vào toạ độ điềm chuẩn theo thiết kế) và tại vách buồng máy đặt đích ngắm gần. Cả hai đích ngắm đều có bóng đèn 40W chiếu sáng để quan sát từ ống ngắm. Lần lượt điều chỉnh đích ngắm gần sau đó điều chỉnh đích ngắm xa sao cho tâm của hai đích ngắm trùng với vòng chữ thập của ống ngắm.

Việc căng tim được coi là đạt yêu cầu nếu độ sai lệch đạt:

$$\frac{\delta_x - \delta_g}{L} \leq 0,15 \text{ mm/m} \quad \text{và} \quad \delta_g < 1 \text{ mm}.$$

Trong đó:

δ_x - Lệch tâm của đích ngắm xa so với vòng tâm chữ thập của ống ngắm.

δ_g - Lệch tâm của đích ngắm gần so với tâm vòng chữ thập của ống ngắm.

L - Khoảng cách giữa hai đích ngắm gần và xa.

Sau đó, tiếp tục đưa các đích ngắm vào các vị trí trung gian như: các vách ngang, bệ ổ đỡ, sống đuôi tàu... và điều chỉnh chúng sao cho tâm của đích ngắm xa tận đuôi tàu luôn luôn hiện rõ trên vòng chữ thập trong ống ngắm, không một

đích ngắm trung gian nào che khuất tia sáng từ đích ngắm xa đến ống ngắm. Đích ngắm trung gian là loại đích ngắm điều chỉnh (hình 1.5.1b) có $d = 0,5\text{mm}$.

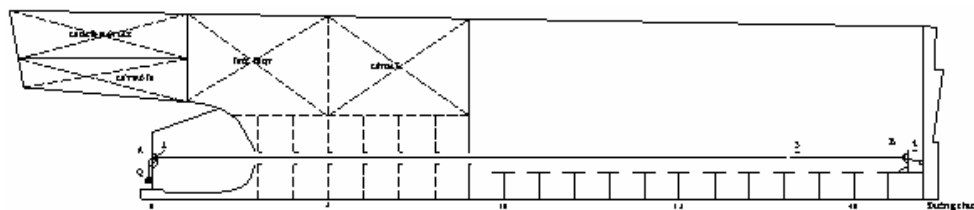
Lấy các lỗ đích ngắm trung gian làm tâm, dùng compa vạch một vòng tròn có bán kính đúng bằng đường kính trục và một vòng tròn có đường kính lớn hơn , đồng thời vạch dấu tâm chữ thập hai vòng tròn. Vòng tròn thứ nhất sẽ được gia công lắp ráp trục. Vòng tròn thứ hai dùng để kiểm tra. Vạch các dấu trên xong thì công việc căng tim hoàn tất.

3. Phương pháp căng tim hệ trục bằng dây.

Công việc căng tim được tiến hành như sau.

- Tại điểm A phía đuôi tàu trên hình 1.5.8, lắp một đĩa kim loại giữa có khoang lỗ với đường kính $0,75\text{mm}$. Tâm lỗ này trùng với điểm chuẩn A đã được xác định theo toạ độ cho trên bản vẽ.

- Tại điểm chuẩn B (hình 1.5.8) trong buồng máy ta cũng lắp một đĩa tương tự, điều chỉnh lỗ trên đĩa trùng với điểm chuẩn B đã được xác định theo toạ độ trong bản vẽ. Luồn một sợi dây thép có đường kính $d = 0,5\text{mm}$ qua lỗ hai đĩa A và B. Dùng trọng vật kéo căng dây. Sơ đồ căng tim như hình 1.5.8



Hình 1.5.8 Sơ đồ căng tim bằng dây.

1. Đĩa kim loại lắp ở điểm chuẩn A, 2. Đĩa kim loại lắp tại điểm chuẩn B,
3. Dây thép căng tim.

Dây dù đã kéo căng nhưng vẫn có độ võng giữa hai điểm A và B. Độ võng của dây được xác định theo công thức.

$$y = \frac{P \cdot x(L - x)}{2Q}, \text{mm.}$$

Trong đó:

P - Trọng lượng 1m dây.

x - Khoảng cách từ điểm chuẩn đến điểm đo độ võng.

L - Chiều dài giữa hai điểm chuẩn.

Q - Trọng lượng vật treo.

Các lỗ của đích ngắm điều chỉnh cộng với độ võng tại các vách ngăn tạo thành tâm của trục. Dùng compa vạch một vòng tròn có bán kính đúng bằng đường kính trục và một vòng tròn có đường kính lớn hơn, đồng thời vạch dấu tâm chữ thập hai vòng tròn. Vòng tròn thứ nhất sẽ được gia công lắp ráp trục. Vòng tròn thứ hai dùng để kiểm tra. Vạch các dấu trên xong thì công việc căng tim hoàn tất.

1.5.2. Các phương pháp định tâm hệ trục.

Định tâm hệ trục là quá trình căn chỉnh và kẹp chặt các đoạn trục với nhau nhằm đưa đường tâm của chúng trùng với đường tâm lý thuyết (theo hai trục chuẩn hoặc một trục chuẩn ban đầu: trục chân vịt hoặc trục máy chính). Đây là một bước công nghệ toàn bộ quy trình lắp ráp hệ trục xuống tàu. Có hai phương pháp định tâm hệ trục thường được dùng.

1.5.2.1 Định tâm theo tải trọng trên ổ đỡ.

*** Công tác chuẩn bị.**

Máy chính và trục chân vịt đã được định tâm xong. Áp dụng các công thức tính toán tải trọng kết cấu trung bình P, tải trọng bổ sung cho phép $|R|$ cho từng đối tượng trục. Kết quả tính toán ghi vào bảng.

$$\text{- Tải trọng kết cấu trung bình. } P = \frac{Q}{n} \text{ KG} \quad [1.1]$$

Trong đó

P - Tải trọng kết cấu trung bình

Q - Trọng lượng các trục trung gian.

n - Số lượng gối đỡ.

- Tải trọng cho phép trên ổ đỡ trục trung gian.

+ Trong phương thẳng đứng tải trọng bổ sung cho phép $|R_d| \leq 0,5P$. [1.2]

+ Trong mặt phẳng ngang tải trọng bổ sung cho phép $|R_n| \leq 0,25P$. [1.3]

Nếu thực tế lúc đo tải trọng ngang không thấy có sự dịch trục trong khe hở đầu của ổ đỡ, thì cho phép có thể lấy tải trọng ngang cho phép bằng tải trọng đứng.

- Tải trọng bổ sung trên ổ đỡ phía mũi ống bao trục. Trong mặt phẳng đứng và ngang đều phải bảo đảm. $|R| \leq 0,5P$. [1.4]

- Tải trọng bổ sung trên ổ đỡ phía lái của máy chính. $|R| \leq 3F$. [1.5]

Với F - diện tích mặt chiếu của bạc đỡ phía lái, mm^2 .

Lập bảng ghi chép kết quả đo đạc trên lực kế và tính toán tải trọng bổ sung trên ổ đỡ trong mặt phẳng đứng và ngang.

Hoàn thiện công nghệ định tâm hệ trục.

Chuẩn bị đầy đủ các ống ngậm, lực kế và các dụng cụ cần thiết khác.

* Các bước tiến hành định tâm.

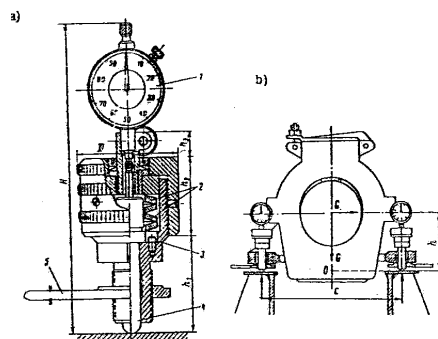
Đặt các ổ đỡ trên bệ và đặt các trục trung gian trên ổ đỡ.

Dùng các bulông tăng chỉnh, điều chỉnh ổ đỡ cùng với trục sao cho các bích nối trục ăn khớp với nhau (kể cả bích nối với trục chân vịt và bích máy chính).

Dùng thước thẳng định tâm sơ bộ theo độ lệch tâm $\phi = 0,3\text{mm}$ và độ gầy khúc $= 0,3\text{mm/m}$. Sau đó nối tất cả các bích với nhau.

Vì có khe hở đầu giữa nửa bạc đỡ phía trên với cổ trục, cho nên trước khi đặt nắp các ổ đỡ, ta đặt lên cổ trục một tấm đệm mềm thấm dầu có chiều dày gấp 1,5 lần khe hở dầu và chiều rộng không quá $1/6$ đường kính trục. Sau đó đặt các nắp ổ đỡ và xiết chặt.

Đưa lực kế lắp vào lỗ bulông từng chân ổ đỡ và đối xứng nhau, lúc này các bulông căn chỉnh được lấy ra, và toàn bộ hệ trục trung gian và ổ đỡ được tựa trên các lực kế. Các lực kế cũng có kết cấu cho phép điều chỉnh ổ đỡ lên xuống cùng với trục (hình 1.5.9).



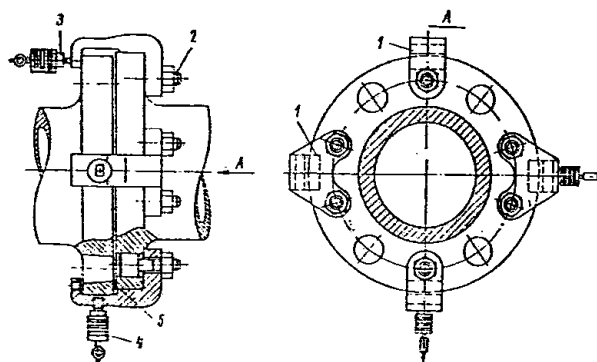
Hình 1.5.9 Định tâm hệ trục bằng lực kế.

a) Lực kế : Đồng hồ đo lực, 2. Lò xo lực, 3. Vỏ, 4. Ti chuyển lực, 5. Clê.

b) Lực kế đặt vào chân ổ đỡ để định tâm.

Điều chỉnh tải trọng lần lượt trên từng ổ đỡ theo thứ tự ổ đỡ nào có trọng tải cao (chỉ báo trên lực kế) thì điều chỉnh trước. Việc điều chỉnh này tiến hành nhờ cò-lê có sẵn ở lực kế, cho đến khi trọng tải trên từng ổ đỡ trung gian không vượt quá $\pm 0,5P$ - so với trọng tải kết cấu trung bình nếu định tâm ở dưới nước, và không quá $\pm 0,25P$ - nếu định tâm trên triền.

Tháo bích nối với trục chân vịt và với bích máy chính để đo lực cần thiết nối ghép chúng (hình 1.5.10). Công việc đo lực này thực hiện được nhờ bộ gá chuyên dùng. Lực ở mặt phẳng đứng và ngang được đo riêng biệt, hoặc thông qua việc đo độ lệch tâm và độ gầy khúc.



Hình 1.5.10 Cách đo lực khi nối ghép các bích trục.

1. Cảo kẹp, 2. Bulông kẹp cảo, 3. Đồng hồ đo lực gầy khúc, 4. Đồng hồ đo lực lệch tâm, 5. Chốt dẻo để kiểm tra.

So sánh kết quả đo đạt và tính toán với giới hạn cho phép về tải trọng bổ sung ở bảng, nếu nhỏ hơn thì đạt yêu cầu.

Bảng 1. Tải trọng bổ sung cho phép trên ổ đỡ.

Giai đoạn định tâm	Tải trọng bổ sung cho phép		
	Trên ổ đỡ trục trung gian.	Trên ổ đỡ phía mũi ống bao trục	Trên ổ đỡ phía lái của máy chính
Định tâm sơ bộ	$\pm 0,05P$		
Khi định tâm trên triền	$\pm 0,025P$	$\pm 0,025P$	$\pm 0,5R_2$
Khi định tâm dưới nước	$\pm 0,5P$	$\pm 0,5P$	$\pm R_2$

Sau đó tiến hành nối ghép lại như cũ các cặp bích nối với trục chân vịt và máy chính. Tiếp theo đo chiều cao các tấm căn từng chân ổ đỡ, gia công cạo hà và lắp tại chỗ các tấm căn ấy, khoan lỗ và kẹp chặt các ổ đỡ xuống bệ đỡ.

Sau khi xác định đạt yêu cầu, thì tiến hành kẹp chặt tất cả các ổ đỡ trên bệ, kết thúc quá trình định tâm.

1.5.2.2 Định tâm hệ trục theo độ lệch tâm và độ gầy khúc.

* Tiêu chuẩn độ lệch tâm và độ gầy khúc cho phép.

Theo phương pháp này thì quá trình định tâm là quá trình căn chỉnh sao cho trị số độ lệch tâm và độ gầy khúc của các trục nằm trong giới hạn cho phép. Không phụ thuộc vào kết cấu hệ trục, phương pháp định tâm này được áp dụng khi không có điều kiện tiến hành bằng phương pháp định tâm theo tải trọng ổ đỡ.

Trị số độ lệch tâm δ và độ gầy khúc φ ở mặt phẳng đứng và ngang được xác định theo công thức sau (hình 1.5.11 và 1.5.12):

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{a+b}{2} \text{ mm}, \varphi = \frac{m-n}{D_d} \text{ mm/m} \\ \delta &= \frac{c+d}{2}, \varphi = \frac{v-r}{D_d} \text{ mm/m} \end{aligned} \right\} \quad [1.6]$$

Trong đó:

a,b,m,n - Giá trị đo được tại mặt phẳng đứng.

c,d v, r - Giá trị đo được tại mặt phẳng ngang.

D_d - Đường kính bích.m

Giá trị δ và φ được đo đặc trên từng cặp bích nối ghép với nhau. Và giá trị lệch tâm và độ gầy khúc được quy định theo tính chất khớp nối cho ở bản sau.

Bảng . Độ lệch tâm và độ gầy khúc cho phép khi định tâm hệ trục.

Vị trí khớp nối	Tàu đóng mới	
	Độ lệch tâm ổ mm	Độ gầy khúc mm/m
I . Hệ trục dài		
a. Bích nối các trục trung gian.	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$

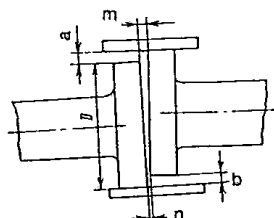
b. Bích nối trục trung gian với trục chân vịt	$\pm 0,15$	$\pm 0,20$
II. Hệ trục ngắn.		
a. Bích nối trục trung gian với nhau	$\pm 0,10$	
b. Bích nối trục trung gian với trục chân vịt	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$
III. Khớp nối trục trung gian với máy chính		
a. Bích nối cứng	$\pm 0,10$	$\pm 0,15$
b. Khớp đàn hồi	$\pm 0,25$	$\pm 0,15$
c. Khớp ma sát	$\pm 0,10$	$\pm 0,30$
		$\pm 0,15$

*** Phương pháp đo độ lệch tâm và độ gãy khúc.**

Có hai cách xác định độ lệch tâm và gãy khúc.

1. Xác định độ lệch tâm và độ gãy khúc bằng thước thẳng và thước lá.

Phương pháp này áp dụng rộng rãi cho các mặt bích lớn có chiều dày đáng kể. Trong phương pháp này số liệu độ lệch tâm δ và độ gãy khúc φ được đo tại 4 vị trí cách nhau 90° trong mặt phẳng đứng và ngang, mà không phải quay hai trục đồng thời. Cách đo được tiến hành như sau hình 1.5.10



Hình 1.5.11 Định tâm hệ trục theo độ lệch tâm và gãy khúc bằng thước lá.

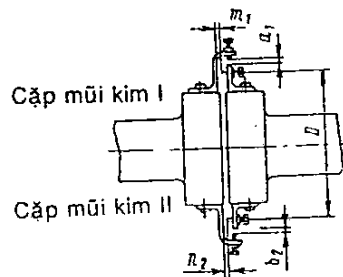
Trên cặp bích nối chia 4 phần bằng nhau (cách 90°) theo chu vi và đánh dấu bằng phấn hoặc chì màu.

Áp sát thước thẳng vào đường sinh của phần bích nhô ra, rồi dùng thước lá đo khe hở a, b ở hai vị trí đã đánh dấu trong mặt phẳng đứng và ngang c, d. Về lý thuyết các trị số này phải bằng nhau $a = b$ và $c = d$. Nhưng thực tế có sai lệch. Sai lệch đó là độ lệch tâm của trục.

Tương tự người ta đo các trị số m, n để xác định độ gãy khúc bằng thước lá đo sâu 30mm theo chiều hướng tâm của mặt phẳng đứng và v, r trong mặt phẳng ngang. Ghi lại các kết quả đo được vào bảng.

2. Xác định độ lệch tâm và gãy khúc bằng hai cặp mũi kim.

Phương pháp này thường áp dụng khi định tâm các trục nối với nhau bằng các loại khớp như: khớp nối bánh răng, khớp nối đàn hồi v.v.. và hệ trục có chiều dày bích nối nhỏ (hình 4.12). Quá trình đo thực hiện như sau:



Hình 1.5.12 Định tâm hệ trục theo độ lệch tâm và độ gãy khúc bằng hai cặp mũi kim.

Hai cặp mũi kim được gắn đối xứng qua tâm bích, các bulông bích nối được tháo ra, tách rời hai bích một chút. Vặn các vít điều chỉnh để khe hở mũi kim và mặt đo khoảng 1mm. Sau đó quay đồng thời cả hai trục 90° đo số liệu khe hở a, b, c, d để xác định độ lệch tâm và m, n, v, r xác định độ gãy khúc, sau đó quay tiếp cả hai trục 90° và lại đo số liệu, cứ như vậy đo 4 lần, và quay trục đủ một vòng 360° . Số liệu trên có thể dùng thước lá để đo. Các trị số đo được tập hợp vào bảng để tính toán

* Các bước tiến hành định tâm hệ trục theo độ lệch tâm và độ gãy khúc.

Quá trình định tâm hệ trục theo độ lệch tâm và độ gãy khúc được tiến hành như sau:

- Sau khi doa lỗ đuôi tàu, lắp ống bao trục, tiếp đó doa ổ đỡ tại ống bao lắp trục chân vịt và toàn bộ thiết bị ống bao và chân vịt vào tàu. Đặt ổ đỡ trung gian lên bệ, đặt các đoạn trục lên ổ đỡ sau đó xiết chặt nắp ổ đỡ. Nếu đoạn trục chỉ dựa trên một ổ đỡ thì đưa ổ đỡ giả vào vị trí cách đầu mặt bích một đoạn $(0,15 \div 0,22)L$ với L là chiều dài đoạn trục. Sau khi định tâm xong ổ đỡ này được lấy ra.

- Dùng bu lông căn chỉnh tại chân ổ đỡ, điều chỉnh ổ đỡ cùng với trục lên, xuống, sang trái hoặc sang phải và tiến hành đo đặc các trị số để tính toán độ lệch tâm và độ gầy khúc theo phương pháp đo đặc nêu trên. Điều chỉnh ổ đỡ cùng với trục cho đến khi độ lệch tâm và độ gầy khúc nằm trong giới hạn cho phép. Việc căn chỉnh này có thể thực hiện từng trục theo thứ tự từ lái về máy chính lấy trục chân vịt làm chuẩn, hoặc ngược lại từ máy chính về lái lấy trục máy chính làm chuẩn. Cũng có thể thực hiện đồng thời các trục của toàn bộ hệ trục.

- Sau khi xác định độ lệch tâm và độ gầy khúc đảm bảo yêu cầu và coi công việc định tâm đã hoàn thành, người ta tiến hành đo khoảng cách từ bệ đỡ đến từng chân ổ đỡ để xác định chiều cao các tấm căn. Sau khi gia công và cạo rà tại chỗ, tiến hành đưa khoang vào rồi khoan, doa, và kẹp chặt ổ đỡ trên bệ.

- Kiểm tra lại các trị số độ lệch tâm, độ gầy khúc và độ co bóp trục khuỷu máy chính lần cuối, và kết thúc toàn bộ quá trình định tâm.

4.1.3. Định tâm máy chính.

Định tâm máy chính được tiến hành, sau khi bệ máy đã được nghiệm thu đạt yêu cầu. Đây là quá trình xê dịch và điều chỉnh động cơ sao cho tâm trục khuỷu động cơ trùng với đường tâm hệ trục. Định tâm máy chính thường được tiến hành theo hai phương pháp sau.

* Định tâm máy chính theo hệ trục đã lắp ráp.

Đây chính là quy trình lắp ráp hệ động lực từ lái về mũi. Đầu tiên lắp trục chân vịt, tiếp theo lắp các trục trung gian, trục đẩy vv...cuối cùng máy chính được định tâm theo hệ trục bằng phương pháp đo độ lệch tâm và độ gầy khúc.

Bích trục trung gian (nối với động cơ) và bích động cơ được điều chỉnh sát với nhau. Trên thành bệ máy người ta kẹp các bulông tăng chỉnh, để có thể dịch chuyển động cơ lên, xuống, sang trái, sang phải hoặc tiến hay lùi. Khi hai bích máy sát với nhau, nhưng vẫn có thể quay độc lập nhau và sử dụng hai loại dụng cụ:

- Dùng thước thẳng và thước lá để đo khe hở a, b (hình 1.5.11) giữa hai đầu đường kính ngoài để xác định độ lệch tâm, và khe hở m, n giữa hai mặt đầu của cặp bích nối - để xác định độ gầy khúc. Thực hiện đo tại bốn vị trí cách nhau 90^0 : Trên, dưới, trái, phải. Việc định tâm máy chính được coi là đạt yêu cầu, nếu ở bất

cứ vị trí tương đối nào của bích hệ trục so với bích trục cơ, để đảm bảo độ lệch tâm $\delta \leq 0,05 \text{ mm}$ và độ gầy khúc $\varphi \leq 0,1 \text{ mm/m}$.

- Dùng hai cặp mũi kim (hình 1.5.12): 2 cặp mũi kim được gắn đối xứng qua tâm hai bích lúc này đã sát với nhau. Tiếp theo vặn các vít điều chỉnh để khe hở giữa các mũi kim đến mặt đo khoảng 1mm. Thực hiện việc đo các số liệu a, b, m, n ở 4 vị trí cách nhau 90° , nhớ rằng cả hai mặt bích cùng hai cặp mũi kim đều phải quay đồng thời từng 90° - đủ một vòng 360° để đo đạc.

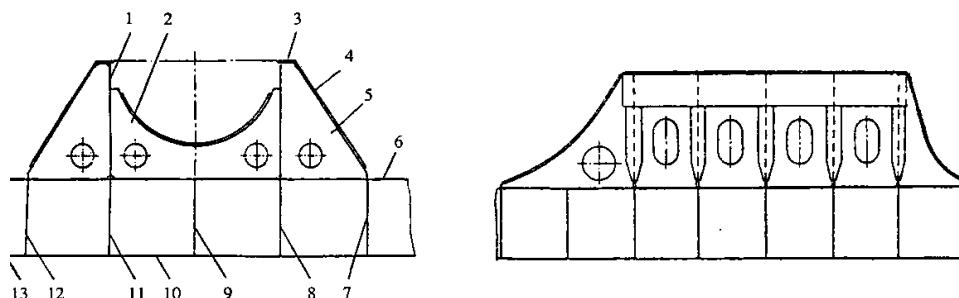
Các số liệu đo đạt của cả hai trường hợp trên được ghi chép vào các bảng tính toán độ lệch tâm và độ gầy khúc giống như khi định tâm hệ trục.

1.6. Bộ máy động lực

1.6.1 Đặc điểm và các yêu cầu cơ bản đối với bộ máy

1.6.1.1. Đặc điểm kết cấu

Các kết cấu của bộ máy rất đa dạng, phần lớn phụ thuộc vào tính chuyên môn hóa, vào đặc điểm của hệ động lực và vào vị trí kết cấu của vỏ tàu, nơi cần đặt thiết bị động lực.

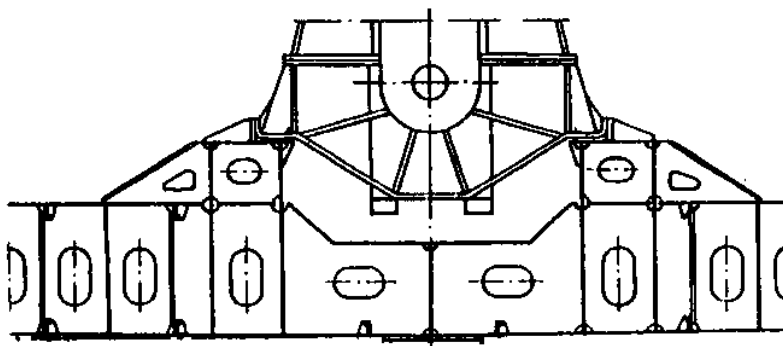


Hình 1.6.1 Kết cấu bộ máy có thêm gia cố phụ

1. Dầm đứng; 2. dầm ngang liên kết; 3. đế của bộ máy; 4. tấm sườn; 5. góc chống; 6. đáy thứ hai của thân tàu; 7, 12 sống dọc; 8, 11. sống dọc phụ; 9. sống chính; 10. đáy tàu; 13. tấm gân đáy tàu (dàn ngang đáy)

Các thiết bị động lực được bố trí sao cho bộ của chúng có các dầm ngang – dọc trùng trong các mặt phẳng với các giằng cứng liên kết ngang – dọc của vỏ tàu (hình 1.6.1) và (hình 1.6.2). Nếu các dầm chính của bộ không trùng hay không cùng trong một mặt phẳng với các giằng liên kết của vỏ tàu,

thì cần phải xem xét các các dầm bổ sung để chuyển tải từ bộ lên các giằng liên kết của vỏ tàu.



Hình 1.6.2 Gia cố động cơ trên bộ

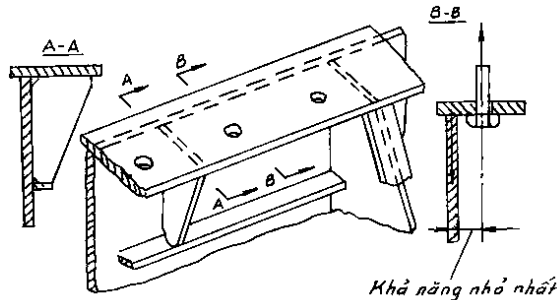
Các dầm của bộ máy phải được nối từ giằng cứng liên kết này tới giằng cứng liên kết khác của thân tàu để tránh khả năng dao động độc lập của từng dầm bộ so với trần ngăn của vỏ tàu. Các dầm dọc của bộ máy tương đối dài sẽ chịu uốn chung với thân tàu và có thể xuất hiện hiệu ứng rất lớn.

Chính vì vậy khi thiết kế bộ, nếu tỉ số chiều dài với chiều cao dầm lớn hơn 6, cần đặc biệt chú ý đến sự liên kết hài hòa giữa các giằng cứng liên kết vỏ tàu với các dầm dọc của bộ máy: dứt đoạn dần dần, đầu mút của dầm được vê tròn. Dầm dọc của bộ máy như thế phải làm từ cùng một loại thép như giằng cứng liên kết của vỏ tàu.

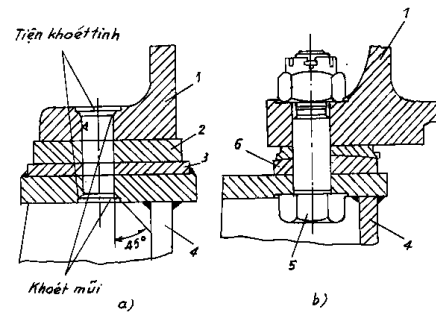
Đế trên 3 của bộ máy (hình 1.6.1) ở vùng gần các bulông cần phải được gia cường. Thông thường mặt phẳng của đế đỡ được tăng cường nhờ các giá chống hay các gân cứng nằm giữa các lỗ bulông. Ở một số trường hợp, để giảm bớt bề mặt gia công đế, người ta hàn ghép tấm thẳng bằng (hình 1.6.3), cho phép loại bỏ khả năng gia công chính xác suốt cả chiều dài đế đỡ.

Các kích thước của đế được thiết kế trên các cơ sở sau đây.

Chiều rộng của đế dọc không được nhỏ hơn bề mặt tì của tai máy, mà được bắt chặt với đế nhờ các bulông.



Hình 1.6.4 Tăng cứng đều cho bộ máy



Hình 1.6.5 Căn đệm chuyên dùng

Vì lực truyền từ động cơ xuống bộ máy qua các bulông nên để phải có độ cứng lớn. Điều quan trọng là độ cứng theo chiều dài bộ phải đồng nhất để bảo đảm tải các bulông như nhau. Khả năng tăng cứng của đế có thể đạt được nhờ tăng chiều dày đến $20 \div 30$ mm và tăng số lượng tấm chống đỡ theo chiều dày của đế. Các tấm chống đỡ phải bố trí sao cho khoảng cách đến các lỗ bắt bulông phải bằng nhau (hình 1.6.4). Ngoài ra cố gắng thiết kế sao cho khoảng cách các hàng bulông gần với tấm dọc thẳng đứng nhất.

Vỏ tàu thường được chế tạo với độ chính xác không cao. Dung sai lắp đặt bộ máy

Vì vậy, động cơ thường không đặt trực tiếp lên đế mà thông qua các căn đệm chuyên dùng, chiều dày các đệm này phụ thuộc vào vị trí căn chỉnh của động cơ với hệ trục chân vịt (hình 1.6.5).

1.6.1.2 Yêu cầu cơ bản

Bộ máy thuộc về những cơ cấu khung – bộ để lắp đặt cố định máy móc và các thiết bị động lực. Vì vậy, để bảo đảm cho các thiết bị làm việc tin cậy, bộ phải bảo đảm các yêu cầu cơ bản sau:

1. Có độ cứng và độ bền lớn và độ ổn định dưới tác dụng của các ngoại lực.
2. Có độ biến dạng (hay độ võng) nhỏ không ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của các thiết bị đặt trên nó.

3. Không có hiện tượng rung và chấn động mạnh khi các thiết bị hoạt động.
4. Có khả năng phân tán lực tác dụng để hạn chế ứng lực hay biến dạng tập trung nguy hiểm.
5. Gia cố chắc chắn các thiết bị trên bệ trong mọi điều kiện sử dụng.

Đối với các thiết bị làm việc ổn định (lực ít thay đổi theo thời gian), kích thước và cấu trúc của bệ có thể được thiết kế kết hợp với kiểm nghiệm bền dựa trên các áp lực tĩnh tác dụng lên sàn vỏ tàu.

Còn đối với các thiết bị có khối lượng chuyển động không cân bằng và tác dụng theo nguyên lý va đập (động cơ đốt trong, máy nén kiểu pistong, v.v...) trong khi làm việc thường xuyên xuất hiện các tải trọng động và gây rung động cho bệ.

Vì vậy, khi thiết kế bệ loại này, ngoài trọng lượng và kích thước bao của cụm máy, phải tính đến cường độ tác động (tức biên độ và tần số dao động của cụm máy trên bệ).

Bệ - móng có thể được thiết kế riêng cho mỗi thiết bị và có thể chung cho một nhóm các thiết bị đặt gần nhau hay cùng chức năng làm việc (thí dụ, bệ chung cho các bơm nước vòng kín, vòng hở, bơm dự phòng của hệ thống làm mát hay bơm dầu, máy phân ly dầu trong hệ thống bôi trơn).

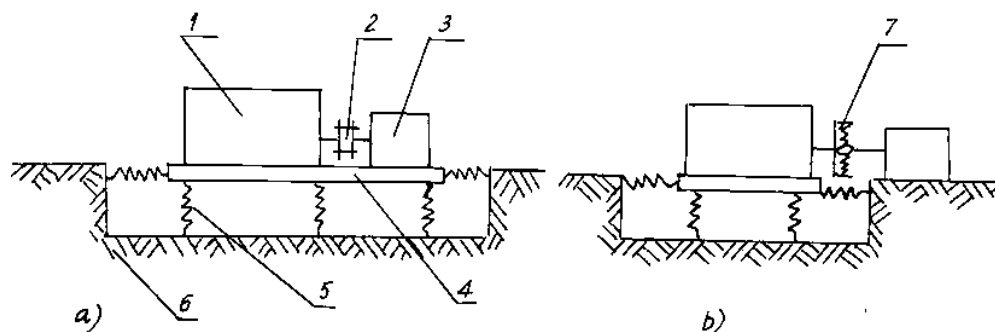
Ngày nay, đối với các trang bị động lực cỡ lớn, hiện đại, phương pháp thiết kế bệ cụm có nhiều ưu điểm hơn cả. Phương pháp này cho phép tối ưu hóa phương án phân bố các thiết bị, nhất là đối với các hệ động lực phức tạp, đồng thời có thể áp dụng vì tính dễ tính toán thiết kế, tự động hóa và chuyên môn hóa quá trình lắp đặt và trang bị.

Việc làm và gia cố các bệ máy hoặc thi công lắp đặt trong buồng máy có liên quan đến sự phân bố các thiết bị động lực. Cho đến nay vẫn chưa có một phương pháp tính toán đơn giản và chính xác để chọn một bệ máy hợp lý, cho nên khi thiết kế các bệ máy mới người ta thường dựa vào những số liệu kinh nghiệm kết hợp với việc tính toán kiểm tra ở một vài vị trí theo định tính.

1.6.2 Phương pháp lắp đặt thiết bị động lực lên bệ

Có thể lắp đặt trực tiếp thiết bị động lực lên bệ máy hay định tâm động cơ với thiết bị trên giá chung rồi lắp đặt cả cụm lên sàn vỏ tàu. Phương pháp lắp đặt cứng thiết bị động lực lên bệ thường dùng cho các trang bị làm việc tương đối ổn

định theo thời gian, tính cân bằng tốt. Còn đối với các trang bị động lực cỡ nhỏ, động cơ ít xylanh (thường nhỏ hơn hoặc bằng bốn), tính cân bằng kém, thường phải lắp đặt mềm trên bộ máy (hình 1.6.6).



Hình 1.6.6 Sơ đồ đặt cụm động lực lên bộ giảm rung

a. Sơ đồ giảm rung toàn phần; b. Sơ đồ giảm rung cục bộ

1. động cơ; 2. khớp nối cứng; 3. máy phát điện; 4. giá đỡ; 5. bộ giảm rung; 6. móng; 7. khớp nối mềm

Trong “mối quan hệ mềm” động cơ và thiết bị được dẫn động có thể được lắp đặt và định tâm với nhau trên cùng một bộ chung rồi lắp lên bộ tàu qua các bộ giảm rung (hệ giảm rung toàn phần – hình 1.6.6a) hay một trong hai (thường là động cơ) được quan hệ mềm, còn thiết bị kia (thường là máy phát điện hay động cơ điện – lắp trên “bộ cứng” (hệ giảm rung cục bộ hay từng phần – hình 1.6.6b).

Trong nguyên lý giảm rung toàn phần, do số lượng bộ giảm rung nhiều nên có thể bố trí cân đối, hệ dao động làm việc ổn định hơn và không có sự dịch chuyển tương đối giữa động cơ và máy phát trong quá trình làm việc. Nguyên lý này thường được trang bị cho các tổ phát điện tĩnh tại và lưu động. Còn ở nguyên lý giảm rung cục bộ, để khắc phục sự dịch chuyển của động cơ với thiết bị tiêu thụ công suất, giữa chúng phải được quan hệ bằng khớp nối mềm 7 (hình 1.6.6b).

1.7 Bố trí buồng máy:

1.7.1 Chọn vị trí khoang máy và bố trí thiết bị trong khoang:

Số khoang máy chọn sao cho có thể ít nhất, ngắn nhất theo chiều dài thân tàu.

Kích thước cần thiết tối thiểu của khoang máy theo chiều dài chủ yếu dựa vào bố trí cụm máy chính (máy chính, cơ cấu truyền động, hệ trục,...)

Trên các tàu vận tải, tàu đánh bắt, ... các thiết bị động lực được bố trí trong một khoang máy chung; Việc bố trí nhiều khoang chỉ dùng khi không thể đảm bảo tính chống chìm ở một khoang, do số lượng thiết bị lớn.

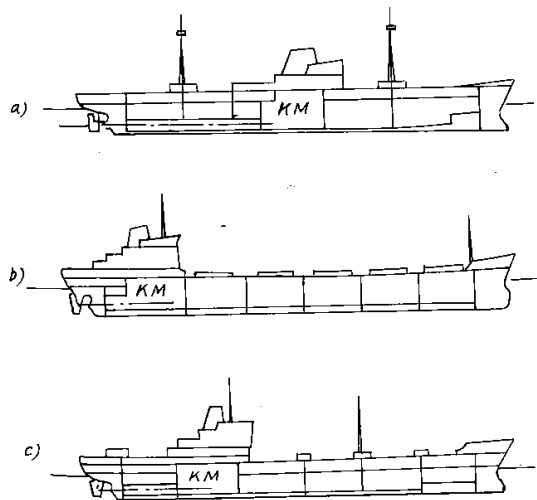
Chiều dài của khoang so với chiều dài tàu khoảng (12-18)% đối với tàu hàng; (50-65)% đối với tàu kéo, tàu chiến, tàu phá băng, tàu cá,...

Việc bố trí khoang máy theo chiều dài tàu phụ thuộc nhiều vào kết cấu thượng tầng, loại tàu. Khoang máy có thể bố trí ở giữa tàu, phía đuôi hoặc phía mũi tàu.

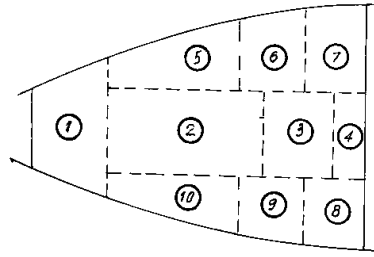
- + Đảm bảo tính cân bằng tốt thì thường bố trí khoang máy giữa tàu nhưng có hệ trục dài, khó bố trí không gian chở hàng.

- + Bố trí khoang máy phía lái cho phép giảm khoảng cách trục nhưng khó quan sát khi điều khiển, tính cân bằng kém, khó bố trí thiết bị trong khoang máy.

- + Bố trí khoang máy trung gian thì kết hợp được các ưu điểm của các phương án trên.



Hình 1.6.10: Bố trí khoang máy theo chiều dài tàu; a, giữa; b. lái; c. trung gian



Hình 1.6.11 Sơ đồ phân bố cụm động lực trong khoang máy

1.vùng lắp hệ trục; 2. vùng lắp động cơ chính; 3. vùng máy phát điện; 4. trạm điều khiển; 5. vùng khí nén; 6. vùng hệ thống nhiên liệu; 7. vùng lò hơi ; 8.vùng xương cơ khí; 9. vùng hệ thống làm mát; 10. vùng hệ thống bôi trơn

1.7.2 Yêu cầu cơ bản về phân bố các thiết bị động lực

Các thiết bị động lực được bố trí trong một khoang chung gọi là khoang máy, sao cho dễ quan sát, tiếp cận tất cả các thiết bị trong khoang.

Trạm điều khiển đặt ở vị trí trung tâm hoặc phía trên sao cho dễ quan sát tất cả các thiết bị trong khoang. Trạm điều khiển phải được cách âm, đủ ánh sáng.

Trạm điều khiển và khoang máy phải có ít nhất hai cửa ra vào, cửa thoát hiểm, cầu thang lên xuống không được dốc quá 60^0

Khoang máy phải đảm bảo việc cầu các thiết bị trong khoang ra vào khi thay mới hoặc sửa chữa.

Bố trí hệ động lực chính, hệ động lực phụ đảm bảo tính cân bằng tốt.

Các thiết bị động lực trong khoang phải được bố trí theo hướng tập trung, để giảm kích thước khoang máy, phối hợp làm việc dễ dàng.

Bố trí thiết bị phải đảm bảo an toàn, tin cậy khi làm việc.

Khoang máy phải có hệ thống thông gió tự nhiên và nhân tạo đảm bảo điều kiện vi khí hậu trong buồng máy.

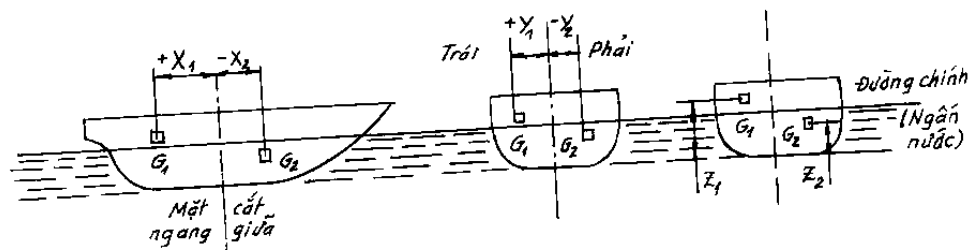
Khoang máy phải đảm bảo đủ ánh sáng, đảm bảo lối đi lại giữa các thiết bị trong khoang.

1.7.3 Xác định tọa độ trọng tâm của khoang máy

Sau khi phân bố sơ bộ các thiết bị động lực trong khoang máy, biết được trọng lượng của từng thiết bị G , tìm mômen tĩnh M_x , M_y , M_z của từng thiết bị theo các tọa độ trọng tâm (x, y, z)

Tính tổng mômen và trọng lượng các thiết bị thành phần, ta tìm được tọa độ trọng tâm của hệ động lực.

Lệch trọng tâm của các thiết bị động lực so với các mặt phẳng cơ bản của tàu dẫn đến tàu nghiêng ngang, nghiêng dọc.

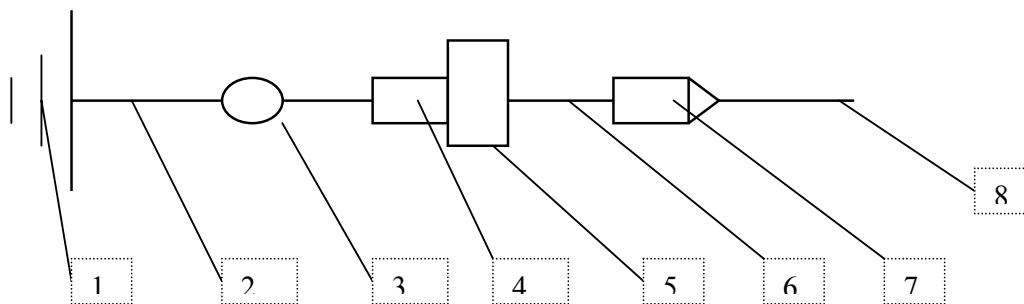


Chương 2: HỆ ĐỘNG LỰC TRẠM BƠM

2.1. TỔNG QUÁT VỀ HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH TRẠM BƠM

Hệ thống công trình trạm bơm là tổ hợp các công trình thủy công, động cơ, máy bơm, trang thiết bị cơ điện... nhằm đảm bảo lấy nước từ nguồn nước, vận chuyển và bơm nước đến nơi sử dụng hoặc cần tiêu nước thừa ra nơi khác.

2.1.1. Thành phần của hệ thống công trình trạm bơm:



Hình 2- 1. Sơ đồ bố trí hệ thống công trình trạm bơm

- Công trình cửa lấy nước 1, lấy nước từ nguồn (lấy từ sông, hồ, kênh dẫn...)
- Công trình dẫn nước 2, có nhiệm vụ đưa nước từ cửa lấy nước về bể tập trung nước trước nhà máy bơm. Công trình dẫn nước có thể là kênh dẫn, đường ống dẫn hoặc xi phông. Trên công trình dẫn có thể có bể lắng cát 3 (nếu có).
- Bể tập trung nước 4 nằm trước nhà máy bơm, nó có nhiệm vụ nối tiếp đường dẫn với công trình nhận nước (bể hút) của nhà máy sao cho thuận dòng.
- Nhà máy bơm 5, đây là nơi đặt các tổ máy bơm và các thiết bị phụ cơ điện
- Đường ống áp lực (ống đẩy) 6, đưa nước từ máy bơm lên công trình tháo 7
- Công trình tháo 7 (bể tháo) nhận nước từ ống đẩy, làm ổn định mực nước, phân phối nước cho kênh dẫn 8 hoặc công trình nhận nước.

Thành phần các công trình của trạm, vị trí và hình thức kết cấu của chúng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: mục đích sử dụng của trạm bơm, lưu lượng, cột nước, điều kiện tự nhiên (địa hình nơi đặt, giao động mực nước thượng hạ lưu, lượng dòng chảy rắn, điều kiện địa chất công trình, tình hình vật liệu địa phương), việc cung cấp kỹ thuật thi công xây lắp.v.v. mà quyết định. Ví dụ: khi dòng ít bùn cát hoặc độ lớn hạt không nguy hiểm cho máy bơm thì không cần xây bể lắng cát,

khi cột nước cần bơm rất thấp, mực nước bề tháo rất ít giao động thì có thể không cần xây ống đẩy mà xây bề tháo liền vào sát nhà máy..v..v..

2.1.2. Phân loại trạm bơm

Việc phân loại trạm bơm có rất nhiều cách dựa vào các căn cứ sau:

Phân loại theo mục đích sử dụng của trạm bơm:

- Trạm bơm tưới, mục đích làm việc của nó là cung cấp nước tưới cho nông nghiệp.

- Trạm bơm tiêu, mục đích của nó là đưa nước thừa vào vùng nhận tiêu.

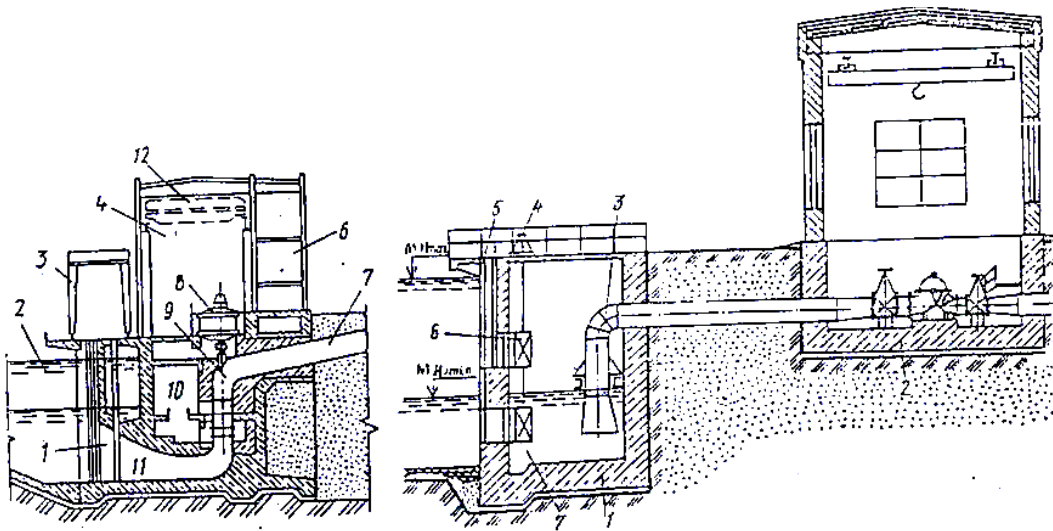
- Trạm bơm tháo nước, nhằm chuyển nước mưa, nước sinh hoạt và nước công nghiệp.

- Trạm bơm cấp nước nông thôn, nhằm cấp nước cho các hộ dùng nước nông thôn.

Phân loại theo sơ đồ bố trí kết hợp hay riêng lẻ với công trình lấy nước

a.

b.



Hình 2.2. Sơ đồ bố trí nhà máy bơm

Hình a. 1. Nguồn nước; 2. Cửa lấy nước; 3,5. Bể chứa; 4. Gian máy chính; 6. Van lấy nước; 7. Cấp điện; 9. Van đĩa; 10. Động cơ điện; 11. Bơm ly tâm; 12. Ống hút.

Hình b. 1. Giếng bờ; 2. Nhà máy; 3. Ống hút; 5. Lưới chắn rác; 6. Van lấy nước

Phân loại theo quy mô lưu lượng và cột nước:

- Trạm bơm nhỏ (lưu lượng trạm: $Q \leq 1m^3/s$), trạm trung bình ($1 < Q \leq 10m^3/s$), trạm lớn ($10m^3/s < Q \leq 100m^3/s$) và trạm cực lớn ($Q > 100m^3/s$)

- Trạm cột nước thấp ($H \leq 20m$), trạm cột nước trung bình ($20 < H \leq 60m$), trạm cột nước cao ($H > 60m$).

Ngoài các cách phân loại đã nêu ra ở trên còn nhiều cách phân loại khác, ví dụ căn cứ theo sự bố trí giữa nhà máy và bể tháo phân ra bố trí tách biệt hoặc kết hợp...v.v.

2.1.3. Một số chú ý khi bố trí công trình trạm bơm:

Khi nghiên cứu thiết bị hệ thống trạm bơm cần chú ý: Xác định tuyến công trình, xác định tối ưu số lượng hệ thống bơm và vị trí lắp đặt. Để giải quyết những nhiệm vụ này có thể dựa vào những kinh nghiệm sau đây:

- Tùy thuộc vào điều kiện địa hình, chiều dài công trình dẫn nước và địa điểm của các kênh dẫn nước tưới và cấp nước nông thôn của vùng, có thể xây dựng một hoặc vài bậc trạm, nghĩa là một hoặc vài trạm bơm. Số lượng bậc cần được quyết định theo tiêu chuẩn tính toán kinh tế - kỹ thuật. Khi các chi phí quy đổi cân bằng giữa các phương án thì người ta ưa chọn phương án có số bậc nhỏ nhất.

- Để giảm khối lượng công tác và giá thành xây dựng, chiều dài của tuyến trạm cần ngắn nhất. Các trạm bơm đầu mối cố gắng đặt gần khu tưới (hoặc khu tiêu). Các công trình thủy công của trạm, các kênh dẫn chính, đường xả và đường tải điện cần phải xây dựng trên các phần đất không sử dụng được đối với việc sản xuất nông nghiệp. Cần chú trọng đến công tác phòng hộ rừng. Các công trình dạng tuyến mong muốn bố trí theo ranh giới ruộng luân canh, dọc đường và tuyến tải điện hiện hành.

- Nếu không có nhu cầu đặc biệt thì không cho phép xây dựng các công trình thủy công trên vùng có khoáng sản, vùng sụt lở, vùng có thác nước...

- Khi nguồn nước có các hạt rắn lơ lửng với đường kính hạt từ (0,25... 0,5) mm thì nên xây dựng bể lắng. Vị trí bể lắng đặt khoảng giữa công trình lấy nước và nhà máy. Đối với phù sa, đường kính hạt rắn nhỏ không có nguy hại cho máy bơm thì nên thiết kế kênh dẫn mang phù sa bón ruộng. Nên bố trí kết hợp với nhà máy, sử dụng cửa lấy nước nhiều tầng để lấy nước sạch, loại trừ cát lớn vào máy bơm.

- Ở vị trí bãi sông hẹp, bờ, dốc và dao động mực nước sông không lớn hơn 8 m, nếu dùng sơ đồ kênh dẫn sẽ đào kênh sâu dẫn đến khối lượng lớn, lại dễ bồi lắngùn cát trong quá trình làm việc. Do vậy trường hợp này nên dùng sơ đồ kết hợp giữa nhà máy và công trình lấy nước thành khối (Hình 2 - 2a) hoặc công trình lấy nước và nhà máy đặt tách nhưng gần nhau bên bờ sông (Hình 2 - 2b).

- Khi bãi sông rộng, mực nước sông dao động ít (dưới 4 m), trường hợp này nên chọn sơ đồ bố trí riêng biệt trên bãi sông: công trình lấy nước đặt ở mép nước lớn nhất, còn nhà máy đặt trên bãi sông, công trình dẫn nước là kênh hở hoặc ống dẫn tự chảy.

- Khi mực nước sông dao động lớn (từ 10 - 20 m), để đảm bảo ổn định công trình và giảm giá thành xây dựng nên áp dụng sơ đồ bố trí kết hợp nhà máy với công trình lấy nước ở lòng sông. Chú ý điều kiện vận tải thủy trên sông hoặc có thể chọn sơ đồ bố trí riêng biệt: cửa lấy nước ở lòng sông còn nhà máy trên bờ

- Trong trường hợp lưu lượng hồ nhỏ, mực nước dao động trong phạm vi chiều cao hút nước cho phép của máy bơm thì có thể đặt ống hút trên giá đỡ gỗ hoặc trên khung bê tông cốt thép để lấy nước trực tiếp từ sông hồ một cách đơn giản, kinh tế.

- Đối với trạm bơm lấy nước từ hồ chứa, nếu mực nước dao động không lớn lắm (đến 8 m) nên chọn sơ đồ kết hợp ở thượng lưu.

- Khi mực nước hồ dao động lớn, nếu đặt trạm ở thượng lưu hoặc trên đập thì khó đảm bảo lấy nước thường xuyên quanh năm mà vận hành phức tạp và tốn kém đầu tư, trường hợp này nên chọn sơ đồ bố trí riêng biệt phía sau đập. Cách bố trí này làm cho công trình trạm bơm đơn giản hơn nhiều vì không trực tiếp chịu áp lực nước thượng lưu. Thường người ta chọn vị trí lấy nước từ cống ngầm. Trường hợp nếu không cho phép lấy nước qua cống ngầm mà phải xây dựng một đường ống riêng qua thân đập thì sẽ phải tăng vốn đầu tư. Lúc này cần so sánh phương án lấy nước này với phương án đặt nhà máy ở thượng lưu, qua so sánh kinh tế- kỹ thuật để chọn phương án có lợi.

- Trường hợp lấy nước từ hồ chứa có dao động mực nước nhỏ (dưới 3 m), đập thấp và có điều kiện ổn định đập cho phép ta có thể chọn cách bố trí nhà máy bơm ngang đập.

- Các trạm bơm lấy nước trên kênh thường chọn sơ đồ bố trí kết hợp nhà máy bơm với công trình lấy nước, nhà máy và cửa lấy nước thường liền khối.

- Những vùng tưới nhỏ ven sông, ven hồ chứa có mực nước thay đổi nhiều, địa hình, địa chất phức tạp, lưu lượng không lớn (dưới $5 \text{ m}^3 / \text{s}$) nên dùng các trạm bơm đặc biệt, như trạm bơm thuyền, trạm bơm đặt trên ray...

Các loại trạm bơm cấp nước từ sông cũng tương tự như các trạm bơm tưới tiêu đã trình bày trên, chỉ khác là từ bể tháo trở đi là đường ống áp lực hoặc có thêm bể lọc nước.

TRẠM BƠM TƯỚI:

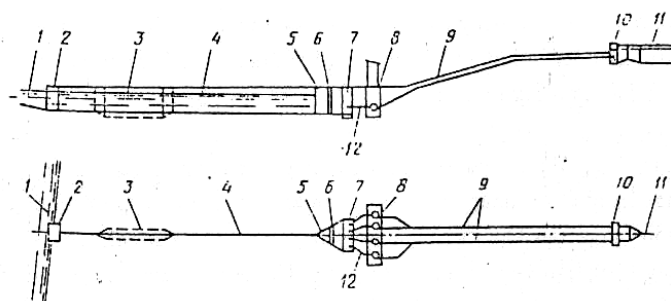
Trạm bơm tưới có những đặc điểm sau đây:

- Làm việc vào thời kỳ khô hạn trong năm
- Việc ngừng làm việc chỉ cho phép tùy thuộc vào an toàn cấp nước.
- Nói chung không yêu cầu nước phải sạch về bùn cát và vật nổi, chỉ cần không để những đối tượng và hạt có khả năng mài mòn và làm hỏng bánh công tác của máy bơm. Riêng những trạm bơm cấp nước cho các máy tưới phun mưa thì yêu cầu nước phải qua lưới lọc để loại bỏ những hạt có đường kính lớn lấp lỗ phun.

Do trạm bơm làm việc theo mùa do vậy cho phép đơn giản nhiều về kết cấu nhà máy, giảm yêu cầu về khả năng ổn định nhiệt của trang thiết bị và kết cấu bao che.

Nhà trạm còn có thể thay bằng trạm di động hoặc phao nhẹ nhàng hơn khi máy bơm nhỏ nhẹ. Gian máy cho phép thấp hơn do đặt cần trục bên ngoài.

Việc bố trí trạm bơm lấy nước mặt rất đa dạng, kiểu bố trí hay gặp nhất như hình sau:

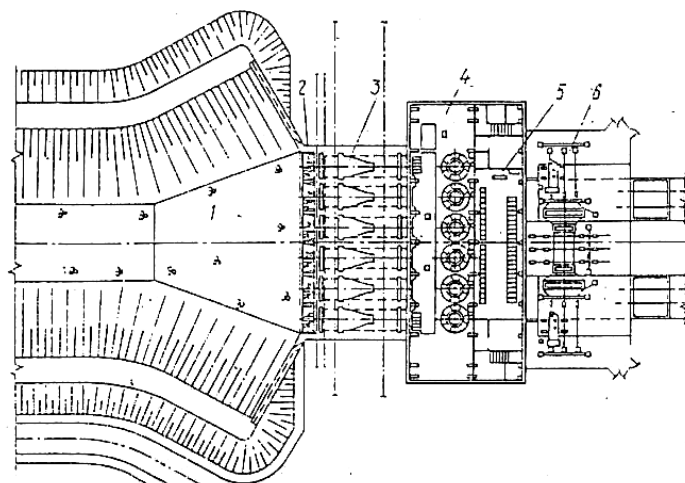


Hình 2.3. Sơ đồ các công trình của trạm bơm lấy nước mặt

1-nguồn nước mặt, 2,6,10-các công trình tương ứng: cửa lấy nước, lưới chắn rác và bể tháo, 3-bể lắng cát, 4,11-kênh dẫn, kênh tháo, 5-bể tập trung nước, 7-bể hút, 8-nhà máy, 9,12-ống đẩy và ống hút

Việc lựa chọn công trình tùy thuộc vào điều kiện thực tế. Ví dụ, cổng điều tiết đầu nút cửa vào kênh dẫn chỉ có mặt khi có nhu cầu điều chỉnh mực nước hoặc yêu

cầu làm khô để sửa chữa các bộ phận công trình nằm dưới mực nước kênh. Cùng với công điều tiết thường có bố trí công trình bảo vệ cát. Bể lắng cát được đưa vào thành phần trạm khi trong nước có chứa nhiều bùn cát lơ lửng và các hạt có hại cho an toàn của máy bơm và làm lắng đọng mạng lưới tưới. Để làm sạch nước khỏi bùn cát có thể xây những túi bắt cát và dùng rãnh tháo cát đi. Hình 2-4 thể hiện việc bố trí các phần diện tích xây áp sát nhà máy để đặt các thiết bị phân phối điện và trạm máy biến áp, mối quan hệ về vị trí giữa nhà máy và thiết bị của chúng.



Hình 2-4. Mặt bằng các diện tích xây áp của một trạm bơm lớn

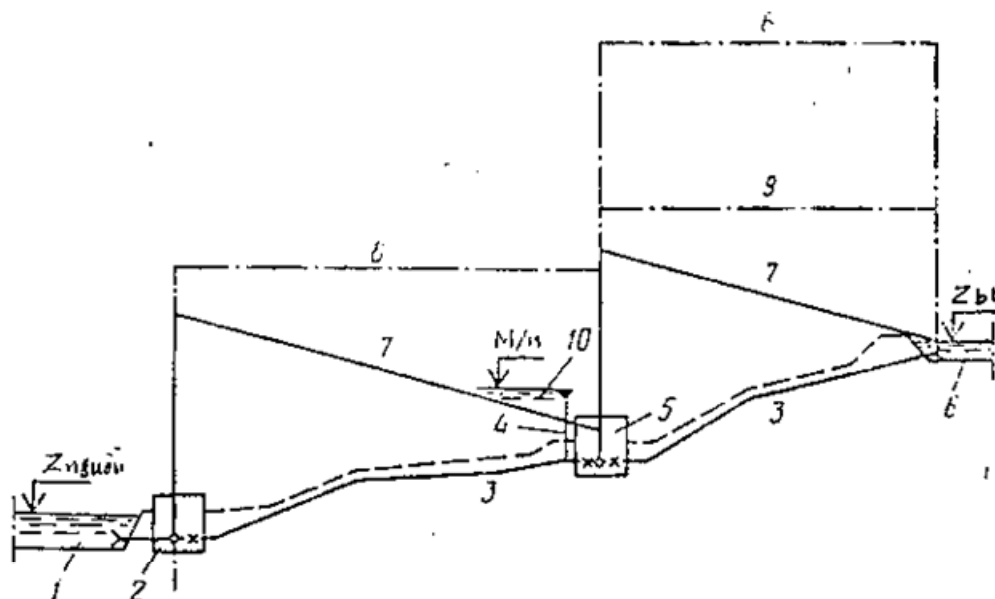
1-bể tập trung nước, 2-lưới chắn rác, 3-kết cấu ngăn cá, 4-gian máy, 5-trạm phân phối, 6-trạm máy biến áp

Trong thực tế xây dựng thủy lợi chúng ta hay gặp những trường hợp như: dao động mực nước nguồn lớn hơn hoặc bằng 5m, bãi tràn rộng hơn 300m, bờ sông không đủ chiều cao, lớp nước tràn khá dày mang đầy bùn cát, điều kiện địa chất bất lợi đối với việc xây dựng kênh dẫn và nhà máy bơm, đoạn lòng sông kém ổn định và không đủ độ sâu để bố trí lỗ nhận nước...v.v..., khi đó nhà máy cần phải chia ra phía lòng sông hoặc hồ chứa (ngoài vùng dòng chảy bờ). Trong trường hợp này, chọn sơ đồ nhà máy kết hợp với lưới chắn rác, công trình bảo vệ cát và bể hút thành khối, không còn công điều tiết kênh dẫn và bể tập trung nữa.

Trạm bơm tưới có thể bố trí bên cạnh đập, nhà máy của trạm thường được đặt ở các trụ của đập tràn hoặc ở hạ lưu. Trong trường hợp này kích thước phần khối dưới của nhà máy thường lấy theo kích thước đập và nhà máy trở thành một phần

của đập hoặc bị cắt ra khỏi mái hạ lưu đập. Thông thường nhà máy như thế thích hợp với bơm trục đứng lưu lượng lớn.

Trường hợp khác, khi cột nước cần bơm lớn hơn cột nước mà máy bơm có khả năng tạo ra, lúc này trên tuyến dẫn có thể xây dựng hai hoặc hơn hai trạm bơm nối tiếp.



Hình 2 – 5. Sơ đồ bố trí nối tiếp bậc thang của các trạm bơm

1-nguồn nước, 2,5- trạm bơm nâng số I và số II, 3-các đường ống áp lực, 4-tháp điều áp (tháo sự cố), 6-kênh tháo, 7,8,9- biểu đồ cột nước tương ứng: khi hai trạm làm bình thường, khi $Q_{I,II} = 0$ và ngắt sự cố, khi bơm II và $Q_{II} = 0$ và tháo sự cố.

Ở vùng núi và trung du, các khu tưới thường có đặc điểm: ruộng đất có độ dốc lớn và ruộng bậc thang, diện tích tưới nhỏ, phân tán, các khu tưới lại xa nguồn nước, sông suối ở miền núi có lưu lượng thay đổi lớn, dòng chảy mang nhiều phù sa về mùa lũ, cao trình đặt máy lại cao so với mực nước biển... những đặc điểm này gây bất lợi về giá thành lẫn vấn đề khí thực. Do vậy khi bố trí trạm cần phải có những giải pháp thích hợp để giảm đầu từ và đảm bảo an toàn cho trạm như:

+ Vì ruộng bậc thang nên cần phân cấp các trạm bơm theo khu tưới để tiết kiệm năng lượng khi bơm.

+ Do ống dẫn dài, cột nước cao để giảm giá thành ống cần giảm hợp lý đường kính ống dẫn, phải kiểm tra nước và đường ống khi dùng máy đột ngột.

+ Dao động mực nước giữa hai mùa lũ lớn, cao trình đặt máy lại cao so với cao trình biển, dòng chảy nhiều bùn cát... việc chọn cao trình đặt máy cần đảm bảo chống khí thực...

TRẠM BƠM TIÊU VÀ TRẠM BƠM TƯỚI TIÊU KẾT HỢP

Trạm bơm tiêu được xây dựng để bơm nước từ kênh tiêu hở, từ các giếng khoan đứng. Từ các hồ móng của vùng ngập nước... Ở nước ta, do các sông chỉ cắt ruộng đất thành từng vùng có đê ngăn lũ bảo vệ, do vậy về mùa mưa, lũ mực nước sông lên cao hơn mặt ruộng trong đồng, nước thừa trong ruộng không tiêu tự chảy ra sông được gây nên úng ngập đồng, do vậy cần phải bơm tiêu úng chủ động.

Trạm bơm tiêu được phân ra các loại: trạm tiêu nước mặt, trạm tiêu nước ngầm, trạm bơm tiêu kết hợp cả nước mặt lẫn nước ngầm.

Thời gian làm việc của các trạm bơm tiêu cũng khác nhau: các trạm bơm tiêu nước lũ và nước mưa rào làm việc có chu kỳ, thời gian ngắn trong năm, còn bơm nước ngầm thông thường làm việc quanh năm. Ở nước ta hiện nay chủ yếu là tiêu nước mặt cho cây trồng. Trạm bơm tiêu có những đặc điểm sau:

- Lưu lượng bơm rất không đều và rất lớn. Mật độ không đều tùy thuộc nhiều vào sự dao động của nước mặt và nước ngầm.

- Làm việc gián đoạn. Thời gian trạm không làm việc tùy thuộc vào sức chứa của dung tích điều tiết và thời gian ngập cho phép của khu vực. Thời gian trạm bơm tiêu làm việc trong năm tuy ít nhưng rất nặng.

- Cột nước cần bơm thấp nhưng thay đổi liên tục.

- Lưu lượng tính toán của các máy bơm chính trong trạm bơm tiêu được chọn cần phải tính đến ngập cục bộ có thể xảy ra trong thời gian ngắn. Bởi vậy phần trên của kết cấu dưới nước nhà máy và sàn phần trên nhà máy cần phải đặt cao hơn từ $\geq 0,5$ m so với cao trình nền hoặc mực nước tính toán lớn nhất khi có sóng dâng.

Trong điều kiện vào thời điểm nào đó các kênh tiêu có khả năng tháo tự chảy thì cần xem xét tính hợp lý việc xây dựng công trình tháo tự chảy. Công trình tháo tự chảy đặt tách biệt với nhà máy bơm nếu lưu lượng tháo tự chảy lớn hơn lưu lượng của trạm bơm, hoặc công trình tự chảy kết hợp với nhà máy nếu như lưu lượng này không vượt quá lưu lượng trạm bơm và không được mở rộng phần dưới

nước của nhà máy. Để mái dốc kênh tháo không bị phá hoại thì lưu lượng của trạm cần được thay đổi một cách đều đặn. Yêu cầu này sẽ đạt được ở những trạm bơm có số lượng tổ máy bơm chính nhiều hoặc có đặt các máy bơm “thay thế” hoặc các máy bơm có khả năng thay đổi số vòng quay.

Một số trạm bơm tiêu do chênh lệch lưu lượng và cột nước tiêu nhiều có thể phải chọn một số máy bơm khác loại trong một nhà máy để tránh việc chọn quá nhiều máy bơm chính không kinh tế. Tuy nhiên, sẽ gây khó khăn cho quản lý, vận hành.

TRẠM BƠM CẤP NƯỚC NÔNG THÔN

Người ta gọi nhà máy trong đó chứa các máy bơm chính và máy bơm phụ cùng các trang thiết bị liên quan nhằm cấp nước cho vùng nông thôn làm trạm bơm cấp nước nông thôn. Loại trạm bơm này được phân chia ra theo các cách sau:

- Phân theo vị trí tuyến bơm nước: Trạm bơm nâng nút I, trạm bơm nâng chuyển tiếp II và các trạm bơm nâng tiếp theo.
- Phân theo công dụng của trạm: Trạm bơm cấp nước uống trang trại, trạm bơm cấp nước sản xuất.
- Phân theo đặc điểm công nghệ: Trạm bơm bờ sông, trạm bơm lòng sông...
- Phân theo đặc điểm kết cấu: Trạm bơm tách riêng, trạm bơm kết hợp

Yêu cầu đặt ra đối với loại trạm bơm này như sau:

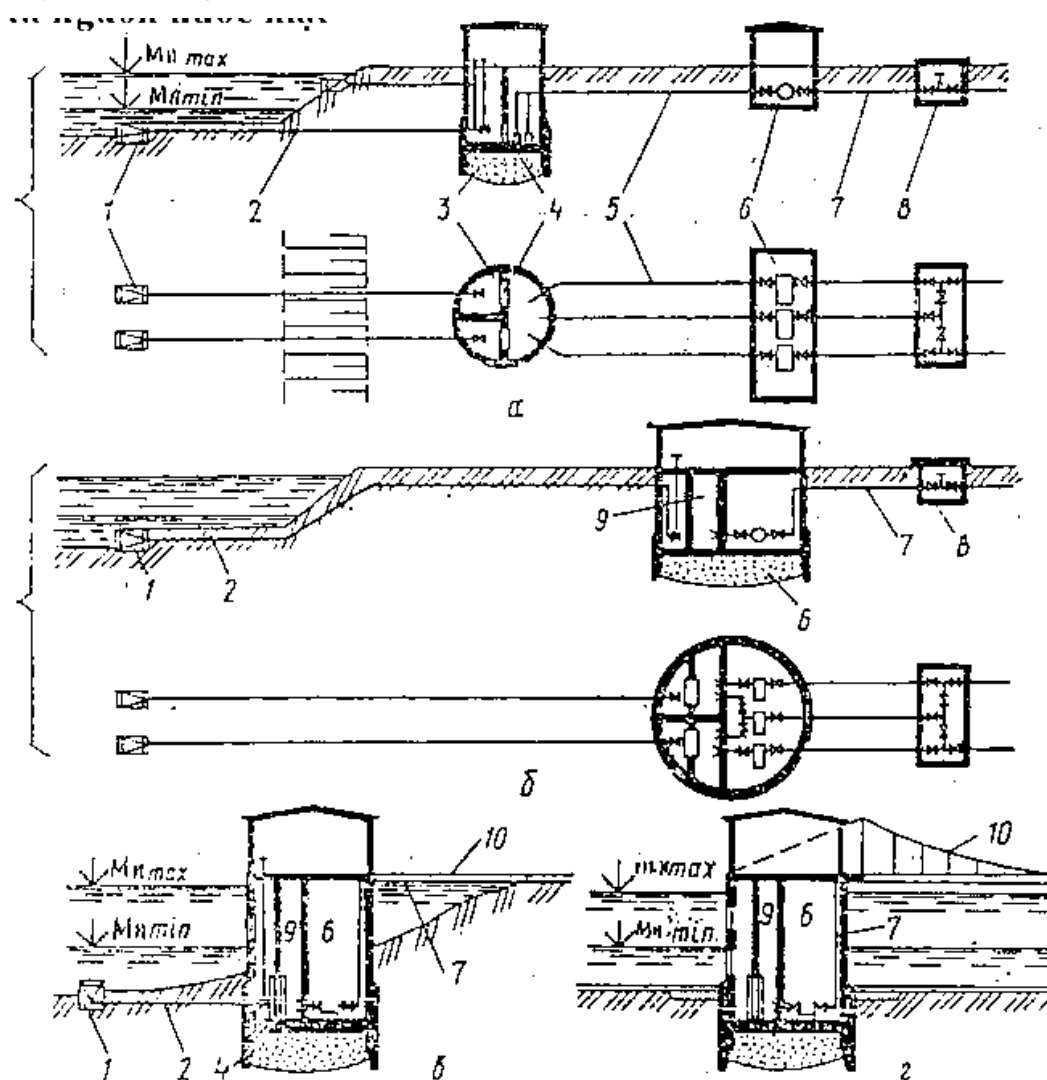
Có tính an toàn cao. Vì vậy ngoài thiết bị bơm chính còn lắp đặt các tổ máy bơm dự phòng và các trang thiết bị phụ.

Đảm bảo yêu cầu vệ sinh cao. Xung quanh trạm bơm cần đảm bảo vệ sinh, bên trong nhà máy cần có các công trình vệ sinh và bố trí các phòng cho nhân viên trực ban nghỉ.

Cần có mức tự động hóa cao.

Lưu lượng trạm bơm cấp tương đối nhỏ, bởi vậy các đường ống được làm bằng thép cán có đường kính nhỏ, điều này cho phép dễ dàng lắp ghép đường ống trong nhà máy.

Thành phần của các trạm bơm loại này có thể thay đổi phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên. Bởi vậy, thường bố trí tối ưu của chúng được chọn thông qua kết quả so sánh kinh tế - kỹ thuật nhiều phương án.

Lấy nước từ nguồn nước mặt:**Hình 2-6** Các sơ đồ trạm bơm cấp nước nông thôn

a,δ,β,γ-nhà máy bơm tương ứng: đứng tách riêng, kết hợp với giếng bờ, nằm trong vùng giếng bờ, kiểu lòng sông: 1-đầu nút ngập, 2-ống tự chảy (hoặc xi phông), 3-giếng bờ, 4-hai dây lưới phẳng, 5,7-ống hút và ống đẩy, 6-nhà máy bơm, 8,9-buồng cửa van và ngăn hút, 10-cầu công tác.

Công trình lấy nước của trạm bơm nâng đầu nút 1 được xây dựng trên nền đất yếu bảo hòa, nước đặt ở bãi bồi sông và hồ chứa khi mực nước dao động lớn rất phức tạp trong việc bố trí (xem hình 2-6).

Sơ đồ a được áp dụng rộng rãi với mọi loại bãi bồi, mọi loại địa chất, mọi cấp lưu lượng. Sơ đồ này có nhược điểm là số lượng công trình nhiều, người ta luôn tìm cách giảm bớt số lượng hạng mục, nếu được.

Sơ đồ δ có lợi hơn sơ đồ a ở chỗ nhà máy kết hợp với giếng bờ. Các sơ đồ b và c cũng áp dụng với mọi cấp lưu lượng nhưng phức tạp cả trong thi công lẫn trong vận hành do đặt gần giữa sông.

2.2. THIẾT BỊ CƠ ĐIỆN CHÍNH CỦA TRẠM BƠM

2.2.1. THIẾT BỊ CHÍNH VÀ YÊU CẦU ĐỐI VỚI MÁY BƠM

Các thiết bị chính trong trạm bơm gồm có: các thiết bị cơ thủy lực chính và các thiết bị về năng lượng chính:

Các thiết bị cơ thủy lực chính của trạm bơm đảm bảo cung cấp đủ nước cho các hộ dùng nước (hoặc tiêu nước) tương ứng với biểu đồ lưu lượng yêu cầu. Thành phần của thiết bị này gồm có: các tổ máy hoặc các cụm thiết bị tham gia trực tiếp vào quá trình bơm nước theo biểu đồ lưu lượng đã định như: các máy bơm chính, các thiết bị trên đường ống áp lực (van, thiết bị an toàn, van ngược...).

Các thiết bị năng lượng chính của trạm bơm nhằm đảm bảo làm việc của các máy bơm chính, gồm có: động cơ để kéo máy bơm chính, và các thiết bị để truyền công suất từ trục động cơ cho trục bơm chính.

Kiểu và nhãn hiệu của máy bơm chính được chọn dựa vào kết quả tính toán kinh tế - kỹ thuật, luận chứng được tính hợp lý của việc sử dụng nó trong trạm bơm. Việc tính toán không riêng về giá thành của trạm mà còn tính cả đến chi phí vận hành năm của trạm. Đối với trạm bơm tưới và tiêu cũng như trạm bơm cấp nước nông thôn thông thường sử dụng máy bơm cánh quạt.

Các máy bơm chính được chọn cần phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Đảm bảo cấp đầy đủ lưu lượng nước theo biểu đồ đã định trong suốt mùa với mức an toàn và kinh tế cao.
- Làm việc với hiệu suất cao trong mọi chế độ làm việc.
- Có kích thước và khối lượng nhỏ nhất.
- Có khả năng phòng chống khí thực tốt nhất để cao trình đặt máy bơm cho phép việc xây dựng trạm bơm với chi phí nhỏ nhất.

- Tiện lợi trong lắp đặt và vận hành, dễ sửa chữa.
- Máy bơm đã được sản xuất hàng loạt để giá rẻ và tiến độ lắp ráp nhanh.

Tất nhiên chọn được một máy bơm đồng thời thỏa mãn các yêu cầu nêu trên thường là khó, bởi vậy trong mỗi trường hợp cụ thể cần dựa vào những yêu cầu quan trọng nhất cho hiệu quả tốt nhất về kinh tế - kỹ thuật cho xây dựng và vận hành trạm. Các máy bơm chính được chia ra thành: máy bơm chính, máy bơm dự trữ và “máy bơm bổ sung”.

2.2. CHỌN MÁY BƠM:

Các thông số cơ bản để chọn máy bơm là cột nước tính toán (H_{tk}) và lưu lượng tính toán (Q_{tk}) của mỗi máy bơm.

I. Tính toán các cột nước

1. Cột nước thiết kế H_{tk}

Cột nước thiết kế của máy bơm cũng chính là cột nước của trạm bơm, nó được xác định bằng tổng của chiều cao bơm nước địa hình bình quân (H_{bqdh}) và tổn thất cột nước từ bể hút đến bể tháo (gồm tổn thất cục bộ h_{cb} và tổn thất dọc đường h_d):

$$H_{tk} = H_{bqdh} + h_{cb} + h_d \quad (2-1)$$

Trong công thức (2 - 1), các thành phần cột nước tính như sau:

Trong giai đoạn đang tiến hành chọn máy chúng ta chưa có đường ống cụ thể, do vậy các trị số các cột nước tổn thất chỉ lấy sơ bộ theo kinh nghiệm: Tổn thất dọc đường lấy 2 ... 3m trên 1000 m dài đường ống, còn tổn thất cục bộ lấy 0,7 ... 2m

Máy bơm chính dùng trong trạm phải chọn theo cột nước thiết kế có tính đến sự dao động của mực nước ở bể hút và bể tháo sao cho trạm bơm làm việc với hiệu suất cao trong mọi thời kỳ làm việc, do vậy phải dùng cột nước bình quân có kể tới duy trì thời gian tương ứng (bình quân). Cột nước này tính theo nguyên lý sau: *Công tiêu hao để bơm lượng nước lên với cột nước bình quân bằng công cần tiêu hao để bơm lượng nước ấy với các cột nước thay đổi theo các thời kỳ*, nghĩa là:

$$\gamma.H_{bqdh} \cdot \sum_{i=1}^n (Q_i.t_i) = \gamma \cdot \sum_{i=1}^n (Q_i.H_i.t_i)$$

từ đây rút ra cột nước bình quân địa hình:

$$H_{bqdh} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i.H_i.t_i)}{\sum_{i=1}^n (Q_i.t_i)} \quad (2-2)$$

Trong đó: Q_i , H_i là lưu lượng và cột nước địa hình tương ứng với thời kỳ t_i .

Các trị số cột nước địa hình H_i là hiệu số mực nước bề hút phụ thuộc vào chế độ thủy văn của sông. Để xác định cột nước bình quân địa hình ta dùng dao động mực nước sông của năm thủy văn trung bình (tần suất $p = 50\%$) để tính toán, còn mực nước ở bề tháo phụ thuộc vào mực nước trong kênh tưới nổi bề tháo. Nếu trên kênh tưới này không có công trình điều tiết đặc biệt thì mực nước trong kênh phụ thuộc lưu lượng và theo trạng thái chảy đều trong kênh. Mực nước sau trạm bơm tiêu phụ thuộc chế độ thủy văn của khu nhận nước tiêu:

- Khi khu nhận nước tiêu là sông thì mực nước phụ thuộc vào hình thức công trình chuyển nước ra sông, nếu dùng kênh hở chuyển nước ra sông thì lấy quá trình mực nước sông theo năm thủy văn trung bình trong thời kỳ tiêu nước.

- Nếu khu nhận nước tiêu là ao, hồ chứa thì phải qua tính toán điều tiết hồ để xác định quá trình thay đổi mực nước theo thời gian tiêu.

* Mực nước ở bề hút của trạm bơm tiêu phụ thuộc vào đặc tính thiết kế và chế độ làm việc của trạm bơm tiêu. Cụ thể như sau:

- Nếu trạm bơm tiêu triệt để, nghĩa là tiêu hết toàn bộ nước trong khu tiêu, thì mực nước lớn nhất trong kênh tiêu đến nhà máy phải được ấn định để tiêu hết khu tiêu, mực nước thay đổi phụ thuộc vào trị số lưu lượng được tải trong kênh. Nếu trước trạm bơm có xây bề điều tiết thì mực nước trong bề hút sẽ do khả năng điều tiết của bề quyết định. Tuy nhiên việc xây bề điều tiết phải thông qua tính toán kinh tế quyết định.

- Nếu trạm bơm chỉ yêu cầu tiêu hết một cao trình nào đó, còn lại một số diện tích vẫn để ngập. Trong trường hợp này dao động mực nước ở bể hút sẽ phụ thuộc vào diện tích và địa hình khu ngập nước, thời gian cho phép ngập và lưu lượng đến trạm.

* Nếu bơm lấy nước tưới từ kênh chính hoặc bơm tưới riêng biệt ở các hệ thống tưới tự chảy thường thiết kế kênh dẫn và kênh tháo có cùng mặt cắt khi địa chất tuyến giống nhau. Trường hợp này mọi cột nước địa hình đều bằng nhau. Còn nếu mặt cắt kênh dẫn và kênh tháo khác nhau thì cột nước địa hình bình quân sẽ lấy trung bình giữa cột nước địa hình lớn nhất (H_{dhmax}) và cột nước địa hình nhỏ nhất (H_{dhmin}):

$$H_{dhbq} = (H_{dhmax} + H_{dhmin})/2 \quad (2 - 3)$$

Công thức (2-3) cũng còn được dùng khi dao động mực nước hai bể nhỏ hơn 2m.

2. Cột nước lớn nhất và nhỏ nhất

Trong vận hành thực tế của trạm bơm, ngoài cột nước thiết kế máy bơm còn làm việc cột nước thay đổi từ thấp nhất (H_{min}) đến cao nhất (H_{max}), để bảo đảm máy bơm làm việc hiệu suất cao và an toàn chúng ta cần phải biết các trị số cột nước giới hạn này để tiến hành kiểm tra những thông số kỹ thuật của máy bơm:

Cột nước lớn nhất được tính theo công thức:

$$H_{max} = H_{dhmax} + h_{cb} + h_d \quad (2 - 4)$$

Cột nước nhỏ nhất được tính theo công thức:

$$H_{min} = H_{dhmin} + h_{cb} + h_d \quad (2 - 5)$$

Trong đó các cột tổn thất cục bộ và dọc đường xác định như trường hợp thiết kế, còn các cột nước địa hình lớn nhất và nhỏ nhất xác định theo mực nước lớn nhất hay nhỏ nhất ở bể tháo (Z_{bt}) và ở bể hút (Z_{bh}) trong các trường hợp thiết kế và kiểm tra theo dạng công thức chung sau đây:

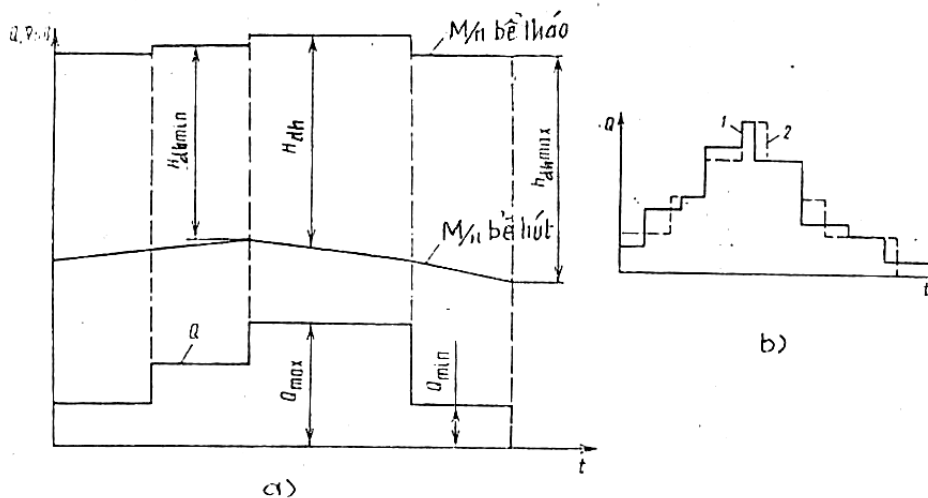
$$H_{dhmax} = Z_{btmax} + Z_{bhmin}$$

$$H_{dhmin} = Z_{btmin} + Z_{bhmax}$$

Các cột nước này ta dùng kiểm tra vùng hiệu suất của máy bơm, kiểm tra khả năng phát sinh khí thực và vấn đề quá tải của động cơ. Các cột nước lớn nhất và nhỏ nhất cùng tên cũng có giá trị khác nhau khi chúng ta tính cho trường hợp thiết kế hay trường hợp kiểm tra, như ở dòng chảy thiết kế có cột nước lớn nhất, nhỏ nhất thiết kế còn khi dùng dòng chảy kiểm tra sẽ có cột nước lớn nhất và nhỏ nhất kiểm tra. Việc tính toán các trường hợp này sẽ được dùng để đánh giá toàn diện các trường hợp vận hành có thể xảy ra đối với máy bơm và trạm bơm. Ngoài ra trong một số trường hợp cụ thể như thiết kế trạm bơm tưới ở vùng cao, việc xác định trạm bơm một cấp chung cho toàn bộ khu tưới không lợi về kinh tế bằng việc thay nó bằng hệ thống gồm 2, 3 cấp... Có cách tính toán riêng chọn vị trí đặt các bể tháo của các cấp trạm hoặc so sánh kinh tế các phương án cấp trạm mà chọn, theo phương pháp tính chung.

II. Tính toán chọn số máy bơm và lưu lượng thiết kế của máy bơm

Việc chọn số máy bơm và lưu lượng thiết kế của máy bơm xuất phát từ yêu cầu thỏa mãn biểu đồ yêu cầu dùng nước (về lưu lượng và lượng nước yêu cầu, Hình 9-1) mà trạm bơm đảm nhận sao cho hiệu quả kinh tế là cao nhất. Muốn vậy phải qua so sánh kinh tế - kỹ thuật về các phương án số máy bơm về cả đầu tư cơ bản lẫn chi phí vận hành hàng năm mà quyết định số tổ máy và loại máy bơm. Các máy bơm được chọn phải thỏa mãn những yêu cầu đặt ra đối với máy bơm như đã đề cập ở mục A của chương này.



Hình 2-6. Các dạng biểu đồ yêu cầu nước $Q - t$

- a) Biểu đồ yêu cầu lưu lượng và sự thay đổi mực nước địa hình theo thời gian
 b) Biểu đồ lưu lượng yêu cầu (1) và biểu đồ lưu lượng do trạm bơm cung cấp (2)

Lưu lượng thiết kế của một máy bơm Q_{tk} phụ thuộc vào số lượng máy bơm a , nhãn hiệu của máy bơm được chọn và biểu đồ nhu cầu nước. Lưu lượng thực tế của máy bơm dao động từ trị số lưu lượng nhỏ nhất Q_{min} đến trị số lưu lượng lớn nhất Q_{max} và được xác định trên đường đặc tính cột nước $H - Q$ của máy bơm được chọn ứng với cột nước thiết kế lớn nhất H_{tkmax} và nhỏ nhất H_{tkmin} . Việc chọn Q_{tk} có thể dựa vào các trường hợp sau:

Nếu biểu đồ lưu lượng yêu cầu có dạng bậc thang và lưu lượng của các bậc đều là bội (số nguyên) của lưu lượng Q_{min} nào đó (như hình 2-6a) thì Q_{tk} lấy bằng Q_{min} ($Q_{tk}=Q_{min}$). Trường hợp Q_{min} này quá lớn, vượt quá lưu lượng của máy bơm đã sản xuất, ta có thể chia Q_{min} cho 2,3... cho phù hợp và lúc này $Q_{tk} = \frac{Q_{min}}{2}, \frac{Q_{min}}{3} \dots$ và

số lượng máy bơm trong trường hợp này là $a = \frac{Q_{max}}{Q_{tk}}$. Với số lượng máy bơm chọn

được thì biểu đồ lưu lượng và tổng lượng yêu cầu luôn được thỏa mãn với mọi giai đoạn bơm và được điều chỉnh bằng việc tăng hay giảm số máy giống nhau cùng tham gia vận hành song song cho phù hợp với yêu cầu của từng đoạn. Máy bơm được chọn theo trường hợp này có nhiều ưu điểm: vừa đảm bảo tính lưu chuyển của các tổ máy và những cụm chi tiết máy cùng kích cỡ trong sửa chữa lắp đặt, vừa nâng cao tính an toàn cho cả trạm.

Tuy nhiên trong thực tế, biểu đồ yêu cầu nước phức tạp hơn biểu đồ a), chúng có dạng bậc hoặc các bậc này không phải là bội của Q_{min} (xem hình vẽ 2-6b) nếu lấy lưu lượng của từng bậc chia cho Q_{min} sẽ có những số không nguyên. Trường hợp này lưu lượng thiết kế của máy bơm được xác định xuất phát từ yêu cầu thỏa mãn lưu lượng lớn nhất Q_{max} và nhỏ nhất Q_{min} . Số tổ máy này được chọn theo kinh nghiệm, thường $a = 2 \dots 8$ máy, tối thiểu 2..3 máy, tốt nhất là $a = 4 \dots 5$ máy. (Theo kinh nghiệm Liên Xô cũ: khi lưu lượng trạm $Q_{trạm} \leq 1 m^3 / s$ thì $a = 2 \dots 4$, khi $Q_{trạm} \leq 5 m^3 / s$ thì $a = 3 \dots 5$, khi $Q_{trạm} \leq 30 m^3 / s$ thì $a = 4 \dots 6$, còn khi $Q_{trạm} > 30 m^3 / s$ thì $a = 5 \dots 9$ máy). Như vậy lưu lượng thiết kế sẽ là:

$$Q_{tk} = \frac{Q_{max}}{a} \quad (2 - 6)$$

Biểu đồ yêu cầu dùng nước (hoặc tiêu nước) đã cho tương ứng lưu lượng Q_{tk} được tính theo công thức (2-6) được xây dựng thành sơ đồ bậc sao cho giữ được dung tích tổng của lượng nước cần (ứng với đường I) bằng dung tích tổng mà bơm cung cấp được (ứng với đường 2), nghĩa là $\Sigma Q_{yêu cầu} \cdot \Delta t = \Sigma Q_{bơm} \cdot \Delta t$. Cách chọn lưu lượng thiết kế và số máy theo (2-6) mới thỏa mãn yêu cầu về lưu lượng lớn nhất và yêu cầu về tổng lượng nước yêu cầu mà chưa bảo đảm về mặt lưu lượng của từng giai đoạn (từng bậc) tưới. Do vậy cần dựa vào biểu đồ yêu cầu, so sánh giữa yêu cầu lưu lượng và khả năng bơm của từng giai đoạn để điều chỉnh máy bơm làm việc sau này, chú ý đến việc chạy máy bảo đảm hiệu suất cao và đảm bảo năng suất cây trồng.

Đôi khi để bơm phủ kín biểu đồ yêu cầu lưu lượng người ta lắp thêm những “tổ máy bơm bổ sung”. Loại máy bơm này đóng vai trò bơm bổ sung tung độ lưu lượng nước còn thiếu ở từng bậc mà máy bơm chính được chọn chưa đủ năng lực để phủ bậc. Khác với các máy bơm chính, các máy bơm bổ sung có tổng lưu lượng không vượt quá lưu lượng của một máy bơm chính, ngoài chức năng bổ sung, máy bơm này còn được dùng môi nước cho máy bơm chính trước khi khởi động hoặc tham gia bơm tiêu nước trong nhà máy... Việc có sử dụng máy bơm bổ sung hay không cần phải qua tính toán so sánh kinh tế - kỹ thuật để quyết định.

Đối với trạm bơm có cột nước thay đổi nhiều sẽ có ảnh hưởng lớn đối với lưu lượng của máy bơm, do đó trường hợp này cần lập biểu đồ công suất để định phương án tổ máy. Cách làm cũng giống như dùng biểu đồ lưu lượng yêu cầu.

Chọn phương án tổ máy cuối cùng phải thông qua tính toán so sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của các phương án số máy. Khi tính toán kinh tế thường các công trình ngoài nhà máy ít thay đổi như: bể tháo, ống đẩy, kênh dẫn... nên không cần đưa vào tính đầu tư phương án. Thường dùng phương pháp hoàn vốn chênh

lệch để so sánh: $T_{hv} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} \leq [T_{hv}] = 8...10 \text{ năm}$, mà chúng ta đã biết. Trong công

thức này K_1 và K_2 là vốn đầu tư cơ bản của phương án I và phương án II, C_1 , C_2 là tổng chi phí quản lý hàng năm của phương án I và II, bao gồm: tiền trích ra để sửa chữa công trình và thiết bị hàng năm, tiền chi phí năng lượng hàng năm, tiền lương

hàng năm của biên chế cán bộ quản lý trạm, tiền chi phí vật liệu bôi trơn, vệ sinh máy móc, chi phí hành chính quản trị và các chi phí khác.

III. Chọn máy bơm chính

Sau khi chúng ta đã xác định được lưu lượng và cột nước thiết kế của máy bơm chúng ta sẽ tiến hành chọn máy bơm. Nội dung của chọn máy bơm là xác định nhãn hiệu và các thông số cụ thể của máy bơm và tiến hành kiểm tra hiệu suất làm việc, điều kiện không sinh khí thực thông qua được đặc tính của máy bơm được chọn ứng với cột nước $H_{\max}$ và $H_{\min}$... Để chọn máy bơm chúng ta dựa vào các bảng tra máy bơm hoặc các biểu đồ sản phẩm máy bơm đã có sản xuất ở trong và ngoài nước để tra chọn. Nhãn hiệu máy bơm tuân theo hãng sản xuất đặt. Hiện nay kinh tế nước ta hội nhập với các nước trên thế giới nên ngoài thiết bị trong nước chúng ta có thể mua ở nước ngoài, cách đặt tên thiết bị mỗi nước mỗi khác, do vậy tuân theo hướng dẫn cụ thể của nơi sản xuất. Trong nước chúng ta cũng đã chế tạo một số loại máy bơm, thường là loại nhỏ và trung bình nên ngoài việc mua máy trong nước chúng ta thường mua máy của Liên Xô cũ hoặc của Trung Quốc... Sau đây giới thiệu một số loại máy bơm nhãn hiệu Việt Nam và của Liên Xô cũ mà chúng ta hay chọn dùng.

1. Máy bơm do Việt Nam chế tạo

- Máy bơm công xôn trục ngang, có ký hiệu như sau: hai chữ đầu tiên LT biểu thị loại bơm li tâm, dãy số tiếp theo biểu thị lưu lượng (m^3/h), dãy số cuối cùng hiển thị cột nước (m).

Ví dụ 1: **LT 450 - 16**, biểu thị đây là loại bơm li tâm, có lưu lượng $Q = 450 \text{ m}^3/\text{h}$. cột nước bơm là $H = 16 \text{ m}$

Ví dụ 2: **LT 28 - 25 A**, biểu thị đây là loại bơm li tâm, có lưu lượng $Q = 28 \text{ m}^3/\text{h}$. cột nước bơm là $H = 25 \text{ m}$, đã qua cải tiến (chữ A)

- Máy bơm li tâm song hướng (hai cửa vào). Ký hiệu cũng tương tự như bơm công xôn chỉ khác là thêm số 2 sau LT để biểu thị bơm song hướng.

Ví dụ 1: **LT2 280 - 60**, biểu thị bơm li tâm song hướng, có lưu lượng $Q = 280 \text{ m}^3/\text{h}$ và cột nước $H = 60 \text{ m}$.

- Máy bơm đa cấp trục ngang, ký hiệu ba chữ đầu LTC biểu thị bơm li tâm đa cấp, dãy số tiếp theo biểu thị lưu lượng (m^3/h), chữ số tiếp theo nửa chỉ cột nước (m), chữ số sau dấu nhân chỉ số bánh xe công tác (số cấp)

Ví dụ : **LTC 5 - 9 x 13** , biểu thị bơm li tâm đa cấp, có $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 9 \text{ m}$, 13 cấp.

- Máy bơm xoáy, ký hiệu hai chữ đầu BX biểu thị máy bơm xoáy, dãy số tiếp theo biểu thị lưu lượng (m^3/h), dãy số cuối cùng hiển thị cột nước (m).

Ví dụ : **BX 3,6 - 16** , biểu thị máy bơm xoáy, có $Q = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ và cột nước $H = 16\text{m}$.

- Máy bơm chân không, ký hiệu cũng tương tự máy bơm công xôn chỉ khác chữ đầu là BCK là bơm chân không

Ví dụ : **BCK 29 -510** , biểu thị máy bơm chân không, có $Q = 29 \text{ m}^3/\text{h}$ và cột nước $H = 510\text{mmHg}$

- Máy bơm hướng trục trục đứng, trục nghiêng, ký hiệu ba chữ đầu HTĐ hoặc HNT biểu thị bơm hướng trục đứng (trục nghiêng), dãy số tiếp theo biểu thị lưu lượng (m^3/h) và dãy chữ số sau gạch ngang là cột nước (m)

Ví dụ : **HTĐ 3600 - 4,5** , biểu thị máy bơm hướng trục trục đứng, có $Q = 3600 \text{ m}^3/\text{h}$ và cột nước $H = 4,5 \text{ m}$

- Máy bơm li tâm đa cấp trục đứng , ký hiệu LTCD là bơm li tâm đa cấp trục đứng, dãy số tiếp theo biểu thị lưu lượng (m^3/h), chữ số tiếp theo chỉ cột nước của một cấp (m), và chữ số sau dấu nhân là số cấp.

Ví dụ : **LTCD 30 - 4x3** , biểu thị bơm li tâm đa cấp trục đứng, có $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h}$, cột nước một cấp là 4m và có 3 cấp ($H = 4 \times 3 = 12 \text{ m}$)

- Máy bơm hỗn lưu (bơm hướng chéo), ký hiệu HL là hỗn lưu, tiếp theo là lưu lượng (m^3/h) rồi cột nước. Ví dụ: **HL 230 - 6** là bơm hỗn lưu có $Q = 230 (\text{m}^3/\text{h})$, $H = 6\text{m}$.

2. Máy bơm chế tạo tại Liên Xô cũ

- Máy bơm công xôn, chữ số đầu là đường kính cửa vào BXCT tính bằng inch (25mm), chữ tiếp theo K (hoặc KM) là bơm công xôn (hoặc bơm công xôn khối), chữ số tiếp theo nữa là tỷ tốc n_s đã chia 10.

Ví dụ: **3 K - 6**, biểu thị máy bơm công xôn có đường kính cửa vào BXCT $D_1 = 3 \times 25 = 75$ mm, tỷ tốc $n_s = 6 \times 10 = 60$ v/ph.

Kí hiệu khác của bơm công xôn, chữ đầu biểu thị loại bơm công xôn, tỷ số tiếp theo: từ số biểu thị Q (m^3/h) mẫu số biểu thị H (m).

Ví dụ: **K 8/18** là bơm công xôn, có lưu lượng $Q = 8 m^3/h$ và cột nước $H = 18m$.

- Máy bơm li tâm trục đứng, dãy số đầu biểu thị đường kính cửa vào BXCT tính bằng inch, chữ B chỉ trục đứng, dãy số tiếp theo nữa là tỷ tốc đã chia 10.

Ví dụ: **40 B 24**, biểu thị máy bơm li tâm trục đứng, $D_1 = 40 \times 25 = 100$ mm, tỷ tốc $n_s = 24 \times 10 = 240$ v/ph.

- Máy bơm li tâm đa cấp, dãy số đầu biểu thị đường kính D_1 tính bằng inch, chữ M biểu thị loại bơm đa cấp, con số sau gạch ngang là chỉ tỷ tốc đã chia 10, số tiếp theo sau dấu nhân chỉ số BXCT (số cấp)

Ví dụ: **10 M - 6 x 5** là bơm li tâm có $D_1 = 10 \times 25 = 250$ mm, $n_s = 60$ v/ph và có 5 BXCT đặt trên cùng một trục (bơm đa cấp 5 cấp).

- Máy bơm song hướng trục ngang, ký hiệu số đầu là đường kính D_1 (inch), chữ tiếp theo Π là bơm song hướng, số tiếp theo là chỉ tỷ tốc đã chia 10.

Ví dụ: **10 Π 6**, biểu thị $D_1 = 10 \times 25 = 250$ mm, máy bơm hai cửa $n_s = 60$ v/ph

- Máy bơm song hướng trục đứng, ký hiệu dãy số đầu và cuối theo cách trên còn chữ HCB là bơm song hướng trục đứng

Ví dụ: **20H Π CB**, là bơm li tâm song hướng trục đứng có đường kính $D_1 = 20 \times 25 = 500$ mm

- Máy bơm hướng trục trục đứng, số đầu là D_1 (inch), chữ Πp là bơm hướng trục cánh cố định, số tiếp theo là tỷ tốc đã chia 10

Ví dụ: **20 Πp - 60**, là máy bơm hướng trục cánh cố định có đường kính $D_1 = 20 \times 25 = 500$ mm, tỷ tốc $n_s = 60 \times 10 = 600$ v/ph.

Cách ký hiệu khác: Chữ O là bơm hướng trục trục đứng cánh cố định, chữ số tiếp theo là số hiệu BXCT, dãy số tiếp theo là đường kính BXCT (cm).

Ví dụ: **O 6 - 55**, nghĩa là bơm hướng trục cánh cố định trục đứng, có là số hiệu BXCT là 6, đường kính BXCT là 55 cm.

- Máy bơm hướng trục cánh trục quanh trục đứng, dãy chữ OPI là bơm hướng trục trục đứng cánh quay, số tiếp theo là số hiệu BXCT, dãy số tiếp theo là đường kính BXCT (cm).

Ví dụ: **OPI 6 - 87**, nghĩa là bơm hướng trục cánh quay trục đứng, có là số hiệu BXCT là 6, đường kính BXCT là 87 cm

3. Cách chọn máy bơm

Nhà máy chế tạo máy bơm công bố sản phẩm máy bơm mà họ đã chế tạo bằng bảng liệt kê hoặc bằng các biểu đồ sản phẩm. Dựa vào cột nước và lưu lượng thiết kế, khách hàng có thể tra tìm máy bơm mà mình muốn dùng.

Tóm lại nội dung chọn máy bơm chính như sau:

- Trên cơ sở có Q_{tk} và H_{tk} tra nhãn hiệu máy bơm và các thông số
- Dùng đường đặc tính của nhãn hiệu máy bơm vừa chọn, kiểm tra máy bơm được chọn. Vẽ lại các đường đặc tính mới (nếu cần) khi thay đổi số vòng quay hoặc khi chọn giải pháp gọt bánh xe công tác.
- Xác định cao trình đặt máy bơm và kiểm tra cao trình này về khí thực.

2.2. ĐỘNG CƠ KÉO MÁY BƠM VÀ CHỌN ĐỘNG CƠ

Để dẫn động máy bơm có thể dùng động cơ điện, động cơ đốt trong, máy hơi nước, động cơ gió, ... Trong đó động cơ điện được dùng phổ biến nhất. Động cơ đốt trong chỉ được dùng đối với máy bơm di động hoặc trạm bơm tạm thời ở các vùng xa, động cơ chạy bằng sức gió chỉ dùng ở nơi có điều kiện thích hợp sử dụng gió... Bởi vậy ở đây chúng ta chỉ nghiên cứu về bơm dẫn động từ động cơ điện.

Hệ thống dẫn động máy bơm với sự tác động của năng lượng điện gọi là truyền động điện. Quy ước có thể chia hệ thống này làm ba phần: động cơ điện, thiết bị điều khiển động cơ điện, trang thiết bị truyền năng lượng từ động cơ điện đến máy bơm (bộ truyền động).

Động cơ điện được sử dụng rộng rãi trên trạm bơm do tính ưu việt của nó so với các loại truyền động khác: khối lượng xây lắp được giảm nhỏ, nền móng và thiết bị truyền năng lượng từ động cơ đến máy bơm đơn giản hơn (trục động cơ và trục máy bơm có thể được nối qua khớp nối trục), dễ tự động hóa khi khởi động

hoặc dùng máy, chi phí vận hành nhỏ, điều kiện làm việc tốt nhất, gian máy sạch sẽ...

I. Động cơ điện dị bộ

Động cơ điện dị bộ là động cơ có vòng quay của rô to nhỏ hơn vòng quay của từ trường, nó làm việc có “độ trượt” so với từ trường của stator (bảng so sánh dưới đây):

Số đôi cực	Động cơ điện		Số đôi cực	Động cơ điện	
	Dị bộ	Đồng bộ		Dị bộ	Đồng bộ
	2900	3000	5	585	600
	1450	1500	6	485	500
	960	1000	8	368	375
	730	750	10	290	300

Động cơ dị bộ có hai loại là động cơ rô to ngắn mạch (còn gọi là động cơ lồng sóc) và động cơ quấn dây. Động cơ rô to ngắn mạch so với động cơ quấn dây thì có kết cấu đơn giản hơn, kích thước và khối lượng nhỏ hơn, giá thành rẻ hơn. Nó có thể được đấu trực tiếp vào mạng điện qua cầu giao đơn giản hoặc điều khiển từ xa bằng khởi động từ. Tuy nhiên cần thấy rằng khi đấu trực tiếp động cơ này vào mạch thì dòng điện mở máy tăng 5....7 lần so với dòng điện định mức và điều này gây bất lợi đối với các hộ dùng điện khác cùng mạng. Động cơ rô to ngắn mạch có thể trực đứng hoặc trực ngang.

Động cơ điện dị bộ rô to quấn dây có biến trở khởi động được nối với cuộn dây của rô to. Biến trở khởi động chỉ được đóng vào mạch rô to trong giai đoạn mở máy động cơ. Khi vòng quay động cơ điện đạt tới gần vòng quay định mức thì biến trở tự động ngắt, còn động cơ vẫn tiếp tục ở chế độ rô to ngắn mạch. Dòng điện mở máy ở động cơ rô to quấn dây nhỏ hơn vài lần so với rô to ngắn mạch. Tuy vậy, trong trạm bơm, động cơ rô to quấn dây ít được sử dụng hơn rô to ngắn mạch bởi vì kết cấu của nó phức tạp hơn, kém an toàn trong vận hành và giá thành lại đắt hơn.

Căn cứ vào công suất có thể chia động cơ điện dị bộ làm ba loại chính sau:

- Loại nhỏ (có công suất nhỏ hơn 100 KW) thường là động cơ rô to ngắn mạch ba pha, động cơ loại này không có yêu cầu gì đặc biệt khi khởi động, điện áp định mức thường là 220/380 hoặc 500 V.

Động cơ chế tạo ở Liên Xô cũ dùng chữ A để kí hiệu động cơ điện dị bộ (hoặc chữ AO kí hiệu động cơ dị bộ có bảo vệ đặt ngoài trời), con số tiếp theo chỉ ở thân máy, số tiếp theo nữa chỉ cỡ chiều cao lõi thép từ, con số sau dấu gạch ngang chỉ số cực từ.

Ví dụ: **A 62 - 4** là động cơ dị bộ, có cỡ thân máy là cỡ 6, cỡ chiều cao lõi thép từ là cỡ 2 có 4 cực từ. Nếu kí hiệu **AO 62 - 4** là động cơ dị bộ đặt ngoài trời an toàn và các ký hiệu chữ số như quy ước trên.

Kí hiệu của động cơ dị bộ của Việt Nam cũng giống Liên Xô chỉ khác là thay chữ A bởi chữ K (không đồng bộ) hoặc chữ AK (không đồng bộ kiểu kín, đặt ngoài trời). Ví dụ: **DK 62 - 4** là động cơ dị bộ kiểu kín đặt ngoài trời, cỡ thân máy là 6, cỡ chiều cao lõi thép từ là 2 và có 4 cực từ

- Loại trung bình (có công suất từ 100 ... 200 kW). Động cơ dị bộ loại này có điện áp từ 220 / 380 V, 3.000 V hoặc 6.000 V. Liên Xô cũ chế tạo các loại có kí hiệu Γ AM, Π AM và AM. Trong đó chữ A là động cơ dị bộ Γ AM, Π AM là động cơ rôto với ngắn mạch kiểu rãnh sâu và lồng kiểu sóc kép có tính năng mở máy tốt, thích hợp với dung lượng nguồn điện nhỏ, phụ tải khởi động không lớn. Loại AM là loại động cơ dị bộ rôto quấn dây, dùng trong trường hợp dung lượng nguồn nhỏ không đủ cung cấp cho động cơ dị bộ kiểu rôto ngắn mạch khi khởi động.

- Loại lớn (có công suất lớn hơn 300 kW). Động cơ dị bộ loại lớn Liên Xô chế tạo có các loại: Π AMCO là loại động cơ kiểu ngắn mạch, loại Φ AMCO là loại động cơ dị bộ kiểu quấn dây. Loại động cơ này có điện áp 3.000 V và 6.000 V. Loại BAH là động cơ dị bộ trục đứng. Kí hiệu loại động cơ này như sau: Sau chữ BAH lần lượt là cỡ thân máy, cỡ chiều cao lõi thép từ, số cực từ. Ví dụ: **BAH 14 - 49 - 6** là loại động cơ dị bộ trục đứng có cỡ thân máy là 14, cỡ chiều cao lõi thép từ là 49 và có 6 cực từ.

II. Động cơ điện đồng bộ

Động cơ điện đồng bộ là động cơ có số vòng quay của rôto bằng số vòng quay của từ trường stator. Khi động cơ kéo máy bơm có công suất lớn hơn 200 kW

và làm việc trong thời gian dài liên tục thì thường dùng động cơ điện đồng bộ để kéo. Số đôi cực p và tần số tiêu chuẩn $f = 50 \text{ Hz}$ quyết định số vòng quay của động cơ : $n = 60 f / p$

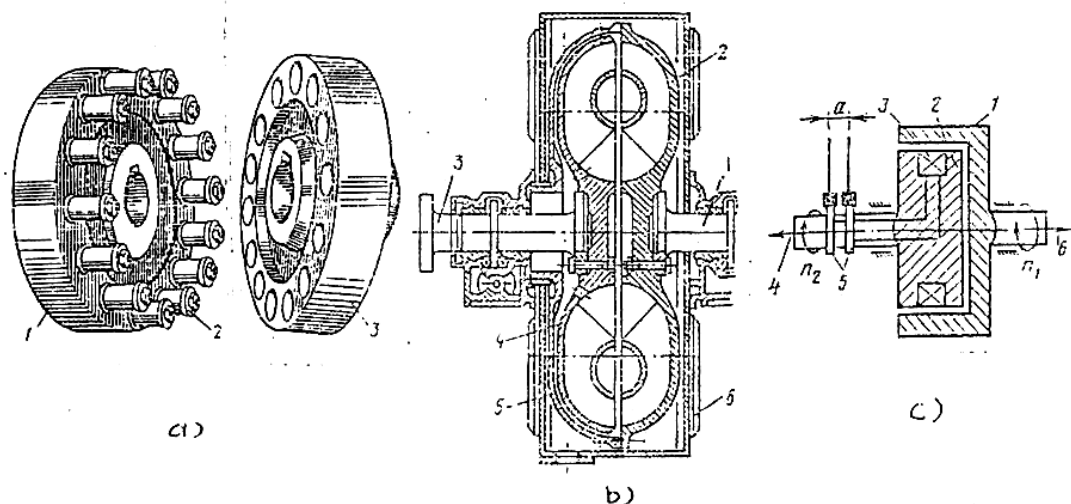
Động cơ điện đồng bộ mặc dù có cấu tạo và tự khởi động phức tạp, giá thành cao (thường hơn 20% so với động cơ dị bộ) nhưng vẫn được dùng rộng rãi trong thực tế vì ưu điểm sau đây:

- Có khả năng làm việc với hệ thống công suất ($\cos \Phi$) đạt tới 1, do vậy nâng cao được hệ thống công suất của mạng và tạo khả năng sử dụng điện kinh tế.
- Hệ thống công suất không phụ thuộc vào vòng quay định mức của rôto.
- Động cơ làm việc ổn định khi điện áp trong mạng dao động.
- Góp phần tăng hệ số công suất $\cos \Phi$ khi tham gia bù đồng bộ trong lưới điện.

III. Các loại cơ cấu truyền động từ động cơ cho máy bơm

Cơ năng do trục động cơ truyền cho trục máy bơm có thể qua các thiết bị sau: khớp nối đĩa, khớp nối thủy lực, khớp nối điện từ, truyền động đai truyền, truyền động bánh răng ...

1. Khớp nối đĩa (Hình 2 - 7,a)



Hình 2 - 7. Các loại khớp nối trục động cơ và trục máy bơm
a- khớp nối đĩa; b- khớp nối thủy lực; c- khớp nối điện từ

Khớp nối trục loại đĩa được dùng để nối trục động cơ và trục máy bơm có cùng vòng quay định mức. Các chốt 2 một đầu bị nối cứng trên đĩa 1 nối trục động cơ và được lồng bên ngoài bằng ống cao su đem lắp vào các lỗ ổ đĩa 3 của trục máy bơm. Khớp đĩa này nhờ có các ống cao su nên khi mô men xoắn truyền từ trục động cơ cho trục máy bơm sẽ có va đập mềm. Loại khớp nối này có cấu tạo đơn giản và tiện lợi cho vận hành. Hiệu suất của nó gần bằng 1. Bởi vậy khớp nối đĩa được dùng rộng rãi

2. Khớp nối thủy lực (Hình 2 - 7,b)

Khớp nối thủy lực được dùng nối trục động cơ và trục máy bơm khi cần điều chỉnh vòng quay của máy bơm cho phù hợp với các điểm công tác trên đường H - Q nhưng vòng quay của động cơ không đổi. Cấu tạo của khớp thủy lực gồm có: bánh xe bơm li tâm 2 nối với trục dẫn động 1 (trục động cơ) và bánh xe công tác turbin 4 nối với trục bị động 3 (trục máy bơm). Bánh xe li tâm 2 quay do trục động cơ kéo và làm tăng năng lượng của chất lỏng chảy qua nó (từ tâm đến chu vi). Năng lượng này truyền cho bánh công tác turbin 4, bánh 4 nối với trục máy bơm chính thông qua trục bị động 3. Trục 3 làm việc có độ trượt tương đối so với trục dẫn động 1. Mức độ trượt phụ thuộc vào lượng chất lỏng đưa vào khớp nối do một máy bơm đặc biệt cung cấp. Khi thay đổi độ trượt cũng là thay đổi vòng quay của máy bơm chính và hiệu suất của khớp nối cũng phụ thuộc vào mức độ trượt. Nếu mức độ trượt là 2 ... 3% thì hiệu suất của khớp thủy lực đạt 0,96 ... 0,98 khi mức độ trượt lớn hơn 50% thì hiệu suất khớp nối giảm đến 0,6

3. Khớp nối điện từ (Hình 2 - 7,c)

Khớp nối điện từ được dùng cũng giống điều kiện của khớp nối thủy lực. Cấu tạo của nó gồm phần cảm 2 được gắn với trục máy bơm và phần ứng 1 gắn với trục động cơ. Khi dòng điện một chiều qua vòng tiếp xúc 5 dẫn vào cuộn kích thích 3 thì giữa phần ứng 1 và phần cảm 2 xuất hiện quan hệ điện từ. Quan hệ này làm phần cảm phải quay theo vòng quay của phần ứng với một mức độ trượt nào đó. Khi dòng điện thay đổi đều đặn thì mức độ trượt cũng thay đổi đều đặn và do vậy cũng làm cho vòng quay của máy bơm thay đổi. Ưu điểm chính của khớp nối điện từ là đơn giản cho việc điều khiển, sửa chữa và công việc dự phòng, các chi tiết ít bị

hao mòn, có khả năng điều khiển từ xa và tự động hoá. Nhược điểm của nó là khối lượng và kích thước của nó lớn, khi nhiệt độ môi trường thay đổi thì làm việc kém ổn định. Hiệu suất của khớp nối này phụ thuộc vào mức độ trượt của phần cảm

4. Truyền động bằng đai truyền

Truyền động này được sử dụng khi vòng quay trục động cơ khác vòng quay trục máy bơm hoặc khi trục động cơ và trục máy bơm đặt cách nhau hoặc được đặt ở những mặt phẳng nằm ngang khác nhau. Nhánh kéo của đai truyền đặt bên dưới còn nhánh không tải đặt phía trên nhánh kéo. Hiệu suất của đai truyền vào khoảng 0,94 ... 0,98

5. Truyền động bánh răng

Truyền động bánh răng cũng được dùng giống như truyền động đai. Bộ biến tốc gồm các trục và các bánh răng lắp hoàn chỉnh trong một hộp nhỏ. Trong thời gian làm việc nó cần được bôi trơn bằng dầu. Hiệu suất của truyền động bánh răng đạt 0,98 ... 0,99

Tính hợp lý của việc sử dụng loại khớp nối hoặc truyền động nào trong trường hợp cụ thể phải được lập luận qua tính toán kinh tế kỹ thuật.

IV. Chọn động cơ điện cho máy bơm

Trong một số bảng tra máy bơm người ta đã cho động cơ điện đi kèm. Trong trường hợp máy bơm chưa có động cơ đi kèm ta phải tiến hành tính toán và lựa chọn động cơ thích hợp. Điều kiện chọn động cơ kéo máy bơm là động cơ được chọn phải đảm bảo truyền công suất cần thiết cho máy bơm với số vòng quay đã có của máy bơm. Công suất cần thiết và vòng quay trục động cơ có thể được chỉ dẫn ở tài liệu máy bơm. Vòng quay của động cơ được chọn và vòng quay của máy bơm chênh lệch không quá 5%.

Công suất yêu cầu lớn nhất của máy bơm (kW) khi số vòng quay đã cho trên trục của máy bơm được tính theo công thức:

$$N_{\max} = 9,81 Q.H / \eta \quad (2 - 7)$$

Trong đó: Q, H, η là lưu lượng (m³/s), cột nước (m) và hiệu suất máy bơm lấy với công suất yêu cầu lớn nhất. Đối với máy bơm li tâm tỷ tốc vừa và nhỏ thì công suất lớn nhất xảy ra khi Q = Q_{max} và H = H_{min}. Đối với máy bơm hướng trục thì công suất lớn nhất xảy ra khi Q = Q_{max} và H = H_{min}

Công suất để chọn động cơ điện sẽ là:

$$N_{dc} \geq k \cdot N_{\max} / \eta_{\text{td}}$$

Trong đó: η_{td} là hiệu suất truyền động. Lấy $\eta_{\text{td}} = 1$ với khớp nối đĩa
k là hệ số an toàn công suất, lấy theo bảng sau:

N (kW)	2	2 ... 5	5 ... 50	50 ... 100	100
k	1,7 ... 1,5	1,5 ... 1,3	1,15 ... 1,1	1,08 ... 1,05	1,05

Có thể tham khảo thêm tài liệu Liên Xô cũ: Khi $N_{dc} \leq 20$ kW thì $k = 1,25$;
khi $N_{dc} = 21 \dots 50$ kW thì $k = 1,21$; khi $N_{dc} = 51 \dots 30$ kW thì $k = 1,15$; khi $N_{dc} > 30$ kW thì $k = 1,1$

Kinh nghiệm thực tế cho thấy khi công suất yêu cầu của máy bơm ≤ 200 kW người ta khuyên dùng động cơ điện dị bộ có điện áp thấp (điện áp lưới ≤ 1000 V); khi công suất yêu cầu của bơm lớn hơn 200 kW và việc khởi động cũng như dừng máy tiến hành thường xuyên thì nên dùng động cơ điện dị bộ có điện áp cao (điện áp > 1000 V); còn khi công suất yêu cầu của máy bơm lớn hơn 200 kW và việc khởi động và dừng máy không thường xuyên thì nên dùng động cơ điện đồng bộ có điện áp cao.

Ngoài việc chọn động cơ theo công suất và vòng quay đã nêu trên, khi chọn động cơ điện còn phải xét đến vấn đề khởi động của từng loại máy bơm mà động cơ kéo.

2.3. CHỌN MÁY BIẾN ÁP CHO TRẠM BƠM

Trạm bơm tưới tiêu thường được xây dựng ở vùng nông thôn và thường lấy điện từ những nguồn điện và sơ đồ nối dây khác nhau. Nếu trạm bơm đặt trong khu vực có trạm hạ áp của nông trang, của trang trại hay của nhà máy thì có thể lấy điện từ trạm hạ áp. Nếu trạm bơm lấy điện từ đường dây cao áp có cấp điện áp cao hơn điện áp động cơ cần phải xây trạm hạ áp ngay cạnh trạm bơm. Máy biến áp được bố trí hoặc cạnh nhà máy bơm hoặc đặt trong một gian độc lập của nhà máy. Nếu trạm bơm được trang bị những động cơ có điện áp cao (trên 1000 V) thì để có điện dùng (để chạy động cơ nhỏ của các thiết bị phụ hay chiếu sáng ...) cần phải đặt thêm các máy biến áp nhỏ phụ trong nhà máy. Nếu có một số trạm bơm gần nhau thì có thể xây dựng một trạm hạ thế riêng phục vụ chung cho chúng.

Đối với các trạm bơm lớn, quan trọng ví dụ như trạm bơm tiêu lớn tiêu nước cho khu vực rộng thì cần phải lấy điện từ hai nguồn độc lập và tải điện bằng các đường dây độc lập để đảm bảo tính an toàn cao.

Chọn sơ đồ cấp điện nào cũng phải qua tính toán và so sánh kinh tế - kỹ thuật để quyết định. Việc chọn máy biến áp cho trạm bơm nhỏ thường chọn một máy còn trạm lớn có thể nhiều hơn. Để chọn máy biến áp ta phải biết công suất yêu cầu của trạm (S_{yc}), điện áp của nguồn điện (U_1), điện áp động cơ (U_{dc}), số máy biến áp ...

Công thức yêu cầu của trạm hạ áp tính theo công thức sau:

$$S_{yc} = (1,05 \dots 1,1) \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot N_{dc}}{\eta_{dc} \cdot \cos \varphi} + K_3 \cdot \frac{N_{td}}{\cos \varphi} \quad (\text{kVA}) \quad (2-9)$$

Trong công thức:

$$K_1 = \frac{N_{tkmax}}{N_{dc}} = \frac{\text{Công suất lớn nhất trên trục động cơ với chế độ thiết kế}}{\text{Công suất định mức của động cơ}} \quad \text{là hệ số phụ tải}$$

$$K_2 = \frac{\text{Số máy làm việc}}{\text{Tổng số máy trong trạm}} \quad \text{Gọi là hệ số sử dụng đồng thời}$$

$$K_3 = 0,7 \dots 1,0 \quad \text{gọi là hệ số thấp sáng}$$

η_{dc} là hiệu suất của động cơ

Dựa vào U_1 , U_{dc} và S_{yc} và số máy biến áp ta có thể tra ra máy biến áp cần dùng. Chú ý rằng máy biến áp có loại trong và ngoài nước sản xuất. Loại nước ngoài sản xuất cần phải tiến hành tính toán hiệu chỉnh nhiệt độ sau khi tính theo (2 - 9) rồi mới tra chọn máy biến áp. Cấu tạo và những vấn đề liên quan đến máy biến áp có thể tham khảo trong các giáo trình và tài liệu liên quan.

Chương III. CÁC HỆ THỐNG TRONG TRANG BỊ ĐỘNG LỰC

3.1. Hệ thống nhiên liệu:

Các hệ thống chính trong trang bị động lực gồm hệ thống nhiên liệu, hệ thống bôi trơn, hệ thống làm mát, hệ thống khởi động, hệ thống nạp - thải và hệ thống tự động và điều chỉnh.

Do tính đa năng của các hệ động lực nên mức độ trang bị và sơ đồ nguyên lý của các hệ thống này rất khác nhau. Vì vậy, khi thiết kế cần phải phân tích và tính toán tỉ mỉ cho từng trường hợp để có thể đạt mức độ trang bị tối ưu.

Động cơ làm việc được là nhờ các môi chất công tác như nhiên liệu và không khí được đốt cháy để sinh công, dầu để bôi trơn, nước để làm mát ... Các môi chất này được dẫn đến động cơ nhờ các thiết bị phụ với hệ thống, đường dẫn. Vậy hệ thống nhiên liệu là tập hợp các tuyến ống dẫn nối với các thiết bị và các máy móc phụ, các dụng cụ đo, kiểm tra và điều chỉnh để thực hiện các chức năng cần thiết bảo đảm cho hệ động lực hoạt động bình thường.

3.1.1. VẤN ĐỀ LỌC NHIÊN LIỆU

Một trong những chỉ tiêu đánh giá tính kinh tế trong sử dụng hệ động lực là loại nhiên liệu. Đối với những hệ động lực cỡ lớn, mặc dù suất tiêu hao nhiên liệu thấp ($g_e = 0,165 \div 0,175 \text{ kg/m.l.h}$) nhưng do công suất lớn nên trong một ngày đêm vẫn tiêu thụ một lượng nhiên liệu rất lớn. Đối với các loại máy này chỉ dùng các mác nhiên liệu rẻ, độ nhớt lớn có lẫn nhiều nước và các tạp chất cơ học. Trước khi sử dụng các loại nhiên liệu này đòi hỏi phải qua các giai đoạn lọc cẩn thận.

1. LỌC LẮNG

Giai đoạn lọc lắng thường được áp dụng trong các TRANG BỊ ĐỘNG LỰC diesel phát điện công suất lớn. Do nhiên liệu nặng có độ nhớt lớn nên trước khi lọc lắng phải sấy nhiên liệu đến nhiệt độ trên 100°C . Lọc lắng được tiến hành trong hai bể. Dung tích mỗi bể phải đủ cho động cơ làm việc liên tục trong 24 giờ. Một chu kỳ lọc lắng được chia làm 4 giai đoạn:

1. T_1 - thời gian sấy nóng nhiên liệu trong bể lắng đến nhiệt độ giới hạn cho phép;
2. T_2 - thời gian lắng tĩnh khi đã ngắt thiết bị sấy nóng;

3. T_3 - thời gian tách nhiên liệu mới từ bể lắng sang bể cấp nhiên liệu;

4. T_4 - thời gian nạp nhiên liệu mới vào bể lắng;

Vậy một chu kỳ lọc lắng $T_z = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 24$ giờ

2. LỌC PHÂN LY (LỌC LY TÂM)

Lọc phân ly thường được trang bị trên các trang bị động lực diesel tàu thủy với công suất lớn. Để phân ly nước và các tạp chất cơ học lẫn trong nhiên liệu được dễ dàng thường kết hợp “rửa” nhiên liệu trước khi lọc bằng nước nóng gần 100°C . Lượng nước rửa vào khoảng 5 - 20% khả năng lưu thông của máy phân ly. Phụ thuộc vào loại nhiên liệu và hàm lượng chứa nước và các tạp chất cơ học có thể dùng một trong ba sơ đồ mắc máy phân ly.

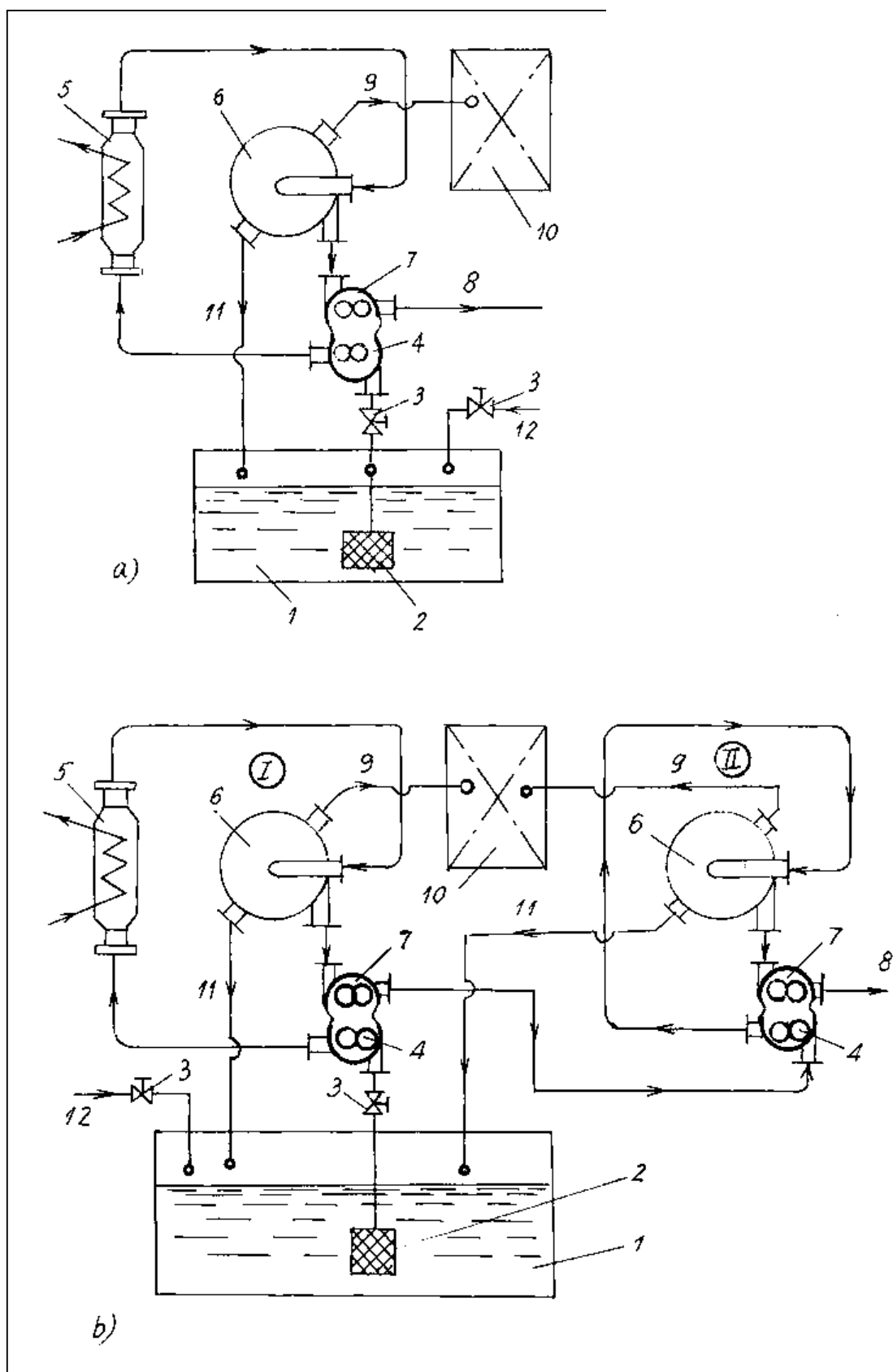
a. Mắc đơn cấp

Sơ đồ phân ly đơn cấp (hình 3.1a) chỉ cho phép tách một trong hai loại: nước hay tạp chất cơ học phụ thuộc vào cách lắp đĩa trong rôto máy phân ly (sẽ trình bày sau trong phần kết cấu). Nhiên liệu từ bể chứa 1, qua lưới lọc sơ bộ trên đầu ống hút 2, van một chiều 3 được khoang hút 4 của bơm dầu đẩy qua thiết bị sấy 5 đến máy phân ly 6. Sau khi được tách nước hoặc tạp chất, nhiên liệu sạch nhờ khoang đẩy 7 của bơm theo ống dẫn 8 về bể cấp nhiên liệu (trên sơ đồ không chỉ dẫn). Lượng nhiên liệu rò rỉ theo ống dẫn 11 hồi về thùng chứa 1. Còn nước hay tạp chất theo ống 9 về bể phệ liệu 10

b. Mắc kép nối tiếp

Để đồng thời tách cả nước lẫn tạp chất cơ học trong nhiên liệu nặng, hai máy này được mắc nối tiếp: một máy làm nhiệm vụ tách nước, máy kia tách tạp chất (phụ thuộc vào cách gắn đĩa vào rôto của từng mạch).

Sau khi tách nước hay tạp chất ở cấp I, nhiên liệu đi vào cấp II như giới thiệu trên sơ đồ hình 3.1b



Hình 3.1. a- Sơ đồ phân ly đơn cấp: 1. bể chứa nhiên liệu; 2. lưới lọc dầu ống hút; 3. van; 4. bơm hút dầu; 5. thiết bị sấy nhiên liệu; 6. máy phân ly; 7. khoang đẩy; 8. đường dầu sạch; 9. đường dầu cặn; 10. bể chứa phế liệu; 11. đường dầu rò; 12. đường dầu bổ sung; b- Sơ đồ phân ly kép nối tiếp hai cấp I và II

3. *Mắc kép song song*

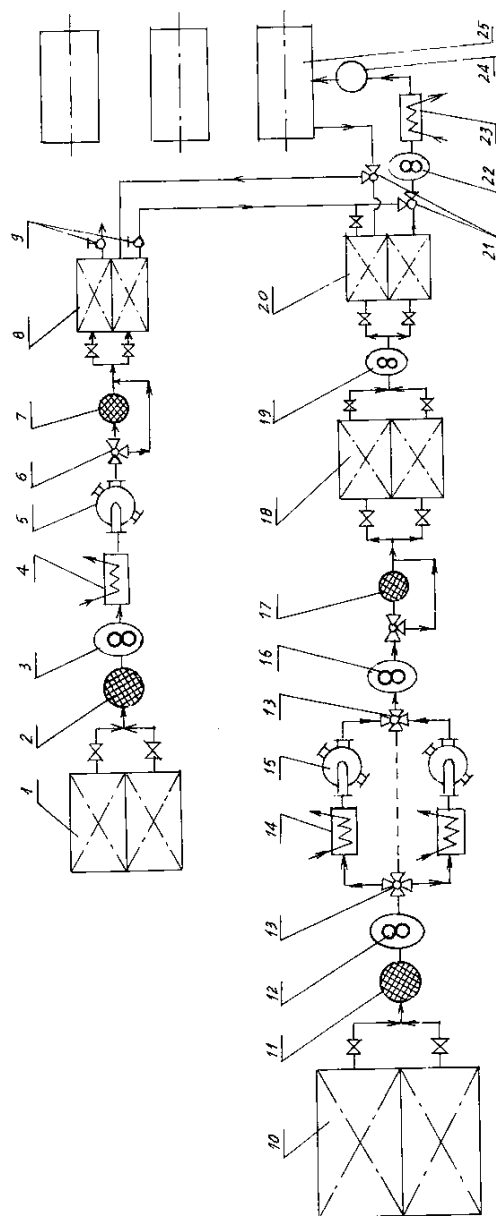
Sơ đồ mắc kép song song có thể áp dụng cho hai nguyên lý: động cơ làm việc với hai loại nhiên liệu (như động cơ tàu thủy, nhiên liệu nặng (chủ yếu) dùng ở chế độ ổn định của tàu - hàng hải tự do, còn nhiên liệu nhẹ - ở chế độ cơ động: khi khởi động, trước khi tắt máy, đảo chiều quay, tàu quay vòng) hoặc dùng hai máy phân ly để đảm bảo lưu lượng.

Trên hình 3.2 giới thiệu sơ đồ cấp nhiên liệu song song cho tàu diesel với tổng công suất 9000 mã lực mà áp dụng cả hai nguyên lý phân ly: mắc đơn cấp và mắc song song.

Nhiên liệu dùng để khởi động được chứa trong hai bể 1 (vừa có tác dụng để lắng vừa thay nhau phân ly). Bơm 3 hút nhiên liệu từ bể chứa 1 qua bộ lọc thô 2 (loại lưới thưa: $8 \div 10$ lỗ/cm²), thiết bị sấy 4 tới máy phân ly 5. Do nhiên liệu khởi động thường nhẹ, độ nhớt nhỏ chủ yếu cần lọc sạch tạp chất nên máy này mắc theo sơ đồ tách tạp chất cơ học. Nhiên liệu đã phân ly qua van hai ngã 26 thực hiện bước lọc thứ hai - lọc thấm 7 rồi về bể cấp nhiên liệu 8. Từ bể cấp này nhiên liệu được hút qua các van đo lưu lượng 9 đến hệ thống nhiên liệu trên động cơ (bơm 22, thiết bị sấy 23, lọc tinh 24 và bơm cao áp 25)

Khi tàu chuyển động ổn định, động cơ chuyển sang làm việc bằng nhiên liệu nặng. Nhiên liệu nặng được chứa trong hai bể ngầm 10. Bơm chuyển nhiên liệu 12 hút dầu từ các bể 10 qua bộ sơ lọc 11 (loại lưới có 4 lỗ/cm²), van ba ngã 13 đến hai máy phân ly 15 được mắc song song. Trước khi phân ly nhiên liệu được sấy nóng để giảm độ nhớt ở thiết bị 14. Nhiên liệu đã phân ly được bơm 16 (hai bơm 12 và 16 thực tế là hai khoang của một bơm phục vụ máy phân ly như hai khoang 4 và 7 trên hình 2.1a và b) tiếp áp qua lọc 17 đến bể chứa 18, sau đó nhờ bơm 19 chuyển về bể cấp nhiên liệu cho động cơ 20. Trong các bể cấp nhiên liệu nhẹ 8 và nặng 20 đều có trang bị phao điều chỉnh và kiểm tra mức nhiên liệu.

Để tính năng suất của máy phân ly, kinh nghiệm thực tế cho thấy rằng cứ 2000 mã lực thì cần một máy phân ly có năng suất khoảng 1800 đến 2300 lít/giờ; có nghĩa cứ một lít nhiên liệu cần lọc sạch trong một giờ ứng với mỗi mã lực của động cơ



Hình 3.2. Sơ đồ cấp nhiên liệu song song cho tàu công suất 9000 mã lực

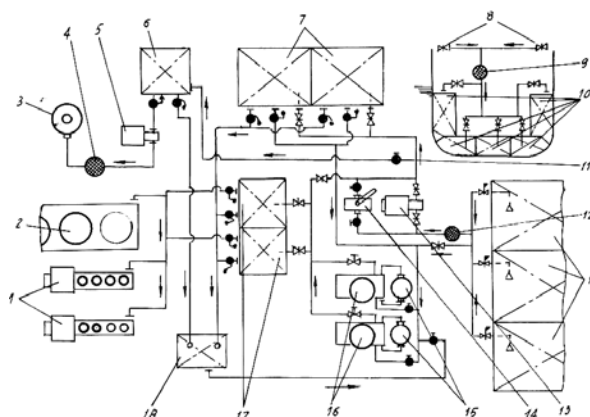
3. LỌC THẨM

Giai đoạn sau lọc lắng hay lọc phân ly là lọc thẩm. Các lọc thẩm thường được bố trí gần hay trực tiếp trên động cơ (đối với các trang bị động lực vừa và nhỏ). Lọc thẩm thường là các lưới lọc, lọc khe qua các tấm (lọc thô với số lỗ khoảng 16 đến 25 lỗ trên một cm^2). Kết cấu và nguyên lý làm việc của các loại lọc này học sinh đã được nghiên cứu kỹ trong giáo trình “Thiết kế và tính toán động cơ” nên ở đây không đi sâu. Chỉ nhấn mạnh thêm rằng lọc thô thường bố trí trước bơm chuyển nhiên liệu, còn lọc tinh - sau bơm chuyển và trước - sau bơm cao áp

Để thấy toàn cảnh sơ đồ và nguyên lý cung cấp nhiên liệu cho hệ động lực tàu thủy bao gồm động cơ chính, các động cơ phụ, nồi hơi và hợp nhất các giai đoạn lọc lắng, lọc phân ly, lọc thẩm, trên hình 3.3 giới thiệu sơ đồ và nguyên lý cung cấp nhiên liệu cho hệ động lực tàu thủy đặc trưng (để tham khảo)

Nhiên liệu được đưa ra các bể chứa dự trữ chính 10 thông qua phễu rót 8 và lọc 9, sau đó qua lọc 12 nhờ bơm 13 đẩy nhiên liệu vào hai bể lắng 7. Để dự phòng có bố trí một bơm tay 14.

Nhiên liệu được chuyển vào các bể cấp 17 nhờ các máy phân ly 16 (trên máy phân ly thường có trang bị đồng bộ bơm hút và bơm đẩy). Bơm hút của máy phân ly hút nhiên liệu từ các bể lắng và chuyển qua thiết bị sấy 15, ở đây nhiên liệu được hâm nóng đến $50 \div 70^\circ$. Sau khi được phân ly sạch nhiên liệu được bơm đẩy của máy đẩy vào các bể cấp. Từ các bể cấp nhiên liệu tự chảy về hệ thống nhiên liệu riêng của động cơ chính 2 và các động cơ phụ 1. Còn bể cấp 6 của nồi hơi 3 được nạp qua van 11. Nhiên liệu cấp cho nồi hơi nhờ bơm vòi phun 5 qua lọc 4. Nhiên liệu bắn và rò rỉ được hồi về xitec chứa 18



Hình 3.3. Sơ đồ hệ thống cấp nhiên liệu (tham khảo)

3.1.2. CÁC THIẾT BỊ CHÍNH

1. CÁC BỂ CHỨA

Hệ thống nhiên liệu có nhiệm vụ tiếp nhận, bơm chuyển, chứa dự trữ, làm sạch nước và các tạp chất cơ học và cung cấp cho động cơ chính, các động cơ phụ và nồi hơi. Đối với các trang bị động lực cỡ lớn nhiên liệu còn được dùng để làm mát vòi phun động cơ.

Các thiết bị trong HTNL thường bao gồm: các bể và các khoang chứa nhiên liệu, các bơm hút và bơm đẩy, các máy phân ly, các thiết bị sấy, lọc và hệ thống ống dẫn.

Cấp nhiên liệu trực tiếp đến các thiết bị tiêu thụ được tiến hành từ các bể cấp. Đối với động cơ chính thường có hai bể: một để cấp và một để lắng (tách nhiên liệu khỏi nước và các tạp chất cơ học).

Còn đối với nồi hơi tiêu thụ loại nhiên liệu riêng thì phải bố trí bể cấp riêng. Nếu động cơ chính làm việc với nhiên liệu nặng, thì ngoài bể cấp nhiên liệu nặng, cần bố trí các bể nhiên liệu nhẹ để cấp các động cơ phụ (quay máy phát điện) và động cơ chính làm việc ở chế độ cơ động như giai đoạn khởi động, trước khi dừng máy bay đảo chiều quay.

Không cho phép bố trí các bể nhiên liệu phía trên thang lên xuống, trên cửa ra vào, trong các khoang ở và sinh hoạt, ngoài ra không được bố trí trên động cơ, bình tiêu âm, hệ thống dẫn khí thải, nồi hơi tận dụng, máy điện và trung tâm điều khiển. Tất cả các bể chứa phải có trang bị đồng bộ thiết bị đo, ống tràn và ống thoát khí.

2. BƠM CHUYỂN NHIÊN LIỆU

Trong trang bị HTNL, các loại bơm được dùng chủ yếu là bơm piston, bơm bánh răng và bơm trục vít

a. Bơm chuyển nhiên liệu kiểu piston

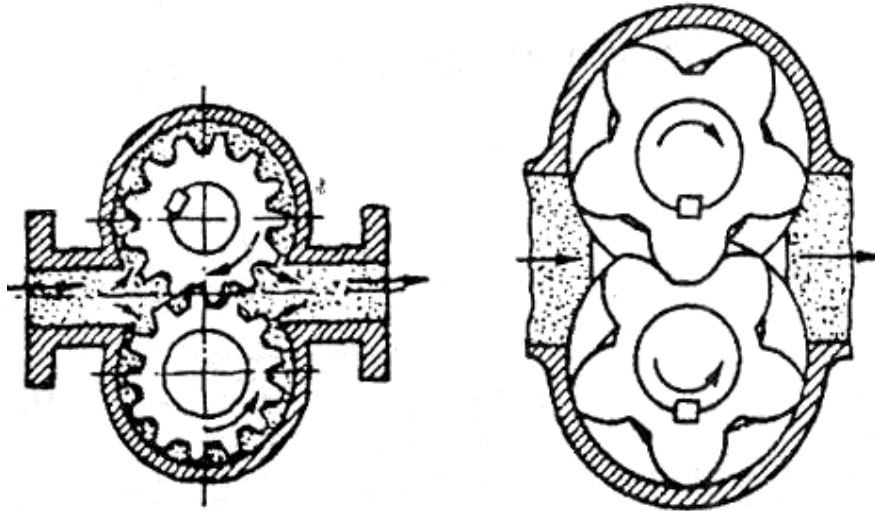
Bơm piston được dùng để chuyển nhiên liệu có ưu điểm:

1. Có khả năng hút nhiên liệu ở độ cao lớn.
2. Lưu lượng của bơm hầu như ít thay đổi khi tăng cột áp
3. Hiệu suất cao ($\eta = 0,7 \div 0,9$)

Nhược điểm cơ bản của loại bơm này là:

1. Kết cấu phức tạp hơn so với bơm bánh răng
 2. Trọng lượng và kích thước tương đối lớn
 3. Cấp không đều nên gây xung và làm rung ống dẫn
- Để dẫn động bơm piston thường dùng động cơ điện độc lập.

b. Bơm chuyển nhiên liệu kiểu bánh răng



Hình 3.4. Bơm chuyển nhiên liệu kiểu bánh răng

Ưu điểm:

1. Đơn giản về kết cấu;
2. Làm việc bền;
3. Sử dụng, bảo dưỡng và sửa chữa đơn giản;
4. Giá thành tương đối rẻ;
5. Trọng lượng và kích thước không lớn lắm nên được dùng khá phổ biến suất đến 3,5 Mpa trong một cấp với tần số quay đến 3.000 vg/ph. Song trong thực tế sử dụng các hệ động lực công suất lớn, năng suất của bơm cũng ít khi vượt quá $50 \div 60 \text{ m}^3/\text{h}$ ở áp suất đến 0,5 Mpa

Những nhược điểm chính của bơm chuyển kiểu bánh răng là:

1. Hiệu suất tương đối thấp ($\eta = 0,5 \div 0,74$);
2. Cột hút thấp hơn so với bơm piston;
3. Lưu lượng giảm nhanh khi cản trên đường ống hút tăng;
4. Xung khí bơm làm việc nên gây rung ống dẫn;
5. Mức ồn lớn, đến $82 \div 85 \text{ db}$ ở bơm mới và $95 \div 100 \text{ db}$ ở bơm đã mòn;

6. Khe hở răng của các bánh công tác tương đối nhỏ nên không cho phép để chuyển nhiên liệu bẩn có nhiều tạp chất.

c. Bơm chuyển nhiên liệu kiểu trực vít

Bơm kiểu trực vít được dùng phổ biến để chuyển nhiên liệu nặng có độ nhớt lớn hay hút nhiên liệu bẩn có lẫn nhiều nước và các tạp chất.

Miền phân bố năng suất của bơm được chế tạo rộng, từ 0,5 đến 1000 m³/h với áp suất đến 25,0 Mpa (250 kg/cm²).

Ưu điểm của bơm:

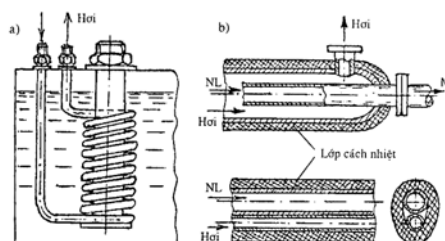
1. Có thể chuyển nhiên liệu với độ nhớt bất kỳ
2. Lưu lượng bơm ít thay đổi khi cột áp tăng
3. Hiệu suất cao, đến 85%
4. Trọng lượng và kích thước tương đối nhỏ (đặc biệt khi lưu lượng càng lớn)
5. Cấp đều, không gây xung, rung và ồn

Nhược điểm chủ yếu là kết cấu phức tạp và giá thành chế tạo đắt

3. THIẾT BỊ SẤY NHIÊN LIỆU

Để đảm bảo độ nhớt ổn định, khoảng từ 57^o E đến 120^o E (độ nhớt cho phép nhiên liệu lưu động dễ dàng) nhiên liệu nặng luôn luôn đòi hỏi phải được sấy trong các bể chứa dự trữ, bể lắng, bể cấp, trước máy phân ly và trước đường dẫn dầu vào động cơ lúc khởi động; với nhiên liệu có độ nhớt không lớn có thể dùng phương pháp sấy cục bộ kiểu ống xoắn ruột gà được nhúng chìm trong bể chứa (như kiểu ống may so đun nước). Khi độ nhớt lớn phải dùng phương pháp sấy toàn phần

Để đảm bảo an toàn trong sử dụng, môi chất chủ yếu dùng để sấy là hơi bão hoà với áp suất đến 2 - 3 kg/cm² . Đối với hệ động lực tĩnh lại có thể dùng điện để sấy nhiên liệu.

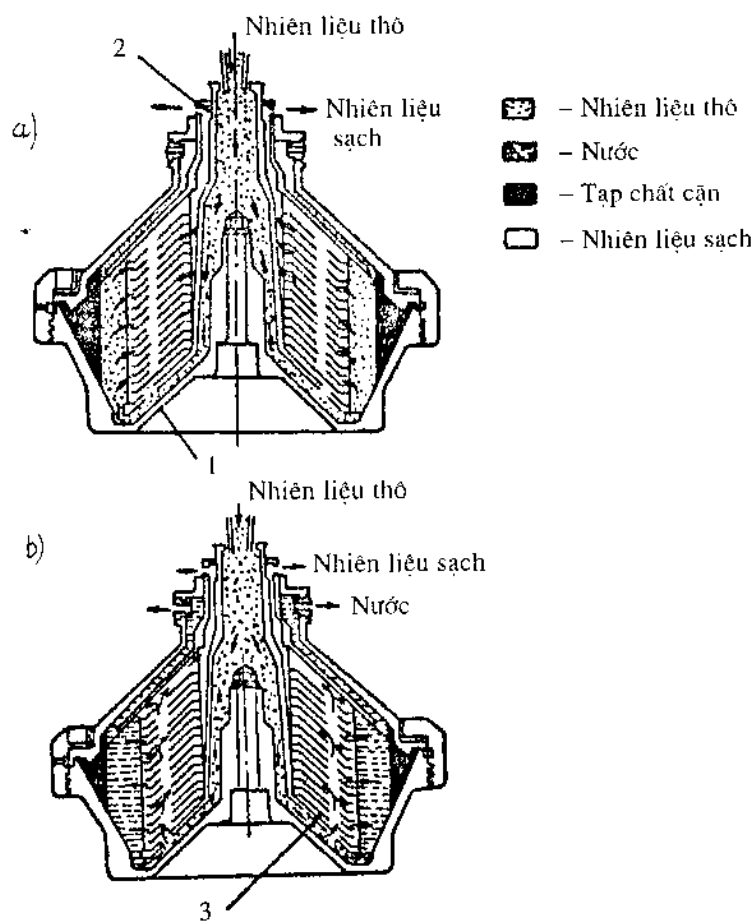


Hình 3.5. giới thiệu các thiết bị sấy bằng hơi

4. MÁY PHÂN LY

Trong các hệ động lực cỡ lớn, lượng tiêu thụ dầu nhiều, dầu lại nặng, độ nhớt lớn, lẫn nhiều nước và tạp chất, mặt khác khả năng thông qua các bầu lọc thẩm không đủ để cung cấp cho động cơ, vì vậy phải dùng máy phân ly để tách các tạp chất được phân ly dưới tác dụng của lực ly tâm khi nhiên liệu được quay với tốc độ lớn. Để việc tách được dễ dàng, trước khi phân ly, nhiên liệu được sấy hoặc “rửa” bằng nước nóng gần 100°C . Độ nhớt của nhiên liệu trước khi phân ly không được quá 6°E .

Máy gồm hai phần chính: thân và rôto quay. Trên thành ngoài của rôto được gắn hệ thống đĩa phân phối có đột lỗ để dẫn nhiên liệu. Ở chế độ tách tạp chất (hình 3.5,a) đĩa dưới cùng 1 không có lỗ; còn ở chế độ tách nước (hình 3.5,b) đĩa dưới cùng 3 có lỗ.



Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy phân ly: a- theo chế độ tách tạp chất; b- theo chế độ tách nước; 1. đĩa không có lỗ; 2. đường dẫn nhiên liệu sạch; 3. đĩa có lỗ.

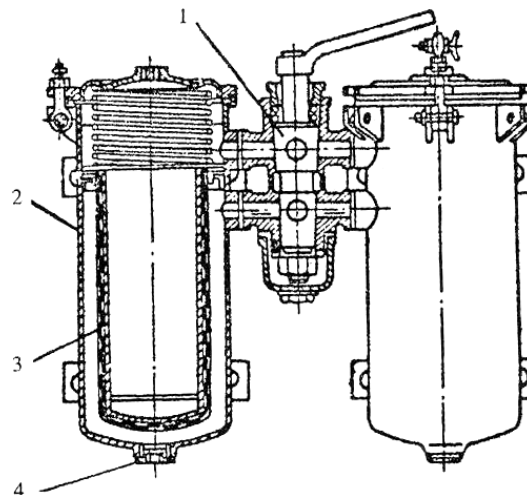
Cả ở hai chế độ phân ly, nhiên liệu vào theo đường tâm và dồn dần xuống phần dưới của rôto quay. Dưới tác dụng của lực ly tâm, nhiên liệu được văng về phía vách chắn, luồn qua khe giữa các đĩa phân phối (theo mũi tên chỉ). Ở đây nhiên liệu được tách khỏi tạp chất hay nước và theo kênh 2 về ống dẫn nhiên liệu sạch. Nước được văng cùng với tạo chất, dồn vào ngăn chứa bẩn và tạo nên van thủy lực, chặn dần dòng chảy của nhiên liệu vào khe giữa các tấm đĩa phân phối, vì vậy phải định kỳ tháo và rửa tang quay.

Về kết cấu cũng như nguyên lý làm việc của máy phân ly dầu bôi trơn cũng hoàn toàn như máy phân ly nhiên liệu. Trong hệ động lực cỡ lớn, hai loại máy này thường được nối với nhau bằng một đường ống chung có van chặn và có thể làm việc thay thế khi có sự cố một trong hai máy.

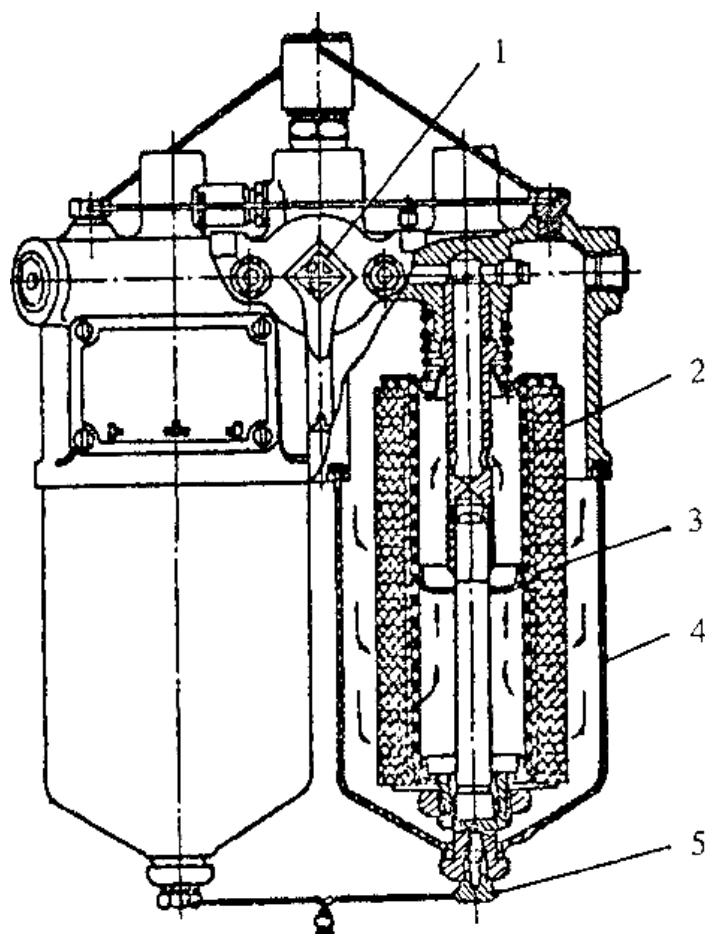
4. BÌNH LỌC NHIÊN LIỆU

Giai đoạn cuối của việc tinh chế nhiên liệu (hay dầu bôi trơn) là lọc bằng phin lọc. Phin lọc nhiên liệu được chia thành ba loại: lọc thô, lọc tinh và các khe lọc cao áp

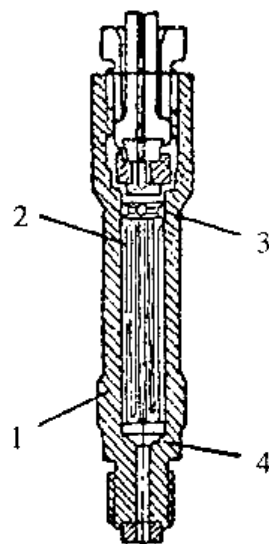
Lọc thô (hình 3.6) thường được đặt trước bơm chuyển nhiên liệu (bơm thấp áp); lọc tinh (hình 3.7) trước bơm cao áp; lọc cao áp (hình 3.8) gần vòi phun hay trực tiếp trong thân vòi phun. Các phin lọc thô và tinh thường được làm kép - một trong hai phin để dự phòng. Chuyển đổi chế độ làm việc từ phin này sang phin khác được tiến hành nhờ van ba ngã. Để tiện lợi cho việc bảo dưỡng hoặc thay thế, các lõi lọc được làm rời.



Hình 3.6. Bình lọc thô kép kiểu lưới: 1. van (khóa) ba ngã; 2. vỏ; 3. lưới lọc; 4. nút tháo



Hình 3.7. Lọc tinh



Hình 3.8. lọc cao áp; 1. thân; 2. trục lõi; 3. khoang trên; 4. khoang dưới

Kết cấu bầu lọc tinh được giới thiệu trên hình 3.7. Lõi lọc ở đây là các vòng bằng phốt hay sợi 2 được xếp chồng nhau quanh lưới kim loại 3. Sự lưu thông của

nhiên liệu lọc được chỉ dẫn bằng mũi tên. Cặn bẩn và tạp chất lắng đọng xuống đáy vỏ 4 được xả qua nút 5. Trong trường hợp tắc hay hỏng một trong hai phân nhánh thì chuyển sang nhánh kia nhờ khoá ba ngã 1

Trạng thái làm việc của bầu lọc được kiểm tra nhờ các áp kế được đặt trước và sau lọc. Trạng thái bình thường nếu sự chênh áp suất là $0,1 \div 0,3 \text{ kG/cm}^2$. Nếu độ chênh áp suất lớn hơn giá trị trên chứng tỏ phễu lọc đã bẩn, còn trường hợp sau bình không có áp suất thì phải kiểm tra bình hông hay lắp không đúng

Ở một số động cơ như D6, D12, B-2 ... trước vòi phun có thiết kế cơ cấu lọc cao áp (hình 3.8)

Thành phần của cơ cấu lọc gồm thân 1 và trục lõi 2. Trên mặt trục có phay nhiều rãnh dọc cách đều nhau. Một nửa số rãnh thông với khoang trên 3, còn một nửa với khoang dưới 4. Các rãnh này nằm xen kẽ với nhau. Phần không phay rãnh của trục (gờ lọc) được mài với đường kính nhỏ hơn đường kính của thân. Giữa thân và các gờ của trục tạo nên các khe có kích thước từ 0,025 đến 0,050 mm, mà qua đó nhiên liệu được lọc các tạp chất nhỏ

3.1.3. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CỦA CÁC THIẾT BỊ

1. DUNG TÍCH CỦA BỂ CHỨA NHIÊN LIỆU DỰ TRỮ

Ở những trang bị động lực cỡ lớn, để giảm giá thành khai thác, các máy chính và các máy phụ thường làm việc với các nhiên liệu khác nhau. Do vậy, nhiên liệu cũng được chứa trong các bể khác nhau.

1. Dung tích bể chứa nhiên liệu dự trữ cho các động cơ chính:

$$V_{dc} = \frac{k_v}{\gamma} g_e N_e i T_c \cdot 10^{-3} \quad m^3 \quad (3.1)$$

2. Dung tích bể chứa nhiên liệu dự trữ cho các động cơ phụ:

$$V_{dp} = \frac{k_v}{\gamma} g'_e N'_e i' T'_\Sigma \cdot 10^{-3} \quad m^3 \quad (3.2)$$

3. Khi các động cơ trong trang bị động lực dùng chung một loại nhiên liệu:

$$V_d = \frac{k_v}{\gamma} (g_e N_e i T + g'_e N'_e i' T'). \cdot 10^{-3} \quad m^3 \quad (3.3)$$

Ở các biểu thức trên: k_v - hệ số dư của bể chứa

γ - tỉ số của nk, T/m^3

$\gamma = 0,83 \div 0,89$ - đối với nhiên liệu điêzen cho động cơ cao tốc

$\gamma = 0,89 \div 0,92$ - đối với nhiên liệu điêzen cho động cơ tốc độ trung bình

$\gamma = 0,94 \div 0,97$ - dùng cho các động cơ lớn

Ví dụ: Các động cơ hãng “MAN” (Tây Đức) $\gamma = 0,97 \text{ T/m}^3$

Các động cơ hãng “BURMEISKTE - VAIN” $\gamma = 0,95 \text{ T/m}^3$

Các động cơ hãng “FIAT” (Italia) $\gamma = 0,94 \text{ T/m}^3$

g_e và g'_e - suất tiêu hao nhiên liệu cho động cơ chính và động cơ phụ, kg/m.l.h

N_e và N'_e - công suất của động cơ chính và động cơ phụ (m.l)

i và i' - số lượng động cơ chính và phụ

T_e và T_Σ - thời gian làm việc của máy chính và tổng thời gian làm việc của

máy phụ, h

2. DUNG TÍCH BỂ LẮNG VÀ CẤP NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ

1. Đối với động cơ chính, dung tích bể chứa phải bảo đảm đủ cho động cơ làm việc từ 8 giờ (khi sử dụng nhiên liệu nhẹ) hoặc 12 giờ (khi sử dụng nhiên liệu nặng).

$$V_{Lc} = \frac{k_v(8 \div 12)g_e N_e i \cdot 10^{-3}}{\gamma} \quad m^3 \quad (3.4)$$

2. Đối với động cơ phụ, dung tích bể chứa phải đủ cung cấp cho các động cơ làm việc không dưới 4 giờ:

$$V_{Lp} = \frac{k_v \cdot 4 g'_e N'_e i' \cdot 10^{-3}}{\gamma} \quad m^3 \quad (3.5)$$

3. NĂNG SUẤT CỦA BƠM CHUYỂN NHIÊN LIỆU

Bơm chuyển nhiên liệu thường được đặt giữa bể chứa dự trữ và bể cấp nhiên liệu cho động cơ. Do bể chứa nhiên liệu dự trữ đặt thấp (đối với các trạm phát điện thường là các təc ngầm, còn đối với tàu thủy thường chứa trong các khoang dưới hầm tàu) còn bể cấp đặt trên cao nên bơm chuyển phải có khả năng hút tốt và phải tạo được cột áp lớn. Để thoả mãn những yêu cầu này, trong thành phần bơm chuyển dùng bơm trục vít.

1. Năng suất của bơm chuyển phải bảo đảm hút hết nhiên liệu trong bể dự trữ từ 2 đến 4 giờ

$$Q_{bc} = \frac{V_{dc}}{(2 \div 4)} \quad m^3/h \quad (3.6)$$

2. Công suất tiêu thụ của bơm

$$N_{bc} = \frac{Q_{bc} \cdot H_{bc}}{270 \cdot \eta_{bc}} \quad m^3/h \quad (3.7)$$

Trong đó $H_{bc} = (30 \div 50) \text{ mH}_2\text{O}$ - Cột áp của bơm

η_{bc} - hiệu suất của bơm

đối với bơm bánh răng $\eta_{bc} = (0,60 \div 0,72)$

đối với bơm trục vít $\eta_{bc} = (0,75 \div 0,85)$

2.4.4. NĂNG SUẤT CỦA MÁY PHÂN LY

Năng suất của máy phân ly được xác định trên cơ sở đảm bảo lọc sạch nhiên liệu từ 8 đến 12 giờ, đủ cấp cho động cơ làm việc trong một ngày một đêm (24 giờ)

$$Q_{pl} = \frac{24 \cdot g_e N_e i \cdot 10^{-3}}{(8 \div 12) \gamma \beta} \quad m^3/h \quad (3.8)$$

$\beta = 1$ khi một máy phân ly hoặc hai máy nối tiếp

$\beta = 2$ khi hai máy mắc song song

3.2. TRANG THIẾT BỊ HỆ THỐNG BÔI TRƠN

1. ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC VÀ PHÂN LOẠI CÁC DẦU BÔI TRƠN

a - Chức năng của hệ thống dầu bôi trơn

Trong hệ động lực, hệ thống bôi trơn (HTBT) có các nhiệm vụ:

1. Tiếp nhận và chứa dầu trong bể chứa dầu tuần hoàn
2. Lọc nước và các tạp chất lẫn trong dầu
3. Làm mát dầu để đảm bảo tính chất hoá lý của dầu
4. Bơm dầu đến bề mặt ma sát của động cơ và tuốcbin tăng áp
5. Bơm thay dầu khi dầu đã hết thời hạn sử dụng
6. Đối với những động cơ lớn dầu làm mát đỉnh piston
7. Bôi trơn và làm mát hộp giảm tốc, ổ đỡ và ổ chặn lực dọc trục tàu thuỷ, cấp dầu cho các động cơ điện
8. Cấp dầu cho khớp thuỷ lực
9. Cấp dầu cho các mô-tơ trợ động trong hệ thống tự động và điều khiển

b - Điều kiện làm việc của dầu nhờn

1. Điều kiện nhiệt độ

Điều kiện làm việc của dầu trong động cơ rất phức tạp. Ở giai đoạn cháy nhiên liệu, nhiệt độ của hỗn hợp cháy trong xylanh đạt đến 2000°C , nhiệt độ của dầu piston cũng vào khoảng $520 \div 550^{\circ}\text{C}$, còn nhiệt độ của xéc măng $180 \div 200^{\circ}\text{C}$, trong khi đó thời điểm bắt đầu tạo muối ở các loại dầu thường khoảng 180°C .

2. Điều kiện áp suất

Xéc măng thứ nhất có áp suất trên mặt công tác khoảng 50% áp suất lớn nhất trong xylanh và bằng $50 \div 60 \text{ kG/cm}^2$. Do áp suất cao nên xéc măng thứ nhất, khi piston ở điểm chết trên, làm việc trong tình trạng gần như ma sát khô (không có màng dầu bôi trơn).

3. Hiện tượng oxi hoá

Khi động cơ làm việc, một lượng dầu lớn tuần hoàn trong cacte bị vung toé ở dạng giọt và dạng sương nên có điều kiện tiếp xúc với không khí và hỗn hợp nhiên

liệu cháy lọt qua các xéc măng xuống. Kết quả là xảy ra các phản ứng hoá học với sự tạo hoá các axit hữu cơ làm dầu biến chất, mất tính năng bôi trơn.

Ngoài ra, khi tuần hoàn trong hệ, dầu cuốn theo các tinh thể kim loại bị phân hoá trong quá trình mài mòn các bề mặt công tác cùng với bụi bẩn lẫn trong không khí và hỗn hợp của nhiên liệu cháy không hết khiến cho dầu mau bẩn.

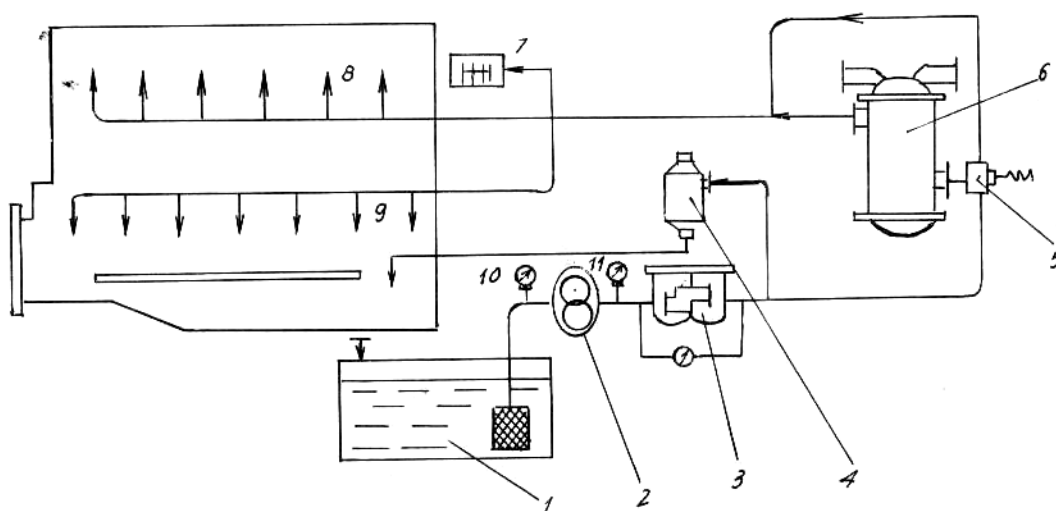
Những yếu tố kể trên có ảnh hưởng đến tính năng bôi trơn và giảm thời hạn sử dụng của dầu.

2. CÁC NGUYÊN LÝ BÔI TRƠN TRONG TRANG BỊ ĐỘNG LỰC

BÔI TRƠN KIỂM ÁP LỰC :

Ở nguyên lý bôi trơn kiểu áp lực, dầu được đưa tới các bề mặt ma sát áp suất của bơm dầu tuần hoàn.

Trên hình 3.1 giới thiệu sơ đồ và nguyên lý trang bị hệ thống bôi trơn kiểu áp lực thường dùng các động cơ công suất trung bình và công suất lớn có vòng quay thấp.



Hình 3.1. Sơ đồ bôi trơn áp lực

Bơm dầu 2 được dẫn từ động cơ hay động cơ điện độc lập, hút dầu từ bể chứa 1, bơm trình tự qua bầu lọc thô 3 và két làm mát dầu 6. Sau khi đã lọc và làm mát dầu theo ống dẫn về cơ cấu điều khiển thủy lực 7, đi làm mát đỉnh piston 8 và theo đường dẫn chính bôi trơn ở trục khuỷu 9. Sau khi đã thực hiện các chức năng dầu dồn về cacte động cơ và từ đó chảy xuống bể chứa dầu tuần hoàn 1.

Trạng thái làm việc của bơm 2 được kiểm tra nhờ chân không kế 10 và áp kế 11, còn bầu lọc 3 nhờ áp kế vi sai 12.

Để điều chỉnh nhiệt độ của dầu vào động cơ, trước hết làm mát có bố trí van hằng nhiệt 5. Nhờ van này, phụ thuộc vào chế độ làm việc của động cơ dầu có thể qua hoặc không qua két làm mát 6.

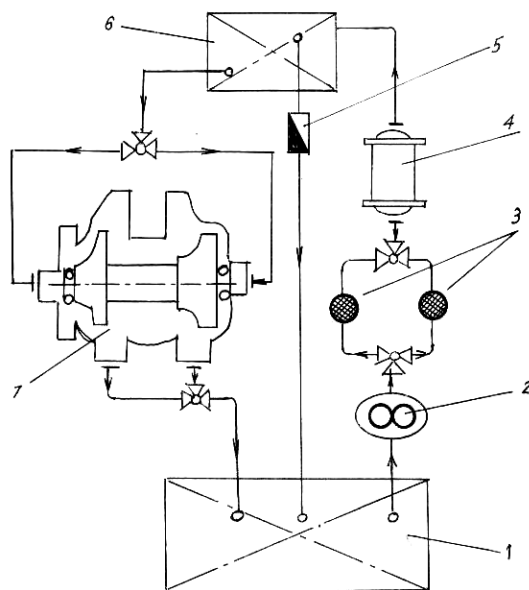
để tăng tuổi thọ của dầu, sau lọc thô 3 có bố trí bầu lọc tinh 4 cho phép thông qua khoảng $7 \div 10\%$ năng suất của bơm dầu 2. Dầu đã lọc sạch lọc choif về cacte hay bể chứa 1.

Nguyên lý trên nhìn chung đơn giản, dễ quan sát và bảo dưỡng, làm việc tin cậy nên được dùng khá phổ biến cho các loạiđc khác nhau.

BÔI TRƠN KIỂU TRỌNG LỰC

Nguyên lý bôi trơn kiểu trọng lực thường được dùng để bôi trơn các ổ trục của tuôcbin tăng áp, hộp giảm tốc hoặc động cơ điện quay chân vịt tàu thủy.

Khác với nguyên lý bôi trơn kiểu áp lực là dầu tự chảy đến bôi trơn các bề mặt ma sát với áp suất không đổi từ một thùng chứa đặt trên cao so với đường tâm trục khuỷu từ 7 đến 10 mét. Trong trường hợp bơm bị hỏng, bể vẫn đủ cung cấp cho các cơ cấu làm việc bình thường từ 7 đến 15 phút. Đó là tính ưu việt của nguyên lý, đặc biệt dùng để bôi trơn tuôcbin tăng áp của những động cơ lớn thường đặt ở cao có số vòng quay lớn (21.000 đến 40.000 vg/phương pháp).



Hình 3.2 Sơ đồ bôi trơn kiểu trọng lực

Trên hình 3.2, giới thiệu nguyên lý bôi trơn trực tuôcbin tăng áp bằng trọng lực.

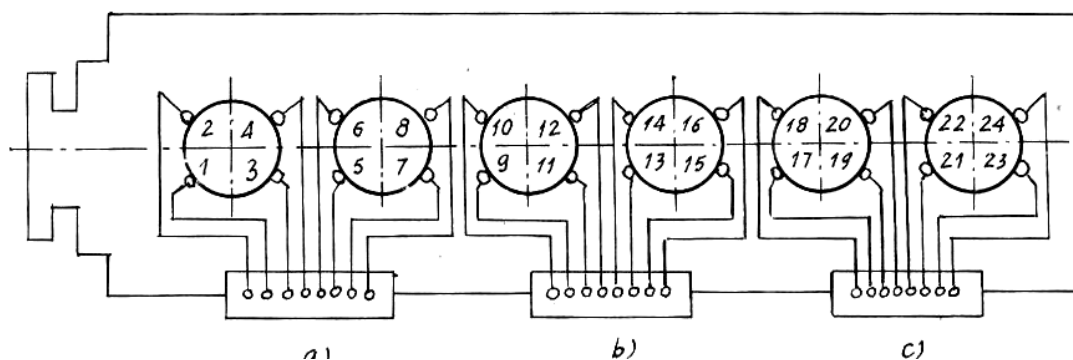
Bơm dầu 2 hút dầu từ bể chứa 1, bơm chuyển qua lọc 3, kết làm mát dầu 4 lên thùng chứa 6. Mức dầu chứa trong thùng chứa 6 luôn luôn không đổi nhờ lưu lượng của bơm 2 vượt qua lượng dầu tiêu thụ để bôi trơn các ổ trục của tuôcbin tăng áp 7, lượng dầu thừa tràn theo ống dẫn có cột quan sát 5 về bể chứa 1.

Ưu điểm của hệ thống bôi trơn kiểu trọng lực:

1. Áp suất của dầu đi về động cơ luôn luôn không đổi và không phụ thuộc vào lượng dầu cấp trong bể
2. Làm việc tin cậy, đặc biệt đối với những thiết bị khai thác trong điều kiện khắc nghiệt
3. Dầu được bơm chứa ở thùng trên tiến hành thêm một bước lọc lắng dầu và tách khỏi dầu các tạp khí

BÔI TRƠN KIỂU PHÂN TUYẾN

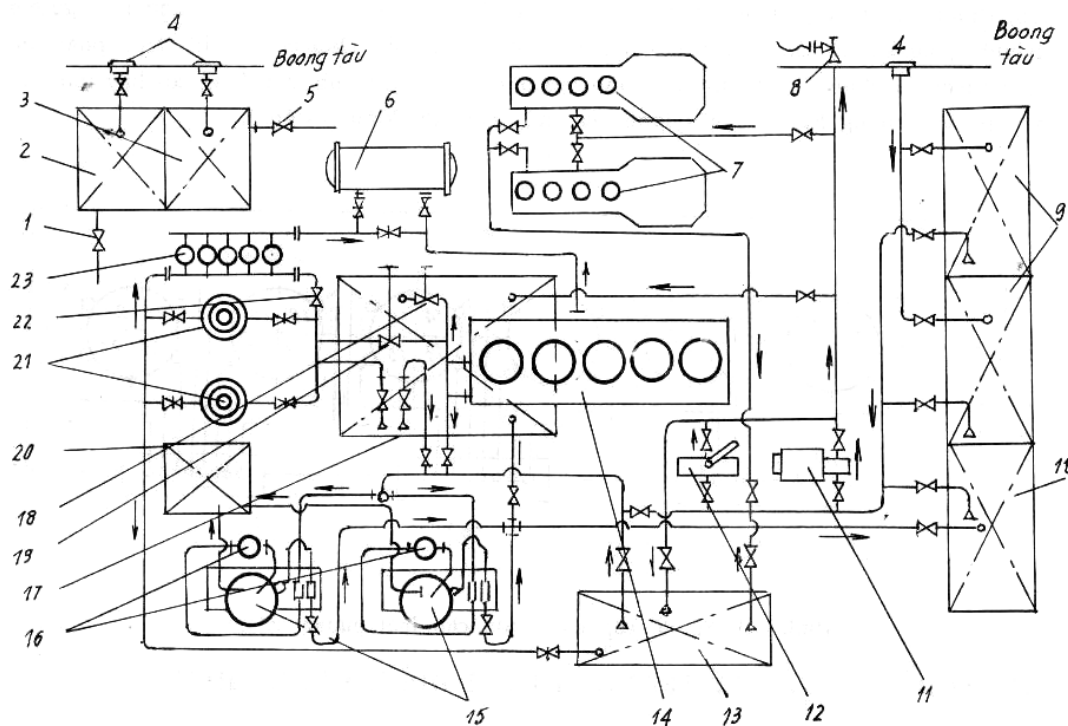
Không phụ thuộc vào hai nguyên lý đã trình bày ở trên, đối với những động cơ cỡ lớn, thường là những động cơ kiểu con trượt, để bảo đảm bôi trơn đều cho mặt gương xylanh, phải bố trí các bộ cấp dầu phân tuyến (hình 3.3). Dầu cấp để bôi trơn phải đảm bảo tuyệt đối đúng lưu lượng để tránh tạo muội (trong xylanh của động cơ) hay tạo hỗn hợp nổ với không khí (trong xylanh của máy nén khí kiểu piston).



Hình 3.3 Sơ đồ cấp dầu nhờn cho mặt gương xylanh

SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ TRANG BỊ HTBT ĐIÊZEN TÀU THỦY

(để tham khảo)



trên hình 3.4 giới thiệu sơ đồ nguyên lý HTBT diesel tàu thủy. Động cơ chính 14 được trang bị HTBT kiểu cacte khô (dầu từ các bể mặt ma sát được hồi về thùng chứa bên ngoài động cơ), còn các động cơ phụ 7 - HTBT cacte ướt (dầu từ các bể mặt ma sát được hồi về cacte dầu trong động cơ). Dầu được tiếp nhận lên tàu qua ống rót 4 trên boong tàu. Trong các bể 9 có chứa dầu dự trữ để bố trí động cơ, trong bể 3 - dầu dự trữ để bố trí xylanh, còn trong bể 2 - dầu dự trữ cho máy nén khí. Bể 10 dùng để chứa dầu sạch đã phân ly, còn bể 13 - gom dầu bẩn (phế thải).

Khi động cơ chính làm việc bơm dầu tuần hoàn 21 (một bơm để dự phòng) hút dầu từ bể chứa 17 đưa qua lọc thô 23 và kết làm mát dầu 6 vào động cơ. Van bảo hiểm thoát dầu 22 làm nhiệm vụ xả dầu thừa và bảo đảm không cho tăng áp suất trong hệ quá 50% áp công tác.

Từ động cơ dầu qua van 18 hồi về thùng chứa dầu tuần hoàn. Trong trường hợp có sự cố hệ thống vẫn hoạt động mà không cần đến thùng chứa dầu tuần hoàn. Trong trường hợp này bơm 21 hút dầu trực tiếp từ cacte động cơ qua van 19, còn van 18 sẽ đóng. Khi cần thay dầu, dầu từ bể chứa dầu tuần hoàn được bơm chuyển vào bể phế liệu 13 nhờ bơm 21.

Việc phân ly dầu được tiến hành nhờ một trong các máy 15. Bơm tiếp nhận của máy phân ly có thể hút dầu từ các bể chứa dự trữ: bể chứa dầu tuần hoàn về bể chứa dầu phế thải.

Trước khi phân ly, dầu được sấy qua thiết bị 16. Dầu sạch từ máy phân ly nhờ bơm đẩy bơm vào bể chứa dầu tuần hoàn hay bể chứa dầu phân ly 10. Tạp chất phân ly được đưa vào bể phế liệu 20. Từ bể chứa dầu xylanh 3, thông qua van 5 dầu tự chảy vào hệ thống điều lượng dầu bôi trơn xylanh của động cơ chính.

Dầu của máy nén khí được phân phối qua van 1

Bơm chuyển dầu bằng điện 11 và bằng tay 12 cho phép cấp dầu sạch từ các bể chứa dầu dự trữ hay từ bể dầu phân ly vào bể chứa dầu tuần hoàn của động cơ chính và vào cacte dầu của các động cơ phụ, bơm thay dầu từ cacte của động cơ phụ vào thùng 13 và bơm lên bờ qua van 8 và hệ thống ống mềm.

3.VẤN ĐỀ LỌC VÀ LÀM MÁT DẦU BÔI TRƠN

VẤN ĐỀ LỌC DẦU

Trong quá trình sử dụng, dầu bôi trơn dần dần bị phân hoá và biến chất do lẫn các sản phẩm ăn mòn và các tạp chất bụi bẩn lẫn trong không khí. Do ảnh hưởng của nhiệt độ cao dần ôi hoá khi bôi trơn các bề mặt ma sát của động cơ. Để tăng thời hạn sử dụng dầu phải được lọc có hệ thống. Ở các hệ động lực cỡ lớn (tĩnh tại, tàu thủy) thường kết hợp: lọc thấm, lọc lắng và phân ly dầu.

Lọc lắng được tiến hành ở trạng thái dầu yên tĩnh trong bể chứa khoảng 6 đến 10 giờ. Nước và tạp chất lắng trên đáy bể được đưa ra ngoài qua van tháo. Để dễ phân tách các tạp chất, dầu phải được hâm nóng đến nhiệt độ $70 \div 80^{\circ}\text{C}$.

Sau khi đã lọc lắng sơ bộ ở các bể chứa dầu dự trữ, dầu vào hệ thống lọc thấm của động cơ. Các thiết bị lọc thường dùng là tấm bọc kim loại (kiểu lọc khe), lưới lọc bằng đồng, lõi lọc bằng giấy, bằng đường dẫn..v..v..(kết cấu và nguyên lý của các thiết bị lọc dầu giống như lọc nhiên liệu mà chúng ta đã xem ở chương II).

Trong hệ thống bôi trơn kiểu áp lực (hay còn gọi là tuần hoàn cưỡng bức) bộ lọc kiểu lưới kim loại thường được dùng nhiều hơn cả. Nếu dùng lưới có số lỗ đến 200 trên 1 cm^2 gọi là lọc thô, còn từ 400 đến 2000 lỗ trên cm^2 gọi là lọc tinh.

Bình lọc thô thường bố trí trên đường ống hút của bơm dầu chính. Do hạn chế về độ cao của cột hút, sức cản thuỷ lực này không được lớn quá $0,1 \div 0,2$

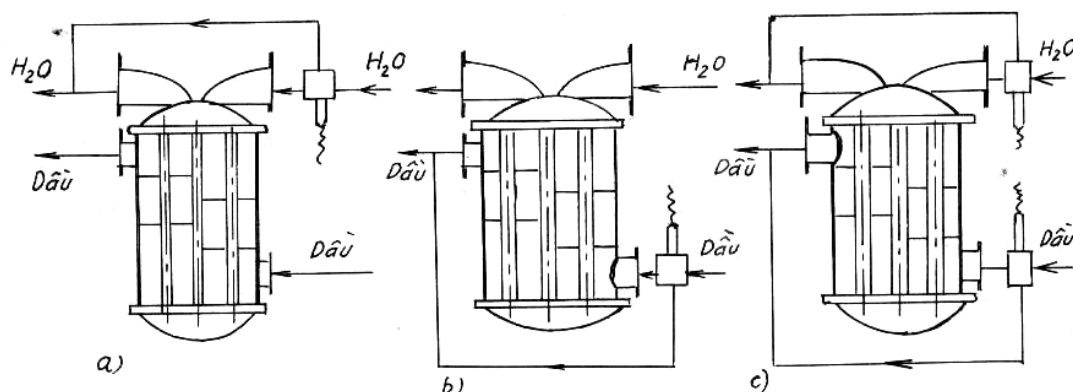
kG/cm^2 . Khi bình lọc thô đặt trên đường thải của bơm, cản thuỷ lực có thể đến $0,5 \div 1,0 \text{ kG/cm}^2$, phụ thuộc vào độ bền của lõi lọc. Bình lọc thô có thể bảo đảm lưu thông tất cả lượng dầu tuần hoàn trong hệ. Vì vậy bình lọc thô được mắc nối tiếp trong đường dầu chính của động cơ. Còn các bình lọc tinh, do có sức cản thuỷ lực lớn, nên thường mắc trên mạch rẽ từ đường dầu chính và cho phép thông qua 7 đến 10% lượng dầu tuần hoàn. Sau khi lọc tinh, dầu lại hồi về cacte, hoà trộn với dầu tuần hoàn để tăng tính năng sử dụng của dầu.

Ở các hệ động lực cỡ lớn, lọc thẩm thường không đảm bảo đủ dầu đi bôi trơn vì vậy, chức năng lọc tinh được thay thế bằng máy phân ly. Máy phân ly không chỉ bảo đảm lọc định kỳ mà còn cho phép lọc liên tục trong khi động cơ chính làm việc. Về kết cấu và nguyên lý làm việc, máy phân ly dầu cũng giống như máy phân ly nhiên liệu.

VẤN ĐỀ LÀM MÁT DẦU

Để bảo đảm tính năng sử dụng của dầu (chủ yếu là độ nhiệt), sau khi đã bôi trơn và lấy nhiệt từ bề mặt ma sát, dầu qua két làm mát trước khi trở lại bôi trơn động cơ. Két làm mát dầu là một trong những thành phần chính của hệ thống bôi trơn. Vào két, dầu có thể được làm mát bằng gió (đối với các loại động cơ ô tô, máy kéo), bằng nước ngọt tuần hoàn vòng kín (đối với động cơ phát điện) hoặc bằng nước ngoài mạn vòng hở (động cơ tàu thủy). Do các chế độ khai thác, điều kiện sử dụng và mức độ mang tải khác nhau nên nhiệt độ dầu đi bôi trơn thường không ổn định, gây ảnh hưởng đến chất lượng làm việc của cặp ma sát, giảm tuổi thọ sử dụng của dầu. Để đảm bảo cho nhiệt độ của dầu ổn định trước khi vào động cơ ô tô, máy kéo, máy phát, máy thủy... trong HTBT đều được trang bị bộ điều chỉnh nhiệt (còn gọi là van bằng nhiệt). Phụ thuộc vào cỡ động cơ lớn, nhỏ có thể sử dụng một trong ba sơ đồ mắc van điều chỉnh (hình 3.5): mắc gián tiếp, mắc trực tiếp và mắc hỗn hợp.

Khi điều chỉnh gián tiếp (hình 3.5a), tất cả lượng dầu tuần hoàn đều đi qua két, còn nhiệt độ của dầu vào động cơ được điều chỉnh bằng lưu lượng nước qua két làm mát. Trong trường hợp này van điều chỉnh đặt trên tuyến nước.



Hình 3.5 Các sơ đồ mắc van điều chỉnh

a - mắc trên đường nước

b - mắc trên đường dầu

c - mắc hỗn hợp

Trong trường hợp điều chỉnh trực tiếp (hình 3.5b), van điều chỉnh đặt trên đường dầu vào két. Phụ thuộc vào nhiệt độ cần điều chỉnh, van phân phối lượng dầu qua hoặc không qua két mà chảy theo một ống nhánh bên ngoài.

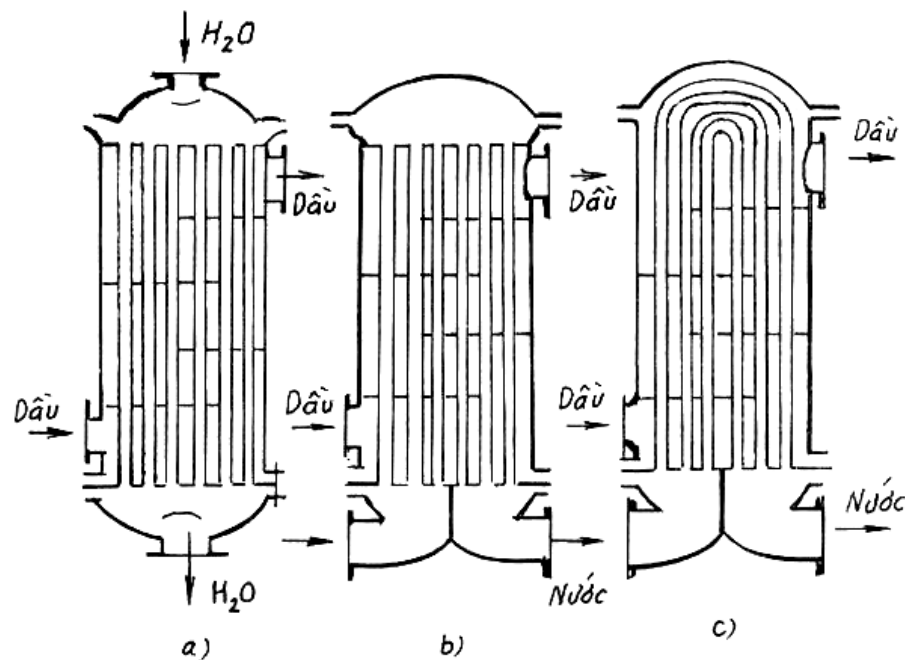
Ở những động cơ lớn, số vòng quay thấp, lưu lượng dầu đi bôi trơn nhiều, để tăng độ tin cậy trong điều chỉnh, điều chỉnh nhanh, thường sử dụng sơ đồ mắc hỗn hợp (hình 3.5c). Ở đây, nhiệt độ của dầu trước khi vào động cơ được điều chỉnh bằng cả lượng nước và dầu qua hoặc không qua két làm mát.

Trong trường hợp này van được bố trí cả trên đường nước và dầu.

Trong két làm mát, áp suất của dầu phải lớn hơn áp suất của nước để tránh rò nước vào dầu khi hở các mối hàn do dẫn nở nhiệt.

Trên các loại động cơ hiện nay được trang bị chủ yếu là két làm mát dầu dạng ống. Thông thường nước làm mát chảy trong ống còn dầu chảy bao ngoài. Để tăng hiệu suất làm mát và giảm kích thước của két, trong két có lắp những vách ngăn hình bán nguyệt so le để tăng hành trình của dầu trong két và khả năng trao đổi nhiệt với nước.

Về kết cấu, két làm dầu có ba loại: két một kênh (hình 3.6a), két hai kênh ống thẳng (hình 3.6b) và két hai kênh ống cong (hình 3.6c).



Hình 3.6 Các nguyên lý làm mát dầu nhờn

a - kết kiểu một kênh ;b - kết kiểu hai kênh ống thẳng ;c - kết kiểu hai kênh ống cong.

Các kết dầu ống thẳng cho phép thông thổi dễ dàng cặn bẩn bám vào thành ống mỗi khi bảo dưỡng và sửa chữa động cơ. Song, kết cấu kiểu này khó bảo đảm bao kín giữa tấm đế gắn ống với vỏ kết khi có dẫn nở nhiệt (để gắn ống trượt dọc theo vỏ kết).

Để chế tạo các ống của kết làm mát dầu người ta thường sử dụng các loại vật liệu như đồng đỏ, đồng thau thậm chí cả ống thép đường kính 8/10, 10/13 và 14/16 (từ số chỉ đường kính trong, mẫu số chỉ đường kính ngoài của ống).

4. CHỌN BƠM VÀ KẾT LÀM MÁT DẦU

TÍNH CHỌN BƠM DẦU

Lượng nhiệt mà dầu mang đi từ tổng lượng nhiệt cháy của nhiên liệu

$$Q_d = q_d G_e N_e Q_p$$

Trong đó: q_d - phần nhiệt mà dầu mang đi

$q_d = 0,05 - 0,07$ - đối với động cơ tốc độ thấp không làm mát đỉnh piston bằng dầu

$q_d = 0,07 - 0,08$ - đối với động cơ cao tốc

$q_d = 0,1 - 0,11$ - đối với động cơ tốc độ thấp có làm mát đỉnh piston bằng dầu

G_e - suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ, kg/ml.h

N_e - công suất định mức của động cơ, m.l

$Q_p = 10.100$ kcal/kg - nhiệt trị của nhiên liệu lỏng

Lưu lượng của bơm dầu tuần hoàn:

$$G_d = k_g \frac{Q_d}{C_d \gamma_d \Delta t_d} \quad m^3/h$$

trong đó: k_g - hệ số dự lượng của bơm dầu

C_d - tỉ nhiệt của dầu, kcal/kg⁰C

γ_d - tỉ trọng của dầu bằng 900 kg/m³

Δt_d - hiệu của nhiệt độ dầu ra khỏi động cơ và dầu vào động cơ

$$\Delta t_d = 8 - 18^0 C$$

Cột áp của bơm dầu tuần hoàn phải đủ để thắng các cản thủy lực của các lọc, kết làm mát dầu, hệ thống dẫn dầu và động cơ. Đối với các động cơ có tốc độ thấp, $P_d = 1,3 \div 2,5 kG/m^3$; đối với các động cơ cao tốc, $P_d = 4 \div 9 kG/m^3$

Công suất thiết kế của bơm dầu:

$$N = k_N \frac{G_d \cdot P_d}{270 \cdot \eta_d} \quad (m.l)$$

trong đó: k_N - hệ số dự trữ của công suất bơm

$k_N = 1,3 - 1,5$ nếu công suất dầu bơm đến 5 mã lực

$k_N = 1,1 - 1,2$ nếu công suất dầu bơm lớn hơn 5 mã lực

$\eta_d = 0,7 - 0,72$ hiệu suất của bơm dầu

Trong hệ thống bôi trơn động cơ chính tàu thủy thường được trang bị không ít hơn hai bơm dầu có năng suất như nhau: một bơm chính và một bơm dự phòng. Một trong hai bơm này có thể được dẫn từ động cơ, còn bơm kia dẫn động bằng động cơ điện.

TÍNH CHỌ KẾT LÀM MÁT DẦU

Thông số đặc trưng làm mát dầu là diện tích bề mặt làm mát (F_d)

$$F_d = \frac{Q_d}{K \cdot \Delta t_{tb}} (m^2)$$

Trong đó K - hệ số truyền nhiệt chung từ dầu vào nước, kcal/(m² .h⁰C)

Hệ số này phụ thuộc vào tốc độ dòng chảy của dầu và nước trong két, vào vật liệu làm ống, đặc điểm của dòng chảy và một số yếu tố khác.

Ở các kết cấu kết dạng ống thông thường K = 150 - 250 kcal/(m² .h⁰C). Để tăng hệ số truyền nhiệt, đồng thời giảm trọng lượng và kích thước của kết người ta nhân tạo hóa để gây rối các dòng chảy nhờ các kết cấu đặc biệt như nút cao su ép trong ống (hình 3.7) với kết cấu kiểu này, hệ số truyền nhiệt chung có thể tăng lên đến 800 - 1100 kcal/(m² .h⁰C)

DUNG TÍCH BỂ CHỨA DẦU TUẦN HOÀN

$$V_d = k_3 \frac{G_d}{i \gamma_d} \quad m^3$$

trong đó: $k_3 = 1,4 - 1,5$ hệ số dự lượng của bể

i - số lần tuần hoàn của dầu

i = 10 - 20 - đối với động cơ công suất lớn với tốc độ thấp

i = 20 - 40 - đối với động cơ công suất trung bình

i = 40 - 60 - đối với động cơ công suất nhỏ cao tốc

i = 5 - 15 - đối với dầu đi bôi trơn và làm mát hộp giảm tốc

3.3. TRANG BỊ HỆ THỐNG LÀM MÁT

1.ĐẶC ĐIỂM CÁC MÔI CHẤT LÀM MÁT

Hệ thống làm mát có nhiệm vụ làm mát blốc-xylanh, nắp máy, thân của xupap thải, vòi phun và ống xả. Hệ thống này còn làm mát cả dầu tuần hoàn, nước vòng kín (nước ngọt) và không khí nén trên đường tăng áp nạp vào động cơ. Ở những động cơ lớn (thường kiểu con trượt) dầu hoặc nước còn được dùng để làm mát đỉnh piston.

Môi chất công tác để làm mát các thành phần khác nhau của hệ động lực nói chung và các chi tiết của động cơ nói riêng là nước ngoài mạn như nước biển, nước sông, nước hồ (đối với các trang bị động lực tàu sông và biển) hay nước ngầm (cho hệ tĩnh tại), nước ngọt hay nước cất, dầu và không khí.

Nước có đặc tính thẩm muối và độ cứng. Độ thẩm muối của nước được đánh giá bằng hàm lượng chứa muối clorua trong nước, còn độ cứng - bằng hàm lượng chứa muối canxi và magie.

Nước biển có chứa nhiều phân tử các tạp chất cơ học phức tạp. Ngoài ra, trong nước biển có hòa lẫn khí thiên nhiên và các muối kim loại khác. Hàm lượng chứa muối trong nước biển, chủ yếu là muối clorit NaCl và MgCl_2 khá cao (đến $35\div 40$ gam muối trên một lít nước). Ngoài tác động ăn mòn, khi nước được hâm nóng do trao đổi nhiệt với bề mặt được làm mát, hiện tượng phân hóa muối gia tăng và muối lắng đọng trên bề mặt các chi tiết máy làm mát, vì vậy, để giảm hiện tượng trên, khi thiết kế hệ thống làm mát vòng hở, t^0 nước ra khỏi động cơ không nên vượt quá $50\div 55^0$.

Nước ngầm hầu như trong suốt nhưng thực tế cũng chứa nhiều các loại muối khác nhau hòa tan. Qua nhiều năm thành phần muối của nước ngầm thay đổi rất ít. Trừ nước sông, nước hồ thay đổi nhiều về hàm lượng muối và các tạp chất lẫn trong nước. Nhất là trong điều kiện khí hậu nhiệt đới như ở nước ta, mực nước ở các sông ngòi phụ thuộc theo mùa. Ở mùa nước sông lên cao và lẫn nhiều tạp chất bản có kích thước lớn bị cuốn theo từ đường xá, đồi núi..., đọng nhiều bùn cát, rong rêu... Cho nên, để đảm bảo an toàn và tin cậy cho các thiết bị làm mát, nước thiên nhiên trước khi dùng phải qua lọc cẩn thận.

Nước ngọt chỉ dùng trong vòng tuần hoàn kín. Hàm lượng chứa các chất hòa tan trong nước ngọt không quá 0,1% (không quá một gam trong một lít nước). So với nước thiên nhiên, nước ngọt ít làm bẩn các bề mặt chi tiết máy, cho phép tăng chế độ nhiệt làm mát động cơ, có nhiệt dung cao hơn và tác dụng ăn mòn giảm.

Để hạn chế tác động ăn mòn trong nước ngọt cần hòa thêm phụ gia đicrômat kali $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ với liều lượng $2,5 \div 5,0$ gam cho một lít nước.

Dầu chỉ dùng làm môi chất làm mát ở những nơi cần nhiệt độ sôi cao và sự ăn mòn đe dọa trực tiếp như đỉnh pistong. Nhược điểm chính của môi chất này là giá thành cao, độ nhớt lớn, nhiệt dung và hệ số truyền nhiệt nhỏ. Những nhược điểm này đã hạn chế phạm vi sử dụng dầu để làm mát.

Không khí trong thành phần môi chất làm mát chỉ dùng cho các động cơ ô tô, máy kéo, máy phát với công suất nhỏ hay để làm mát nước vòng kín và dầu nhớt

tuần hoàn nhờ quạt gió. Nguyên lý làm mát bằng không khí thì đơn giản nhưng kết cấu của blốc xylanh và nắp máy phức tạp. Trong trường hợp này blốc xylanh và nắp máy phức tạp. Trong trường hợp này blốc xylanh và nắp máy thường đúc bằng nhôm hay kim loại nhôm với nhiều lớp phiến tản nhiệt.

2.CÁC NGUYÊN LÝ LÀM MÁT

Do tính đa dạng của các loại động lực với động cơ đốt trong dùng trong các ngành kinh tế quốc dân nên tồn tại các hệ thống làm mát khác nhau

1. Hệ thống làm mát kiểu bốc hơi do kết cấu và nguyên lý đơn giản và thích ứng với các loại động cơ đặt nằm nên được dùng trong nông nghiệp cho động cơ D12, D15...

2. Hệ thống làm mát bằng nước kiểu đối lưu tự nhiên do kết cấu cồng kềnh không thích hợp cho ô tô và máy kéo nên thường dùng cho động cơ tĩnh tại công suất nhỏ. Song, do hiệu quả làm mát thấp, nguyên lý lạc hậu nên ngày nay cũng ít dùng.

3. Hệ thống làm mát bằng nước kiểu một vòng tuần hoàn kín cưỡng bức được sử dụng rộng rãi cho các động cơ ô tô và máy kéo vì lượng tiêu hao nước ít, thuận lợi đối với các loại xe chạy đường dài, nhất là những vùng hiếm nguồn nước. Trong hệ thống này, nước và dầu lại được làm mát bằng không khí nhờ quạt gió.

4. Hệ thống làm mát một vòng hở thường bố trí cho các hệ động lực tàu sông và tàu chạy trên các hồ lớn. Ở hệ thống này, môi chất làm mát là nước sông hay nước hồ như đã nêu ở trên, vì hàm lượng muối ít nên hiện tượng ăn mòn các chi tiết máy không trầm trọng.

5. Hệ thống làm mát hai vòng kín và được hở được dùng rộng rãi cho hầu hết các trang bị động lực tĩnh tại và tàu thủy. Trong hệ thống này, nước vòng kín được tuần hoàn để làm mát các chi tiết của động cơ, còn nước vòng hở để làm mát dầu và nước vòng kín

Ngoài ra, phụ thuộc vào môi chất đến làm mát các chi tiết khác nhau, hệ thống làm mát kiểu hai vòng còn được chia làm ba loại:

- Loại một gồm các trang bị mà piston, vòi phun và xylanh đều được làm mát bằng nước ngọt. Loại này dùng nhiều cho các động cơ công suất lớn như các động cơ của hãng “Sunzer” (Thụy Sĩ) và MAN (Tây Đức)

- Loại hai là những trang bị có piston được làm mát bằng dầu, còn vòi phun và xy lanh - bằng nước ngọt. Loại này thường trang bị cho các động cơ cường hoá, cao tốc và công suất nhỏ hơn các động cơ của hãng “Sunzer” và “Ctok” (Hà Lan)

- Loại ba thuộc các trang bị mà xy lanh được làm mát bằng nước ngọt, piston làm mát bằng dầu, còn vòi phun - bằng nhiên liệu. Song vì tỉ nhiệt của nhiên liệu nhỏ hơn của nước nên khả năng làm mát kém

Dùng nước hay dầu để làm mát piston phụ thuộc vào kết cấu của piston. Nói chung, dòng nước làm mát thay dầu có lợi là nước dễ tiếp nhận ở mọi nơi. Động cơ với hệ thống làm mát bằng nước giá thành rẻ hơn. Hơn nữa, do tỉ nhiệt của nước lớn, độ nhớt nhỏ hơn dầu và lượng nước cần làm mát, áp suất của nước và công suất của bơm tuần hoàn cũng cần nhỏ hơn. Ngoài ra, vì xy lanh của động cơ đã làm mát bằng nước nên hệ thống đã có bơm nước tuần hoàn và két làm mát, chỉ cần tăng thêm lưu lượng nước trong hệ có thể dùng cùng lúc để làm mát piston. Cho nên không cần phải trang bị thêm bơm và két mát làm dầu.

3.4. TRANG BỊ HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG

1. PHÂN LOẠI CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG

Để khởi động động cơ, cần tạo nên những điều kiện để trong các xy lanh xảy ra quá trình cháy nhiên liệu, và áp suất của khí cháy phải đủ thắng các lực ma sát và truyền động cho các cơ cấu công tác. Những điều kiện như thế được tạo nên khi dùng một nguồn năng lượng bên ngoài để quay trục khuỷu

Số vòng quay trục khuỷu, nhờ đó động cơ được khởi động, gọi là số vòng quay khởi động

Ở động cơ diesel, số vòng quay khởi động tương đối cao (thường đến 30% số vòng quay định mức), điều này đạt được khi trục khuỷu quay với số vòng bằng khoảng 10% số vòng quay định mức

Các phương pháp khởi động động cơ phổ biến là bằng tay, bằng điện, bằng động cơ lai và bằng khí nén.

Để tăng độ tin cậy khi khởi động, một động cơ có thể trang bị đồng thời hai phương pháp khởi động, bằng tay và bằng điện; bằng điện và khí nén ...

3. KHỞI ĐỘNG BẰNG KHÍ NÉN

Đối với những động cơ công suất trung bình và công suất lớn (cần mômen khởi động lớn) chỉ dùng phương pháp khởi động bằng khí nén. Phương pháp này cho phép điều khiển và khởi động từ xa với độ tin cậy cao. Song trong sử dụng, nếu không tuân thủ khắt khe các yêu cầu kỹ thuật có thể gây nên vỡ ống, nổ bình gây nguy hiểm chết người. Vì vậy, đối với hệ thống khởi động bằng khí nén phải thường xuyên bảo dưỡng và kiểm tra tình trạng và các thông số kỹ thuật như nhiệt độ, áp suất và tỉ số tăng áp sau mỗi cấp nén và áp suất trong bình chứa. Do có tính đặc trưng về trang bị nên dưới đây ta chỉ xem xét hệ thống khởi động bằng khí nén.

ĐẶC ĐIỂM HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG BẰNG KHÍ NÉN

Trong trang bị động lực khí nén được dùng chủ yếu để khởi động cho động cơ chính và các động cơ phụ (như trong trang bị động lực tàu thủy: động cơ chính để quay chân vịt, động cơ phụ quay máy phát điện, quay máy nén khí hay quay bơm nước). Ngoài ra, khí nén được dùng để phát tín báo (hệ thống còi), thông thổi các

thiết bị, ống dẫn khi sữa chữa, nạp cho khớp khí nén, cung cấp môi chất công tác cho hệ thống tự động và điều chỉnh.

YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG KHÍ NÉN

1. Khí nén dùng khởi động cho động cơ chính và các động cơ phụ phải được chứa trong các bình riêng biệt

2. Số bình chứa khí nén để khởi động động cơ chính không được nhỏ hơn 2 có dung tích như nhau. Động cơ phụ có thể chỉ cần một bình. Thể tích của các bình chứa phải được tiêu chuẩn hoá và định kì phải được kiểm tra lưu hành

3. Đối với động cơ thủy tự đảo chiều quay, dung tích của các bình chứa khí nén phải đảm bảo đủ cho 12 lần khởi động liên tục động cơ từ trạng thái nguội mà không cần phải nạp thêm khí nén vào bình.

Nếu động cơ chính không tự đảo chiều (lắp với chân vịt biến bước hay hộp giảm tốc đảo chiều) dung tích bình chứa chỉ cần đủ cho 6 lần khởi động liên tục. Yêu cầu này cũng áp dụng cho các động cơ phụ để quay máy phát điện trên tàu.

4. Năng suất của máy nén phải đảm bảo nạp đủ lượng khí khởi động dự trữ cho động cơ chính từ áp suất dư : 5kg/cm^2 đến áp suất công tác lớn nhất trong thời gian 60 phút. Sau khi động cơ đã làm việc với nhiên liệu, lượng khí nén hao hụt trong bình chứa có thể được bổ sung nhờ máy nén khí (động cơ cỡ lớn) hoặc có thể trích khí nén từ xy lanh dầu của động cơ (động cơ công suất trung bình).

5. Máy nén khí phải được trang bị bộ phận tự động tắt máy khi áp suất trong các bình chứa đạt giá trị tới hạn.

6. Trên mỗi bình chứa khí nén phải bố trí van bảo hiểm (để bảo vệ bình chứa và hệ thống ống dẫn). Van bảo hiểm phải là loại lò xo và làm việc khi áp suất khí nén trong bình lớn hơn áp suất công tác từ $1 \div 2 \text{ kg/cm}^2$.

7. Ở máy nén khí nhiều cấp, sau mỗi cấp phải bố trí thiết bị làm mát trung gian, thiết bị phân ly nước, van thông, đồng hồ kế và van bảo hiểm để điều chỉnh áp suất khi vượt qua $1 - 2 \text{ kg/cm}^2$. Nhiệt độ khí nén đi vào bình chứa không được lớn hơn 60°C

8. Ống dẫn và các thiết bị của hệ thống khí nén phải được tính toán kiểm nghiệm với độ bền và độ tin cậy lớn, bảo đảm an toàn trong sử dụng.

CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG KHÍ NÉN

1. Áp suất của khí nén

Phụ thuộc vào áp suất của khí nén, ống dẫn và bình chứa có thể được chia làm 3 loại:

- loại thấp áp : áp suất khí nén đến 16 kG/cm^2
- loại trung bình : từ 16 đến 100 kG/cm^2
- loại cao áp : lớn hơn 100 kG/cm^2

Áp suất của khí nén để khởi động động cơ và cho các nhu cầu khác được định từ tính kinh tế, kỹ thuật và thực dụng. Theo kinh nghiệm, áp suất hợp lý nhất để khởi động các động cơ tốc độ thấp và trung bình là 30 kG/cm^2 ; đối với động cơ cao tốc đến 60 kG/cm^2 ; áp suất nạp cho hệ phát tín báo và cho khớp khí nén là $8 \div 10 \text{ kG/cm}^2$; khí nén cấp cho hệ thống tự động và điều khiển : $5 \div 8 \text{ kG/cm}^2$; để thông thổi ống dẫn và các chi tiết máy khi sửa chữa : $3 \div 5 \text{ kG/cm}^2$

Áp suất thấp nhất của khí nén mà động cơ có thể khởi động được phụ thuộc vào trạng thái động cơ ở thời điểm khởi động. Trường hợp khởi động dễ nhất là ngay sau khi động cơ dừng ở chế độ có tải. Trong trường hợp này, áp suất của khí nén mà động cơ có thể khởi động trở lại được chỉ bằng 20% áp suất định mức ($P_{kd} = 0,2 P_H$)

Các giá trị áp suất nêu trên cho thấy rằng các thiết bị động lực không cần đến áp suất khí nén cao, còn áp suất khí nén trung bình chỉ dùng để khởi động động cơ. Thế nhưng để chứa một lượng khí nén thậm chí ở áp suất đến 30 kG/cm^2 cũng cần đến bình chứa có kích thước và trọng lượng quá lớn. Vì vậy, trong thực tế không phụ thuộc vào áp suất sử dụng, khí nén thường được chứa trong các bình cao áp. Ví dụ, trên các tàu chở hàng hay ở các trạm phát điện cỡ lớn, khí nén được chứa trong các bình với áp suất $60 \div 80 \text{ kG/cm}^2$; còn trên các tàu chiến hay tàu ngầm, áp suất khí nén trong bình có thể lên tới $300 \div 400 \text{ kG/cm}^2$. Với áp suất ấy, chỉ cần bình chứa có dung tích không lớn và chiếm ít chỗ trong khoang máy vẫn có thể chứa đủ lượng khí nén cần thiết.

Đề nạp khí nén vào bình cao áp phải dùng máy nén nhiều cấp áp suất cao. Khí nén áp suất trung bình có thể cấp từ máy nén áp suất trung bình hay trích từ

bình cao áp qua van giảm áp. Khí nén áp suất có thể trích từ bình trung hay cao áp qua các cấp van giảm áp hay nạp từ máy nén áp suất thấp

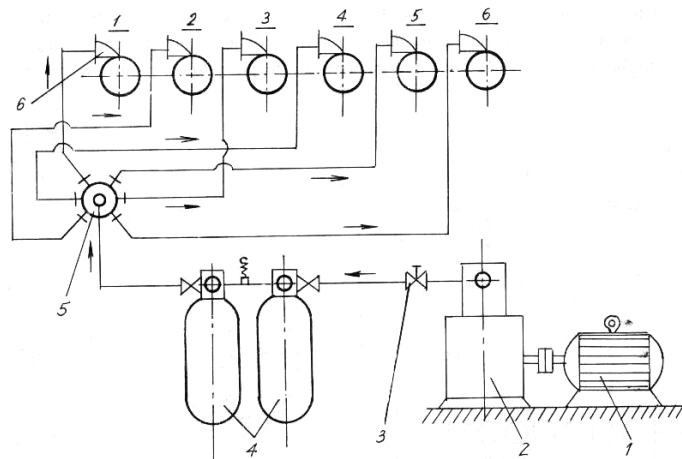
2. Suất tiêu hao không khí khởi động

Phần lớn ở các trang bị động lực diesel, khí nén dự trữ được chứa trong các bình cao áp, trước khi vào khởi động động cơ, khí nén được giảm áp đến giá trị sử dụng. Do áp suất giảm nên nhiệt độ của khí nén cũng giảm theo. Khí nén với nhiệt độ thấp đi vào xy lanh của động cơ, cũng làm tăng suất tiêu hao của không khí khởi động, khả năng khởi động xấu đi và do sự thay đổi đột ngột từ nhiệt độ quá thấp đến nhiệt độ cháy nhiên liệu dễ phát sinh những hiện tượng rạn nứt để xupap khởi động và nắp xy lanh của động cơ

Suất tiêu hao không khí khởi động phụ thuộc vào nhiều yếu tố, nhưng chủ yếu là số xy lanh của động cơ, áp suất khí nén khởi động, nhiệt độ của nước làm mát và dầu bôi trơn ở thời điểm khởi động, chất lượng điều chỉnh cơ cấu phối khí, tính năng kỹ thuật của bơm cao áp và vòi phun

Ở cùng một trạng thái nhiệt và những điều kiện kỹ thuật nêu trên, số xy lanh của động cơ càng tăng thì suất tiêu hao không khí khởi động giảm, vì tăng số xy lanh sẽ giảm tiết diện thời gian mở xupap khởi động theo góc quay của trục khuỷu, đồng thời giảm lưu lượng khí nén nạp cho xy lanh và tăng khả năng giãn nở của khí nén để sinh công

SƠ ĐỒ CỦA HỆ THỐNG KHỞI ĐỘNG BẰNG KHÍ NÉN



Hình 3.7. Hệ thống khởi động bằng khí nén

1. động cơ điện; 2. máy nén khí; 3. van một chiều; 4. chai hơi; 5. đĩa phân phối; 6. van khởi động

Trên hình 3.7.giới thiệu sơ đồ hệ thống khởi động bằng khí nén. Trước khi khởi động, bình 4 đã được nạp đầy khí nén ở áp suất công tác. Các bình này được cấp từ máy nén khí 2 được dẫn động bằng động cơ điện 1.

Để đảm bảo an toàn, trên đường ống cao áp từ máy nén về bình chứa có bố trí van bít một chiều 3. Van này không cho khí khí nén từ bình chứa trở ngược lại máy nén thậm chí cả khí van trên bình mở.

Khi khởi động, khí nén từ bình 4 theo ống dẫn đi về van phân phối 5 (đĩa phân phối). Phụ thuộc vào thứ tự công tác của xy lanh động cơ, rãnh hình vành khăn của đĩa 5 lần lượt nối thông với ống dẫn, dẫn khí nén về các van khởi động 6 trên nắp xy lanh. Thông thường, các van này có cơ cấu tự động ngắt dòng khí nén đi vào xy lanh khi đã có hiện tượng cháy nhiên liệu .

3.5. TRANG BỊ HỆ THỐNG NẠP - THẢI

1. VẤN ĐỀ CẤP KHÔNG KHÍ CHO ĐỘNG CƠ

Để thực hiện quá trình nạp cho động cơ, máy nén, nồi hơi và các thiết bị khác, đồng thời đảm bảo sự thông thoáng buồng máy cần phải liên tục thực hiện việc cấp không khí. Đối với các trang bị động lực trên bộ (ôtô, máy kéo, máy phát điện ...) việc tiếp nhận không khí được thực hiện trực tiếp bên ngoài, còn trên tàu sông và tàu biển - từ buồng máy hay từ trên boong tàu nhờ hệ thống ống dẫn

Kết quả của nhiều nghiên cứu cho thấy tuổi thọ của các chi tiết piston, xy lanh và xéc măng động cơ phụ thuộc nhiều vào độ tinh khiết của không khí nạp. Vì vậy, các trang bị trên bộ thường bố trí có lọc hút với kết cấu khác nhau

Đối với trang bị động lực tàu thủy và tĩnh tại, phương pháp thu nạp không khí từ buồng máy tuy có đơn giản hơn (vì không cần hệ thống ống dẫn với hệ thống giằng và gia cố phức tạp) và tạo được sự lưu thông gió tự nhiên, nhưng gây ồn lớn trong khoang máy, nhất là đối với những động cơ cao tốc. Trên hình 6.1 là sự phân bố âm lượng khí nạp của quá trình hút trực tiếp từ khoang máy, việc trang bị hệ thống ống hút riêng từ bên ngoài hay từ trên boong tàu cho phép giảm mức âm lượng đến 6 - 10 d β . Song với phương pháp dẫn gián tiếp khí nạp này, ngoài sự

phức tạp hoá về kết cấu còn làm tăng cản thủy lực, và dẫn đến giảm áp suất có ích trung bình P_c và giảm công suất của động cơ

Lượng không khí cần thiết cho động cơ phụ thuộc vào lượng tiêu thụ nhiên liệu và chế độ tải

$$V_n = \frac{g_e N_e \alpha_{\Sigma} L_0 v}{3600} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

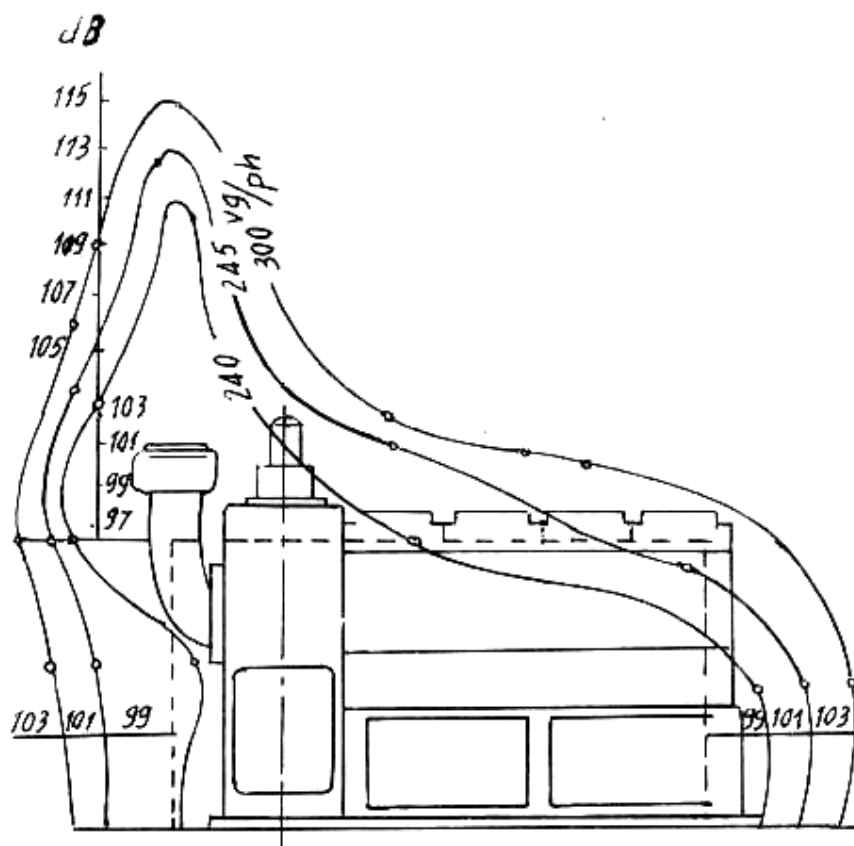
Trong đó: v - thể tích riêng của không khí, m^3/kg

Tiết diện ngang của ống dẫn khí nạp

$$F_n = \frac{V_n}{C}$$

Trong đó: C - tốc độ của dòng khí nạp trong ống dẫn

$$C = 15 \div 20 \text{ m/s}$$

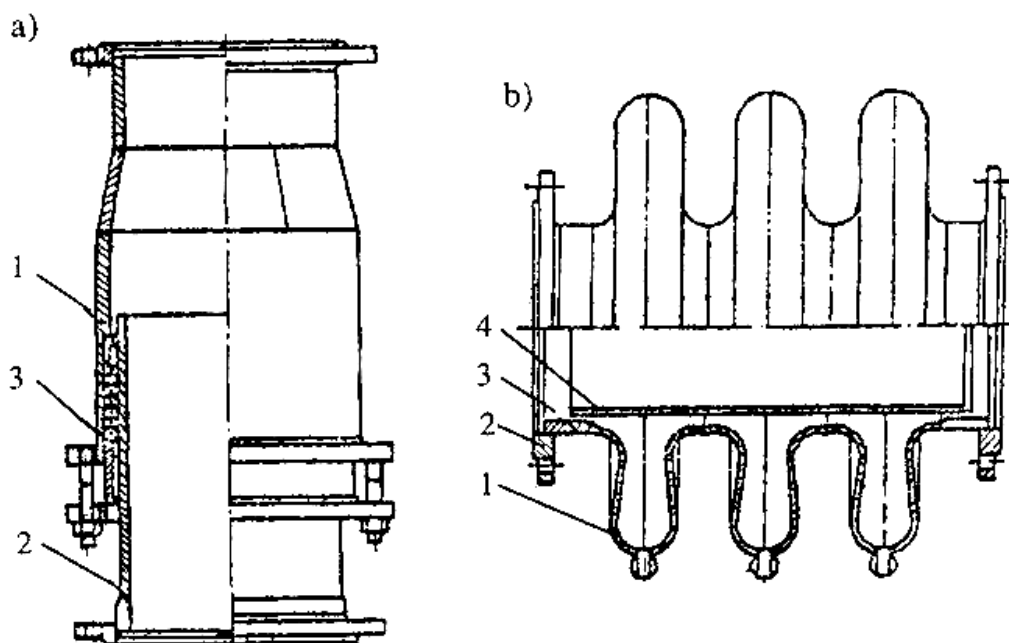


Hình 3.8 Sự phân bố âm lượng khí nạp trên động cơ

2. CÁC THIẾT BỊ CỦA ĐƯỜNG THẢI

THIẾT BỊ BÙ

Nhiệt độ của khí xả vào đường thải động cơ diesel khá lớn, đạt đến $400 \div 450^{\circ}\text{C}$ ở động cơ 4 kỳ và $250 - 300^{\circ}\text{C}$ ở động cơ hai kỳ. Nhiệt độ này nung nóng ống dẫn và gây nên giãn nở dài khá lớn, trung bình khoảng 1,17 mm trên một mét chiều dài của ống khí nung nóng lên 100°C . Để tránh nứt, gãy do ứng suất nhiệt, trên các đoạn nối ống người ta lắp ken những thiết bị bù có kết cấu khác nhau. Những bộ bù thường dùng được giới thiệu trên hình 6.3a là bộ bù loại phốt gồm thân 1 và cốc 2. Cốc được lắp trong thân ống với khe hở nhỏ.



Hình 3.9. Thiết bị bù

a- loại phốt: 1. thành ống; 2. cốc trượt; 3. phốt bao kín (sợi aniang)

b- loại thấu kính: 1. các nửa thấu kính; 2. bích nối; 3. ống dẫn; 4. cốc trong

Hai bộ phận này được bao kín bởi các vòng phốt sợi aniang. Khả năng bù của hai kết cấu loại phốt rất lớn - phụ thuộc vào chức năng trượt của cốc trong ống. Song, kết cấu này chỉ cho phép bù các đoạn ống thẳng (biến dạng theo hướng trục).

Nếu dùng cho ống cong có thể bị kẹt trong vỏ ống dẫn, không bảo đảm bao kín và dễ bị hút ẩm khi đặt ngang

Bộ bù kiểu thấu kính (hình b) cho phép khắc phục một phần những tồn tại trên. Đặc điểm kết cấu: gồm các nửa thấu kính 1 bằng thép dập mỏng được hàn với nhau. Cốc 4 có tác dụng để giảm thủy lực và tránh lắng đọng sản phẩm chảy xuống thấu kính. Cốc này được hàn dính một đầu vào đầu ống dẫn (phía khí thải vào) và có thể biến dạng dài tự do.

Để xả muối lắng dưới thấu kính, phía dưới các thấu kính có hàn các nút xả 5

Ưu điểm của bộ bù kiểu thấu kính là bao kín tốt, đàn hồi, trọng lượng và kích thước tương đối nhỏ và có khả năng chịu được các lực không hướng trục

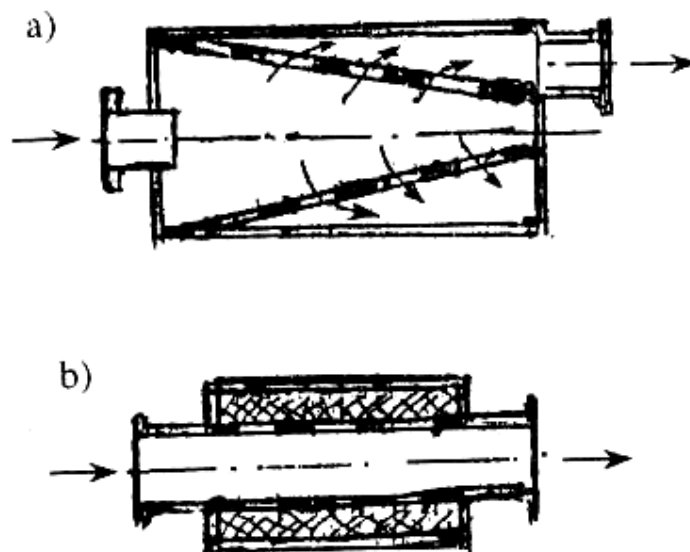
Nhược điểm cơ bản của loại này là giống như lò xo, tăng cản khi tăng sự biến dạng.

BÌNH TIÊU ÂM

Theo nguyên lý làm việc các bình tiêu âm có thể chia làm hai loại: hoạt tính và phản lực.

Nguyên tắc hoạt động của bình tiêu âm kiểu hoạt tính là hấp thu âm lượng và chuyển đổi vào nhiệt năng nhờ thiết bị gây cản bức xạ trên đường thải. Các thiết bị cản thường là lưới, các tấm đột lỗ, vật liệu xốp chịu nhiệt như sợi thủy tinh, phoi kim loại ...

Các thiết bị tạo cản có thể mắc nối tiếp hay song song



Hình 3.10. cách mắc cản hoạt tính
a- nối tiếp; b- song song

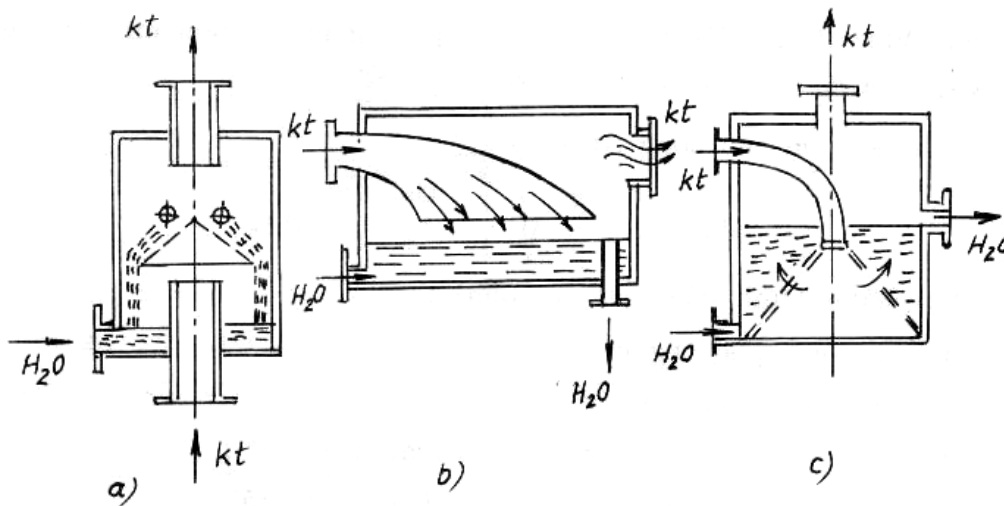
Khi mắc nối tiếp cản của bình tiêu âm sẽ tăng và có thể làm giảm công suất của động cơ. Mức giảm có thể tới 5 - 15% cho 10 db. Vì vậy, nhà chế tạo động cơ cần quy định tổn thất áp suất lớn nhất cho phép trên đường cản. Ví dụ, đối với động cơ 8Π và 4μ 13/18 (của Nga) đối áp cho phép là 600 và 500 mm cột nước. Khi mắc song song cản hoạt tính, bình tiêu âm được ốp phía trong bằng một loại vật liệu hấp thụ âm lượng và không làm giảm tiết diện lưu thông của không khí.

BỘ DẬP TÀN

Khí thải được xả ra ngoài thường mang theo những hạt tàn của nhiên liệu và dầu cháy đốt. Những hạt tàn này có thể gây hoả hoạn nguy hiểm, đặc biệt đối với các trang bị động lực tàu thủy vận chuyển sản phẩm dầu mỏ, bông sợi, len dạ và những hàng dễ cháy khác. Để ngăn ngừa những sự cố có thể xảy ra, cuối đường thải thường trang bị bộ dập tàn.

Loại xả qua nước tàn được dập triệt để hơn nhưng tăng cản đến 8 - 100 mm cột nước. Để cung cấp nước cho thiết bị dập tàn người ta trang bị một bơm riêng (đối với trang bị động cơ công suất lớn), hoặc trích đường nước từ bơm vòng hở hay bơm cứu hoả (cho các trang bị công suất trung bình). Bơm cấp nước cho thiết bị dập tàn phải tạo được áp suất đến 3kg/cm^2 . Tỉ trọng của thiết bị dập tàn khoảng 0,3 - 0,4 kg/m.l và thể tích - 0,15 ÷ 0,20 lít/m.l

Khi thiết bị đường thải đặc biệt phải chú ý tới tổng cản các thiết bị (cả nồi hơi tận dụng, bộ bù, bình tiêu âm, bộ dập tàn) không vượt quá 300 - 400 mm cột nước, việc tăng cản đường thải dẫn đến giảm công suất động cơ và tăng suất tiêu hao nhiên liệu. Vì vậy, để giảm cản đường thải, cố gắng thiết kế ống dẫn: thẳng với số khuỷu, uốn cong nhỏ nhất.



Hình 3.11. đồ các thiết bị dập tàn

a- loại tưới nước; b,c- loại xả qua nước

Chương 4. GIẢM RUNG HỆ ĐỘNG LỰC

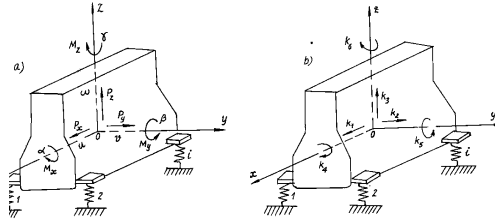
1. Khái niệm về rung và giảm rung cho động cơ

Như đã trình bày ở phần đầu, do truyền lực qua cơ cấu khuỷu trục thành truyền nên động cơ đốt trong là nguồn gây rung rất lớn cho bản thân nó và cho bộ máy. Tác hại do rung gây ra có thể rất lớn, đe dọa trực tiếp đến độ bền của trục và các ổ trục, làm kẹt pistong và xecmăng, bẻ gãy các guylông và bulông bắt bệ với thân máy, gây ứng suất và biến dạng lớn trong các chi tiết máy và làm giảm độ tin cậy chung của ô tô, tàu hỏa, tàu thủy... lắp động cơ này.

Ngoài ra, rung còn tạo nên âm lớn trong khu vực đặt máy, làm ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của công nhân. Để giảm những tác hại trên, ngày nay, đối với những động cơ không cân bằng và thậm chí cả những động cơ đã cân bằng người ta thường đặt trên bệ móng hay bệ tàu qua cơ cấu đàn hồi gọi là bộ giảm xóc.

Lực kích thích gây rung cho động cơ trên bệ là các lực quán tính không cân bằng của khối lượng chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay, mômen của các lực này và mômen lật của động cơ.

Trên hình 1.6.7a biểu diễn sơ đồ đặt động cơ trên các bộ giảm xóc và chiều tác dụng của các lực kích thích.



Rung hay dao động tịnh tiến theo phương thẳng đứng của động cơ dọc theo trục OZ sinh ra bởi các lực quán tính không cân bằng của khối lượng chuyển động tịnh tiến và thành phần thẳng đứng của lực quán tính ly tâm không cân bằng.

Dao động quán tính theo phương nằm ngang dọc theo trục OY xuất hiện do thành phần nằm ngang của lực quán tính ly tâm. Còn dao động tịnh tiến theo phương nằm ngang dọc theo trục OX, chỉ xảy ra đối với các động cơ dùng để quay chân vịt, theo hướng này là lực kích thích do sự thay đổi tuần hoàn của lực đẩy P_x từ chân vịt.

Dao động quay xung quanh trục OX tạo bởi mômen lật và thành phần nằm ngang của lực quán tính ly tâm không cân bằng. Dao động xung quanh trục OY gây ra do mômen lực quán tính của khối lượng chuyển động tịnh tiến không cân bằng và mômen của thành phần lực ly tâm theo phương thẳng đứng không cân bằng. Còn thành phần nằm ngang của lực này gây nên dao động quay quanh trục OZ.

Như vậy, động cơ có thể xem như một vật rắn, đồng thời tham gia trong sáu dao động liên hợp phức tạp: ba dao động tịnh tiến dọc theo ba trục tọa độ OX, OY, OZ và ba dao động quay xung quanh ba trục ấy (hình 1.6.7b).

Để minh họa nguyên lý giảm dao động nhờ bộ giảm xóc, dưới đây ta xem xét một trường hợp điển hình đơn giản: dao động của động cơ dưới tác dụng của một trong những thành phần lực quán tính không cân bằng là:

$$P_z = m_r R \omega^2 \cos \alpha$$

hay có thể viết $P_z = P \cos \omega t$

trong đó: $P = R \omega^2$ - biên độ kích thích;

$\alpha = \omega t$ - góc quay của trục khuỷu tính từ điểm chết trên.

Nếu động cơ được bắt chặt trực tiếp với bộ máy thì lực P_z sẽ truyền toàn bộ lên bộ này. Để giảm lực tác dụng lên bộ máy, giữa động cơ và bộ ta đặt các bộ giảm sóc (như hình 1.6.7). Như vậy ta được một hệ dao động gồm động cơ và các lò xo

hình trụ. Theo nguyên lý về dao động ta có thể viết phương trình dao động cưỡng bức của động cơ ở dạng:

$$Z = \frac{P}{C} \left(\frac{1}{1 - \omega^2 / k^2} \right) \cos \omega t \quad \text{hay} \quad Z = A \cos \omega t$$

trong đó: $A = \frac{P}{C} \left(\frac{1}{1 - \omega^2 / k^2} \right)$

là biên độ của dao động cưỡng bức;

C - độ cứng của hệ lò xo;

k - tần số dao động tự do của hệ.

Trong biểu thức (1.7) P/C là độ di chuyển tĩnh của hệ dưới tác dụng của lực kích thích P. Đối với mỗi giá trị nhất định của hệ thức này biên độ dao động cưỡng bức chỉ phụ thuộc vào tỉ số ω/k . Từ biểu thức trên ta có thể kết luận rằng, cơ cấu đàn hồi có tác dụng giảm lực truyền rung cho bộ máy chỉ khi nào giá trị tuyệt đối của hiệu $|1 - \omega^2/k^2| > 1|$, hay $\omega > \sqrt{2}k$. Như vậy, khi tỉ số ω/k càng lớn (hay ω rất lớn so với k), có nghĩa là khi động cơ được đặt trên bộ càng đàn hồi, thì hiệu suất giảm xóc cho động cơ trên bộ đàn hồi càng lớn. Nói một cách khác, để giảm lực truyền rung cho bộ máy, máy phải đặt trên các bộ giảm xóc có độ đàn hồi đủ để tần số dao động tự do nhỏ hơn tốc độ góc của trục khuỷu.

Để giảm thành phần lực kích thích ngang ($P_y = m_r R \omega^2 \sin \alpha$) ta phải lắp vào hệ những lò xo ngang và nghiên cứu dao động theo phương nằm ngang của động cơ. Tương tự như trên ta cũng đi đến kết luận là: Để giảm lực kích động ngang, tần số dao động tự do phải nhỏ hơn so với các mômen kích thích ta cũng rút ra kết luận như trên.

Thông thường, tính toán dao động của động cơ đặt trên bộ đàn hồi bao gồm các bước sau:

1. Xác định sơ bộ trọng tâm của động cơ và các mômen quán tính tương ứng trục tọa độ đặt ở trọng tâm.
2. Căn cứ vào trọng lượng của động cơ và tải trọng cho phép trên một bộ giảm xóc để chọn chủng loại, số lượng và phân bố chúng dưới bộ máy của động cơ.
3. Theo số lượng và độ cứng của các bộ giảm xóc đã chọn xác định tâm cứng chung.

4. Xác định các tần số của dao động riêng.
5. Xác định biên độ của dao động do các lực và các mômen lực kích thích gây nên.
6. Kết luận về chủng loại số lượng giảm xóc và sơ đồ phân bố giảm xóc cho động cơ.

2. Các loại giảm xóc

a. Vật liệu chế tạo

Hiệu suất giảm rung của bộ giảm xóc chủ yếu phụ thuộc vào vật liệu chế tạo đệm đàn hồi. Để giảm rung cho động cơ và bộ máy người ta thường dùng các bộ giảm xóc bằng cao su và bằng lò xo.

Ưu điểm chính của loại giảm xóc bằng cao su là có ma sát trong lớn – đó là đặc tính quan trọng để dập tắt dao động cộng hưởng. Ngoài ra, bộ giảm xóc loại này có khả năng cách âm tốt trong các dải âm tần.

Nhược điểm của bộ giảm xóc bằng cao su là cao su dễ bị già hóa (tính chất đàn hồi mất dần theo thời gian) và dễ bị hư hỏng do tác động của sản phẩm dầu mỡ và nhiệt độ cao (chỉ thích ứng với điều kiện nhiệt độ dưới $70 \div 75^{\circ}\text{C}$). Ngày nay, đối với các bộ giảm xóc bằng cao su, người ta chỉ dùng loại giảm xóc có đệm đàn hồi làm việc ở trạng thái chịu nén.

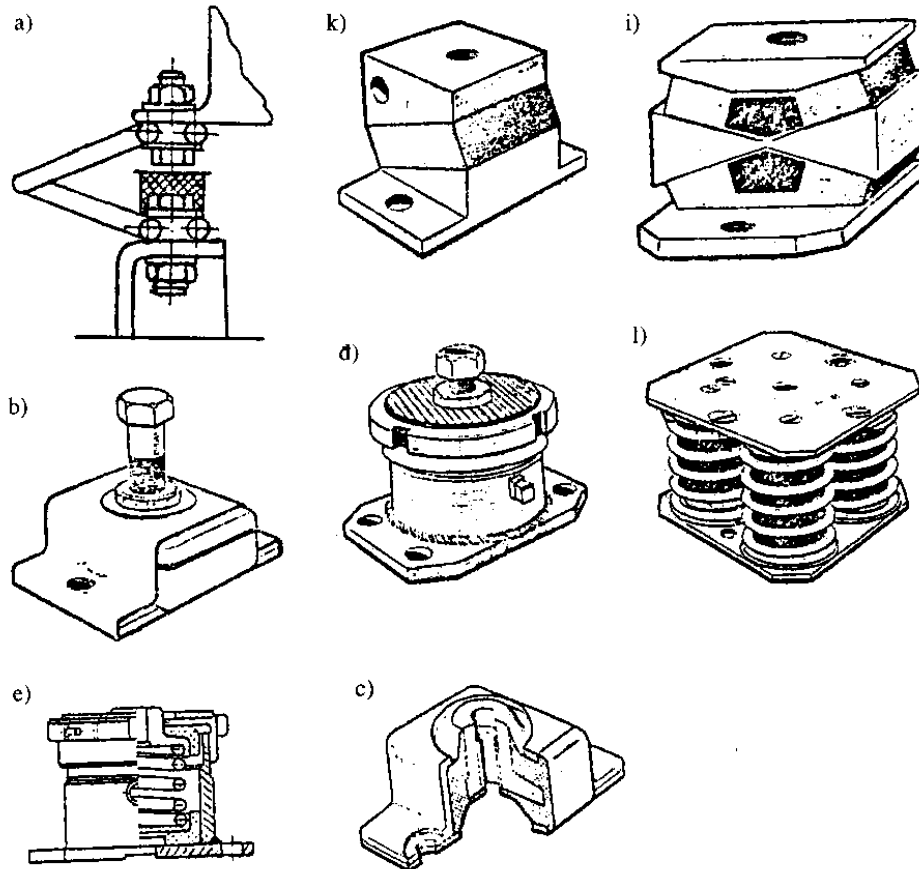
Loại giảm xóc bằng lò xo kim loại giữ được tính chất đàn hồi lâu dài và không chịu tác động của dầu, nhiệt độ và độ ẩm. Tuy vậy, loại giảm xóc bằng lò xo có ma sát trong rất nhỏ và khả năng cách âm lại kém ở các tần số cao và tần số trung bình. Lò xo thường giảm rung tốt ở tần số đến 200 Hz. Ở tần số lớn hơn rung động chẳng những không giảm mà thậm chí có thể tăng. Cho nên, trong các bộ giảm xóc bằng lò xo thường có cơ cấu làm tăng khả năng giảm rung và ma sát. Với mục đích ấy dưới lò xo của bộ giảm xóc đôi khi người ta đặt thêm đệm bằng cao su cứng có độ dày không lớn để tăng ma sát trong của bộ giảm xóc lò xo.

b. Kết cấu các loại giảm xóc

Dựa vào hai loại vật liệu chế tạo kể trên người ta phân các bộ giảm xóc thành hai nhóm chính: bộ giảm xóc dùng đệm đàn hồi bằng kim loại và bộ giảm xóc dùng đệm đàn hồi bằng cao su.

1. Bộ giảm xóc bằng kim loại theo kết cấu của đệm đàn hồi có thể chia thành các loại chính sau đây:

- Loại lò xo;
- Loại lò xo – cao su;



Hình 4.1. Các loại giảm xóc thường dùng

a. loại một vòng lò xo; b, c. loại đệm cao su, vỏ kim loại; đ, e. loại lò xo; i. loại đệm cao su có để kim loại ở giữa; k. loại đệm cao su đặt nghiêng; l. loại lò xo có lõi giảm chấn bằng cao su

- Loại lò xo – chất dẻo;
- Loại nhíp;
- Loại ben bằng dây kim loại.

Bộ giảm xóc bằng lò xo có thể là lò xo hình trụ hay lò xo hình nón. Để khử dao động cộng hưởng, người ta thường dùng thêm cao su hay chất dẻo kết hợp với kim loại.

Các đệm đàn hồi bằng kim loại có thể xếp thành nhiều lớp như dạng nhíp, đèn xếp, tổ hợp lò xo hoặc xếp thành nhiều lớp mỏng.

Để giảm rung cho các động cơ nhỏ ít xy lanh (dùng để quay máy bơm, máy nén khí,... trong các hệ động lực tĩnh tại và tàu thủy) có thể dùng bộ giảm xóc một vòng lò xo như hình 1.6.8a (tải trọng định mức trên một bộ đến 300N).

Thành phần đàn hồi của loại giảm xóc bằng kim loại có đặc điểm là thay đổi kích thước dưới tác dụng của ngoại lực và phục hồi sau khi ngừng tác dụng.

Thành phần đàn hồi thường dùng trong bộ giảm xóc bằng kim loại là lò xo (hình trụ, hình nón, hình trống và các dạng khác). Đối với những động cơ thường làm việc ở điều kiện có độ ẩm lớn, lò xo nên làm bằng thép hợp kim không gỉ (1X18H9T), chế tạo theo phương pháp quăn nguội.

Sau khi quăn, lò xo được đưa vào nhiệt luyện (ram) – nung nóng lò xo trong lò điện đến nhiệt độ 450°C , giữ ở nhiệt độ này $20 \div 30$ phút và sau đó làm nguội ở ngoài không khí. Nguyên công này làm tăng độ bền và làm giảm độ biến dạng dư của lò xo. Sau khi ép các lò xo với nhau, tiến hành đánh bóng để tăng khả năng chống ăn mòn. Việc đánh bóng được thực hiện bằng phương pháp hóa học hay điện hóa học.

Kết cấu của một số loại giảm xóc thường dùng giới thiệu trên hình 1.6.8.

2. Bộ giảm xóc bằng cao su – kim loại có thể phân chia thành các loại chính sau đây:

- Loại hai tấm;
- Loại có tấm trung gian;
- Loại ổ bọc;
- Loại ống đệm.

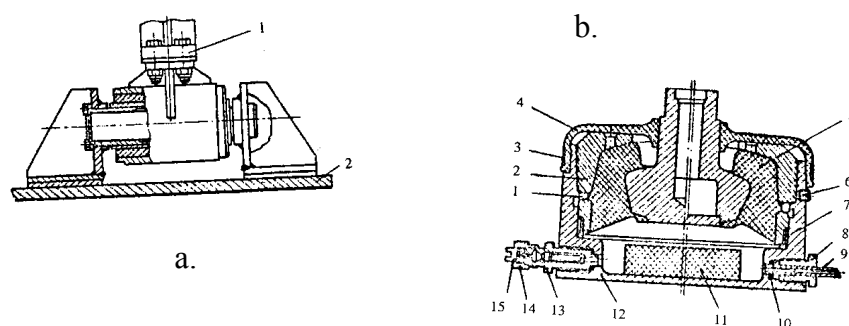
Các loại giảm xóc kể trên (trừ loại hai tấm) bảo đảm vị trí ổn định (có bảo hiểm) của động cơ khi khối cao su bị phá hủy. Tất cả các bộ phận giảm xóc được nối với động cơ và với bộ nhờ các tấm kim loại, mà được ngăn cách nhau bằng một lớp cao su (lưu hóa với các tấm kim loại này) và bảo đảm mối quan hệ đàn hồi giữa động cơ và bộ.

Bộ giảm xóc dùng tấm đệm cao su có thể đặt nằm ngang (hình 1.6.8b), đặt nghiêng (hình 1.6.8k) hay đặt thành góc. Khi đặt nghiêng và đặt thành góc khối cao su có khả năng giảm rung lớn hơn so với đặt nằm ngang, vì độ cứng của cao su giảm do sự chuyển tải trọng từ trạng thái nén sang trạng thái trượt. Tùy theo kích thước của nó, bộ giảm xóc hai tấm có thể chịu tải trọng định mức từ vài chục kilôgam đến vài tấn.

Bộ giảm xóc có tấm trung gian (hình 1.6.8i) có hiệu quả tốt hơn so với bộ giảm xóc loại hai tấm đặt ngang, do cao su cũng làm việc theo trạng thái trượt. Ngoài ra, khi phân chia khối cao su bằng một tấm kim loại trung gian có thể tăng thêm khả năng phân xạ sóng rung lên bề mặt chia tấm kim loại với cao su.

Bộ giảm xóc có tấm trung gian có thể chịu tải trọng đến 17.000N.

Ngoài các loại thường dùng kể trên, trong trang bị động lực diesel còn thường dùng loại giảm xóc bằng khí nén và loại ống chặn. Bộ giảm xóc bằng khí nén khác với các bộ giảm xóc bằng cao su – kim loại là có khoang chứa không khí (đệm khí nén). Tuy nhiên nó vẫn có thể giảm rung được khi không có khí nén. Trong trường hợp này phải giảm một nửa tải trọng trên mỗi bộ. Bộ giảm xóc bằng khí nén có hiệu suất giảm rung hơn hẳn các loại khác. Tùy theo kích thước, loại giảm xóc này có thể chịu tải trọng định mức từ 2000 đến 7000N. Kết cấu của bộ giảm xóc bằng khí nén trình bày trên hình 1.6.9.



Hình 4.2. Bộ giảm xóc kiểu ống chặn; 1. chân động cơ, 2. bộ máy;

1.6.9 b Bộ giảm xóc bằng khí nén

Bộ giảm xóc kiểu ống chặn (hình 1.6.9a) có độ cứng hướng tâm (theo hướng bán kính khá hơn) nên nó được dùng làm gối đỡ. Nhưng do ống cao su tương đối dài nên bộ giảm xóc này hay bị hỏng do cao su tróc ra khỏi ống kim loại.

3. Lựa chọn và phân bố bộ giảm xóc cho động cơ

Khi trang bị hệ thống giảm xóc cho động cơ ôtô trong, phải tiến hành lựa chọn và xác định kết cấu, số lượng và cách phân bố bộ giảm xóc dưới động cơ cũng như xem xét khả năng di chuyển của động cơ, sau đó phải tính toán tần số dao động tự do của động cơ trên bộ giảm xóc.

Trong quá trình tính toán và thiết kế, những vấn đề trên thường đối lập nhau, vì vậy ta phải lựa chọn một giải pháp hợp lý hơn cả.

a- Lựa chọn loại giảm xóc

Lựa chọn loại giảm xóc thích hợp là một vấn đề cơ bản của nhiệm vụ thiết kế. Nó được xác định trên cơ sở bảo đảm độ giảm rung cần thiết cho nền móng hoặc bộ lắp động cơ để giảm mệt nhọc cho hành khách, bảo đảm độ bền của các thiết bị khác và bảo vệ chính thân động cơ tránh khỏi hư hỏng do rung xe hoặc tàu gây nên.

Lựa chọn bộ giảm xóc nên tham khảo tính năng hiệu lực của các bộ giảm xóc sẵn có. Chỉ khi nào những bộ giảm xóc này không đáp ứng được yêu cầu giảm rung cần thiết thì mới thiết kế cơ cấu giảm xóc mới.

Khi chọn loại giảm xóc không chỉ chú ý riêng tới khả năng giảm rung mà còn phải chú ý đến các đặc tính khác như độ biến dạng, tính chịu dầu, độ ổn định của đặc tính đàn hồi, chế tạo đơn giản, sử dụng tiện lợi, làm việc bền với độ tin cậy lớn, v.v...

b- Xác định số lượng và phân bố giảm xóc

Sau khi đã chọn chủng loại giảm xóc, phải xác định số bộ đỡ (để chịu tải trọng trọng lực của động cơ) và số bộ chặn (khống chế khả năng truyền rung động của động cơ theo các phương, chiều có lực quán tính hay mômen lực quán tính không cân bằng).

Số lượng bộ đỡ được xác định trước hết từ điều kiện bảo đảm tải trọng tĩnh định mức trên mỗi bộ và độ ổn định của động cơ đặt trên các đệm đàn hồi. Vì thế có thể lựa chọn chủng loại và số lượng bộ giảm xóc theo tải trọng định mức đã biết hoặc dựa vào đó để thiết kế bộ giảm xóc mới.

Số lượng bộ giảm xóc xác định theo công thức sau:

$$i_g = \frac{G_d}{P_H}$$

trong đó: i_g – số bộ;
 G_d – trọng lượng của động cơ, N;
 P_H – tải trọng định mức trên một bộ, N.

Khi xác định số bộ giảm xóc ta phải chú ý xem xét cả số lượng và vị trí các vấu chân động cơ và bộ động cơ.

Nên chọn bộ giảm xóc có tải trọng định mức nhỏ để tăng số chân tựa, do đó, động cơ làm việc sẽ ổn định và khả năng giảm rung của hệ giảm xóc tốt hơn. Nhược điểm chính của phương án này là lắp đặt phức tạp vì số bộ giảm xóc tăng.

Phân bố các bộ giảm xóc phải bảo đảm độ ổn định của động cơ và ít phân tán các tần số dao động tự do. Vì vậy, bộ giảm xóc phải được phân bố sao cho các trục cứng và tâm cứng của hệ giảm xóc phải trùng hay gần trùng với các trục quán tính tương ứng và trọng tâm của động cơ.

Khi chọn sơ đồ phân bố các bộ giảm xóc cần chú ý tới điều kiện lắp ráp, thay thế, kiểm tra và bảo dưỡng. Để bảo đảm khả năng giảm rung lớn nhất, các bộ giảm xóc phải đặt trên các chi tiết cứng của bệ (trên khung thép lồng trong khối bê tông của bệ động cơ tĩnh tại hay trên các gân cứng, các trụ đỡ của hệ động cơ tàu thủy hay phát điện lưu động).

Số tần số dao động tự do của động cơ trên các bộ giảm xóc tương ứng với số bậc tự do của nó.

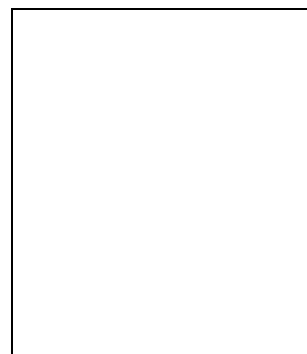
Để bảo đảm hiệu lực giảm rung lớn, các tần số dao động tự do phải nhỏ và không trùng hay không gần trùng với tần số của các lực kích thích trong động cơ và tần số rung do vận hành của tàu hay xe. Tỉ số giữa các tần số này và các tần số của dao động tự do phải lớn hơn $1,2 \div 1,3$. Điều kiện này thường rất khó thực hiện, nhất là đối với những động cơ không cân bằng. Ở một vài trường hợp có khi phải thiết kế lại toàn bộ hệ giảm xóc.

THÔNG TIN VỀ TÁC GIẢ

GIÁO TRÌNH “TRANG BỊ ĐỘNG LỰC”

1 Thông tin về tác giả :

- + Họ và tên : **TRẦN VĂN LUẬN**
- + Quê quán :
- + Cơ quan công tác :
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG,
Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng
- + Email:



2 Phạm vi và đối tượng sử dụng :

- + Giáo trình dùng tham khảo cho các ngành Động lực
- + Có thể dùng ở các trường có đào tạo các chuyên ngành Cơ khí
- + Từ khóa : **Động lực, truyền động bằng điện, thủy lực, động lực nguyên tử, mã lực, tuốc bin, sức cản không khí.**
- + Yêu cầu kiến thức trước khi học môn này :