

MỤC LỤC

Trang

PHẦN 1 : HỆ THỐNG THỦY LỰC	6
CHƯƠNG 1 : CƠ SỞ LÝ THUYẾT	6
1.1. Lịch sử phát triển và khả năng ứng dụng của HTTĐ thủy lực	6
1.2. Những ưu điểm và nhược điểm của hệ thống điều khiển bằng thủy lực	6
1.1.1. Ưu điểm.....	6
1.1.2. Nhược điểm.....	6
1.3. Định luật của chất lỏng	6
1.2.1. Áp suất thủy tĩnh.....	7
1.2.2. Phương trình dòng chảy.....	7
1.2.3. Phương trình Bernulli.....	7
1.4. Đơn vị đo các đại lượng cơ bản	8
1.3.1. Áp suất (p).....	8
1.3.2. Vận tốc (v).....	8
1.3.3. Thể tích và lưu lượng.....	8
1.3.4. Lực (F).....	9
1.3.5. Công suất (N).....	9
1.5. Các dạng năng lượng	9
1.5.1. Sơ đồ thủy lực tạo chuyển động tịnh tiến.....	9
1.5.2. Sơ đồ thủy lực tạo chuyển động quay.....	10
1.6. Tổn thất trong hệ thống truyền động bằng thủy lực	11
1.7. Độ nhớt và yêu cầu đối với dầu thủy lực	15
CHƯƠNG 2 : CƠ CẤU BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG VÀ HỆ THỐNG	
XỬ LÝ DẦU	17
2.1. Bơm dầu và động cơ dầu	17
2.1.1. Nguyên lý chuyển đổi năng lượng.....	17
2.1.2. Các đại lượng đặc trưng.....	17
2.1.3. Công thức tính toán bơm và động cơ dầu.....	19
2.1.4. Các loại bơm.....	20
2.1.5. Bơm bánh răng.....	20
2.1.6. Bơm trục vít.....	22
2.1.7. Bơm cánh gạt.....	23
2.1.8. Bơm pittông.....	24
2.1.9. Tiêu chuẩn chọn bơm.....	27

2.2. Xilanh truyền động (cơ cấu chấp hành)	27
2.2.1. Nhiệm vụ	27
2.2.2. Phân loại	27
2.2.3. Cấu tạo xilanh.....	29
2.2.4. Một số xilanh thông dụng	30
2.2.5. Tính toán xilanh truyền lực	30
2.3. Bể dầu	32
2.3.1. Nhiệm vụ	32
2.3.2. Chọn kích thước bể dầu.....	32
2.3.3. Kết cấu của bể dầu	32
2.4. Bộ lọc dầu	33
2.4.1. Nhiệm vụ	33
2.4.2. Phân loại theo kích thước lọc	33
2.4.3. Phân loại theo kết cấu.....	34
2.4.4. Cách lắp bộ lọc trong hệ thống.....	35
2.5. Đo áp suất và lưu lượng	36
2.5.1. Đo áp suất.....	36
2.5.2. Đo lưu lượng.....	36
2.6. Bình trích chứa	37
2.6.1. Nhiệm vụ	37
2.6.2. Phân loại.....	37
CHƯƠNG 3 : CÁC PHẦN TỬ CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN	
BẢNG THỦY LỰC	41
3.1. Khái niệm	41
3.1.1. Hệ thống điều khiển	41
3.1.2. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển bằng thủy lực	41
3.2. Van áp suất	42
3.2.1. Nhiệm vụ	42
3.2.2. Phân loại.....	42
3.2.2.1. Van tràn và van an toàn	42
3.2.2.2. Van giảm áp.....	44
3.2.2.3. Van cản.....	46
3.2.2.4. Role áp suất	46
3.3. Van đảo chiều	46
3.3.1. Nhiệm vụ	46
3.3.2. Các khái niệm.....	46
3.3.3. Nguyên lý làm việc.....	47
3.3.4. Các loại tín hiệu tác động	48

3.3.5. Các loại mép điều khiển của van đảo chiều	49
3.4. Các loại van điện thủy lực ứng dụng trong mạch điều khiển tự động ..	49
3.4.1. Phân loại	49
3.4.2. Công dụng	50
3.4.3. Van solenoid.....	50
3.4.4. Van tỷ lệ	51
3.4.3. Van servo.....	52
3.5. Cơ cấu chỉnh lưu lượng.....	58
3.5.1. Van tiết lưu	58
3.5.2. Bộ ổn tốc.....	60
3.6. Van chặn	62
3.6.1. Van một chiều	62
3.6.2. Van một chiều điều khiển được hướng chặn	64
3.6.3. Van tác động khóa lẫn.....	64
3.7. Ống dẫn, ống nối	65
3.7.1. Ống dẫn	65
3.7.2. Các loại ống nối.....	66
3.7.3. Vòng chắn	66
CHƯƠNG 4 : ĐIỀU CHỈNH VÀ ỔN ĐỊNH VẬN TỐC.....	68
4.1. Điều chỉnh bằng tiết lưu	68
4.1.1. Điều chỉnh bằng tiết lưu ở đường vào	68
4.1.2. Điều chỉnh bằng tiết lưu ở đường ra	69
4.2. Điều chỉnh bằng thể tích.....	70
4.3. Ổn định vận tốc	71
4.3.1. Bộ ổn tốc lắp trên đường vào của cơ cấu chấp hành.....	72
4.3.2. Bộ ổn tốc lắp trên đường ra của cơ cấu chấp hành	73
4.3.3. Ổn định tốc độ khi điều chỉnh bằng thể tích kết hợp với tiết lưu	73
CHƯƠNG 5 : ỨNG DỤNG VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG	
TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC	76
5.1. Ứng dụng truyền động thủy lực	76
5.2. Thiết kế hệ thống truyền động thủy lực	81
PHẦN 2 : HỆ THỐNG KHÍ NÉN.....	92
CHƯƠNG 6 : CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	92

6.1. Lịch sử phát triển và khả năng ứng dụng của HTTĐ khí nén	92
6.1.1. Lịch sử phát triển.....	92
6.1.2. Khả năng ứng dụng của khí nén.....	92
6.2. Những ưu điểm và nhược điểm của HTTĐ bằng khí nén.....	93
6.2.1. Ưu điểm.....	93
6.2.2. Nhược điểm	93
6.3. Nguyên lý truyền động.....	93
6.4. Sơ đồ nguyên lý truyền động.....	94
6.5. Đơn vị đo các đại lượng cơ bản	94
CHƯƠNG 7 : CÁC PHẦN TỬ KHÍ NÉN VÀ ĐIỆN KHÍ NÉN.....	96
7.1. Cơ cấu chấp hành.....	96
7.2. Van đảo chiều	97
7.2.1. Nguyên lý hoạt động của van đảo chiều.....	97
7.2.2. Ký hiệu van đảo chiều	97
7.2.3. Các tín hiệu tác động.....	98
7.2.4. Van đảo chiều có vị trí “0”	100
7.2.5. Van đảo chiều không có vị trí “0”	102
7.3. Van chặn	103
7.3.1. Van một chiều	104
7.3.2. Van logic	104
7.3.3. Van OR.....	104
7.3.4. Van AND.....	104
7.3.5. Van xả khí nhanh	104
7.4. Van tiết lưu	104
7.4.1. Van tiết lưu có tiết diện không thay đổi	104
7.4.2. Van tiết lưu có tiết diện thay đổi	105
7.4.3. Van tiết lưu một chiều	105
7.5. Van điều chỉnh thời gian.....	105
7.5.1. Role thời gian đóng chậm	105
7.5.2. Role thời gian ngắt chậm.....	105
7.6. Van chân không.....	105
7.7. Cảm biến bằng tia	106
7.7.1. Cảm biến bằng tia rẽ nhánh.....	106
7.7.2. Cảm biến bằng tia phản hồi.....	106
7.7.3. Cảm biến bằng tia qua khe hở	107
CHƯƠNG 8 : HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN VÀ ĐIỆN KHÍ NÉN..	108

8.1. Hệ thống điều khiển khí nén	108
8.1.1. Biểu đồ trạng thái	108
8.1.2. Các phương pháp điều khiển	108
a. Điều khiển bằng tay	108
b. Điều khiển theo thời gian	110
c. Điều khiển theo hành trình	112
d. Điều khiển theo tầng.....	113
e. Điều khiển theo nhịp.....	115
8.2. Hệ thống điều khiển điện khí nén	117
8.2.1. Các phần tử điện	117
8.2.2. Mạch điều khiển khí nén	118
a. Mạch điều khiển có tiếp điểm tự duy trì.....	118
b. Mạch điều khiển có rơle thời gian tác động chậm.....	119
c. Mạch điều khiển theo nhịp có hai xilanh khí nén.....	120
TÀI LIỆU THAM KHẢO	121

PHẦN 1: HỆ THỐNG THỦY LỰC

CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1.1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

- +/ 1920 đã ứng dụng trong lĩnh vực máy công cụ.
- +/ 1925 ứng dụng trong nhiều lĩnh vực công nghiệp khác như: nông nghiệp, máy khai thác mỏ, máy hóa chất, giao thông vận tải, hàng không, ...
- +/ 1960 đến nay ứng dụng trong tự động hóa thiết bị và dây chuyền thiết bị với trình độ cao, có khả năng điều khiển bằng máy tính hệ thống truyền động thủy lực với công suất lớn.

1.2. NHỮNG ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG BẰNG THỦY LỰC

1.1.1. Ưu điểm

- +/ Truyền động được công suất cao và lực lớn, (nhờ các cơ cấu tương đối đơn giản, hoạt động với độ tin cậy cao nhưng đòi hỏi ít về chăm sóc, bảo dưỡng).
- +/ Điều chỉnh được vận tốc làm việc tinh và vô cấp, (dễ thực hiện tự động hoá theo điều kiện làm việc hay theo chương trình có sẵn).
- +/ Kết cấu gọn nhẹ, vị trí của các phần tử dẫn và bị dẫn không lệ thuộc nhau.
- +/ Có khả năng giảm khối lượng và kích thước nhờ chọn áp suất thủy lực cao.
- +/ Nhờ quán tính nhỏ của bơm và động cơ thủy lực, nhờ tính chịu nén của dầu nên có thể sử dụng ở vận tốc cao mà không sợ bị va đập mạnh (như trong cơ khí và điện).
- +/ Dễ biến đổi chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của cơ cấu chấp hành.
- +/ Dễ đề phòng quá tải nhờ van an toàn.
- +/ Dễ theo dõi và quan sát bằng áp kế, kể cả các hệ phức tạp, nhiều mạch.
- +/ Tự động hoá đơn giản, kể cả các thiết bị phức tạp, bằng cách dùng các phần tử tiêu chuẩn hoá.

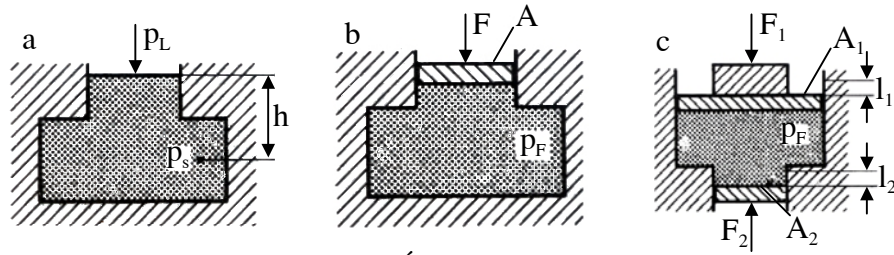
1.1.2. Nhược điểm

- +/ Mất mát trong đường ống dẫn và rò rỉ bên trong các phần tử, làm giảm hiệu suất và hạn chế phạm vi sử dụng.
- +/ Khó giữ được vận tốc không đổi khi phụ tải thay đổi do tính nén được của chất lỏng và tính đàn hồi của đường ống dẫn.
- +/ Khi mới khởi động, nhiệt độ của hệ thống chưa ổn định, vận tốc làm việc thay đổi do độ nhớt của chất lỏng thay đổi.

1.3. ĐỊNH LUẬT CỦA CHẤT LỎNG

1.2.1. Áp suất thủy tĩnh

Trong chất lỏng, áp suất (do trọng lượng và ngoại lực) tác dụng lên mỗi phần tử chất lỏng không phụ thuộc vào hình dạng thùng chứa.



Hình 1.1. Áp suất thủy tĩnh

Ta có:

$$\text{Hình a: } p_S = h \cdot g \cdot \rho + p_L \quad (1.1)$$

$$\text{Hình b: } p_F = \frac{F}{A} \quad (1.2)$$

$$\text{Hình c: } \frac{F_1}{A_1} = p_F = \frac{F_2}{A_2} \text{ và } \frac{l_2}{A_1} = \frac{A_2}{F_2} = \frac{F_1}{F_2} \quad (1.3)$$

Trong đó:

- ρ - khối lượng riêng của chất lỏng;
- h - chiều cao của cột nước;
- g - gia tốc trọng trường;
- p_S - áp suất do lực trọng trường;
- p_L - áp suất khí quyển;
- p_F - áp suất của tải trọng ngoài;
- A, A_1, A_2 - diện tích bề mặt tiếp xúc;
- F - tải trọng ngoài.

1.2.2. Phương trình dòng chảy liên tục

Lưu lượng (Q) chảy trong đường ống từ vị trí (1) đến vị trí (2) là không đổi (const). Lưu lượng Q của chất lỏng qua mặt cắt A của ống bằng nhau trong toàn ống (điều kiện liên tục).

Ta có phương trình dòng chảy như sau:

$$Q = A \cdot v = \text{hằng số (const)} \quad (1.4)$$

Với v là vận tốc chảy trung bình qua mặt cắt A .

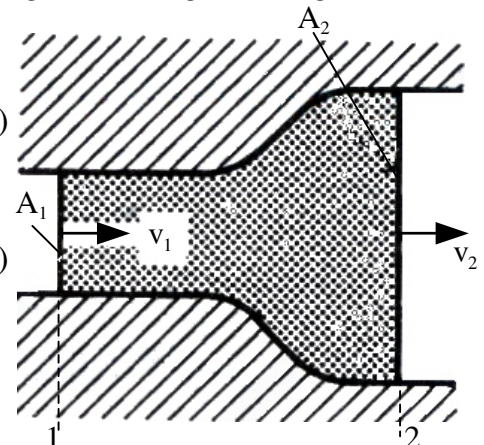
Nếu tiết diện chảy là hình tròn, ta có:

$$Q_1 = Q_2 \text{ hay } v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad (1.5)$$

$$\Leftrightarrow v_1 \cdot \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} = v_2 \cdot \frac{d_2^2}{4}$$

Vận tốc chảy tại vị trí 2:

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (1.6)$$



Hình 1.2. Dòng chảy liên tục

Trong đó:

Q_1 [m³/s], v_1 [m/s], A_1 [m²], d_1 [m] lần lượt là lưu lượng dòng chảy, vận tốc dòng chảy, tiết diện dòng chảy và đường kính ống tại vị trí 1;

Q_2 [m³/s], v_2 [m/s], A_2 [m²], d_2 [m] lần lượt là lưu lượng dòng chảy, vận tốc dòng chảy, tiết diện dòng chảy và đường kính ống tại vị trí 2.

1.2.3. Phương trình Bernulli

Theo hình 1.3 ta có áp suất tại một điểm chất lỏng đang chảy:

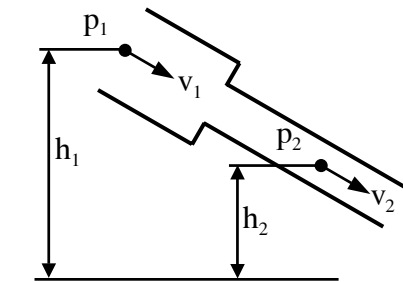
$$p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{\rho \cdot v_1^2}{2} = p_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{\rho \cdot v_2^2}{2} = \text{const} \quad (1.7)$$

Trong đó:

$p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1$ } áp suất thủy tĩnh;
 $p_2 + \rho \cdot g \cdot h_2$ }

$\frac{\rho \cdot v_1^2}{2}$, $\frac{\rho \cdot v_2^2}{2}$: áp suất thủy động;

$\gamma = \rho \cdot g$: trọng lượng riêng.



Hình 1.3. Phương trình Bernulli

1.4. ĐƠN VỊ ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN (Hệ mét)

1.3.1. Áp suất (p)

Theo đơn vị đo lường SI là Pascal (p_a)

$$1 p_a = 1 N/m^2 = 1 m^{-1} kg s^{-2} = 1 kg/ms^2$$

Đơn vị này khá nhỏ, nên người ta thường dùng đơn vị: N/mm², N/cm² và so với đơn vị áp suất cũ là kg/cm² thì nó có mối liên hệ như sau:

$$1 kg/cm^2 \approx 0.1 N/mm^2 = 10 N/cm^2 = 10^5 N/m^2$$

(Trị số chính xác: 1 kg/cm² = 9,8 N/cm²; nhưng để dàng tính toán, ta lấy 1 kg/cm² = 10 N/cm²).

Ngoài ra ta còn dùng:

$$1 \text{ bar} = 10^5 N/m^2 = 1 kg/cm^2$$

$$1 \text{ at} = 9,81 \cdot 10^4 N/m^2 \approx 10^5 N/m^2 = 1 \text{ bar}.$$

(Theo DIN- tiêu chuẩn Cộng hòa Liên bang Đức thì 1 kp/cm² = 0,980665 bar ≈ 0,981 bar; 1 bar ≈ 1,02 kp/cm². Đơn vị kG/cm² tương đương kp/cm²).

1.3.2. Vận tốc (v)

Đơn vị vận tốc là m/s (cm/s).

1.3.2. Thể tích và lưu lượng

a. Thể tích (V): m³ hoặc lít(l)

b. Lưu lượng (Q): m³/phút hoặc l/phút.

Trong cơ cấu biến đổi năng lượng dầu ép (bơm dầu, động cơ dầu) cũng có thể dùng đơn vị là m³/vòng hoặc l/vòng.

1.3.4. Lực (F)

Đơn vị lực là Newton (N)

$$1\text{N} = 1\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2.$$

1.3.5. Công suất (N)

Đơn vị công suất là Watt (W)

$$1\text{W} = 1\text{Nm}/\text{s} = 1\text{m}^2\cdot\text{kg}/\text{s}^3.$$

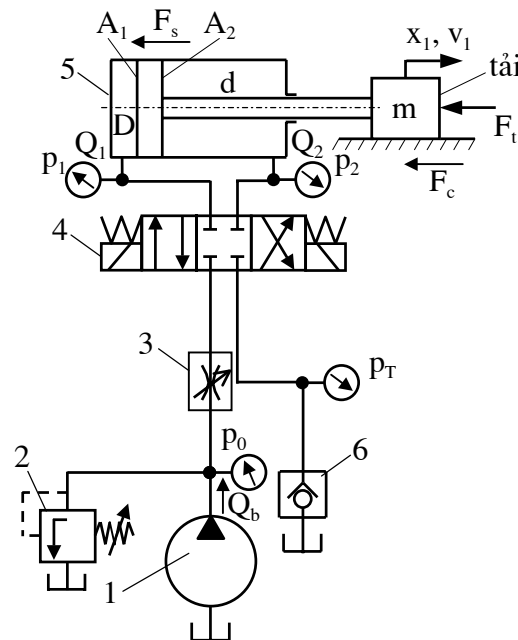
1.5. CÁC DẠNG NĂNG LƯỢNG

+/ Mang năng lượng: dầu.

+/ Truyền năng lượng: ống dẫn, đầu nối.

+/ Tạo ra năng lượng hoặc chuyển đổi thành năng lượng khác: bơm, động cơ dầu(mô tơ thủy lực), xilanh truyền lực.

1.5.1. Sơ đồ thủy lực tạo chuyển động tịnh tiến

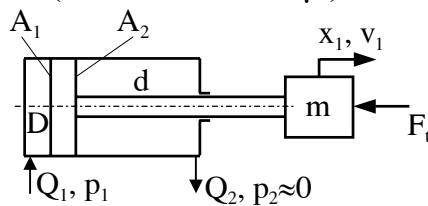


Hình 1.4. Sơ đồ mạch thủy lực chuyển động tịnh tiến

Tính toán sơ bộ:

+/ Thông số của cơ cấu chấp hành: F_t và $v(v_1, v_2)$

Chuyển động tịnh tiến (hành trình làm việc)



+/ Các phương trình:

$$\text{Lưu lượng: } Q_1 = A_1 \cdot v_1 \quad (1.8)$$

$$Q_2 = A_2 \cdot v_1$$

$$\text{Lực: } F_t = p_1 \cdot A_1 \quad (1.9)$$

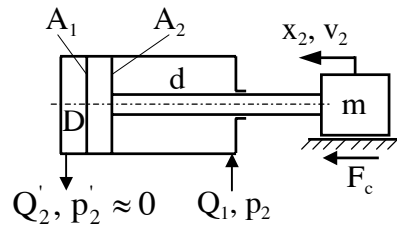
Công suất của cơ cấu chấp hành: $N = \frac{F_t \cdot v_1}{60 \cdot 10^3} \text{ [kW]}$ (1.10)

Công suất thủy lực: $N = \frac{p_1 \cdot Q_1}{60 \cdot 10^3} \text{ [kW]}$ (1.11)

Nếu bỏ qua tổn thất từ bơm đến cơ cấu chấp hành thì $N \approx N_{\text{bơm}}$
 Nếu tính đến tổn thất thì

$$N = N_{\text{đcơ điện}} = \frac{N}{\eta} \quad (\eta = 0,6 \div 0,8) \quad (1.12)$$

Chuyển động lùi về (hành trình chạy không)



Nếu tải $F_t = 0 \Rightarrow p_2$ chỉ thắng ma sát $p_2 \cdot A_2 \geq F_c$

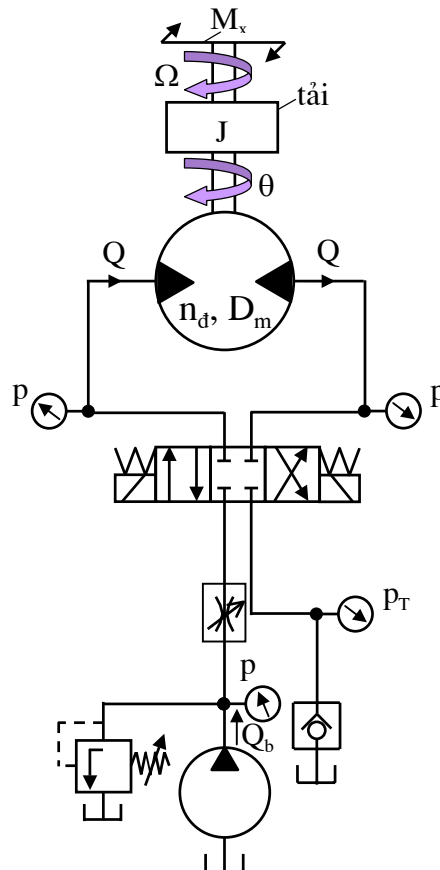
Lưu lượng: $Q_1 = A_2 \cdot v_2$

$$Q_2 = A_1 \cdot v_2 \neq Q_1$$

Do $A_1 > A_2 \Rightarrow v_2 > v_1$

(1.13)

1.5.2. Sơ đồ thủy lực tạo chuyển động quay



Hình 1.5. Sơ đồ mạch thủy lực chuyển động quay

$$\text{Công suất của cơ cấu chấp hành: } N = \frac{M_x \cdot \Omega}{102} \quad (M_x = p \cdot D_m) \quad (1.14)$$

$$\text{hoặc} \quad N = \frac{M_x \cdot 2\pi \cdot n}{102 \cdot 60} = \frac{M_x \cdot n}{975} \text{ [kW]}$$

$$\text{Công suất thủy lực: } N = \frac{p_1 \cdot Q}{60 \cdot 10^3} \text{ [kW]} \quad (Q = D_m \cdot \Omega) \quad (1.15)$$

1.6. TỔN THẤT TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG BẰNG THỦY LỰC

Trong hệ thống thủy lực có các loại tổn thất sau:

1.6.1. Tổn thất thể tích

Loại tổn thất này do dầu thủy lực chảy qua các khe hở trong các phần tử của hệ thống gây nên.

Nếu áp suất càng lớn, vận tốc càng nhỏ và độ nhớt càng nhỏ thì tổn thất thể tích càng lớn.

Tổn thất thể tích đáng kể nhất là ở các cơ cấu biến đổi năng lượng (bơm dầu, động cơ dầu, xilanh truyền lực)

Đối với bơm dầu: tổn thất thể tích được thể hiện bằng hiệu suất sau:

$$\eta_{tb} = Q/Q_0 \quad (1.16)$$

Q- Lưu lượng thực tế của bơm dầu;

Q₀- Lưu lượng danh nghĩa của bơm.

Nếu lưu lượng chảy qua động cơ dầu là Q_{0d} và lưu lượng thực tế Q_d = q_d·η_d thì hiệu suất của động cơ dầu là:

$$\eta_{td} = Q_{0d}/Q_d \quad (1.17)$$

Nếu như không kể đến lượng dầu dò ở các mối nối, ở các van thì tổn thất trong hệ thống dầu ép có bơm dầu và động cơ dầu là:

$$\eta_t = \eta_{tb} \cdot \eta_{td} \quad (1.18)$$

1.6.2. Tổn thất cơ khí

Tổn thất cơ khí là do ma sát giữa các chi tiết có chuyển động tương đối ở trong bơm dầu và động cơ dầu gây nên.

Tổn thất cơ khí của bơm được biểu thị bằng hiệu suất cơ khí:

$$\eta_{cb} = N_0/N \quad (1.19)$$

N₀- Công suất cần thiết để quay bơm (công suất danh nghĩa), tức là công suất cần thiết để đảm bảo lưu lượng Q và áp suất p của dầu, do đó:

$$N_0 = \frac{p \cdot Q}{6 \cdot 10^4} \text{ (kW)} \quad (1.20)$$

N- Công suất thực tế đo được trên trục của bơm (do mômen xoắn trên trục).

$$\text{Đối với dầu: } N_{0d} = (p \cdot Q_d)/6 \cdot 10^4 \quad (1.21)$$

$$\text{Do đó: } \eta_{cd} = N_d/N_{0d} \quad (1.22)$$

Từ đó, tổn thất cơ khí của hệ thống thủy lực là:

$$\eta_c = \eta_{cb} \cdot \eta_{cd} \quad (1.23)$$

1.6.3. Tổn thất áp suất

Tổn thất áp suất là sự giảm áp suất do lực cản trên đường chuyển động của dầu từ bơm đến cơ cấu chấp hành (động cơ dầu, xilanh truyền lực).

Tổn thất này phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- +/ Chiều dài ống dẫn
- +/ Độ nhẵn thành ống
- +/ Độ lớn tiết diện ống dẫn
- +/ Tốc độ chảy
- +/ Sự thay đổi tiết diện
- +/ Sự thay đổi hướng chuyển động
- +/ Trọng lượng riêng, độ nhớt.

Nếu p_0 là áp suất của hệ thống, p_1 là áp suất ra, thì tổn thất được biểu thị bằng hiệu suất:

$$\eta_a = \frac{p_0 - p_1}{p_0} = \frac{\Delta p}{p_0} \quad (1.24)$$

Hiệu áp Δp là trị số tổn thất áp suất.

Tổn thất áp suất do lực cản cục bộ gây nên được tính theo công thức sau:

$$\Delta p = 10 \cdot \xi \cdot \frac{\rho}{2g} \cdot v^2 \cdot \frac{l}{d} \left[\frac{N}{m^2} \right] = 10^{-4} \cdot \xi \cdot \frac{\rho}{2g} \cdot v^2 \cdot \frac{l}{d} [\text{bar}] \quad (1.25)$$

Trong đó:

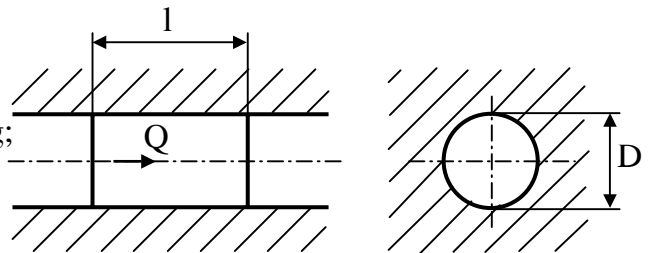
- ρ - khối lượng riêng của dầu (914kg/m^3);
- g - gia tốc trọng trường ($9,81 \text{m/s}^2$);
- v - vận tốc trung bình của dầu (m/s);
- ξ - hệ số tổn thất cục bộ;
- l - chiều dài ống dẫn;
- d - đường kính ống.

1.6.4. Ảnh hưởng các thông số hình học đến tổn thất áp suất

a. Tiết diện dạng tròn

Nếu ta gọi:

- Δp - Tổn thất áp suất;
- l - Chiều dài ống dẫn;
- ρ - Khối lượng riêng của chất lỏng;
- Q - Lưu lượng;
- D - Đường kính;
- v - Độ nhớt động học;
- λ - Hệ số ma sát của ống;



Hình 1.6. Dạng tiết diện tròn

λ_{LAM} - Hệ số ma sát đối với chảy tầng;

λ_{TURB} - Hệ số ma sát đối với chảy rối.

$$\Rightarrow \text{Tổn thất: } \Delta p = \frac{8}{\pi^2} \cdot \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho \cdot Q^2}{D^5}$$

$$\lambda = \lambda_{LAM} = \frac{256}{\pi} \cdot \frac{D \cdot \nu}{Q}$$

$$\lambda = \lambda_{TURB} = \frac{0,316}{\sqrt[4]{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot \nu}}}$$

Số Reynold: $\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot \nu} > 3000$.

b. Tiết diện thay đổi lớn đột ngột

$$\text{Tổn thất: } \Delta p = \left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2 \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D_1^4}$$

Trong đó:

D_1 - đường kính ống dẫn vào;

D_2 - đường kính ống dẫn ra.

c. Tiết diện nhỏ đột ngột

$$\text{Tổn thất: } \Delta p = 0,5 \cdot \left(1 - \frac{D_2^2}{D_1^2}\right) \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D_1^4}$$

D_1 - Đường kính ống dẫn ra;

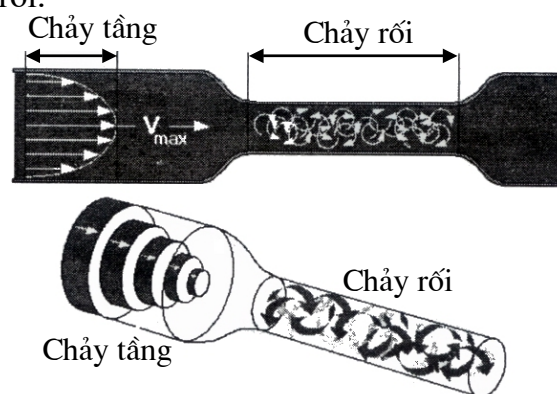
D_2 - Đường kính ống dẫn vào.

d. Tiết diện thay đổi lớn từ từ

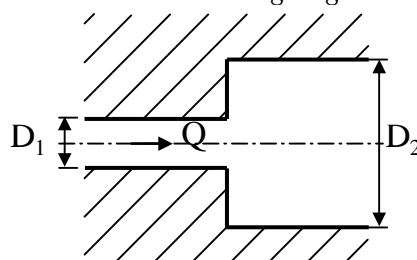
$$\text{Tổn thất: } \Delta p = [0,12 \div 0,2] \left(1 - \frac{D_1^4}{D_2^4}\right) \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D_1^4}$$

d. Tiết diện nhỏ từ từ

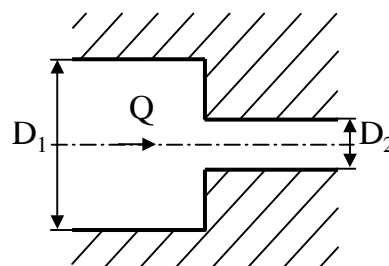
$$\text{Tổn thất: } \Delta p = 0$$



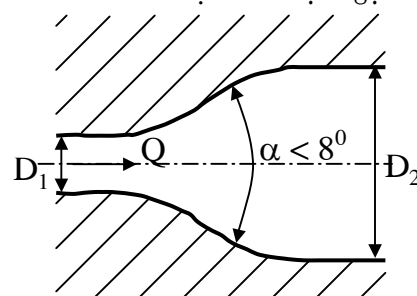
Hình 1.7. Chảy tầng và chảy rối trong ống dẫn



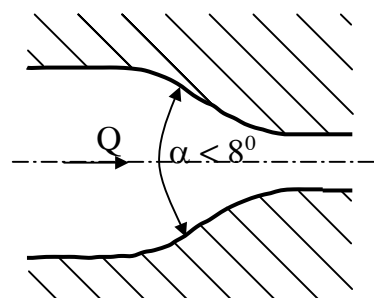
Hình 1.8. Tiết diện thay đổi lớn đột ngột



Hình 1.9. Tiết diện nhỏ đột ngột



Hình 1.10. Tiết diện thay đổi lớn từ từ



Hình 1.11. Tiết diện nhỏ từ từ

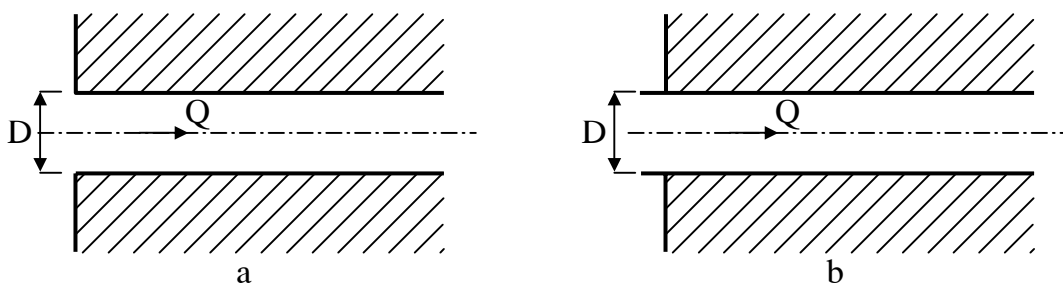
f. Vào ống dẫn

Tổn thất áp suất được tính theo công thức sau:

$$\Delta p = \xi_E \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D^4}$$

Trong đó hệ số thất thoát ξ_E được chia thành hai trường hợp như ở bảng sau:

	Cạnh	Hệ số thất thoát ξ_E
a	Sắc	0,5
	Gãy khúc	0,25
	Tròn	0,06
b	Có trước	< 3



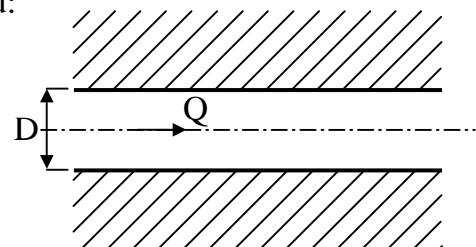
Hình 1.12. Dầu vào ống dẫn

g. Ra ống dẫn

Tổn thất áp suất được tính theo công thức sau:

$$\Delta p = \xi_U \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D^4}$$

	Hệ số thất thoát ξ_U
$\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot v} < 3000$	2
$\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{D \cdot v} > 3000$	1



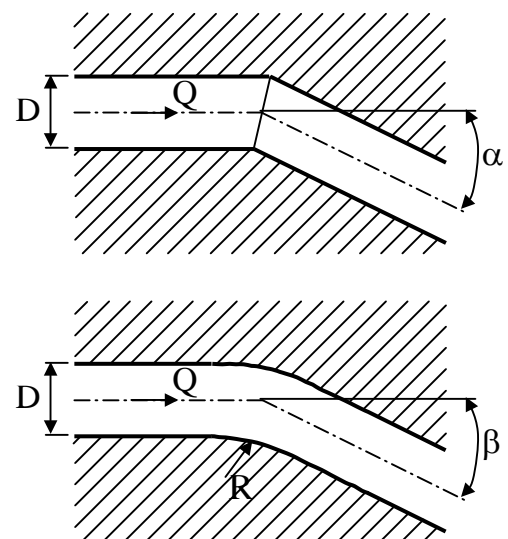
Hình 1.13. Dầu ra ống dẫn

h. Ống dẫn gãy khúc

$$\frac{R}{D} \approx 4$$

$$\Delta p = \xi_U \cdot \frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{D^4}$$

Góc α, β	Hệ số thất thoát ξ_U
$\alpha = 20$	0,06
$\alpha = 40$	0,2
$\alpha = 60$	0,47
$\beta = 20$	0,04



Hình 1.14. Ống dẫn gãy khúc

$\beta = 40$	0,07
$\beta = 60$	0,1
$\beta = 80$	0,11
$\beta = 90$	0,11

i. Tổn thất áp suất ở van

k. Tổn thất trong hệ thống thủy lực

1.7. ĐỘ NHỚT VÀ YÊU CẦU ĐỐI VỚI DẦU THỦY LỰC

1.7.1. Độ nhớt

Độ nhớt là một trong những tính chất quan trọng nhất của chất lỏng. Độ nhớt xác định ma sát trong bản thân chất lỏng và thể hiện khả năng chống biến dạng trượt hoặc biến dạng cắt của chất lỏng. Có hai loại độ nhớt:

a. Độ nhớt động lực

Độ nhớt động lực η là lực ma sát tính bằng 1N tác động trên một đơn vị diện tích bề mặt $1m^2$ của hai lớp phẳng song song với dòng chảy của chất lỏng, cách nhau 1m và có vận tốc 1m/s.

Độ nhớt động lực η được tính bằng [Pa.s]. Ngoài ra, người ta còn dùng đơn vị poazơ (Poiseuille), viết tắt là P.

$$1P = 0,1N.s/m^2 = 0,010193kG.s/m^2$$

$$1P = 100cP \text{ (centipoiseilles)}$$

Trong tính toán kỹ thuật thường số quy tròn:

$$1P = 0,0102kG.s/m^2$$

b. Độ nhớt động

Độ nhớt động là tỷ số giữa hệ số nhớt động lực η với khối lượng riêng ρ của chất lỏng:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (1.26)$$

Đơn vị độ nhớt động là $[m^2/s]$. Ngoài ra, người ta còn dùng đơn vị stóc (Stoke), viết tắt là St hoặc centistokes, viết tắt là cSt.

$$1St = 1cm^2/s = 10^{-4}m^2/s$$

$$1cSt = 10^{-2}St = 1mm^2/s.$$

c. Độ nhớt Engler (E^0)

Độ nhớt Engler (E^0) là một tỷ số quy ước dùng để so sánh thời gian chảy $200cm^3$ dầu qua ống dẫn có đường kính 2,8mm với thời gian chảy của $200cm^3$ nước cất ở nhiệt độ $20^{\circ}C$ qua ống dẫn có cùng đường kính, ký hiệu: $E^0 = t/t_n$

Độ nhớt Engler thường được đo khi dầu ở nhiệt độ 20, 50, $100^{\circ}C$ và ký hiệu tương ứng với nó: E^0_{20} , E^0_{50} , E^0_{100} .

1.7.2. Yêu cầu đối với dầu thủy lực

Những chỉ tiêu cơ bản để đánh giá chất lượng chất lỏng làm việc là độ nhớt, khả năng chịu nhiệt, độ ổn định tính chất hoá học và tính chất vật lý, tính chống rỉ, tính ăn mòn các chi tiết cao su, khả năng bôi trơn, tính sủi bọt, nhiệt độ bắt lửa, nhiệt độ đông đặc.

Chất lỏng làm việc phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- +/ Có khả năng bôi trơn tốt trong khoảng thay đổi lớn nhiệt độ và áp suất;
 - +/ Độ nhớt ít phụ thuộc vào nhiệt độ;
 - +/ Có tính trung hoà (tính tro) với các bề mặt kim loại, hạn chế được khả năng xâm nhập của khí, nhưng dễ dàng tách khí ra;
 - +/ Phải có độ nhớt thích ứng với điều kiện chấn khí và khe hở của các chi tiết di trượt, nhằm đảm bảo độ rò dầu bé nhất, cũng như tổn thất ma sát ít nhất;
 - +/ Dầu phải ít sủi bọt, ít bốc hơi khi làm việc, ít hoà tan trong nước và không khí, dẫn nhiệt tốt, có môđun đàn hồi, hệ số nở nhiệt và khối lượng riêng nhỏ.
- Trong những yêu cầu trên, dầu khoáng chất thoả mãn được đầy đủ nhất.

CHƯƠNG 5: ỨNG DỤNG VÀ THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

5.1. ỨNG DỤNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

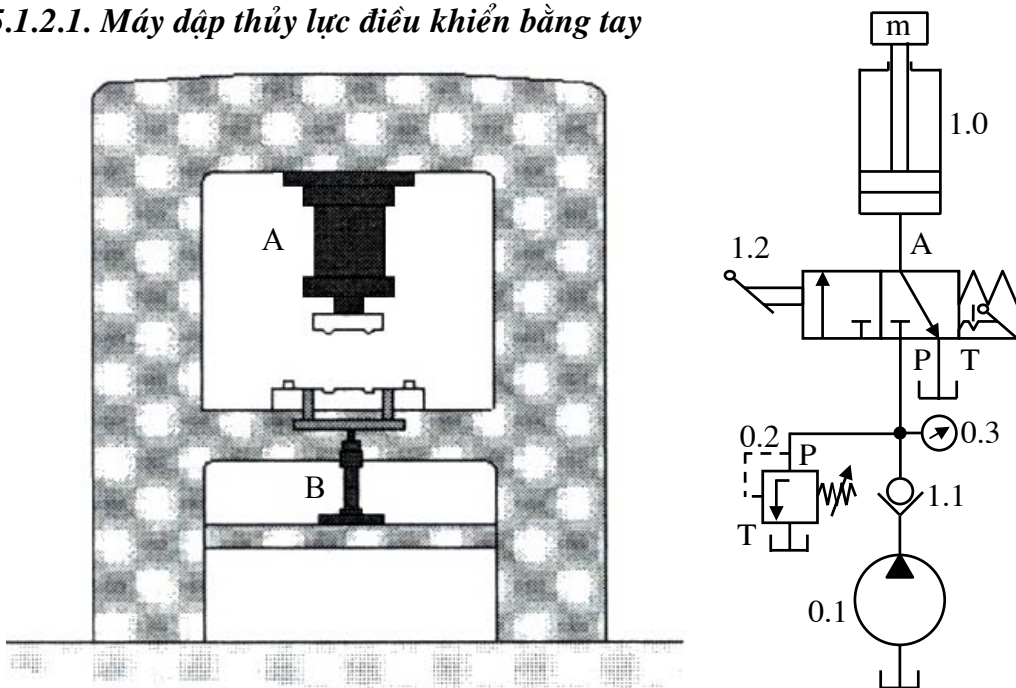
5.1.1. Mục đích

Trong hệ thống truyền động bằng thủy lực, phần lớn do các nhà chế tạo, sản xuất ra và có những yêu cầu về các thông số kỹ thuật được xác định và tiêu chuẩn hóa.

Mục đích của chương này là giới thiệu cho sinh viên các sơ đồ lắp của hệ thống thủy lực trong các máy.

5.1.2. Các sơ đồ thủy lực

5.1.2.1. Máy dập thủy lực điều khiển bằng tay



Hình 5.1. Máy dập điều khiển bằng tay

0.1 Bơm; 0.2 Van tràn; 0.3 Áp kế;

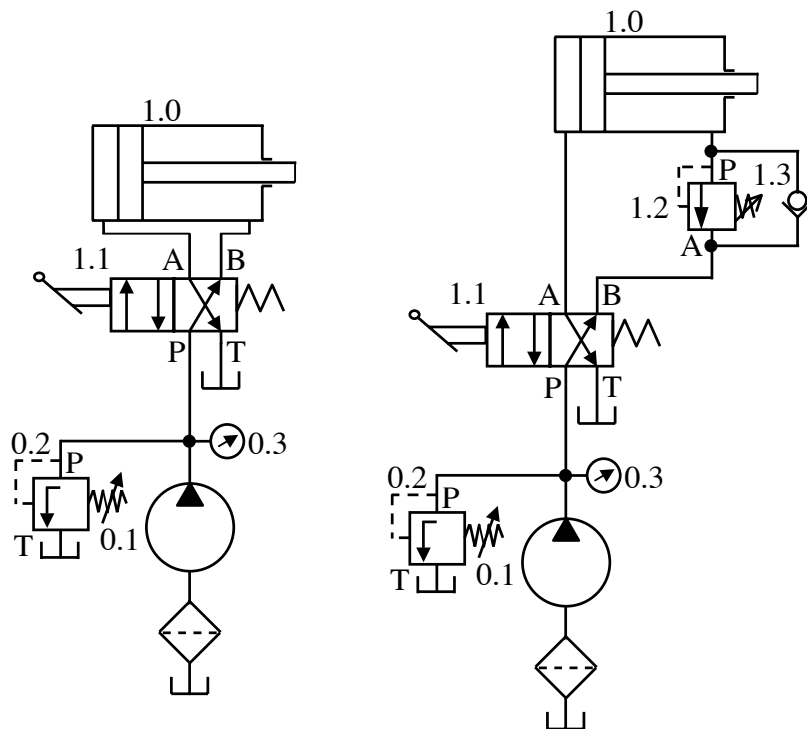
1.1 Van một chiều;

1.2 Van đảo chiều 3/2, điều khiển bằng tay gạt;

1.0 Xilanh.

Khi có tín hiệu tác động bằng tay, xilanh A mang đầu dập đi xuống. Khi thả tay ra, xilanh lùi về.

5.1.2.2. Cơ cấu rót tự động cho quy trình công nghệ đúc



Hình 5.2. Sơ đồ mạch thủy lực cơ cấu rót phôi tự động

0.1 Bơm; 0.2 Van tràn; 0.3 Áp kế;

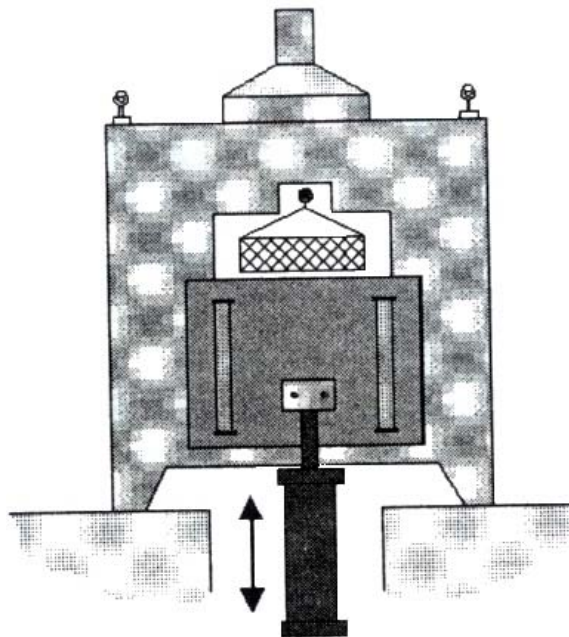
1.3 Van một chiều;

1.1 Van đảo chiều 4/2, điều khiển bằng tay gạt;

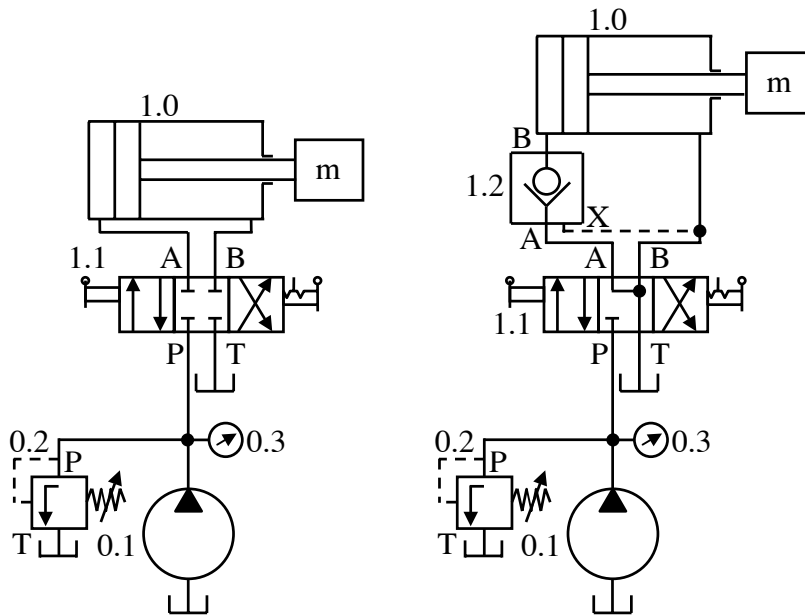
1.0 Xilanh; 1.2 Van cản.

Để chuyển động của xilanh, gàu xúc đi xuống được êm, ta lắp thêm một van cản 1.2 vào đường xả dầu về.

5.1.2.3. Cơ cấu nâng hạ chi tiết sơn trong lò sấy



Hình 5.3. Cơ cấu nâng hạ chi tiết sơn trong lò sấy



Hình 5.4. Sơ đồ mạch thủy lực nâng hạ chi tiết được sơn trong lò sấy

0.1 Bơm; 0.2 Van tràn; 0.3 Áp kế;

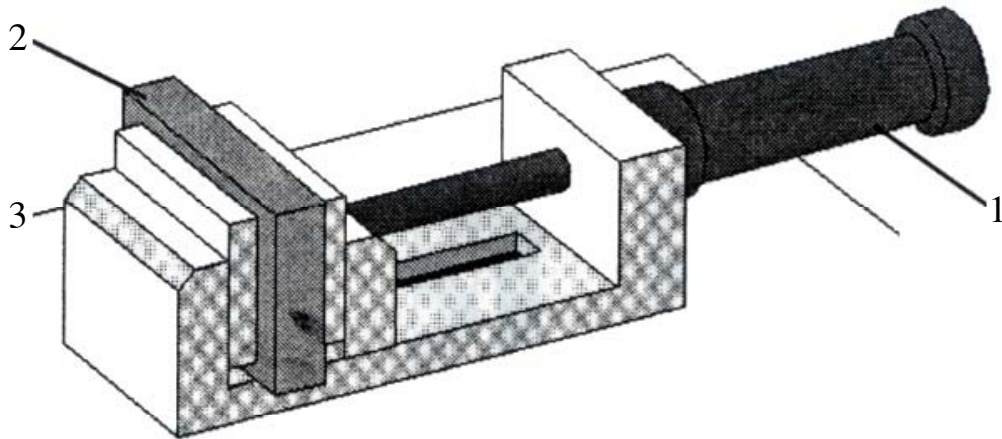
1.1 Van đảo chiều 4/3, điều khiển bằng tay gạt;

1.2 Van một chiều điều khiển được hướng chặn;

1.0 Xilanh.

Để cho chuyển động của xilanh đi xuống được êm và có thể dừng lại vị trí bất kỳ, ta lắp thêm van một chiều điều khiển được hướng chặn 1.2 vào đường nén của xilanh.

5.1.2.4. Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công



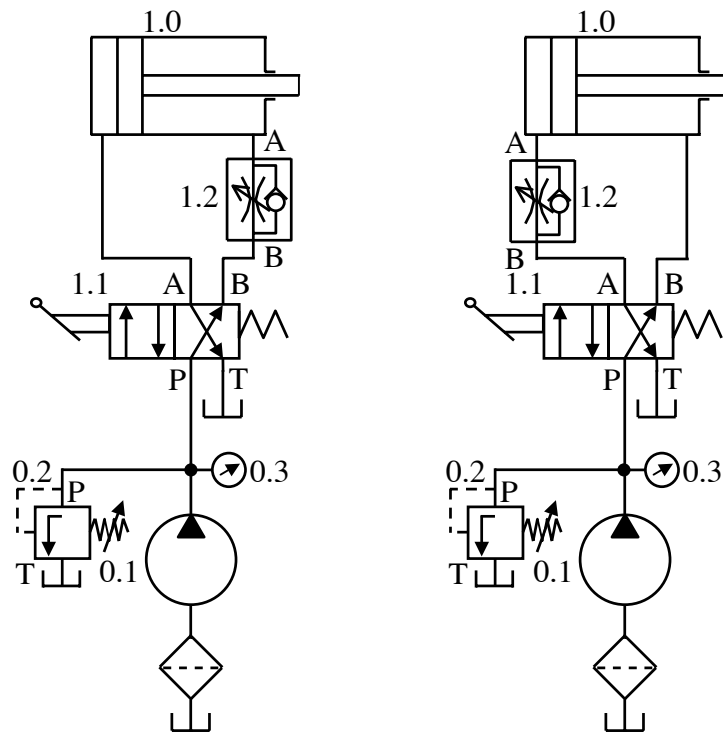
Hình 5.5. Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công

1. Xilanh; 2. Chi tiết; 3. Hàm kẹp.

Khi tác động bằng tay, pittông mang hàm kẹp đi động đi ra, kẹp chặt chi tiết. Khi gia công xong, gạt bằng tay cần điều khiển van đảo chiều, pittông lùi về, hàm kẹp mở ra.

Để cho xilanh chuyển động đi tới kẹp chi tiết với vận tốc chậm, không va đập với chi tiết, ta sử dụng van tiết lưu một chiều.

Trên sơ đồ, van tiết lưu một chiều đặt ở trên đường ra và van tiết lưu đặt ở đường vào (hãy so sánh hai cách này).



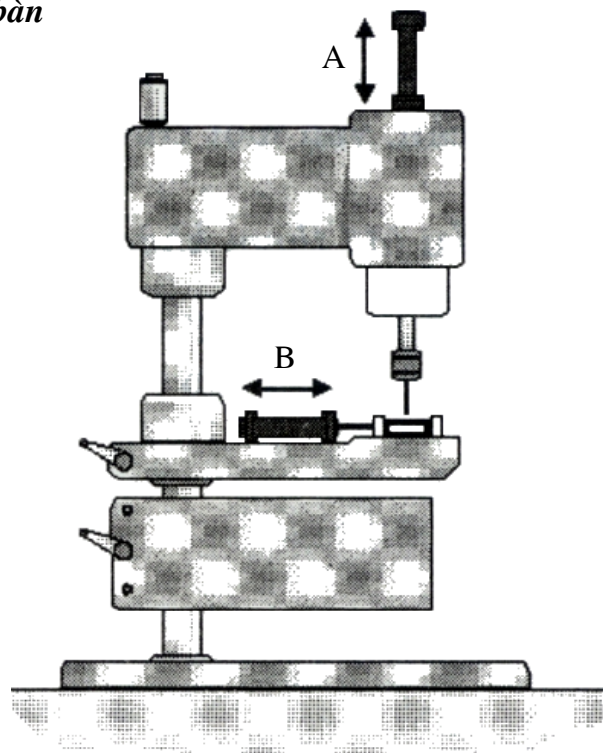
Hình 5.6. Sơ đồ mạch thủy lực cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công

0.1 Bơm; 0.2 Van tràn; 0.3 Áp kế;

1.1. Van đảo chiều 4/2, điều khiển bằng tay gạt;

1.2 Van tiết lưu một chiều; 1.0 Xilanh.

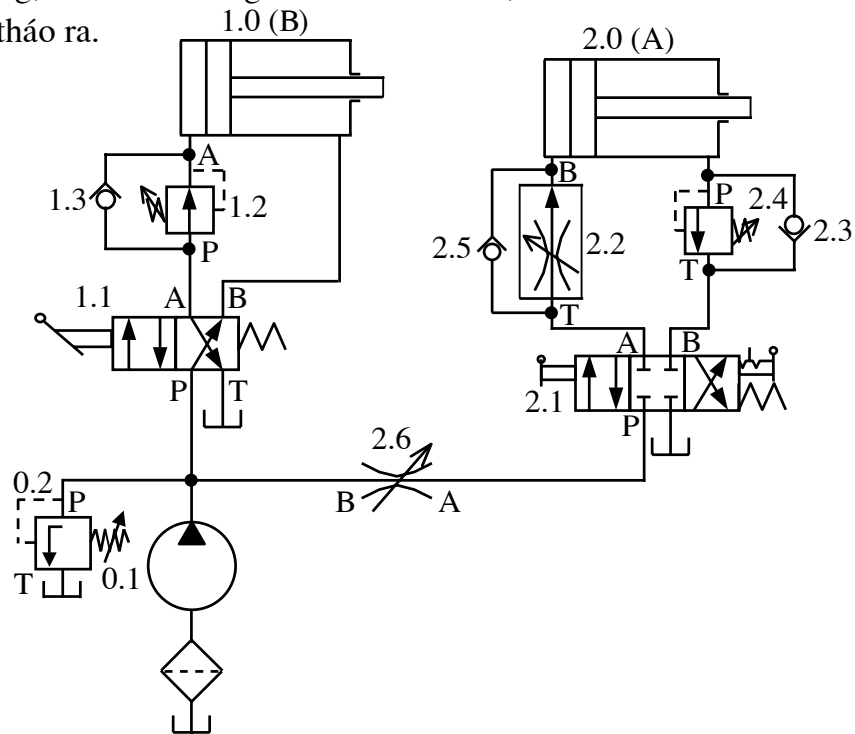
5.1.2.5. Máy khoan bàn



Hình 5.7. Máy khoan bàn

Hệ thống thủy lực điều khiển hai xilanh. Xilanh A mang đầu khoan đi xuống với vận tốc đều được điều chỉnh trong quá trình khoan, xilanh B làm nhiệm vụ kẹp chặt chi tiết trong quá trình khoan.

Khi khoan xong, xilanh A mang đầu khoan lùi về, sau đó xilanh B lùi về mở hàm kẹp, chi tiết được tháo ra.



Hình 5.8. Sơ đồ mạch thủy lực cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công

0.1 Bơm; 0.2 Van tràn;

1.1. Van đảo chiều 4/2, điều khiển bằng tay gạt;

1.2. Van giảm áp; 1.0 Xilanh A;

1.3. Van một chiều;

2.1. Van đảo chiều 4/3, điều khiển bằng tay gạt;

2.2. Bộ ổn tốc; 2.3. Van một chiều;

2.4. Van cản; 2.5. Van một chiều;

2.6. Van tiết lưu; 2.0. Xilanh B.

Để cho vận tốc trong quá trình không đổi, mặc dù trọng tải có thể tải đổi, ta dùng bộ ổn tốc 2.2.

Áp suất cần để kẹp chi tiết nhỏ, ta sử dụng van giảm áp 1.2.

5.2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC

5.2.1. Mục đích

Tất cả các bộ phận trong hệ thống thủy lực đều có những yêu cầu kỹ thuật nhất định. Những yêu cầu đó chỉ có thể được thỏa mãn, nếu như các thông số cơ bản của các bộ phận ấy được lựa chọn thích hợp.

Các cơ cấu chấp hành, cơ cấu biến đổi năng lượng, cơ cấu điều khiển và điều chỉnh, cũng như các phần lớn các thiết bị phụ khác trong hệ thống thủy lực đều được tiêu chuẩn hóa.

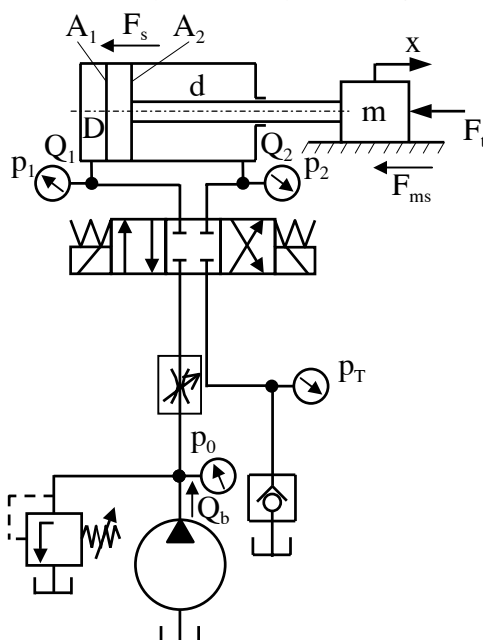
Do đó, việc thiết kế hệ thống thủy lực thông thường là việc tính toán lựa chọn thích hợp các cơ cấu trên.

5.2.2. Thiết kế hệ thống truyền động thủy lực

Trình tự: có những số liệu ban đầu và các yêu cầu sau

- +/ Chuyển động thẳng: tải trọng F , vận tốc (v, v'), hành trình x, \dots ;
- +/ Chuyển động quay: momen xoắn M_x , vận tốc (n, Ω);
- +/ Thiết kế sơ đồ thiết bị;
- +/ Tính toán p, Q của cơ cấu chấp hành dựa vào tải trọng và vận tốc;
- +/ Tính toán lưu lượng và áp suất của bơm;
- +/ Chọn các phần tử thủy lực (p_b, Q_b);
- +/ Xác định công suất động cơ điện.

5.2.2.1. Tính toán thiết kế hệ thủy lực chuyển động tịnh tiến



Hình 5.9. Sơ đồ mạch thủy lực chuyển động tịnh tiến

Từ sơ đồ thủy lực ta có:

$$+/ \text{ Lực quán tính: } F_a = m.a \quad (5.1)$$

$$(F_a = \frac{W_L}{g}.a \text{ theo hệ Anh})$$

$$+/\text{ Lực ma sát: } F_{ms} = m.g.f \quad (5.2)$$

$$(F_{ms} = W_L.f \text{ theo hệ Anh})$$

$$+/\text{ Lực ma sát trong xilanh } F_s \text{ thường bằng 10\% lực tổng cộng, tức là:}$$

$$F_{ms} = 0,10.F \quad (5.3)$$

+/\text{ Lực tổng cộng tác dụng lên pittông sẽ là:}

$$F = \frac{m.a}{1000} + F_{ms} + F_s + F_t \text{ [daN]} \quad (5.4)$$

$$\text{Theo hệ Anh: } F = \frac{W_L.a}{32,2.12} + F_{ms} + F_s + F_t \text{ [lbf]}$$

Trong đó:

F_t - lực do tải trọng ngoài gây ra (ngoại lực), daN (lbf);

m - khối lượng chuyển động, kg.s²/cm;

W_L - trọng lực, (lbf) ;

a - gia tốc chuyển động, cm/s²;

F_{ms} - lực ma sát của bộ phận chuyển động, daN (lbf);

F_s - lực ma sát trong pittông - xilanh, daN (lbf).

Ta có phương trình cân bằng tĩnh của lực tác dụng lên pittông

$$p_1.A_1 = p_2.A_2 + F \quad (5.5)$$

Đối với xilanh không đối xứng thì lưu lượng vào \neq lưu lượng ra

$$Q_1 = Q_2.R \text{ với } R = \frac{A_1}{A_2} \text{ (hệ số diện tích)} \quad (5.6)$$

Từ đó ta xác định được đường kính của xilanh (D), đường kính của cần pittông (d)

Cụ thể:

$$\bullet \text{ Đường kính của xilanh: } D = 2.\sqrt{\frac{A_1}{\pi}} \quad (5.7)$$

$$\bullet \text{ Đường kính của cần pittông: } d = 2.\sqrt{\frac{A_1 - A_2}{\pi}} \quad (5.8)$$

Độ sụt áp qua van sẽ tỷ lệ với bình phương hệ số diện tích R , tức là:

$$p_0 - p_1 = (p_2 - p_T).R^2 \quad (5.9)$$

Trong đó:

p_0 - áp suất dầu cung cấp cho van;

p_1, p_2 - áp suất ở các buồng của xilanh;

p_T - áp suất dầu ra khỏi van;

A_1, A_2 - diện tích hai phía của pittông.

Từ công thức (5.5), (5.9) ta tìm được p_1 và p_2

$$p_1 = \frac{p_0.A_2 + R^2.(F + p_T.A_2)}{A_2.(1 + R^3)} \quad (5.10)$$

$$p_2 = p_T + \frac{p_0 - p_1}{R^2} \quad (5.11)$$

Tương tự, khi pittông làm việc theo chiều ngược lại thì:

$$p_1 = p_T + (p_0 - p_2) \cdot R^2 \quad (5.12)$$

$$p_2 = \frac{p_0 \cdot A_2 \cdot R^3 + F + p_T \cdot A_2 \cdot R}{A_2 \cdot (1 + R^3)} \quad (5.13)$$

Lưu lượng dầu vào xilanh để pittông chuyển động với vận tốc cực đại là:

$$Q_{1\max} = v_{\max} \cdot A_1 \text{ [cm}^3/\text{s]} \quad (5.14)$$

$$Q_{1\max} = \frac{v_{\max}}{16.7} \cdot A_1 \text{ [l/ph]} \quad (5.15)$$

Lưu lượng dầu ra khỏi hệ thống khi làm việc với v_{\max} là:

$$Q_{2\max} = v_{\max} \cdot A_2 \text{ [cm}^3/\text{s]} \quad (5.16)$$

$$Q_{2\max} = \frac{v_{\max}}{16.7} \cdot A_2 \text{ [l/ph]} \quad (5.17)$$

Lưu lượng qua van tiết lưu và van đảo chiều được xác định theo công thức Torricelli:

$$Q = \mu \cdot A_x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p} \text{ [cm}^3/\text{s]} \quad (5.18)$$

Trong đó:

μ - hệ số lưu lượng;

A_x - diết diện mặt cắt của khe hở [cm²];

$\Delta p = (p_1 - p_2)$ - áp suất trước và sau khe hở [N/cm²];

ρ - khối lượng riêng của dầu [kg/cm³].

Lưu lượng của bơm: chọn bơm dựa vào p và $Q \Rightarrow N_{\text{đơ điện}}$

$$Q_b = n \cdot V \cdot \eta_v \cdot 10^{-3} \text{ [l/ph]} \quad (5.19)$$

Trong đó:

n - số vòng quay [vg/ph];

V - thể tích dầu/vòng [cm³/vg];

η_v - hiệu suất thể tích [%].

Áp suất của bơm:

$$p_b = \frac{M \cdot \eta_{hm}}{V} \cdot 10 \text{ [bar]} \quad (5.20)$$

Công suất để truyền động bơm:

$$N = \frac{p_b \cdot Q_b}{6 \cdot \eta_t} \cdot 10^{-2} \text{ [kW]} \quad (5.21)$$

Trong đó:

M - Mômen trên trục động cơ nối với bơm [Nm];

η_{hm} - hiệu suất cơ và thủy lực [%];

η_t - hiệu suất toàn phần [%].

Công suất cần thiết của động cơ điện là:

$$N_d = \frac{N}{\eta_t} \text{ [kW]} \quad (5.22)$$

Tính và chọn ống dẫn (ống hút, ống nén, ống xả)

+ / Chọn vận tốc chảy qua ống:

- Ở ống hút: $v = 0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$
- Ở ống nén: $p < 50\text{bar}$ thì $v = 4 \div 5 \text{ m/s}$
 $p = 50 \div 100\text{bar}$ thì $v = 5 \div 6 \text{ m/s}$
 $p > 100\text{bar}$ thì $v = 6 \div 7 \text{ m/s}$
- Ở ống xả: $v = 0,5 \div 1,5 \text{ m/s}$

+ / Chọn kích thước đường kính ống:

Ta có phương trình lưu lượng chảy qua ống dẫn:

$$Q = A.v \quad (5.23)$$

Trong đó:

$$\text{Tiết diện: } A = \frac{\pi.d^2}{4} \quad (5.24)$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{\pi.d^2}{4} .v \quad (5.25)$$

Trong đó: d [mm];

Q [lít/phút];

v [m/s].

$$\Rightarrow v = \frac{Q}{6.d^2 \cdot \frac{\pi}{4}} .10^2 \quad (5.26)$$

$$\Rightarrow \text{Kích thước đường kính ống dẫn là: } d = 10 \cdot \sqrt{\frac{2.Q}{3.\pi.v}} \text{ [mm]} \quad (5.27)$$

5.2.2.2. Tính toán thiết kế hệ thủy lực chuyển động quay

Hệ thủy lực thực hiện chuyển động quay cũng được phân tích như hệ thủy lực chuyển động thẳng.

Mômen xoắn tác động lên trục động cơ dầu bao gồm:

+ / Mômen do quán tính

$$M_a = J.\theta \text{ [Nm]} \quad (5.28)$$

J - mômen quán tính khối lượng trên trục động cơ dầu [Nms²];

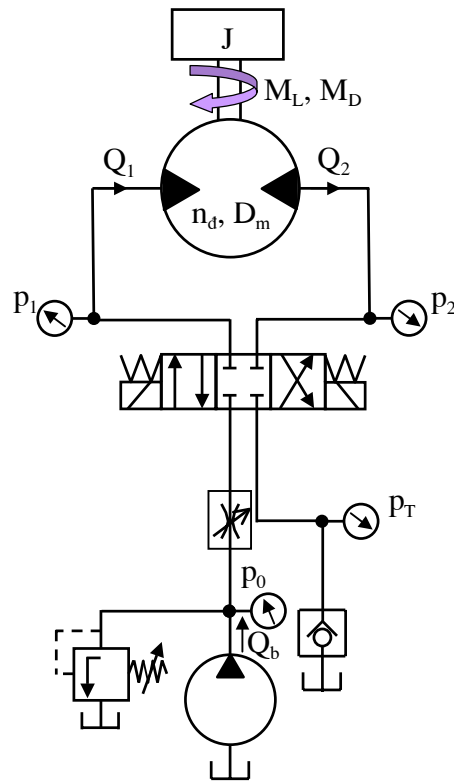
θ - gia tốc góc của trục động cơ dầu [rad/s²].

+ / Mômen do ma sát nhớt trên trục động cơ dầu M_D [Nm].

+ / Mômen do tải trọng ngoài M_L [Nm].

+ / Mômen xoắn tổng cộng M_x sẽ là:

$$M_x = J.\theta + M_D + M_L \text{ [Nm]} \quad (5.29)$$



Hình 5.10. Sơ đồ mạch thủy lực chuyển động quay

Theo phương pháp tính toán như hệ chuyển động thẳng, áp suất p_1 và p_2 trong hệ chuyển động quay được xác định theo công thức

$$p_1 = \left(\frac{p_0 + p_T}{2} \right) + \left(\frac{10 \cdot \pi \cdot M}{D_m} \right) \text{ [bar]} \quad (5.30)$$

$$p_2 = p_0 - p_1 + p_T \text{ [bar]} \quad (5.31)$$

Lưu lượng để làm quay trục động cơ dầu với n_{\max}

$$Q_1 = Q_2 = \frac{n_{\max} \cdot D_m}{1000} \text{ [l/ph]} \quad (5.32)$$

Trong đó:

n_{\max} - số vòng quay lớn nhất của trục động cơ dầu [vg/ph];

D_m - thể tích riêng của động cơ dầu [cm^3/vg].

Công suất truyền động động cơ dầu

$$N = \frac{p_1 \cdot Q_1 \cdot \eta_t}{6 \cdot 10^2} \text{ [kW]} \quad (5.33)$$

(Phần tính toán bơm và đường ống tương tự hệ chuyển động thẳng)

□ Trong hai bài toán trên, quá trình tính toán chưa tính (quan tâm) đến tổn thất áp suất và lưu lượng trong các phân tử và trong toàn hệ thống. □

5.2.2.3. Các ví dụ

Ví dụ 1: thiết kế hệ thống thủy lực với các số liệu cho trước:

+/ Tải trọng: 100 tấn

+/ Trọng lượng $G = 3000 \text{ KG}$

p_1 : áp suất dầu ở buồng công tác

p_2 : áp suất ở buồng chạy không

A_1 : diện tích pittông ở buồng công tác $A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

A_2 : diện tích pittông ở buồng chạy không $A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$

F_t : tải trọng công tác $F_t = 1000$ (kN)

G : trọng lượng của khối lượng m, $G = 300$ (KG)

F_{msp} : lực ma sát của pittông và xilanh

F_{msc} : lực ma sát giữa cần pittông và vòng chắn khí

F_{mst} : lực ma sát giữa khối lượng m và bạc trượt

F_{qt} : lực quán tính sinh ra ở giai đoạn pittông bắt đầu chuyển động.

+/ Ta có lực ma sát của pittông và xilanh:

$$F_{msp} = \mu \cdot N \quad (5.35)$$

Trong đó:

μ : hệ số ma sát. Đối với cặp vật liệu xilanh là thép và vòng găng bằng gang thì $\mu = (0,09 \div 0,15)$, chọn $\mu = 0,1$.

N : lực của các vòng găng tác động lên xilanh và được tính:

$$N = \pi \cdot D \cdot b \cdot (p_2 + p_k) + \pi \cdot D \cdot b \cdot (z - 1) \cdot p_k \quad (5.36)$$

D : đường kính pittông (cm), theo dãy giá trị đường kính tiêu chuẩn ta chọn

$D = 27$ (cm)

b : bề rộng của mỗi vòng găng, chọn $b = 1$ (cm)

p_2 : áp suất của buồng mang cần pittông, chọn $p_2 = 5$ (KG/cm²)

z : số vòng găng, chọn $z = 3$

p_k : áp suất tiếp xúc ban đầu giữa vòng găng và xilanh, $p_k = (0,7 \div 0,14)$ (KG/cm²), chọn $p_k = 1$ (KG/cm²)

$\pi \cdot D \cdot b \cdot (p_2 + p_k)$: lực của vòng găng đầu tiên

$\pi \cdot D \cdot b \cdot (z - 1) \cdot p_k$: lực tiếp xúc của vòng găng tiếp theo

$$\Rightarrow F_{msp} = 0,5 \cdot D \quad (5.37)$$

+/ Lực ma sát giữa cần pittông và vòng chắn khí

$$F_{msc} = 0,15 \cdot f \cdot \pi \cdot d \cdot b \cdot p \quad (5.38)$$

f : hệ số ma sát giữa cần và vòng chắn, đối với vật liệu làm bằng cao su thì

$f = 0,5$.

d : đường kính cần pittông, chọn $d = 0,5 \cdot D$

b : chiều dài tiếp xúc của vòng chắn với cần, chọn $d = b$

p : áp suất tác dụng vào vòng chắn, chính là áp suất $p_2 = 5$ (KG/cm²)

0,15: hệ số kể đến sự giảm áp suất theo chiều dài của vòng chắn.

$$\Rightarrow F_{msc} = 0,029 \cdot D^2 \quad (5.39)$$

+/ Lực ma sát giữa khối lượng m và bạc trượt

$$F_{mst} = 2 \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot k \quad (5.40)$$

d: đường kính trụ trượt

l: chiều dài của bạc trượt

k: hệ số phụ thuộc vào cặp vật liệu của trụ và bạc trượt

Lực này có thể bỏ qua, vì để bảo đảm chế độ lắp ghép và làm việc.

+/ Lực quán tính

$$F_{qt} = \frac{G \cdot v}{g \cdot t_0} \quad (5.41)$$

g: gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

G: khối lượng của bộ phận chuyển động, $G = 300 \text{ (KG)}$

v: vận tốc lớn nhất của cơ cấu chấp hành, $v_{max} = 320 \text{ (mm/ph)} \approx 5,3 \text{ (mm/s)}$

t_0 : thời gian quá độ của pittông đến chế độ xác lập, $t_0 = (0,01 \div 0,5) \text{ (s)}$,
chọn $t_0 = 0,1 \text{ (s)}$

$$\Rightarrow F_{qt} = 1,62 \text{ (KG)}$$

Thay các giá trị vừa tính vào (5.34) ta có:

$$p_1 = 179,56 \text{ (KG/cm}^2\text{)}, \text{ chọn } p_1 = 180 \text{ (KG/cm}^2\text{)}.$$

③ Phương trình lưu lượng

+/ Xét ở hành trình công tác

$$Q_1 = v_{ct} \cdot A_{ct} \quad (5.42)$$

$$\Leftrightarrow Q_1 = v_{ct} \cdot D^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

Q_1 : lưu lượng cần cung cấp trong hành trình công tác

v_{ct} : vận tốc chuyển động trong hành trình công tác

(ở đây ta lấy giá trị $v_{max} = 320 \text{ mm/ph}$)

D: diện tích bề mặt làm việc của pittông ($D = 270 \text{ mm}$)

$$\Rightarrow Q_1 \approx 18312480 \text{ (mm}^3\text{/ph)} \approx 18,3 \text{ (l/ph)}.$$

+/ Xét ở hành trình lùi về (tương tự)

④ Tính và chọn các thống số của bơm

+/ Lưu lượng của bơm: Q_b

Ta có: $Q_b = Q_1$ (bỏ qua tổn thất)

$$\Leftrightarrow Q_b = Q_{ct} = Q_1 = 18,3 \text{ (l/ph)}$$

+/ Áp suất bơm: p_b

$$p_b = p_0 = p_1 = 180 \text{ (KG/cm}^2\text{)}$$

$$+/ \text{ Công suất bơm: } N_b = \frac{p_b \cdot Q_b}{612} \text{ (KW)} \quad (5.43)$$

$$\Rightarrow N_b = \frac{180 \cdot 18,3}{612} \approx 5,38 \text{ (KW)}$$

+/ Công suất động cơ điện dẫn động bơm

$$\text{Ta có: } N_{dc} = \frac{N_b}{\eta_d \cdot \eta_b} \quad (5.44)$$

N_{dc} : công suất của động cơ điện

η_b : hiệu suất của bơm, $\eta_b = (0,6 \div 0,9)$, chọn $\eta_b = 0,87$

η_d : hiệu suất truyền động từ động cơ qua bơm, chọn $\eta_d = 0,985$ (theo giáo trình “chi tiết máy” tập 2 của Nguyễn Trọng Hiệp)

$$\Rightarrow N_{dc} = \frac{5.38}{0,985 \cdot 0,87} \approx 6,24 \text{ (KW)}$$

⑤ Tính toán ống dẫn

Ta có lưu lượng chảy qua ống:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot v}{4} \quad (5.45)$$

Q: lưu lượng chảy qua ống (l/ph)

d: đường kính trong của ống (mm)

v: vận tốc chảy qua ống (m/s)

$$\text{C.thức (5.45)} \Leftrightarrow \frac{\pi \cdot (10^{-3} \cdot d)^2}{4} = \frac{Q}{10^3 \cdot 60} \Rightarrow d = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v}} \quad (5.46)$$

Đối với ống nén thì $v = (6 \div 7 \text{ m/s})$, chọn $v = 6 \text{ m/s}$

$$\Rightarrow d_n = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{18,3}{6}} = 8,03 \text{ (mm)}$$

Đối với ống hút thì $v = (0,5 \div 1,5 \text{ m/s})$, chọn $v = 1,5 \text{ m/s}$

$$\Rightarrow d_h = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{18,3}{1,5}} = 16,06 \text{ (mm)}$$

Đối với ống xả thì $v = (0,5 \div 1,5 \text{ m/s})$, chọn $v = 1,5 \text{ m/s}$

$$\Rightarrow d_x = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{18,3}{1,5}} = 16,06 \text{ (mm)}$$

Ví dụ 2: Để thực hiện lượng chạy dao của máy tổ hợp, trong trường hợp tải trọng không đổi, người ta dùng hệ thống thủy lực như sau

Số liệu cho trước:

Lực chạy dao lớn nhất:

$$F_{max} = 12000 \text{ N.}$$

Lượng chạy dao nhỏ nhất:

$$s_{min} = v_{min} = 20 \text{ mm/ph.}$$

Lượng chạy dao lớn nhất:

$$s_{max} = v_{max} = 500 \text{ mm/ph.}$$

Trọng lượng bàn máy:

$$G = 4000 \text{ N.}$$

Đây là hệ thống thủy lực điều chỉnh bằng tiết lưu. Lượng dầu chảy qua hệ thống được điều chỉnh bằng van tiết lưu đặt ở đường ra, và lượng dầu tối thiểu chảy qua van tiết lưu ta chọn là $Q_{\min} = 0,1$ l/ph.

Tính toán và thiết kế hệ thống trên.

Ví dụ 3: Trong trường hợp tải trọng của máy thay đổi, hoặc dao động với tần số thấp; cần phải lắp bộ ổn tốc. Ta xét trường hợp lắp bộ ổn tốc trên đường vào của hệ thống thủy lực

Các số liệu cho trước:

Tải trọng lớn nhất:

$$F_{\max} = 20000 \text{ N.}$$

Lượng chạy dao nhỏ nhất:

$$s_{\min} = v_{\min} = 20 \text{ mm/ph.}$$

Lượng chạy dao lớn nhất:

$$s_{\max} = v_{\max} = 1000 \text{ mm/ph.}$$

Trọng lượng bàn máy:

$$G = 5000 \text{ N.}$$

Hệ số ma sát:

$$f = 0,2$$

Lượng chạy dao cần thiết được điều chỉnh bằng van tiết lưu của bộ ổn tốc và ta cũng chọn lượng dầu nhỏ nhất chảy qua van tiết lưu là:

$$Q_{\min} = 0,1 \text{ l/ph.}$$

Tính toán và thiết kế hệ thống trên.

Ví dụ 4: Trên máy mài, thường dùng hệ thống thủy lực để thực hiện chuyển động thẳng đi về của bàn máy bằng phương pháp điều chỉnh tiết lưu.

Các số liệu cho trước:

Tải trọng lớn nhất:

$$F_{\max} = 800 \text{ N.}$$

Vận tốc nhỏ nhất của bàn máy:

$$v_{\min} = 100 \text{ mm/ph.}$$

Vận tốc lớn nhất của bàn máy:

$$v_{\max} = 20000 \text{ mm/ph.}$$

Trọng lượng bàn máy:

$$G = 3000 \text{ N.}$$

Hệ số ma sát:

$$f = 0,2$$

Ta chọn lượng dầu tối thiểu qua van tiết lưu là:

$$Q_{\min} = 0,2 \text{ l/ph.}$$

Tính toán và thiết kế hệ thống trên.

Ví dụ 5: Thiết kế hệ thống thủy lực thực hiện chuyển động quay với các số liệu cho trước:

Mômen lớn nhất:

$$M = 20 \text{ Nm}$$

Số vòng quay lớn nhất:

$$n_{\max} = 500 \text{ v/ph}$$

Số vòng quay nhỏ nhất:

$$n_{\min} = 5 \text{ v/ph}$$

Lưu lượng riêng của động cơ dầu:

$$Q_d = 0,03 \text{ l/ph}$$

Mômen riêng của động cơ dầu:

$$M_d = 0,41 \text{ N/bar.}$$

CHƯƠNG 2

SẢN XUẤT VÀ PHÂN PHỐI NGUỒN NĂNG LƯỢNG

- **Khí nén**
 - Sản xuất khí nén
 - Phân phối khí nén
 - Xử lý khí nén

- **Thủy lực**
 - Cung cấp năng lượng
 - Xử lý dầu

- **Bài tập**

2.1. KHÍ NÉN

2.1.1. Sản xuất khí nén

Hệ thống điều khiển khí nén hoạt động dựa vào nguồn cung cấp khí nén, nguồn khí này phải được sản xuất thường xuyên với lượng thể tích đầy đủ với một áp suất nhất định thích hợp cho năng lượng hệ thống.

2.1.1.1. Máy nén khí

Máy nén khí là máy có nhiệm vụ thu hút không khí, hơi ẩm, khí đốt ở một áp suất nhất định và tạo ra nguồn lưu chất có áp suất cao hơn.

2.1.1.2 Các loại máy nén khí

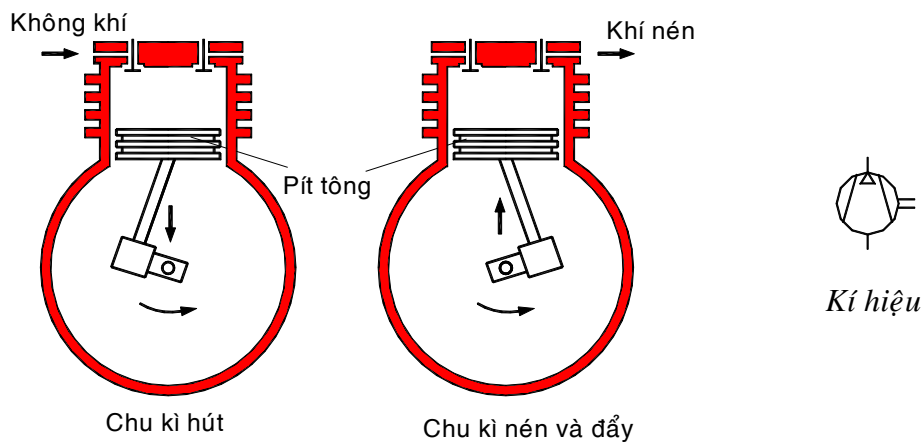
Máy nén khí được phân loại theo áp suất hoặc theo nguyên lý hoạt động. Đối với nguyên lý hoạt động ta có:

-Máy nén theo nguyên lý thể tích: máy nén pít tông, máy nén cánh gạt.

-Máy nén tuốc bin là được dùng cho công suất rất lớn và không kinh tế khi sử dụng lưu lượng dưới mức 600m³/phút. Vì thế nó không mang lại áp suất cần thiết cho ứng dụng điều khiển khí nén và hiếm khi sử dụng.

2.1.1.2.1. Máy nén kiểu pít tông (Reciprocating compressors)

Máy nén pít tông (hình 2.1) là máy nén phổ biến nhất và có thể cung cấp năng suất đến 500m³/phút. Máy nén 1 pít tông có thể nén khí khoảng 6 bar và ngoại lệ có thể đến 10 bar; máy nén kiểu pít tông hai cấp có thể nén đến 15 bar; 3-4 cấp lên đến 250 bar.



Hình 2.1 Máy nén kiểu pít tông

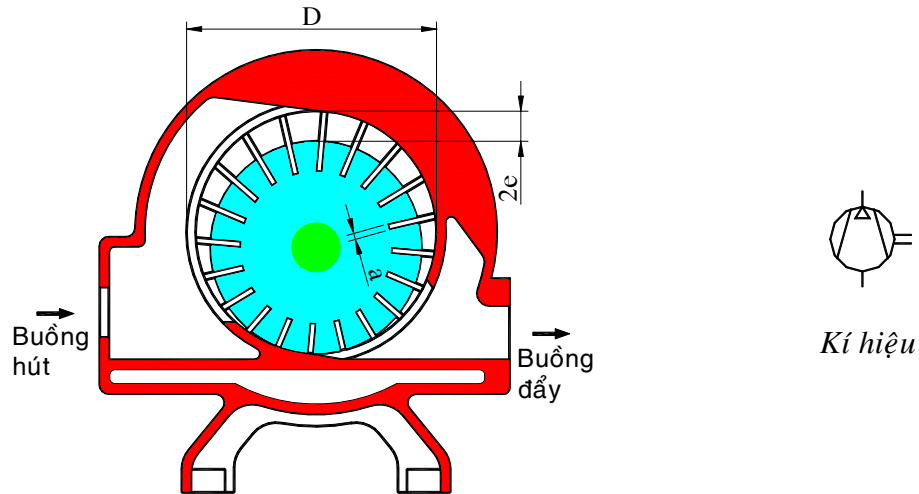
Lưu lượng của máy nén pít tông:

$$Q_v = V.n.\eta_v . 10^{-3} \quad [\text{lít / phút}] \quad (2.1)$$

Trong đó:

- V* - Thể tích của khí nén tải đi trong một vòng quay [cm³];
- n* – Số vòng quay của động cơ máy nén [vòng / phút]
- η_v* – Hiệu suất nén [%]

2.1.1.2.2. Máy nén kiểu cánh gạt (Rotary compressors)



Hình 2.2 Máy nén kiểu cánh gạt

Nguyên lý hoạt động của máy nén khí kiểu cánh gạt mô tả ở **hình 2.2**: không khí sẽ được vào buồng hút. Nhờ rôto và stato đặt lệch tâm, nên khi rôto quay chiều sang phải, thì không khí vào buồng nén. Sau đó khí nén sẽ đi ra buồng đẩy.

Lưu lượng của máy nén cánh gạt tính theo []:

$$Q_v = (\pi.D - z.a).2.e.b.n.\lambda \quad [m^3/phút] \quad (2.2)$$

Trong đó:

<i>a</i> - Chiều dày cánh gạt	[m];
<i>e</i> - Độ lệch tâm	[m];
<i>z</i> - Số cánh gạt;	
<i>D</i> - Đường kính stato	[m];
<i>n</i> - Số vòng quay rôto	[vòng/phút];
<i>b</i> - Chiều rộng cánh gạt	[m].
<i>λ</i> - Hiệu suất	(λ = 0,7 – 0,8);

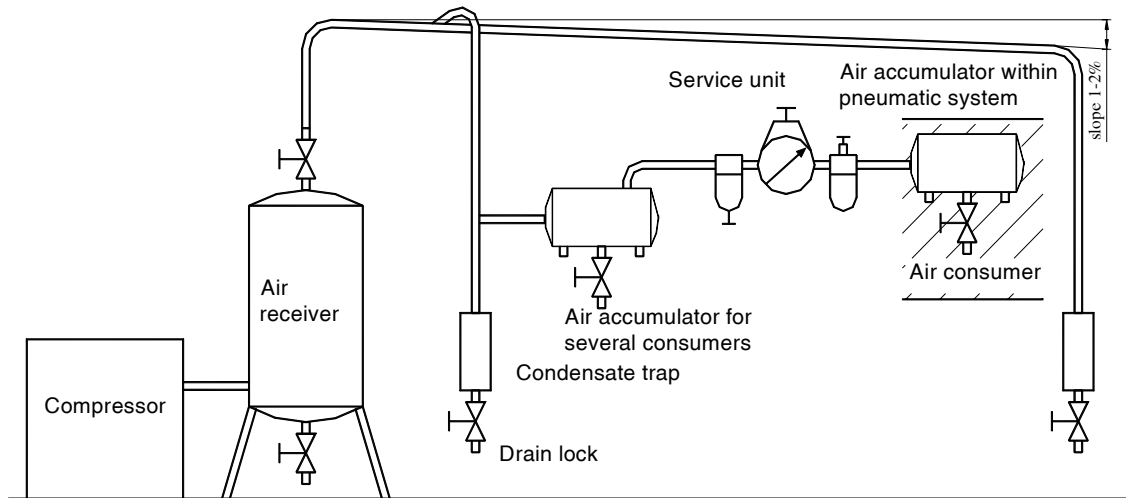
2.1.2. Phân phối khí nén

Hệ thống phân phối khí nén có nhiệm vụ chuyển không khí nén từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ, đảm bảo áp suất *p* và lưu lượng *Q* và chất lượng khí nén cho các thiết bị làm việc, ví dụ như van, động cơ khí, xy lanh khí...

Truyền tải không khí nén được thực hiện bằng hệ thống ống dẫn khí nén, chú ý đối với hệ thống ống dẫn khí có thể là mạng đường ống được lắp ráp cố định (trong toàn nhà máy) và mạng đường ống lắp ráp trong từng thiết bị, trong từng máy mô tả ở **hình 2.3**.

Đối với hệ thống phân phối khí nén ngoài tiêu chuẩn chọn máy nén khí hợp lí, tiêu chuẩn chọn đúng các thông số của hệ thống ống dẫn (đường kính ống, vật liệu ống); cách

lắp đặt hệ thống ống dẫn, bảo hành hệ thống phân phối cũng đóng vai trò quan trọng về phương diện kinh tế cũng như yêu cầu kỹ thuật cho hệ thống điều khiển khí nén.



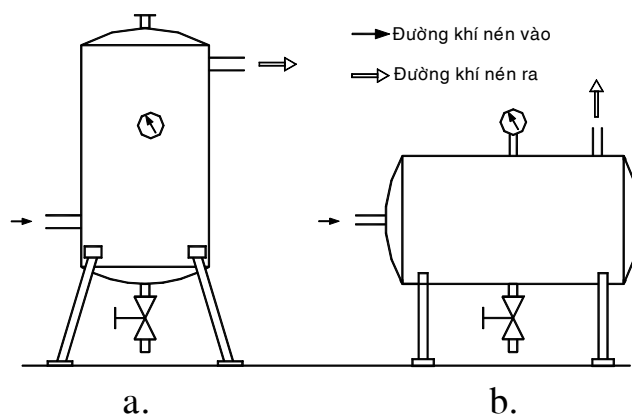
Hình 2.3 Hệ thống phân phối khí nén

2.1.2.1. Bình nhận và trích khí nén

Bình trích chứa khí nén có nhiệm vụ cân bằng áp suất khí nén của máy nén khí chuyển đến, trích chứa, ngưng tụ và tách nước trước khi chuyển đến nơi tiêu thụ.

Kích thước của bình trích chứa phụ thuộc vào công suất của máy nén khí, công suất tiêu thụ của các thiết bị sử dụng và phương pháp sử dụng khí nén.

Bình trích chứa khí nén có thể đặt nằm ngang, nằm đứng. Đường ống ra của khí nén bao giờ cũng nằm ở vị trí cao nhất của bình trích chứa (hình 2.4).



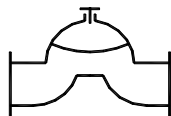
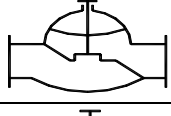
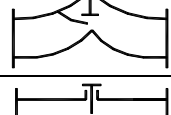
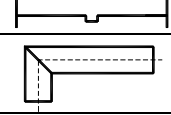
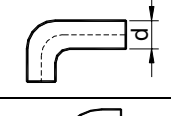
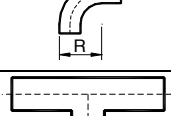
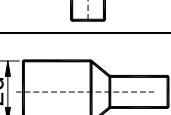
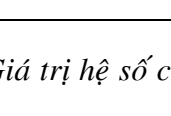
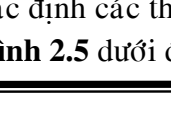
Hình 2.4 Các loại bình trích chứa

2.1.2.2. Đường ống

Đường ống dẫn khí nén có đường kính trong vài milimet trở lên. Chúng được làm bằng các vật liệu cao su, nhựa hoặc kim loại.

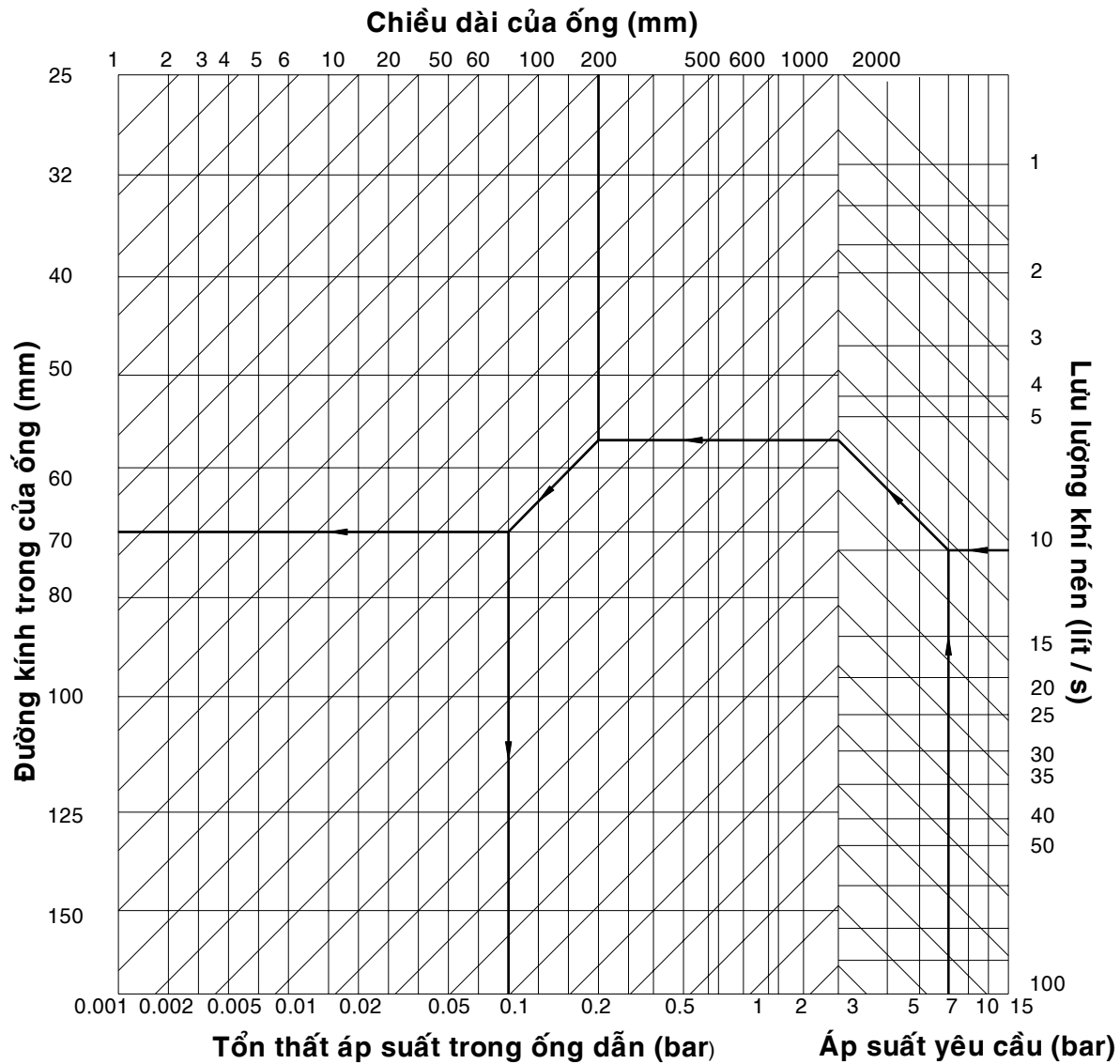
Thông số cơ bản kích thước ống (đường kính bên trong) phụ thuộc vào: vận tốc dòng chảy cho phép, tổn thất áp suất cho phép, áp suất làm việc, chiều dài ống, lưu lượng, hệ số cản trở dòng chảy và các phụ kiện nối ống.

- Lưu lượng: phụ thuộc vào vận tốc dòng chảy ($Q=v.F$). Vận tốc dòng chảy càng lớn, tổn thất áp suất trong ống càng lớn.
- Vận tốc dòng chảy: vận tốc dòng chảy của khí nén trong ống dẫn nên chọn là từ $6 \div 10$ m/s. Vận tốc của dòng chảy khí qua các chỗ lượn cua của ống hoặc nối ống, van, những nơi có tiết diện nhỏ lại sẽ tăng lên, hay vận tốc dòng chảy sẽ tăng lên nhất thời khi các thiết bị hay máy móc đang vận hành.
- Tổn thất áp suất: tốt nhất không vượt quá 0.1 bar. Thực tế sai số cho phép đến 5% áp suất làm việc. Như vậy tổn thất áp suất là 0.3 bar là chấp nhận được với áp suất làm việc là 6 bar.
- Hệ số cản dòng chảy: khi lưu lượng khí đi qua các chỗ nối khớp, van, khúc cong sẽ gây ra hiện tượng cản dòng chảy. Bảng 1, biểu thị các hệ số cản tương đương chiều dài ống dẫn l' của các phụ kiện nối.

Phụ kiện nối		Chiều dài ống dẫn tương đương l' (m)						
		Đường kính trong của ống dẫn (mm)						
		25	40	50	80	100	125	150
Van kiểu màng mỏng		1,2	2,0	3,0	4,5	6	8	10
Van khóa		6	10	15	25	30	50	60
Van mở một phần		3	5	7	10	15	20	25
Van chặn		0,3	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5
Nối vuông góc		1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
Độ cong $R = d$		0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5
Độ cong $R = 2d$		0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1	1,5
Ống nối T		2	3	4	7	10	15	20
Nối ống thu nhỏ		0,5	0,7	1	2	2,5	3,5	4

Bảng 1 Giá trị hệ số cản ζ tương đương chiều dài ống dẫn l'

Trong thực tế để xác định các thông số cơ bản của mạng đường ống người ta dựa vào biểu đồ được cho trong **hình 2.5** dưới đây.



Hình 2.5 Biểu đồ sự phụ thuộc của các thông số

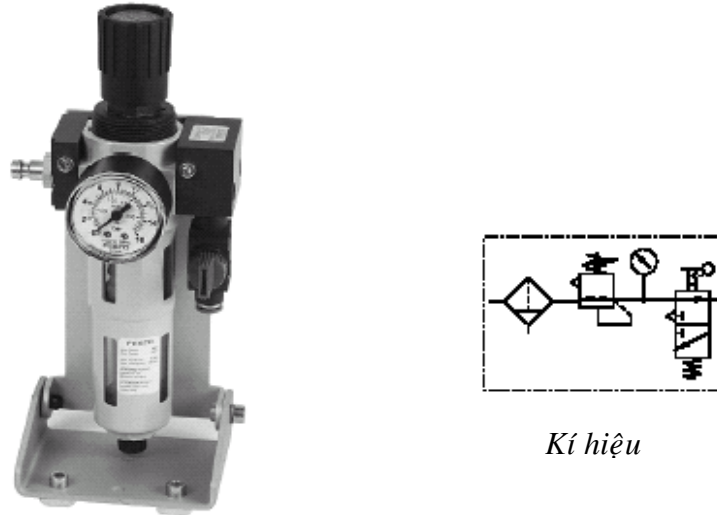
Theo biểu đồ hình 2.5, các thông số yêu cầu như áp suất p, lưu lượng q, chiều dài ống, tổn thất áp suất Δp và đường kính ống có mối liên hệ phụ thuộc với nhau.

- Ví dụ:
- áp suất yêu cầu p = 7 [bar]
 - Chiều dài ống l = 200 [m]
 - Lưu lượng $q_v = 10$ [m³/phút]
 - Tổn thất áp suất Δp = 0,1 [bar]

Từ biểu đồ hình 2.5 ta xác định được mối quan hệ giữa các đại lượng trên bằng đường nét đậm và từ đó ta được đường kính trong của ống dẫn cần chọn $\phi = 70$ mm.

2.1.3. Xử lý khí nén

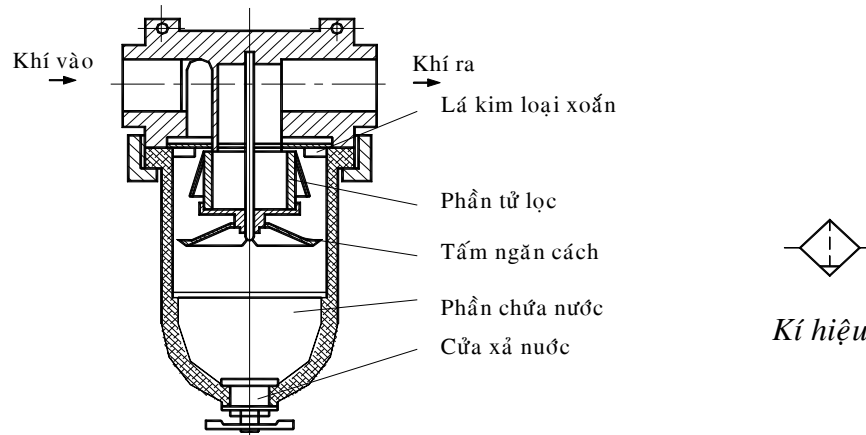
Khí nén được tạo ra từ máy nén khí có chứa nhiều chất bẩn, độ bẩn có thể ở các mức độ khác nhau. Chất bẩn có thể là bụi, độ ẩm của không khí hút vào, những cặn bả của dầu bôi trơn và truyền động cơ khí. Hơn nữa trong quá trình nén nhiệt độ của khí nén tăng lên, có thể gây ra ôxy hóa một số phần tử của hệ thống. Do đó việc xử lý khí nén cần phải thực hiện bắt buộc. Khí nén không được xử lý thích hợp sẽ gây hư hỏng hoặc gây trở ngại tính làm việc của các phần tử khí nén. Đặc biệt sử dụng khí nén trong hệ thống điều khiển đòi hỏi chất lượng khí nén rất cao. Mức độ xử lý khí nén tùy thuộc vào từng phương pháp xử lý. Trong thực tế người ta thường dùng bộ lọc để xử lý khí nén (**hình 2.6**).



Hình 2.6 Bộ lọc khí

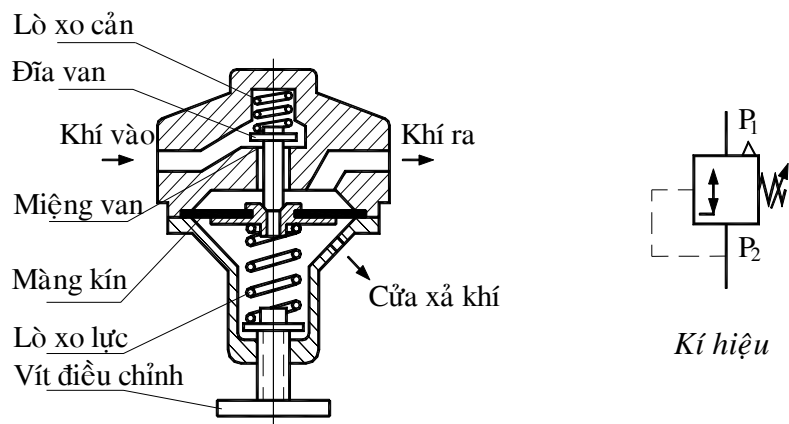
Bộ lọc khí có 3 phần tử: van lọc, van điều chỉnh áp suất và van tra dầu.

- Van lọc khí (**hình 2.7**) là làm sạch các chất bẩn và ngưng tụ hơi nước chứa trong nó. Khí nén sẽ tạo chuyển động xoắn khi qua lá xoắn kim loại, sau đó qua phần tử lọc, các chất bẩn được tách ra và bám vào màng lọc, cùng với những phân tử nước được để lại nằm ở đáy của bầu lọc. Tùy theo yêu cầu chất lượng của khí nén mà chọn phần tử lọc. Độ lớn của phần tử lọc nên chọn từ 20 μ m – 50 μ m.



Hình 2.7 Van lọc khí nén

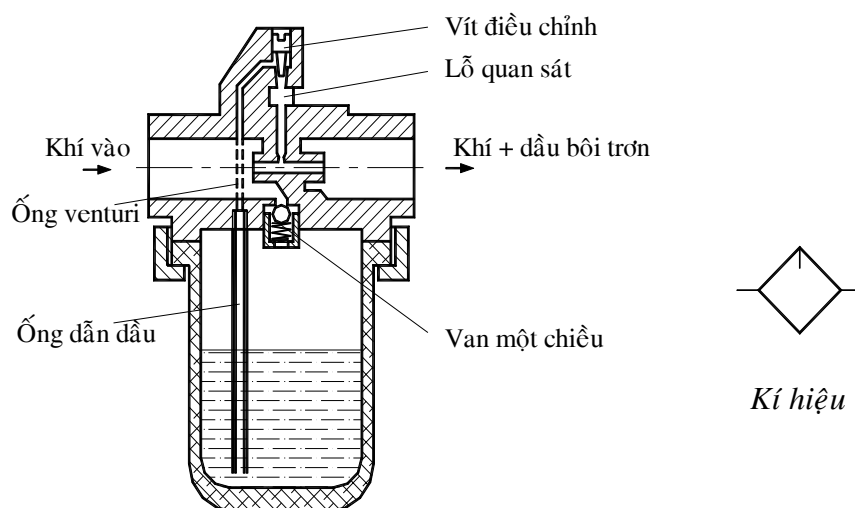
- Van điều chỉnh áp suất: nhiệm vụ của van áp suất là ổn định áp suất điều chỉnh, mặc dù có sự thay đổi bất thường của áp suất làm việc ở đường ra hoặc sự dao động của áp suất ở đầu vào. Áp suất ở đầu vào luôn luôn là lớn hơn áp suất ở đầu ra (**hình 2.8**).



Hình 2.8 Van điều chỉnh áp suất

Van điều chỉnh áp được điều chỉnh bằng vít điều chỉnh tác động lên màng kín. Phía trên của màng chịu tác dụng của áp suất đầu ra, phía dưới chịu tác dụng của lực lò xo sinh ra do vít điều chỉnh. Bất kỳ sự tăng áp ở đầu tiêu thụ gây cho màng kín dịch chuyển chống lại lực cản của lò xo vì vậy hạn chế dòng khí đi qua miệng van cho tới lúc có thể đóng sập. Khi khí nén được tiêu thụ, áp suất đầu ra giảm, kết quả là đĩa van được mở bởi lực cản lò xo. Để ngăn chặn đĩa van dao động chập chờn phải dùng đến lò xo cản gắn trên đĩa van.

- Van tra dầu: được sử dụng đảm bảo cung cấp bôi trơn cho các thiết bị trong hệ thống điều khiển khí nén nhằm giảm ma sát, sự ăn mòn và sự gỉ (**hình 2.9**).



Hình 2.9 Van tra dầu

2.2. THỦY LỰC

2.2.1. Cung cấp năng lượng dầu ép

Trong hệ thống điều khiển thủy lực nguồn năng lượng được dùng để hệ hoạt động là dầu ép. Để cung cấp năng lượng cho hệ thống điều khiển thường sử dụng thiết bị **bơm dầu**.

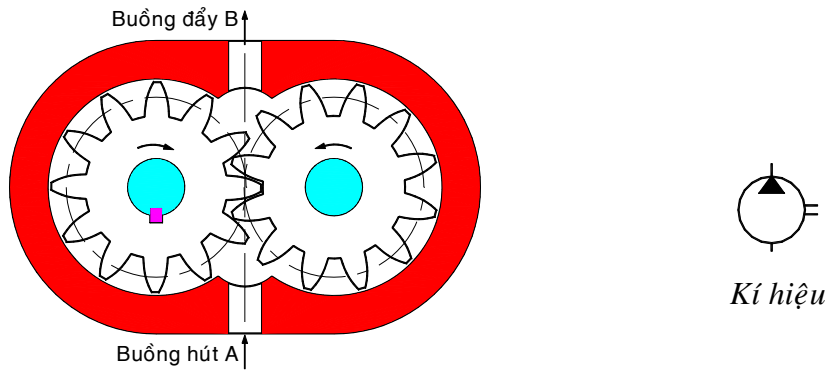
Bơm dầu là một phần tử quan trọng nhất của hệ thống điều khiển thủy lực, dùng để biến cơ năng thành năng lượng của dầu. Những thông số cơ bản của bơm là lưu lượng và áp suất.

Lưu lượng của bơm về lý thuyết không phụ thuộc vào áp suất (trừ bơm ly tâm), mà chỉ phụ thuộc vào kích thước hình học và vận tốc quay của nó. Nhưng trong thực tế do sự rò rỉ qua khe hở giữa khoang hút và khoang đẩy, giữa khoang đẩy với bên ngoài nên lưu lượng thực tế của bơm nhỏ hơn lưu lượng lý lý thuyết và giảm dần khi áp suất tăng.

2.2.1.1. Các loại bơm

2.2.1.1.1. Bơm bánh răng

Bơm bánh răng có kết cấu như **hình 2.10**



Hình 2.10 Nguyên lý làm việc bơm bánh răng

Nguyên lý làm việc của bơm bánh răng là sự thay đổi thể tích: khi thể tích của buồng hút (A) tăng, bơm dầu hút, thực hiện chu kỳ hút; và khi thể tích giảm, bơm đẩy dầu ra buồng (B), thực hiện chu kỳ nén. Nếu trên đường đi của dầu ta đặt một vật cản thì dầu sẽ bị chặn lại tạo nên một áp suất nhất định phụ thuộc vào độ lớn của sức cản và kết cấu của bơm.

Lưu lượng bơm bánh răng được tính theo công thức:

$$Q = \frac{2\pi d.m.z.b.n}{1000} \cdot \eta_v \quad [l/ph] \tag{2.3}$$

Trong đó:

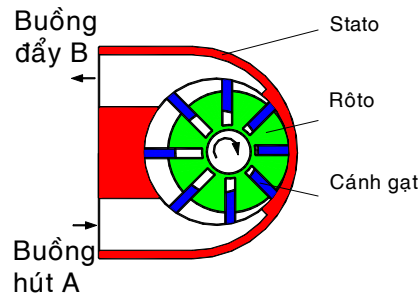
- m* – mô đun của bánh răng [cm];
- d* – đường kính vòng chia bánh răng [cm];
- b* – bề rộng bánh răng [cm];
- n* – số vòng quay trong một phút [cm];
- z* – số răng;

η_v – hiệu suất thể tích.

2.2.1.1.2 Bơm cánh gạt

Bơm cánh gạt được dùng rộng rãi hơn bơm bánh răng do ổn định về lưu lượng, hiệu suất thể tích cao hơn.

Lưu lượng bơm có thể thay đổi bằng cách thay đổi độ lệch tâm.



Hình 2.11 Bơm cánh gạt tác động đơn

Lưu lượng của bơm cánh gạt tác động một kỳ nhiều cánh được tính theo công thức:

$$Q = \frac{2 \pi d \cdot b \cdot n \cdot e}{1000} \quad [l/ph] \quad (2.4)$$

Trong đó:

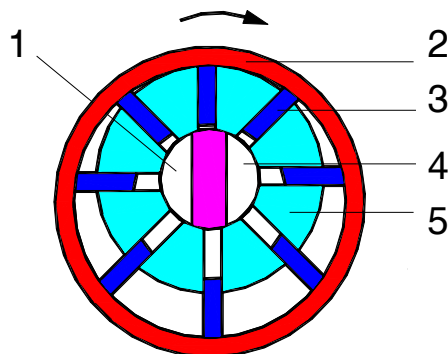
- d – Đường kính stato [cm];
- b – Chiều rộng cánh gạt [cm];
- e – Độ lệch tâm [cm];
- n – Số vòng quay của rôto [vòng/phút].

2.2.1.1.3. Bơm pít tông

Bơm pít tông có khả năng làm kín tốt hơn so với bơm cánh gạt và bánh răng, bởi vậy bơm pít tông được sử dụng rộng rãi trong hệ thống thủy lực làm việc ở áp suất cao. Phụ thuộc vào vị trí của pít tông đối với rôto, có thể phân biệt chúng thành bơm hướng kính và hướng trục.

2.2.1.1.3.1. Bơm hướng kính

Bơm dầu pít tông hướng kính có các pít tông chuyển động hướng tâm với trục quay của rôto. Tùy thuộc vào số pít tông ta có lưu lượng khác nhau (**hình 2.12**).



Hình 2.12 Bơm piston hướng kính

Lưu lượng bơm hướng kính được tính theo công thức:

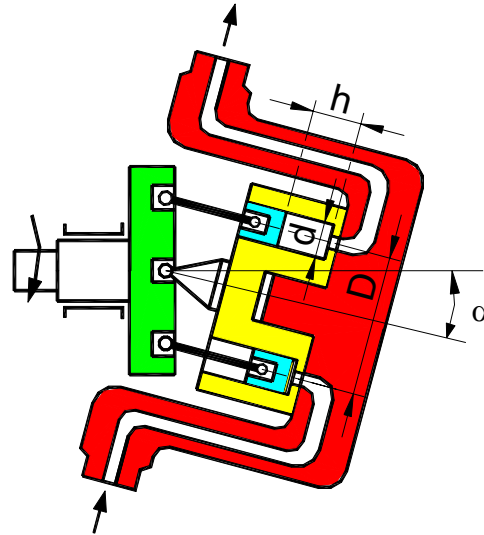
$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \cdot i \cdot n \cdot 10^{-3} \quad [l / ph] \quad (2.5)$$

Trong đó:

- d – Đường kính pít tông [cm];
- h – Khoảng chạy pít tông, $h = 2e = (1.3 - 1.4)d$; e : độ lệch tâm [cm];
- i – Số pít tông;
- n – Số vòng quay của rôto trong một phút.

2.2.1.1.3.2. Bơm hướng trục

Bơm pít tông hướng trục là loại bơm có các pít tông đặt song song với trục rôto và được truyền bằng khớp nối với trục quay của động cơ điện (hình 2.13). Bơm pít tông hướng trục có ưu điểm là kích thước nhỏ gọn và hầu hết đều chỉnh lưu được nhờ điều chỉnh góc nghiêng của kết cấu đĩa nghiêng ở trong bơm.



Hình 2.13 Bơm pít tông hướng trục

Lưu lượng bơm hướng trục được tính theo công thức:

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} \cdot D \cdot i \cdot n \cdot \text{tg} \alpha \cdot 10^{-3} \quad [l / ph] \quad (2.6)$$

Trong đó:

- d – Đường kính pít tông [cm];
- D – đường kính trên đó phân bố các xy lanh [cm];
- i – Số pít tông;
- n – số vòng quay của trục rôto [vg/ph];
- α - góc nghiêng của rôto với trục quay [độ].

2.2.1.2. Bể Dầu

2.2.1.2.1. Nhiệm vụ

- Cung cấp dầu cho hệ thống làm việc theo chu trình kín (cấp và nhận dầu chảy về).
- Giải tỏa nhiệt sinh ra trong quá trình bơm dầu làm việc.
- Lắng đọng các chất cặn bả, dơ bẩn trong quá trình làm việc.
- Tách nước.

2.2.1.2.2. Chọn kích thước bể dầu

Đối với bể dầu di động, thể tích được chọn như sau:

$$V = 1,5 \cdot q_v \tag{2.7}$$

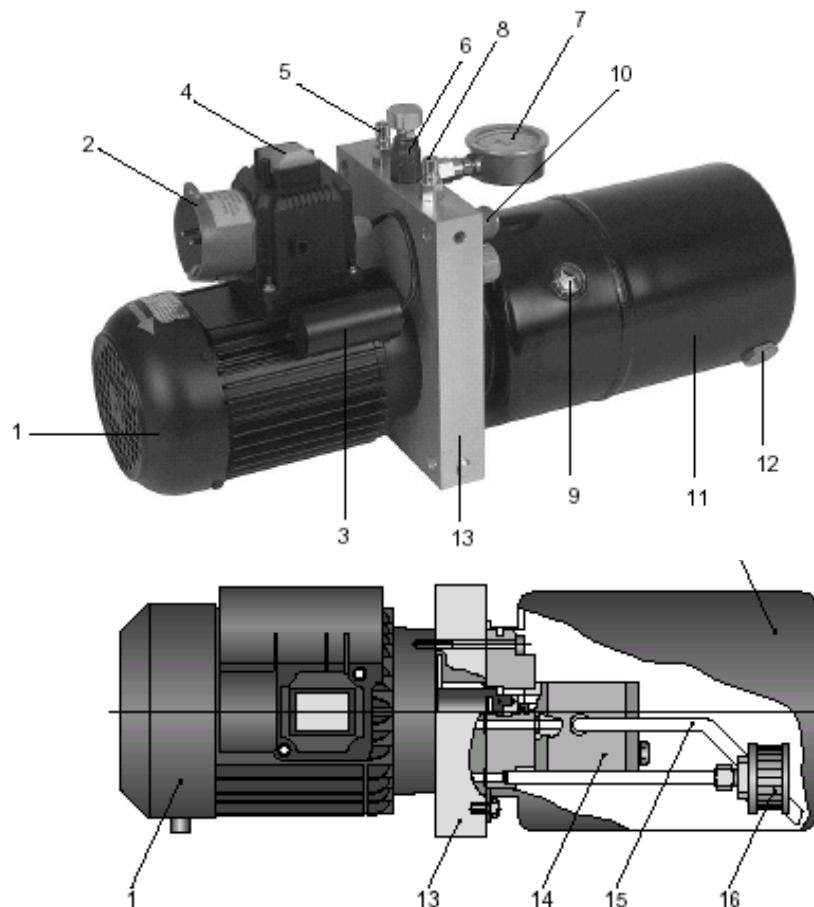
Đối với loại bể dầu cố định, thể tích bể dầu được chọn như sau:

$$V = (3,0 - 5,0) \cdot q_v \tag{2.8}$$

Trong đó: V [lít] ; q_v [lít/phút]

2.2.1.2.3. Kết cấu của bể dầu

Hình 2.14 mô tả bộ nguồn cung cấp năng lượng dầu. Khi động cơ (1) có điện, bơm dầu làm việc, dầu được hút lên qua ống hút (15) cấp cho hệ thống điều khiển qua cửa áp (5), dầu xả được cho về lại thùng (11) qua cửa (8) qua bộ lọc (16).



Hình 2.14 Kết cấu bộ nguồn dầu

Dầu thường được đổ vào thùng (11) qua một cửa (10) bố trí trên nắp bể lọc và có thể kiểm tra mức dầu đạt yêu cầu nhờ mắt dầu (9).

Quan sát áp suất của bộ nguồn dầu bằng đồng hồ áp suất (7). Giá trị áp suất giới hạn của nguồn được điều chỉnh bằng van an toàn áp suất (6).

2.2.2. XỬ LÝ DẦU

Trong hệ thống điều khiển thủy lực, việc xử lý dầu thường dùng đến bộ lọc dầu.

Hình 2.15 là các bộ lọc với các kích thước và chủng loại khác nhau. Trong quá trình làm việc không tránh khỏi dầu bị bẩn do các chất bẩn được tạo ra từ bên ngoài hay bản thân của nó. Những chất bẩn này đã gây ra hiện tượng kẹt các khe hở, các tiết diện dòng chảy làm ảnh hưởng rất lớn đến sự ổn định hoạt động của hệ thống và hư hỏng. Do đó trong hệ thống dầu ép ta thường gắn các bộ lọc dầu để ngăn ngừa chất bẩn thâm nhập vào bên trong các cơ cấu, phần tử dầu ép.

Bộ lọc dầu thường đặt ở ống hút của bơm dầu. Trường hợp cần dầu sạch hơn, đặt thêm một bộ nữa ở cửa ra của bơm, và một ở ống xả của hệ thống dầu ép.

Lưu lượng chảy qua bộ lọc dầu, ta dùng công thức tính lưu lượng qua lưới lọc:

$$Q = \alpha \frac{A \cdot \Delta p}{\eta} \quad [l / ph] \quad (2.9)$$

Trong đó:

A – diện tích toàn bộ bề mặt lọc $[cm^2]$;

Δp - hiệu áp của bộ lọc ($\Delta p = p_2 - p_1$) $[bar]$;

η - độ nhớt động lực của dầu $[P]$;

α - hệ số lọc, đặc trưng cho lượng dầu chảy qua bộ lọc trên đơn vị diện tích và thời gian $[l/cm^2 \cdot ph]$.

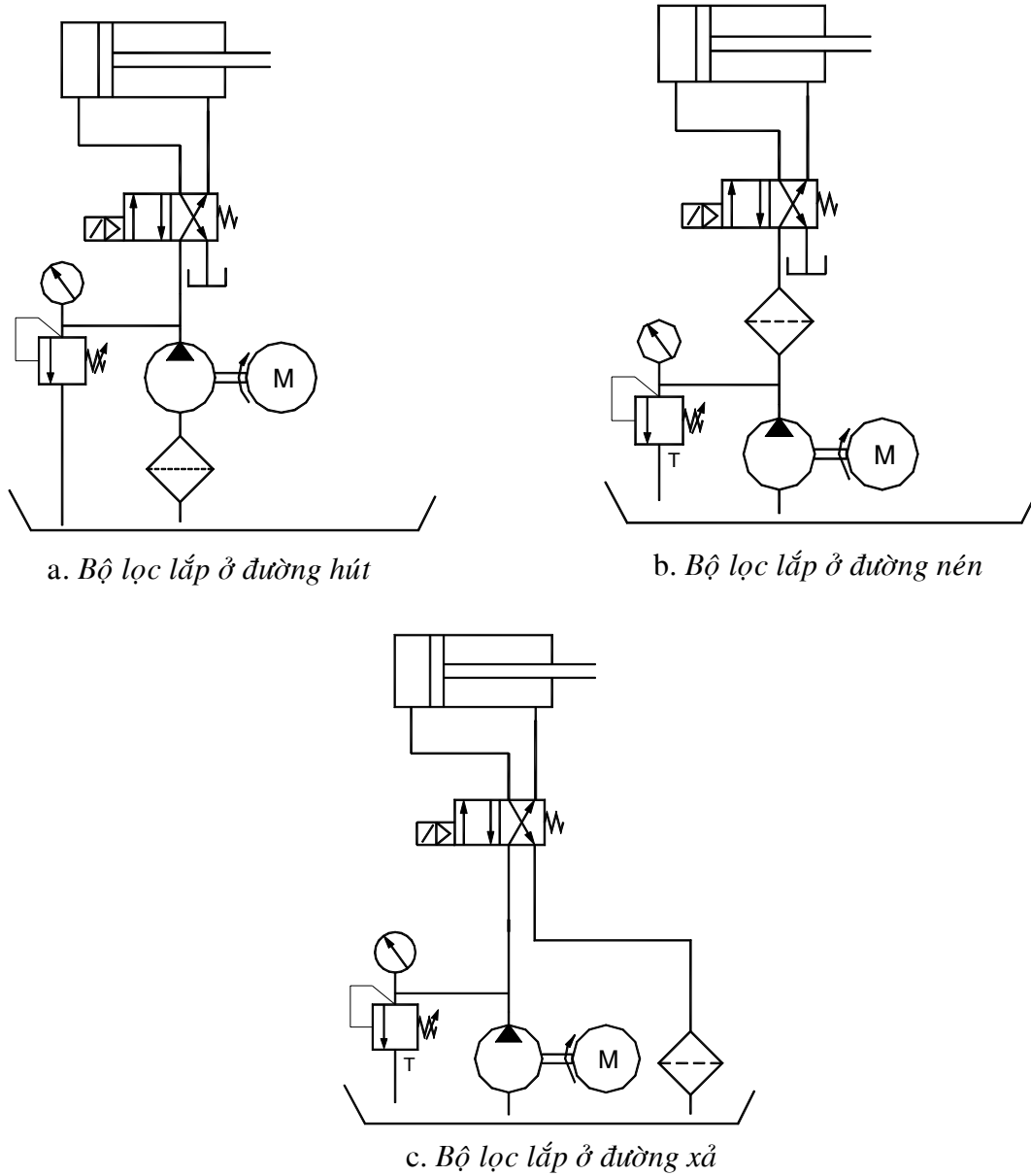
Tùy thuộc vào đặc điểm của bộ lọc, có thể lấy $\alpha = 0,006 - 0,009$.



Hình 2.15 Bộ lọc

- **Một số cách lắp bộ lọc dầu trong hệ thống**

Tùy theo yêu cầu chất lượng của dầu trong hệ thống điều khiển, mà ta có thể lắp các bộ lọc dầu ở các vị trí khác nhau (hình 2.16).



Hình 2.16 - Cách lắp bộ lọc trong hệ thống

BÀI TẬP CHƯƠNG 2**Bài 1:**

Một bơm chuyển dời vị trí có thể tích là $14 \text{ cm}^3/\text{rev}$ được quay với $1440 \text{ rev}/\text{min}$ và áp suất làm việc lớn nhất là 150 bar . Hiệu suất thể tích là 0.9 và hiệu suất tổng của bơm là 0.8 . Tính:

1. Lưu lượng bơm trong 1 phút
2. Công suất vào cần thiết tại trục bơm.
3. Mômen truyền động tại trục bơm.

Bài 2:

Một bơm chuyển dời vị trí với lưu lượng $11/\text{min}$ được bơm vào một ống có thể tích là 1 lít . Nếu cuối ống bị khóa đột ngột, tính tăng áp sau 1 giây .

Bài 3:

Một máy nén cần một lưu lượng $200 \text{ l}/\text{min}$ để mở và đóng khuôn ở áp suất lớn nhất là 30 bar . Hành trình làm việc (khi ép) cần một áp suất tối đa là 400 bar , thì lưu lượng trong khoảng $12, 20 \text{ l}/\text{min}$ thỏa mãn hay không? Công suất của bơm dịch chuyển vị trí là bao nhiêu?



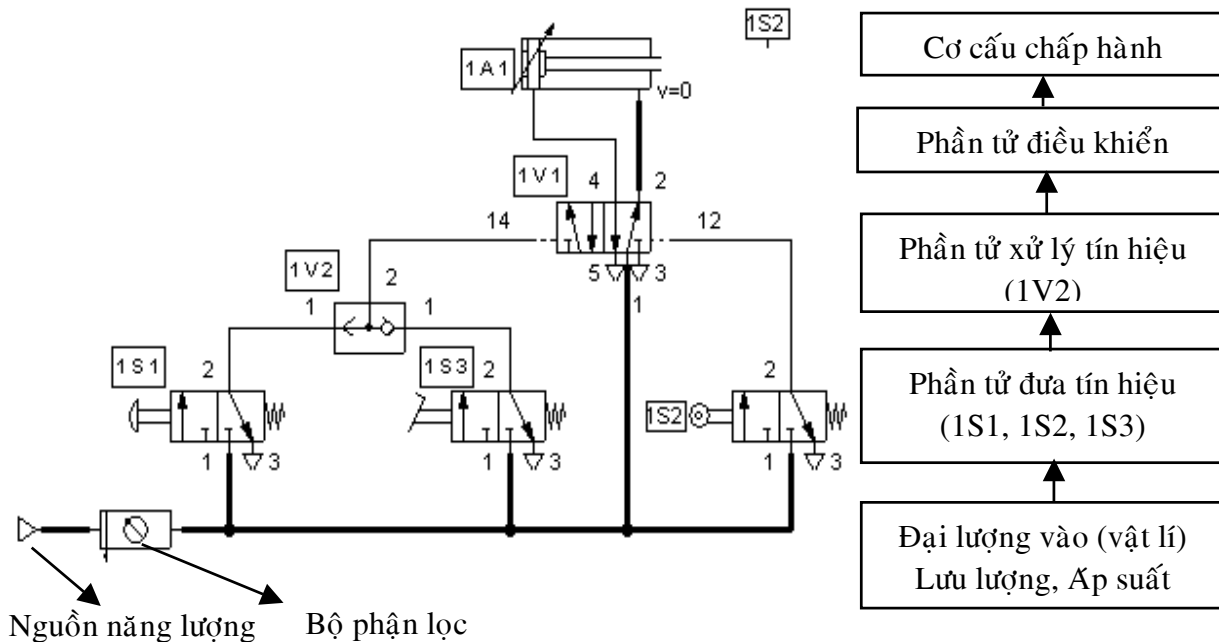
PHẦN II

CÁC THÀNH PHẦN CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN KHÍ NÉN & THỦY LỰC

Khái niệm

Một hệ thống điều khiển thủy lực - khí nén có thể là một hệ điều khiển kín hay một hệ hở, về cơ bản nó chứa các thành phần, phần tử được mô tả như **hình 3.1**.

Tùy theo nhiệm vụ hoạt động của đối tượng điều khiển, mức độ phức tạp của hệ điều khiển mà ta có thể phân tích, chọn các phần tử thích hợp cho việc thiết kế hệ điều khiển và hệ thống động học.



Hình 3.1 Cấu trúc mạch điều khiển và các phần tử

CHƯƠNG 3

PHẦN TỬ ĐƯA TÍN HIỆU VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐIỀU KHIỂN

➤ **Các phần tử đưa tín hiệu**

- *Nút nhấn*
- *Công tắc*
- *Giới hạn hành trình*
- *Cảm biến*

➤ **Các phần xử lý tín hiệu**

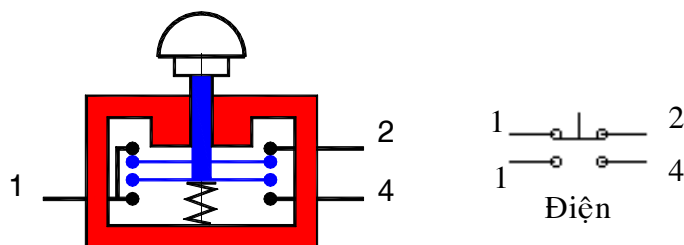
- *Phần tử YES*
- *Phần tử NOT*
- *Phần tử AND*
- *Phần tử OR*
- *Phần tử NAND*
- *Phần tử NOR*
- *Phần tử Flip-Flop*
- *Phần tử thời gian*

3.1. CÁC PHẦN TỬ ĐƯA TÍN HIỆU

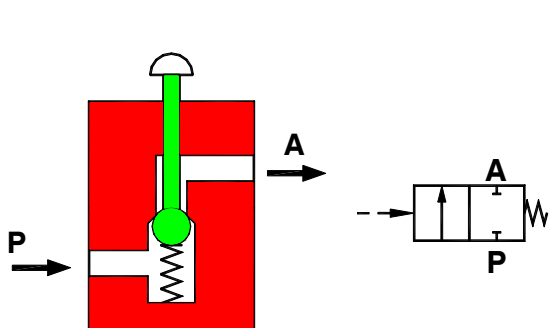
Tín hiệu tác động và đưa vào xử lý có thể là điện, khí nén, thủy lực. Các phần tử đưa tín hiệu có thể: nút nhấn, giới hạn hành trình, công tắc, rơle, bộ định thời, bộ đếm, các cảm biến.

3.1.1. Nút nhấn

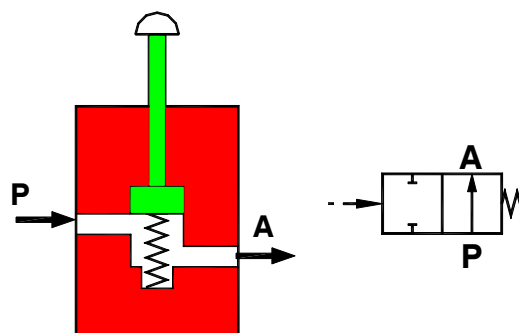
Nút nhấn tác động thì tiếp điểm (1,2) mở ra và tiếp điểm (1,4) nối lại.



Hình 3.2 Tín hiệu điện (NO và NC)

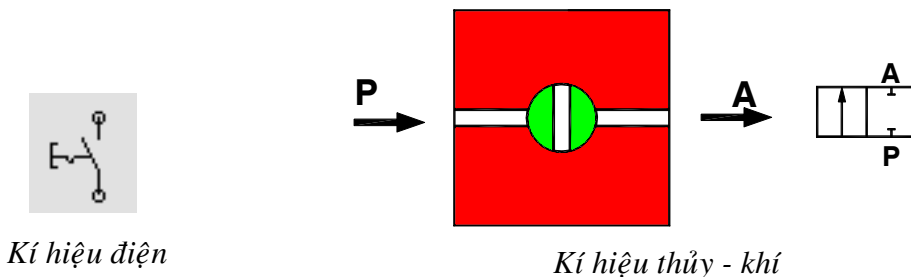


Hình 3.3 Tín hiệu khí- thủy lực (NC)



Hình 3.4 Tín hiệu khí- thủy lực (NO)

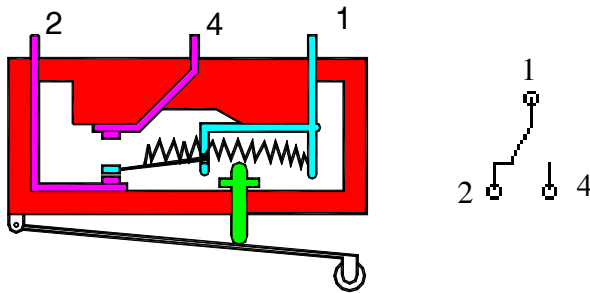
3.1.2. Công tắc



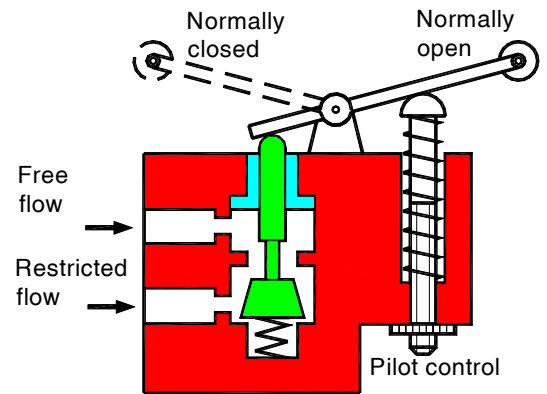
Hình 3.5 – Công tắc

Công tắc thực hiện chuyển đổi trạng thái khi tác động

3.1.3. Giới hạn hành trình

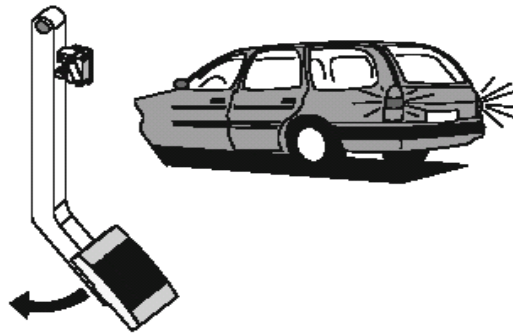


Hình 3.6 Giới hạn hành trình điện



Hình 3.7 Giới hạn hành trình khí - thủy

Ví dụ: ứng dụng công tắc hành trình để khi đạp thắng xe thì đèn báo hiệu sáng (hình 3.8).

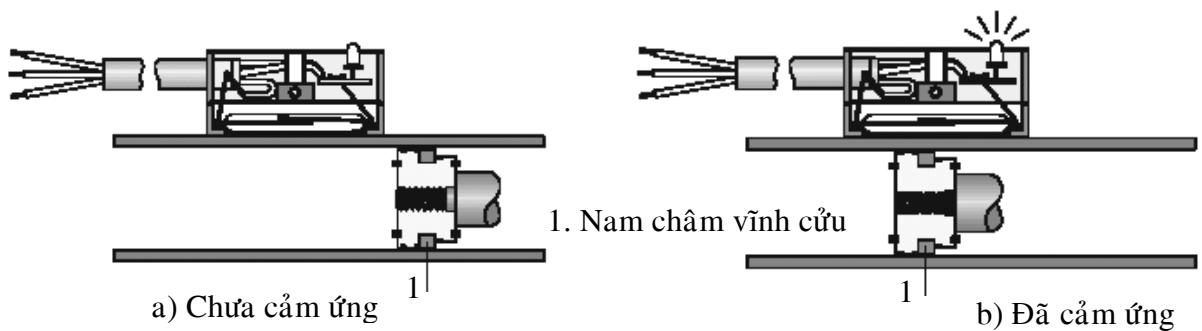


Hình 3.8 Đạp thắng đèn ô tô cháy sáng

3.1.4. Cảm biến

3.1.4.1 Cảm biến từ trường

Cảm biến từ trường chỉ sử dụng để phát hiện những vật có từ trường. Cảm biến này được lắp đặt trên các thân xy lanh khí nén có pít tông từ trường để giới hạn hành trình của nó (hình 3.9).



Hình 3.9 Cảm ứng từ trường trên piston

Ví dụ: Xác định vị trí ở đầu và cuối hành trình piston bằng 2 cảm biến từ trường gắn trên thân xy lanh (**hình 3.10**).



Hình 3.10 Xác định hành trình bằng cảm biến từ trường

3.1.4.2. Cảm biến bằng tia

Cảm biến bằng tia là loại cảm biến không tiếp xúc. Nguyên tắc làm việc chỉ đối với tín hiệu vào là dòng tia khí nén. Cảm biến bằng tia được ứng dụng ở các lĩnh vực mà cảm biến không tiếp xúc bằng điện không đảm nhận được trong điều kiện môi trường làm việc khắc khe: nóng, có ăn mòn hóa học, ẩm ướt, ảnh hưởng điện trường, an toàn cao,...

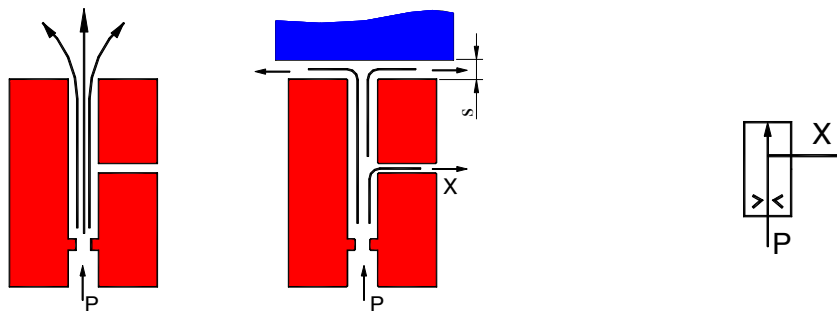
Với cảm biến bằng tia khí nén thì tín hiệu ra (sau khi cảm nhận được vật thể) có áp suất rất nhỏ. Do đó ta phải khuếch đại tín hiệu trước khi đưa vào xử lý điều khiển, thường ta dùng đến bộ khuếch đại bằng khí nén để khuếch đại.

Chú ý: cảm biến này chỉ có đối với khí nén, không sử dụng trong thủy lực.

3.1.4.2.1. Cảm biến bằng tia rẽ nhánh

Khi không có vật cản thì dòng khí nén được phát ra từ nguồn P sẽ đi thẳng, nếu có vật cản thì dòng khí sẽ bị rẽ nhánh qua cửa X (**hình 3.11**).

Áp suất của cửa tín hiệu ra X phụ thuộc vào khoảng cách s giữa bề mặt đầu cảm biến với mặt vật cản, s càng nhỏ thì áp suất càng lớn.

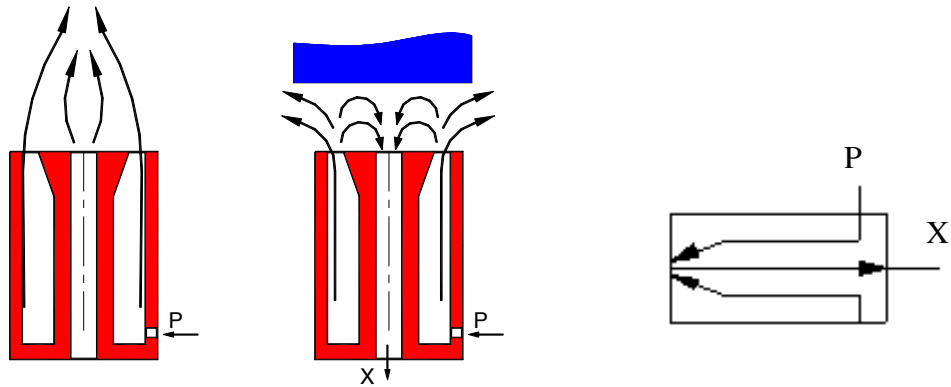


Hình 3.11 Cảm biến tia rẽ nhánh

3.1.4.2.2 Cảm biến bằng tia phản hồi

Khi dòng khí nén P đi qua không có vật cản thì đầu ra tín hiệu phản hồi $X=0$; có vật cản thì tín hiệu $X=1$. Đặc biệt cảm biến này cho tín hiệu $X=1$ cho cả vật cả dịch chuyển theo hướng dọc trục của cảm biến– khoảng cách a và cả hướng vuông góc với trục – khoảng cách s (**hình 3.12**).

Ví dụ : ứng dụng cảm biến bằng tia phản hồi để xác định độ lệch của 2 mép giấy của cuộn giấy đang chạy trên 2 ru lô (**hình 3.13**).

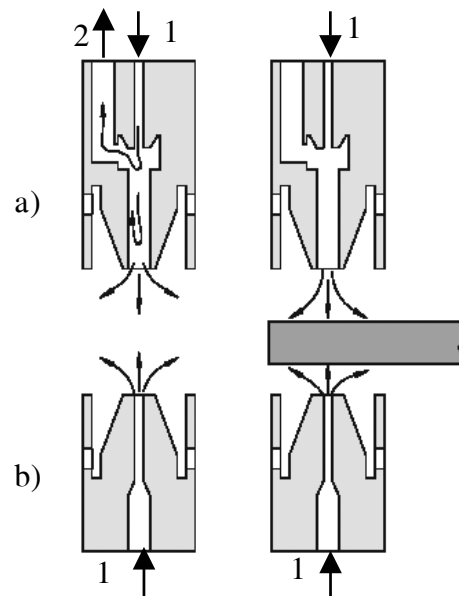


Hình 3.12 Cảm biến tia phản hồi

4.1.4.2.3. Cảm biến thu phát bằng tia

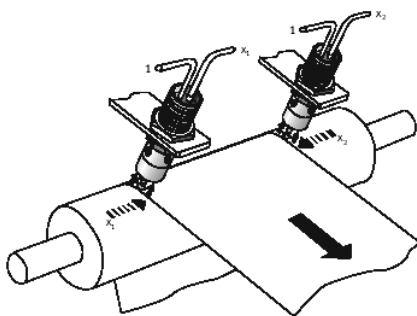
Nguyên lý hoạt động được mô tả ở hình 3.14

- 1. Cung cấp áp
- 2. Ngỏ ra áp (tín hiệu áp)
- a. Đầu thu (áp suất)
- b. Đầu phát (áp suất)

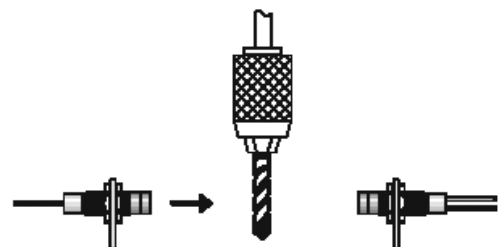


Hình 3.14 Cảm biến thu phát bằng tia

Ví dụ: dùng cảm biến thu phát bằng tia để phát hiện tình trạng gãy mũi khoan của quá trình gia công khoan chi tiết (hình 3.15).



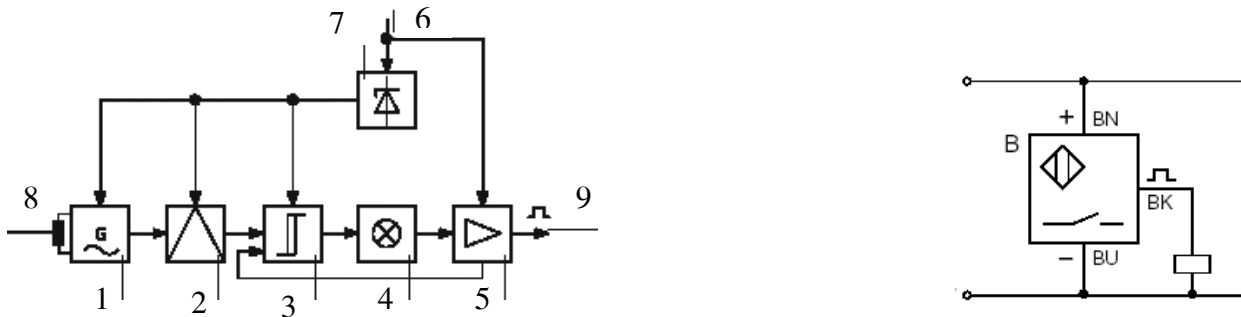
Hình 3.13 Xác định độ lệch mép giấy



Hình 3.15 Phát hiện gãy mũi khoan

4.1.4.3. Cảm biến cảm ứng từ

Nguyên tắc hoạt động của cảm biến cảm ứng từ được mô tả ở hình 3.16. Bộ tạo dao động phát tần số cao. Khi có vật cản kim loại nằm trong vùng đường sức của từ trường, trong kim loại đó sẽ hình thành điện trường xoáy. Vật cản càng gần cuộn cảm ứng thì dòng điện xoáy trong vật cản càng tăng, năng lượng bộ dao động giảm dẫn đến biên độ của bộ dao động sẽ giảm. Qua bộ so, tín hiệu ra được khuếch đại. Trong trường hợp tín hiệu ra là tín hiệu nhị phân, mạch Schmitt trigơ sẽ đảm nhận nhiệm vụ này.

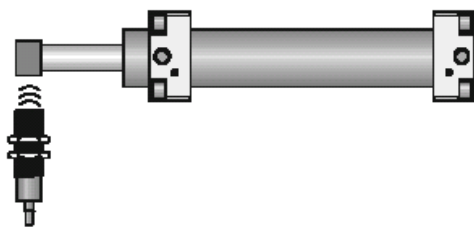


Hình 3.16 Sơ đồ mạch cảm biến từ

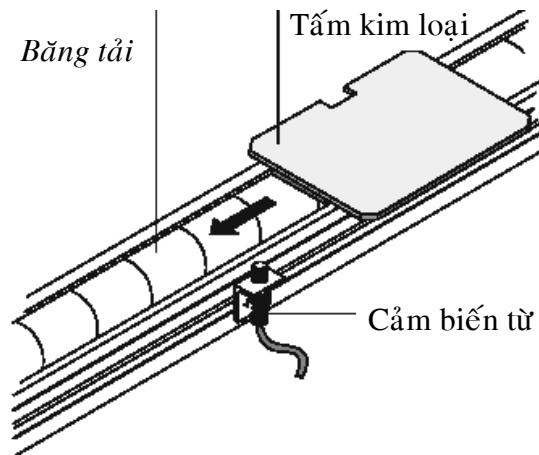
Kí hiệu

- | | | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|
| 1. Bộ dao động | 2. Bộ chỉnh tín hiệu | 3. Bộ so Schmitt trigơ |
| 4. Bộ hiển thị trạng thái | 5. Bộ khuếch đại | 6. Điện áp ngoài |
| 7. Ổn nguồn bên trong | 8. Cuộn cảm ứng | 9. Tín hiệu ra |

Ví dụ: ứng dụng cảm biến cảm ứng từ để xác định vị trí hành trình của piston khí nén – thủy lực (hình 3.17); hay phát hiện tấm kim loại được mang đi nhờ băng tải dịch chuyển (hình 3.18).



Hình 3.17 Xác định vị trí đầu trục

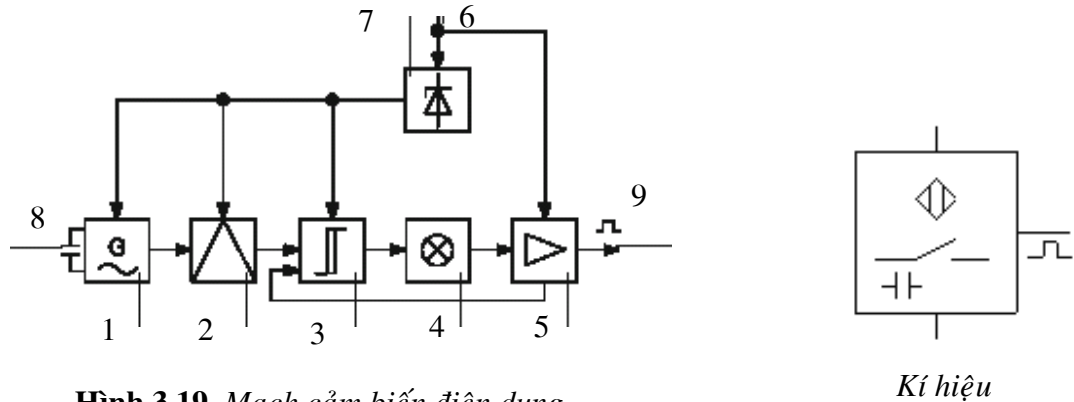


Hình 3.18 Phát hiện tấm kim loại trên băng tải

4.1.4.4. Cảm biến điện dung

Nguyên tắc hoạt động của cảm biến điện dung được mô tả ở hình 3.19. Bộ tạo dao động sẽ phát tần số cao. Khi có vật cản kim loại hoặc phi kim loại nằm trong vùng đường sức của điện trường, điện dung của tụ điện thay đổi. Như vậy tần số riêng của bộ dao động thay

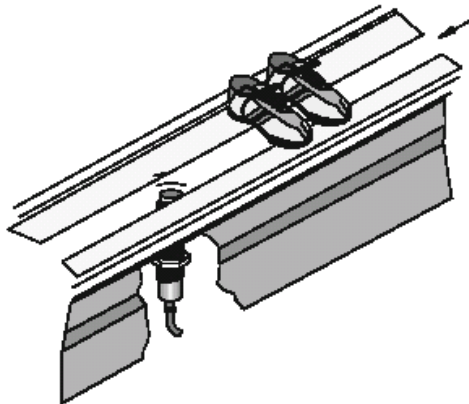
đổi. Qua bộ so và chỉnh tín hiệu, tín hiệu ra được khuếch đại. Trường hợp tín hiệu ra là tín hiệu nhị phân, mạch Schmitt trigơ sẽ đảm nhận công việc này.



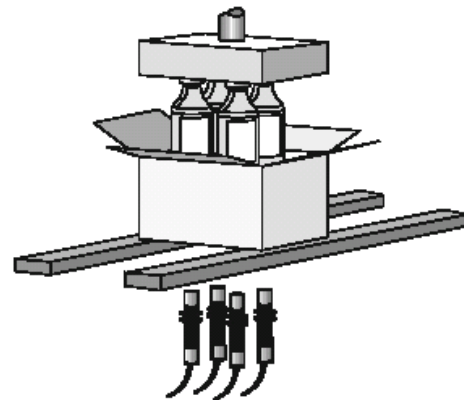
Hình 3.19 Mạch cảm biến điện dung

- | | | |
|---------------------------|----------------------|------------------------|
| 1. Bộ dao động | 2. Bộ chỉnh tín hiệu | 3. Bộ so Schmitt trigơ |
| 4. Bộ hiển thị trạng thái | 5. Bộ khuếch đại | 6. Điện áp ngoài |
| 7. Ổn nguồn bên trong | 8. Điện cực tụ điện | 9. Tín hiệu ra |

Ví dụ: ứng dụng cảm biến điện dung để phát hiện đế giày cao su màu đen nằm trên băng tải di chuyển (**hình 3.20**); hay kiểm tra số lượng sản phẩm được đóng gói vào thùng giấy cát tông bằng cách phát hiện vật thể qua lớp vật liệu giấy (**hình 3.21**).



Hình 3.20 Phát hiện đế giày cao su màu đen



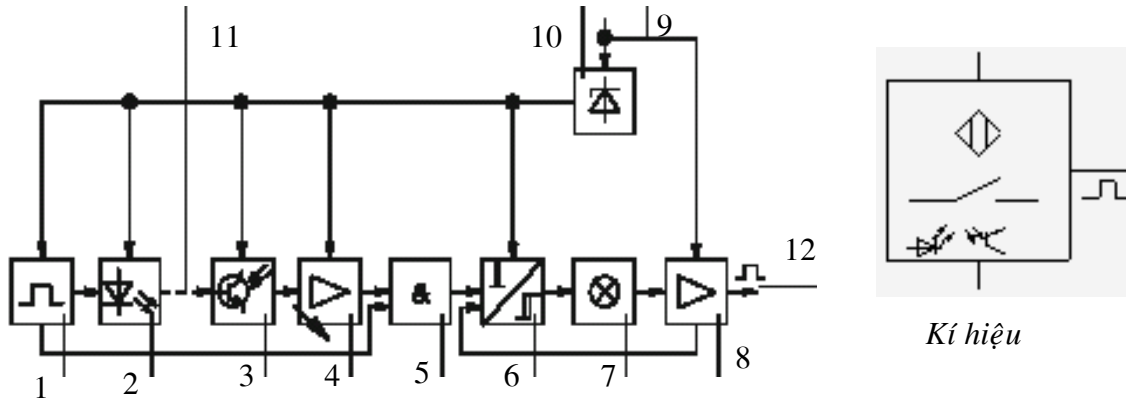
Hình 3.21 Kiểm tra đóng gói sản phẩm

4.1.4.5. Cảm biến quang học

Nguyên tắc hoạt động của cảm biến quang được mô tả ở **hình 3.22**, gồm 2 bộ phận:

- Bộ phận phát tia hồng ngoại;
- Bộ phận thu tia hồng ngoại.

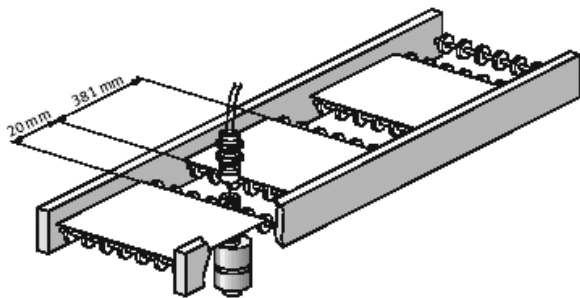
Bộ phận phát sẽ phát ra tia hồng ngoại bằng điôt phát quang và khi gặp vật cản thì tia hồng ngoại được phản xạ lại vào đầu thu. Ở tại bộ phận đầu thu, tia hồng ngoại được phản hồi sẽ được xử lý, khuếch đại trước khi cho tín hiệu ra.



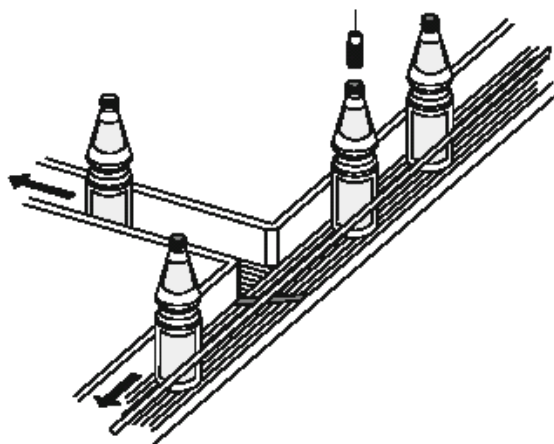
Hình 3.22 Mạch cảm biến quang

- | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. Bộ dao động | 2. Bộ phận phát | 3. Bộ phận thu |
| 4. Khuếch đại sơ bộ | 5. Xử lý logic | 6. Chuyển đổi xung. |
| 7. Hiển thị trạng thái | 8. Bảo vệ ngõ ra | 9. Điện áp ngoài |
| 10. Ổn nguồn bên trong | 11. Khoảng cách phát hiện | 12. Tín hiệu ra |

Ví dụ: ứng dụng cảm biến quang để đếm số lượng tấm plastic trên băng tải di chuyển (hình 3.23); hay phân loại các chai có hay không có nắp bít kín miệng chai (hình 3.24).



Hình 3.23 Đếm sản phẩm tấm Plastic

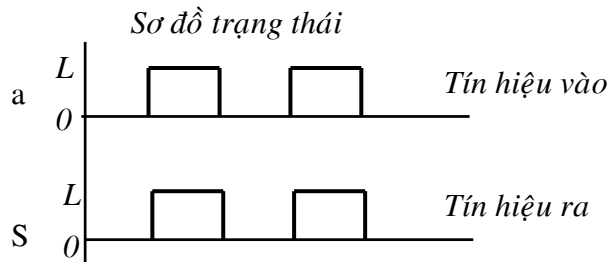
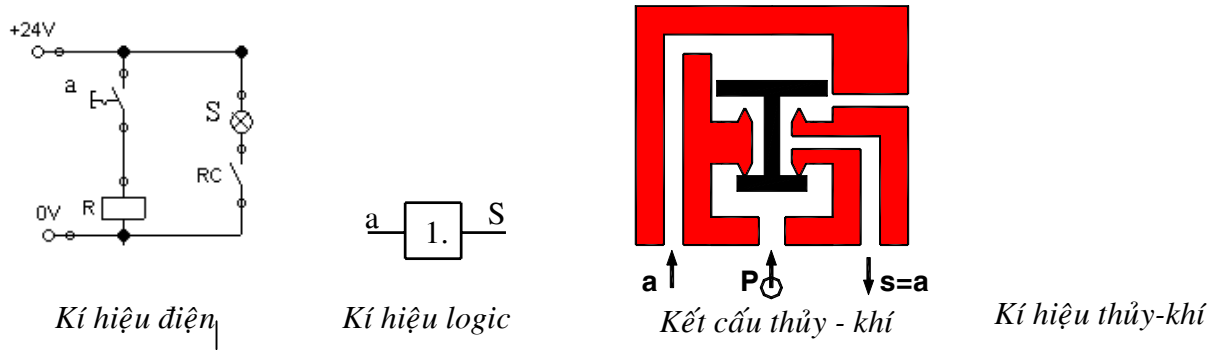


Hình 3.24 Phân loại chai có hay không có nắp

4.2. CÁC PHẦN TỬ XỬ LÝ TÍN HIỆU

4.2.1. Phần tử YES

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử YES được trình bày ở hình 3.25



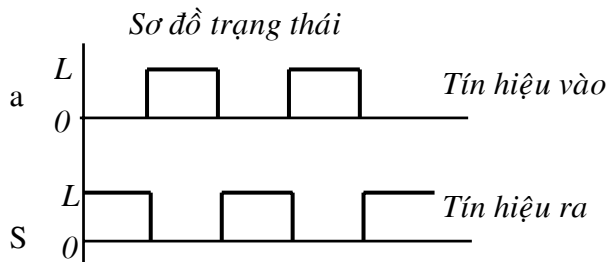
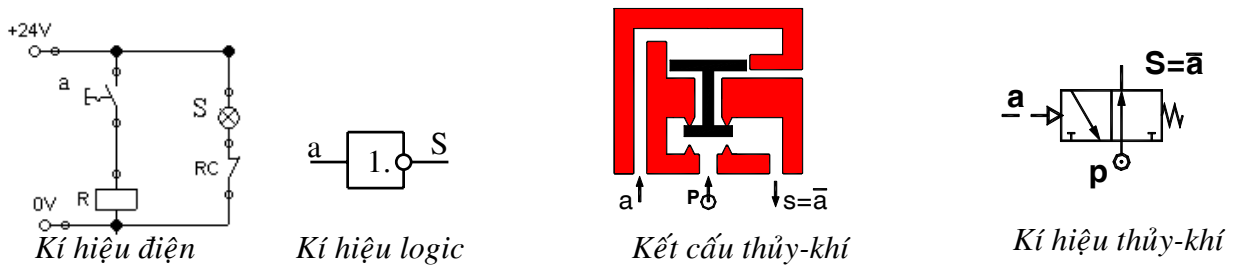
Bảng chân lý

a	S
0	0
L	L

Hình 3.25 Phần tử logic YES

4.2.2. Phần tử NOT

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử NOT được trình bày ở hình 3.26.



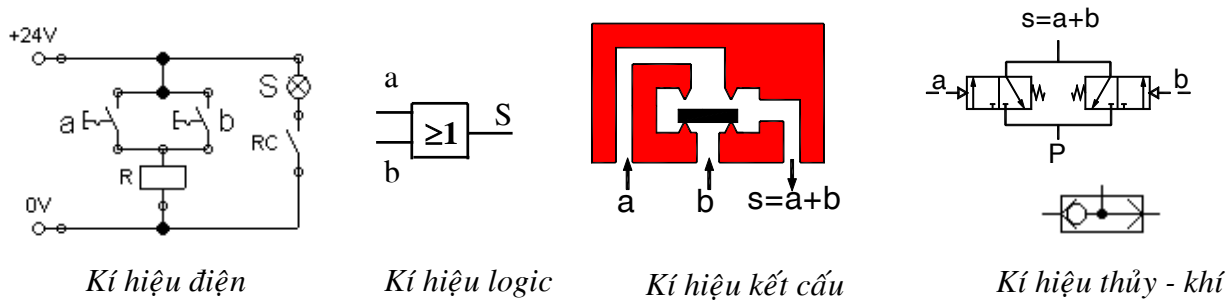
Bảng chân lý

a	S
0	L
L	0

Hình 3.26 Phần tử logic NOT

4.2.3. Phần tử OR

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử OR được trình bày ở **hình 3.27**.

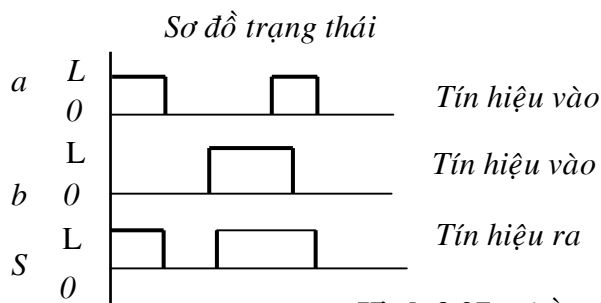


Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kí hiệu kết cấu

Kí hiệu thủy - khí



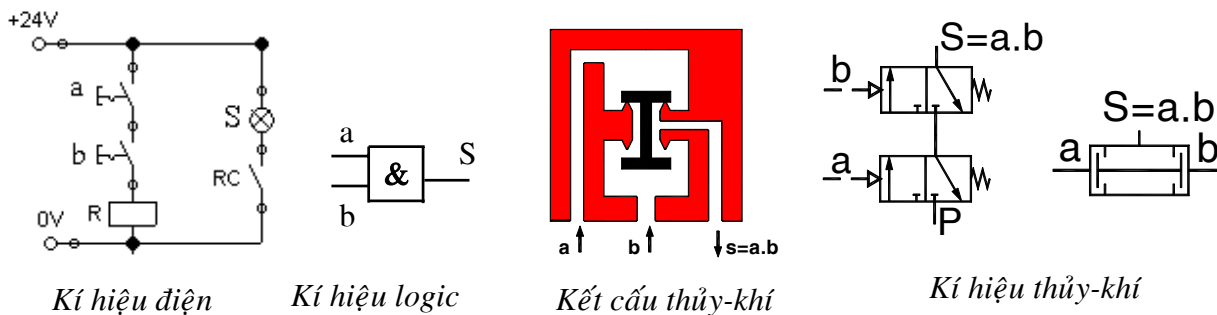
Bảng chân lý

a	b	S
0	0	0
0	L	L
L	0	L
L	L	L

Hình 3.27 Phần tử OR

4.2.4. Phần tử AND

Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử AND được trình bày ở **hình 3.28**.

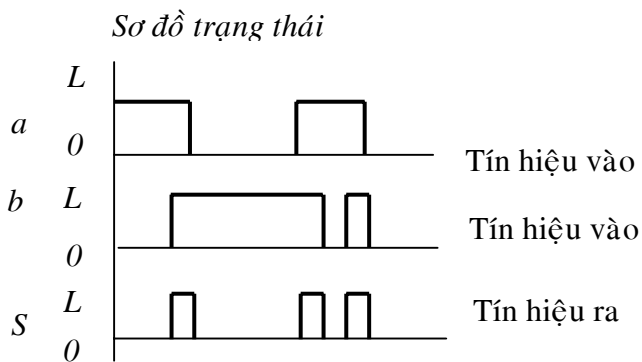


Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kết cấu thủy-khí

Kí hiệu thủy-khí



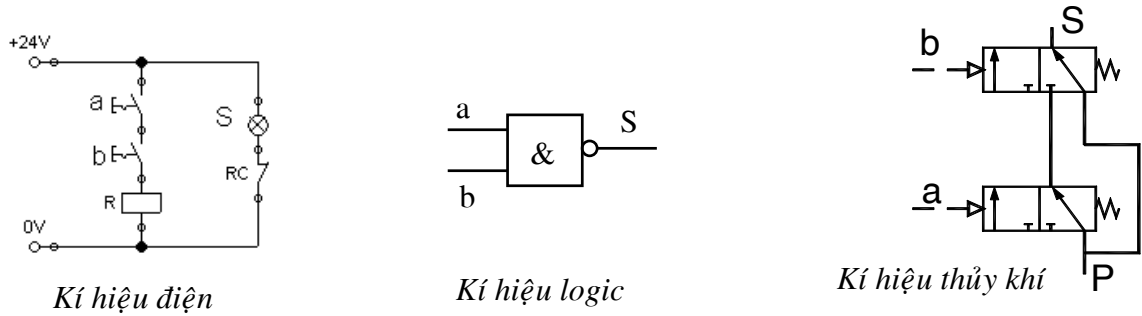
Bảng chân lý

a	b	S
0	0	0
0	L	0
L	0	0
L	L	L

Hình 3.28 Phần tử AND

4.2.5. Phần tử NAND

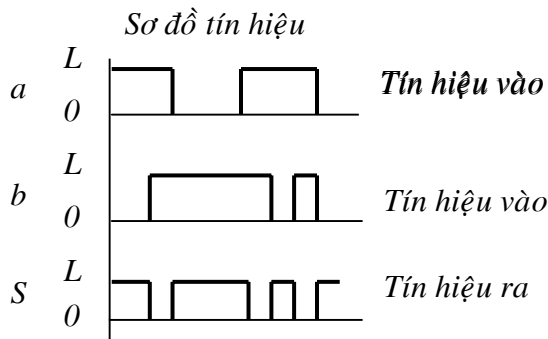
Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử NAND được trình bày ở **hình 3.29**.



Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kí hiệu thủy khí



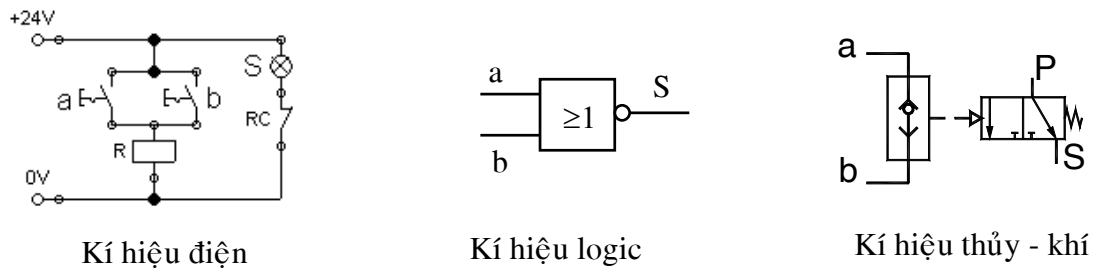
Bảng chân lý

a	b	S
0	0	L
0	L	L
L	0	L
L	L	0

Hình 3.29 Phần tử NAND

4.2.6. Phần tử NOR

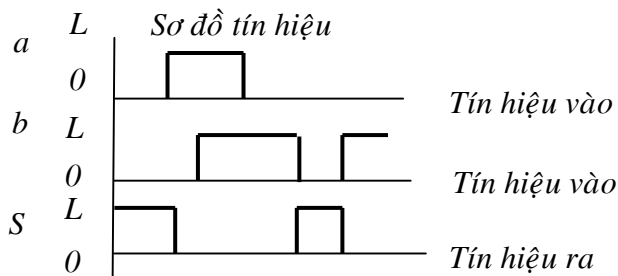
Sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử NOR được trình bày ở **hình 3.30**.



Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kí hiệu thủy - khí



Bảng chân lý

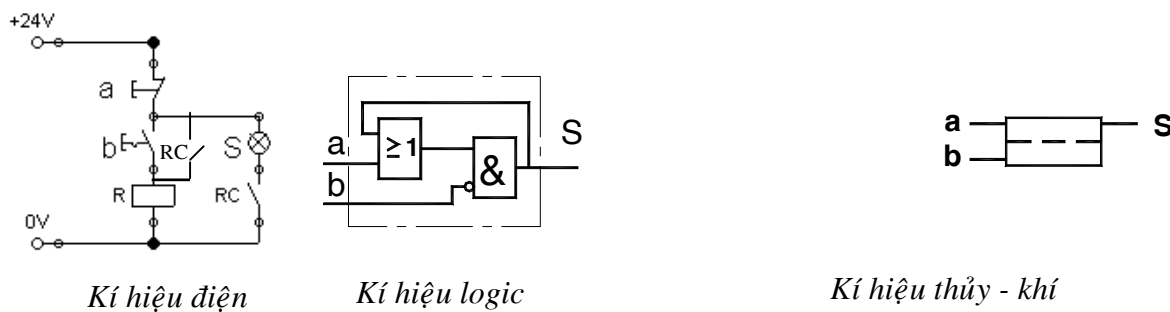
a	b	S
0	0	L
0	L	0
L	0	0
L	L	0

Hình 3.30 Phần tử NOR

4.2.7. Phần tử nhớ Flip-Flop

Như chúng đã biết ở các phần tử trước, khi tín hiệu vào dưới dạng xung bị mất thì tín hiệu ra cũng mất luôn. Phần tử này có nhiệm vụ nhớ, có nghĩa là tín hiệu ra vẫn được duy trì cho dù tín hiệu vào không còn nữa.

Hình 3.31 trình bày sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử nhớ 2 cổng vào và một cổng ra.

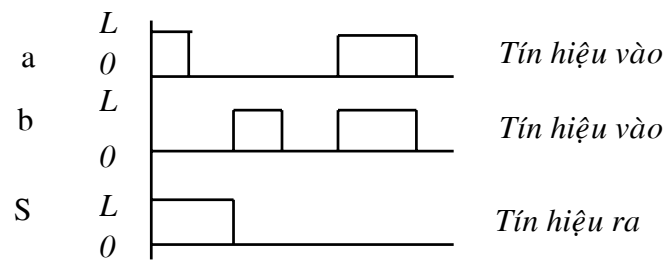


Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

Kí hiệu thủy - khí

Sơ đồ trạng thái

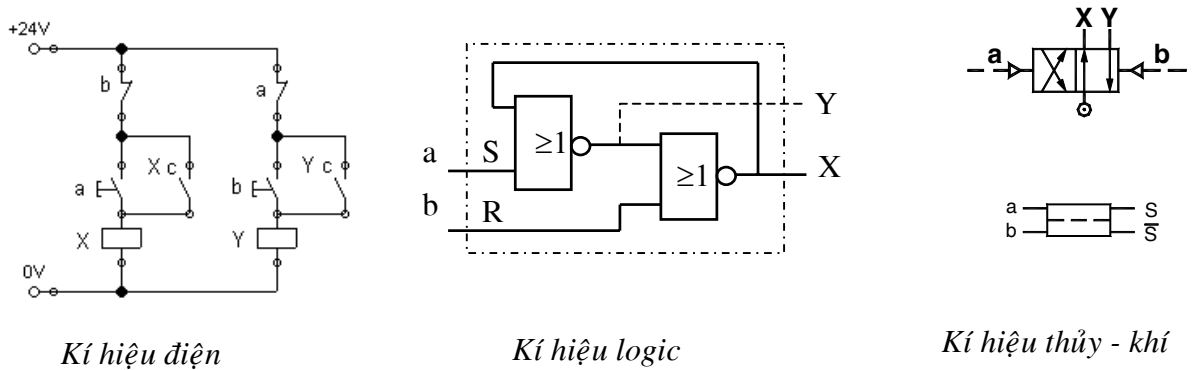


Bảng chân lý

a	b	S
0	0	Không đổi
0	L	L
L	0	0
L	L	0

Hình 3.32 Phần tử nhớ 2 in / 1 out

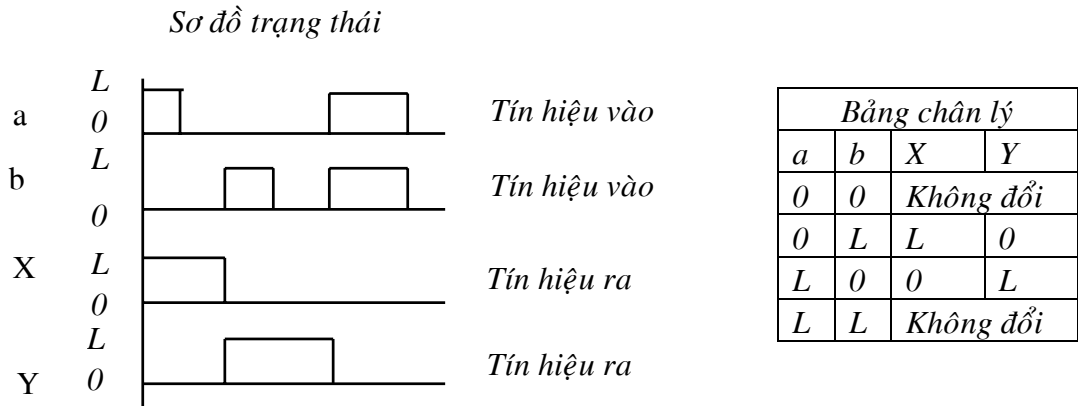
Hình 3.33 trình bày sơ đồ mạch, bảng chân lý, kí hiệu của phần tử nhớ 2 cổng vào và hai cổng ra.



Kí hiệu điện

Kí hiệu logic

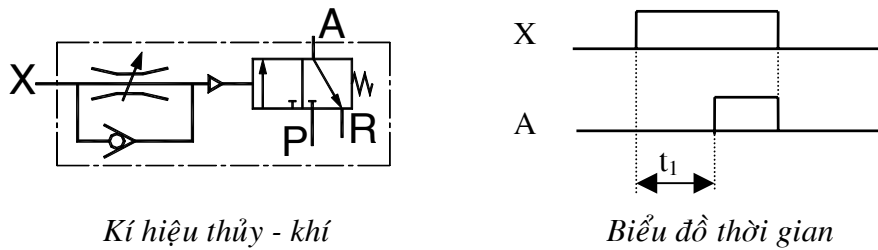
Kí hiệu thủy - khí



Hình 3.33 Phần tử nhớ 2 in / 2 out

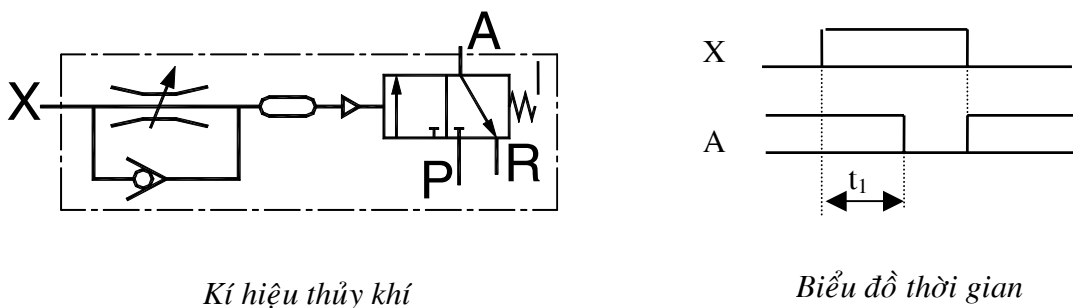
4.2.8. Phần tử thời gian

- Phần tử thời gian mở trễ theo chiều dương : biểu đồ thời gian và kí hiệu mô tả ở hình 3.34.



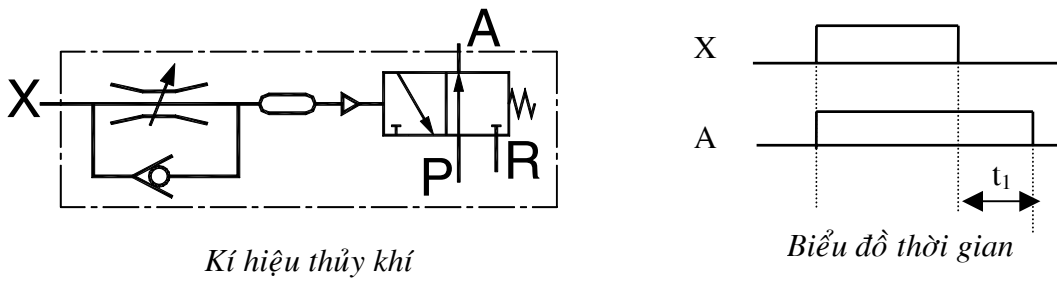
Hình 3.34 Phần tử thời gian mở trễ theo chiều dương

- Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều dương : biểu đồ thời gian và kí hiệu mô tả ở hình 3.35.



Hình 3.35 Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều dương

- Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều âm : biểu đồ thời gian và kí hiệu mô tả ở hình 3.36.



Kí hiệu thủy khí

Biểu đồ thời gian

Hình 3.36 Phần tử thời gian ngắt trễ theo chiều âm



CHƯƠNG 4

CÁC PHẦN TỬ CHẤP HÀNH

- **Động cơ**
 - *Động cơ bánh răng*
 - *Động cơ cánh gạt*
 - *Động cơ pít tông*
- **Xy lanh**
 - *Xy lanh lực*
 - *Xy lanh quay*
 - *Một số xy lanh đặc biệt*
- **Bài tập**

4.1. ĐỘNG CƠ

Động cơ có nhiệm vụ biến đổi năng lượng thế năng hay động năng của lưu chất thành năng lượng cơ học – chuyển động quay.

Đại lượng đặc trưng của động cơ là độ lớn của mô men xoắn đối với hiệu áp suất ở đường vào và đường ra xác định với lượng lưu chất cần tiêu thụ trong một vòng quay q , l/ph.

Nếu động cơ được cấp một lưu lượng Q , l/ph thì vận tốc quay của nó được tính theo công thức:

$$n = \frac{Q}{q} \eta_v, \quad \text{vg / ph} \quad (4.1)$$

Công suất mà áp suất lưu chất cung cấp cho động cơ được tính theo công thức:

$$N_0 = \frac{Q(p_1 - p_2)}{612}, \quad kW \quad (4.2)$$

Công suất trên trục động cơ:

$$N = N_0 \cdot \eta = \frac{Q(p_1 - p_2)}{612} \eta, \quad kW \quad (4.3)$$

Mômen xoắn trên trục quay:

$$M = 975 \frac{N}{n} = \frac{975 Q (p_1 - p_2) q}{612 Q \eta_v} \eta_c = 1,59 q (p_1 - p_2) \eta_c \eta_{tl}, \quad kGm \quad (4.4)$$

Hệ số có ích của bơm:

$$\eta = \eta_v \eta_{tl} \eta_c \quad (4.5)$$

$\eta, \eta_v, \eta_{tl}, \eta_c$ - hệ số có ích của bơm, hệ số có ích thể tích, hệ số có ích thủy lực, hệ số có ích cơ khí.

p_1, p_2 – áp suất ở đường vào và đường ra ống.

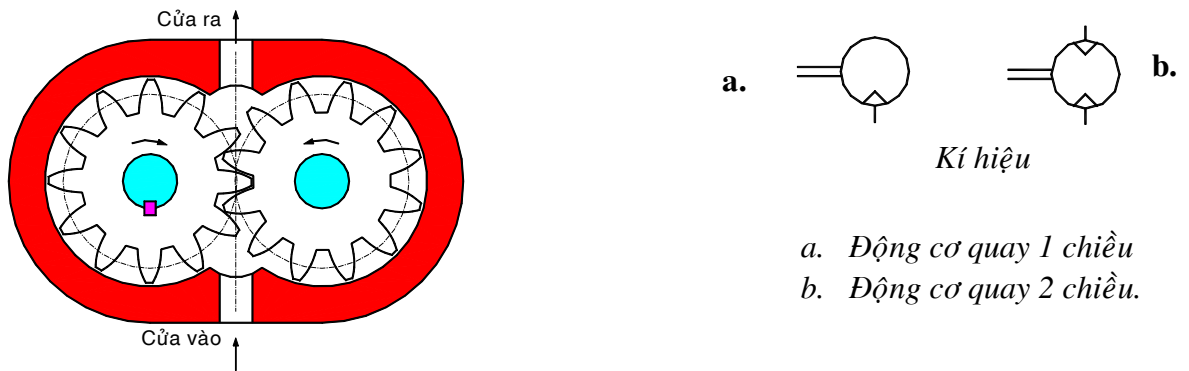
$$\eta_v = \frac{Q_T}{Q} \quad (4.6)$$

Q_T - lưu lượng thực tế;

Q - lưu lượng lý thuyết.

4.1.1. Động cơ bánh răng (gear motor)

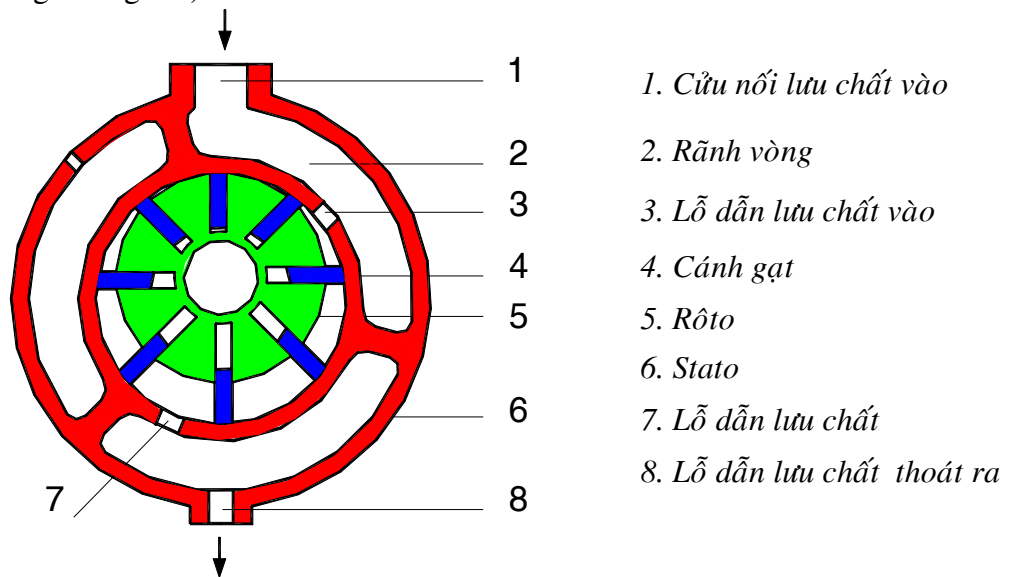
Động cơ bánh răng được phân thành 3 loại: động cơ bánh răng thẳng, động cơ bánh răng nghiêng, động cơ bánh răng chữ V (hình 4.1).



Hình 4.1 Động cơ bánh răng

4.1.2. Động cơ cánh gạt (rotate motor)

Nguyên lý hoạt động của động cơ cánh gạt (**hình 4.2**): lưu chất được dẫn vào cửa 1, qua rãnh vòng 2 vào lỗ dẫn lưu chất 3. Dưới tác dụng áp suất lên cánh gạt, rôto quay. Lưu chất được thải ra ngoài bằng lỗ 8 (nếu là dầu thì lỗ 8 được nối về bể dầu, còn khí nén thì thải ra môi trường không khí).



Hình 4.2 Động cơ cánh gạt

4.1.3. Động cơ pít tông (Piston motor)

Động cơ pít tông có khả năng làm kín tốt hơn so với bơm cánh gạt và bánh răng, bởi vậy động cơ pít tông được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống thủy – khí làm việc ở áp suất cao.

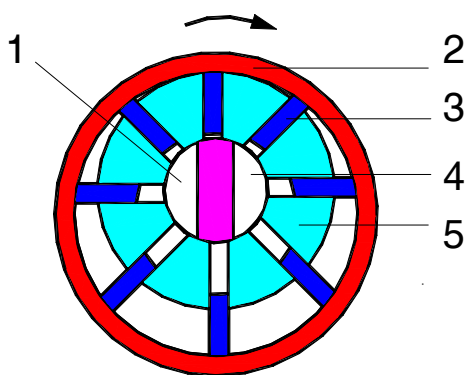
Phụ thuộc vào vị trí của pít tông đối với rôto, có thể phân biệt động cơ hướng kính và hướng trục.

4.1.3.1. Động cơ pít tông hướng kính

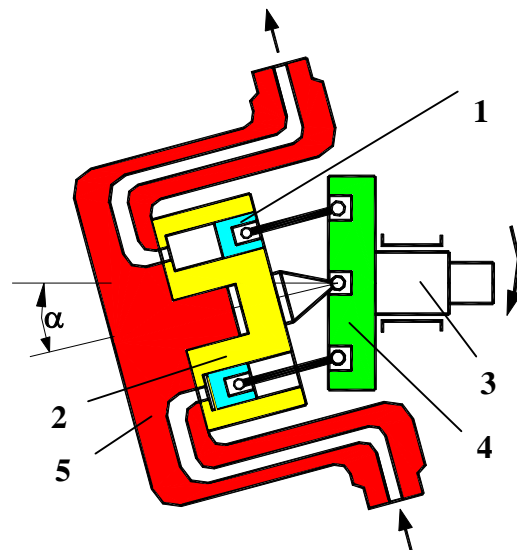
Nguyên lý làm việc của động cơ pít tông hướng kính được mô tả **hình 4.3**: lưu chất vào khoang 4 tác động áp suất lên pít tông 3. Do rôto 5 lệch tâm với stato 2, nên làm cho rôto 5 quay tròn và lưu chất được thải ra qua khoang 1.

4.1.3.2. Động cơ pít tông hướng trục

Nguyên lý làm việc của động cơ pít tông hướng trục được mô tả **hình 4.4**: Các pít tông (1) dịch chuyển song song với trục của rôto và được dịch chuyển dưới áp suất của lưu chất ở cửa vào tác động lên đáy pít tông. Khi pít tông dịch chuyển tạo cho rôto (2) quay xung quanh stato (5) và do rôto được nối đĩa trục quay (4) tạo ra chuyển động quay ở trục (3).



Hình 4.3 Động cơ pít tông hướng kính



Hình 4.4 Động cơ pít tông hướng trục



Hình 4.5 Hình dáng Động cơ cánh gạt



Hình 4.6 Động cơ pít tông hướng kính

Ví dụ:

Một động cơ dầu có thể tích trong một vòng quay là 300cm^3 và tốc độ quay 200 rev/min với tổn thất áp suất là 200 bar. Hiệu suất thể tích là 90% và hiệu suất cơ khí là 95%. Tính công suất của động cơ.

- Hiệu suất chung của động cơ :

$$\eta_0 = 0.9 * 0.95 = 0.855$$

- Lưu lượng lý thuyết cung cấp cho động cơ là:

$$Q_t = \frac{300}{1000} * 200 = 60 \text{ l/min}$$

- Lưu lượng thật của lưu chất vào động cơ:

$$Q_m = 60 / \eta_v = 60 / 0.9 = 66.7 \text{ l/min}$$

- Mômen lý thuyết là: $T_t = D_m P_m / 2\pi$

$$T_t = \frac{D_m P_m}{2\pi} = \frac{300 * 10^{-6} * 200 * 10^5}{2\pi} = 955 \text{ Nm}$$

- Mô men thực tế:

$$T_m = T_t * \eta_t = 955 * 0.95 = 907 \text{ Nm}$$

- Công suất thực tế đầu ra:

$$\begin{aligned} H_m &= 2\pi * n_m * T \\ &= 2\pi * \left(\frac{200}{60}\right) * 907 = 18996 \text{ Nm/s} = 19 \text{ kW} \end{aligned}$$

Ta có thể tính toán bằng cách khác:

- Công suất đầu ra lý thuyết của động cơ:

$$H_t = \frac{Q * P}{600} = \frac{66.7 * 200}{600} = 22.23 \text{ kW}$$

- Công suất đầu ra thực của động cơ:

$$H_m = H_t * \eta_0 = 22.23 * 0.855 = 19 \text{ kW}$$

4.2. XY LẠNH

Xy lạnh có nhiệm vụ biến đổi năng lượng thế năng hay động năng của lưu chất thành năng lượng cơ học – chuyển động thẳng hoặc chuyển động quay(góc quay <360°).

Thông thường xy lạnh được lắp cố định, pít tông chuyển động. Một số trường hợp có thể pít tông cố định, xy lạnh chuyển động.

Pít tông bắt đầu chuyển động khi lực tác động một trong hai phía của nó(lực áp suất, lò xo hoặc cơ khí) lớn hơn tổng các lực cản có hướng ngược lại chiều chuyển động (lực ma sát, phụ tải, lò xo, thủy động, lực ì...).

Xy lạnh lực được chia làm hai loại: xy lạnh lực và xy lạnh quay. Trong xy lạnh lực, chuyển động tương đối giữa pít tông với xy lạnh là chuyển động tịnh tiến. Trong xy lạnh quay chuyển động giữa pít tông với xy lạnh là chuyển động quay. Góc quay thường nhỏ hơn 360°.

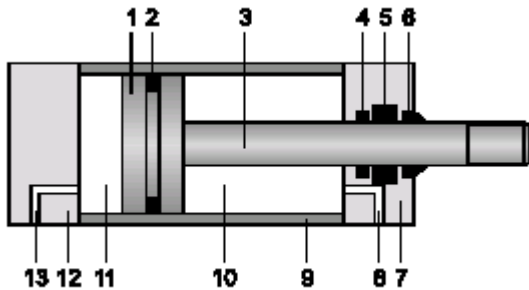
loại vòng đệm.

Lực cản lò xo.

F_s [N]

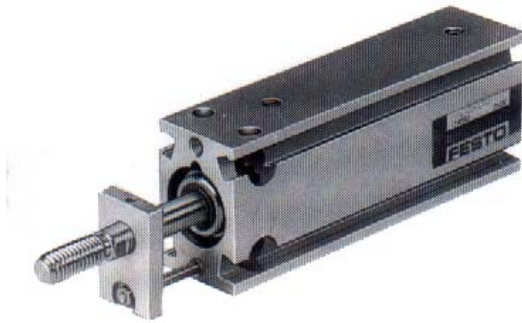
4.2.1.3. Xy lanh tác dụng kép

Áp lực tác động vào xy lanh kép theo hai phía (hình 4.9).

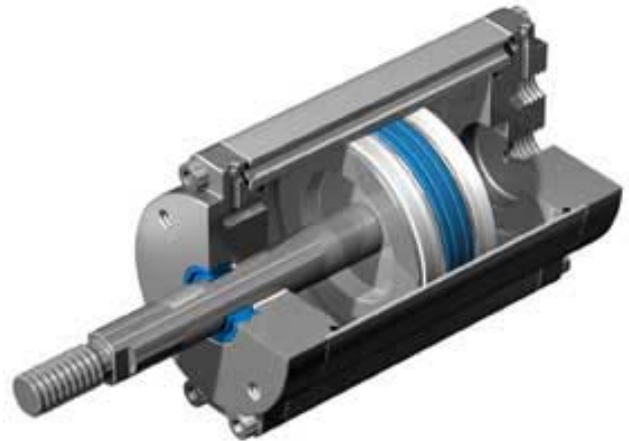


- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Piston | 7. Nắp xy lanh |
| 2. Đệm kín piston | 8, 13. Cửa lưu chất |
| 3. Trục piston | 9. Thân xy lanh |
| 4. Dẫn hướng trục | 10. Buồng trục |
| 5. Đệm kín trục | 11. Buồng piston |
| 6. vòng chắn bụi | 12. Đế xy lanh |

Hình 4.9 Xy lanh tác dụng kép



Hình 4.11 Xy lanh khí nén
Có trục dẫn hướng



Hình 4.10 Hình cắt không gian của xy lanh khí nén

Nếu không tính đến lực ma sát, lực chuyển động trên cần pít tông được tính theo công thức:

$$F = p.A \tag{4.8}$$

P – áp suất chất lỏng;

A – diện tích làm việc của pít tông.

Diện tích làm việc của pít tông phía khoang pít tông được tính theo:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \tag{4.9}$$

D – đường kính của pít tông đồng thời cũng là đường kính trong của xy lanh.

Đối với khoang cần, diện tích làm việc của pít tông được tính theo công thức:

$$A = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \tag{4.10}$$

d – đường kính cần pít tông.

Thể tích làm việc của xy lanh được tính theo công thức:

$$V = A.H = \frac{F}{p} H \tag{4.11}$$

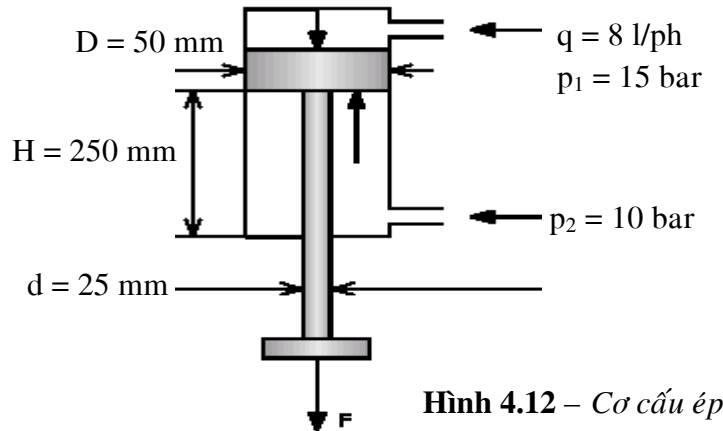
H – là khoảng chạy của pít tông.

Vận tốc chuyển động của pít tông phụ thuộc vào lưu lượng Q và diện tích làm việc F của pít tông. Nếu không kể đến rò rỉ:

$$v = \frac{Q}{A} \tag{4.12}$$

Ví dụ:

Cho cơ cấu ép thủy lực như **hình 4.12**. Hãy tính Lực tác dụng (F) và thời gian (t) của hành trình ép.



Giải:

1. Gọi F là lực tác dụng lên piston.

Phương trình cân bằng lực:

$$\vec{F} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} F &= F_1 - F_2 \\ &= \frac{\pi D^2}{4} p_1 - \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \right) p_2 \\ &= \frac{5\pi D^2}{4} + \frac{10\pi d^2}{4} = \frac{5\pi(0.05)^2}{4} + \frac{10\pi(0.025)^2}{4} = 1470(N) \end{aligned}$$

2. Thời gian t của hành trình ép.

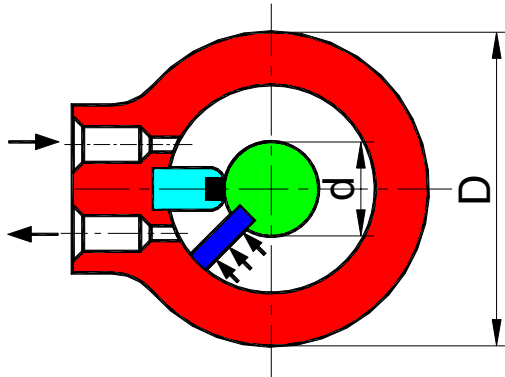
Gọi v là vận tốc của piston ép

Ta có: $Q = v.A_1 = \frac{L}{t} A_1$

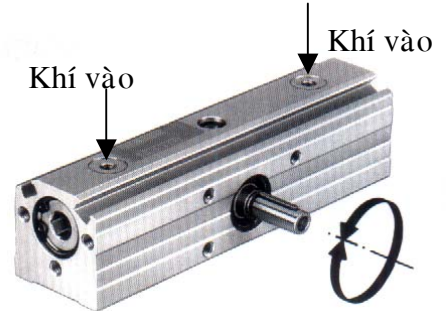
Suy ra: $t = \frac{L * A_1}{Q} = \frac{2.5 * \pi * (0.05)^2 * 60}{8 * 4} = 3.68(s)$

4.2.1.4. Xy lanh quay

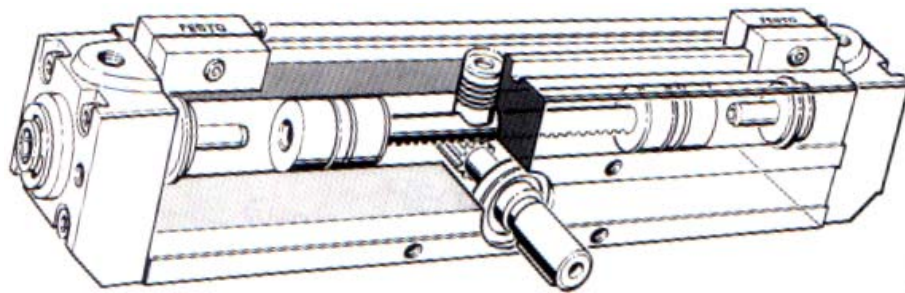
Xy lanh quay có khả năng tạo mômen quay rất lớn. Góc quay phụ thuộc vào số cánh gạt của trục. Đối với xy lanh có một cánh gạt, góc quay có thể đạt 270 – 280⁰ (hình 4.12).



Hình 4.12 xy lanh quay thủy



Hình 4.13 Xy lanh quay khí



Hình 4.14 Kết cấu xy lanh quay khí nén

Giá trị lý thuyết mômen quay M và vận tốc góc trên trục xy lanh có thể tính theo công thức:

$$M = P \cdot R = \Delta p \cdot F \cdot R = \frac{\Delta p (D - d) b}{2} \cdot \frac{D + d}{4} = \frac{\Delta p \cdot b}{8} \cdot (D^2 - d^2) \quad (4.13)$$

$$\omega = \frac{8Q}{b(D^2 - d^2)} \quad (4.14)$$

Trong đó:

P – lực áp suất tác động lên cánh gạt;

R – khoảng cách từ trọng tâm diện tích làm việc của cánh gạt đến tâm quay;

Δp – chênh lệch áp suất giữa hai phía cánh gạt;

- F – diện tích làm việc của cánh gạt;
- D – đường kính trong của xy lanh;
- d – đường kính của trục lắp cánh gạt;
- b – chiều rộng cánh gạt (theo chiều dài xy lanh).

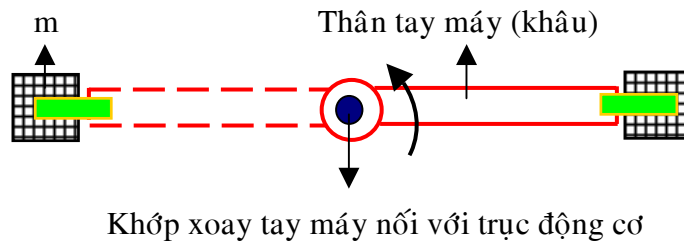
Nếu sử dụng nhiều cánh gạt thì mô men quay sẽ tăng với số lần bằng số cánh gạt, nhưng góc quay sẽ giảm với số lần như thế.

$$M = \frac{Z \cdot \Delta p \cdot b}{8} \cdot (D^2 - d^2) \qquad \omega = \frac{8Q}{Z \cdot b \cdot (D^2 - d^2)}$$

Z – số cánh gạt.

Ví dụ:

Một tay máy một khâu dùng để gắp sản phẩm có khối lượng m = 100 kG từ một băng tải này sang một băng tải khác với góc quay là 180°. Chiều dài của cánh tay L = 750mm, trọng lượng của cánh tay m_r = 25kG. Cho biết sử dụng xy lanh quay thủy lực với các thông số: D = 100mm; d = 35mm; b = 80mm. Độ chênh áp suất dầu giữa các cánh gạt là bao nhiêu?



Giải:

- Trọng lượng của khối lượng m:
 $P_m = mg = 100 * 9.81 = 981 \text{ N}$
- Trọng lượng của thân tay máy :
 $P_t = m_t g = 25 * 9.81 = 245.25 \text{ N}$
- Mômen trục quay
 $M = L * m + m_t * L / 2$
 $= 0.75 * 981 + 0.375 * 245.25$
 $= 827.72 \text{ Nm}$
- Độ chênh áp được xác định:

$$\Delta p = \frac{8M}{Z * b * (D^2 - d^2)} = \frac{8 * 827.72}{2 * 0.08 * [(0.1)^2 - (0.035)^2]} = 47.2 \text{ bar}$$

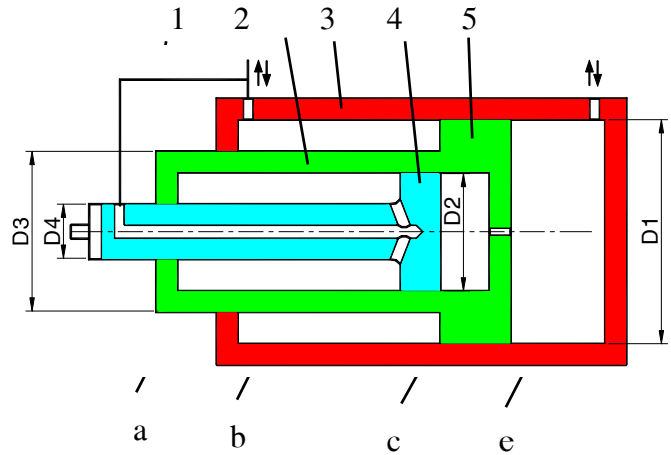
4.3. MỘT SỐ XY LẠNH ĐẶC BIỆT.

4.3.1. Xy lanh lồng

Xy lanh lồng là một loại xy lanh lực gồm nhiều xy lanh và pít tông lồng đồng tâm với nhau. Khoảng chạy của xy lanh lồng là bằng tổng khoảng chạy của các pít tông.

Xy lanh được sử dụng trong các trường hợp cần khoảng chạy lớn nhưng không gian không cho phép lắp đặt một xy lanh dài.

Hình 4.15 sơ đồ kết cấu xy lanh lồng hai xy lanh. Khoang trong của cần 2 piston lớn 5 là xy lanh của piston 4. Cần 1 của piston 4 nối với phụ tải. Khi cấp chất lỏng có áp suất vào khoang phải e xy lanh 3, chất lỏng sẽ đồng thời đi qua lỗ 6 vào khoang c của xy lanh bé 2. Do tác động của chất lỏng có áp suất, cả hai piston 4 và 5 sẽ chuyển động sang trái.



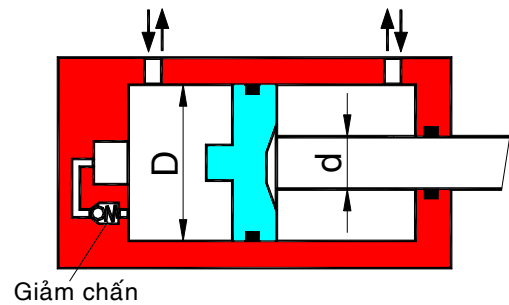
Hình 4.15 Xylanh lồng

4.3.2 Xylanh có hãm cuối khoảng chạy

Ở giai đoạn cuối khoảng chạy, khi piston chạm lên bề mặt đầu của xy lanh có thể gây ra va đập nếu vận tốc dịch chuyển của piston lớn, đặc biệt đối với những piston xy lanh có khối lượng lớn. Để tránh hiện tượng này, ở cuối hành trình piston một số xy lanh được lắp đặt thêm phần tử giảm chấn ở cuối hành trình (**hình 4.16**).

4.3.3. Xylanh có vị trí piston trung gian.

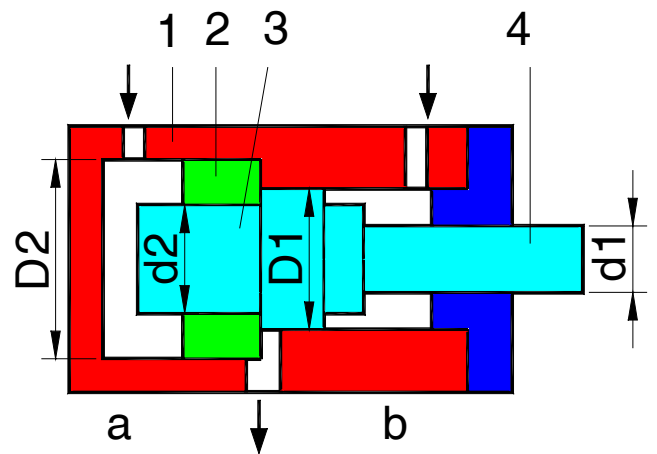
Hình 4.17 sơ đồ kết cấu xy lanh có vị trí trung gian của piston. Xylanh có hai piston, piston thứ nhất có đường kính D_1 , nối với cần 4, còn piston thứ hai có đường kính D_2 trượt tự do trong xy lanh 1 và trên cần 5. Khi cấp chất lỏng vào khoang a; ở giai đoạn đầu của chuyển động,



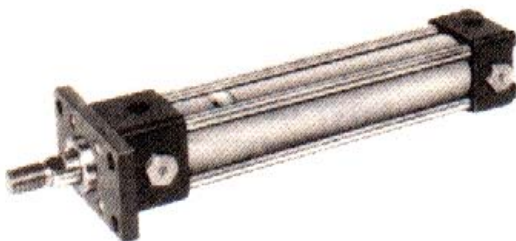
Hình 4.16 Xylanh có giảm chấn

$$F_2 = \frac{\pi D_2^2}{4}; \quad f_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}; \quad F_1 = \frac{\pi(D_1^2 - d_1^2)}{4};$$

diện tích làm việc của piston là F_2 ; sau khi piston 2 dịch chuyển đến cỡ của xy lanh, diện tích làm việc sẽ còn là f_2 . Khi cấp chất lỏng vào khoang b, diện tích làm việc là F_1 .



Hình 4.17 Xylanh có vị trí trung gian của piston.



Hình 4.18 Hình dáng xy lanh thủy lực

BÀI TẬP CHƯƠNG 4

Bài 1:

Cho cơ cấu xy lanh truyền lực như hình BT4.1

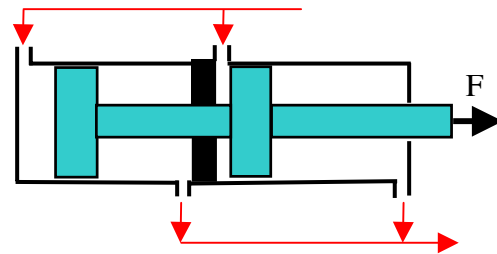
Với: $Q = 16\text{l/min}$

$D = 120\text{mm}$

$d = 40\text{mm}$

$p = 25\text{ bar}$

1. Xác định lực tác dụng lên piston.
2. Xác định vận tốc của cần piston.



Hình BT4.1

Bài 2:

Cho xy lanh truyền lực có piston bậc như hình BT4.2

Với: $Q = 25\text{l/min}$

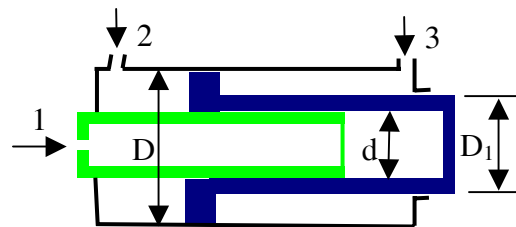
$D = 160\text{mm}$

$d = 80\text{mm}$

$D_1 = 100\text{mm}$

$p = 35\text{ bar}$

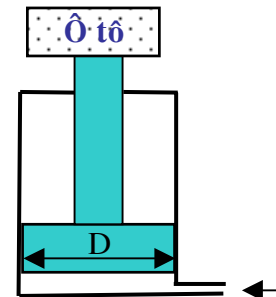
1. Xác định vận tốc và lực đẩy của piston trong các trường hợp sau:
 - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 1
 - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 2
 - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 1 và 2
 - Khi cấp chất lỏng vào cửa số 3
2. Đưa ra nhận xét.



Hình BT4.2

Bài 3:

Người ta dùng một xy lanh thủy lực để nâng một chiếc ô tô (hình BT4.3) có trọng lượng 1000 kG lên khỏi mặt đất để bảo dưỡng với vận tốc nâng là 800mm/min. Cho đường kính của piston $D = 0.25\text{m}$. Xác định áp suất và lưu lượng của dầu tác dụng.



Hình BT4.3

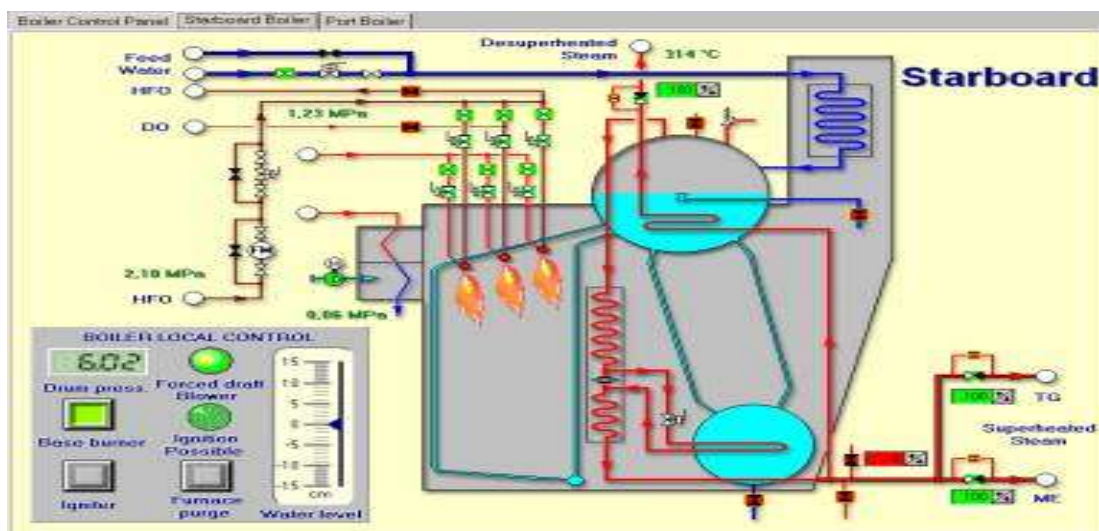
Bài 4:

Một xy lanh thủy lực có đường kính xy lanh 200mm và đường kính piston 140mm. Vận tốc piston duỗi ra là 5m/min, tính:

1. Giá trị lưu lượng cung cấp (Q_E)
2. Giá trị lưu lượng của buồng xả khi duỗi (q_E)
3. Vận tốc giật lùi của piston với lưu lượng Q_E
4. Giá trị lưu lượng buồng xả giật lùi (Q_R)

ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC TÀU THUY

TS. MTr LÊ HỮU SƠN



TP. HỒ CHÍ MINH, NĂM 2005

Mục lục:

CHƯƠNG MỤC	Trang
PHẦN I. CHU TRÌNH THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC	10
I. CHU TRÌNH THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC CƠ BẢN – CHU TRÌNH RANKIN	10
1. Sơ đồ nguyên lý của chu trình Rankin	11
2. Nguyên lý làm việc của chu trình Rankin	11
3. Các thông số cơ bản của chu trình	12
4. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất nhiệt của chu trình thiết bị động lực hơi nước.....	13
II. CHU TRÌNH CÓ QUÁ NHIỆT LẦN 2	13
1. Sơ đồ nguyên lý	15
2. Nguyên lý làm việc	15
3. Tính hiệu suất nhiệt của chu trình	15
4. Tính suất tiêu hao hơi	15
III. CHU TRÌNH THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC CÓ HỒI NHIỆT	16
1. Sơ đồ nguyên lý	17
2. Nguyên lý làm việc	18
3. Tính hiệu suất nhiệt của chu trình	18
4. Ưu điểm của chu trình hồi nhiệt	18
IV. CHU TRÌNH CẤP NHIỆT, CẤP ĐIỆN	18
1. Sơ đồ nguyên lý	
2. Tính hiệu suất nhiệt của chu trình	
PHẦN II: NỒI HƠI TẦU THỦY	20
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NỒI HƠI TẦU THỦY	20
I. QUÁ TRÌNH SINH HƠI TRONG NỒI HƠI TẦU THỦY	20
II. CÁC THÔNG SỐ CHÍNH CỦA NỒI HƠI TẦU THỦY	21
1. ÁP SUẤT HƠI	21
2. NHIỆT ĐỘ HƠI	21
3. Sản lượng hơi	21
4. NHIỆT LƯỢNG CÓ ÍCH	21
5. Hiệu suất của nồi hơi	22
6. Diện tích bề mặt hấp nhiệt	22
7. Nhiệt tải dung tích buồng đốt	22
8. Suất bốc hơi	22
9. Suất tiêu dùng chất đốt	22
10. Năng lượng tiềm tàng của nồi hơi	22
III. CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI NỒI HƠI TẦU THỦY	23

CHƯƠNG 2. CHẤT ĐỐT DÙNG CHO NỒI HƠI TÀU THUY	24
I. YÊU CẦU ĐỐI VỚI CHẤT ĐỐT DÙNG CHO NỒI HƠI TÀU THUY	24
1. Các yêu cầu đối với chất đốt dùng cho nồi hơi tàu thủy	24
2. Thành phần của chất đốt dùng cho nồi hơi tàu thủy	24
3. Chất làm việc, chất khô, chất cháy	24
4. Nhiệt trị của nhiên liệu	25
II. TÍNH CHẤT CỦA DẦU ĐỐT NỒI HƠI	25
1. Ưu nhược điểm của dầu đốt nồi hơi	25
2. Các tính chất của dầu đốt nồi hơi	25
CHƯƠNG 3. QUÁ TRÌNH CHÁY TRONG BUỒNG ĐỐT NỒI HƠI	28
I. XÁC ĐỊNH LƯỢNG KHÔNG KHÍ CẤP LÒ	28
1. Xác định thể tích không khí lý thuyết cấp lò	28
2. Xác định thể tích không khí thực tế cấp lò	29
II. XÁC ĐỊNH LƯỢNG KHÍ LÒ (KHÓI LÒ)	29
1. Xác định V_k theo phương trình phản ứng cháy	29
2. Xác định lượng khí lò dựa vào kết quả phân tích khói lò	31
3. Xác định trọng lượng của khí lò	31
4. Xác định phân áp suất của các chất khí thành phần của khí lò	31
5. Nhiệt dung riêng của khí lò	32
6. Entalpi của khí lò	32
III. LẬP TOÁN ĐỒ I-θ	32
IV. LẬP TOÁN ĐỒ $V_{kk-\alpha}$, $V_{k-\alpha}$ VÀ $P_i-\alpha$	34
V. THIẾT BỊ PHÂN TÍCH KHÓI OOC-XA	35
1. Nguyên lý làm việc của thiết bị phân tích khói Ooc-xa	35
2. Xác định hệ số không khí thừa dựa vào kết quả đo của thiết bị Ooc-xa	36
VI. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH CHÁY TRONG BUỒNG ĐỐT NỒI HƠI	37
1. Điều kiện để quá trình cháy xảy ra hoàn toàn	37
2. Các yếu tố ảnh hưởng đến giai đoạn chuẩn bị cháy	37
3. Các yếu tố ảnh hưởng đến giai đoạn cháy	38
4. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình cháy ổn định	38
CHƯƠNG 4. THIẾT BỊ BUỒNG ĐỐT	39
I. SÚNG PHUN KIỂU HƠI NƯỚC	39
II. SÚNG PHUN KIỂU KHÔNG KHÍ NÉN	39
III. SÚNG PHUN KIỂU ÁP LỰC	39
1. Nguyên lý làm việc của súng phun kiểu áp lực	39
2. Các phương pháp điều chỉnh sản lượng dầu phun vào buồng đốt	42
3. Ưu nhược điểm của súng phun cơ học (ly tâm không quay)	44
IV. SÚNG PHUN KIỂU ÁP LỰC - HƠI NƯỚC	44
V. SÚNG PHUN KIỂU QUAY	45

1. Sơ đồ nguyên lý	45
2. Nguyên lý làm việc	45
3. Ưu nhược điểm	46
VI. BỘ THỔI MUỘI	47
CHƯƠNG 5. CÂN BẰNG NHIỆT NỘI HƠI	
I. TỔN THẤT NHIỆT TRONG NỘI HƠI	48
II. TÍNH CÁC TỔN THẤT	48
1. Tổn thất nhiệt do khói lò nung ra q_2	48
2. Tổn thất hoá học q_3	49
3. Tổn thất cơ học q_4	49
4. Tổn thất do tản nhiệt ra ngoài trời q_5	49
5. Tổn thất do tro xỉ nóng mang ra q_6	50
III. TÍNH HIỆU XUẤT NHIỆT CỦA NỘI HƠI	50
IV. CÂN BẰNG NHIỆT NỘI HƠI	50
CHƯƠNG 6. KẾT CẤU NỘI HƠI TÀU THỦY	
I. PHÂN LOẠI NỘI HƠI TÀU THỦY	52
1. Phân loại nội hơi theo mục đích sử dụng hơi	52
2. Phân loại theo kết cấu	52
3. Phân loại theo loại nhiên liệu dùng cho nội hơi	52
4. Phân loại theo thông số hơi	53
5. Phân loại theo tuần hoàn của nước trong nội hơi	53
II. NỘI HƠI ỐNG LỬA	53
1. Sơ đồ nguyên lý	53
2. Đặc điểm kết cấu	53
3. Ưu nhược điểm	57
III. NỘI HƠI ỐNG LỬA-ỐNG NƯỚC	58
IV. NỘI HƠI ỐNG NƯỚC TUẦN HOÀN TỰ NHIÊN	58
1. Ưu nhược điểm của nội hơi ống nước nói chung	58
2. Nội hơi ống nước nằm khí lò đi chữ Z	59
3. Nội hơi ống nước nằm khí lò đi thẳng	61
4. Nội hơi ống nước đứng 3 bầu đối xứng	61
5. Nội hơi ống nước đứng 3 bầu không đối xứng KBF	62
6. Nội hơi ống nước đứng kiểu chữ D nghiêng	63
7. Nội hơi chữ D đứng	65
8. Nội hơi hai vòng tuần hoàn (nội hơi Schmidt-Hartmanna)	66
V. NỘI HƠI ỐNG NƯỚC TUẦN HOÀN CƯỜNG BỨC KIỂU LAMÔNG	68
1. Nguyên lý làm việc	68
2. Ưu nhược điểm	69
VI. NỘI HƠI ĐẶC BIỆT	70
1. Nội hơi lưu động thẳng	70
2. Nội hơi tăng áp	71
VII. NỘI HƠI KHÍ XẢ	71

VIII. CÁC BỀ MẶT HẤP NHIỆT HOÀN THIÊN CỦA NỒI HƠI	72
1. Bộ sấy hơi	72
2. Bộ hâm nước tiết kiệm	74
3. Bộ sưởi không khí	74
CHƯƠNG 7. KHÍ ĐỘNG HỌC NỒI HƠI	76
I. NGUYÊN LÝ THÔNG GIÓ CỦA NỒI HƠI	76
1. Sức thông gió của nồi hơi	76
2. Sức tự hút của nồi hơi	77
3. Áp suất dư và độ chân không trong buồng đốt	78
4. Cột áp của quạt gió và quạt hút khói	78
II. Tính chọn quạt gió và quạt hút	78
CHƯƠNG 8. THỦY ĐỘNG HỌC NỒI HƠI	80
I. TUẦN HOÀN TỰ NHIÊN TRONG NỒI HƠI	80
1. Nguyên lý tuần hoàn tự nhiên	80
2. Đường đặc tính tuần hoàn	81
3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tuần hoàn của nồi hơi	83
II. CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HỦY TUẦN HOÀN	85
1. Hiện tượng dừng chảy, hiện tượng chảy ngược trong ống lên	85
2. Hiện tượng nước hơi phân lớp	85
3. Hiện tượng có hơi trong ống xuống	86
4. Hiện tượng tuần hoàn yếu ớt ở nồi hơi ống lửa	86
CHƯƠNG 9. VẬT LIỆU VÀ ĐỘ BỀN CỦA NỒI HƠI	87
I. YÊU CẦU ĐỐI VỚI VẬT LIỆU NỒI HƠI	87
1. Yêu cầu đối với vật liệu nồi hơi	87
2. Các hiện tượng biến dạng của thép nồi hơi	87
II. VẬT LIỆU NỒI HƠI	88
1. Thép cacbon	88
2. Thép ít hợp kim	89
3. Thép nhiều hợp kim	89

CHƯƠNG 10. CÁC THIẾT BỊ PHỤ PHỤC VỤ NỒI HƠI	90
I. THIẾT BỊ AN TOÀN CỦA NỒI HƠI	90
1. Van an toàn	90
2. Đinh chì	94
II. THIẾT BỊ CHỈ BÁO MỨC NƯỚC	94
1. Ống thủy	94
2. Các rôbinê dò mực nước	97
III. THIẾT BỊ KHÔ HƠI	97
1. Nguyên lý làm khô hơi trong nồi hơi	97
2. Ống góp khô hơi	97
3. Thiết bị khô hơi kiểu hỗn hợp (thiết bị khô hơi của nồi hơi tàu Lamông)	98
4. Bộ xoáy lọc khô hơi	99
IV. THIẾT BỊ GẠM MẶT, XẢ ĐÁY NỒI HƠI	99
1. Thiết bị gạm mặt	99
2. Thiết bị xả đáy nồi hơi	100
3. Thiết bị xả cặn tuần hoàn	101

CHƯƠNG 11. KHAI THÁC VÀ BẢO DƯỠNG NỒI HƠI	102
I. SỬ LÝ NƯỚC NỒI HƠI	102
1. Vì sao phải xử lý nước nồi hơi	102
2. Các tiêu chuẩn của nước nồi hơi	104
3. Các phương pháp xử lý nước nồi hơi	105
II. SỬ DỤNG VÀ BẢO DƯỠNG NỒI HƠI TÀU THỦY	107
1. Khởi động nồi hơi	107
2. Chăm sóc nồi hơi khi hoạt động	112
3. Ủ nồi hơi và dừng nồi hơi	113
4. Bảo quản nồi hơi	114
5. Vệ sinh nồi hơi	114
III. NHỮNG TRỤC TRẶC, HƯ HỎNG THƯỜNG GẶP CỦA NỒI HƠI. BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC	118
1. Cạn nước nồi	118
2. Nước nồi hơi quá cao	118
3. Cháy hỏng bề mặt hấp nhiệt	118
4. Ống bị vỡ	119
5. Vách buồng đốt bị hư hỏng	119
6. Áp suất hơi quá cao	119
7. Áp suất hơi quá thấp	119
8. Súng phun bị tắc	120
9. Súng phun bị phun lửa ra ngoài	120
IV. THỬ NGHIỆM NỒI HƠI	120
1. Thử thủy lực nồi hơi	120
2. Thử nóng nồi hơi	121
PHẦN III. TUỐC BIN HƠI TÀU THỦY	122
CHƯƠNG 1. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA TUỐC BIN HƠI TÀU THỦY	122
I. MỞ ĐẦU	122
1. Lịch sử phát triển của tuốc bin hơi tàu thủy	122
2. Phân loại tuốc bin hơi tàu thủy	124
II. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN HƠI TÀU THỦY	124
1. Ưu điểm	125
2. Nhược điểm	125
III. Nguyên lý làm việc của tuốc bin	125
1. Nguyên lý làm việc của tuốc bin xung kích 1 tầng	126
2. Nguyên lý làm việc của tuốc bin phản kích 1 tầng	127
3. Nguyên lý làm việc của tuốc bin nhiều tầng	
CHƯƠNG 2. QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG CỦA DÒNG HƠI TRONG ỐNG PHUN	134
I. Quá trình lưu động của dòng hơi trong tuốc bin	134
	134

1. Các giả thiết và phương trình cơ bản của dòng hơi lưu động trong ống phun	134
2. Các phương trình cơ bản để nghiên cứu quá trình lưu động của dòng hơi qua ống phun	135
II. Quan hệ giữa tốc độ và hình dáng Ống	
CHƯƠNG 3. QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG CỦA DÒNG HƠI TRÊN	137
CÁNH ĐỘNG	137
I. Quá trình biến đổi năng lượng của dòng hơi trên cánh động trong tuốc bin xung kích	137
1. Biến đổi năng lượng của dòng hơi trên cánh động của tuốc bin xung kích	140
2. Tính công suất, hiệu suất vòng của tầng tuốc bin xung kích	144
II. Quá trình biến đổi năng lượng trên cánh động trong tuốc bin phản kích	144
1. Tam giác tốc độ trong tầng tuốc bin phản kích	146
2. Tính hiệu suất vòng của tầng tuốc bin phản kích	147
III. So sánh tầng tuốc bin xung kích và phản kích	147
1. So sánh tầng tuốc bin xung kích và phản kích khi có cùng tốc độ vòng	147
2. So sánh tầng tuốc bin xung kích và phản kích khi có cùng nhiệt giáng	149
CHƯƠNG 4. CÁC TỔN THẤT TRONG TUỐC BIN	149
I. Tổn thất cánh	149
1. Tổn thất profin cánh Δh_1	149
2. Tổn thất mép cánh Δh_2	149
3. Tổn thất do tạo thành xoáy Δh_3	150
4. Tổn thất do lệch hướng dòng hơi đến Δh_4	150
5. Tổn thất hơi thải Δh_{th}	151
II. Các tổn thất khác	151
1. Tổn thất do dò lọt Δh_{dl}	152
2. Tổn thất do sức cản gây nên Δh_{sc}	152
3. Tổn thất do cấp hơi cục bộ gây nên Δh_{sc}	152
4. Tổn thất do hơi ẩm gây nên Δh_{ha}	153
III. Hiệu suất của tuốc bin	154
1. Hiệu suất lý thuyết η_l	154
2. Hiệu suất vòng η_u	154
3. Hiệu suất chỉ thị η_i	154
4. Hiệu suất có ích η_e	154
5. Hiệu suất chung η_o	155
CHƯƠNG 5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT CỦA TUỐC BIN	
I. Điều chỉnh công suất bằng cách tiết lưu công chất vào tuốc bin (điều chỉnh về chất lượng)	155
II. Điều chỉnh công suất bằng cách tiết lưu công chất vào tuốc bin điều chỉnh lượng công chất vào tuốc bin (điều chỉnh về khối lượng)	157
III. Điều chỉnh công suất bằng cách điều chỉnh kết hợp cả điều chỉnh về khối lượng và điều chỉnh về chất lượng	158
IV. Điều chỉnh công suất tuốc bin bằng cách trích một phần hơi vào các tầng thứ cấp	160
V. Điều chỉnh công suất tuốc bin bằng phương pháp hỗn hợp	161
	161

CHƯƠNG 6. ĐẢO CHIỀU HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN TẦU THUỶ	162
I. Đảo chiều hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy bằng tuốc bin lùi	162
II. Đảo chiều hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy bằng các phương pháp khác	164
III. Quá trình manơ từ tiến sang lùi của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy	164
CHƯƠNG 7. PHỐI HỢP CÔNG TÁC CỦA TUỐC BIN VÀ CHÂN VỊT	164
I. Đặc tính của chân vịt	166
II. Đặc tính ngoài của tuốc bin	166
III. Phối hợp công tác giữa chân vịt và động cơ tuốc bin	167
1. Phối hợp công tác giữa chân vịt định bước và động cơ tuốc bin	168
2. Phối hợp công tác giữa chân vịt biến bước và động cơ tuốc bin	169
3. Quá trình thay đổi chế độ làm việc của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy	
IV. Vùng làm việc của tuốc bin hơi tàu thủy	170
V. So sánh đặc tính công tác của hệ động lực tuốc bin hơi nước và hệ động lực diesel tàu thủy	171
	171
CHƯƠNG 8. KẾT CẤU TUỐC BIN HƠI TẦU THUỶ	171
I. Cánh tĩnh và ống phun	173
1. Ống phun.....	174
2. Cánh tĩnh	177
II. Cánh động	178
III. Trục tuốc bin (rôto)	179
1. Trục dạng đĩa	180
2. Trục dạng trống	183
IV. Thân tuốc bin	183
V. Thiết bị làm kín trong tuốc bin	183
1. Bộ làm kín kiểu khúc khuỷu	184
2. Bộ làm kín kiểu than chì	185
3. Bộ làm kín kiểu vòng nước	186
4. Hệ thống bao hơi, hút hơi làm kín tuốc bin	186
VI. KHỚP NỐI, Ổ ĐỖ, Ổ CHẶN TRỤC TUỐC BIN	186
1. Khớp nối	187
2. Ổ đỡ trục	188
3. Ổ đỡ chặn trục	188
VII. KẾT CẤU MỘT SỐ TUỐC BIN HƠI TẦU THUỶ ĐIỂN HÌNH	189
1. Tuốc bin hơi cao áp trên tàu hàng có công suất 9560 kW.....	190
2. Tuốc bin hơi thấp áp trên tàu hàng có công suất 9560 kW	192
3. Tuốc bin hơi tàu thủy có công suất 6250 kW của hãng General Electric	195
4. TUỐC BIN HƠI TẦU THUỶ CÓ CÔNG SUẤT 14.700 kW ĐẾN 16.175 kW.....	195
CHƯƠNG 9. CÁC HỆ THỐNG PHỤC VỤ TUỐC BIN	195
I. Hệ thống an toàn, bảo vệ tuốc bin.....	195
II. Hệ thống bôi trơn tuốc bin.....	195
1. Yêu cầu đối với dầu bôi trơn tuốc bin.....	198
	199

2. Hệ thống dầu nhờn bôi trơn.....	200
III. Hệ thống hâm sấy tuốc bin.....	200
IV. Hệ thống xả nước đọng của tuốc bin.....	200
CHƯƠNG 10. KHAI THÁC HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN HƠI NƯỚC TÀU THỦY	200
I. Chuẩn bị đưa tuốc bin vào làm việc.....	200
1. Kiểm tra bên ngoài tuốc bin	201
2. Đưa hệ thống dầu bôi trơn vào làm việc	201
3. Đưa bầu ngưng vào hoạt động	203
4. Hâm nóng tuốc bin	203
II. Vận hành tuốc bin trong quá trình làm việc.....	
III. Duy trì tuốc bin ở trạng thái sẵn sàng làm việc "stanby"	
IV. Dừng tuốc bin.....	
CHƯƠNG 11. CÁC SỰ CỐ THƯỜNG GẶP VÀ BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC, KIỂM TRA TUỐC BIN	205
I. CÁC SỰ CỐ THƯỜNG GẶP	205
1. Tuốc bin có tiếng gõ lạ	205
2. Va đập thủy lực.....	205
3. Dao động phân công tác của tuốc bin	206
II. KIỂM TRA TUỐC BIN	207
TÀI LIỆU THAM KHẢO	208

THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC TÀU THỦY

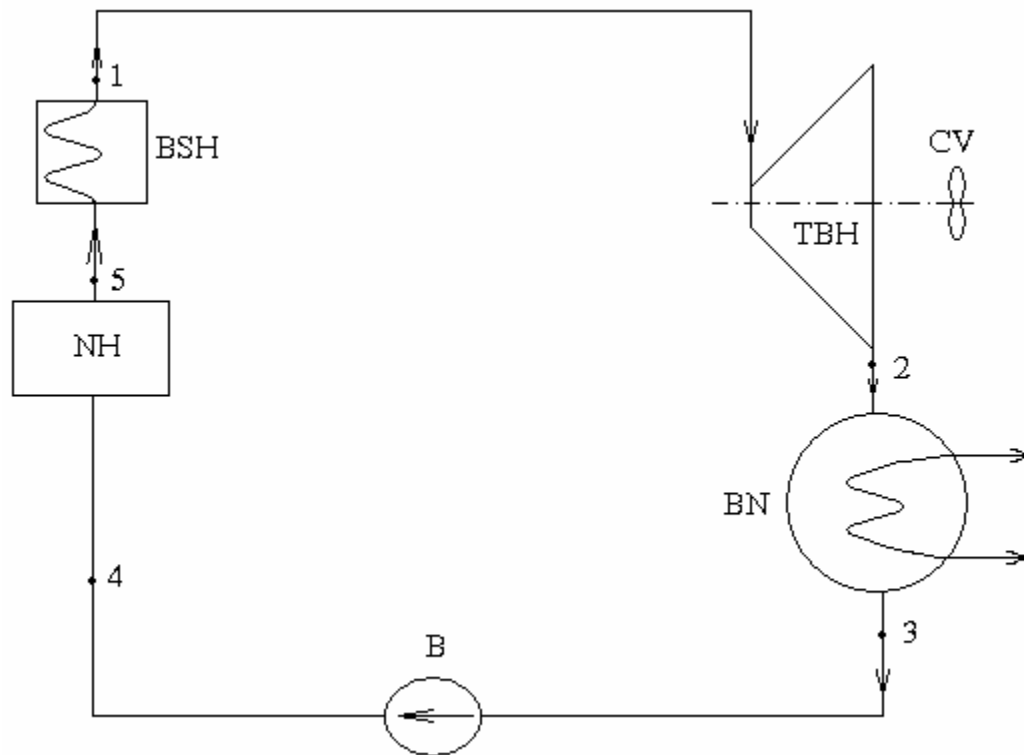
PHẦN I. CHU TRÌNH THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC

I. CHU TRÌNH THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC CƠ BẢN – CHU TRÌNH RANKIN

Chu trình thiết bị động lực hơi nước đang ngày càng được sử dụng rộng rãi trên tàu thủy, nhất là các tàu lớn chở dầu, vì chu trình có khả năng sinh công lớn và các thiết bị phụ trên tàu được lai bởi các động cơ hơi nước nên an toàn trong khai thác. Ngoài ra chu trình thiết bị động lực hơi nước cho phép sử dụng được năng lượng nguyên tử-nguồn năng lượng dồi dào của tương lai.

Chu trình thiết bị động lực hơi nước cơ bản là chu trình Rankin. Chu trình Rankin có 2 quá trình nhận nhiệt và nhả nhiệt là 2 quá trình đẳng nhiệt nên gần giống với chu trình Cárnot, Chu trình Rankin còn có quá trình ngưng hơi hoàn toàn, nên khắc phục được nhược điểm của chu trình Cárnot là ngưng hơi không hoàn toàn do đó thiết bị cấp nước vào nồi hơi to, nặng, tiêu tốn nhiều năng lượng cho việc cấp nước vào nồi hơi.

1. Sơ đồ nguyên lý của chu trình Rankin



Hình 1.1. Chu trình thiết bị động lực hơi nước cơ bản – chu trình Rankin

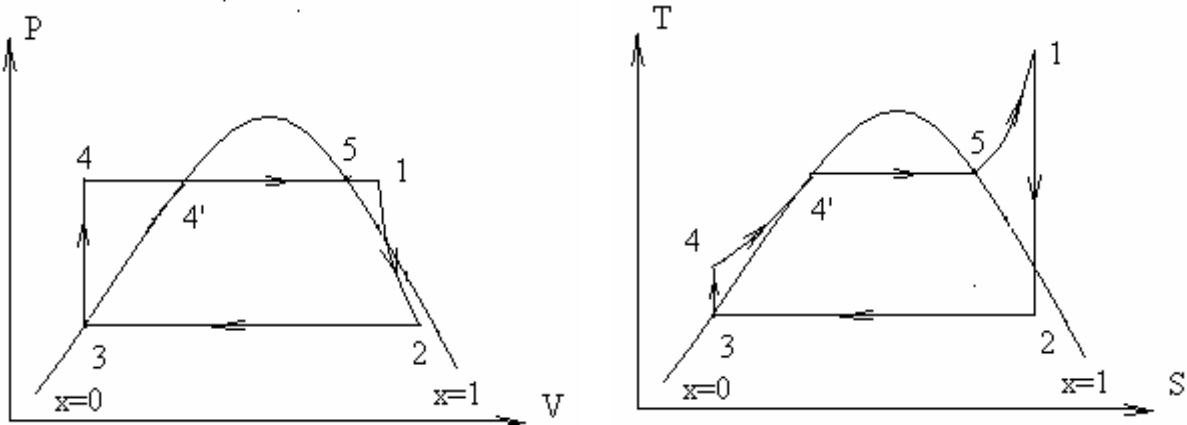
NH – nồi hơi,

BSH – bộ sấy hơi (bộ quá nhiệt)

TBH – tuốc bin hơi,

BN – bình ngưng,

B - bơm



Hình 1.2. Chu trình động lực hơi nước cơ bản trên đồ thị P-V, T-S

2. Nguyên lý làm việc của chu trình Rankin

Chu trình thiết bị động lực hơi nước cơ bản bao gồm các quá trình sau:

Quá trình 4-4'-5-1 là quá trình xảy ra trong nồi hơi và bộ sấy hơi. Quá trình này bao gồm các giai đoạn:

- Giai đoạn 4-4', nước trong nồi hơi từ điểm 4 nhận nhiệt, nhiệt độ của nước tăng từ t_4 đến nhiệt độ sôi $t_4' = t_s$, áp suất của nước không thay đổi $p_4 = p_4' = p_N$.
- Giai đoạn 4'-5, nước trong nồi hơi tiếp tục nhận nhiệt để hoá thành hơi, ở giai đoạn này áp suất và nhiệt độ của nước không thay đổi $p_4' = p_5 = p_N$; $t_4' = t_5 = t_s$. Nhiệt lượng nước nhận được chỉ để làm biến đổi nước từ pha lỏng sang pha hơi.
- Giai đoạn 5-1, hơi nước bão hoà khô tiếp tục nhận nhiệt ở bộ sấy hơi (BSH) làm nhiệt độ của nước tăng lên từ t_5 đến t_1 , áp suất của hơi nước không thay đổi $p_5 = p_N$. Bộ sấy hơi được đặt ngay bên trong nồi hơi.

Quá trình 1-2 là quá trình giãn nở sinh công của hơi nước trong tuốc bin (TBH). Quá trình này được coi là đoạn nhiệt $dq = 0$, $s = \text{const}$. Nhiệt độ của hơi giảm từ t_1 xuống t_2 , áp suất của hơi giảm từ p_1 xuống p_2 .

Quá trình 2-3 là quá trình ngưng tụ hơi nước ở bình ngưng (BN). Hơi nước nhả nhiệt ngưng tụ trong điều kiện áp suất và nhiệt độ không đổi: $p_2 = p_3 = p_K$ (p_K = áp suất bình ngưng); $t_2 = t_3$.

Quá trình 3-4 là quá trình bơm nước vào nồi hơi ở bơm (B). Trong quá trình 3-4 áp suất của nước tăng lên từ p_3 đến p_4 , coi quá trình bơm không có tổn thất nhiệt $dq = 0$; $s = \text{const}$. Trong thực tế nhiệt độ của nước trước và sau khi bơm thay đổi rất ít, $t_3 \cong t_4$, vì vậy trên đồ thị T-S có thể coi điểm 3 trùng với điểm 4. Ở nhiều đồ thị thường vẽ điểm 3 = 4 trên T-S.

3. Các thông số cơ bản của chu trình

Các thông số cơ bản của chu trình bao gồm:

- Công đơn vị sinh ra: $l = i_1 - i_2$ [kJ/kg]

- Công cấp vào cho bơm nước nổi hơi: $l_B = i_4 - i_3$ [kJ/kg]
- Nhiệt lượng cấp vào chu trình tại nồi hơi và bộ sấy hơi $q_1 = i_1 - i_4$ [kJ/kg]
- Hiệu suất của chu trình

Hiệu suất của chu trình được tính bằng tỷ số giữa công sinh ra trong chu trình (l) và năng lượng cấp vào để thực hiện chu trình ($q_1 + l_B$)

$$\eta_t = \frac{l}{q_1 + l_B} = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_4 + i_4 - i_3} = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_3}$$

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_3}$$

- Suất tiêu hao hơi d

Suất tiêu hao hơi d là lượng hơi nước cần thiết lưu động trong chu trình để sinh ra 1 đơn vị công:

$$d = \frac{1}{l} = \frac{1}{i_1 - i_2} \text{ [kg/kJ]; [kg/kW.s]}$$

$$d = \frac{3600}{l} = \frac{3600}{i_1 - i_2} \text{ [kg/kW.h]}$$

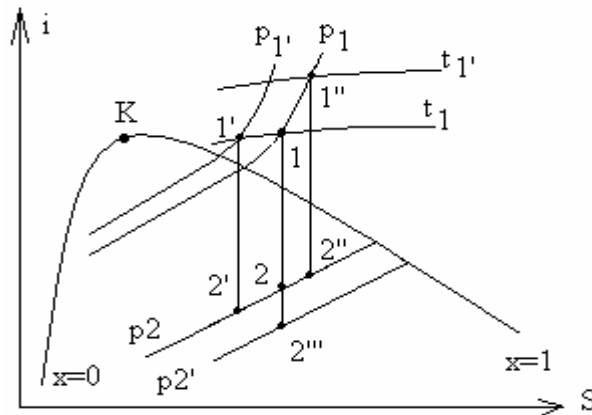
4. Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất nhiệt của chu trình thiết bị động lực hơi nước

Từ biểu thức tính hiệu suất của chu trình

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2}{i_1 - i_3}$$

Ta thấy:

η_t phụ thuộc vào i_1 , i_2 và i_3 ; như vậy hiệu suất của chu trình thiết bị động lực hơi nước phụ thuộc vào các thông số trạng thái của hơi nước ở các điểm 1 và 2. Hình 1.3. thể hiện ảnh hưởng của p_1 , t_1 , p_2 đến công sinh ra l và hiệu suất η_t



Hình 1.3. Ảnh hưởng của p_1 , t_1 , p_2 đến hiệu suất nhiệt η_t của thiết bị động lực hơi nước

Từ hình trên ta có:

Khi giữ nguyên t_1 , p_2 tăng p_1 đến p_1' ; công chất giãn nở sinh công theo đường 1'-2'. Do đường đẳng áp ở ngoài vùng hơi bão hoà dốc hơn đường đẳng áp ở vùng hơi bão hoà nên đoạn giãn nở sinh công $l' = i_1' - i_2' > l = i_1 - i_2$ và do đó hiệu suất nhiệt của chu trình tăng lên.

Khi giữ nguyên p_1 , p_2 tăng t_1 đến t_1' ; công chất giãn nở sinh công theo đường 1''-2''. Do đường đẳng áp ở ngoài vùng hơi bão hoà dốc hơn đường đẳng áp ở vùng hơi bão hoà nên đoạn giãn nở sinh công $l'' = i_1'' - i_2'' > l = i_1 - i_2$ và do đó hiệu suất nhiệt của chu trình tăng lên.

Khi giữ nguyên p_1 , t_1 giảm p_2 đến p_2' ; công chất giãn nở sinh công theo đường 1-2'''. Ta thấy ngay rằng: công $l''' = i_1 - i_2''' > l = i_1 - i_2$ và do đó hiệu suất nhiệt của chu trình tăng lên.

Kết luận: khi áp suất, nhiệt độ hơi vào tuốc bin tăng lên và khi áp suất hơi ra khỏi tuốc bin giảm đi thì hiệu suất của chu trình thiết bị động lực hơi nước sẽ tăng lên, vì vậy ở hệ động lực hơi nước hiện đại thường sử dụng hơi có áp suất cao $p_1 > 200$ at và nhiệt độ cao $t_1 = 600 \div 650^\circ\text{C}$, áp suất bình ngưng rất thấp và là áp suất chân không $p_2 = 0.03 \div 0.04$ at.

Ngoài việc tăng thông số đầu vào của tuốc bin p_1 , t_1 giảm thông số đầu ra của tuốc bin p_2 , trong thực tế để tăng hiệu quả làm việc của chu trình người ta còn sử dụng các chu trình hoàn thiện như: chu trình có quá nhiệt lần 2, chu trình hồi nhiệt, chu trình cấp nhiệt, cấp điện v.v...

II. CHU TRÌNH CÓ QUÁ NHIỆT LẦN 2

1. Sơ đồ nguyên lý

Sơ đồ nguyên lý của chu trình thiết bị động lực hơi nước có quá nhiệt lần 2 được thể hiện trên hình 1.4 và 1.5.

2. Nguyên lý làm việc

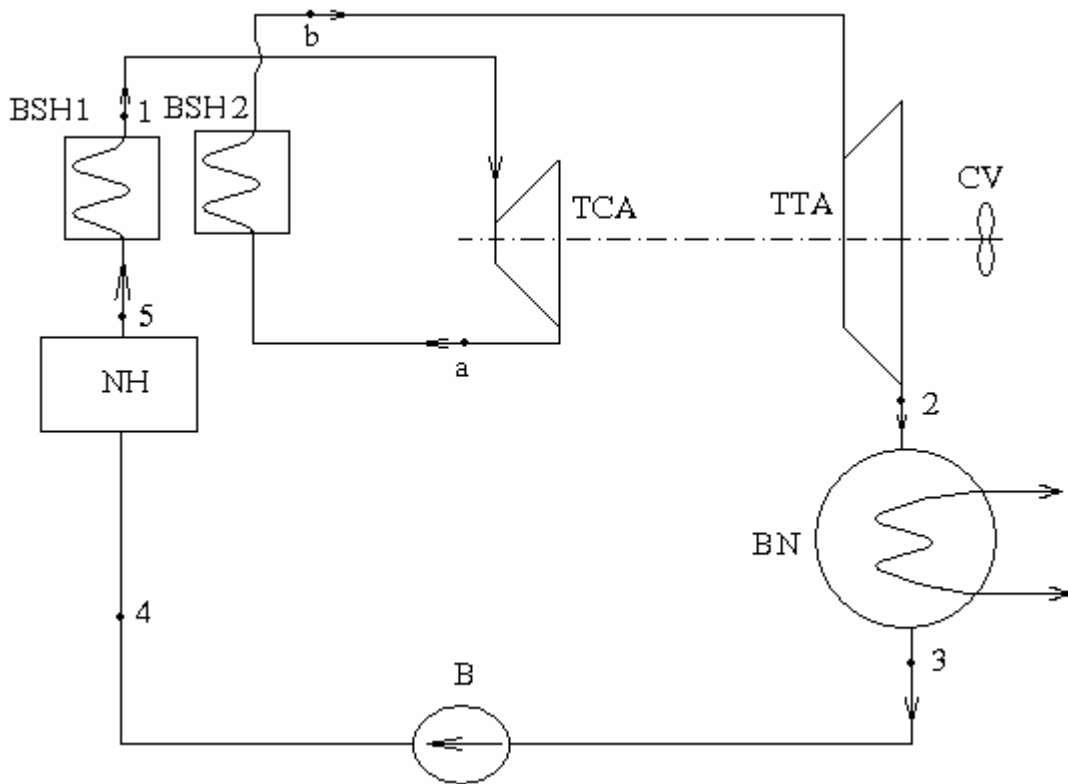
Nguyên lý làm việc của chu trình thiết bị động lực hơi nước có quá nhiệt lần 2 cũng giống như của chu trình thiết bị động lực hơi nước cơ bản, ở đây có thêm bộ quá nhiệt lần 2 và hai tuốc bin: tuốc bin thấp áp và tuốc bin cao áp.

Hơi sau khi giãn nở đoạn nhiệt từ 1 đến a tại tuốc bin cao áp (TCA); được đưa về bộ quá nhiệt lần 2 (BSH2), nhiệt độ của hơi tăng từ t_a đến t_b . Quá trình a-b trong bộ quá nhiệt lần 2 có 2 giai đoạn:

- hơi nước bão hoà ẩm sau khi giãn nở ở tuốc bin cao áp nhận nhiệt để hoá hơi hết thành hơi bão hoà khô, trong giai đoạn này áp suất và nhiệt độ hơi không thay đổi,
- sau đó hơi bão hoà khô tiếp tục nhận nhiệt để tăng nhiệt độ từ t_a đến t_b trở thành hơi quá nhiệt trong điều kiện đẳng áp.

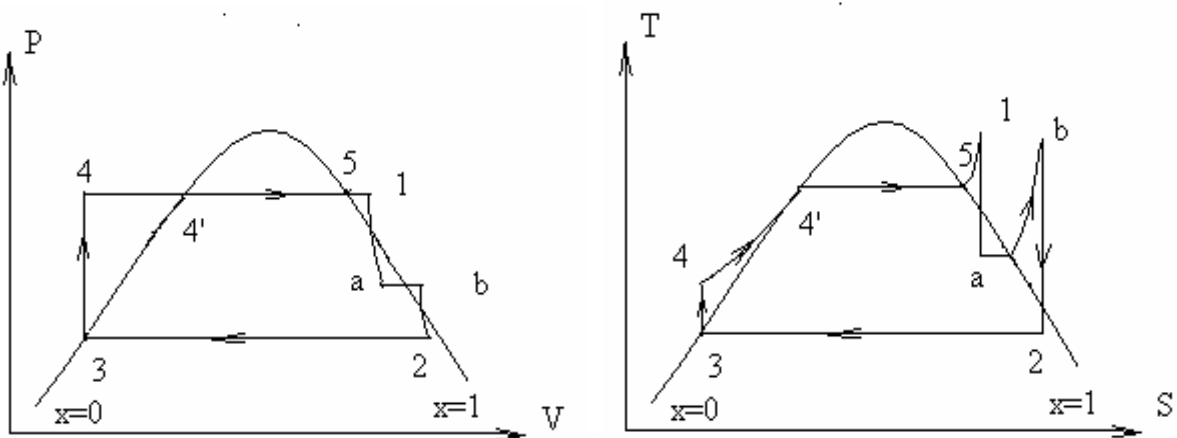
Quá trình ở BSH2 là quá trình đẳng áp.

Hơi quá nhiệt sau khi ra khỏi bộ quá nhiệt lần 2, được đưa vào Tuốc bin thấp áp (TTA) tiếp tục giãn nở sinh công. Chu trình tiếp tục thực hiện giống như ở chu trình cơ bản.



Hình 1.4. Chu trình thiết bị động lực hơi nước có quá nhiệt lần 2

Trên hình 1.4 ta có:
 BSH2 là bộ quá nhiệt lần 2, hay còn gọi là bộ sấy hơi lần 2.
 TCA – tuốc bin cao áp
 TTA – tuốc bin thấp áp.



Hình 1.5. Biểu diễn chu trình thiết bị động lực hơi nước có quá nhiệt lần 2 trên đồ thị P-V và đồ thị T-S

3. Hiệu suất nhiệt của chu trình

Hiệu suất nhiệt của chu trình được tính bằng tỷ số giữa công sinh ra trong chu trình (l_1+l_2) và năng lượng cấp vào để thực hiện chu trình ($q_1 + q_{1'}+l_B$).

l_1 - công sinh ra ở tuốc bin cao áp, $l_1 = i_1-i_a$,

l_2 - công sinh ra ở tuốc bin thấp áp, $l_2 = i_b-i_2$,

q_1 - nhiệt lượng cấp vào nồi hơi và bộ sấy hơi 1, $q_1 = i_1-i_4$,

$q_{1'}$ - nhiệt lượng cấp vào bộ sấy hơi 2, $q_{1'} = i_b - i_a$,

l_B - công cấp vào cho bơm nước nồi hơi, $l_B = i_4 - i_3$.

Do đó:

$$\eta_t = \frac{l_1 + l_2}{q_1 + q_{1'} + l_B} = \frac{i_1 - i_a + i_b - i_2}{i_1 - i_4 + i_4 - i_3 + i_b - i_a} = \frac{i_1 - i_2 + i_b - i_a}{i_1 - i_3 + i_b - i_a}$$

$$\eta_t = \frac{i_1 - i_2 + i_b - i_a}{i_1 - i_3 + i_b - i_a}$$

Vậy so với hiệu suất nhiệt của chu trình Rankin, chu trình có quá nhiệt lần 2 đạt hiệu suất lớn hơn. Ngoài ra chu trình còn cho phép không phải quá nhiệt cho hơi quá cao ở BSH1, không làm ảnh hưởng quá nhiều đến độ bền của thép nồi hơi, chu trình cũng đảm bảo độ ẩm của hơi sau khi giãn nở trong tuốc bin không quá lớn, tránh cho các tầng cuối của tuốc bin không bị thủy kích:

$y_2 < y_2'$ và $y_2 < 12 \div 14\%$,

$x_2 > x_2'$ và $x_2 > 86 \div 88\%$.

4. Suất tiêu hao hơi

$$d = \frac{1}{l_1 + l_2} = \frac{1}{i_1 - i_2 + i_b - i_a} \text{ [kg/kJ]; [kg/kW.s]}$$

$$d = \frac{3600}{l_1 + l_2} = \frac{3600}{i_1 - i_2 + i_b - i_a} \text{ [kg/kW.h]}$$

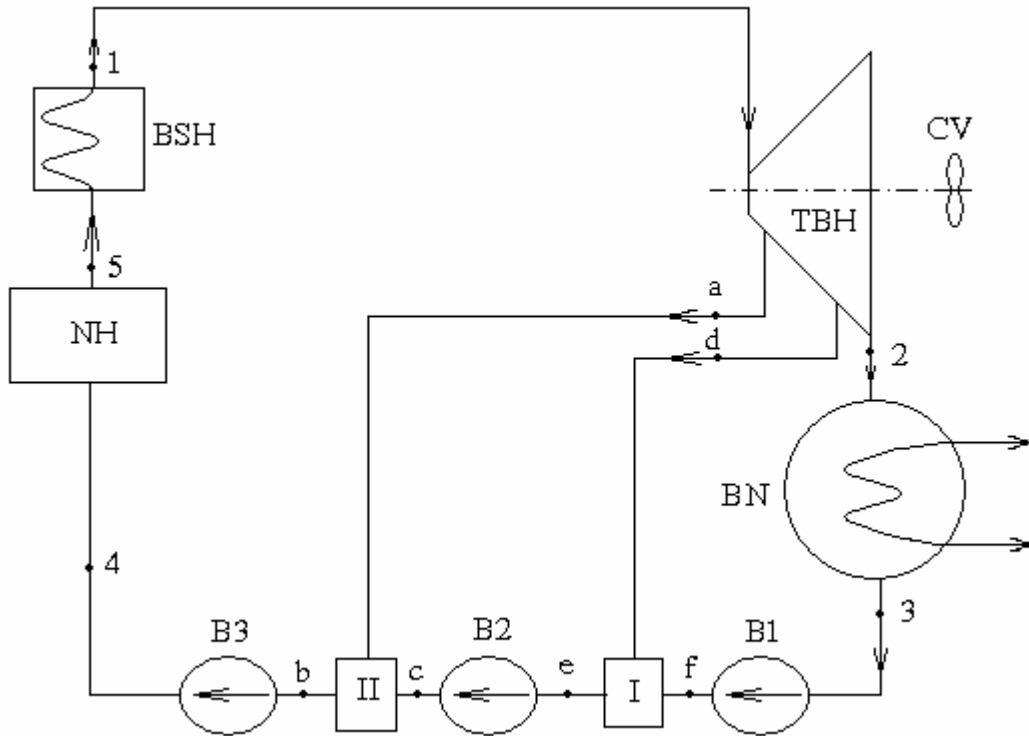
III. CHU TRÌNH THIẾT BỊ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC CÓ HỒI NHIỆT

Chu trình thiết bị động lực hơi nước có hồi nhiệt có ưu điểm là làm tăng hiệu suất nhiệt của chu trình cơ bản.

Nước ngưng trong chu trình thiết bị động lực hơi nước có hồi nhiệt trước khi bơm về nồi hơi được hâm nóng bằng hơi trích từ các tầng giữa của tuốc bin.

1. Sơ đồ nguyên lý

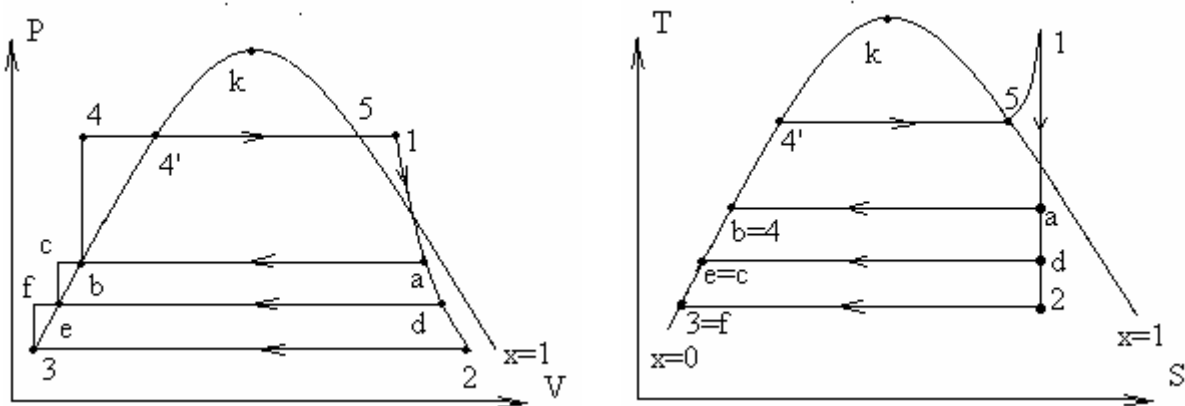
Sơ đồ nguyên lý của chu trình thiết bị động lực hơi nước có hồi nhiệt được thể hiện trên hình 1.6. và 1.7.



Hình 1.6. Chu trình thiết bị động lực hơi nước có quá nhiệt lần 2

Trên hình 1.6. ta có:

- I; II – Các bầu hồi nhiệt.
- B1; B2; B3 – Các bơm nước nổi hơi.



Hình 1.7. Biểu diễn chu trình thiết bị động lực hơi nước có quá nhiệt lần 2 trên đồ thị P-V, T-S

2. Nguyên lý làm việc

Hơi nước từ điểm 1, giãn nở đoạn nhiệt trong tuốc bin đến điểm 2. Trong quá trình giãn nở của hơi nước từ 1-2, tại điểm a trích một phần hơi G_a đưa đến bầu hồi nhiệt II, tại điểm d trích một phần hơi G_d đưa đến bầu hồi nhiệt I.

Nước từ bầu ngưng được bơm B1 bơm vào bầu hồi nhiệt I (đoạn 3-f). Nước từ bầu hồi nhiệt I được bơm B2 bơm vào bầu hồi nhiệt II (đoạn e-c). Nước từ bầu hồi nhiệt II được bơm B3 bơm vào nồi hơi (đoạn b-4).

Tại các bầu hồi nhiệt I, II nước cấp vào nồi hơi được hâm nóng bởi hơi trích từ các tầng giữa của tuốc bin.

3. Hiệu suất nhiệt của chu trình

Hiệu suất của chu trình được tính bằng tỷ số giữa công sinh ra trong chu trình và năng lượng cấp vào để thực hiện chu trình ($q_1 + l_{B1} + l_{B2} + l_{B3}$).

Công sinh ra của chu trình bằng:

$$l = l_{1-a} + l_{a-d} + l_{d-2}$$

$$l = i_1 - i_a + (1-G_a)(i_a - i_d) + (1-G_a - G_d)(i_d - i_2).$$

G_a – lượng hơi trích ra cho bầu hồi nhiệt II.

G_d – lượng hơi trích ra cho bầu hồi nhiệt I.

Vậy:

$$l = i_1 - G_a i_a - G_d i_d - (1-G_a - G_d) i_2.$$

$(1-G_a - G_d) = G_{ng}$ – lưu lượng của nước ngưng tụ tại bầu ngưng (hơi nước ra khỏi tuốc bin).

$$l = i_1 - (G_a i_a + G_d i_d + G_{ng} i_2).$$

$$q_1 = i_1 - i_4,$$

$$l_{B1} = i_f - i_3,$$

$$l_{B2} = i_c - i_e,$$

$$l_{B3} = i_4 - i_b.$$

$$\eta_t = \frac{i_1 - (G_a i_a + G_d i_d + G_{ng} i_2)}{i_1 - i_b + i_c - i_e + i_f - i_3}$$

G_a, G_d được tính theo phương trình cân bằng nhiệt của bầu hồi nhiệt I và II

Tại bầu hồi nhiệt II ta có: $G_a (i_a - i_b) = (1-G_a) \cdot (i_b - i_c)$

$$G_a = \frac{i_b - i_c}{i_a - i_b + i_b - i_c} = \frac{i_b - i_c}{i_a - i_c}$$

Tại bầu hồi nhiệt I ta có: $(1-G_a - G_d)(i_c - i_f) = G_d(i_d - i_e)$

Từ G_a và phương trình trên ta có thể tính được G_d .

$$G_d = \frac{(1-G_a)(i_e - i_f)}{i_d - i_e + i_e - i_f} = \frac{(1-G_a)(i_e - i_f)}{i_d - i_f}$$

Áp dụng chu trình có hồi nhiệt hiệu suất nhiệt của chu trình tăng lên 7÷12%.

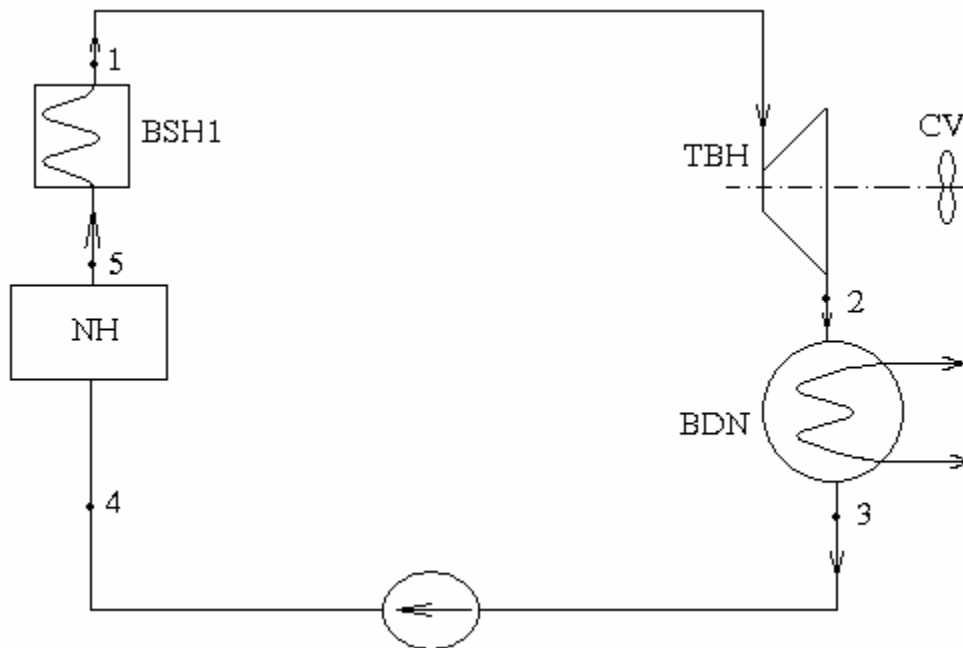
Chu trình thiết bị động lực hơi nước hiện đại hiện nay có 8÷9 cấp hồi nhiệt.

4. Ưu điểm của chu trình hồi nhiệt

- Tăng được hiệu suất của chu trình động lực hơi nước.
- Lượng hơi nước ở các tầng cuối tuốc bin giảm đi, do đó kích thước ở phần sau của tuốc bin (phần thấp áp) giảm đi, tuốc bin đỡ kồng kênh hơn.
- Giảm được kích thước của bộ hâm nước tiết kiệm trong nồi hơi.

IV. CHU TRÌNH CẤP NHIỆT, CẤP ĐIỆN

1. Sơ đồ nguyên lý



Hình 1.8. Chu trình cấp nhiệt, cấp điện

BDN – Bầu dùng nhiệt.

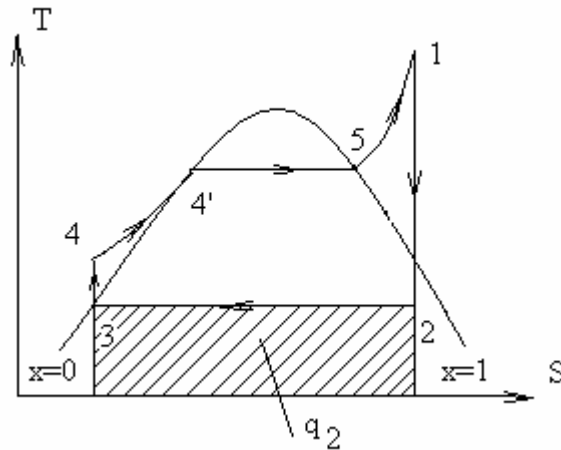
Trong chu trình cấp nhiệt, cấp điện không có bầu ngưng, hơi nước sau khi giãn nở ở tuốc bin được đưa vào bầu dùng nhiệt, nhả nhiệt ngưng tụ. Một phần nhiệt thải của hơi nước q_2 được sử dụng cho các mục đích hâm sấy.

2. Hiệu suất nhiệt của chu trình

$$\eta_t = \frac{l_1 + q_2'}{q_1 + l_B} = \frac{i_1 - i_2 + q_2'}{i_1 - i_3}$$

q_2' là phần nhiệt thải của hơi nước tận dụng được trong bầu dùng nhiệt.

Như vậy do tận dụng được một phần nhiệt thải của hơi nước ở trong bầu dùng nhiệt nên chu trình cấp nhiệt, cấp điện có hiệu suất nhiệt cao hơn chu trình cơ bản, trong thực tế $\eta_t = 70 \div 75\%$.



Hình 1.9. Biểu diễn chu trình cấp nhiệt, cấp điện trên đồ thị T-S

Chu trình cấp nhiệt cấp điện chỉ dùng được cho hệ động lực hơi nước có công suất nhỏ và vừa, vì áp suất cuối quá trình giãn nở sinh công cao (thường cao hơn áp suất khí quyển).

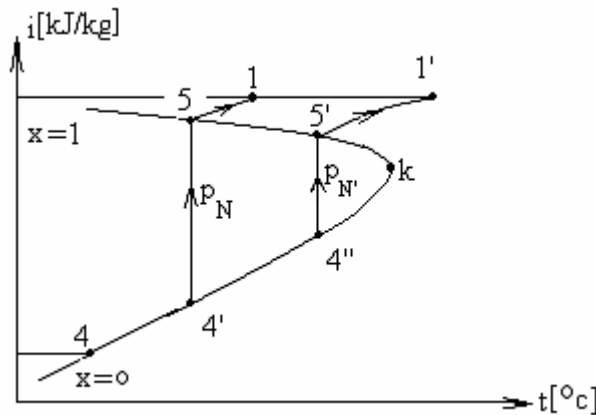
PHẦN II. NỒI HƠI TÀU THUỶ

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NỒI HƠI TÀU THUỶ

Nồi hơi tàu thuỷ có nhiệm vụ cung cấp hơi nước cho máy chính, máy phụ và cho các nhu cầu hâm sấy, sinh hoạt trên tàu.

Hệ thống nồi hơi tàu thuỷ bao gồm: Nồi hơi, thiết bị buồng đốt, thiết bị thông gió, thiết bị cấp nước, thiết bị cấp chất đốt, thiết bị tự động điều chỉnh quá trình làm việc của nồi hơi, các thiết bị đo lường và kiểm tra của nồi hơi. Quá trình sinh hơi trong nồi hơi được thể hiện trên đồ thị $i-t$ (hình 2.1).

I. QUÁ TRÌNH SINH HƠI TRONG NỒI HƠI TÀU THUỶ



Hình 2.1. Quá trình sinh hơi trong nồi hơi tàu thuỷ biểu diễn trên đồ thị $i-t$

Trên đồ thị $i-t$ biểu diễn 2 quá trình sinh hơi trong nồi hơi ở các áp suất khác nhau p_N và $p_{N'}$, ta có: $p_N < p_{N'}$.

Quá trình 4-4'-5-1 là quá trình sinh hơi trong nồi hơi có áp suất p_N .

Quá trình 4-4''-5'-1' là quá trình sinh hơi trong nồi hơi có áp suất $p_{N'}$.

Đoạn 4-4' và đoạn 4-4'' là các quá trình đun nước đến nhiệt độ sôi ở các áp suất khác nhau.

Đoạn 4'-5 và đoạn 4''-5' là các quá trình nước nhận nhiệt để hoá thành hơi.

Đoạn 5-1 và đoạn 5'-1' là các quá trình quá nhiệt cho hơi nước ở bộ sấy hơi.

So sánh quá trình sinh hơi trong hai nồi hơi có áp suất khác nhau ta có:

Nếu nhiệt lượng cấp vào là như nhau $q_1 = i_1 - i_4 = i_1' - i_4'$, ta có $i_1 = i_1'$. Khi đó Ta thấy ở nồi hơi áp suất thấp hơn có bề mặt đun sôi nhỏ hơn ($4-4' < 4-4''$), bề mặt hoá hơi lớn hơn ($4'-5 > 4''-5'$) và bề mặt quá nhiệt nhỏ hơn ($5-1 < 5'-1'$).

Giá thành chế tạo 1m^2 của bề mặt đun sôi nhỏ hơn nhiều giá thành chế tạo 1m^2 của bề mặt hoá hơi, nên dùng nồi hơi thông số cao sẽ kinh tế hơn.

Mặt khác khi cùng nhiệt lượng cấp vào q_1 , thì nhiệt độ hơi sấy ở nồi hơi áp suất cao hơn sẽ cao hơn ($t_1' > t_1$).

II. CÁC THÔNG SỐ CHÍNH CỦA NỒI HƠI TẦU THUY

1. Áp suất hơi: p_N [at; kg/cm^2]

Áp suất hơi p_N là áp suất của nước và hơi trong nồi hơi. Vì các mục đích khác nhau nồi hơi sinh ra các loại hơi khác nhau như:

- Hơi quá nhiệt, dùng để cung cấp cho hệ động lực chính.
- Hơi giảm sấy, dùng để cung cấp cho các máy phụ.
- Hơi bão hoà, dùng để cung cấp cho các máy phụ và nhu cầu sinh hoạt.

Do đó ta có thể phân ra các loại áp suất khác nhau:

- Áp suất hơi bão hoà p_N .
- Áp suất hơi giảm sấy p_{gs} .
- Áp suất hơi sấy p_{hs} .

Bỏ qua các tổn thất trong nồi hơi, ta có thể coi $p_N = p_{gs} = p_{hs}$.

Trong thực tế, do có tổn thất nên áp suất hơi sấy bao giờ cũng nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà một ít (khoảng $1 \div 4$ at).

2. Nhiệt độ hơi: t [$^{\circ}\text{C}$]

Ta có 3 loại nhiệt độ hơi

- nhiệt độ hơi bão hoà t_s là nhiệt độ hơi trong bầu nồi,
- nhiệt độ hơi quá nhiệt t_{qn} (t_{hs}) là nhiệt độ hơi ra khỏi bộ sấy hơi,
- nhiệt độ hơi giảm sấy t_{gs} là nhiệt độ hơi ra khỏi bộ giảm sấy.

3. Sản lượng hơi: D_N [T/h; kg/h]

Sản lượng hơi D_N là lượng hơi sinh ra trong một đơn vị thời gian. Ta có các loại sản lượng hơi sau:

- Sản lượng hơi định mức $D_{\text{đm}}$, là lượng hơi lớn nhất sinh ra trong một đơn vị thời gian, trong điều kiện nồi hơi làm việc ổn định, lâu dài.
- Sản lượng hơi cực đại D_{max} , là lượng hơi lớn nhất cho phép nồi hơi có thể sinh ra trong một khoảng thời gian nhất định.

$$D_{\text{max}} = 1,25 \div 1,4 D_{\text{đm}}$$

Sản lượng hơi định mức có thể tính bằng: $D_{\text{đm}} = D_x + D_{hs} + D_{gs}$

D_x – sản lượng hơi bão hoà [kg/h].

D_{hs} – sản lượng hơi sấy [kg/h].

D_{gs} – sản lượng hơi giảm sấy [kg/h].

4. Nhiệt lượng có ích: Q_1 [kJ/h , kcal/h]

Là nhiệt lượng dùng để đun sôi, hoá hơi nước và quá nhiệt cho hơi trong nồi hơi.

$$Q_1 = D_x (i_x - i_{nc})_x + D_{gs} (i_{gs} - i_{nc}) + D_{hs} (i_{hs} - i_{nc}).$$

i_x, i_{gs}, i_{hs} – Entalpi của hơi bão hoà, hơi giảm sấy, hơi sấy [kJ/kg; kcal/kg].
 i_{nc} – Entalpi của nước cấp [kJ/kg; kcal/kg].

5. Hiệu suất của nồi hơi η_N :

$\eta_N = \frac{Q_1}{BQ_H^p} = \text{nhiệt lượng hữu ích/nhiệt lượng cấp vào.}$

$Q_1 = D_x (i_x - i_{nc}) + D_{hs} (i_{hs} - i_{nc}) + D_{gs} (i_{gs} - i_{nc})$ [kcal/h],

B – lượng chất đốt cấp vào trong nồi hơi [kg/h],

Q_H^p - nhiệt trị thấp của nhiên liệu [kcal/kg].

6. Diện tích bề mặt hấp nhiệt: H [m²]

Là diện tích bề mặt kim loại tính về phía khí lò của vách ống, của ống nước sôi, ống hâm nước tiết kiệm, ống sấy hơi, ống sưởi không khí hoặc của ống lửa, hộp lửa, buồng đốt hấp nhiệt của khí lò trao cho nước để hoá thành hơi.

Ta có các loại bề mặt hấp nhiệt sau:

- Bề mặt hấp nhiệt bức xạ H_b là bề mặt hấp nhiệt quanh buồng đốt tiếp xúc trực tiếp với ngọn lửa có nhiệt độ cao, hình thức trao đổi nhiệt chủ yếu là bức xạ nhiệt.
- Bề mặt hấp nhiệt đối lưu H_d là bề mặt hấp nhiệt ở xa buồng đốt, hình thức trao đổi nhiệt ở đây chủ yếu là toả nhiệt đối lưu.

7. Nhiệt tải dung tích buồng đốt: q_v [kcal/m³h]

Nhiệt tải dung tích buồng đốt q_v là nhiệt lượng cấp vào một đơn vị thể tích buồng đốt, trong một đơn vị thời gian:

$$q_v = \frac{B \cdot Q_H^p}{V_{bd}}$$

V_{bd} – thể tích buồng đốt [m³]

8. Suất bốc hơi: d [kg/m².h]

Suất bốc hơi là lượng hơi nước sinh ra trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi.

$$d = \frac{D_N}{H}$$

9. Suất tiêu dùng chất đốt: g_e [kg/mlci.h]

Suất tiêu dùng chất đốt là lượng chất đốt cần cung cấp cho hệ động lực để sinh ra một mã lực có ích, trong thời gian một giờ.

$$g_e = \frac{B}{N_e}$$

10. Năng lượng tiềm tàng của nồi hơi

Năng lượng tiềm tàng của nôi hơi là khả năng sinh thêm hơi nhờ nhiệt lượng chứa trong nước, trong kim loại, trong vách buồng đốt khi cần tăng tải đột ngột.

$$D = D_N \frac{r_N}{r} - \frac{G_n}{r} \frac{d_i}{d_p} \cdot \frac{dp}{dz}$$

r, r_0 – [kcal/kg] nhiệt hoá hơi khi bình thường và khi tăng tải đột ngột.

$\frac{d_i}{d_p}$ – [kcal/kg.at] độ biến thiên entalpi của nước nôi hơi khi áp suất nôi hơi biến đổi 1 đơn

vị (1 at, 1 kG/cm²).

$\frac{dp}{dz}$ – [at/s] = tốc độ thay đổi áp suất trong nôi hơi.

III. CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI NÔI HƠI TÀU THỦY

Nôi hơi tàu thuỷ có các yêu cầu như sau:

- An toàn trong sử dụng.
- Gọn nhẹ, dễ bố trí trên tàu.
- Kết cấu đơn giản. Coi sóc, sửa chữa, sử dụng đơn giản.
- Tính kinh tế cao (hiệu suất cao).
- Tính cơ động cao.
- Thời gian nhóm lò lấy hơi nhanh, thay đổi tải nhanh, năng lực tiềm tàng lớn, khả năng quá tải lớn tới 125% đến 140% (điều này không thể có được ở hệ động lực diesel tàu thuỷ).

CHƯƠNG 2. CHẤT ĐỐT DÙNG CHO NỒI HƠI TÀU THỦY

I. YÊU CẦU ĐỐI VỚI CHẤT ĐỐT DÙNG CHO NỒI HƠI TÀU THỦY

1. Các yêu cầu đối với chất đốt dùng cho nồi hơi tàu thủy

Chất đốt dùng cho nồi hơi tàu thủy phải đáp ứng được các yêu cầu như sau:

- Lượng sinh nhiệt cao.
- Không tự bén cháy.
- Ít tro bụi, ít lưu huỳnh.
- Giá thành rẻ.

2. Thành phần của chất đốt dùng cho nồi hơi tàu thủy

Trong chất đốt có thành phần cháy được và thành phần không cháy được.

Thành phần cháy được bao gồm: cacbon C, hydro H và lưu huỳnh S.

Thành phần không cháy được bao gồm nitơ N, chất tro A, chất ẩm W.

Oxy là chất duy trì sự cháy, tham gia trực tiếp vào các phản ứng cháy. Nhưng oxy trong nhiên liệu là thành phần có hại, vì oxy tham gia trong các phản ứng cháy có thể lấy trực tiếp từ không khí cấp vào nồi hơi. Oxy trong nhiên liệu làm giảm thành phần các chất cháy được, vì vậy làm giảm nhiệt trị của nhiên liệu.

Thành phần các chất cháy được càng cao chất đốt càng sinh ra được nhiều nhiệt.

Khi 1 kg cacbon cháy toả ra 8100 kCal/kg nhiệt lượng.

Khi 1 kg hydro cháy toả ra 28700 kCal/kg nhiệt lượng.

Khi 1 kg lưu huỳnh cháy toả ra 2130 kCal/kg nhiệt lượng.

Khi lưu huỳnh cháy sẽ tạo ra SO₂, kết hợp với hơi nước H₂O tạo thành hơi axit H₂SO₄,

Hỗn hợp H₂SO₄ và H₂O có nhiệt độ đọng sương nhỏ, khoảng 120÷150⁰C. Khi nhiệt độ khói lò giảm xuống dưới nhiệt độ điểm sương, hỗn hợp H₂SO₄ và H₂O sẽ ngưng tụ, tạo thành dung dịch axit sunphuric, bám lên bề mặt hấp nhiệt gây nên ăn mòn mãnh liệt thép nồi hơi, gọi là ăn mòn điểm sương. Trong nồi hơi ăn mòn điểm sương thường xảy ra ở phía cuối của đường khói lò, tại bộ hâm nước tiết kiệm hoặc bộ sưởi không khí.

Sự có mặt của chất tro làm giảm thành phần các chất cháy được, làm giảm nhiệt trị của nhiên liệu. Trong dầu đốt lò chất tro A < 1,0%.

Nitơ là khí trơ, không tham gia vào phản ứng hoá học, nitơ có trong nhiên liệu làm giảm thành phần các chất cháy được, làm giảm nhiệt trị của nhiên liệu.

Chất ẩm có trong chất đốt làm giảm lượng sinh nhiệt của nhiên liệu, giảm nhiệt trị của nhiên liệu, vì chất ẩm không cháy được mà còn hấp thụ nhiệt để hoá thành hơi.

3. Chất làm việc, chất khô, chất cháy

Chất đốt có đủ các thành phần là chất làm việc, thành phần của chất làm việc bao gồm:

$$C^{lv} + H^{lv} + S^{lv} + O^{lv} + N^{lv} + A^{lv} + W^{lv} = 100\%$$

Chất khô là chất làm việc sau khi đã loại bỏ thành phần ẩm, thành phần của chất đốt khô bao gồm:

$$C^k + H^k + S^k + O^k + N^k + A^k = 100\%$$

Chất cháy là chất làm việc sau khi đã loại bỏ thành phần ẩm và thành phần tro, thành phần của chất đốt cháy bao gồm:

$$C^c + H^c + S^c + O^c + N^c = 100\%$$

4. Nhiệt trị của nhiên liệu

a. Nhiệt trị thấp: Q_H^P [kCal/kg]

Nhiệt trị thấp là nhiệt lượng do 1 kg chất đốt làm việc cháy hoàn toàn toả ra trong điều kiện thực tế.

Theo Mendeleef:

$$Q_H^P = 81C^{lv} + 300H^{lv} + 26(O^{lv} - S^{lv})$$

b. Nhiệt trị cao: Q_B^P [kCal/kg]

Nhiệt trị cao là nhiệt lượng do 1 kg chất đốt làm việc cháy hoàn toàn toả ra trong nhiệt lượng kế. Nhiệt trị cao tính đến cả lượng nhiệt của hơi nước có trong khí lò ngưng tụ lại toả ra.

$$Q_B^P = Q_H^P + 6(9H^{lv} + W^{lv})$$

Nhiệt lượng của chất đốt cháy trong buồng đốt toả ra là nhiệt trị thấp Q_H^P , vì không có phần nhiệt lượng do hơi nước ngưng tụ lại toả ra.

II. TÍNH CHẤT CỦA DẦU ĐỐT NỘI HƠI

1. Ưu nhược điểm của nội hơi dầu đốt

Dầu đốt của nội hơi tàu thuỷ chủ yếu là dầu nặng FO (Dầu mazút ít lưu huỳnh), thành phần bao gồm khoảng: 85%C, 13%H, 1÷2% chất ẩm W, và chất tro A; nhiệt trị của dầu: $Q_H^P = 9200\div 9700$ kCal/kg, $Q_B^P = 9500\div 9800$ kCal/kg.

Ngoài ra còn dùng dầu Diesel cho các nội hơi phụ và cho khi nhóm lò (với nội hơi đốt dầu nặng).

Nội hơi đốt dầu có các ưu nhược điểm sau:

- Tính kinh tế nội hơi đốt dầu cao hơn nội hơi đốt than, vì lượng sinh muối ít hơn, cho phép bố trí bề mặt hấp nhiệt với đường kính bé, bước ống ngắn, dung tích kết dầu nhỏ hơn dung tích kết than.
- Hiệu suất của nội hơi đốt dầu cao hơn nội hơi đốt than khoảng 10÷18%.
- Dễ cơ giới hoá, tự động hoá quá trình đốt lò.
- Tính cơ động cao hơn, thời gian nhóm lò lấy hơi nhanh hơn.

2. Các tính chất của dầu đốt nội hơi

Các tính chất quan trọng nhất của dầu đốt nội hơi là: Nhiệt trị, độ nhớt, điểm bén cháy, điểm đông đặc, lượng tro, lượng nước, hàm lượng lưu huỳnh, hàm lượng axit, lượng kiềm và tỷ trọng. Ta sẽ nghiên cứu các tính chất trên của dầu đốt nội hơi:

a. Độ nhớt

Độ nhớt đặc trưng cho sức cản mọi lực khi 2 lớp chất lỏng chuyển dịch tương đối với nhau. Độ nhớt là tính chất quan trọng của dầu đốt, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hoá hơi, khả năng bơm của dầu đốt, ảnh hưởng đến quá trình lọc dầu trong két lắng, trong các bầu phân ly, ảnh hưởng đến quá trình phun sương nhiên liệu vào buồng đốt.

Ta có thể phân làm 2 loại độ nhớt: độ nhớt tương đối và độ nhớt tuyệt đối.

+ Độ nhớt tuyệt đối lại có thể phân ra thành độ nhớt động học và độ nhớt động lực.

Độ nhớt động học là sức cản nội lực của chất lỏng khi cần một lực bằng 1N để chuyển dịch 2 lớp chất lỏng có diện tích bằng $1m^2$, cách xa nhau 1m.

Đơn vị đo của độ nhớt động học là: $[N.s/m^2; Pa.s \text{ hoặc } kg/m.s]$

Độ nhớt động lực là tích của độ nhớt động học và thể tích riêng của dầu đốt, đơn vị đo của độ nhớt động lực là $[m^2/s \text{ hoặc } Cst]$

$Cst = \text{centy stokes}$

+ Độ nhớt tương đối được xác định bằng thời gian chảy của dầu qua khe hẹp của nhớt kế. Tùy thuộc vào các loại nhớt kế khác nhau ta có các loại độ nhớt khác nhau.

Ở Liên Xô và các nước Xã hội chủ nghĩa cũ thường dùng độ nhớt Engler $[^{\circ}E]$. Độ nhớt Engler là tỷ số giữa thời gian chảy của 200 mililit dầu ở $50^{\circ}C$ qua ống nhỏ giọt của nhớt kế Engler trên thời gian chảy của 200 mililit nước ở $20^{\circ}C$ qua ống nhỏ giọt đó.

Ở Mỹ, Anh và các nước phương tây thường dùng độ nhớt: giấy Reedwood I, giấy Reedwood II, giấy Saybolt.

Độ nhớt phụ thuộc chủ yếu vào nhiệt độ. Nhiệt độ càng cao độ nhớt càng nhỏ.

b. Điểm bén cháy và điểm cháy

Điểm bén cháy là nhiệt độ nhỏ nhất khi ta đưa ngọn lửa vào hơi dầu thì hơi dầu sẽ bén cháy, khi ta cất ngọn lửa đi thì hơi dầu sẽ tắt.

Điểm cháy là nhiệt độ nhỏ nhất khi ta đưa ngọn lửa vào hơi dầu thì hơi dầu sẽ bén cháy, khi ta cất ngọn lửa đi thì hơi dầu vẫn tiếp tục cháy.

Điểm cháy thường cao hơn điểm bén cháy $10\div 60^{\circ}C$.

Điểm bén cháy của dầu đốt nội hơi phải lớn hơn $80^{\circ}C$, để đảm bảo dầu không tự bén cháy trong quá trình khai thác, đảm bảo an toàn cho tàu.

c. Điểm đông đặc

Điểm đông đặc là nhiệt độ cao nhất mà khi ta nghiêng bình dầu 45° thì dầu không thay đổi hình dáng của mình trong một khoảng thời gian.

Điểm đông đặc của dầu đặt biệt quan trọng trong quá trình bơm dầu. Điểm đông đặc của dầu không được lớn quá, để khi nhiệt độ của dầu thấp thì quá trình bơm dầu vẫn đảm bảo.

d. Tỷ trọng của dầu

Ký hiệu là $\gamma'_4 [g/cm^3; t/m^3]$. Tỷ trọng của dầu là tỷ số giữa trọng lượng của một đơn vị thể tích dầu đốt ở $t^{\circ}C$ và tỷ trọng của cùng một đơn vị thể tích nước ở $4^{\circ}C$. Ta có:

$$\gamma'_4 = \gamma_4^{15} - \alpha(t - 15)$$

Ở đây:

γ_4^{15} - tỷ trọng của dầu ở 15°C.

Hệ số ∞ là hệ số phụ thuộc vào trị số của γ_4^{15} , xác định bằng cách tra bảng, tra đồ thị.

Ở Mỹ dùng đơn vị API (American Petroleum Institute) để đo tỷ trọng của dầu:

$${}^0 API = \frac{141,5}{\gamma_4^{15}} - 131,5$$

Như vậy nước cất ở 15°C có tỷ trọng bằng 10⁰API.

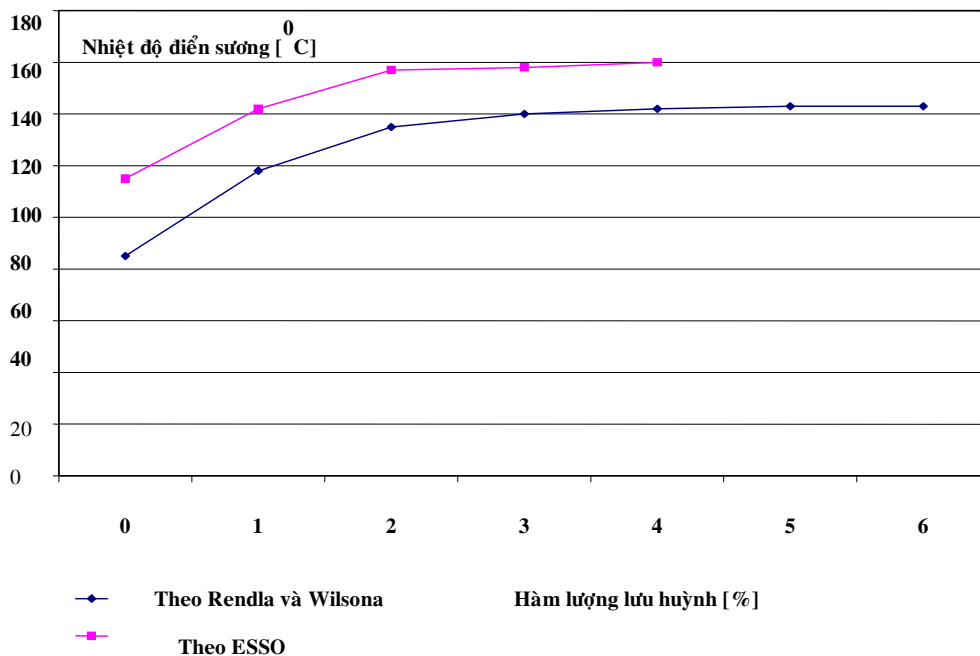
Dầu có tỷ trọng > 10⁰API nhẹ hơn nước. Dầu có tỷ trọng < 10⁰API nặng hơn nước.

e. Tạp chất rắn (chất tro A)

Tạp chất rắn là thành phần có hại trong dầu đốt, làm mòn lỗ vòi phun của súng phun. Khi dầu đốt cháy tạp chất rắn nóng chảy bám lên bề mặt hấp nhiệt làm bẩn bề mặt hấp nhiệt, làm giảm hệ số truyền nhiệt K của thiết bị.

f. Hàm lượng lưu huỳnh, hàm lượng vanadi

Hàm lượng lưu huỳnh, hàm lượng vanadi là các tạp chất trong dầu đốt. Như chúng ta đã phân tích ở phần trên lưu huỳnh có trong dầu đốt gây nên ăn mòn điểm sương còn gọi là ăn mòn ở nhiệt độ thấp, vì chỉ xảy ra ở phía cuối đường khói của nồi hơi, nơi nhiệt độ khí lò thấp nhất. Nhiệt độ điểm sương của khói lò phụ thuộc chủ yếu vào hàm lượng lưu huỳnh trong dầu đốt (hình 2.2).



Hình 2.2. Mối quan hệ giữa nhiệt độ điểm sương và hàm lượng lưu huỳnh

Vanadi là thành phần có hại trong dầu đốt, khi vanadi cháy sẽ tạo V_2O_5 , V_2O_5 ở nhiệt độ cao $t \geq 650^{\circ}C$ bị nóng chảy bám lên bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi, trở thành chất xúc tác làm tăng phản ứng ăn mòn thép nồi hơi, gọi là ăn mòn nhiệt độ cao, vì chỉ xảy ra ở vùng có nhiệt độ cao $t \geq 650^{\circ}C$.

CHƯƠNG 3. QUÁ TRÌNH CHÁY TRONG BUỒNG ĐỐT NỒI HƠI

Quá trình cháy trong buồng đốt nồi hơi là quá trình ôxy hoá các chất cháy được của chất đốt, toả ra nhiệt lượng. Quá trình cháy xảy ra vô cùng nhanh và mãnh liệt.

Quá trình cháy có thể hoàn toàn, có thể không hoàn toàn.

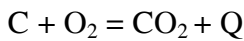
Xác định quá trình cháy trong buồng đốt nồi hơi ta phải xác định được lượng không khí cấp lò, lượng khí lò sinh ra trong nồi hơi và các thành phần có trong khí lò của nồi hơi.

I. LƯỢNG KHÔNG KHÍ CẤP LÒ

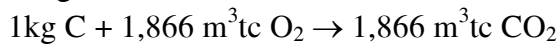
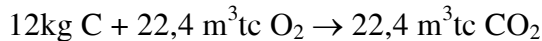
1. Thể tích không khí lý thuyết cấp lò $V_{kk}^{lt} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$

Cơ sở để xác định lượng không khí lý thuyết cấp lò là các phương trình phản ứng cháy.

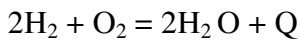
Từ phương trình phản ứng cháy cacbon ta có:



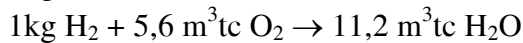
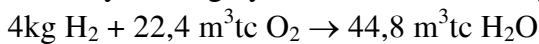
Như vậy cứ 12 kg cacbon cần 22,4 m³tc ôxy và sinh ra 22,4 m³tc khí CO₂



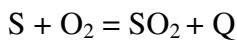
Từ phản ứng cháy hydrô ta có:



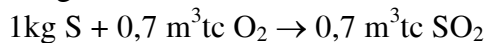
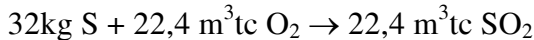
Như vậy cứ 4 kg hydrô cần 22,4 m³tc ôxy và sinh ra 44,8 m³tc khí H₂O



Từ phản ứng cháy lưu huỳnh ta có:



Như vậy cứ 32 kg lưu huỳnh cháy cần 22,4 m³tc ôxy và sinh ra 22,4 m³tc khí SO₂



Trong 1kg chất đốt làm việc có C^{lv} % cacbon, H^{lv} % Hydrô, S^{lv} % lưu huỳnh, O^{lv} % Ôxy;

tức là có $\frac{C^{lv}}{100} kg$ cacbon, $\frac{H^{lv}}{100} kg$ hydrô, $\frac{S^{lv}}{100} kg$ lưu huỳnh và $\frac{O^{lv}}{100} kg$ ôxy trong 1kg chất

đốt.

Vậy lượng ôxy lý thuyết cấp lò là tổng lượng ôxy cần thiết cho các phản ứng cháy C, H₂, S trừ đi lượng ôxy đã có trong chất đốt:

$$O^{lt} = \frac{C^{lv}}{100} \cdot 1,866 + \frac{H^{lv}}{100} \cdot 11,2 + \frac{S^{lv}}{100} \cdot 0,7 - \frac{O^{lv}}{100} \cdot 1 \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$$

Ở đây 1,429 [kg/m³tc] – tỷ trọng của ôxy ở điều kiện tiêu chuẩn.

Trong không khí ôxy chiếm 21% về thể tích và 23% về trọng lượng; nên lượng không khí cấp lò là:

$$V_{kkho}^{lt} = \frac{O^{lt}}{0,21} = 0,0889 \cdot C^{lv} + 0,3646 \left(H^{lv} - \frac{O^{lv}}{8} \right) + 0,03345 S^{lv} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$$

Hoặc:

$$V_{kkkho}^{lt} = 0,0889 \cdot (C^{lv} + 0,375S^{lv}) + 0,265H^{lv} - 0,0333O^{lv} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$$

Trọng lượng của không khí khô lý thuyết cần thiết để đốt cháy 1 kg chất đốt là:

$$G_{kkkho}^{lt} = 1,293V_{kkkho}^{lt} \left[\frac{kg}{k gcd} \right]$$

1,293 [kg/m³tc] – tỷ trọng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn.

Không khí cấp lò có lẫn hơi ẩm, độ chứa ẩm của không khí là d [g/kgkkkho], lượng hơi ẩm này có thể tính bằng:

$$V_{H_2O}^{lt} = 0,001 \cdot \frac{1}{0,804} \cdot 1,293dV_{kkkho}^{lt} = 0,00161dV_{kkkho}^{lt} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$$

0,804 – tỷ trọng của hơi nước ở điều kiện tiêu chuẩn [kg/m³tc]

0,001 – hệ số chuyển đổi từ gram sang kilogram.

Vậy lượng không khí khô lý thuyết cấp vào nồi hơi là:

$$V_{kk}^{lt} = V_{kkkho}^{lt} + V_{H_2O}^{lt} = (1 + 0,00161d)V_{kkkho}^{lt} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$$

2. Thể tích không khí thực tế cấp lò $V_{kk} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$

Không khí thực tế cấp lò bao giờ cũng có dư lượng, thể hiện qua hệ số không khí thừa α , do đó:

$$V_{kk} = \alpha \cdot V_{kk}^{lt} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$$

Hệ số không khí thừa α phụ thuộc vào kiểu loại, kết cấu của buồng đốt, của vòi phun. Hệ số không khí thừa α của nồi hơi bằng $\alpha = 1,10 \div 1,25$.

Hệ số không khí thừa α của nồi hơi nhỏ hơn của động cơ diesel tàu thủy, vì buồng đốt nồi hơi rộng hơn, quá trình hoà trộn chất đốt và không khí tốt hơn, quá trình cháy trong buồng đốt nồi hơi lại xảy ra liên tục.

II. LƯỢNG KHÍ LÒ (KHỐI LÒ) V_k

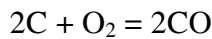
1. Xác định V_k theo phương trình phản ứng cháy

Trong khối lò có các thành phần khí CO₂, CO, SO₂, H₂O, O₂, N₂.

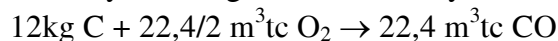
Theo định luật Danton ta có:

$$V_k = V_{CO_2} + V_{CO} + V_{SO_2} + V_{O_2} + V_{N_2} + V_{H_2O} \left[\frac{m^3 tc}{k gcd} \right]$$

Từ phương trình phản ứng cháy ta có:



Như vậy cứ 12 kg cacbon khi cháy sinh ra 22,4 m³tc khí CO





Từ đây ta thấy khi 12kg cacbon cháy hoàn toàn hoặc không hoàn toàn đều sinh ra một khối lượng khí như nhau là 22,4 m³tc.

Vậy $\frac{C^{lv}}{100}$ kg cacbon trong 1kg nhiên liệu khi cháy sinh ra $1,866 \frac{C^{lv}}{100} \text{ m}^3\text{tc (CO}_2\text{+ CO)}$

Do đó khi đốt 1kg chất đốt trong khói lò ta có:

$$V_{CO_2} + V_{CO} = 1,866 \frac{C^{lv}}{100} \left[\frac{\text{m}^3\text{tc}}{\text{k gcd}} \right]$$

$$V_{SO_2} = 0,7 \frac{S^{lv}}{100} \left[\frac{\text{m}^3\text{tc}}{\text{k gcd}} \right]$$

Lượng ôxy có trong khói lò là do cấp thừa không khí:

$$V_{O_2} = \alpha O^{lt} - O^{lt} = (\alpha - 1)O^{lt} = 0,21(\alpha - 1)V_{kkkho}^{lt} \left[\frac{\text{m}^3\text{tc}}{\text{k gcd}} \right]$$

Lượng Nitơ có trong khói lò là do không khí cấp lò mang vào và do trong chất đốt có chứa N% nitơ, vậy:

$$V_{N_2} = 0,79\alpha V_{kkkho}^{lt} + \frac{N^{lv}}{100 \cdot 1,25} \left[\frac{\text{m}^3\text{tc}}{\text{k gcd}} \right]$$

1,25 kg/m³tc – tỷ trọng của Nitơ ở điều kiện tiêu chuẩn.

Lượng hơi nước trong khói lò là do hơi nước có trong không khí mang vào, do cháy hydrô sinh ra, do chất đốt có chứa chất ẩm và do lượng hơi nước cấp vào để phun sương:

$$V_{H_2O} = \frac{1}{0,804} \left(W_{kk} + 9 \frac{H^{lv}}{100} + \frac{W^{lv}}{100} + W_{ph} \right) \left[\frac{\text{m}^3\text{tc}}{\text{k gcd}} \right], \quad \text{Ở đây:}$$

$$W_{kk} = 0,001 \cdot 1,293 \cdot d \cdot \alpha \cdot V_{kkkho}^{lt} \left[\frac{\text{kg}}{\text{k gcd}} \right] - \text{lượng hơi nước do không khí cấp lò mang vào,}$$

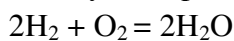
9.H^{lv}/100 – lượng hơi nước do cháy hydrô sinh ra [kg/kgcd],

w^{lv}/100 - lượng hơi nước do chất đốt mang vào [kg/kgcd],

W_{ph} – lượng hơi nước cấp vào buồng đốt để phun sương [kg/kgcd].

0,804 – tỷ trọng của hơi nước ở điều kiện tiêu chuẩn [kg/m³tc].

9 – suy ra từ phản ứng cháy Hydrô:



4 kg Hydrô cháy sinh ra 36 kg H₂O

1 kg Hydrô cháy sinh ra 9 kg H₂O

Vậy lượng hơi nước có trong khói lò là:

$$V_{H_2O} = \frac{1}{0,804} \left(W_{kk} + 9 \frac{H^{lv}}{100} + \frac{W^{lv}}{100} + W_{ph} \right) \left[\frac{\text{m}^3\text{tc}}{\text{k gcd}} \right]$$

$$V_{H_2O} = \frac{1}{0,804} \left(0,001 \cdot 1,293 \cdot d \cdot \alpha \cdot V_{kkkho}^{lt} + 9 \frac{H^{lv}}{100} + \frac{W^{lv}}{100} + W_{ph} \right) \left[\frac{\text{m}^3\text{tc}}{\text{k gcd}} \right]$$

2. Xác định lượng khí lò dựa vào kết quả phân tích khối lò

Từ kết quả phân tích khối lò ta có các giá trị sau:

$$X - \text{hàm lượng của khí 3 nguyên tử: } X = \frac{V_{RO_2}}{V_K^{kho}} \cdot 100\% = \frac{V_{CO_2} + V_{SO_2}}{V_k^{kho}} \cdot 100\%$$

$$Y - \text{hàm lượng của khí CO: } Y = \frac{V_{CO}}{V_K^{kho}} \cdot 100\%$$

V_k^{kho} - lượng khí lò khô sinh ra khi đốt cháy 1 kg chất đốt.

$$X + Y = \frac{V_{RO_2} + V_{CO}}{V_K^{kho}} \cdot 100\% = \frac{0,01866C^{lv} + 0,0075S^{lv}}{V_k^{kho}} \cdot 100\%$$

$$V_k^{kho} = 1,866 \cdot \frac{C^{lv} + 0,375S^{lv}}{X + Y}$$

Thể tích khối lò sinh ra khi đốt cháy 1 kg chất đốt:

$$V_k = V_k^{kho} + V_{H_2O} = 1,866 \frac{C^{lv} + 0,375S^{lv}}{X + Y} + \frac{1}{0,804} \cdot \left(0,001 \cdot 1,293 \cdot d \cdot V_{kkkho}^{lt} + 9 \frac{H^{lv}}{100} + \frac{W^{lv}}{100} + W_{ph} \right)$$

3. Khối lượng của khí lò

Khối lượng của khí lò sinh ra khi đốt 1kg chất đốt bằng: 1kg chất đốt + khối lượng của không khí cấp vào nồi hơi.

$$G_k = 1 - \frac{A^{lv}}{100} + 1,293 \cdot \alpha \cdot V_{kkkho}^{lt} (1 + 0,001d) \left[\frac{kg}{k \text{ gcd}} \right]$$

Trừ đi hàm lượng chất tro, vì chất tro không cháy, mà nóng chảy bám lên bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi, nên không có mặt trong khí lò.

Tỷ trọng của khí lò:

$$\gamma_k = \frac{G_k}{V_k} \left[\frac{kg}{m^3 tc} \right]$$

4. Phân áp suất của các chất khí thành phần của khí lò

Với nồi hơi không tăng áp, coi áp suất của khí lò $P_k = 1 \text{ at}$.

Ta có phân áp suất của các chất khí thành phần có trong khí lò là:

$$P_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_k} = r_{CO_2} \quad [ata]$$

$$P_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_k} = r_{H_2O} \quad [ata]$$

$$P_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_k} = r_{O_2} \quad [ata]$$

5. Nhiệt dung riêng của khí lò $\Sigma V \cdot C$ [kCal/kgcd⁰C]

Nhiệt dung riêng của khí lò là nhiệt lượng cần thiết để đưa lượng khí lò do 1 kg chất đốt cháy sinh ra tăng thêm 1⁰C, được tính bằng $\Sigma V \cdot C$:

$$\Sigma V \cdot C = V_{CO_2} C_{CO_2} + V_{SO_2} C_{SO_2} + V_{O_2} C_{O_2} + V_{N_2} C_{N_2} + V_{H_2O} C_{H_2O} \left[\frac{kCal}{k\text{gcd}^0 C} \right]$$

6. Entalpi của khí lò I_k [kCal/kgcd]

Entalpi của khí lò là nhiệt lượng cần thiết để đưa nhiệt độ của lượng khí lò sinh ra khi đốt 1 kg chất đốt từ 0⁰C đến θ^0 C trong điều kiện đẳng áp.

$$I_k = \Sigma V \cdot C \cdot \theta = (V_{CO_2} C_{CO_2} + V_{SO_2} C_{SO_2} + V_{O_2} C_{O_2} + V_{N_2} C_{N_2} + V_{H_2O} C_{H_2O}) \cdot \theta \left[\frac{kCal}{k\text{gcd}} \right]$$

Để dễ lập toán đồ I- θ của chất đốt ở các hệ số không khí thừa khác nhau, phục vụ cho việc tính nghiệm nhiệt nổi hơi; thường tính entalpi của khí lò theo công thức sau:

$$I_k^\alpha = I_k^1 + (\alpha - 1) I_{kk}^1 \left[\frac{kCal}{k\text{gcd}} \right]$$

Ở đây:

I_k^1 - Entalpi của khí lò khi đốt 1kg chất đốt với hệ số không khí thừa $\alpha=1,0$.

$$I_k^1 = \Sigma V^1 \cdot C \cdot \theta = (V_{CO_2}^1 C_{CO_2} + V_{SO_2}^1 C_{SO_2} + V_{N_2}^1 C_{N_2} + V_{H_2O}^1 C_{H_2O}) \cdot \theta \left[\frac{kCal}{k\text{gcd}} \right]$$

$I_{kk}^1 \left[\frac{kCal}{k\text{gcd}} \right]$ - Entalpi của không khí cấp lò để đốt 1 kg chất đốt với hệ số không khí thừa

$\alpha=1,0$.

$$I_{kk}^1 = V_{kkk}^{lt} \cdot C_{kk}^{am} \cdot \theta \left[\frac{kCal}{k\text{gcd}} \right]$$

C_{kk}^{am} - nhiệt dung riêng của không khí ẩm.

$$C_{kk}^{am} = C_{kk} + 0,00161d \cdot C_{H_2O} \left[\frac{kCal}{m^3 tc \cdot ^0 C} \right]$$

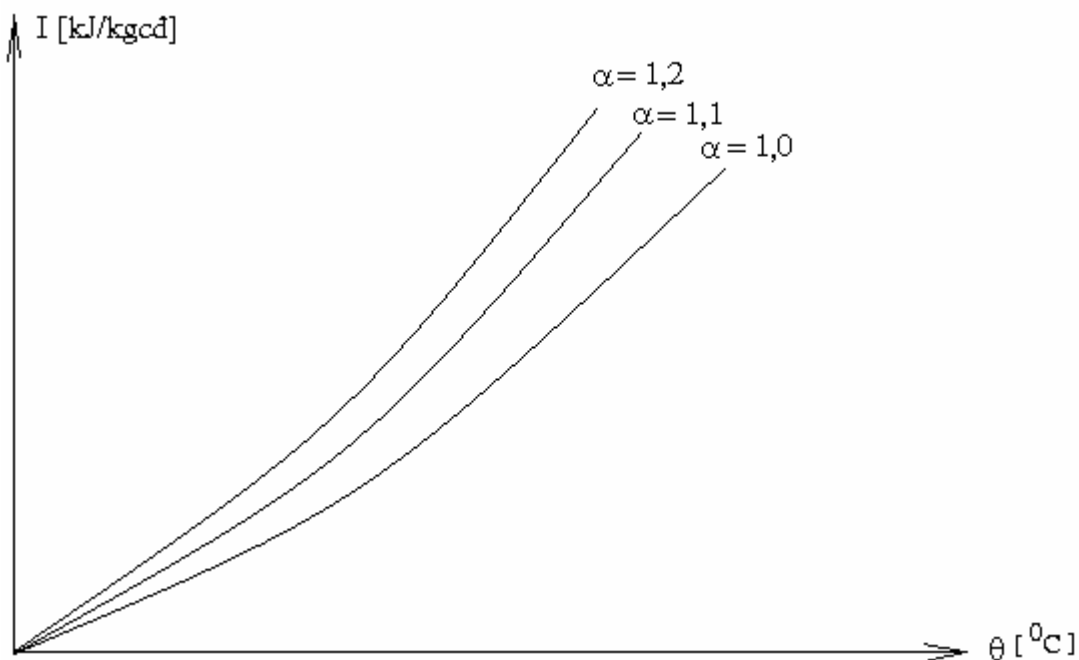
III. LẬP TOÁN ĐỒ I- θ

Bảng 2.1. Xác định entalpi của khí lò ở các hệ số không khí thừa α khác nhau

	RO ₂ =CO ₂ +SO ₂		N ₂		H ₂ O		I _K ¹	I _{kk} - Không khí ẩm		I _k [∞]
θ ⁰ C	$\theta \cdot C_{RO_2}$ kJ/m ³ tc	$V_{RO_2} \theta C_{RO_2}$ kJ/kgcd	$\theta \cdot C_{N_2}$ kJ/m ³ tc	$V_{N_2} \theta C_{N_2}$ kJ/kgcd	$\theta \cdot C_{H_2O}$ kJ/m ³ tc	$V_{H_2O} \theta C_{H_2O}$ kJ/kgcd	3+5+7	$\theta \cdot C_{kk}^{am}$ kJ/m ³ tc	$V_{kk}^{am} \theta C_{kk}^{am}$ kJ/kgcd	$\alpha=1,1$ kJ/kgcd
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8+($\alpha-1$)10
100	169		130		151			132		
200	357		260		304			266		

300	559		392		463			403		
400	772		527		626			542		
500	996		664		794			684		
600	1222		804		967			830		
700	1461		946		1147			979		
800	1704		1093		1335			1130		
900	1951		1243		1524			1281		
1000	2202		1394		1725			1436		
1100	2457		1545		1926			1595		
1200	2717		1695		2132			1754		
1300	2976		1850		2344			1913		
1400	3240		2009		2558			2076		
1500	3504		2164		2779			2239		
1600	3767		2323		3001			2403		
1700	4035		2482		3227			2566		
1800	4303		2642		3458			2729		
1900	4571		2805		3688			2897		
2000	4843		2964		3926			3064		
2100	5115		3127		4161			3232		
2200	5387		3290		4399			3399		

Từ kết quả tính ở bảng 2-1, ta có thể lập được toán đồ $I-\theta$ ở các giá trị α khác nhau (hình 2.3)

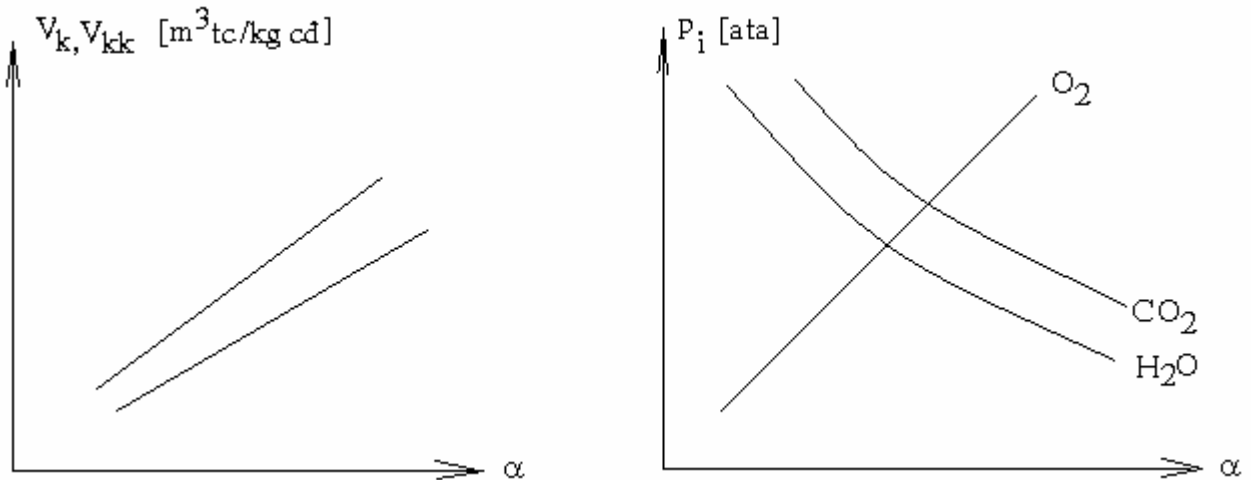


Hình 2.3. Quan hệ giữa I và θ với các giá trị hệ số không khí thừa α khác nhau.

IV. LẬP TOÁN ĐỒ $V_{kk}-\alpha$, $V_k-\alpha$ VÀ $P_i-\alpha$

Bảng 2.2. Xác định lượng không khí cấp lò, lượng khí lò và các phân áp suất

Ký hiệu	Công thức tính	Đơn vị	Trị số			
			4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
α		-	1,0	1,1	1,2	1,3
V_{kk}	$(1 + 0,00161d)V_{kkkho}^{lt} \cdot \alpha$	$m^3tc/kgcd$				
V_{RO_2}	$0,001866 \cdot (C^{lv} + 0,375S^{lv})$	$m^3tc/kgcd$				
V_{N_2}	$V_{N_2} = 0,79\alpha V_{kkkho}^{lt} + \frac{N^{lv}}{100 \cdot 1,25}$	$m^3tc/kgcd$				
V_{O_2}	$(\alpha - 1)O^{lt} = 0,21(\alpha - 1)V_{kkkho}^{lt}$	$m^3tc/kgcd$				
V_{H_2O}	$\frac{1}{0,804} \left(0,001 \cdot d \cdot 1,293 \cdot \alpha \cdot V_{kkkho}^{lt} + 9 \frac{H^{lv}}{100} + \frac{W^{lv}}{100} + W_{ph} \right)$	$m^3tc/kgcd$				
V_k	$\sum(V_{RO_2} + V_{N_2} + V_{O_2} + V_{H_2O})$	$m^3tc/kgcd$				
P_{RO_2}	V_{RO_2}/V_k	ata				
P_{H_2O}	V_{H_2O}/V_k	ata				
P_{O_2}	V_{O_2}/V_k	ata				



Hình 2.4. Quan hệ của V_k , V_{kk} , P_i theo α

Để lập toán đồ $V_k-\alpha$; $V_{kk}-\alpha$ và $P_i-\alpha$, trước tiên phải tính V_{kkkho}^{lt}

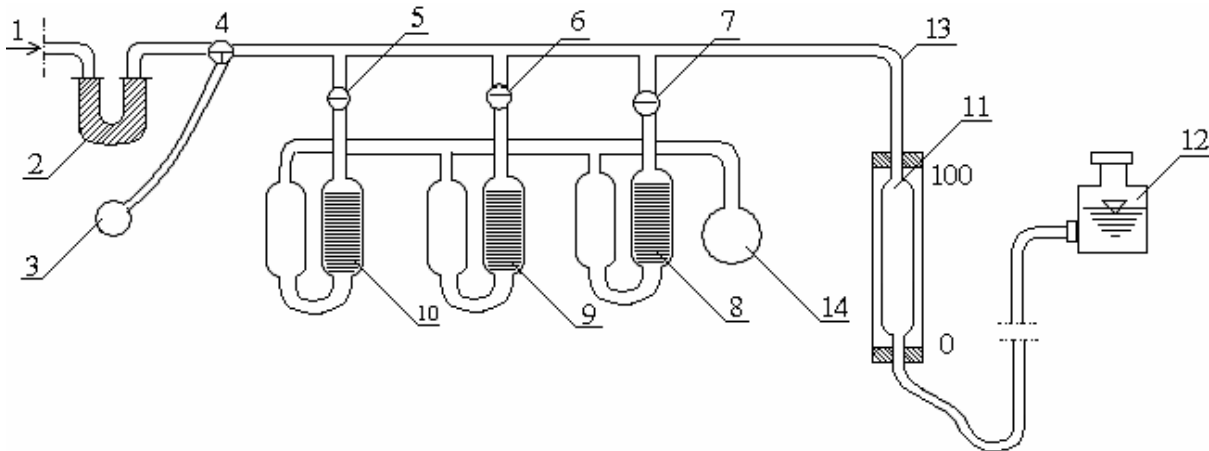
$$V_{kkkho}^{lt} = 0,0889 \cdot (C^{lv} + 0,375S^{lv}) + 0,265H^{lv} - 0,0333O^{lv} \left[\frac{m^3tc}{kgcd} \right]$$

Sau đó lập bảng tính như trên.

V. THIẾT BỊ PHÂN TÍCH KHÍ OOC-XA

Thiết bị phân tích khí dùng để xác định thành phần của khí lò. Một trong các thiết bị phân tích khí thông dụng là thiết bị Ooc-xa. Thiết bị Ooc-xa xác định được các thành phần của khí 3 nguyên tử RO_2 , khí CO và khí O_2 có trong khí lò.

1. Nguyên lý làm việc của thiết bị phân tích khí Ooc-xa



Hình 2.5. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị phân tích khí Ooc-xa

- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| 1 – đường khói lò vào, | 2 – bầu lọc ẩm, lọc bẩn, |
| 3, 14 – bơm cao su, | 4, - van 3 ngã, |
| 5,6,7 – các van, | 8, 9, 10 – các bình chứa hoá chất, |
| 11 – bình đo, | 12 – bình cân bằng, |
| 13 – đường dẫn khí lò. | |

Bầu đo 11 có dung tích 100 cm^3 , thông với đường khói lò qua ống 13 và thông với bình cân bằng 12 đựng nước có pha màu để dễ nhìn.

Dùng bơm cao su 3 và bình cân bằng 12 hút 100 cm^3 khí lò qua bầu lọc bẩn và lọc ẩm 2. Khí vào bầu 11 là khí khô, sạch. Dùng bơm cân bằng 12 để cân bằng mức nước ở bầu 11 và 12. Đánh dấu vị trí cân bằng của bầu cân bằng 12 và bầu 11. Sau đó nâng bình 12, mở van 7 đẩy khói lò vào bình 8 chứa dung dịch KOH, KOH sẽ hấp thụ khí 3 nguyên tử RO_2 . Lại dùng bơm 14 và bình 12 đẩy khói lò vào bình 11, xác định vị trí cân bằng mới của nước trong bình 11 và bình 12. Phần thể tích khói lò giảm đi chính là thể tích khí 3 nguyên tử có trong khói lò đã bị hấp thụ ở bầu 8.

Tương tự như vậy ta đưa khói lò vào bình 9 chứa dung dịch $C_6H_3(OH)_3$ để hấp thụ khí ôxy trong khói lò. Sau đó lại đưa khói lò vào bình chứa 10, chứa dung dịch $250\text{ cm}^3\text{ NH}_4\text{Cl} + 200\text{ cm}^3\text{ CuCl}_2$ để hấp thụ khí CO. Xác định các vị trí cân bằng mới của nước trong bình 11 và bình 12. Phần thể tích khói lò giảm đi chính là thể tích khí ôxy và khí CO có trong khói lò đã bị hấp thụ ở bầu 9 và bầu 10.

2. Xác định hệ số không khí thừa dựa vào kết quả đo của thiết bị Ooc-xa

Dựa vào kết quả đo của thiết bị phân tích khói lò, ta có thể:

- Đánh giá được chất lượng quá trình cháy, thông qua việc so sánh giá trị RO₂ thực tế đo được với giá trị RO₂ Max, tính được trong điều kiện cháy hoàn toàn. Lượng RO₂ đo được càng gần RO₂ Max thì quá trình cháy càng gần hoàn toàn hơn.
- Có thể điều chỉnh được quá trình cháy tới gần hoàn toàn nhất, bằng cách điều chỉnh giá trị RO₂ tới gần giá trị RO₂ Max.
- Có thể tính được thể tích của khí lò V_k và hệ số không khí thừa α.

Kết quả thu được từ thiết bị phân tích khói Ooc-xa là:

$$X = \frac{V_{RO_2}}{V_{k.kho}} \quad Y = \frac{V_{CO}}{V_{k.kho}} \quad Z = \frac{V_{O_2}}{V_{k.kho}}$$

Ta lại có:

$$\alpha = \frac{V_{kk}}{V_{kk}^{li}} \cong \frac{V_{kkkho}}{V_{kkkho}^{li}} = \frac{V_{kkkho}}{V_{kkkho} - V_{kkkho}^{thua}} = \frac{1}{1 - \frac{V_{kkkho}^{thua}}{V_{kkkho}}}$$

$$V_{kkkho}^{thua} = \frac{V_{O_2}}{21}$$

V_{O2} = hàm lượng ôxy trong khói lò [m³tc/kgcd]

$$V_{O_2} = Z \cdot V_{k.kho}$$

$$V_{kkkho}^{thua} = \frac{Z \cdot V_{kkkho}}{21}$$

$$V_{kkkho} = \frac{V_{N_2}}{79} = \frac{[100 - (X + Z)]}{79} \cdot V_{k.kho}$$

$$\text{Vậy } \alpha = \frac{1}{1 - \frac{V_{kkkho}^{thua}}{V_{kkkho}}} = \frac{1}{1 - \frac{\frac{Z \cdot V_{k.kho}}{21}}{\frac{[100 - (X + Z)]}{79} \cdot V_{k.kho}}} = \frac{21}{21 - 79 \cdot \frac{Z}{100 - (X + Z)}}$$

Trong thực tế lượng ôxy lý thuyết thừa ra còn nhỏ hơn so với giá trị Z đo được, vì vẫn còn 0,5.Y lượng ôxy có thể tác dụng tiếp với Y khí CO còn lại trong khói lò.

0,5 hệ số suy ra từ phản ứng cháy: CO + 0,5.O₂ = CO₂, vì vậy:

$$\alpha = \frac{21}{21 - 79 \cdot \frac{Z - 0,5Y}{100 - (X + Z)}}$$

VI. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH CHÁY TRONG BUỒNG ĐỐT NỘI HƠI

Quá trình cháy trong buồng đốt nổi hơi diễn ra vô cùng phức tạp. Đó là sự tiến hành đồng thời và ảnh hưởng lẫn nhau của các quá trình: Phản ứng cháy hoá học, quá trình khuếch tán ôxy đến các chất cháy, quá trình trao nhiệt, quá trình cung cấp không khí vào buồng đốt, quá trình đưa khí lò ra khỏi nổi hơi.

Quá trình cháy xảy ra có thể hoàn toàn có thể không hoàn toàn.

Quá trình cháy hoàn toàn là quá trình cháy mà trong sản phẩm cháy bao gồm các chất không thể cháy tiếp được như: CO_2 , SO_2 , H_2O , N_2 , O_2 .

Quá trình cháy không hoàn toàn là quá trình cháy mà trong sản phẩm cháy bao gồm các chất không thể cháy được như: CO_2 , SO_2 , H_2O , N_2 , O_2 , và các chất có thể cháy tiếp như: CO , H_2 , CH_4 , C_mH_n , và muối bần v.v...(muối là cacbon bám lên bề mặt hấp nhiệt nổi hơi).

Quá trình cháy thực tế trong nổi hơi là quá trình cháy không hoàn toàn.

1. Điều kiện để quá trình cháy xảy ra hoàn toàn

Để quá trình cháy xảy ra hoàn toàn cần phải:

- Cung cấp đầy đủ không khí cho quá trình cháy. Quá ít không khí sẽ không đủ ôxy cho các phản ứng cháy. Quá nhiều không khí, làm giảm nhiệt độ của buồng đốt, làm tăng tổn thất nhiệt do khí lò mang ra, làm tăng năng lượng dùng để thông gió nổi hơi.
- Trộn đều không khí với chất đốt.
- Đảm bảo nhiệt độ trong buồng đốt đủ cao ($1000^{\circ}\text{C} \div 2000^{\circ}\text{C}$), và phân bố đều đặn, để chất đốt được nung nóng nhanh đến nhiệt độ bén cháy.
- Buồng đốt đủ dung tích để cháy hết chất bốc,
Quá trình cháy bao gồm hai giai đoạn:
 - giai đoạn chuẩn bị cháy,
 - giai đoạn cháy. Giai đoạn cháy là giai đoạn xảy ra phản ứng hoá học giữa các chất cháy được và ôxy.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến giai đoạn chuẩn bị cháy

Giai đoạn chuẩn bị cháy là giai đoạn tiếp xúc lý hoá giữa chất đốt và ôxy. Giai đoạn chuẩn bị cháy bao gồm giai đoạn nung nóng, bốc hơi chất đốt. Nhiệt độ buồng đốt truyền cho các hạt sương dầu, nung nóng và làm các hạt sương dầu bốc hơi, tạo thành một lớp hơi dầu bao bọc xung quanh hạt sương dầu. Phần dầu còn lại chưa bốc hơi của hạt sương dầu là các cacbua hydrô cao phân tử C_mH_n . Giai đoạn tiếp theo của giai đoạn chuẩn bị cháy là giai đoạn phân giải các cacbua hydrô cao phân tử thành các cacbua hydrô đơn giản dễ cháy ($t \geq 600^{\circ}\text{C}$).

Các yếu tố ảnh hưởng đến giai đoạn chuẩn bị cháy:

- Loại chất đốt. Chất đốt ít chất bốc, ẩm, nồng độ các thành phần cháy không cao, thời gian chuẩn bị cháy lâu hơn.
- Nhiệt độ buồng đốt. Nhiệt độ buồng đốt thấp, thời gian chuẩn bị cháy tăng lên.
- Kiểu buồng đốt.
- Vị trí tương đối giữa ngọn lửa và chất đốt mới cấp vào.

- Nhiệt độ không khí và số lượng không khí cấp vào. Nhiệt độ không khí càng lớn, chất đốt càng nhanh được sưởi khô và nung nóng, làm tăng nhiệt độ bình quân trong buồng đốt.
- Áp suất trong buồng đốt. Áp suất trong buồng đốt càng cao, nhiệt độ bén cháy càng thấp, thời gian chuẩn bị cháy càng ngắn.
- Tốc độ tương đối giữa chất đốt và không khí. Tốc độ tương đối giữa chất đốt và không khí nhanh, chuyển động kiểu xoáy lốc sẽ giúp không khí trộn đều với chất đốt, làm cho không khí khuếch tán đến chất đốt nhanh hơn, thời gian chuẩn bị cháy nhanh, giảm bớt tổn thất của quá trình cháy trong buồng đốt nổi hơi.

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến giai đoạn cháy.

Giai đoạn cháy là giai đoạn xảy ra phản ứng hoá học giữa ôxy và các chất cháy và sinh ra nhiệt lượng Q.

Giai đoạn cháy xảy ra rất nhanh và rất mãnh liệt.

Thời gian của giai đoạn cháy phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Loại chất đốt (than cháy chậm, dầu đốt cháy rất nhanh),
- Tốc độ phản ứng hoá học W_C , tốc độ phản ứng hoá học W_C phụ thuộc vào nồng độ của các chất tham gia phản ứng cháy:

$$W_C = K \cdot C_A^a \cdot C_B^b$$

C_A^a ; C_B^b = nồng độ của các chất tham gia phản ứng cháy.

K – hệ số.

- nhiệt độ tuyệt đối khi xảy ra phản ứng cháy;

$$K = K_0 e^{\frac{-E}{RT}}$$

K_0 – hằng số tương đương tổng số lần va chạm của các phần tử,

E – năng lượng hoạt tính [kJ/mol],

T – nhiệt độ phản ứng [$^{\circ}$ K],

- chuyển động của không khí cấp vào, không khí cấp vào có lưu tốc nhanh, chuyển động xoáy lốc, thì quá trình cháy xảy ra nhanh,
- áp suất buồng đốt cao, tốc độ cháy nhanh,
- hệ số không khí thừa thích hợp, thì tốc độ cháy nhanh.

4. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình cháy ổn định

Quá trình cháy trong buồng đốt nổi hơi cần được duy trì ổn định.

Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình cháy ổn định:

- Chất đốt tự bén cháy được.
- Cung cấp liên tục và đầy đủ không khí cho quá trình cháy.
- Liên tục đưa khí lò ra xa để cho không khí khuếch tán tốt đến bề mặt của chất đốt.

CHƯƠNG 4. THIẾT BỊ BUỒNG ĐỐT

Thiết bị buồng đốt bao gồm: súng phun, quạt gió và môi lửa, trong đó quan trọng nhất là súng phun, vì chất lượng phun dầu vào buồng đốt ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng của quá trình cháy. Có nhiều loại súng phun của nồi hơi tàu thủy như: súng phun kiểu hơi nước, súng phun kiểu không khí nén, súng phun kiểu áp lực và súng phun kiểu quay.

I. SÚNG PHUN KIỂU HƠI NƯỚC

Nguyên lý làm việc của súng phun hơi nước:

Dầu đốt từ két dầu có cột áp 1,5 ÷ 4 m cột nước tự chảy vào súng phun, ra vòi phun với tốc độ 0,5 ÷ 0,6 m/s. Hơi nước có áp suất 2 ÷ 5 at được đưa vào súng phun qua ống tăng tốc, tốc độ tăng lên đến 400÷800 m/s. Dòng dầu bị động năng của dòng hơi nước và sức cản của không khí xé nhỏ thành các hạt sương nhỏ mịn.

Ưu nhược điểm của súng phun kiểu hơi nước:

- chất lượng phun sương tốt,
- dễ điều chỉnh lượng dầu phun, phạm vi điều chỉnh lớn 25÷2200 kg/h,
- chỉ cần hệ số không khí thừa ∞ nhỏ, $\infty = 1,07\div 1,10$,
- rất tốn hơi nước: 0,25÷0,75 kg hơi nước/kg dầu đốt, tức là chiếm 2÷5% sản lượng của nồi hơi, vì vậy súng phun kiểu hơi nước không được dùng cho tàu biển, chỉ được dùng cho một số tàu kéo, tàu chạy ven sông.

II. SÚNG PHUN KIỂU KHÔNG KHÍ NÉN

Dầu đốt có áp lực 0,3÷5 at được không khí nén cấp 1 của quạt gió có áp suất 200÷250 mm cột nước xé nhỏ thành các hạt sương dầu và cấp vào buồng đốt.

Súng phun kiểu không khí nén cũng có các ưu nhược điểm như súng phun kiểu hơi nước.

Súng phun kiểu không khí nén chỉ được dùng cho một số nồi hơi phụ nhỏ, vì tiêu tốn rất nhiều không khí, nên hầu như không được dùng cho nồi hơi chính.

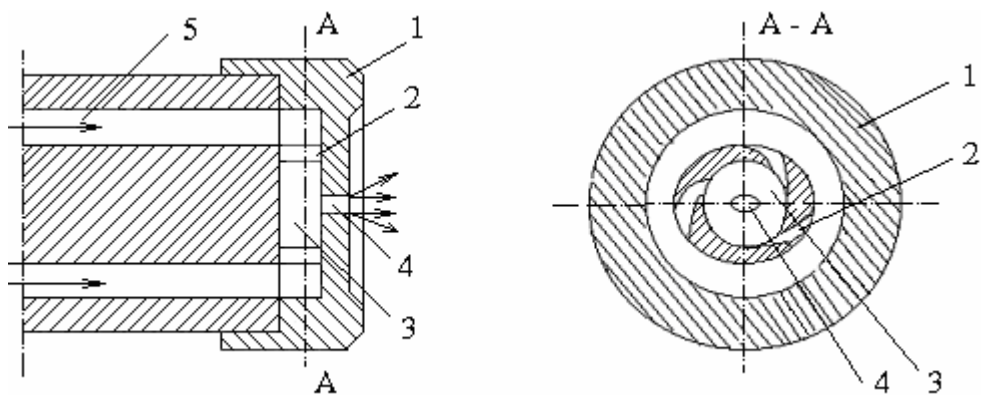
III. SÚNG PHUN KIỂU ÁP LỰC

1. Nguyên lý làm việc của súng phun kiểu áp lực

Súng phun kiểu áp lực còn được gọi là súng phun ly tâm không quay hay súng phun cơ học.

Nguyên lý làm việc của Súng phun kiểu áp lực:

Dầu đốt được lọc sạch, hâm nóng đến nhiệt độ thích hợp để độ nhớt của dầu trước khi vào súng phun bằng 2÷3⁰E; có áp suất thích hợp $P_d = 6 \div 30 \text{ kG/cm}^2$ (có thể lên tới 40÷60 kG/cm²); được cấp vào súng phun qua rãnh 5, qua các rãnh tiếp tuyến 2. Do cấu tạo của rãnh tiếp tuyến, thế năng của dòng dầu biến thành động năng, dòng dầu ra khỏi rãnh tiếp tuyến có tốc độ cao, vào buồng xoáy lốc 3, chuyển động của dòng dầu lúc này trở thành xoáy lốc, qua lỗ phun 4, được xé nhỏ ra thành các hạt sương nhỏ mịn và phun vào buồng đốt.



Hình 2.6. Sơ đồ nguyên lý làm việc của súng phun cơ học.

- 1- đầu vòi phun, 2- rãnh tiếp tuyến,
 3- buồng xoáy lốc, 4- lỗ phun,
 5- rãnh dẫn dầu.

Động năng của dòng dầu không những khắc phục nội lực ma sát của dầu mà còn phải khắc phục lực ma sát giữa dòng dầu với bề mặt rãnh trong vòi phun. Do đó rãnh dẫn dầu, rãnh tiếp tuyến, lỗ vòi phun phải nhỏ nhắn. Đầu vòi phun được chế tạo bằng thép hợp kim nhiều crôm và nikel chịu mòn tốt.

Đầu vòi phun của súng phun cơ học thường có ký hiệu như:

45X38, 50W40 ...

ở đây:

X- biểu thị đầu vòi phun phẳng,

W- biểu thị đầu vòi phun lõm,

45, 50 (chữ số đầu) - đường kính lỗ phun,

38, 40 (chữ số cuối) - là 10 lần tỷ số giữa tổng diện tích mặt cắt ngang của các rãnh tiếp tuyến trên diện tích lỗ phun.

Dòng dầu ra khỏi lỗ vòi phun có dạng hình nón, có góc phun là $\alpha = 60 \div 100^\circ$.

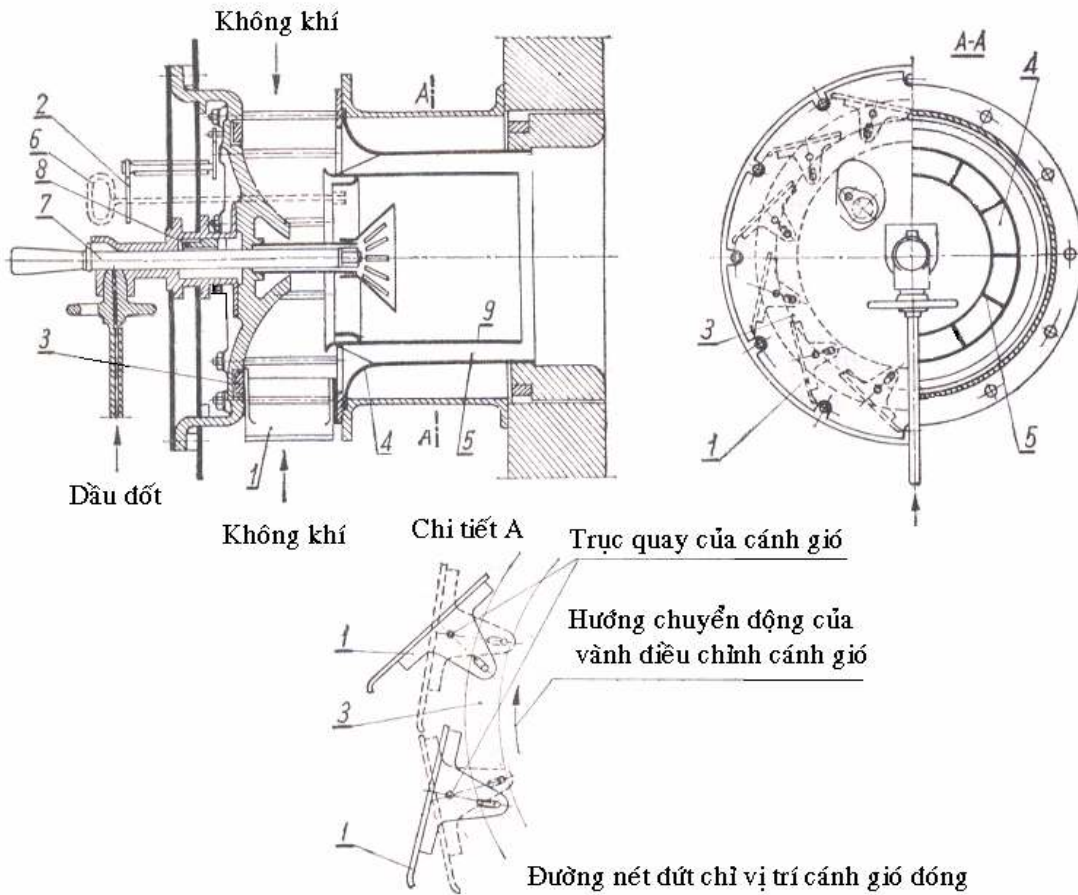
Hình dáng ngọn lửa (độ dài và góc phun sương) phụ thuộc vào tỷ số diện tích mặt cắt các rãnh tiếp tuyến f_1 trên diện tích f_0 của lỗ phun (f_1/f_0).

Khi f_1/f_0 nhỏ ngọn lửa ngắn, góc phun lớn.

Khi f_1/f_0 lớn ngọn lửa dài, góc phun nhỏ.

Chất lượng phun sương chủ yếu phụ thuộc vào áp suất dầu, trạng thái bề mặt rãnh dẫn dầu, rãnh tiếp tuyến và lỗ phun.

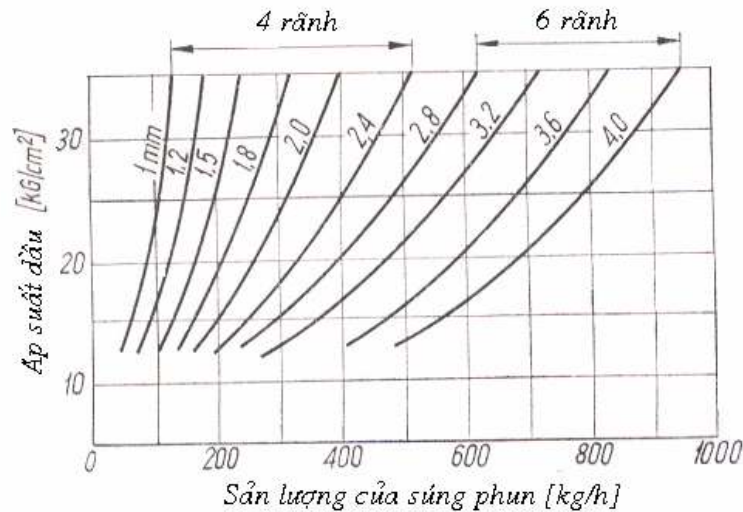
Hình 2.6a. Thể hiện kết cấu của súng phun cơ học thông dụng trên tàu thủy của hãng Blohm Voss.



Hình 2.6a. Súng phun cơ học của hãng Blohm-Voss

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1 – Cánh dẫn gió. | 5 – Tấm chắn. |
| 2 – Cần điều chỉnh. | 6 – Tay điều chỉnh. |
| 3 – Vành điều chỉnh cánh gió. | 7 – Vòi phun. |
| 4 – Xilanh bảo vệ bên trong. | 8 – Van chặn. |
| | 9 – Xilanh bên ngoài. |

Hình 2.6b. thể hiện đặc tính điều chỉnh của súng phun cơ học hãng Blohm Voss theo áp suất dầu và theo đường kính lỗ phun.



Hình 2.6b. Đặc tính làm việc của súng phun cơ học Blohm-Voss (số trên các đường cong là đường kính lỗ phun).

2. Các phương pháp điều chỉnh sản lượng dầu phun vào buồng đốt

a. Điều chỉnh sản lượng dầu phun vào buồng đốt ở súng phun không có thiết bị điều chỉnh riêng

Ta có các phương pháp điều chỉnh lượng dầu phun vào buồng đốt của súng phun cơ học, khi không có thiết bị điều chỉnh riêng như sau:

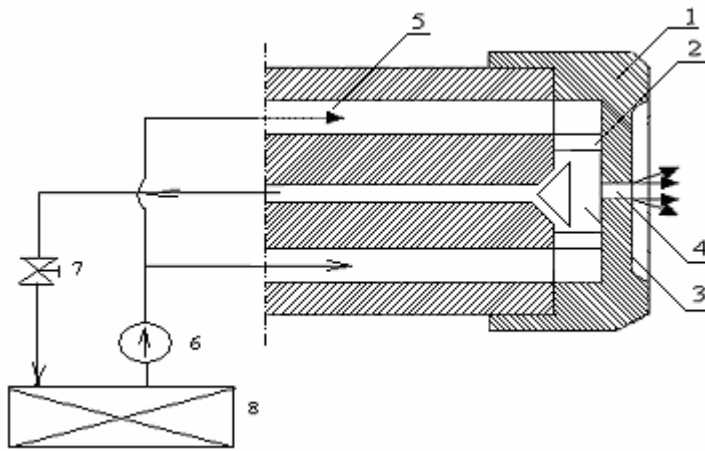
- thay đổi áp suất dầu phun. Phương pháp này chỉ áp dụng được trong phạm vi tải từ 70÷100% tải, vì áp suất dầu phun thay đổi sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của quá trình phun sương,
- thay đổi đầu vòi phun (1). Phương pháp này được sử dụng cho mọi tải trọng của nồi hơi,
- tắt bớt súng phun.

b. Điều chỉnh sản lượng dầu phun vào buồng đốt ở súng phun có thiết bị điều chỉnh riêng

• Điều chỉnh sản lượng dầu phun vào buồng đốt ở súng phun bằng cách điều chỉnh lượng dầu hồi (hình 2.7)

Trên hình 2.7 ta thấy chỉ cần điều chỉnh lượng dầu thừa về két 8 ta điều chỉnh được lượng dầu cấp vào buồng đốt.

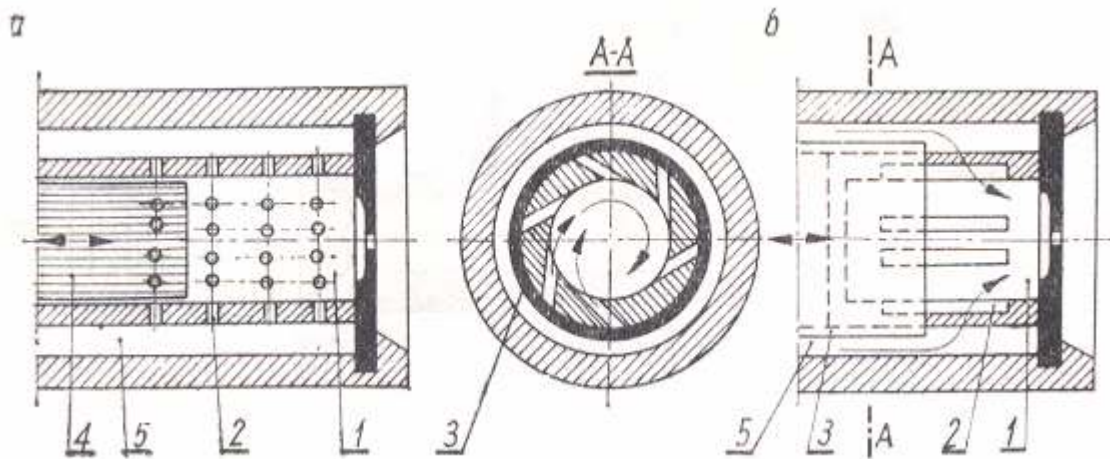
Lượng dầu thừa (dầu hồi) được điều chỉnh thông qua điều chỉnh độ mở của van điều chỉnh 7.



- 1- đầu vòi phun,
- 2- rãnh tiếp tuyến,
- 3- buồng xoáy lọc,
- 4- lỗ phun,
- 5- rãnh dẫn dầu,
- 6 – bơm dầu đốt,
- 7 – van điều chỉnh lượng dầu thừa,
- 8 – két dầu đốt.

Hình 2.7. Điều chỉnh lượng dầu phun bằng phương pháp điều chỉnh lượng dầu hồi

- Điều chỉnh sản lượng dầu phun vào buồng đốt bằng pittong điều chỉnh hoặc xilanh điều chỉnh



Hình 2.8. Điều chỉnh lượng dầu phun bằng pittong và xilanh điều chỉnh

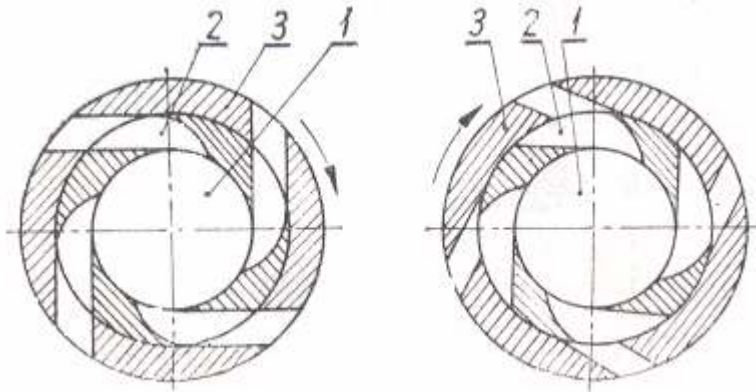
- a - Điều chỉnh lượng dầu phun bằng pittong chuyển dịch,
- b - Điều chỉnh lượng dầu phun bằng xilanh chuyển dịch,
- 1 - buồng xoáy lọc, 2 – rãnh tiếp tuyến, 3 – xilanh điều chỉnh,
- 4 - pittong điều chỉnh, 5 – rãnh dẫn dầu.

Điều chỉnh vị trí của pittong điều chỉnh 4 ta điều chỉnh được số lượng các rãnh tiếp tuyến dẫn dầu vào buồng xoáy lọc và do đó điều chỉnh được lượng dầu phun.

Cũng tương tự như vậy ta có thể sử dụng xilanh điều chỉnh 3 để điều chỉnh các rãnh tiếp tuyến dẫn dầu vào buồng xoáy lọc và do đó điều chỉnh được lượng dầu phun.

- **Điều chỉnh bằng vành điều chỉnh (hình 2.9)**

Trên hình 2.9 ta thấy, chỉ cần điều chỉnh vành điều chỉnh 3, ta có thể điều chỉnh được diện tích rãnh tiếp tuyến cấp dầu vào buồng đốt, do đó điều chỉnh được sản lượng dầu cấp vào buồng đốt.



<p>1 – buồng xoáy lốc 2 – rãnh tiếp tuyến 3 – vành điều chỉnh</p>

Hình 2.9. Điều chỉnh lượng dầu phun bằng vành điều chỉnh

3. Ưu nhược điểm của súng phun cơ học (ly tâm không quay)

- Ưu điểm:

Tốn ít năng lượng cho việc phun sương, không tiêu tốn hơi nước hoặc không khí cho việc phun sương, kết cấu, vận hành đơn giản, bền chắc, dễ sử dụng nên được dùng rộng rãi nhất trên tàu thủy.

- Nhược điểm:

Súng phun cơ học chất lượng phun sương không bằng súng phun kiểu hơi nước, hoặc không khí nén, nhất là khi nhẹ tải chất lượng phun sương không đảm bảo. Phạm vi điều chỉnh tải hẹp từ 70 đến 100% tải.

IV. SÚNG PHUN KIỂU ÁP LỰC - HƠI NƯỚC

Dầu đốt ở súng phun kiểu áp lực- hơi nước được phun sương vào buồng đốt nhờ áp lực dầu và áp lực hơi nước. Khi nhẹ tải dầu đốt được phun sương vào buồng đốt nhờ động năng của dòng hơi nước, khắc phục được nhược điểm của súng phun cơ học là ở nhẹ tải chất lượng phun sương không đảm bảo. Khi tải cao dầu đốt được phun sương vào buồng đốt nhờ động năng của bản thân dòng dầu sau khi qua rãnh tiếp tuyến, nên không tiêu tốn nhiều hơi nước như ở súng phun kiểu hơi nước.

Chất lượng phun sương của súng phun kiểu áp lực- hơi nước rất đảm bảo, ngay cả khi nhẹ tải, khi nhẹ tải không cần áp suất dầu cao.

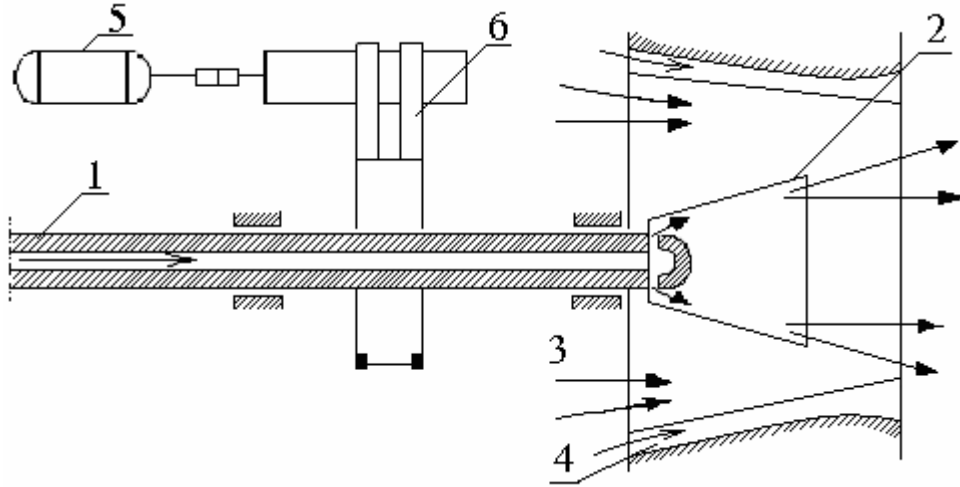
Phạm vi điều chỉnh của súng phun kiểu áp lực- hơi nước lớn từ 10% đến 100% tải.

Khuyết điểm của súng phun kiểu áp lực- hơi nước là vẫn còn tổn hơi nước cho việc phun sương.

Súng phun kiểu áp lực- hơi nước được dùng cho những nồi hơi nhiệt tải lớn, nhiều vách ống, không bố trí được nhiều súng phun.

V. SÚNG PHUN KIỂU QUAY

1. Sơ đồ nguyên lý



Hình 2.10. Sơ đồ nguyên lý của súng phun ly tâm kiểu quay

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1- rãnh dẫn dầu, | 2- cốc quay, |
| 3- rãnh dẫn gió cấp I, | 4- rãnh dẫn gió cấp II, |
| 5- động cơ điện, | 6- dây curoa. |

2. Nguyên lý làm việc

Dầu có áp suất nhỏ khoảng $0,7 \div 5$ at được dẫn vào súng phun theo rãnh 1, qua các lỗ nhỏ ở cuối rãnh dầu được văng vào cốc quay 2. Cốc quay 2, quay được nhờ động cơ điện 5 và dây curoa 6 lai, cốc quay 2 quay với vận tốc lớn $4000 \div 5000$ vòng/ph. Dưới tác dụng của lực hướng kính và lực hướng trục dầu được chuyển động xoáy lốc dọc theo cốc quay, khi ra khỏi cốc quay có vận tốc rất lớn nên bị xé nhỏ ra thành các hạt sương nhỏ mịn, có đường kính $100 \div 250 \mu\text{m}$.

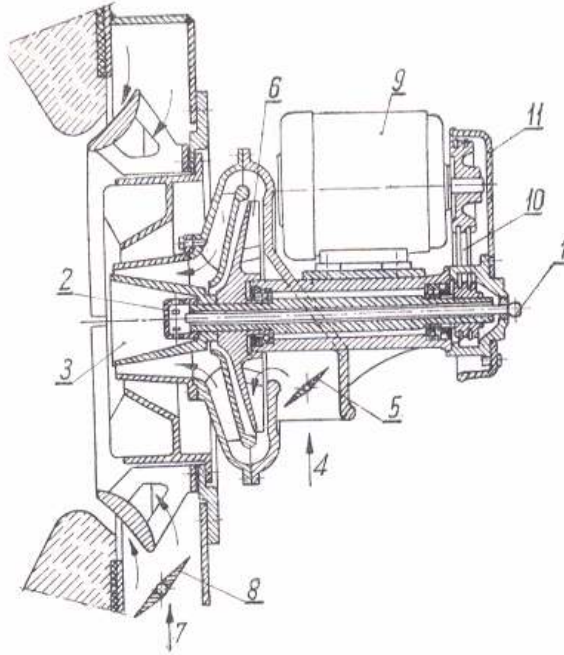
Súng phun kiểu quay có 2 rãnh dẫn gió:

Rãnh dẫn gió cấp I cấp gió vào buồng đốt nổi hơi theo hướng trục và đi vào gốc ngọn lửa. Rãnh dẫn gió cấp II cấp gió vào đầu ngọn lửa, dùng để tạo thành xoáy lốc làm cho không khí khuếch tán đều đến các hạt sương dầu, ngoài ra còn tạo ra khoảng chân không ở tâm dòng xoáy lốc buộc khí cháy nóng ở xung quanh đi vào giữa vùng xoáy lốc, làm cho dầu được nung nóng bốc hơi nhanh, quá trình cháy ổn định.

Nếu chỉ có gió cấp I, ngọn lửa sẽ dài và nhỏ.

Nếu chỉ có gió cấp II ngọn lửa sẽ ngắn, góc phun sương lớn, các hạt sương dầu có thể văng lên vách buồng đốt quanh súng phun và đóng muội than ở đó.

Một trong những súng phun ly tâm kiểu quay điển hình được sử dụng nhiều trên tàu thủy là súng phun SKV của hãng H. Saacke KG. Bremen [hình 2.11].



Hình 2.11. Súng phun ly tâm kiểu quay SKV của hãng H. Saacke KG. Bremen.

- | | | |
|----------------------------------|--------------------------|----------------|
| 1 – Đường dẫn dầu vào súng phun. | 2 – Đầu vòi phun. | 3 – Cốc quay. |
| 4 – Cửa dẫn gió cấp I. | 5 – Rãnh dẫn gió cấp I. | 6 – Quạt gió. |
| 7 – Cửa dẫn gió cấp II. | 8 – Rãnh dẫn gió cấp II. | 11 – Tấm chắn. |
| 9 – Động cơ điện lai. | 10 – dây curua. | |

3. Ưu nhược điểm

Ưu điểm:

- chất lượng phun sương tốt ở mọi tải trọng của nồi hơi,
- hệ số không khí thừa α nhỏ, $\alpha=1,1\div 1,25$,
- phạm vi điều chỉnh rộng, dễ điều chỉnh lượng dầu phun (chỉ cần điều chỉnh van cấp dầu),
- có thể sử dụng được cho các loại nồi hơi có sản lượng lớn nhỏ khác nhau,
- dầu đốt không cần hâm tới nhiệt độ rất cao,
- không cần ống dầu cao áp,
- súng phun không bị tắc, có thể dùng được dầu xấu rẻ tiền, vì không có các lỗ phun bé.

Nhược điểm:

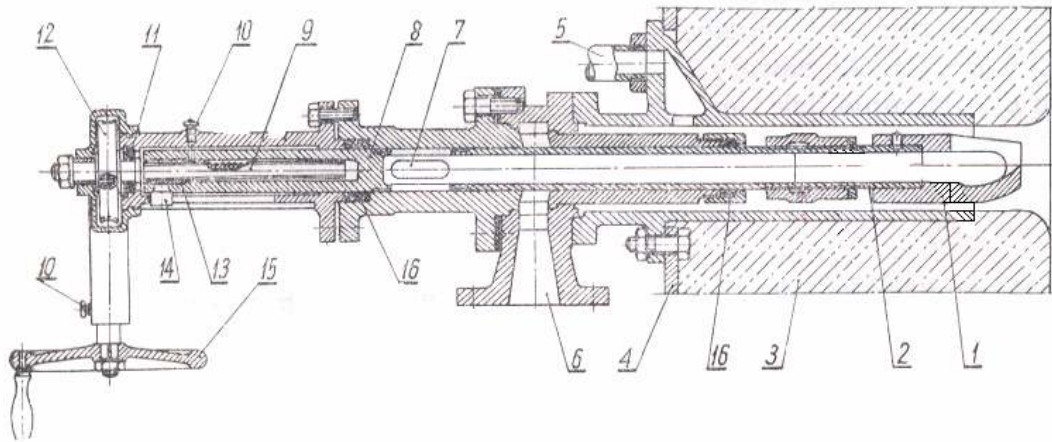
- cấu tạo phức tạp, đắt tiền,
- Ổ đỡ súng phun ở phía gần buồng đốt tiếp xúc với nhiệt độ cao, do đó bôi trơn kém, dễ bị hư hỏng.

VI. BỘ THỐI MUỘI

Trong quá trình khai thác nồi hơi, trên bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi thường đóng các muối bẩn, làm giảm hệ số truyền nhiệt của các bề mặt trao đổi nhiệt, làm giảm tính kinh tế và tính an toàn của nồi hơi. Thông thường lớp muối bẩn dày 0,5 mm làm tăng tiêu hao nhiên liệu trong nồi hơi khoảng 2÷2,5% và lớp muối bẩn cứ dày thêm 0,5 mm thì tiêu hao nhiên liệu lại tăng thêm khoảng 1,5%.

Để khử muối bẩn trong nồi hơi, trong quá trình nồi hơi làm việc người ta sử dụng bộ thổi muối. Bộ thổi muối cung cấp dòng hơi hoặc dòng không khí có tốc độ cao đến bề mặt bị muối bẩn của nồi hơi. Dòng hơi hoặc dòng không khí tốc độ cao có tác dụng thổi sạch muối bẩn trong nồi hơi.

Hơi nước cấp cho bộ thổi muối phải là hơi khô hoàn toàn (có thể được quá nhiệt một ít), để tránh hiện tượng nước đọng lại trên bề mặt hấp nhiệt gây nên ăn mòn bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi.



Hình 2.12. Bộ thổi muối của hãng Clyde

- | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 – Đầu phun. | 2 – Đầu nối ống. | 3 – Cách nhiệt nồi hơi. |
| 4 – Vỏ nồi hơi. | 5 – Không khí nén vào. | 6 – Hơi vào. |
| 7 – Cửa dẫn hơi vào. | 8 – Thân bộ thổi muối. | 9 – Vít điều khiển. |
| 10 – Vít an toàn. | 11 – Ổ đỡ. | 12 – Bánh răng . |
| 13 – Ren của vít điều chỉnh. | 14 – Vít hãm. | 15 – Tay quay. |
| 16 – gioăng kín. | | |

Nguyên lý làm việc:

Khi cần thổi muối ta quay tay 15, thông qua cơ cấu điều khiển 9, 12 bộ thổi muối được dịch chuyển vào bên trong nồi hơi, thông đường cấp hơi 6 với cửa cấp hơi 7, hơi được đưa vào để thổi muối nồi hơi. Khi đã thổi muối xong ta quay tay 15 để đưa bộ thổi muối về lại vị trí ban đầu.

CHƯƠNG 5. CÂN BẰNG NHIỆT NỒI HƠI

I. TỔN THẤT NHIỆT TRONG NỒI HƠI

Nhiệt lượng do 1 kg chất đốt mang vào trong nồi hơi tàu thủy Q_p^H một phần được trao cho nước biến thành hơi Q_1 , phần còn lại là các tổn thất. Ta có các tổn thất sau:

Q_2 – tổn thất do khói lò mang ra,

Q_3 – tổn thất do cháy không hoàn toàn về hoá học,

Q_4 – tổn thất do dò lọt chất đốt gây nên (tổn thất cơ học),

Q_5 – tổn thất do toả nhiệt ra ngoài trời,

Q_6 – tổn thất do tro xỉ nóng mang ra.

Với nồi hơi đốt dầu: $Q_4 = 0$ và $Q_6 = 0$.

Ta có:

$$Q_H^P = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6.$$

$$100\% = \left(\frac{Q_1}{Q_H^P} + \frac{Q_2}{Q_H^P} + \frac{Q_3}{Q_H^P} + \frac{Q_4}{Q_H^P} + \frac{Q_5}{Q_H^P} + \frac{Q_6}{Q_H^P} \right) \cdot 100\%$$

$$100\% = (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \cdot 100\%$$

ở đây:

$$q_1 = \frac{Q_1}{Q_H^P}; \quad q_2 = \frac{Q_2}{Q_H^P}; \quad q_3 = \frac{Q_3}{Q_H^P}; \quad q_4 = \frac{Q_4}{Q_H^P}; \quad q_5 = \frac{Q_5}{Q_H^P}; \quad q_6 = \frac{Q_6}{Q_H^P}$$

II. XÁC ĐỊNH CÁC TỔN THẤT

1. Tổn thất nhiệt do khói lò mang ra q_2

Khói lò ra khỏi nồi hơi tàu thủy có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ không khí xung quanh, do đó gây nên tổn thất nhiệt lượng Q_2 (q_2), gọi là tổn thất nhiệt do khói lò mang ra. Tổn thất nhiệt do khói lò mang ra q_2 có thể xác định theo công thức:

$$q_2 = \frac{\sum V_k \cdot c_{kh} \cdot (\theta_{kh} - t_{kkl})}{Q_H^P}$$

V_k – lượng khói lò sinh ra khi đốt 1 kg chất đốt [m^3 tc/kgcđ],

C_{kh} – nhiệt dung riêng thể tích đẳng áp của khói lò [$kCal/m^3$ tc 0 C],

$C_{kh} = 0,323 + 0,000018\theta_{kh}$,

t_{kkl} – nhiệt độ không khí lạnh [0 C],

Q_2 cũng có thể tính theo Entalpi của khói lò:

$$Q_2 = I_{kh} - Q_{kkl} - Q_{cd} - Q_h,$$

I_{kh} – entalpi của khói lò,

Q_{kkl} – nhiệt lượng do không khí cấp lò mang vào khi đốt 1 kg chất đốt,

Q_{cd} – nhiệt lượng vật lý do 1 kg chất đốt mang vào,

Q_h – nhiệt lượng của hơi nước cấp vào để phun sương.

$$Q_{kkl} = V_{kk}^{lt} \cdot \alpha \cdot C_{kk} \cdot t_{kk} = \alpha \cdot I_{kk}^1$$

$$Q_{cd} = C_{cd} \cdot t_{cd} \left[\frac{kCal}{k gcd} \right]$$

$$C_{cd} = 0,415 + 0,0006t_{cd}$$

Thường lấy gần đúng $C_{cd} = 0,5$ [kCal/kgcd]

$$Q_h = g_h (i_h - 600) \text{ [kCal/kg]}$$

i_h – entalpi của hơi nước cấp vào súng phun

600 - entalpi của hơi nước bão hoà ở phân áp suất $0,1 \text{ kG/cm}^2$ trong khối lò.

Tổn thất do khói lò mang ra là tổn thất lớn nhất trong nồi hơi.

Tổn thất q_2 phụ thuộc rất nhiều vào tải trọng B của nồi hơi và tải trọng B của nồi hơi tăng, q_2 tăng. Tổn thất q_2 cũng phụ thuộc nhiều vào hệ số không khí thừa α , hệ số không khí thừa α tăng tổn thất q_2 cũng tăng (hình 2.13).

Các biện pháp giảm tổn thất q_2 : muốn giảm tổn thất q_2 , ta phải giảm nhiệt độ θ_{kh} của khói lò và giảm lượng khói lò sinh ra V_k . Ta có các biện pháp cụ thể sau:

- Tăng diện tích bề mặt hấp nhiệt tiết kiệm của bộ hâm nước tiết kiệm và bộ sưởi không khí.
- Duy trì hệ số không khí thừa α thích hợp.
- Giữ cho bề mặt hấp nhiệt không bị đóng cặn, muội bẩn.
- Điều chỉnh tốt thiết bị buồng đốt, đốt lò đúng cách.
- Bố trí các tấm dẫn khí để khói lò quét khắp qua các bề mặt hấp nhiệt.

Khả năng giảm nhiệt độ khói lò lớn nhất là đến nhiệt độ điểm sương, nhiệt độ khói lò thấp hơn nhiệt độ điểm sương sẽ gây nên ăn mòn điểm sương trong nồi hơi.

2. Tổn thất hoá học q_3

Tổn thất hoá học q_3 là tổn thất do cháy không hoàn toàn gây nên.

q_3 có thể tính gần đúng theo kết quả phân tích khói:

$$q_3 = 3,2 \cdot Y \cdot \alpha \%$$

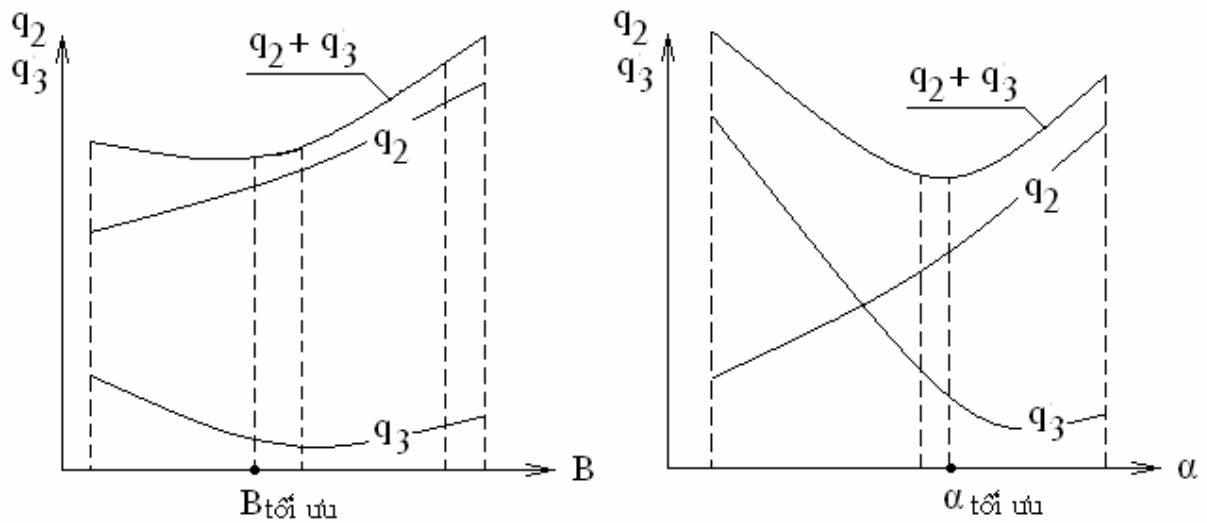
Trong đó Y = nồng độ khí CO trong khói lò.

Tổn thất hoá học phụ thuộc vào tải trọng của nồi hơi. Khi tải trọng nồi hơi nhỏ tổn thất do cháy không hoàn toàn lớn vì khi đó thừa không khí cho quá trình cháy, khi tải nồi hơi tăng tổn thất q_3 giảm đi, sau đó lại tăng lên; vì khi tải nồi hơi quá cao lượng chất đốt cấp vào nhiều, sẽ thiếu không khí cho quá trình cháy.

Tổn thất hoá học q_3 còn phụ thuộc vào thiết bị buồng đốt, nhiệt độ buồng đốt và hệ số không khí thừa α . Khi thiết bị buồng đốt không tốt, khi đốt lò với nhiệt độ buồng đốt quá thấp, khi hệ số không khí thừa α quá nhỏ sẽ làm cho phản ứng cháy không hoàn toàn và q_3 tăng lên nhiều. Khi hệ số không khí thừa α quá lớn, nhiệt độ buồng đốt giảm đi nên tổn thất do cháy không hoàn toàn q_3 cũng tăng lên (hình 2.13).

Tổn thất q_2 và q_3 là các tổn thất lớn nhất trong nồi hơi. Hình 2.13 thể hiện mối quan hệ của tổng các tổn thất q_2 , q_3 với tải trọng B của nồi hơi và hệ số không khí thừa α . Dựa vào hình 2.13 ta có thể xác định được tải trọng tối ưu và hệ số không khí thừa tối ưu của nồi hơi.

Tải trọng tối ưu và hệ số không khí thừa tối ưu của nồi hơi đạt được tại tổng các tổn thất q_2+q_3 là nhỏ nhất.



Hình 2.13. Quan hệ giữa các tổn thất q_2, q_3 với tải trọng và hệ số không khí thừa α

3. Tổn thất cơ học q_4

Tổn thất cơ học q_4 là tổn thất do dò lọt chất đốt gây nên.

Nồi hơi đốt dầu $q_4 = 0$.

4. Tổn thất do tản nhiệt ra ngoài trời q_5

Tổn thất do tản nhiệt ra ngoài trời q_5 gây nên là do nhiệt độ vỏ nồi hơi, bầu nồi hơi, đường ống hơi cao hơn nhiệt độ không khí xung quanh.

Tổn thất do tản nhiệt ra ngoài trời q_5 có thể tính theo công thức gần đúng:

$$q_5 = \frac{100}{B \cdot Q_H^p} (400F + 30000)\%$$

F – diện tích bề mặt ngoài nồi hơi [m^2]

400 – nhiệt lượng tổn thất trên $1m^2$ bề mặt ngoài nồi hơi [$kCal/m^2h$].

30000 – nhiệt lượng tổn thất tại bầu nồi, hộp ống [$kCal/h$].

Tổn thất do tản nhiệt ra ngoài trời q_5 phụ thuộc vào tải của nồi hơi. Khi tải của nồi hơi lớn q_5 giảm và khi tải của nồi hơi nhỏ q_5 tăng

$$q_5' = q_5 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + \frac{B}{B'}\right) 100\%$$

q_5, B – tổn thất và lượng chất đốt ở 100% tải.

q_5', B' – tổn thất và lượng chất đốt ở nhẹ tải.

Giảm tổn thất nhiệt do tản nhiệt ra ngoài trời bằng cách bọc cách nhiệt cho nồi hơi, dùng nồi hơi có vỏ đôi, không khí cấp lò sẽ được dẫn vào buồng đốt qua vỏ đôi của nồi hơi, để được sấy nóng.

5. Tổn thất do tro xỉ nóng mang ra q_6

Tổn thất này chỉ có ở nồi hơi đốt than, nồi hơi đốt dầu $q_6 = 0$.

III. HIỆU XUẤT NHIỆT CỦA NỒI HƠI

Hiệu suất nhiệt của nồi hơi được xác định theo công thức:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_H^P} \cdot 100\% = q_1[\%]$$

Q_1 – Nhiệt lượng nước nhận được để biến thành hơi, khi đốt 1kg nhiên liệu.

Vậy :

$$\eta_N = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \quad [\%]$$

Hiệu suất của nồi hơi phụ thuộc rất nhiều vào tải trọng của nồi hơi.

Khi quá tải, chất đốt không được cung cấp đầy đủ không khí và không được trộn đều với không khí nên q_3 tăng, nhiệt độ khói lò tăng, tổn thất do khói lò mang ra q_2 tăng lên, tổn thất do tản nhiệt q_5 có giảm đi nhưng chỉ giảm đi một ít nên hiệu suất của nồi hơi η_N giảm.

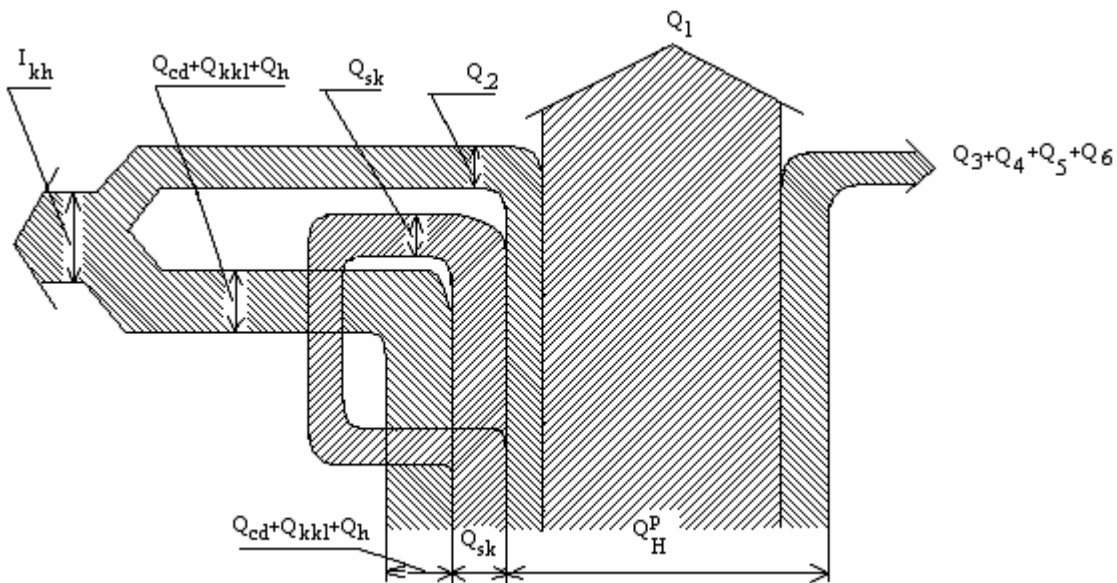
Khi nhẹ tải tuy nhiệt độ khói lò thấp, nhưng hệ số không khí thừa α tăng lên làm cho tổn thất q_2 giảm đi một ít hoặc không giảm, tổn thất hoá học q_3 tăng, vì vậy hiệu suất nhiệt của nồi hơi giảm.

Nồi hơi có hiệu suất cao nhất ở 45÷60% tải.

IV. CÂN BẰNG NHIỆT NỒI HƠI

Cơ sở để thành lập cân bằng nhiệt của nồi hơi là định luật bảo toàn năng lượng.

Theo định luật bảo toàn năng lượng, năng lượng mang vào trong buồng đốt nồi hơi phải bằng năng lượng chi ra trong nồi hơi.



Hình 2.14. Sơ đồ cân bằng nhiệt nồi hơi

Năng lượng mang vào trong buồng đốt nổi hơi khi đốt 1kg chất đốt Q_{mv} :

$$Q_{mv} = Q_H^p + Q_{cd} + Q_{kkl} + Q_h + Q_{sk}$$

Q_{kkl} – năng lượng vật lý của không khí lạnh mang vào nổi hơi khi đốt 1kg chất đốt [kCal/kgcd].

Q_{cd} – năng lượng vật lý của 1kg chất đốt mang vào nổi hơi [kCal/kgcd].

Q_h – năng lượng vật lý của hơi nước dùng để phun sương 1kg chất đốt mang vào nổi hơi [kCal/kgcd].

Q_{sk} – nhiệt lượng của không khí được sưởi nóng mang vào nổi hơi khi đốt 1kg chất đốt [kCal/kgcd].

Nhiệt lượng chi ra trong nổi hơi khi đốt 1kg chất đốt:

$$Q_{cr} = Q_1 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_{sk} + (Q_2 + Q_{cd} + Q_{kkl} + Q_h)$$

Vậy:

$$Q_{cr} = Q_1 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_{sk} + I_{kh}$$

Nhiệt lượng nước nhận được để hoá thành hơi lại được phân ra thành các thành phần:

$$Q_1 = Q_b + Q_d + Q_{sh} + Q_{gs} + Q_{hn}$$

Q_b - nhiệt lượng hấp thụ bằng hình thức bức xạ nhiệt ở các cụm ống nước sôi và ở bề mặt hấp nhiệt quanh buồng đốt [kCal/kgcd].

Q_d - nhiệt lượng hấp thụ bằng hình thức đối lưu toả nhiệt ở các cụm ống nước sôi [kCal/kgcd].

Q_{hs} - nhiệt lượng do hơi sấy hấp thụ tại bộ sấy hơi [kCal/kgcd].

Q_{gs} - nhiệt lượng do hơi giảm sấy hấp thụ được tại bộ giảm sấy [kCal/kgcd].

Q_{hn} - nhiệt lượng nước hấp thụ ở bộ hâm nước tiết kiệm [kCal/kgcd].

CHƯƠNG 6. KẾT CẤU NỒI HƠI TẦU THỦY

I. PHÂN LOẠI NỒI HƠI TẦU THỦY

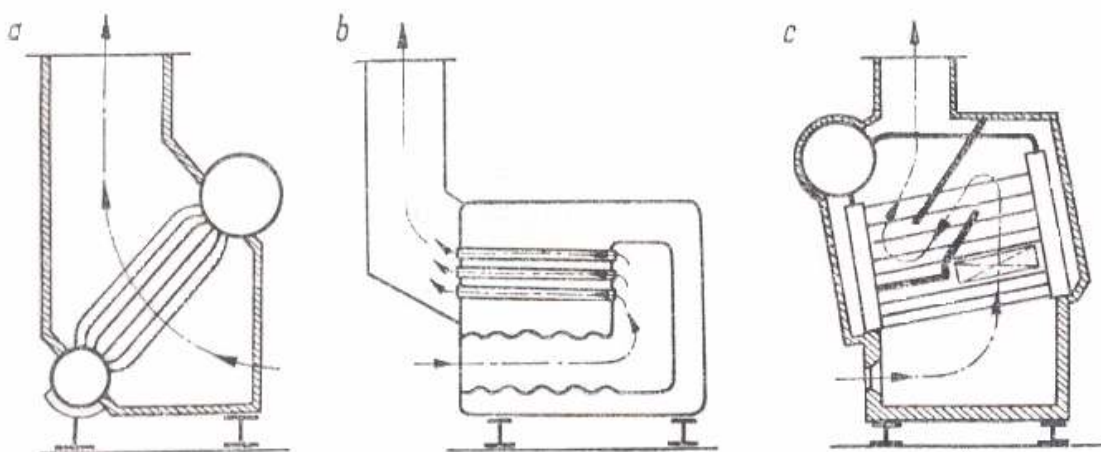
Nồi hơi được phân loại theo nhiều cách như: Phân loại nồi hơi theo mục đích sử dụng hơi, phân loại theo kết cấu nồi hơi, phân loại theo loại nhiên liệu dùng cho nồi hơi, phân loại theo thông số hơi, phân loại theo tuần hoàn của nước trong nồi hơi.

1. Phân loại nồi hơi theo mục đích sử dụng hơi chúng ta có:

- nồi hơi chính: nồi hơi chính có nhiệm vụ sinh ra hơi cung cấp cho máy chính (tuốc bin hơi, hoặc máy hơi), cung cấp hơi cho các máy phụ, cho mục đích hâm sấy và cho nhu cầu sinh hoạt,
- nồi hơi phụ: nồi hơi phụ có nhiệm vụ cung cấp hơi cho các máy phụ, cho mục đích hâm sấy và cho nhu cầu sinh hoạt.

2. Phân loại theo kết cấu chúng ta có:

- nồi hơi ống lửa NHOL, là nồi hơi mà khói lò đi trong ống, còn nước bao bọc bên ngoài ống,
- nồi hơi ống nước NHON, là nồi hơi mà nước đi trong ống, còn khói lò đi ngoài ống,
- nồi hơi liên hiệp ống lửa-ống nước.



Hình 2.15. Sơ đồ nguyên lý của một số loại nồi hơi

- a - Nồi hơi ống nước đứng tuần hoàn tự nhiên.
- b - Nồi hơi ống lửa ngược chiều.
- c - Nồi hơi ống nước nằm khí lò đi chữ Z.

3. Phân loại theo loại nhiên liệu dùng cho nồi hơi chúng ta có:

- nồi hơi đốt dầu,
- nồi hơi đốt than,
- nồi hơi khí xả, tận dụng năng lượng trong khí xả của động cơ,

- nồi hơi dùng năng lượng nguyên tử.

4. Phân loại theo thông số hơi, chúng ta có:

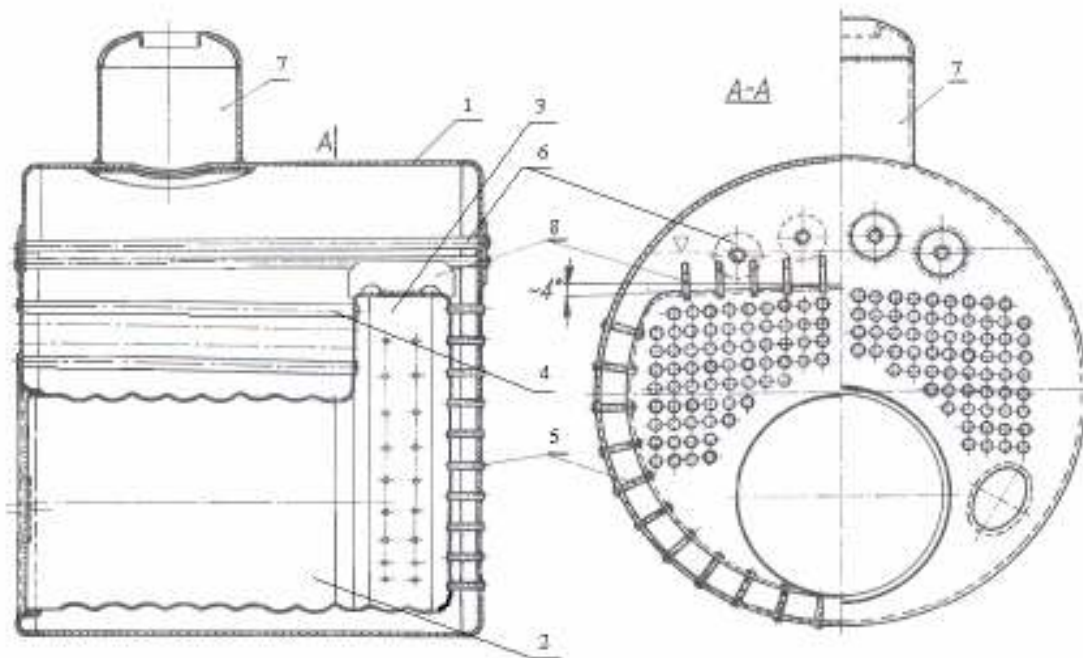
- nồi hơi cao áp, áp suất của nồi hơi $P_n \geq 45 \text{ kG/cm}^2$,
- nồi hơi trung áp, áp suất của nồi hơi $P_n = 20 \div 45 \text{ kG/cm}^2$,
- nồi hơi thấp áp, áp suất của nồi hơi $P_n \leq 20 \text{ kG/cm}^2$.

5. Phân loại theo tuần hoàn của nước trong nồi hơi ta có:

- nồi hơi tuần hoàn tự nhiên,
- nồi hơi tuần hoàn cưỡng bức.

II. NỒI HƠI ỐNG LỬA

1. Sơ đồ nguyên lý:



Hình 2.16. Sơ đồ nguyên lý nồi hơi ống lửa.

Trên hình 2.16 ta có:

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1 – thân nồi hơi, | 5 – đỉnh chằng ngắn, |
| 2 – buồng đốt, | 6 – đỉnh chằng dài, |
| 3 – hộp lửa, | 7 – bầu khô hơi, |
| 4 – ống lửa, | 8 – mã đỉnh hộp lửa. |

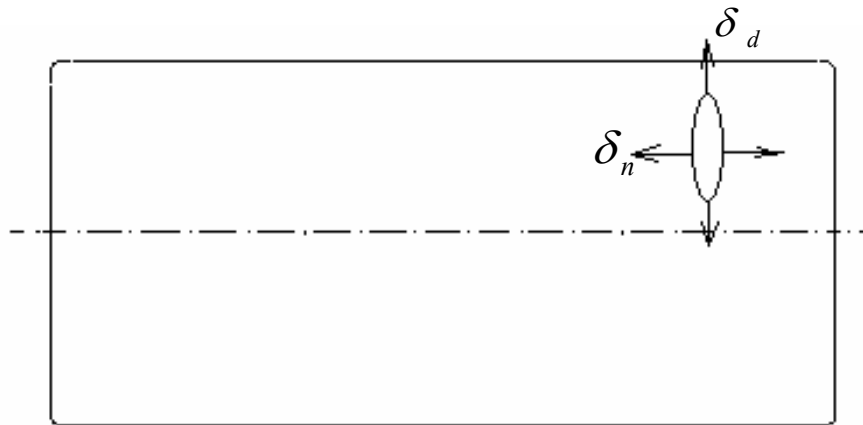
Nguyên lý làm việc:

Dầu đốt và không khí được cấp vào buồng đốt (2) cháy, sinh ra khí lò, khí lò đi vào hộp lửa 3, sau đó đi vào các ống lửa 4, trao nhiệt cho nước bao bọc chung quanh buồng đốt, hộp lửa, ống lửa hoá thành hơi. Khí lò đi tiếp qua hộp khói, bộ hâm nước tiết kiệm, bộ sưởi không khí.

2. Đặc điểm kết cấu

a. Thân nồi hơi

Thân nồi hơi hình trụ tròn, do 1, 2, 3 tấm thép nối hơi hàn hoặc tán lại, mối hàn hoặc tán dọc thân nồi hơi không nên ở cùng một đường sinh để chống xé dọc nồi hơi, không nên ở cùng mức nước nối hơi để để tránh gây nên ứng suất nhiệt và hiện tượng mỏi, không nên tỳ lên bề mặt nồi hơi vì khó kiểm tra và mối nối chóng bị mục rỉ.



Hình 2.17. Ứng suất xé dọc và ứng suất xé ngang của bầu hình trụ

Cửa chui khoét trên thân nồi hơi có hình bầu dục, trục ngắn theo hướng đường sinh của thân nồi vì bầu hình trụ có ứng suất xé dọc δ_d lớn gấp đôi ứng suất xé ngang δ_n (hình 2.17), nên nồi hơi dễ bị xé dọc hơn xé ngang.

b. Nắp nồi hơi

Nồi hơi có nắp trước và nắp sau. Nắp trước còn gọi là mặt sàng trước, vì có các lỗ khoét để lắp buồng đốt, ống lửa, đỉnh chằng dài.

c. Buồng đốt

Buồng đốt bị tác dụng của nhiệt độ cao, của lực nén khí cháy, phía ngoài bị tác dụng của áp lực nước và bị võng xuống bởi chính trọng lượng bản thân. Do đó buồng đốt có kết cấu hình trụ, để đảm bảo độ bền tốt (chịu lực tốt).

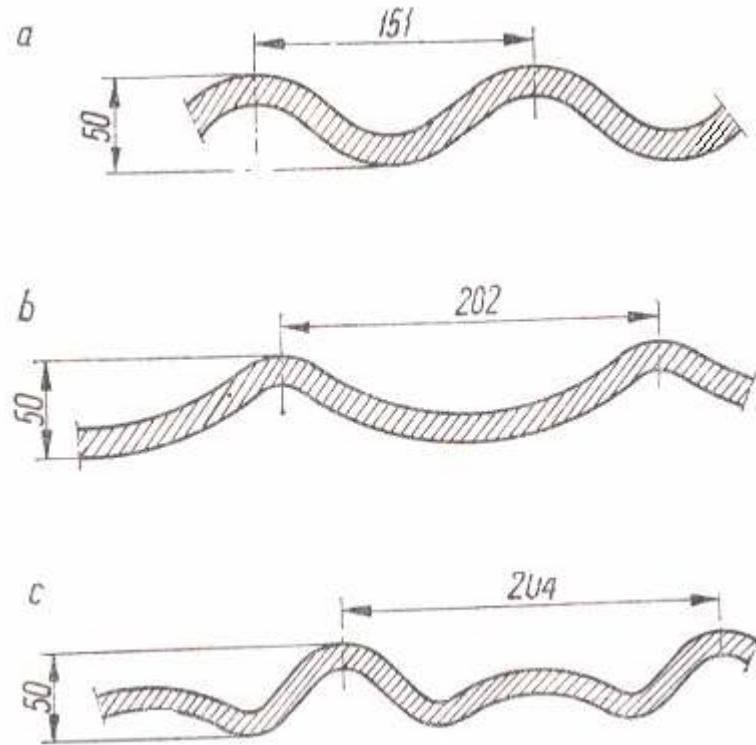
Buồng đốt có thể là hình trụ tròn, có thể là hình trụ gợn sóng [hình 2.18].

Buồng đốt hình trụ gợn sóng có các ưu điểm: làm tăng bề mặt hấp nhiệt của buồng đốt lên 8÷12%, khử được giãn nở nhiệt khi nhiệt độ thay đổi, buồng đốt hình trụ tròn phải có

kết cấu khử giãn nở nhiệt riêng (như một đầu buồng đốt di động). Buồng đốt hình trụ gọn sóng tăng được độ dẻo theo hướng dọc trục, và tăng độ cứng theo hướng kính, đảm bảo chịu được áp suất cao.

Số lượng buồng đốt tùy thuộc vào diện tích bề mặt hấp nhiệt, thông thường nồi hơi có 1, 2, 3 buồng đốt.

Buồng đốt có thể là hình trụ đúc liền, có thể là do 2, 3 tấm thép nồi hơi ghép lại.



Hình 2.18. Kết cấu các loại buồng đốt hình gọn sóng

- a – buồng đốt hãng Foxa,
- b - buồng đốt hãng Morrisona,
- c - buồng đốt hãng Deightona.

d. Hộp lửa

Hộp lửa dùng để tiếp tục đốt số chất đốt chưa kịp cháy hết trong buồng đốt, dung tích của hộp lửa không nhỏ hơn dung tích của buồng đốt để đảm bảo cháy hết chất đốt, diện tích mặt cắt ngang của hộp lửa nên bằng diện tích mặt cắt ngang của tất cả các ống lửa thuộc hộp lửa đó.

Thành trước của hộp lửa được gọi là mặt sàng sau.

Vách sau và vách bên của hộp lửa được cố định với thân nồi hơi và với hộp lửa khác bằng các đinh chằng ngăn.

e. Mã đỉnh hộp lửa

Hộp lửa tiếp xúc với ngọn lửa có nhiệt độ cao, lại có kết cấu hình hộp, nên không có lợi cho việc chịu lực vì vậy đỉnh hộp lửa có gắn mã gia cường, còn gọi là mã đỉnh hộp lửa.

f. Ống lửa

Ống lửa dẫn khói lò đi từ hộp lửa vào hộp khói và trao nhiệt cho nước bao bọc bên ngoài để hoá thành hơi. Ống lửa là bề mặt hấp nhiệt chủ yếu của nồi hơi (chiếm 80÷90%). Có 2 loại ống lửa: ống lửa thường và ống lửa chằng. Ống lửa chằng ngoài nhiệm vụ dẫn khói lò, còn có nhiệm vụ chằng giữ nắp trước của nồi hơi với thành trước của hộp lửa (chằng giữ 2 mặt sàng).

Ống lửa thường có độ dày 2,5÷4,5 mm và tùy thuộc vào áp suất của nồi hơi. 2 đầu mút của ống lửa thường được nong lên hoặc hàn lên các mặt sàng. Đầu mút phía hộp lửa phải được bẻ mép.

Ống lửa chằng dày 5÷9,5 mm, 2 đầu mút của ống lửa chằng được hàn hoặc bắt ren ốc vào các mặt sàng. Ống lửa chằng chiếm khoảng 30% tổng số các ống lửa và được bố trí xen kẽ với các ống lửa thường.

g. Đỉnh chằng ngắn, đỉnh chằng dài

Đỉnh chằng ngắn dùng để chằng giữ thành hộp lửa với nhau, chằng giữ thành hộp lửa với nắp sau của nồi hơi. Đỉnh chằng ngắn có thể được cố định bằng cách ren hàn hoặc tán đinh.

Đỉnh chằng dài để chằng giữ nắp trước và nắp sau của nồi hơi (phần không có ống lửa). Đỉnh chằng dài được cố định bằng cách hàn hoặc bắt ren ốc. Đỉnh chằng dài có đường kính bằng 50÷90 mm.

h. Bầu khô hơi

Bầu khô hơi làm tăng chiều cao của không gian hơi, làm cho các hạt nước có trọng lượng lớn hơn phải rơi trở lại nồi hơi, làm tăng độ khô của hơi.

i. Nắp cửa người và nắp cửa tay

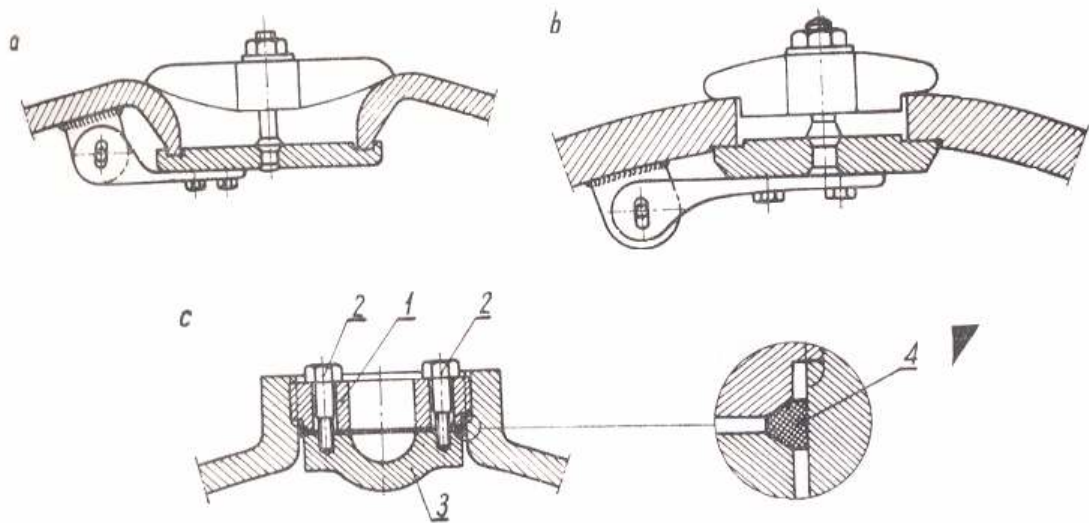
Hình 2.19 thể hiện các nắp cửa người và cửa tay khác nhau, dùng cho nồi hơi.

- a – dùng cho nồi hơi có áp suất $p \leq 25 \text{ kG/cm}^2$,
- b - dùng cho nồi hơi có áp suất $p > 25 \text{ kG/cm}^2$,
- c - dùng cho nồi hơi có áp suất $p \gg 25 \text{ kG/cm}^2$.

- 1 – ren bắt nắp nồi hơi,
- 2 – bulông,
- 3 – phần bên dưới của nắp nồi hơi,
- 4 – bộ làm kín nắp nồi hơi.

Nắp cửa người (còn gọi là nắp cửa chui) để người sử dụng có thể chui vào bên trong nồi hơi kiểm tra, vệ sinh, sửa chữa nồi hơi. Nắp cửa người có vành gia cường phía bên trong nồi hơi.

Nắp cửa tay dùng để luồn tay vào lau chùi, vệ sinh và sửa chữa bên trong nồi hơi.



Hình 2.19. Một số kết cấu nắp cửa người, nắp cửa tay của nồi hơi

Nắp cửa người, nắp cửa tay đều được đóng từ phía trong ra [hình 2.19], để lợi dụng áp suất trong nồi hơi làm tăng độ kín của cửa. Nắp cửa người và nắp cửa chui đều có hình bầu dục và nếu nắp được khoan ở phần hình trụ của thân nồi, thì trục ngăn hướng theo hướng đường sinh của thân nồi.

3. Ưu, nhược điểm

Ưu điểm:

- Nhờ ống lớn và thẳng nên có thể dùng được nước xấu, chưa lọc hoặc nước lẫn dầu.
- Bền, sử dụng đơn giản.
- Thân nồi chứa nhiều nước, năng lực tiềm tàng lớn, áp suất nồi hơi khá ổn định, ngay cả khi thay đổi tải đột ngột.
- Chiều cao của không gian hơi khá lớn nên độ khô của hơi nước khá cao $x=0,95\div 0,98$, do đó không cần phải có thiết bị khô hơi.

Khuyết điểm:

- To, nặng, chứa nhiều nước.
- Cường độ bốc hơi yếu.
- Nước nhiều, nên thời gian nhóm lò lấy hơi lâu từ 6÷10h, nồi hơi chính lên đến 24÷48h.
- Khi nổ vỡ khá nguy hiểm.

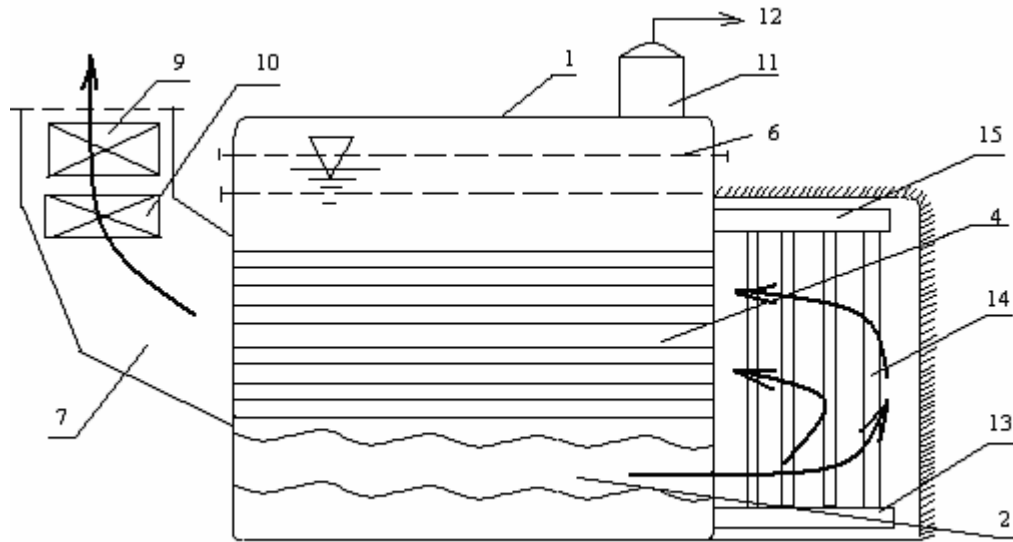
III. NỒI HƠI ỐNG LỬA-ỐNG NƯỚC

Nguyên lý làm việc của nồi hơi liên hiệp ống lửa-ống nước được thể hiện trên hình 2.20. Trên hình 2.20 ta có:

1 – thân nồi hơi,

6 – đỉnh chằng dài,

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 2 – buồng đốt, | 7 – hộp khói, |
| 4 – ống lửa, | 9 – bộ sưởi không khí, |
| 10 – bộ hâm nước tiết kiệm, | 11 – bầu khô hơi, |
| 12 – ống dẫn hơi đi sử dụng, | 13 – ống góp nước, |
| 14 – các ống nước, | 15 – ống góp hơi. |



Hình 2.20. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống lửa.

Nồi hơi liên hiệp ống lửa, ống nước đơn giản hơn nồi hơi ống lửa, tuần hoàn tốt hơn, trọng lượng nhẹ hơn nhưng vẫn còn nhiều khuyết điểm lớn của nồi hơi ống lửa.

IV. NỒI HƠI ỐNG NƯỚC TUẦN HOÀN TỰ NHIÊN

Nồi hơi ống nước tuần hoàn tự nhiên có nhiều loại như:

- nồi hơi ống nước nằm, khí lò đi thẳng,
- nồi hơi ống nước nằm khí lò đi chữ Z,
- nồi hơi ống nước đứng 3 bầu đối xứng,
- nồi hơi ống nước đứng 3 bầu không đối xứng,
- nồi hơi ống nước đứng kiểu chữ D đứng, chữ D nghiêng.

1. Ưu nhược điểm của nồi hơi ống nước nói chung

a. Ưu điểm:

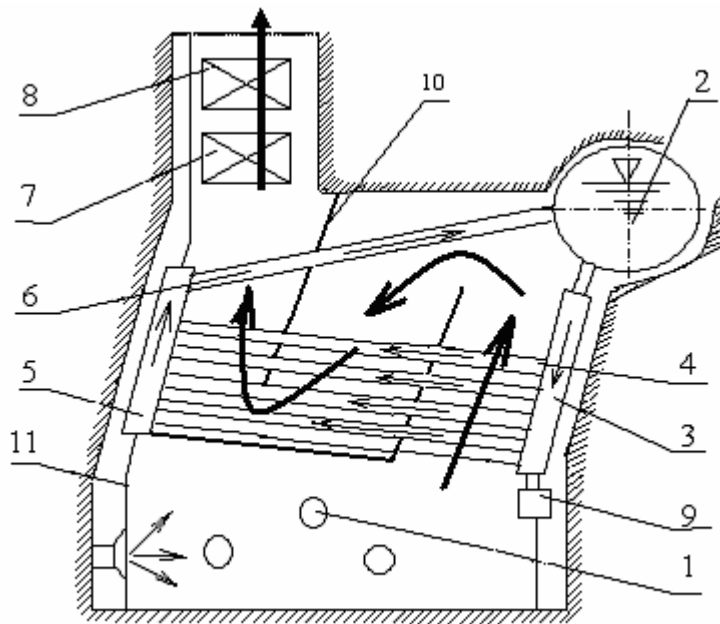
- gọn nhẹ hơn nhiều so với nồi hơi ống lửa, vì lượng nước trong nồi hơi ít, các ống nhỏ nên dễ bố trí được bề mặt hấp nhiệt lớn, cường độ hấp nhiệt cao,
- có thể chế tạo được hàng loạt, từ loại nhỏ đến loại lớn, chỉ cần thay đổi số lượng ống,
- có thể bố trí hợp lý các bề mặt hấp nhiệt và bố trí được các bề mặt hấp nhiệt tiết kiệm có diện tích lớn, nên hiệu suất của nồi hơi lớn hơn nồi hơi ống lửa,
- thời gian nhóm lò lấy hơi nhanh (0,5÷2h) đặc biệt (4÷6h),
- khi nổ vỡ không nguy hiểm lắm, vì lượng nước ít và ống nước thường bị nứt vỡ trước bầu nồi.

b. Nhược điểm:

- đòi hỏi chất lượng nước cấp tốt, được lọc kỹ càng vì các ống nhỏ cong, cường độ trao nhiệt lớn,
- coi sóc, bảo dưỡng nồi hơi phức tạp hơn nồi hơi ống lửa,
- năng lực tiềm tàng bé, vì ít nước trong nồi hơi, nên khó duy trì áp suất hơi ổn định,
- chiều cao không gian hơi bé, nên cần phải có thiết bị khô hơi.

2. Nồi hơi ống nước nằm khí lò đi chữ Z

a. Sơ đồ nguyên lý:



Hình 2.21. Sơ đồ nguyên lý nồi hơi ống nước nằm khí lò đi chữ Z

- | | | |
|----------------------------|------------------------|-------------------|
| 1 – buồng đốt, | 2 – bầu nồi, | 3 – ống góp nước, |
| 4 – các ống nước lên, | 5 – ống góp hơi, | 6 – ống hơi lên, |
| 7 – bộ hâm nước tiết kiệm, | 8 – bộ sưởi không khí, | 9 – hộp cặn, |
| 10 – tấm dẫn khí, | 11 – vách đôi. | |

b. Nguyên lý làm việc

Dầu đốt và không khí được cấp vào buồng đốt cháy sinh ra khí lò, khí lò quét qua các bề mặt hấp nhiệt, trao nhiệt cho nước ở bên trong ống. Nước từ bầu 2, đi xuống ống góp nước 3 vào các ống nước lên 4, nhận nhiệt sinh ra hơi, hỗn hợp nước-hơi đi vào ống góp hơi 5, đi lên các ống hơi lên 6 và về lại bầu 2.

Khí lò nhờ có các tấm dẫn khí 10, nên đi theo hình chữ Z, do đó nồi hơi được gọi là nồi hơi ống nước nằm khí lò đi chữ Z. Vận tốc của khí lò chuyển động trong nồi hơi ống nước

nằm khí lò đi chữ Z lớn gấp 3 lần khi chuyển động trong nồi hơi ống nước nằm khí lò đi thẳng (không có tấm dẫn khí 10).

Tuần hoàn của nước trong nồi hơi là tuần hoàn tự nhiên, do sự chênh lệch tỷ trọng của nước và của hỗn hợp nước – hơi gây nên.

c. Đặc điểm kết cấu

+ Hộp ống: trong nồi hơi ống nước nằm có hộp góp ống nước (3), hộp góp ống nước và hơi(5). Mặt cắt ngang của các hộp ống là hình vuông. Hộp ống là một ống thép hình gợn sóng, một mặt có khoan các lỗ để nong các ống nước vào. Một mặt có khoét các cửa hình vuông, mỗi cửa đối diện với một ống to hoặc 4 ống vừa, 9 ống nhỏ, 16 ống loại rất nhỏ. Các cửa này dùng để thông rửa, vệ sinh ống, nong ống vào thành hộp ống.

Hộp ống vuông hình gợn sóng rất khó chế tạo, nên trong một số trường hợp được thay thế bằng hộp ống tròn.

+ Ống nước nằm là các ống mà ở đó nước nhận nhiệt hoá thành hơi. Các ống sát buồng đốt do cường độ trao đổi nhiệt lớn nên có đường kính lớn hơn để đảm bảo làm mát tốt hơn và tuần hoàn tốt hơn.

Các ống nước nằm được đặt dốc $15 \div 25^0$, để tránh hiện tượng nước hơi phân lớp.

Các ống dẫn nước-hơi về bầu nổi (6) có đường kính lớn hơn các ống dẫn nước ở phía sau và bằng đường kính của các ống nước sôi ở sát buồng đốt, vì thể tích của hơi lớn hơn nhiều thể tích của nước.

d. Ưu, nhược điểm

Ngoài các ưu nhược điểm chung cho nồi hơi ống nước, nồi hơi ống nước nằm còn có các ưu nhược điểm sau:

Ưu điểm:

- Ống to thẳng, dễ thông rửa, vệ sinh nên có thể dùng được nước xấu có lẫn dầu.
- Coi sóc và bảo dưỡng đơn giản, năng lực tiềm tàng lớn.
- Tiện cho việc chế tạo hàng loạt nồi hơi có sản lượng, thông số khác nhau, chỉ việc thay đổi số lượng ống nước.
- Khí lò đi chữ Z làm cho vận tốc khí lò tăng, tăng hệ số trao đổi nhiệt, tăng cường độ trao đổi nhiệt trong nồi hơi.

Nhược điểm:

- Hộp góp ống hình gợn sóng nên khó chế tạo, đắt tiền.
- Các tấm dẫn khí dễ bị cháy hỏng, cong vênh và rất khó sửa chữa.
- Ống to thẳng nên khó bố trí các bề mặt hấp nhiệt. Làm tăng kích thước và trọng lượng của nồi hơi.
- Số nắp, cửa quá nhiều gây khó khăn khi thay ống.
- Thời gian nhóm lò lấy hơi tương đối dài (4÷6h).

3. Nồi hơi ống nước nằm khí lò đi thẳng

Giống như nồi hơi ống nước nằm khí lò đi chữ Z, chỉ khác là không có các tấm dẫn khí cưỡng bức dòng khí đi theo hình chữ Z, do đó khí lò ở trong nồi hơi này đi thẳng.

4. Nồi hơi ống nước đứng 3 bầu đối xứng

Nguyên lý làm việc

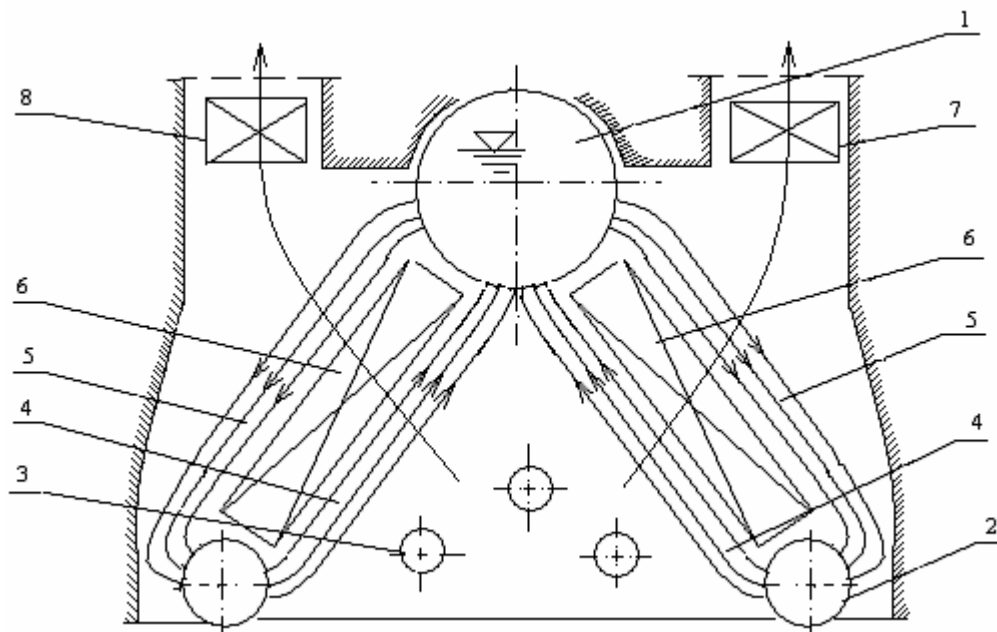
Hình 2.22 thể hiện nguyên lý làm việc của nồi hơi ống nước đứng 3 bầu đối xứng.

Nồi hơi có 2 đường khí lò đối xứng nhau, khói lò đi ngoài ống trao nhiệt cho nước ở bên trong ống để hoá thành hơi. Các ống 4 gần buồng đốt hơn, nhận nhiều nhiệt hơn các ống 5 ở xa buồng đốt sinh ra hơi. Hỗn hợp nước-hơi ở các ống 4 có tỷ trọng nhỏ hơn bị nước ở các ống 5 có tỷ trọng lớn hơn đẩy về bầu 1, tạo thành vòng tuần hoàn tự nhiên trong nồi hơi.

Bộ sấy hơi 6 được bố trí giữa các cụm ống lên 4 (cụm ống I) và cụm ống xuống 5 (cụm ống II) để làm tăng thêm chênh lệch tỷ trọng của nước và hỗn hợp nước – hơi, làm cho tuần hoàn của nồi hơi đảm bảo hơn.

Các ống xuống và các ống lên là các ống thẳng, 2 đầu cong hướng về tâm bầu nồi để tránh ứng suất cục bộ ở các bầu nối.

Các ống nước vừa là các bề mặt hấp nhiệt, vừa là khung dàn để đỡ bầu trên.



Hình 2.22. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước đứng 3 bầu đối xứng.

Trên hình 2.22 ta có:

- | | | |
|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| 1 – bầu nước hơi, | 2 – bầu nước, | 3 – buồng đốt, |
| 4 – các ống nước lên, | 5 – các ống nước xuống, | 6 – bộ sấy hơi, |
| 7 – bộ hâm nước tiết kiệm, | 8 – bộ sưởi không khí, | |

Ưu khuyết điểm

Ngoài các ưu khuyết điểm của nồi hơi ống nước đứng như: gọn nhẹ hơn nồi hơi ống nước nằm, tuần hoàn đảm bảo hơn, đòi hỏi chất lượng nước cao hơn v.v...

Nồi hơi 3 bầu đối xứng còn có các ưu khuyết điểm sau:

- Có 2 đường khói lò nên nồi hơi vẫn còn rất kồng kềnh. Không tiện bố trí 2 nồi hơi trên cùng 1 tàu.
- Không tiện bố trí bộ sấy hơi, vì bộ sấy hơi gồm 2 cụm ống rất cách xa nhau.
- Số bầu nước quá nhiều làm tăng trọng lượng nồi hơi.

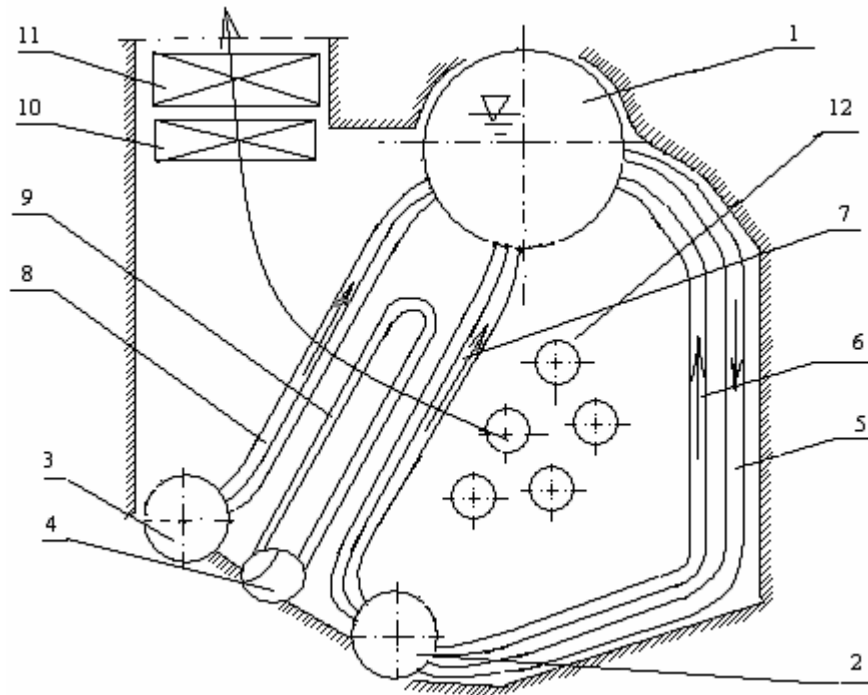
Cường độ trao đổi nhiệt yếu, vì 2 đường khói lò làm giảm tốc độ của dòng khí lò, giảm hệ số truyền nhiệt trong nồi hơi.

5. Nồi hơi ống nước đứng 3 bầu không đối xứng KBT

a. Nguyên lý làm việc

Hình 2.23 thể hiện sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước 3 bầu không đối xứng.

Chất đốt, không khí cấp vào trong buồng đốt cháy, sinh ra khí lò. Khí lò quét qua các ống nước trao nhiệt cho nước ở trong ống. Nước trong ống nhận nhiệt sinh ra hơi. Tuần hoàn của nước trong nồi hơi là tuần hoàn tự nhiên.



Hình 2.23. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước 3 bầu không đối xứng

Ở hình trên ta có:

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 – bầu nước – hơi, | 2 – bầu nước, | 3 – bầu nước, |
| 4 – ống góp bộ sấy hơi, | 5 – các ống xuống, | 6 – các ống nước-hơi lên, |
| 7 – các ống nước-hơi lên, | 8 – các ống nước-hơi lên, | 9 – bộ sấy hơi, |
| 10 – bộ hâm nước tiết kiệm. | 11. bộ sưởi không khí, | 12 – buồng đốt. |

Nồi hơi có 2 mạch tuần hoàn:

- Mạch tuần hoàn đơn giản:

Nước từ bầu 1 đi xuống bầu 3 theo các ống không hấp nhiệt đặt bên ngoài nồi hơi, sau đó vào các ống lên 8, nhận nhiệt hoá hơi. Hỗn hợp nước hơi trong ống 8 có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng của nước ở các ống xuống bên ngoài nồi hơi, bị nước đẩy lên bầu 1.

- Mạch tuần hoàn phức tạp bao gồm 2 vòng tuần hoàn tự nhiên:

Vòng tuần hoàn 1: Nước từ bầu 1 đi xuống các ống 5 đặt sát vách ống (bị che khuất bởi các ống lên 6), vào bầu nước 2, đi lên theo các ống 6, hấp nhiệt bức xạ của buồng đốt sinh ra hơi, hỗn hợp nước-hơi ở các ống 6 bị nước có tỷ trọng cao hơn ở các ống xuống 5 đẩy về bầu 1.

Vòng tuần hoàn 2: Nước từ bầu 1 đi xuống các ống 5 đặt sát vách ống (bị che khuất bởi các ống lên 6), vào bầu nước 2, đi lên theo các ống 7, hấp nhiệt đối lưu của khí lò sinh ra hơi, hỗn hợp nước-hơi ở các ống 7 bị nước có tỷ trọng cao hơn ở các ống xuống 5 đẩy về bầu 1.

b. Ưu nhược điểm

Nồi hơi có các ưu điểm của nồi hơi ống nước đứng tuần hoàn tự nhiên, ngoài ra so với nồi hơi 3 bầu đối xứng nó có các ưu nhược điểm sau:

- Chỉ có 1 đường khói lò, nên nồi hơi gọn hơn nhiều.
- Hiệu suất của nồi hơi cao hơn $\eta=93\%$.
- Vẫn còn 3 bầu nên nồi hơi to nặng.
- Bộ sấy hơi đặt đứng nên khó lắp ráp sửa chữa, vệ sinh.
- Có thêm bầu góp hơi của bộ sấy hơi, nên nồi hơi vẫn còn kông kênh.

Bầu góp bộ sấy hơi được chia làm 2 ngăn, ngăn hơi vào nhỏ hơn ngăn hơi ra vì thể tích của hơi vào nhỏ hơn thể tích của hơi ra bộ sấy hơi.

Lớp ống xuống 5 và ống lên 6 được lắp kín quanh buồng đốt, ngoài nhiệm vụ cấp nước cho các mạch tuần hoàn (các ống 5) và nhận nhiệt bức xạ của buồng đốt để sinh hơi, còn có nhiệm vụ bảo vệ vách buồng đốt không bị cháy hỏng.

6. Nồi hơi ống nước đứng kiểu chữ D nghiêng

a. Nguyên lý làm việc

Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước 2 bầu kiểu chữ D nghiêng được thể hiện trên hình 2.24.

Nguyên lý làm việc của nồi hơi ống nước 2 bầu kiểu chữ D nghiêng: khí lò đi ngoài ống trao nhiệt cho nước ở trong ống để sinh ra hơi.

Nồi hơi có 2 mạch tuần hoàn tự nhiên:

- Mạch tuần hoàn I:

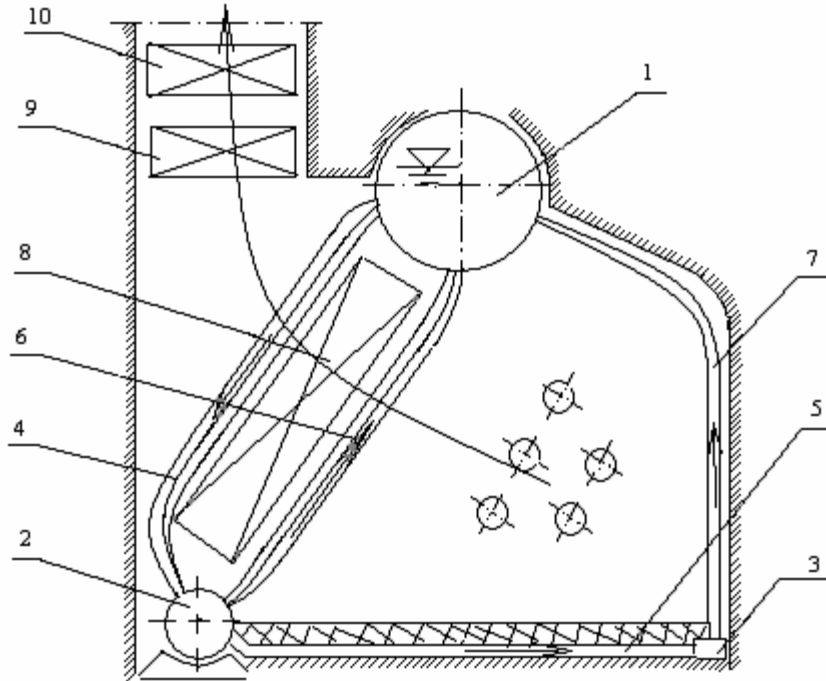
Nước từ bầu 1 đi xuống các ống 4 vào bầu 2, sau đó vào các ống lên 6, nhận nhiệt hoá hơi. Hỗn hợp nước hơi trong ống 6 có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng của nước ở các ống xuống 4, bị nước đẩy lên bầu 1.

- Mạch tuần hoàn II:

Nước từ bầu 1 đi xuống các ống 4, vào bầu nước 2, đi vào các ống 5 ở đáy nồi hơi, vào hộp góp 3, đi lên các ống 7 bố trí ở quanh vách buồng đốt nồi hơi, hấp nhiệt bức xạ của khí

lò sinh ra hơi, hỗn hợp nước-hơi ở các ống 7 bị nước có tỷ trọng cao hơn ở các ống xuống 4 đẩy về bầu 1.

Lớp ống lên 7 được lắp kín quanh buồng đốt ngoài nhiệm vụ nhận nhiệt bức xạ của buồng đốt để sinh hơi, còn có nhiệm vụ bảo vệ vách buồng đốt không bị cháy hỏng. Phương pháp lắp vách ống 7 được thể hiện trên hình 2.25.



Hình 2.24. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước 2 bầu kiểu chữ D nghiêng

Ở hình 2.24 ta có:

- | | | |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| 1 – bầu nước – hơi, | 2 – bầu nước, | 3 – ống góp nước, |
| 4 – các ống nước xuống, | 5 – các ống nước, | 6 – các ống nước-hơi lên, |
| 7 – các ống nước-hơi lên-vách ống, | 8 – bộ sấy hơi, | 9 – bộ hâm nước tiết kiệm, |
| 10 - bộ sưởi không khí. | | |

b. Ưu nhược điểm

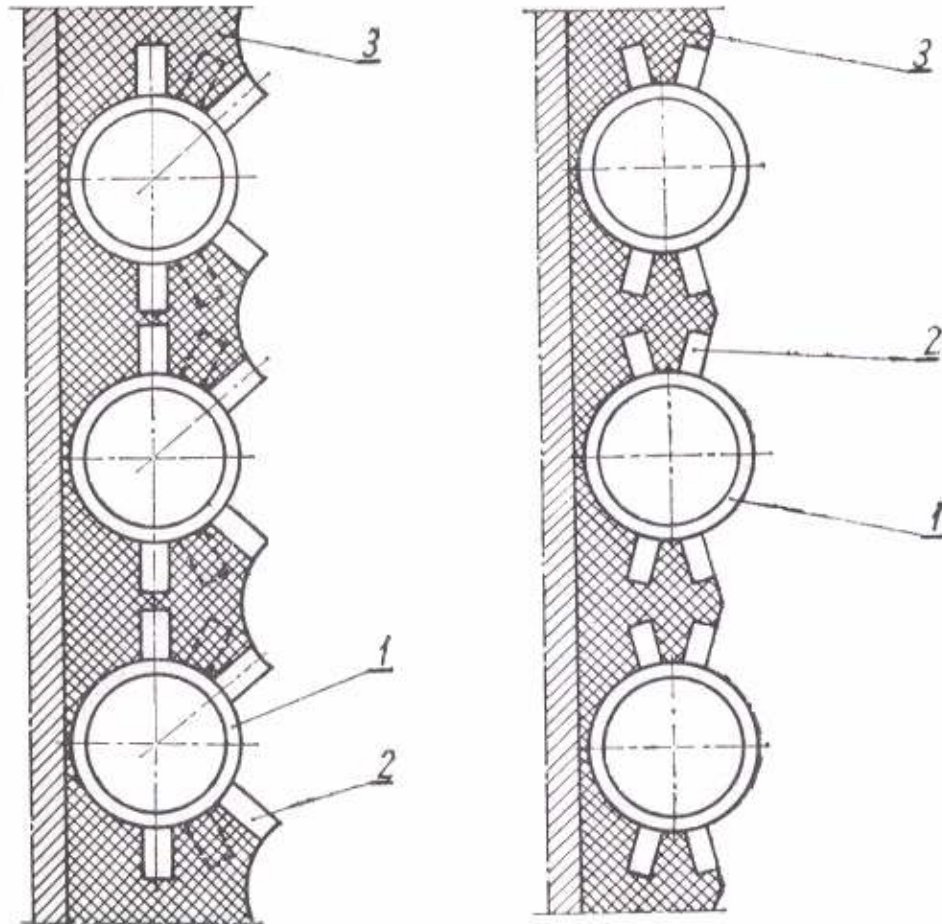
Ưu điểm:

Nồi hơi có đầy đủ các ưu nhược điểm của nồi hơi ống nước đứng. Ngoài ra nồi hơi chữ D nghiêng còn có các ưu nhược điểm sau:

- Nồi hơi chỉ có 2 bầu. Lại có vách ống giảm được diện tích các ống nước sôi 6; dẫn đến nồi hơi gọn nhẹ, tiện lợi bố trí 2 nồi hơi trên một tàu.
- Bộ sấy hơi được đặt nằm nên có thể rút ra vệ sinh, sửa chữa dễ dàng.
- Các ống nước sôi có góc nghiêng lớn 35° - 70° , nên không cần tấm dẫn khí khói lò vẫn quét khắp các bề mặt hấp nhiệt.
- Tuần hoàn của nồi hơi khá đảm bảo.
- Do có vách ống làm mát nên gạch buồng đốt ở các vách ít bị cháy hỏng.
- Do có các ống làm mát sàn buồng đốt, nên gạch sàn buồng đốt ít bị cháy hỏng.

Nhược điểm:

- Đòi hỏi chất lượng nước cao, xử lý kỹ càng.
- Cần phải có bộ tự động cấp nước.



Hình 2.25. Phương pháp lắp vách ống nồi hơi (các ống hấp nhiệt bức xạ).

- 1 – các ống hấp nhiệt bức xạ,
- 2 – các tấm cố định ống,
- 3 – vữa chịu lửa.

7. Nồi hơi chữ D đứng

a. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của nồi hơi chữ D đứng thể hiện trên hình 2.26.

Khí lò đi ngoài ống trao nhiệt cho nước ở trong ống để sinh ra hơi.

Nồi hơi có 3 mạch tuần hoàn:

- Mạch tuần hoàn I:

Nước từ bầu 1 đi xuống các ống 4 vào bầu 2 , sau đó vào các ống lên 6, nhận nhiệt hoá hơi. Hỗn hợp nước hơi trong ống 6 có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng của nước ở các ống xuống 4, bị nước đẩy lên bầu 1.

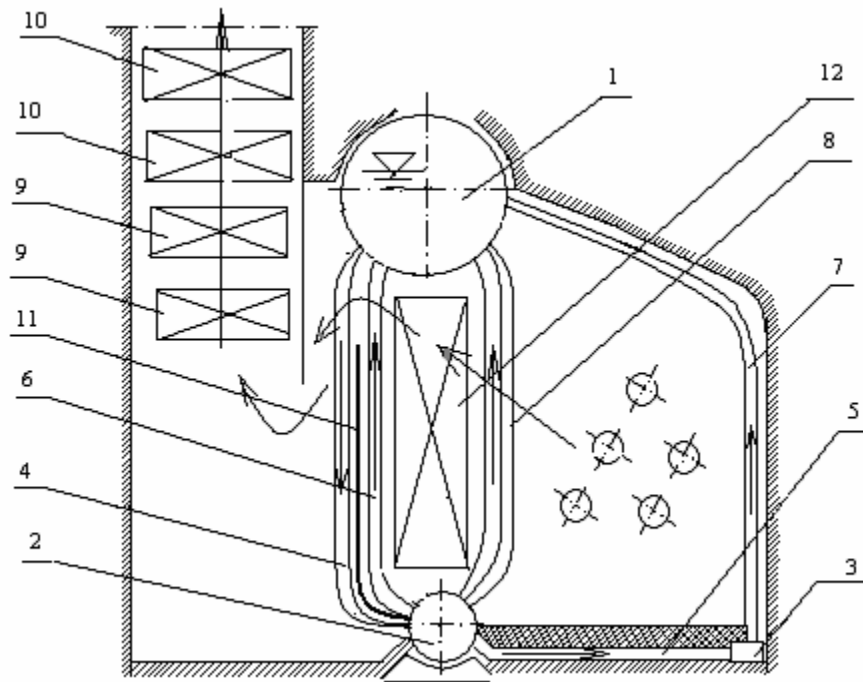
- Mạch tuần hoàn II:

Nước từ bầu 1 đi xuống các ống 4 vào bầu 2 , sau đó vào các ống lên 8, nhận nhiệt hoá hơi. Hỗn hợp nước hơi trong ống 8 có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng của nước ở các ống xuống 4, bị nước đẩy lên bầu 1.

- Mạch tuần hoàn III:

Nước từ bầu 1 đi xuống các ống 4, vào bầu nước 2, đi vào các ống 5 ở đáy nồi hơi, vào hộp góp 3, đi lên các ống 7 bố trí ở quanh vách buồng đốt nồi hơi, hấp nhiệt bức xạ của khí lò sinh ra hơi, hỗn hợp nước-hơi ở các ống 7 bị nước có tỷ trọng cao hơn ở các ống xuống 4 đẩy về bầu 1.

Lớp ống lên 7 được lắp kín quanh buồng đốt ngoài nhiệm vụ nhận nhiệt bức xạ của buồng đốt để sinh hơi, còn có nhiệm vụ bảo vệ vách buồng đốt không bị cháy hỏng.



Hình 2.26. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước 2 bầu kiểu chữ D đứng

Trên hình 2.26 chúng ta có:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1 – bầu nước – hơi, | 2 – bầu nước, |
| 3 – ống góp nước, | 4 – các ống nước xuống, |
| 5 – các ống nước, | 6 – các ống nước-hơi lên, |
| 7 – các ống nước-hơi lên, | 8 – các ống nước-hơi lên, |
| 9 – bộ hâm nước tiết kiệm, | 10 - bộ sưởi không khí, |
| 11- tấm dẫn khí, | 12 – bộ sấy hơi. |

b. Ưu, nhược điểm

Nồi hơi có đầy đủ các ưu, nhược điểm của nồi hơi ống nước đứng. Ngoài ra nồi hơi chữ D đứng còn có các ưu, nhược điểm sau:

Ưu điểm:

- Chiều ngang của nồi hơi bé.
- Tiện bố trí các bề mặt tiết kiệm trong đường khói lò thẳng đứng, nên nồi hơi gọn nhẹ, có thể bố trí 2 nồi hơi trên 1 tầng.
- Cấu tạo đơn giản, bố trí được các bề mặt hâm nước tiết kiệm và bề mặt sưởi không khí lớn, nên hiệu suất của nồi hơi cao.
- Bộ hâm nước tiết kiệm và bộ sưởi không khí được đặt trong đường khói lò thẳng đứng nên giảm được chiều cao của nồi hơi.
- Do có tấm dẫn khí nên khói lò quét khắp được qua các bề mặt hấp nhiệt và vận tốc của khói lò tăng lên, làm tăng hệ số truyền nhiệt trong nồi hơi.

Nhược điểm:

- Đòi hỏi chất lượng nước cao, sử lý kỹ càng.
- Cần phải có bộ tự động cấp nước.
- Cần người sử dụng giỏi.

8. Nồi hơi hai vòng tuần hoàn (nồi hơi Schmidt-Hartmanna)

a. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của nồi hơi hai tuần hoàn được thể hiện trên hình 2.27.

Nguyên lý làm việc của nồi hơi ống nước hai vòng tuần hoàn:

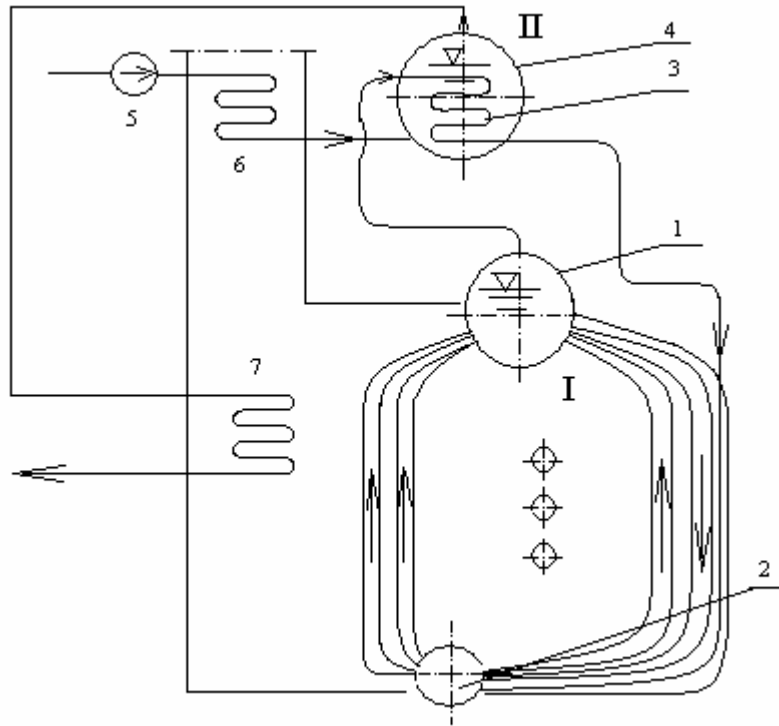
Nồi hơi thông số cao I làm việc bình thường như các nồi hơi khác. Nước trong các ống nước nhận nhiệt của khí lò sinh ra hơi. Hơi từ bầu 1 có áp suất, nhiệt độ cao được đưa vào cụm ống 3 trong bầu 4 của nồi hơi thông số thấp II, nhả nhiệt cho nước ở bên ngoài ống sinh ra hơi thông số thấp. Hơi thông số thấp được đưa vào bộ sấy hơi 7, sau đó được đưa đi sử dụng.

Hơi thông số cao trong cụm ống 3, sau khi nhả nhiệt cho nước bên ngoài ống, ngưng tụ thành nước và trở về lại bầu nước 2 của nồi hơi thông số cao.

Nước cấp cho nồi hơi thông số thấp II, được bơm 5 bơm qua bầu hâm nước tiết kiệm 6 vào bầu 4.

b. Ưu nhược điểm

- Cho phép dùng được nước sấu, lẫn dầu ở phần thấp áp, vì nước bốc hơi ở nhiệt độ thấp, không tiếp xúc với khói lò có nhiệt độ cao, tuần hoàn của nước là tuần hoàn cưỡng bức.
- Phần nồi hơi cao áp có tuần hoàn tự nhiên, nhưng là tuần hoàn khép kín nên chỉ cần 1 lượng nước sạch (nước chưng cất) nhất định là đủ.
- Cấu tạo phức tạp, đắt tiền.
- Khó vệ sinh, cạo rửa cấu cặn bám ở ống ruột gà, khó sửa chữa các ống ruột gà..



Hình 2.27. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước 2 vòng tuần hoàn

Trên hình 2.27 ta có:

- I – Nồi hơi thông số cao.
- II – Nồi hơi thông số thấp.
- 1 – Bầu nước – hơi của nồi hơi thông số cao.
- 2 – Bầu nước của nồi hơi thông số cao.
- 3 – Ống nước ruột gà.
- 4 – Bầu nổi của nồi hơi thông số thấp.
- 5 - Bơm nước cấp nồi hơi thông số thấp.
- 6 – Bộ hâm nước tiết kiệm.
- 7 – Bộ sấy hơi.

V. NỒI HƠI ỐNG NƯỚC TUẦN HOÀN CƯỜNG BỨC KIỂU LAMÔNG

1. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc: Nước từ bầu 1, được các bơm tuần hoàn 2 bơm vào nồi hơi qua các ống góp 3, 4, sau đó vào các ống hấp nhiệt bức xạ 13 và các ống hấp nhiệt đối lưu 14; nhận nhiệt sinh ra hơi. Hỗn hợp nước hơi được đưa vào các bầu góp 7, 8 và đưa vào lại bầu 1.

Hơi từ bầu 1 đi vào ống góp 9, vào bộ sấy hơi 15, vào ống góp hơi 10 và được đưa đi sử dụng.

Nước cấp nồi hơi được bơm cấp nước 11, bơm vào ống góp 5, vào bộ hâm nước tiết kiệm 12, vào ống góp 6 và vào nồi hơi.

Tuần hoàn của nước trong nồi hơi là tuần hoàn cưỡng bức do bơm tuần hoàn 2 tạo ra.

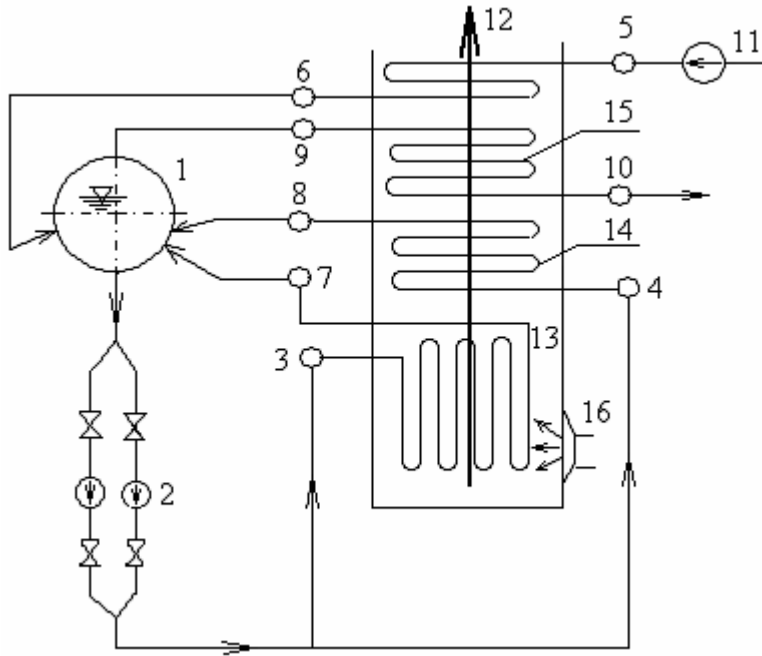
Bội số tuần hoàn:

$$K = G_B / D_N = 6 \div 8 \text{ lần.}$$

G_B – lưu lượng của bơm tuần hoàn,

D_N – sản lượng của nồi hơi.

$K = 6 \div 8$ lần có nghĩa là nước phải tuần hoàn 6÷8 lần qua nồi hơi mới hoá hơi hoàn toàn.



- 1 – bầu nước và hơi,
- 2 – bơm tuần hoàn,
- 3,4,5,6 – ống góp nước,
- 7,8,9,10 – ống góp nước-hơi,
- 11 – bơm cấp nước,
- 12 – bộ hâm nước tiết kiệm,
- 13,14 - cụm ống nước sôi,
- 15 – bộ sấy hơi,
- 16 – thiết bị bùong đốt.

Hình 2.28. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi ống nước tuần hoàn cưỡng bức

2. Ưu nhược điểm

- Tuần hoàn của nước trong nồi hơi đảm bảo, vì là tuần hoàn cưỡng bức.
- Dễ bố trí các ống hấp nhiệt hình ruột gà do đó nồi hơi gọn nhẹ.
- Nhóm lò lấy hơi nhanh (15÷20 phút).
- Làm việc ổn định khi biến tải.
- Khó vệ sinh, sửa chữa các ống ruột gà.
- Yêu cầu chất lượng nước rất cao.
- Vẫn còn 1 bầu nước và hơi.

VI. NỒI HƠI ĐẶC BIỆT

1. Nồi hơi lưu động thẳng

a. Nguyên lý làm việc

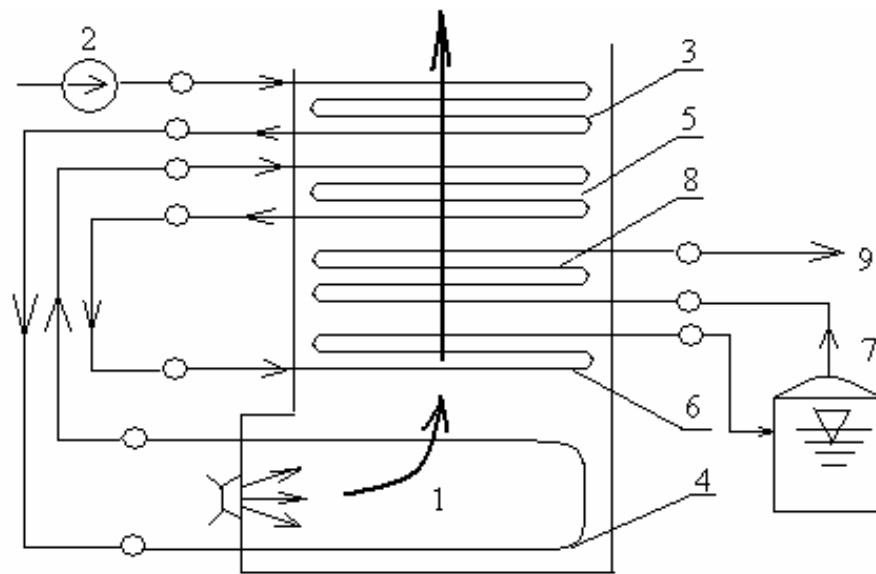
Hình 2.29 thể hiện nguyên lý làm việc của nồi hơi lưu động thẳng. Nguyên lý làm việc của nồi hơi lưu động thẳng:

Nước được bơm tuần hoàn (2) bơm qua bộ hâm nước tiết kiệm (3) vào ống hấp nhiệt bức xạ (4), vào ống hấp nhiệt đối lưu cụm ống I (5), đến các ống hấp nhiệt đối lưu cụm ống II

(6) nhận nhiệt sinh ra hơi. Hơi được đưa vào bầu khô hơi (7) sau đó tới bộ sấy hơi (8) và theo đường ống (9) đi sử dụng.

b. Ưu nhược điểm

- Nồi hơi không còn các bầu nước, bầu nước và hơi, nên gọn nhẹ
- Toàn bộ nước qua nồi hơi đều biến thành hơi, nên bội số tuần hoàn $K = 1$, do đó gọi là nồi hơi lưu động thẳng.
- Yêu cầu về chất lượng nước rất cao
- Cần có hệ thống tự động điều chỉnh phức tạp
- Cần người sử dụng có trình độ cao
- làm việc kém ổn định khi thay đổi tải



Hình 2.29. Sơ đồ nguyên lý của nồi hơi lưu động thẳng

- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 1 – buồng đốt, | 2 – bơm tuần hoàn, | |
| 3 – bộ hâm nước tiết kiệm, | 4 – ống hấp nhiệt bức xạ, | |
| 5 – ống hấp nhiệt đối lưu I, | 6 – ống hấp nhiệt đối lưu II, | |
| 7 – bầu khô hơi, | 8 – bộ sấy hơi, | 9 – hơi đi sử dụng. |

2. Nồi hơi tăng áp

Về kết cấu nồi hơi tăng áp không khác so với những nồi hơi khác, chỉ khác phần thiết bị cấp không khí vào buồng đốt.

Không khí cấp vào buồng đốt được máy nén, nén đến áp suất cao, đảm bảo áp suất buồng đốt = $1,5 \div 6 \text{ kG/cm}^2$.

Tăng áp suất khí lò trong buồng đốt, làm cho tốc độ phản ứng cháy tăng nhanh, phản ứng cháy diễn ra hoàn toàn hơn, hiệu suất nồi hơi cao hơn.

Nhiệt tải dung tích buồng đốt tăng cao hơn

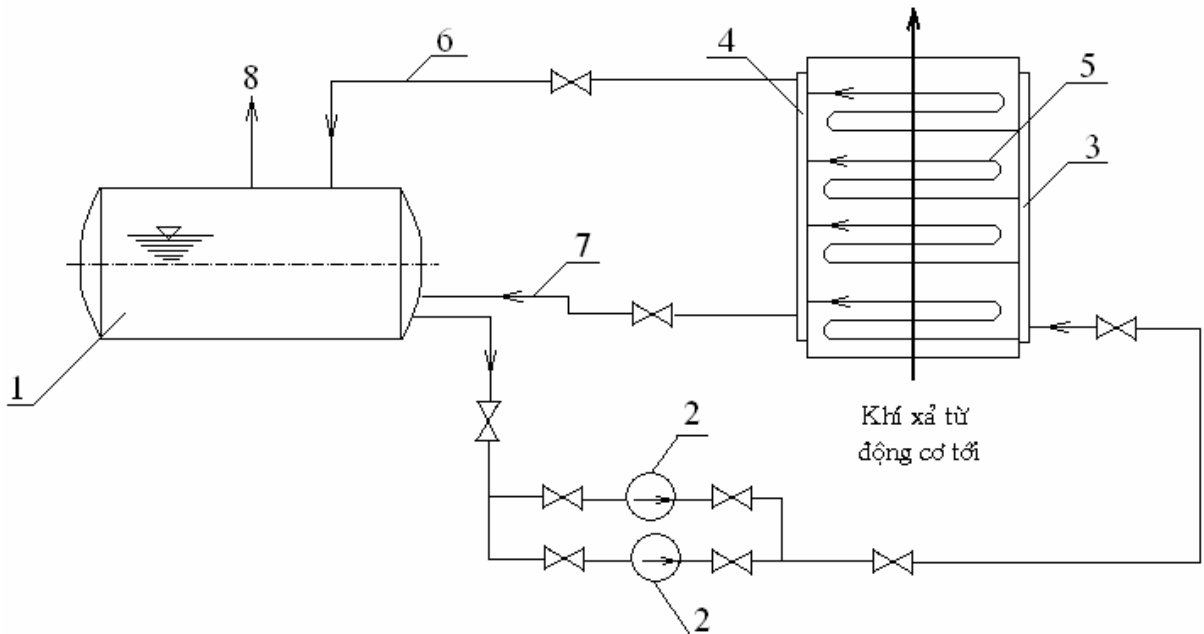
Nồi hơi gọn nhẹ hơn, sử dụng được trên tàu có công suất lớn.
 Thời gian nhóm lò lấy hơi nhanh (5÷6 phút).

VII. NỒI HƠI KHÍ XẢ

Nồi hơi liên hiệp phụ - khí xả

Nồi hơi liên hiệp phụ - khí xả có nhiệm vụ cung cấp hơi nước cho các nhu cầu phụ trên tàu.

Nguyên lý làm việc của nồi hơi phụ - khí xả được thể hiện trên hình 2.30.



Hình 2.30. Sơ đồ nguyên lý nồi hơi liên hiệp phụ-khí xả

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 – nồi hơi phụ, | 3 – ống góp nước, |
| 2 – bơm tuần hoàn của nồi hơi khí xả, | 4 – ống góp hơi. |
| 5 – nồi hơi khí xả, | 6 – đường dẫn hơi về bầu nồi hơi phụ, |
| 7 – đường dẫn nước về bầu nồi hơi phụ, | 8 – hơi đi sử dụng. |

Khi tàu dừng nồi hơi phụ làm việc cung cấp hơi nước cho nhu cầu của tàu, khi tàu chạy nồi hơi khí xả làm việc, tận dụng năng khí xả của động cơ diesel tàu thủy để sản sinh ra hơi, làm tăng hiệu suất chung của hệ động lực. Nồi hơi phụ khi đó đóng vai trò bầu phân ly hơi.

Nước từ nồi hơi phụ được bơm tuần hoàn 2 bơm về nồi hơi khí xả, vào ống góp nước 3, qua các ống hấp nhiệt 5 của nồi hơi khí xả, nhận nhiệt khí xả sinh ra hơi, vào ống góp hơi 4 và hơi theo đường 6, còn nước theo đường 7 về lại bầu nồi hơi phụ.

Nồi hơi khí xả tận dụng được năng lượng thải của động cơ nên làm tăng hiệu suất chung của hệ động lực (6÷10%), nhưng cũng làm tăng sức cản trên đường xả của động cơ, vì vậy làm giảm công suất của động cơ.

Sản lượng của nôi hơi khí xả phụ thuộc rất nhiều vào tải của động cơ.
Thông số của nôi hơi khí xả thấp.

Khả năng tận dụng năng lượng khí xả của nôi hơi khí xả lớn nhất là tới nhiệt độ điểm sương, không cho phép giảm nhiệt độ khí xả xuống dưới nhiệt độ điểm sương vì khi đó sẽ gây nên ăn mòn điểm sương. Nhiệt độ điểm sương phụ thuộc nhiều nhất vào hàm lượng lưu huỳnh S trong nhiên liệu. Nhiên liệu có hàm lượng lưu huỳnh càng lớn, nhiệt độ điểm sương càng lớn, khả năng tận dụng năng lượng của khí xả càng bị hạn chế.

VIII. CÁC BỀ MẶT HẤP NHIỆT HOÀN THIỆN CỦA NÔI HƠI

1. Bộ sấy hơi

Tác dụng của bộ sấy hơi là nâng cao hiệu suất nhiệt của hệ động lực hơi nước, giảm độ ẩm của hơi nước ở các tầng cuối của tuốc bin, giảm kích thước và tăng tính an toàn cho tuốc bin hơi.

Tuỳ theo đặc điểm hấp nhiệt mà bộ sấy hơi được phân ra thành: Bộ sấy hơi kiểu bức xạ, Bộ sấy hơi kiểu đối lưu, Bộ sấy hơi kiểu bức xạ-đối lưu.

- Bộ sấy hơi kiểu bức xạ thường được bố trí trong buồng đốt (nôi hơi ống nước), trong hộp lửa (nôi hơi ống lửa), hình thức hấp nhiệt chủ yếu là bức xạ nhiệt. Bộ sấy hơi kiểu bức xạ gọn nhẹ, nhiệt độ hơi sấy cao, nhưng dễ bị cháy hỏng.

- Bộ sấy hơi kiểu đối lưu thường được bố trí giữa cụm ống I và cụm ống II.

Yêu cầu đối với bộ sấy hơi:

- Đảm bảo nhiệt độ hơi sấy ổn định cho hệ động lực ngay cả khi biến tải.

- Đảm bảo bền chắc ngay cả khi nhóm lò, ủ lò và khi quá tải.

- Phải được bảo vệ tốt khi nhóm lò, vì khi đó chưa có hơi để làm mát bộ sấy hơi. Bảo vệ bộ sấy hơi trong thời gian nhóm lò bằng cách nạp đầy nước cất vào bộ sấy hơi, hoặc dùng hơi từ nôi hơi khác để làm mát bộ sấy hơi (với tàu có nhiều nôi hơi).

- Sức cản khí động, sức cản thuỷ động nhỏ.

- Tiện lắp đặt, sửa chữa, bảo dưỡng và vận hành, vì vậy bộ sấy hơi thường dùng ống chữ U, ít dùng ống uốn khúc nhiều lần.

Các phương pháp điều chỉnh nhiệt độ hơi sấy:

- Dùng bướm chặn điều chỉnh lượng khí lò đi qua bộ sấy hơi, phương pháp này ít dùng trên nôi hơi tàu thuỷ, vì khi lượng nhiệt hấp thụ qua các cụm ống nước sôi bị phân bố lại dễ gây nên phá huỷ tuần hoàn.

- Điều chỉnh bằng cách phun nước cất hoặc hơi nước bão hoà vào hơi sấy.

- Điều chỉnh nhiệt độ hơi sấy bằng bộ giảm sấy chính.

Nguyên lý làm việc của bộ giảm sấy chính:

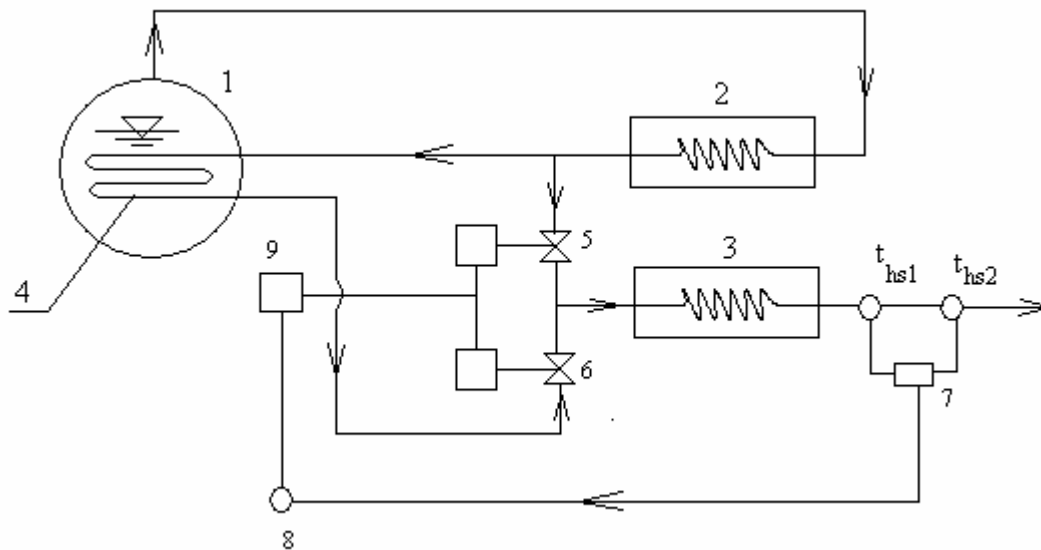
Khi nhiệt độ hơi sấy t_{hs} ra khỏi BSH nhỏ, bầu cảm ứng 7, thiết bị đo 8 tác dụng lên bộ điều khiển 9, điều chỉnh đóng bớt van 6, mở to van 5 để lượng hơi sấy sau cụm ống I của bộ sấy hơi, không qua bộ giảm sấy vào cụm ống II nhiều hơn.

Khi nhiệt độ hơi sấy quá cao thì ngược lại bầu cảm ứng 7, thiết bị đo 8 tác dụng lên bộ điều khiển 9, điều chỉnh đóng bớt van 5, mở to van 6 để lượng hơi sấy sau cụm ống I của bộ sấy hơi qua bộ giảm sấy rồi mới vào cụm ống II của bộ sấy hơi nhiều hơn.

Các giá trị t_{hs1} , t_{hs2} là nhiệt độ hơi sấy được điều chỉnh.

Ngoài bộ giảm sấy chính nồi hơi còn có các bộ giảm sấy phụ, dùng để cung cấp hơi giảm sấy (hơi sấy có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ hơi sấy sau bộ giảm sấy chính) cho các máy phụ.

Bộ giảm sấy là các ống ruột gà đặt trong khoang nước của bầu nồi.



Hình 2.31. Sơ đồ nguyên lý của bộ giảm sấy chính.

Trên hình 2.31 ta có:

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1 – Bầu nồi, | 2 – Cụm ống sấy hơi I, |
| 3 – Cụm ống sấy hơi II, | 4 – Cụm ống giảm sấy, |
| 5,6 – Van điều chỉnh, | 7 – Bầu cảm ứng, |
| 8 – Thiết bị đo, | 9 – Bộ điều khiển. |

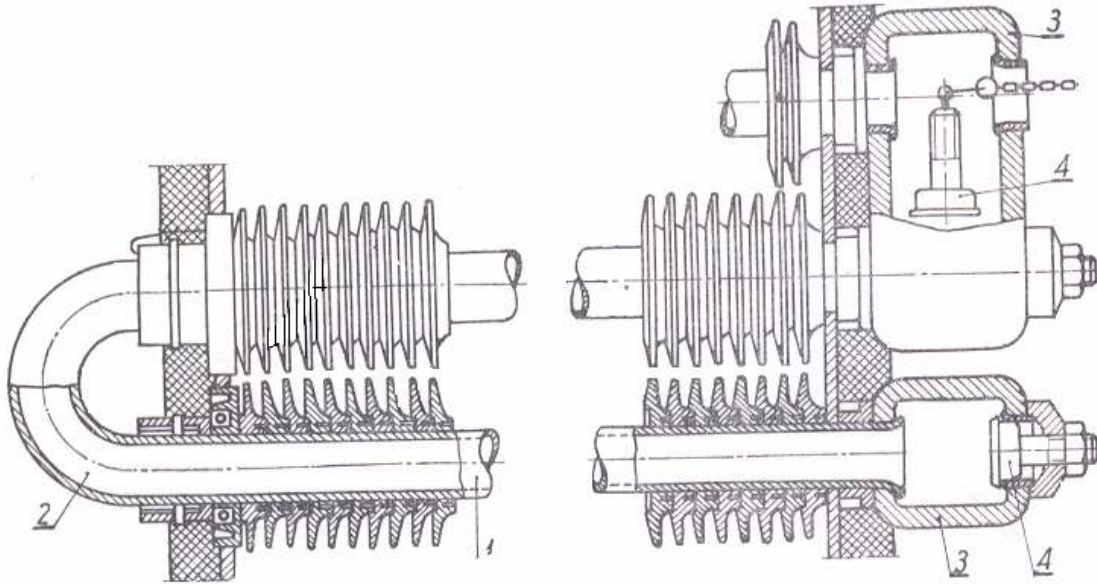
t_{hs1} , t_{hs2} – nhiệt độ hơi sấy điều chỉnh.

2. Bộ hâm nước tiết kiệm

Bộ hâm nước tiết kiệm tận dụng nhiệt lượng của khí lò, làm tăng hiệu suất của nồi hơi. Tuần hoàn của nước qua bộ hâm nước tiết kiệm là tuần hoàn cưỡng bức.

Bộ hâm nước tiết kiệm là các ống có đường kính bé, uốn khúc nhiều lần, do đó dễ bố trí trên đường khói của nồi hơi. Các ống ruột gà hâm nước tiết kiệm có thể có cánh để tăng cường trao đổi nhiệt của bộ hâm nước tiết kiệm.

Bộ hâm nước tiết kiệm có thể có kiểu sôi, có thể có kiểu không sôi, nhưng trong thực tế thường dùng bộ hâm nước tiết kiệm kiểu không sôi.



Hình 2.32. Kết cấu và lắp ghép ống của bộ hâm nước tiết kiệm.

- 1 – Ống hâm nước tiết kiệm (ống có cánh).
- 2 – Đầu cong của ống.
- 3 – Ống ghép nước.
- 4 – Nắp ống ghép.

3. Bộ sưởi không khí

Bộ sưởi không khí có 2 loại: bộ sưởi không khí kiểu khói lò và bộ sưởi không khí kiểu hơi nước.

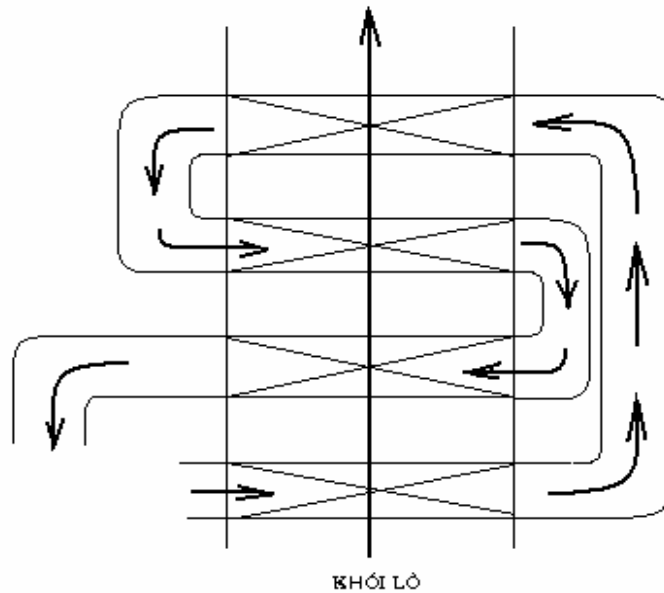
Trên nồi hơi tàu thủy chúng ta chủ yếu có bộ sưởi không khí loại khói lò.

Bộ sưởi không khí có tác dụng làm tăng nhiệt độ không khí cấp lò, tăng nhiệt độ buồng đốt, làm cải thiện quá trình cháy, làm giảm tổn thất nhiệt do cháy không hết gây nên q_2 , bộ sưởi không khí tận dụng năng lượng thải của khói lò, làm giảm nhiệt lượng tổn thất do khói lò mang ra q_3 , do đó làm tăng hiệu suất của nồi hơi.

Bộ sưởi không khí được đặt ở phía cuối của đường khói lò.

Bộ sưởi không khí thường có cấu tạo để không khí quét qua khói lò nhiều lần, ít gặp trường hợp khói lò quét qua bộ sưởi không khí nhiều lần.

Vận tốc của khói lò qua bộ sưởi không khí không được thấp hơn $4 \div 5 \text{ m/s}$, vận tốc khói lò nhỏ hơn sẽ gây nên đóng nhiều muội bả trên bề mặt hấp nhiệt của bộ sưởi không khí, làm giảm hệ số trao đổi nhiệt của bộ sưởi không khí.



Hình 2.33. Bố trí hợp lý các cụm ống của bộ sưởi không khí

Để tăng cường bề mặt truyền nhiệt và hệ số trao đổi nhiệt của bộ sưởi không khí, các ống hấp nhiệt của bộ sưởi không khí thường dùng ống có cánh và được bố trí để dòng không khí đi ngược chiều với dòng khói lò.

Để tránh nhiệt độ khói lò giảm xuống thấp hơn nhiệt độ điểm sương, thường bố trí cụm ống đầu tiên của bộ sưởi không khí đi cùng chiều với dòng khói lò sau đó mới cho đi theo chiều ngược lại (hình 2.33).

CHƯƠNG 7. KHÍ ĐỘNG HỌC NỘI HƠI

I. NGUYÊN LÝ THÔNG GIÓ CỦA NỘI HƠI

1. Sức thông gió của nội hơi

Sức thông gió của nội hơi dùng để khắc phục sức cản ma sát, sức cản cục bộ của không khí trên đường dẫn không khí tới buồng đốt và để khắc phục sức cản ma sát, sức cản cục bộ của khí lò khi đi qua các bề mặt hấp nhiệt và đường ống khói của nội hơi, đảm bảo đưa không khí vào buồng đốt và hút khói lò ra khỏi nội hơi.

Sức thông gió ký hiệu là h [mm H₂O].

Vậy sức thông gió bằng tổng sức cản khí động của nội hơi.

$$h = \sum \Delta h = \Delta h_{kk} + \Delta h_k + \frac{w_k^2 \cdot \gamma_k}{2g} - \frac{w_{kk}^2 \cdot \gamma_{kk}}{2g}$$

$$h = \Delta h_w + \sum \Delta h_m + \sum \Delta h_c$$

Ở đây:

Δh_{kk} - sức cản của không khí cấp lò:

$$\Delta h_{kk} = \Delta h_{kk}^{sk} + \Delta h_{kk}^o + \Delta h_{kk}^t + \sum \Delta h_{kk}^c$$

Δh_{kk}^{sk} - sức cản không khí tại bộ sưởi không khí,

Δh_{kk}^o - sức cản không khí tại ống dẫn khí,

Δh_{kk}^t - sức cản không khí tại thiết bị buồng đốt,

$\sum \Delta h_{kk}^c$ - tổng sức cản cục bộ của không khí,

Δh_k - sức cản của khí lò:

$$\Delta h_k = k(\Delta h_k^I + \Delta h_k^{SH} + \Delta h_k^{II} + \Delta h_k^{sk} + \Delta h_k^{hn}) + \sum \Delta h_k^c + \sum \Delta h_k^m$$

Δh_k^I - sức cản khí lò tại cụm ống nước sôi I,

Δh_k^{SH} - sức cản khí lò tại bộ sấy hơi.

Δh_k^{II} - sức cản khí lò tại cụm ống nước sôi II,

Δh_k^{hn} - sức cản khí lò tại bộ hâm nước tiết kiệm,

Δh_k^{sk} - sức cản khí lò tại bộ sưởi không khí,

$\sum \Delta h_k^m$ - tổng sức cản ma sát của khói lò khi đi qua đường ống khói còn lại,

$\sum \Delta h_k^c$ - tổng sức cản cục bộ của khói lò khi đi qua đường ống khói còn lại,

$\sum \Delta h_m$ - tổng sức cản ma sát của không khí và của khí lò,

$\sum \Delta h_c$ - tổng sức cản cục bộ của không khí và của khí lò.

Δh_w - tổn thất cột áp để tạo nên lưu tốc,

$$\Delta h_w = \frac{w_k^2 \cdot \gamma_k}{2g} - \frac{w_{kk}^2 \cdot \gamma_{kk}}{2g}$$

w_k - tốc độ của khói lò khi ra khỏi đường khói [m/s],

γ_k - tỷ trọng của khói lò [kG/m³],

w_{kk} - tốc độ của không khí cấp lò vào buồng đốt [m/s],

γ_{kk} - tỷ trọng của không khí cấp lò vào buồng đốt [kg/m³].

Nồi hơi có 2 hình thức thông gió: Thông gió tự nhiên và thông gió cưỡng bức.

Ở thông gió tự nhiên, sức thông gió của nồi hơi được tạo ra là do chênh lệch tỷ trọng của không khí cấp lò và của khói lò.

Ở thông gió cưỡng bức, sức thông gió của nồi hơi được tạo ra nhờ quạt hút khói lò hoặc quạt gió, hoặc cả quạt hút khói lò và quạt gió.

2. Sức tự hút của nồi hơi

Sức tự hút ký hiệu là: h_{th} [mm H₂O]

Sức tự hút của nồi hơi được gọi là sức thông gió tự nhiên, được tạo ra nhờ chênh lệch tỷ trọng của không khí và của khói lò.

$h_{th} = H_{dk}(\gamma_{kk} - \gamma_k)$ [mmH₂O],

H_{dk} – chiều cao đường khói, tính từ tâm súng phun đến đầu ra của ống khói,

Từ biểu thức tính sức tự hút h_{th} , ta thấy muốn tăng sức tự hút của nồi hơi phải tăng chiều cao đường khói, tăng tỷ trọng của không khí γ_{kk} và giảm tỷ trọng của khói lò γ_k .

Chiều cao của đường khói không thể tăng quá nhiều vì bị giới hạn bởi chiều cao lớn nhất của tàu.

Muốn tăng tỷ trọng của không khí cấp lò γ_{kk} phải giảm nhiệt độ của không khí cấp lò, khi đó sẽ làm giảm nhiệt độ buồng đốt, làm chậm quá trình cháy, tăng tổn thất do cháy không hoàn toàn q_3 làm giảm hiệu suất của nồi hơi, do đó không áp dụng được.

Muốn giảm tỷ trọng của khói lò (γ_k) phải tăng nhiệt độ của khói lò ra khỏi nồi hơi, làm tăng tổn thất nhiệt q_2 do khói lò mang ra, làm giảm hiệu suất của nồi hơi, nên biện pháp này cũng không thực hiện được.

Vì vậy sức tự hút của nồi hơi không lớn và thông gió tự nhiên chỉ áp dụng cho các nồi hơi cỡ nhỏ.

Nhiệt độ khói lò thay đổi rất nhiều từ buồng đốt đến đường khói, do đó khi tính sức tự hút của nồi hơi thường chia đường khói ra thành nhiều đoạn.

Ví dụ:

$$h_{th} = \sum_{i=1}^n h_{thi} = \sum_{i=1}^n H_i (\gamma_{kk} - \gamma_{ki})$$

$$h_{th} = \sum_{i=1}^3 H_i \left(\gamma_{kk}^0 \frac{273}{273 + t_{kk}} - \gamma_k^0 \frac{273}{273 + \theta_{kh}} \right)$$

$$h_{th} = H_1 \left(1,293 \frac{273}{273 + t_{kk}} - \gamma_k^0 \frac{273}{273 + 0,5(\theta_{bd}'' + \theta_{II}'')} \right) + H_2 \left(1,293 \frac{273}{273 + t_{kk}} - \gamma_k^0 \frac{273}{273 + 0,5(\theta_{II}'' + \theta_{kh})} \right) +$$

$$+ H_3 \left(1,293 \frac{273}{273 + t_{kk}} - \gamma_k^0 \frac{273}{273 + \theta_{kh}} \right)$$

$\gamma_{kk}^0 = 1,293$ [kg/m³tc] – tỷ trọng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn,

$\gamma_k^0 = \frac{G_k}{V_k}$ = tỷ trọng của khói lò ở điều kiện tiêu chuẩn,

t_{kk} = nhiệt độ của không khí cấp lò,

$\theta_{bd}''; \theta_{II}''; \theta_{kh}$ = nhiệt độ của khói lò khi ra khỏi buồng đốt, cụm ống nước sôi II và ra khỏi đường khói của nồi hơi.

3. Áp suất dư và độ chân không trong buồng đốt

- Khi sức cản của khí lò bé hơn sức tự hút h_{th} của nồi hơi, trong buồng đốt sẽ có độ chân không c :

$$c = h_{th} - \Delta h_k \quad [\text{mm H}_2\text{O}]$$

- Khi sức cản của khí lò lớn hơn sức tự hút của nồi hơi, trong buồng đốt sẽ có áp suất dư d :

$$d = \Delta h_k - h_{th} \quad [\text{mm H}_2\text{O}]$$

4. Cột áp của quạt gió và quạt hút khói

a. Trong trường hợp chỉ có quạt gió, không có quạt hút khói và trong buồng đốt là độ chân không c , thì sức tự hút đủ để khắc phục sức cản khí lò, khi đó áp suất của quạt gió chỉ phải khắc phục sức cản của không khí cấp lò:

$$h_{qg} = 1,2 \cdot \Delta h_{kk} - c$$

b. Trong trường hợp chỉ có quạt gió, không có quạt hút khói và trong buồng đốt là áp suất dư d , khi đó áp suất của quạt gió phải khắc phục sức cản của không khí cấp lò và áp suất dư trong buồng đốt:

$$h_{qg} = 1,2 \cdot \Delta h_{kk} + d$$

c. Trường hợp chỉ có quạt hút khói, khi đó áp suất của quạt hút phải khắc phục độ thiếu hụt mà sức tự hút không thắng được sức cản của khí lò và phải tạo ra độ chân không c để hút không khí vào buồng đốt:

$$h_{qh} = 1,2 \cdot \Delta h_k + c$$

d. Trong trường hợp có cả quạt hút và quạt gió, thì áp suất của quạt hút khói có tác dụng khắc phục sức cản khí lò, còn áp suất của quạt gió có tác dụng khắc phục sức cản của không khí cấp lò.

5. Tính chọn quạt gió và quạt hút

Nồi hơi tàu thủy thường dùng quạt gió và quạt hút kiểu ly tâm được lái bởi động cơ điện hoặc tuốc bin hơi.

Sản lượng của quạt gió được điều chỉnh bằng các bướm điều chỉnh ở cửa hút của quạt hoặc điều chỉnh tốc độ quay của tuốc bin.

Cột áp của quạt được tính bằng:

$$h_q = 1,3 \cdot \sum \Delta h \quad [\text{mm H}_2\text{O}]$$

Sản lượng của quạt:

$$Q_q = 1,1 \cdot V \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

$\sum \Delta h$ = tổng sức cản khí động của nồi hơi,

V = lưu lượng của không khí cấp lò hoặc của khói lò [m^3/h].

Công suất của quạt:

$$N = \frac{Q_q \cdot h_q}{3600 \cdot 10^2 \cdot \eta_q \cdot \eta_m}$$

η_q – hiệu suất quạt.

Quạt kiểu cũ $\eta_q = 0,4 \div 0,5$

Quạt kiểu mới $\eta_q = 0,7 \div 0,8$

η_m – hiệu suất cơ giới ở 100% tải và ở quá tải $\eta_m = 0,95$.

CHƯƠNG 8. THUYẾT ĐỘNG HỌC NỘI HƠI

I. TUẦN HOÀN TỰ NHIÊN TRONG NỒI HƠI

Tuần hoàn của nước trong nồi hơi không ảnh hưởng trực tiếp đến sản lượng, hiệu suất của nồi hơi, nhưng nó quyết định đến tính tin cậy và độ an toàn của nồi hơi, vì bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi phải luôn được làm mát bằng nước, hoặc hỗn hợp nước hơi. Khi tuần hoàn bị phá huỷ phần ống chỉ có hơi nước làm mát rất dễ bị cháy hỏng, do hệ số toả nhiệt đối lưu của hơi nước nhỏ hơn của nước rất nhiều, ống được làm mát rất kém.

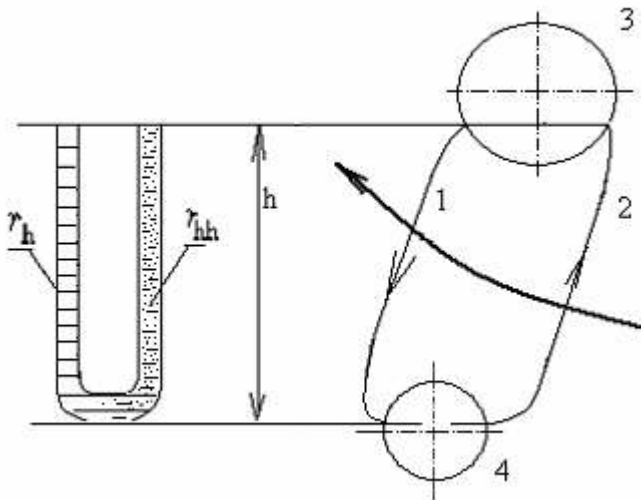
Tuần hoàn của nước trong nồi hơi có 2 loại: tuần hoàn tự nhiên và tuần hoàn cưỡng bức.

Tuần hoàn cưỡng bức do bơm tuần hoàn tạo ra nên khá đảm bảo.

Tuần hoàn tự nhiên tự sinh ra trong nồi hơi, nên rất dễ bị phá vỡ, vì vậy cần phải nghiên cứu kỹ về tuần hoàn tự nhiên của nồi hơi và phải đặc biệt chú ý trong khai thác nồi hơi.

1. Nguyên lý tuần hoàn tự nhiên

Xét sơ đồ của một mạch tuần hoàn đơn giản, gồm một lớp ống lên và một lớp ống xuống (hình 2.34)



- 1- lớp ống xuống,
- 2- lớp ống lên,
- 3- bầu nước và hơi,
- 4- bầu nước,
- h - chiều cao cột nước,
- γ_n - tỷ trọng của nước,
- γ_{hh} - tỷ trọng của hỗn hợp nước-hơi.

Hình 2.34. Sơ đồ mạch tuần hoàn đơn giản

Các ống (2) ở gần buồng đốt hơn, nhận nhiều nhiệt của khói lò hơn nên sinh hơi, hỗn hợp nước-hơi có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng của nước trong ống (1). Chênh lệch tỷ trọng của nước và hỗn hợp nước hơi sinh ra cột áp động P_d .

a. Cột áp động P_d

Từ sơ đồ của mạch tuần hoàn đơn giản ta có:

$$P_d = h \cdot \gamma_n - h \cdot \gamma_{hh} = h \cdot (\gamma_n - \gamma_{hh})$$

Cột áp động P_d là nguồn động lực để tạo thành tuần hoàn của nước trong nồi hơi.

Điều kiện để có được tuần hoàn của nước trong nồi hơi là cột áp động phải khắc phục được tổng sức cản của các ống lên và ống xuống:

$$P_d = \Delta P_1 + \Delta P_x$$

ΔP_1 – tổng sức cản của các ống lên,

ΔP_x – tổng sức cản của các ống xuống,

b. Sức cản thủy động của nổi hơi

Sức cản thủy động của nổi hơi bằng tổng sức cản của các ống lên và các ống xuống:

$$\Delta P = \Delta P_l + \Delta P_x$$

Hay:

$$\Delta P = \sum \Delta h_m + \sum \Delta h_c$$

$\sum \Delta h_m$ - tổng sức cản ma sát của các ống lên và các ống xuống.

$\sum \Delta h_c$ - tổng sức cản cục bộ của các ống lên và các ống xuống.

Sức cản ma sát được tính theo công thức:

$$\Delta h_m = \lambda_0 \cdot l \cdot \frac{\gamma \cdot w^2}{2g}$$

Sức cản cục bộ được tính theo công thức:

$$\Delta h_c = \xi \cdot \frac{\gamma \cdot w^2}{2g}$$

Ở đây ta có:

λ_0 - hệ số cản ma sát.

ξ - hệ số cản cục bộ.

γ - tỷ trọng của nước.

w – lưu lượng của nước.

l – chiều dài ống.

c. Cột áp hữu ích P_i

Phần dư của cột áp động sau khi đã khắc phục tổng sức cản của các ống lên ΔP_l được gọi là cột áp hữu ích P_i . Như vậy theo định nghĩa:

$$P_i = P_d - \Delta P_l$$

Muốn tạo được tuần hoàn của nước trong nổi hơi cột áp hữu ích phải khắc phục được tổng sức cản của các ống xuống ΔP_x :

$$P_i = \Delta P_x$$

2. Đường đặc tính tuần hoàn

Đường đặc tính tuần hoàn là các đồ thị biểu thị hàm $\Delta P_x = f(G)$ và $P_i = f(G)$,

Tổng sức cản của các ống xuống ΔP_x là hàm bậc hai của lưu tốc của dòng tuần hoàn:

$\Delta P_x = f(w^2)$, lưu tốc của vòng tuần hoàn lại tỷ lệ với lưu lượng nước tuần hoàn G , như vậy $\Delta P_x = f(G^2)$.

Tổng sức cản của các ống xuống ΔP_x cũng là hàm bậc hai của lưu tốc dòng tuần hoàn:

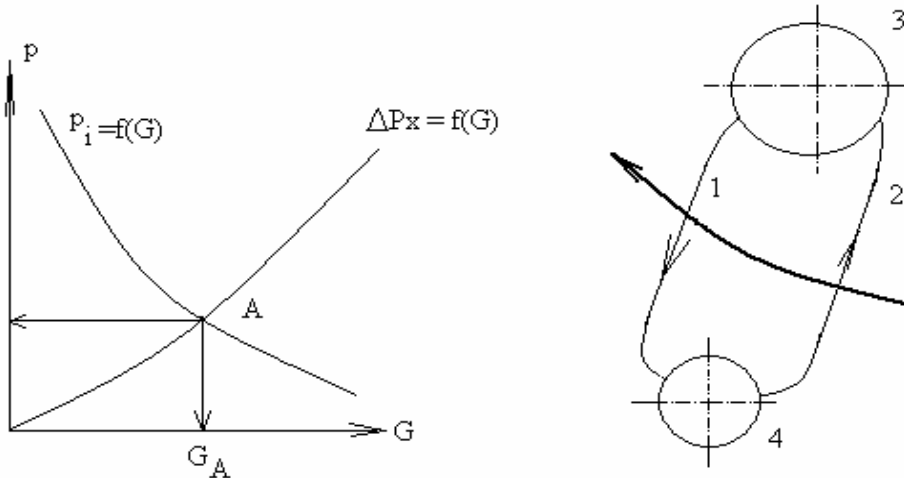
$\Delta P_l = f(w^2)$, như vậy $\Delta P_l = f(G^2)$.

Vì $P_i = P_d - \Delta P_l$, như vậy khi lưu lượng vòng tuần hoàn tăng lên thì cột áp hữu ích sẽ giảm xuống.

a. Đặc tính tuần hoàn của mạch tuần hoàn đơn giản

Đồ thị 2.35 thể hiện đặc tính động của mạch tuần hoàn đơn giản nhất, có một lớp ống lên và một lớp ống xuống. Điểm A (giao của đường $P_i = f(G)$ và $\Delta P_x = f(G)$) ứng với điểm có $P_i = \Delta P_x$ là điểm làm việc ổn định của mạch tuần hoàn.

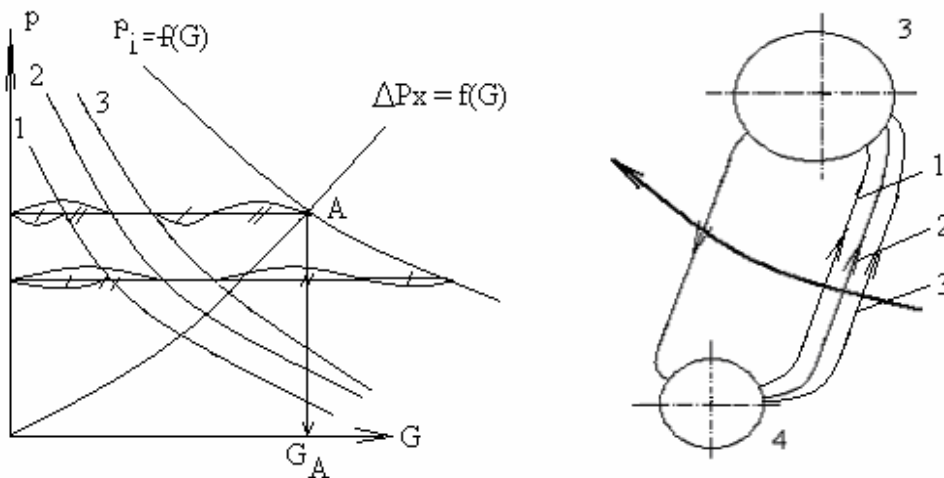
G_A – lưu lượng tuần hoàn của nước trong mạch tuần hoàn.



Hình 2.35. Đường đặc tính tuần hoàn của mạch tuần hoàn đơn giản.

Chúng ta xét đường đặc tính tuần hoàn của một số mạch tuần hoàn phức tạp.

b. Đặc tính tuần hoàn của mạch tuần hoàn có nhiều lớp ống lên và một lớp ống xuống



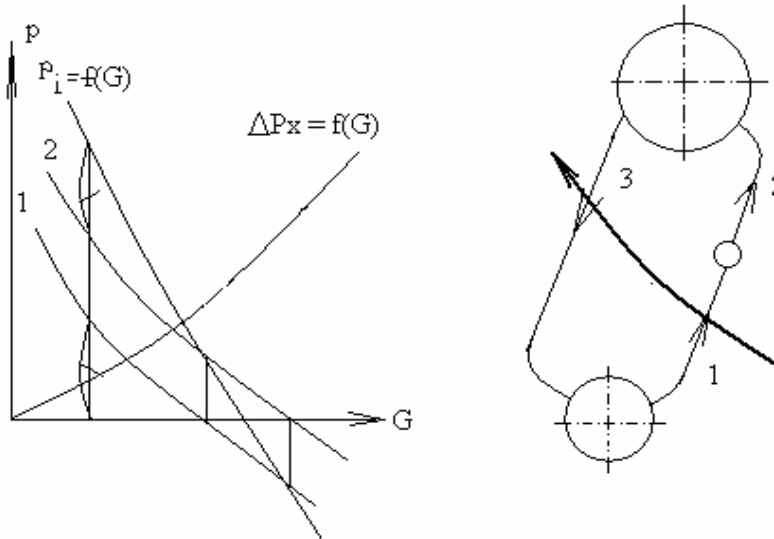
Hình 2.36. Đặc tính tuần hoàn của mạch tuần hoàn có nhiều lớp ống lên và một lớp ống xuống.

Các ống lên xếp song song nên lưu lượng của mạch tuần hoàn là tổng lưu lượng của các lớp ống 1, 2, 3. Vì vậy để tìm đường đặc tính P_i tổng ta chỉ cần cộng các đường P_{i1} , P_{i2} , P_{i3} theo G:

$$G_A = G_1 + G_2 + G_3.$$

Điểm A, giao của đặc tính P_i tổng và ΔP_x là điểm làm việc ổn định của mạch tuần hoàn.

c. Đặc tính tuần hoàn của mạch tuần hoàn có ống góp hơi lên và một lớp ống xuống



Hình 2.37. Đặc tính tuần hoàn của mạch tuần hoàn có ống góp hơi lên và một lớp ống xuống.

1, 2 – ống lên,

3- ống xuống,

Vì các ống lên 1, 2 được mắc nối tiếp với nhau, nên lưu lượng tuần hoàn $G_1 = G_2 = G$, do đó để thành lập đường đặc tính P_i tổng ta chỉ việc cộng các P_{i2} , P_{i1} ở cùng một lưu lượng G .

A - điểm làm việc ổn định của mạch tuần hoàn.

3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tuần hoàn của nồi hơi

a. Ảnh hưởng của áp suất nồi hơi

Khi áp suất càng cao, chênh lệch tỷ trọng giữa nước γ_n và hỗn hợp nước - hơi γ_{hh} càng nhỏ, cột áp động P_d giảm đi, tuần hoàn của nước trong nồi hơi kém hơn, vì vậy nồi hơi áp suất cao thường có tuần hoàn cưỡng bức.

b. Ảnh hưởng của độ dốc ống

Hình 2.38 thể hiện ảnh hưởng của độ dốc ống đến tuần hoàn của nồi hơi.

Ở đây ta có:

F - lực nâng.

Lực nâng F được phân tích thành các lực thành phần:

F_1 và F_2 .

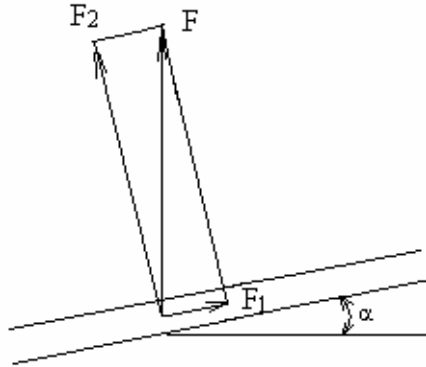
F_1 là lực thành phần có ích tạo nên mạch tuần hoàn của nước trong nồi hơi.

$$F_1 = F \cdot \sin \alpha$$

Từ biểu thức này ta thấy, khi α càng nhỏ (độ nghiêng của ống càng nhỏ), $\sin\alpha$ giảm, do đó lực hữu ích F_1 càng nhỏ, tuần hoàn của nước trong nồi hơi càng kém.

Vì vậy nồi hơi ống nước nằm có tuần hoàn kém hơn nồi hơi ống nước đứng.

Trong thực tế nồi hơi cao áp thường là các nồi hơi ống nước đứng.



Hình 2.38. ảnh hưởng của độ dốc ống đến tuần hoàn của nồi hơi

c. Ảnh hưởng của kích thước, kiểu cấu tạo và bố trí của các mạch tuần hoàn

- Các ống nước sôi ở sát cạnh buồng đốt, có đường kính lớn hơn các lớp ống ở phía sau, vì các ống này nhận được nhiều nhiệt hơn, ống lớn hơn sẽ làm cho lưu lượng nước chảy qua làm mát nhiều hơn, nhưng nếu đường kính ống lớn quá sẽ gây ra hiện tượng nước- hơi phân lớp, phá huỷ tuần hoàn, nhất là ở những nồi hơi ống nước nằm,
- độ cong của ống, vị trí của ống lắp trên bầu nồi, cách ghép của các ống cũng có ảnh hưởng đến tuần hoàn của nước trong nồi hơi. Độ cong của ống càng lớn, tổn thất càng cao, tuần hoàn càng kém,
- để đảm bảo ống không bị cháy hỏng, các ống lên thường được nối với khoang nước của bầu trên (bầu nước-hơi),
- mạch tuần hoàn đơn giản có tuần hoàn đảm bảo hơn mạch tuần hoàn phức tạp.

d. Ảnh hưởng của tải trọng nồi hơi

Tuần hoàn của nước có thể bị phá huỷ khi nhẹ tải, khi quá tải, và nhất là khi tải thay đổi. Khi tải thay đổi nhiệt lượng và lưu lượng của mạch tuần hoàn của các ống bị phân bố lại, khi phân bố không thích hợp thì có thể phát sinh ra dừng chảy, chảy ngược, bốc hơi trong ống xuống làm tuần hoàn của nồi hơi bị phá vỡ.

e. Ảnh hưởng của việc sử dụng và coi sóc nồi hơi

Nước cấp có chất lượng xấu, lọc không kỹ, coi sóc nồi hơi không theo đúng chỉ dẫn các ống sẽ đóng nhiều cặn, làm tăng sức cản và nhiệt trở của ống, làm tuần hoàn của nồi hơi bị phá vỡ.

II. CÁC HIỆN TƯỢNG PHÁ HUỶ TUẦN HOÀN

1. Hiện tượng dừng chảy, hiện tượng chảy ngược trong ống lên

Khi các ống hấp nhiệt không đều, những ống hấp nhiệt ít có cột áp P_i bé, không đủ khắc phục sức cản của các ống xuống sẽ gây nên hiện tượng dừng chảy hoặc chảy ngược, làm cho phần thành ống chỉ tiếp xúc với hơi nước được làm mát kém sẽ bị cháy hỏng. Hiện tượng này thường xảy ra khi nhẹ tải.

Hiện tượng chảy ngược chỉ xảy ra khi ống lên được nối với không gian nước của bầu trên.

Biện pháp phòng ngừa:

loại trừ các nhân tố gây nên tình trạng hấp nhiệt không đều như:

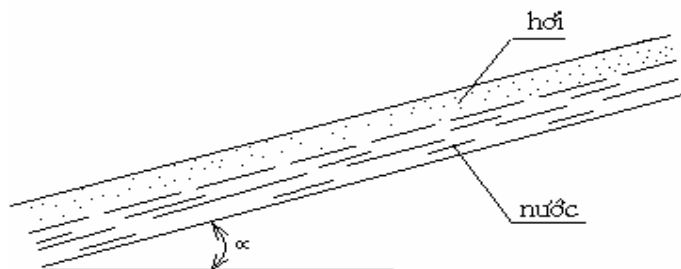
- giảm sức cản của ống xuống,
- nên bố trí các ống lên nối với không gian nước của bầu trên, để tránh hiện tượng dừng chảy,
- bố trí bộ sấy hơi ở giữa cụm ống lên và cụm ống xuống, để tăng chênh lệch cột áp ($\gamma_n - \gamma_{hh}$), làm tăng cột áp động P_d , làm tăng tuần hoàn của nước trong nồi hơi,
- bố trí các ống xuống không hấp nhiệt, để tăng chênh lệch tỷ trọng ($\gamma_n - \gamma_{hh}$), làm tăng cột áp động P_d ,
- đặc biệt chú ý khai thác nồi hơi ở chế độ nhẹ tải.

2. Hiện tượng nước hơi phân lớp.

Hiện tượng nước hơi phân lớp thường xảy ra ở nồi hơi ống nước nằm. khi cột áp động của mạch tuần hoàn nhỏ, tuần hoàn yếu ớt, lực tác dụng của trọng trường sẽ kéo các hạt nước nặng hơn hơi xuống phía dưới, dồn nước xuống dưới, đẩy hơi lên trên, tạo thành hai lớp nước-hơi riêng biệt. Phần ống tiếp xúc với hơi nước có hệ số dẫn nhiệt nhỏ được làm mát kém dễ bị cháy hỏng.

Biện pháp phòng ngừa:

- đảm bảo góc nghiêng α của ống không nhỏ quá.
 $\alpha > 15^\circ$ đối với nồi hơi áp suất thông thường,
 $\alpha > 30^\circ$ đối với nồi hơi áp suất cao,
- lớp ống nước sôi thứ nhất của nồi hơi ống nước nằm nên có đường kính nhỏ hơn 102 mm ($d < 102\text{mm}$),
- vách ống của nồi hơi ống nước nằm nên gập thành một mạch tuần hoàn riêng.



Hình 2.39. Hiện tượng nước – hơi phân lớp

3. Hiện tượng có hơi trong ống xuống

Nguyên nhân có hơi trong ống xuống là do:

- các ống xuống hấp quá nhiều nhiệt, làm nước bốc hơi ngay ở trong ống xuống,
- do hơi nước trong bầu trên bị xoáy quẩn vào ống xuống, khi chiều cao mực nước từ miệng ống xuống đến mực nước nổi hơi quá nhỏ,
- do hơi nước từ bầu trên bị hút vào ống xuống khi tàu bị nghiêng lắc,
- do hơi nước trong ống lên bị cuốn vào trong ống xuống.

Tác hại của hiện tượng có hơi trong ống xuống:

- khi trong ống xuống có hơi, làm giảm tỷ trọng của nước γ_n , làm giảm cột áp động P_d , có thể gây nên hiện tượng dừng chảy hoặc chảy ngược, tuần hoàn bị phá vỡ,
- hơi nước khi đi vào các ống lên có thể trở thành hơi quá nhiệt, làm ống bị cháy hỏng.

Biện pháp phòng ngừa:

- đảm bảo độ cao nhỏ nhất từ miệng ống đến mực nước nổi hơi: $h_{min} > 1,5 \cdot w^2/2g$,
- đặt tấm chắn, không cho hơi nước ra khỏi ống lên bị quẩn vào ống xuống,
- đặt khung hình chữ thập ở miệng ống xuống để chống tạo thành xoáy,
- bố trí bộ sấy hơi ở giữa cụm ống nước sôi I và II,
- bố trí các ống xuống không hấp nhiệt (nổi hơi cao áp),
- không thay đổi tải đột ngột.

4. Hiện tượng tuần hoàn yếu ớt ở nổi hơi ống lửa

Nổi hơi ống lửa nhìn chung tuần hoàn đảm bảo ở mọi tải trọng, song tuần hoàn ở đáy nổi hơi rất yếu ớt, gây nên độ chênh lệch nhiệt độ giữa phần trên và phần dưới của thân nổi hơi, nhất là trong thời gian nhóm lò và nhẹ tải ($50^{\circ}\text{C} \div 70^{\circ}\text{C}$), ở 100% tải chênh lệch nhiệt độ bằng $5^{\circ}\text{C} \div 15^{\circ}\text{C}$, làm tăng ứng suất nhiệt trong các bộ phận của nổi hơi, kéo dài thời gian nhóm lò.

Biện pháp phòng ngừa:

- trong thời gian nhóm lò, bơm nước đến mực nước cao nhất của nổi hơi, sau đó xả bớt đi $1/3 \div 1/2$ mực nước trong ống thủy,
- khi nhóm lò đầu tiên đốt một buồng đốt bên cạnh, sau đó đốt tiếp các buồng đốt khác,
- khi tặc lò thì nên tắt các buồng đốt bên cạnh, chỉ giữ buồng đốt giữa,
- dùng bơm để cưỡng bức tuần hoàn ở đáy nổi hơi.

CHƯƠNG 9. VẬT LIỆU VÀ ĐỘ BỀN CỦA NỔI HƠI

I. YÊU CẦU ĐỐI VỚI VẬT LIỆU NỒI HƠI

Nồi hơi tàu thủy làm việc ở áp suất và nhiệt độ rất cao, chịu tác dụng của nhiều loại quá trình lý hoá vô cùng phức tạp. Vì vậy vật liệu dùng cho nồi hơi phải có đủ độ bền ở áp suất cao và nhiệt độ cao của nồi hơi.

1. Yêu cầu đối với vật liệu nồi hơi

Vật liệu dùng cho nồi hơi phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Không bị biến dạng rã quá lớn.
- Phải có độ bền dẻo tốt, độ đàn hồi tốt.
- Phải có độ bền va đập tốt, để chịu lực khi xả cặn, đóng van nhanh.
- Chống mục rỉ hoá học tốt.
- Dễ gia công (hàn, tán, gò).
- Chịu được nhiệt độ cao.
- Giá thành rẻ.

2. Các hiện tượng biến dạng của thép nồi hơi

a. Hiện tượng biến cứng

Hiện tượng biến cứng là hiện tượng giảm độ dẻo của thép nồi hơi do làm việc lâu ngày ở nhiệt độ cao, làm độ bền kéo đứt của thép nồi hơi tăng nhưng độ đàn hồi giảm, độ bền va đập giảm, mục rỉ nhanh, tốc độ già hoá nhanh.

b. Hiện tượng già hoá

Hiện tượng già hoá là sự thay đổi tính chất kim loại do C, O, N không được tản vào trong ferit nữa. Tốc độ già hoá rất nhanh ở nhiệt độ $200 \div 300^{\circ}\text{C}$ và nhất là sau khi thép nồi hơi bị biến cứng (với thép có cacbon $C < 0,18\%$ và có lượng ôxy lớn). Vì vậy để giảm già hoá thép nồi hơi, phải dùng thép có hàm lượng cacbon $C > 0,18\%$ và hàm lượng ôxy càng ít càng tốt.

c. Hiện tượng kết tinh lại

Hiện tượng kết tinh lại là hiện tượng thép cacbon khi nhiệt độ làm việc cao $600 \div 800^{\circ}\text{C}$, sẽ sinh ra các hạt ferit, làm giảm độ dẻo, giảm độ va đập. Vì vậy khi nhiệt độ làm việc cao $600 \div 800^{\circ}\text{C}$ nên dùng thép có hàm lượng cacbon $C > 0,18\%$.

d. Biến dạng rã

Biến dạng rã là hiện tượng thép nồi hơi ngày càng bị biến dạng vĩnh cửu, ngay cả trong điều kiện ứng suất của kim loại nồi hơi nhỏ hơn độ bền tới hạn đàn hồi. Hậu quả là các đinh ốc, vít cấy sẽ nổi lỏng ra, làm dò hơi dò nước, phá hỏng các chi tiết của nồi hơi.

e. Hiện tượng nổi lỏng

Hiện tượng nở lỏng là hiện tượng các chi tiết liên kết như đỉnh chằng, đỉnh ốc, mặt bích ống làm việc ở nhiệt độ cao, ngoài biến dạng dãn ra, còn bị biến dạng vĩnh cửu, làm cho sức căng của các liên kết như đỉnh chằng, đỉnh ốc, mặt bích ống v.v..., ngày càng giảm, làm cho liên kết của các chi tiết bị nở lỏng. Nếu không định kỳ xiết chặt lại liên kết sẽ bị nở ra làm rò hơi rò nước.

f. Hiện tượng dòn ram

Hiện tượng dòn ram là hiện tượng giảm độ dẻo của thép nồi hơi, khi nguội dần từ $500^{\circ}\text{C} \div 650^{\circ}\text{C}$, vì vậy để giảm dòn ram thường dùng thép Crom – molipden – vanadi.

g. Hiện tượng dòn nóng

Hiện tượng dòn nóng là hiện tượng thép hợp kim Ni, Cr, Mn bị dòn nóng nếu làm việc lâu ngày ở nhiệt độ $400 \div 500^{\circ}\text{C}$. Để giảm dòn nóng, thép nồi hơi được pha thêm Mn, W, V.

h. Hiện tượng dòn kiềm

Hiện tượng dòn kiềm là hiện tượng hoá dòn của thép nồi hơi, do làm việc lâu ngày ở môi trường nước nồi hơi có độ kiềm cao. Khi đó sinh ra các vết nứt giữa các tinh thể, làm giảm độ bền va đập. Hiện tượng này thường xảy ra ở những nơi có độ kiềm cao, như ở những mối tán đỉnh, ở những tấm lót đệm, tại những vị trí này thường có một ít nước dò rỉ ra, rồi bốc hơi, để lại hàm lượng kiềm cao. Do có hiện tượng dòn kiềm, nên trong quá trình khai thác tránh không dùng búa gõ lên nồi hơi.

i. Hiện tượng hoá Graphít

Hiện tượng hoá Graphít là hiện tượng thép cacbon và thép molipden sau khi ủ xong, các hạt tinh thể có dạng cấu tạo hình mạng không ổn định, nên sau thời gian dài làm việc ở nhiệt độ cao ($450 \div 500^{\circ}\text{C}$) sắt hình mạng biến thành hình cầu, độ bền bị giảm, nhất là độ bền biến dạng rã giảm rất nhiều.

j. Hiện tượng mục rỉ thép nồi hơi

Hiện tượng mục rỉ thép nồi hơi là sự phá hoại thép nồi hơi do tác dụng hoá học và tác dụng điện hoá gây nên.

II. VẬT LIỆU NỒI HƠI

1. Thép cacbon

Thép cacbon dùng cho nồi hơi có áp suất và nhiệt độ thấp.

Khi áp suất nồi hơi $P_N < 8 \text{ kG/cm}^2$ và nhiệt độ nhỏ hơn 120°C , dùng thép MCT-1, MCT-3 (thép cacbon không sulfi, luyện trong lò mactanh)

Thép cacbon (còn gọi là thép nồi hơi) 10k, 20k, 25k v.v... được dùng để chế tạo bầu nồi có $P_N = 60 \text{ kG/cm}^2$, có đường kính từ $600 \div 800 \text{ mm}$.

Ống nồi hơi được làm bằng thép cacbon 10k, 20k không hàn khi nhiệt độ bề mặt ống nhỏ hơn 450°C .

2. Thép ít hợp kim

Thép ít hợp kim là thép mà thành phần hợp kim của thép < 2,5%.

Khi nhiệt độ làm việc của các chi tiết nồi hơi cao, độ bền biến dạng rã của thép cacbon giảm nhiều, khi ấy phải dùng thép hợp kim.

Khi nhiệt độ bằng $475\div 520^{\circ}\text{C}$, phải dùng thép ít hợp kim, có $0,4\div 0,6\%$ mômipden, như 16M, 12MX.

Khi nhiệt độ bằng $530\div 560^{\circ}\text{C}$, phải dùng thép crom, mômipden như: 15XM, 15XM1Mφ, có thêm $0,8\div 1\%$ Cr.

Thép 15XM hàn khó hơn thép 12MX, thép 15X1Mφ có thêm $0,3\div 0,5\%$ Cr hàn vẫn tốt, chịu nóng tốt hơn thép 13XM.

Thép 16M còn dùng chế tạo bầu hơi có đường kính bằng $1100\div 1500\text{mm}$.

3. Thép nhiều hợp kim

Thép nhiều hợp kim là thép mà hàm lượng hợp kim trong thép >10%. Các chi tiết trong nồi hơi thường dùng các loại thép nhiều hợp kim sau:

Khi nhiệt độ làm việc của các chi tiết nồi hơi = $610\div 650^{\circ}\text{C}$, phải dùng thép nhiều hợp kim ôstenit chứa nhiều Crom, nikiel, như thép 1X14H14B2M, 1X18H9T.

Thép 1X14H14B2M dễ bị mục rỉ giữa các tinh thể, nhất là ở trong môi trường kiềm. Để khắc phục hiện tượng này ta pha thêm ta pha thêm titan hoặc Niobi, như các thép: 1X18H12T; X13H16; X13H18B2.

Thép ostenit đắt tiền, khó gia công thay thế bằng thép Mactenxit chứa 12% Cr và N, V. Đối với giá đỡ bộ sấy hơi có nhiệt độ tới $1000\div 1050^{\circ}\text{C}$ phải làm bằng thép chịu nóng (nhiều Cr, Si v.v...), như thép: 2T, U21, 3C.

Bộ thổi muối làm việc ở nhiệt độ rất cao, nhưng không quan trọng lắm có thể dùng thép chịu nóng rẻ tiền như X6C.

CHƯƠNG 10. CÁC THIẾT BỊ PHỤ PHỤC VỤ NỒI HƠI

I. THIẾT BỊ AN TOÀN CỦA NỒI HƠI

Thiết bị an toàn của nồi hơi bao gồm: van an toàn, đinh chì. Thiết bị an toàn của nồi hơi có nhiệm vụ bảo vệ nồi hơi khi áp suất trong nồi hơi tăng quá giá trị quy định.

1. Van an toàn

a. Các yêu cầu đối với van an toàn

- Theo quy định của đăng kiểm, nồi hơi có bề mặt hấp nhiệt $H > 12 \text{ m}^2$, phải có ít nhất 2 van an toàn, thường 2 van này được lắp chung vào một thân, van thứ nhất mở ra khi áp suất trong nồi hơi vượt quá áp suất quy định 0,5 at; van thứ hai mở ra khi áp suất vượt quá 0,7 at.
- Bộ sấy hơi, bộ hâm nước tiết kiệm đều phải có 1 van an toàn riêng.
- Khi van an toàn mở hoàn toàn, nồi hơi vẫn đốt bình thường, van hơi chính khoá lại, vẫn đảm bảo áp suất trong bầu nồi không vượt quá $1,08 P_N$, trong vòng 15 phút đối với nồi hơi ống lửa và không vượt quá $1,10 P_N$ trong vòng 7 phút đối với nồi hơi ống nước.
- Van an toàn phải đóng mở dứt khoát không run giật.
- Van an toàn phải có tay giạt để mở van bằng sức người khi van bị kẹt.
- Ống xả hơi thừa không được đặt trực tiếp lên van làm cong vênh van, hơi thừa xả ra không được tiếp xúc với lò xo van.
- Khi thử thuỷ lực nồi hơi không được nén ép lò xo van an toàn, mà phải tháo VAT ra và bịt chặt lỗ van lại.
- Van an toàn phải được đăng kiểm kẹp chì.
- Thân VAT làm bằng gang chỉ khi áp suất nồi hơi $< 10 \text{ at}$ và nhiệt độ hơi $t_h \leq 180^\circ\text{C}$.
- Áp suất mở VAT do nhà chế tạo và đăng kiểm quy định:

Đối với nồi hơi ống lửa có áp suất hơi $P_N < 12 \text{ kG/cm}^2$, van an toàn phải mở khi áp suất trong bầu nồi $P \geq P_N + 0,3 \text{ kG/cm}^2$. Áp suất hơi $P_N > 12 \text{ kG/cm}^2$, van an toàn phải mở khi áp suất trong bầu nồi $P \geq 1,03 P_N \text{ kG/cm}^2$.

Van an toàn thứ nhất của nồi hơi ống nước phải mở khi áp suất trong bầu nồi $P \geq P_N + 0,5 \text{ kG/cm}^2$, van an toàn thứ hai phải mở khi áp suất trong bầu nồi $P \geq P_N + 0,7 \text{ kG/cm}^2$.

Van an toàn của bộ sấy hơi phải mở khi áp suất trong bộ sấy hơi $P \geq 1,02 P_{sh} \text{ kG/cm}^2$.

- Tổng diện tích lối hơi đi qua van an toàn theo quy phạm:

$$F = A \cdot \frac{D}{P+1} = n.d.h$$

Ở đây:

F – diện tích lối hơi đi $[\text{cm}^2]$.

n – số lượng van an toàn.

d – đường kính trong của vành tỳ $[\text{cm}]$.

h – độ nâng cao của van $[\text{cm}]$.

D – sản lượng hơi định mức $[\text{kG/h}]$.

P – áp suất nồi hơi $[\text{ati}]$.

A – hệ số:

$$A = 0,0075 - \text{đối với van có } h \leq \frac{1}{20} d$$

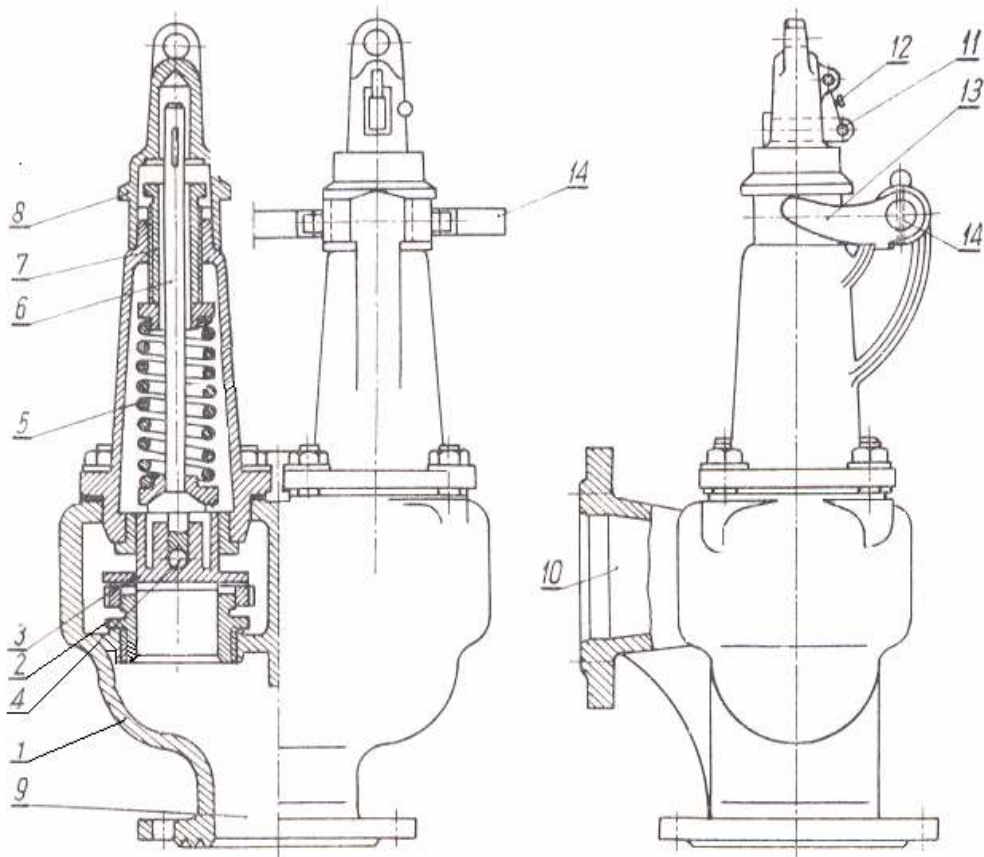
$A = 0,015$ – đối với van có $h > \frac{1}{20} d$.

Van an toàn có 2 loại kiểu đẩy thẳng và kiểu mạch xung.

b. Van an toàn kiểu đẩy thẳng

Van an toàn kiểu đẩy thẳng có loại có vành điều chỉnh và không có vành điều chỉnh.

Van an toàn kiểu đẩy thẳng không có vành điều chỉnh:



Hình 2.40. Van an toàn kiểu đẩy thẳng.

1 – Thân van.

2 – Đế van.

3 – Đĩa van.

4 – Viên bi.

5 – lò xo.

6 – Cần van.

7 – Ống điều chỉnh sức căng của lò xo.

8 – Tay giữ.

9 – Lối hơi vào.

10 – Lối hơi ra.

11 – Thanh giới hạn.

12 – Kẹp chì.

13 – Tay gạt VAT.

14 – Trục của tay gạt.

Van an toàn được đóng bởi sức căng R của lò xo 5. Khi áp suất trong nồi hơi tăng lên, lực tác dụng lên nấp van: $(P_N + \Delta P_N) F > R$, van an toàn mở ra, xả bớt hơi thừa, đảm bảo an

toàn cho nổi hơi. Khi áp suất trong nổi hơi giảm xuống, lực tác dụng của áp suất hơi lên nắm van nhỏ hơn sức căng R của lò xo van, van an toàn đóng lại.

ΔP_N – độ tăng áp suất trong nổi hơi.

F – diện tích nắm van.

Van an toàn kiểu đẩy thẳng không có vành điều chỉnh, kết cấu đơn giản, gọn nhẹ, nhưng hay bị run giật.

Van an toàn kiểu đẩy thẳng có vành điều chỉnh:

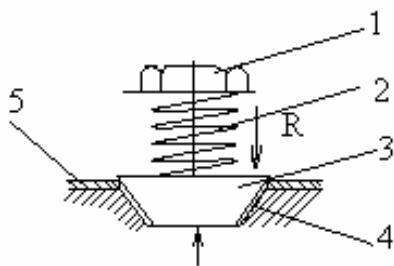
Ở van an toàn kiểu đẩy thẳng có vành điều chỉnh hình thành không gian hình vành khăn, làm tăng diện tích nắm van bị hơi nước tác dụng lên. Vành điều chỉnh có thể điều chỉnh được diện tích nắm van hơi nước tác dụng. Do đó sức căng của lò xo được điều chỉnh lớn hơn, làm cho van làm việc dứt khoát hơn, không run giật.

- lực mở van an toàn trường hợp có vành điều chỉnh:

$$R' \leq (F + \Delta F) \cdot (P_N + \Delta P_N)$$

$$R < R'$$

ΔF = phần diện tích nắm van được tăng thêm do có không gian hình vành khăn điều chỉnh.



- | |
|---------------------|
| 1 – vít điều chỉnh, |
| 2 – lò xo van, |
| 3 – nắm van, |
| 4 – đế van. |
| 5 – vành điều chỉnh |

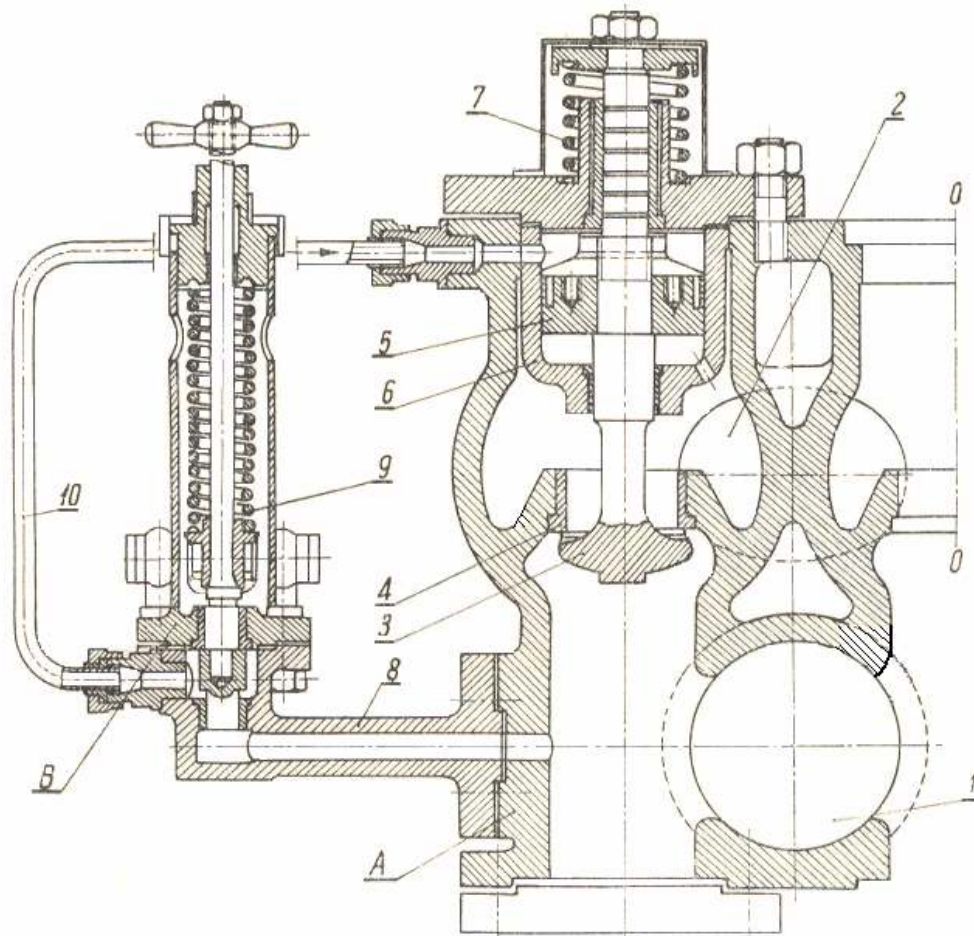
Hình 2.41. Nguyên lý làm việc của van an toàn kiểu đẩy thẳng có vành điều chỉnh.

Van an toàn kiểu đẩy thẳng có nhược điểm là không dùng được cho nổi hơi áp suất cao. Khi áp suất nổi hơi $P_N > 20 \text{ kG/cm}^2$, khi ấy phải sử dụng lò xo rất lớn cho van an toàn kiểu đẩy thẳng, lò xo chóng mất tính đàn hồi, khó điều chỉnh, khó chế tạo lò xo, dễ rò hơi. Vì vậy khi áp suất nổi hơi cao, phải sử dụng van an toàn kiểu mạch xung.

c. Van an toàn kiểu xung

Van an toàn kiểu xung có bố trí thêm van phụ, khi áp suất nổi hơi vượt quá giá trị cho phép van phụ mở ra đưa hơi nước vào rãnh 10, lên phía trên của pittông điều khiển 5. Do pittông 5 có diện tích lớn hơn diện tích nắm van 3 và cùng bị áp lực của hơi tác dụng, nên đẩy nắm van đi xuống, xả bớt hơi thừa ra ngoài. Khi áp suất nổi hơi đã giảm xuống dưới giá trị quy định, van phụ đóng lại, hơi nước ở phía trên pittông điều khiển được xả ra ngoài môi trường theo rãnh thoát hơi ở van phụ.

Lúc van an toàn chính đóng, lò xo van chính ở trạng thái tự do. Khi van an toàn chính mở ra lò xo van chính 7 bị kéo dãn ra, do đó khi van phụ đóng, áp lực hơi ở phía trên pittông 5 không còn nữa, sức căng của lò xo 7 đóng van an toàn chính lại.



Hình 2.42. Van an toàn kiểu xung

- | | | |
|--|----------------------------|--------------------|
| 1 – Đường hơi vào. | 2 – Đường hơi ra. | 3 – Nấm van chính. |
| 4 – Đế van chính. | 5 – Pittông van chính. | 6 – Xilanh. |
| 7 – Lò xo. | 8 – Đường hơi vào van phụ. | 9 – lò xo van phụ. |
| 10 – Rãnh cấp hơi vào pittông van chính. | | |

Ưu nhược điểm:

- Lò xo van chính 7 khi van đóng không chịu nén (lò xo ở trạng thái tự do), nên lò xo van chính lâu bị mất tính đàn hồi.
- Van an toàn kiểu xung có lò xo van chính nhỏ, do nấm van chính được đóng bởi chính áp suất của hơi nước trong nồi hơi, nên dễ chế tạo, bền chắc.
- Hoạt động tin cậy.
- Nhược điểm: vì có van phụ nên công kênh, cấu tạo phức tạp, chỉ dùng cho nồi hơi có áp suất cao.

2. Đinh chì

Đỉnh hộp lửa của nồi hơi ống lửa có các nút bằng hợp kim dễ nóng chảy (gọi tắt là đinh chì). Khi cạn nước nồi hơi, đỉnh hộp lửa nhô ra khỏi mặt nước đinh chì nóng chảy hơi xì ra buồng đốt, báo cho người sử dụng biết sự cố.

II. THIẾT BỊ CHỈ BÁO MỨC NƯỚC

Thiết bị chỉ báo mực nước bao gồm: ống thủy, thiết bị cảnh báo mực nước và các rôbinê dò mực nước.

1. Ống thủy

Ống thủy là thiết bị dùng để chỉ báo mực nước nồi hơi. Trên nồi hơi tàu thủy có 2 loại ống thủy: ống thủy thông thường và ống thủy đặt thấp.

a. Ống thủy thông thường

Ống thủy thông thường làm việc theo nguyên tắc bình thông nhau:

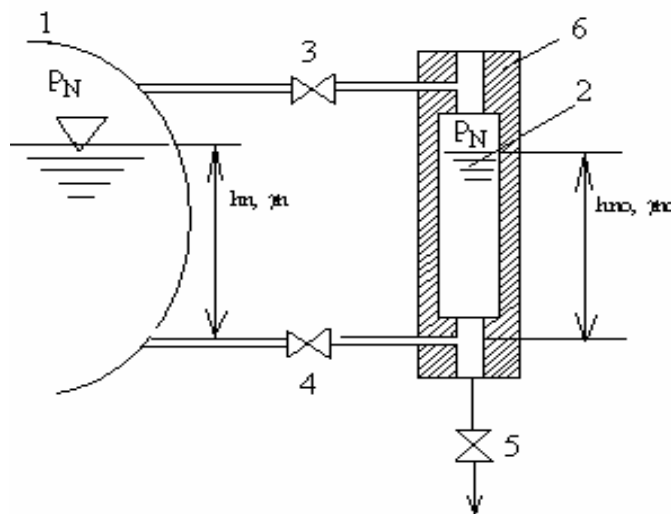
Phương trình cân bằng thủy tĩnh của ống thủy:

$$P_N + h_n \cdot \gamma_n = P_N + h_{no} \cdot \gamma_{no}$$

Vi: $\gamma_n = \gamma_{no}$, nên $h_n = h_{no}$

Vậy mực nước trong ống thủy là mực nước trong nồi hơi.

Trong thực tế do tổn thất nhiệt nên nhiệt độ của nước trong nồi hơi lớn hơn nhiệt độ của nước trong ống thủy một ít (5°C), vì vậy $\gamma_n < \gamma_{no}$ một ít, do đó $h_n > h_{no}$, tức là mực nước trong ống thủy thấp hơn mực nước nồi hơi một ít. Do đó trong thực tế để đọc được chính xác mực nước trong nồi hơi, trước khi đọc mực nước trong ống thủy phải kiểm tra, hâm sấy và thông rửa ống thủy. Hâm sấy, thông rửa ống thủy bằng cách đóng van 4 lại, mở van 3 và van 5 ra.



Hình 2.43. Sơ đồ nguyên lý của ống thủy thông thường

1- bầu nồi,

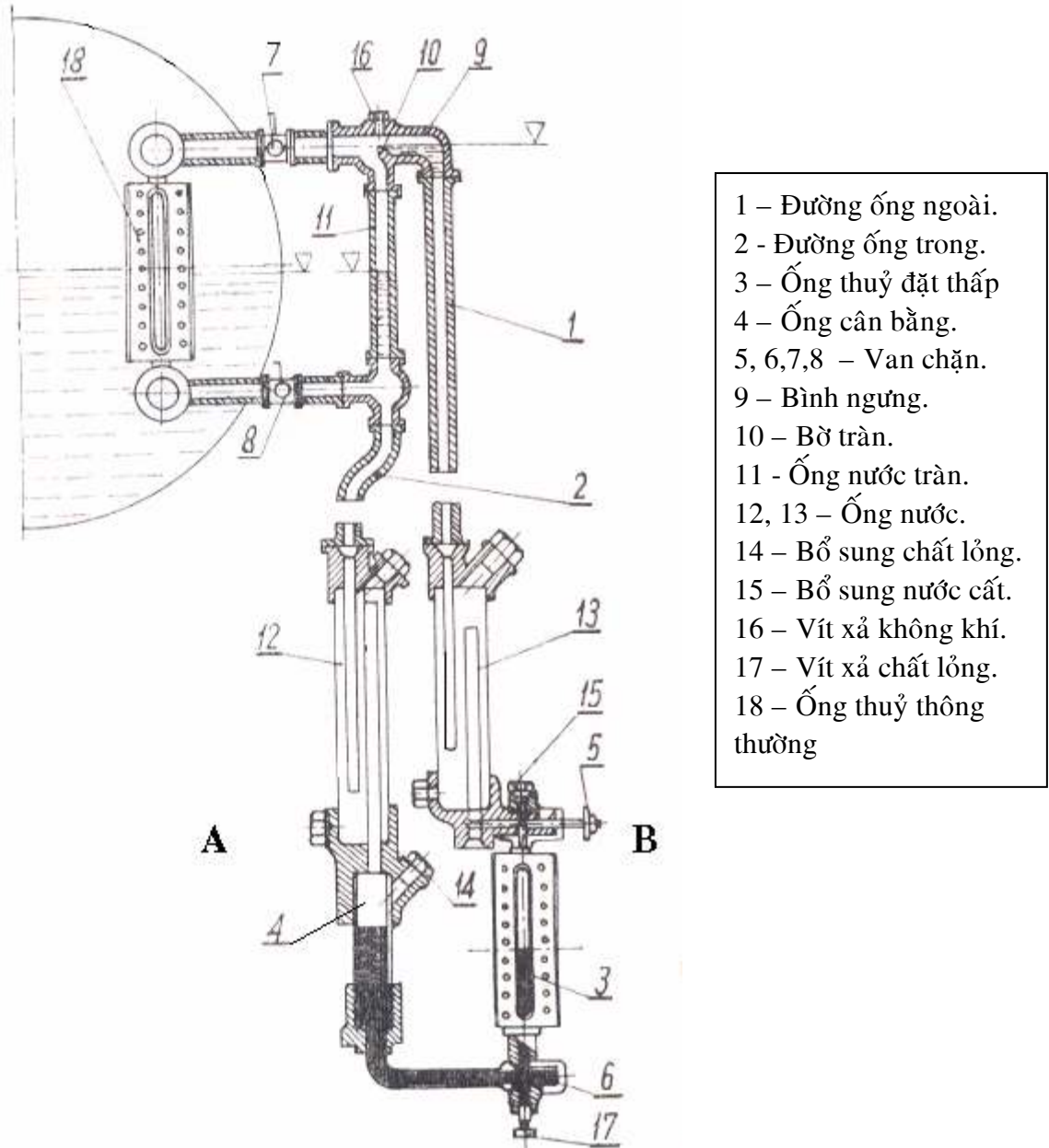
2- ống thủy đặt thấp,

3, 4, 5- các van chặn,

6- bọc cách nhiệt,

γ_n, h_n - tỷ trọng, chiều cao cột nước trong nồi hơi,
 γ_{no}, h_{no} - tỷ trọng, chiều cao cột nước trong ống thủy.

b. Ống thủy đặt thấp



- 1 - Đường ống ngoài.
- 2 - Đường ống trong.
- 3 - Ống thủy đặt thấp
- 4 - Ống cân bằng.
- 5, 6, 7, 8 - Van chặn.
- 9 - Bình ngưng.
- 10 - Bờ tràn.
- 11 - Ống nước tràn.
- 12, 13 - Ống nước.
- 14 - Bổ sung chất lỏng.
- 15 - Bổ sung nước cất.
- 16 - Vít xả không khí.
- 17 - Vít xả chất lỏng.
- 18 - Ống thủy thông thường

Hình 2.44. Sơ đồ nguyên lý của ống thủy đặt thấp

Ống thủy đặt thấp được đặt xa nồi hơi, trong buồng điều khiển để tiện cho việc theo dõi mực nước nồi hơi. Ống thủy đặt thấp chỉ tiện chứ không chính xác vì vậy đang kiểm không cho phép thay thế ống thủy thông thường bằng ống thủy đặt thấp.

Nguyên lý làm việc của ống thủy đặt thấp được thể hiện trên sơ đồ hình 2.44.

Ống thủy đặt thấp cũng làm việc theo nguyên tắc bình thông nhau.

Phương trình cân bằng thủy tĩnh của ống thủy đặt thấp:

$$P_N + \gamma_n^A \cdot h_n^A + \gamma_{ng}^A \cdot h_{ng}^A = P_N + \gamma_n^B \cdot h_n^B + \gamma_{ng}^B \cdot h_{ng}^B$$

$\gamma_n^A, h_n^A, \gamma_n^B, h_n^B$ - Tỷ trọng, chiều cao cột nước ở bên ống A và ống B,

$\gamma_{ng}^A, h_{ng}^A, \gamma_{ng}^B, h_{ng}^B$ - Tỷ trọng, chiều cao cột chất lỏng nặng ở bên A và bên B.

Ta có: $P_N = P_N$

$$\gamma_n^A = \gamma_n^B; \quad \gamma_{ng}^A = \gamma_{ng}^B$$

Khi mực nước trong nồi hơi giảm đi, mực nước trong ống A cũng giảm đi, cân bằng thủy tĩnh bị phá hủy, cột áp bên B đẩy chất lỏng nặng sang bên trái (A), làm h_{ng}^A tăng lên, h_n^B giảm đi cho tới khi thiết lập chế độ cân bằng mới. Khi mực nước trong nồi hơi tăng lên, mực nước trong ống A cũng tăng lên, cân bằng thủy tĩnh bị phá hủy, cột áp bên A đẩy chất lỏng nặng sang bên phải (B), làm h_{ng}^A giảm đi, h_n^B tăng lên cho tới khi thiết lập chế độ cân bằng mới.

Như vậy chất lỏng nặng trong ống B thay đổi đúng theo sự thay đổi của mực nước nồi hơi, vì vậy chỉ cần theo dõi sự thay đổi của mức chất lỏng nặng trong ống B qua tỷ lệ nhất định, ta biết được sự thay đổi của mực nước trong nồi hơi.

Một số đặc điểm về kết cấu của ống thủy đặt thấp:

- Bờ tràn 10 có tác dụng duy trì mực nước cao nhất của cột nước bên B không thay đổi.
- Phần ống bên B, có đường kính nhỏ hơn phần ống bên A, để chỉ cần một sự thay đổi nhỏ của chất lỏng nặng bên A, sẽ tạo ra sự thay đổi lớn hơn của chất lỏng nặng bên B, ta có thể dễ theo dõi sự thay đổi mực nước của nồi hơi.
- Chất lỏng nặng thường dùng là CCl_4 , có tỷ trọng $\gamma_{ng} = 1,5 \div 1,6$, thường có pha thêm màu đỏ để dễ xem mực nước.

c. Các quy định của đăng kiểm đối với ống thủy

- Theo đăng kiểm nồi hơi phải có 2 ống thủy thông thường, khi một ống thủy thông thường hỏng chỉ được phép sử dụng nồi hơi trong thời gian 20 phút. Khi hai ống thủy thông thường bị hỏng phải dừng nồi hơi.
- Không cho phép thay thế ống thủy thông thường bằng ống thủy đặt thấp.
- Mỗi ca phải thông rửa ống thủy một lần.
- Nồi hơi có áp suất $P_N < 20 \text{ kG/cm}^2$, ống thủy là ống thủy tinh thông thường.
- Nồi hơi có áp suất $P_N \geq 20 \text{ kG/cm}^2$, ống thủy là tấm thủy tinh phẳng có khắc 2÷3 rãnh hình tam giác. Các rãnh hình tam giác có tác dụng như những lăng kính làm khúc xạ ánh sáng đi qua, do đó có thể đọc được rõ hơn mực nước trong nồi hơi.
- Nồi hơi có áp suất $P_N < 40 \text{ ati}$, ống thủy được làm bằng thủy tinh thông thường.
- Nồi hơi có áp suất $P_N \geq 40 \text{ ati}$, ống thủy được làm bằng pha lê để khỏi bị kiềm phá hủy.
- Trước khi lắp kính thủy, phải cho vào nước đun sôi 1/2 giờ, song lấy ra bọc vải và lắp ngay khi còn nóng, vì nếu lắp nguội khi làm việc ống thủy nóng lên, giãn nở nhiệt có thể gây nên rò nước, rò hơi.

Để theo dõi, kiểm tra mực nước, trên nồi hơi còn có thiết bị cảnh báo mực nước và các rôbinê dò mực nước. Thiết bị cảnh báo mực nước sẽ báo động khi mực nước nồi hơi quá thấp hoặc quá cao.

2. Các rôbinê dò mực nước

Các rôbinê dò mực nước được đặt ở 3 vị trí: mực nước cao nhất, mực nước thấp nhất và mực nước trung bình. Mở rôbinê ta biết được mực nước trong nồi hơi ở trong khoảng nào.

III. THIẾT BỊ KHÔ HƠI

1. Nguyên lý làm khô hơi trong nồi hơi

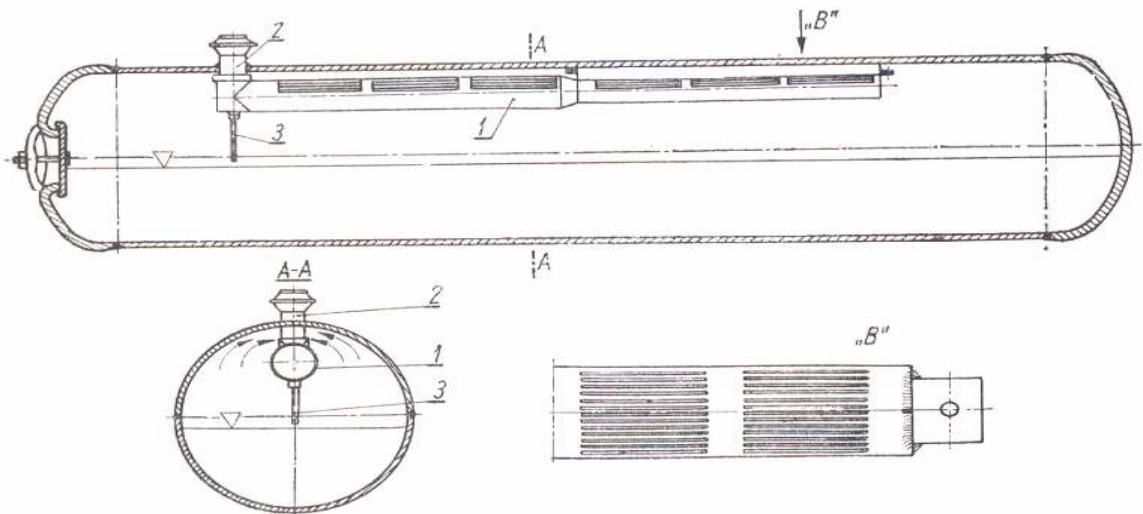
Thiết bị khô hơi dùng để tách các hạt nước ra khỏi hơi, tăng độ khô của hơi trước khi đưa đi sử dụng, nhằm tăng tính an toàn và tính kinh tế của hệ động lực và của các thiết bị dùng hơi.

Khi hơi nước có độ ẩm cao, các hạt nước sẽ mang theo cả muối vào các thiết bị dùng hơi, vào tuốc bin hơi gây đóng cặn ở thiết bị dùng hơi và tuốc bin hơi, làm giảm hệ số truyền nhiệt của các thiết bị dùng hơi, làm mất cân bằng động của tuốc bin, tuốc bin làm việc rung và ồn v.v....

Thiết bị khô hơi làm việc theo các nguyên lý sau:

- Nguyên lý ly tâm: buộc dòng hơi thay đổi hướng hoặc tạo ra chuyển động xoáy ốc. Lực ly tâm sẽ làm tách các hạt nước có tỷ trọng lớn hơn ra khỏi hơi.
- Nguyên lý va chạm: buộc dòng hơi đi quanh co, uốn khúc và phải các tấm chắn, làm giảm động năng của dòng hơi. Lực trọng trường khi đó đủ thắng lực quán tính của dòng hơi, làm tách các hạt nước có tỷ trọng lớn hơn ra.
- Nguyên lý bôi ướt: tạo màng nước ở bề mặt lối hơi đi, hiệu ứng bôi ướt sẽ giữ các hạt nước lại.

2. Ống góp khô hơi



Hình 2.45. Ống góp khô hơi

1 – Ống góp khô hơi,

2 – Lối hơi ra,

3 – Ống xả nước về bầu nồi.

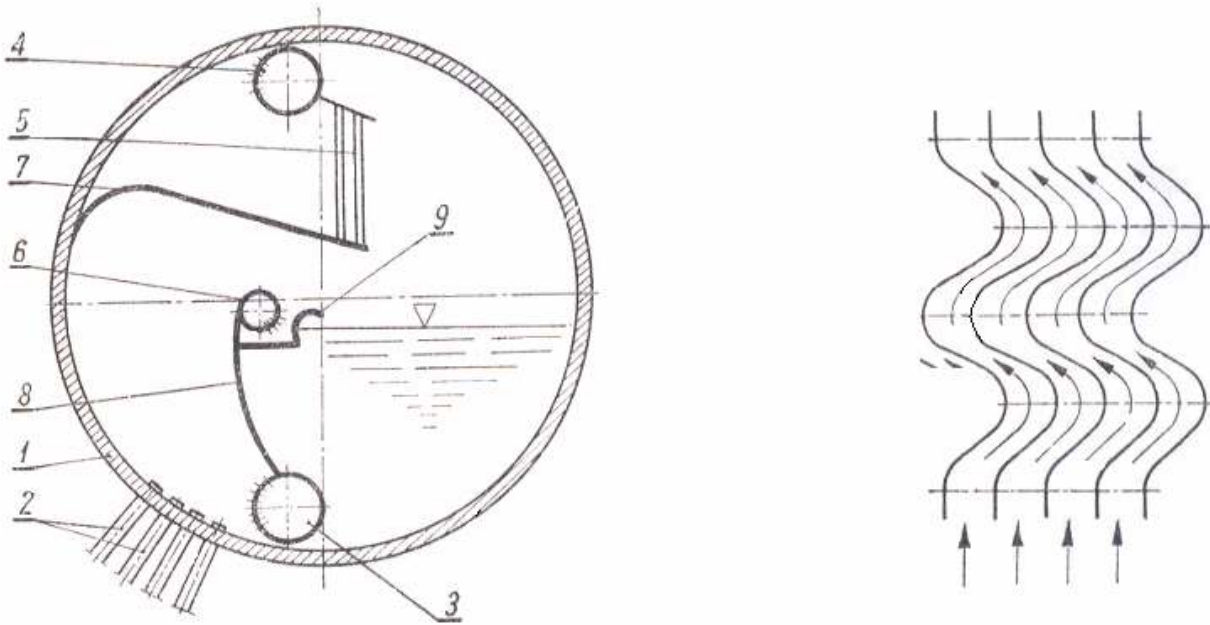
Ống góp khô hơi là một ống dài được lắp ở nơi cao nhất của không gian hơi của bầu nước và hơi. Nguyên lý làm việc của ống góp khô hơi thể hiện trên hình 2.45.

Trên ống góp khô hơi có khoét các rãnh chiều rộng $5 \div 10 \text{mm}$, rãnh gần lối hơi ra có kích thước nhỏ hơn rãnh ở xa lối hơi ra hơn.

Hơi vào ống góp 1 được đổi dòng, sau đó đi ra ống 2 lại đổi dòng một lần nữa, lực ly tâm sẽ tách các hạt nước nặng hơn ra khỏi hơi. Nước tách ra theo ống 3 về lại bầu nổi.

3. Thiết bị khô hơi kiểu hỗn hợp (thiết bị khô hơi của nồi hơi kiểu Lamông)

Nguyên lý làm việc của thiết bị khô hơi kiểu hỗn hợp được thể hiện trên hình 2.46.



Hình 2.46. Thiết bị khô hơi kiểu hỗn hợp

Trên hình 2.46 ta có:

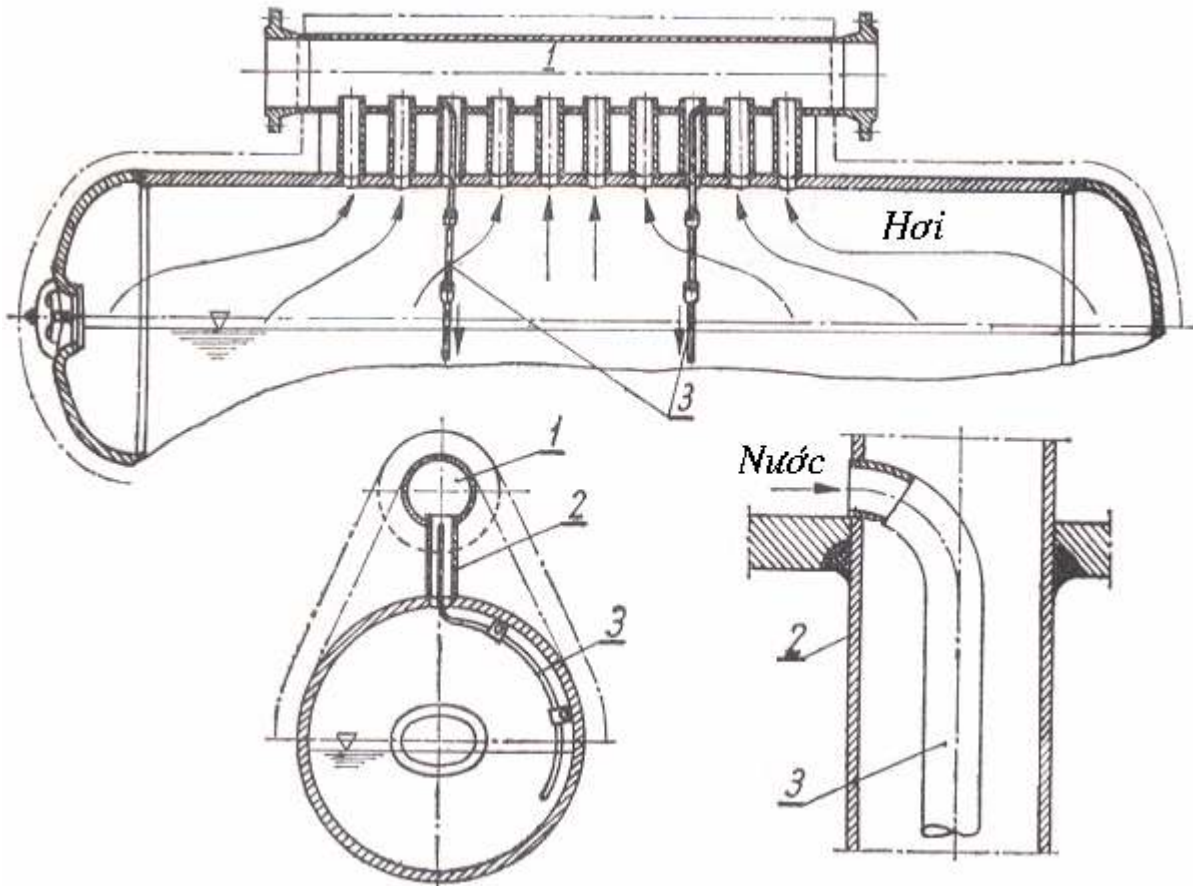
- 1 – bầu nổi hơi,
- 2 – các ống nước – hơi lên,
- 3 – các ống nước – hơi lên của vách ống,
- 4 – ống góp hơi ra,
- 5 – tấm cửa chóp khô hơi (lá sách khô hơi),
- 6 – ống nước cấp,
- 7,8 – các tấm chắn,
- 9- máng nước.

Hỗn hợp nước – hơi đi ra từ các ống 2 và ống góp 3 và vào các tấm chắn 8, làm động năng của dòng hơi giảm đi, sau đó lại và vào các tấm chắn 7 động năng của dòng hơi giảm

đi một lần nữa, sau đó đổi chiều chuyển động vào tấm cửa chớp 5. Tại cửa chớp 5 hơi được làm khô do được đổi chiều nhiều lần và do hiệu ứng sôi ướt. Hơi khô vào ống góp 4 rồi được đưa đi sử dụng.

4. Bộ xoáy lọc khô hơi

Bộ xoáy lọc khô hơi được lắp thiết bị tạo thành xoáy cho dòng hơi đi qua. Nhờ lực ly tâm của dòng xoáy các hạt nước có tỷ trọng lớn hơn được tách ra khỏi hơi và hơi được làm khô.



Hình 2.47. Bầu Nước và hơi có bầu góp khô hơi.

- 1 – Bầu góp khô hơi.
- 2 - Lối hơi vào bầu góp khô hơi.
- 3 – Ống xả nước.

III. THIẾT BỊ GẠN MẶT, XẢ ĐÁY NỒI HƠI

1. Thiết bị gạn mặt

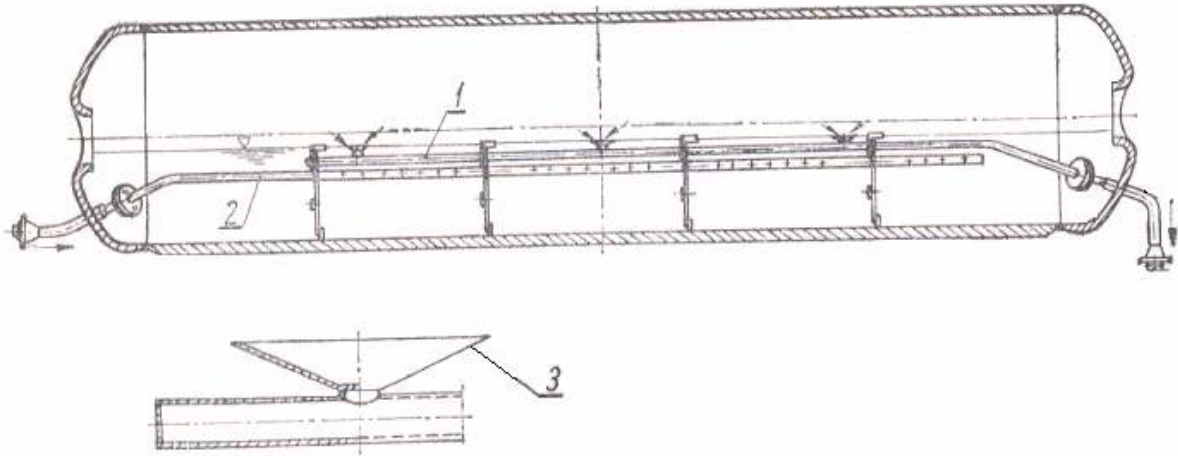
Thiết bị gạn mặt nồi hơi dùng để xả các chất bẩn nổi trên mặt nước nồi hơi, nó bao gồm 2÷3 phễu gạn mặt, ống xả và van xả nước gạn mặt nồi hơi.

Nếp trên của phễu gạn mặt được đặt ngang với mực nước thấp nhất của nồi hơi.

Đường ống xả nước gạn mặt có đường kính 20÷40mm, có bọc cách nhiệt.

Nếu nồi hơi có tấm rây nước, không tiện cho việc đặt phễu gạt, thì để gạt mặt nước nồi hơi, người ta thường dùng 4÷5 miếng ván, chỗ ghép ống ván vào ống xả có hàn vòng tiết lưu để đảm bảo gạt mặt đều khắp chiều dài nồi hơi.

Chu kỳ gạt mặt nước nồi hơi, thường 1÷2 lần trong ngày (cũng có khi 1 lần/ca), tùy thuộc vào chất lượng nước. Khi xả bơm nước đến mực nước cao nhất, rồi xả đi khoảng 1/4÷1/3 mực nước trong ống thuỷ (hoặc xả đến mực nước thấp nhất trong ống thuỷ).



Hình 2.48. Thiết bị gạt mặt nước nồi hơi

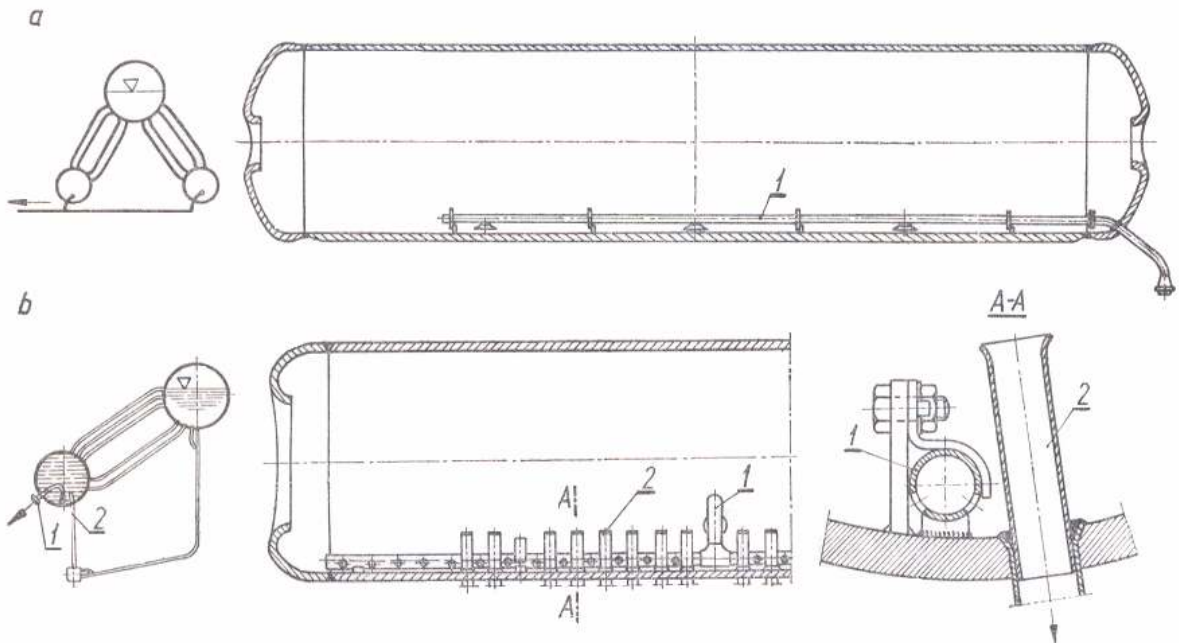
- 1 – Đường ống gạt mặt.
- 2 – Đường ống cấp hoá chất vào nồi hơi.
- 3 – Phễu gạt mặt.

2. Thiết bị xả đáy nồi hơi

Thiết bị xả đáy nước nồi hơi có nhiệm vụ xả hết các cặn lắng ở đáy nồi hơi. Thiết bị xả đáy bao gồm: van xả đáy và ống xả đáy. Van xả đáy nước nồi hơi thường dùng là van xoay, chứ không dùng van đĩa, để đóng kín van được tốt hơn, vì van đĩa dễ bị muối, bắn bám vào, làm cho không kín.

Nếu đường ống xả đáy có vòng tiết lưu, thì cho phép xả cặn đáy ở áp suất P_N của nồi hơi bất kỳ, nếu không có vòng tiết lưu thì chỉ được xả đáy nồi hơi khi áp suất $P_N < 5$ ata.

Chu kỳ xả đáy có thể là 1 lần/1 chuyển đi, hoặc 1 lần/ngày hoặc 12h/1 lần, tùy thuộc vào chất lượng nước (xả đáy khi nồng độ muối cao). Khi xả cũng cấp nước đến mực nước cao nhất sau đó xả đi 1/3÷1/2 mực nước trong ống thuỷ.



Hình 2.49. Thiết bị xả đáy nồi hơi

a - Nồi hơi 3 bầu đối xứng.

b - Nồi hơi 2 bầu, có vách ống.

1 – Đường ống xả cạn đáy.

2 – Đường ống nối của các vách ống, để không cho hơi từ các vách ống bị cuốn vào ống xả đáy.

3. Thiết bị xả cạn tuần hoàn

Thiết bị xả cạn tuần hoàn cho phép xả cạn một cách liên tục, đảm bảo được nồng độ muối trong nước nồi hơi ổn định ở mức cho phép. Lượng nước xả và nhiệt lượng mất đi chỉ bằng $3/4 \div 2/3$ so với xả định kỳ.

Thiết bị xả cạn tuần hoàn làm việc theo nguyên lý của xiphông nhiệt. Hỗn hợp nước-hơi-cặn có nhiệt độ nhỏ hơn, do đó có tỷ trọng nhỏ hơn nước ở bầu lọc cặn đặt bên ngoài nồi hơi nên tạo thành mạch tuần hoàn tự nhiên hút cặn bẩn của nước ở đáy nồi hơi ra.

CHƯƠNG 11. KHAI THÁC VÀ BẢO DƯỠNG NỒI HƠI

I. XỬ LÝ NƯỚC NỒI HƠI

1. Vì sao phải xử lý nước nồi hơi

Chất lượng nước nồi hơi có ảnh hưởng rất lớn và trực tiếp đến tính an toàn, tính kinh tế và độ tin cậy của nồi hơi, ảnh hưởng đến sản lượng hơi sinh ra. Để thấy rõ vai trò của chất lượng nước nồi hơi, ta phân tích các tác hại của các tạp chất trong nước nồi hơi.

a. Tác hại của muối trong nước nồi hơi

Muối trong nước nồi hơi có các loại: muối cứng tạm thời, muối cứng vĩnh cửu và muối chlorua.

- **Muối cứng tạm thời:**

Muối cứng tạm thời là các muối bicacbonát canxi $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ và bicacbonat magiê $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Khi nước được đun sôi, các muối này sẽ lắng đọng xuống thành các cặn bùn, có thể xả ra được khi xả cặn đáy nồi hơi, nhưng gây nên mất nhiệt, mất nước làm giảm tính kinh tế của nồi hơi, giảm hiệu suất của nồi hơi.

Để biểu thị thành phần của các muối bicacbonát canxi $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ và bicacbonat magiê $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ người ta đưa ra khái niệm độ cứng tạm thời của nước. Độ cứng tạm thời của nước là hàm lượng các muối bicacbonát canxi $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ và bicacbonat magiê $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ có trong nước, đơn vị đo [mgđl/l].

- **Muối cứng vĩnh cửu:**

Muối cứng vĩnh cửu là các muối khác của canxi và magiê, như: CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , CaSiO_3 ... Các muối này khi nước sôi sẽ đóng thành cặn cứng bám trên bề mặt hấp nhiệt, làm giảm hệ số truyền nhiệt của thiết bị, giảm sản lượng hơi sinh ra, giảm hiệu suất của nồi hơi, làm giảm tính kinh tế của nồi hơi. Mặt khác khi hệ số truyền nhiệt giảm xuống, các ống không được làm mát tốt, nhiệt độ thành ống tăng lên, ống có thể bị cháy hỏng, làm giảm tính an toàn của nồi hơi.

Để biểu thị thành phần của các muối cứng vĩnh cửu người ta đưa ra khái niệm độ cứng vĩnh cửu của nước. Độ cứng vĩnh cửu của nước là hàm lượng các muối CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , CaSiO_3 ... có trong nước, đơn vị đo [mgđl/l].

Khi hàm lượng muối trong nước tăng lên, hàm lượng muối trong hơi sinh ra cũng tăng lên, làm đóng cặn cứng ở các thiết bị dùng hơi như bộ sấy hơi, ở cánh tuốc bin, làm cho tuốc bin rung, làm việc không ổn định, không an toàn.

- **Muối chlorua:**

Muối chlorua biểu thị bằng độ chlorua của nước nồi hơi.

Muối chlorua trong nước nồi hơi chủ yếu là NaCl và một ít MgCl_2 .

Muối chlorua trong nước gây nên mục rỉ thép nồi hơi, làm giảm tính an toàn của nồi hơi.

b. Tác hại của hàm lượng axit silic

Hàm lượng axit silic biểu thị bằng hàm lượng SiO_2 có trong nước.

SiO₂ theo hơi vào bộ quá nhiệt, kết hợp với nước tạo thành axit: SiO₂ + H₂O = H₂SiO₃ gây nên ăn mòn kim loại ở các thiết bị dùng hơi. SiO₂ còn theo hơi đi vào tuốc bin, đóng cấu trên cánh tuốc bin, làm giảm cân bằng động của tuốc bin, tuốc bin bị rung và có thể bị hỏng hóc (như gãy cánh).

c. Tác hại của độ kiềm trong nước nồi hơi

Độ kiềm của nước nồi hơi được biểu thị bằng hàm lượng các ion OH⁻, CO₃⁼, PO₄³⁻ của các chất Na₂CO₃, NaOH, Na₃PO₄ v.v... được pha vào trong nước nồi hơi để chống đóng cấu cứng.

Nồi hơi làm việc lâu ngày trong môi trường kiềm sẽ bị mòn kiềm, ảnh hưởng đến tính an toàn của nồi hơi. Ngoài ra độ kiềm của nước nồi hơi cao sẽ gây nên ăn mòn trong nồi hơi, đặc biệt là đồng và các hợp kim đồng; gây nên hiện tượng mòn kiềm, làm giảm tính an toàn của nồi hơi.

d. Ảnh hưởng của chỉ số pH

Chỉ số pH biểu thị nồng độ các ion H⁺ có trong nước. Nồng độ pH của nước cấp nồi hơi phải thích hợp:

pH = 7 – nước trung tính.

pH < 7 – nước có tính axit.

pH ≤ 5,5 – nước có tính chất axit mạnh.

pH = 7,5 ÷ 8,5 – nước có tính chất kiềm.

pH > 8,5 – nước có tính chất kiềm mạnh.

Nước cấp vào nồi hơi phải có tính chất kiềm pH = 9,6 ÷ 10, để khi nước vào nồi hơi, được đun sôi lên; một số phân tử nước bị phân hoá thành ion H⁺ và ion OH⁻, làm tăng nồng độ H⁺ trong nước và độ pH của nước sẽ giảm, nước trở thành trung tính.

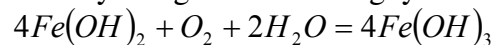
e. Tác hại của hàm lượng dầu trong nước nồi hơi

Dầu có trong nước nồi hơi sẽ bám lên các bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi làm giảm hệ số truyền nhiệt của thiết bị, giảm sản lượng hơi, giảm hiệu suất của nồi hơi, làm tăng nhiệt độ của thành ống, làm các ống có thể bị cháy hỏng, làm giảm tính kinh tế và tính an toàn của nồi hơi.

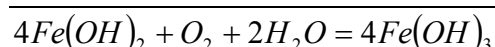
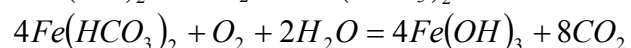
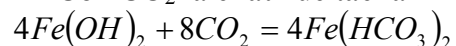
f. Tác hại của tạp chất khí trong nước nồi hơi

Tạp chất khí trong nước nồi hơi là các chất khí O₂, CO₂ có trong không khí xâm nhập vào trong nước nồi hơi.

Ôxy trong nước nồi hơi gây nên mục rỉ trực tiếp thép nồi hơi:



Còn CO₂ là chất xúc tác làm mục rỉ thép nồi hơi, làm giảm tính an toàn của nồi hơi:



g. Tác hại của tạp chất cơ học

Tạp chất cơ học là trung tâm tạo bọt, tích tụ nhiều bóng hơi, làm cho nước sủi bọt, gây nên hiện tượng trường nước nổi hơi, làm giảm chất lượng hơi sinh ra, giảm tính an toàn của các thiết bị dùng hơi.

Vì những lý do trên nên trong khai thác nổi hơi, phải thường xuyên kiểm tra và xử lý nước nổi hơi, đảm bảo các chỉ tiêu của nước nổi hơi trong giới hạn cho phép.

2. CÁC TIÊU CHUẨN CỦA NƯỚC NỔI HƠI

Bảng 2. Một số giá trị cho phép của các tạp chất trong nước nổi hơi:

Kiểu nổi hơi	Áp suất nổi hơi [at]	Năng suất của bề mặt hấp nhiệt [kg/m ³ h]	Tạp chất cơ học [mm]	Độ cứng [mgđl/l]	Hàm lượng ôxy [mg/l]	Hàm lượng CO ₂ [mg/l]	Hàm lượng dầu [mg/l]	Lượng muối chung [°Be]
NHOL NHOL-ON NHON	≤16	< 20	< 0,01	< 8	< 0,5	< 20	< 5	< 2
				< 6	< 0,5			< 1
		< 25		< 0,5	< 0,2			< 1
NHON	16÷25	≤ 35	0	< 0,2	< 0,1	< 10	< 3	< 0,5
NHON	25÷65	> 35	0	< 0,1	< 0,05	< 10	< 1	< 0,3
	65÷100			< 0,05	< 0,02	< 10		< 0,2
NHON	> 100			< 0,05	< 0,02	< 1	< 0,5	< 0,15

Ta có các tiêu chuẩn sau để đánh giá chất lượng nước nổi hơi:

- Độ vẩn đục

Độ vẩn đục là các hạt lơ lửng gây nên vẩn đục nước nổi hơi.

- Lượng cặn khô

Lượng cặn khô là lượng chất hữu cơ và vô cơ tan đến dạng phân tử tồn tại ở dạng keo.

- Lượng muối chung

Lượng muối chung là tổng số các muối khoáng hoà tan trong nước. Đo bằng miligram đương lượng /lít [mgđl/l], hay bằng độ [°be].

- Độ cứng

Độ cứng đo bằng tổng số các ion Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ của các muối can xi và magiê tan trong nước.

- Độ chlorua [mgCl/l]

Độ chlorua đo bằng hàm lượng muối chlorua trong nước.

- Hàm lượng axit silic [mg/l]

- Độ pH

- Độ kiềm

- Hàm lượng dầu mg/l

- Hàm lượng khí mg/l.

F. 3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC NỒI HƠI

Để đảm bảo các tiêu chuẩn của nước nồi hơi, trong khai thác phải thường xuyên kiểm tra và xử lý nước nồi hơi.

Cứ 24h kiểm tra độ chlorua của nước ngọt, kiểm tra độ chlorua, độ kiềm của nước trong nồi hơi ống lửa, nồi hơi liên hợp ống lửa – ống nước.

Cứ 12h kiểm tra độ chlorua, độ phosphát, độ nitrat, độ kiềm của nước trong nồi hơi ống nước.

Cứ 4h, kiểm tra độ chlorua và hàm lượng muối chung của nước đã lọc mềm hoặc của nước chưng cất.

Nước kiểm tra phải được lấy từ các van lấy mẫu thử.

Ta có các phương pháp xử lý nước nồi hơi sau:

A. Xử lý nước ngoài nồi hơi

Xử lý nước ngoài nồi hơi bao gồm: lọc cặn cơ học, lọc dầu, khử khí, khử muối cứng.

a. Lọc cặn cơ học

Tiến hành tại các lưới lọc, các ngăn than cốc của bể lọc.

b. Lọc dầu

Lọc dầu tiến hành tại các bể lọc. Vật liệu lọc là khăn bông, vải gai, xơ mướp, phôi bào, than cốc, than hoạt tính...

Phôi bào, than cốc, than hoạt tính chỉ dùng một lần.

Khăn bông, vải gai, xơ mướp được dùng nhiều lần, sau khi no dầu được giặt sạch bằng nước xà phòng nóng.

Tốc độ của nước qua vật liệu lọc càng nhỏ, chất lượng lọc càng tốt.

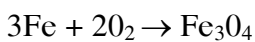
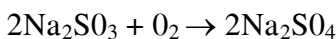
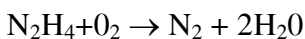
c. Khử khí

Nồi hơi có áp suất $P_N < 20\text{kG/cm}^2$, khử khí tại bầu ngưng và bể nước nóng.

Nồi hơi có áp suất $P_N \geq 20\text{kG/cm}^2$, có bầu khử khí riêng.

Các phương pháp khử khí (chủ yếu khử khí ôxy O_2)

- Kiểu đun sôi: nước cấp được đun sôi, các chất khí hoà tan sẽ bay đi.
- Kiểu hoá học: cho hoá chất vào để hấp thụ khí O_2 như: N_2H_4 , Na_2SO_3 , phôi thép các bon

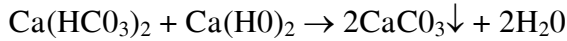


- Kiểu nhiệt hoá: nước qua bầu khử khí được đun nóng và nhờ than hoạt tính hấp thụ chất khí.
- Kiểu điện học: cho dòng điện đi qua nước, oxygen trong nước bị ion hoá, mang điện tích âm (-) chạy đến các cực dương (+), tích tụ lại tạo thành các bóng hơi và bay lên.

d. Khử muối cứng

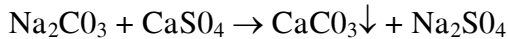
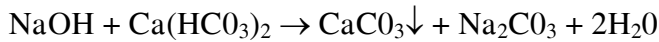
Ta có các phương pháp sau đây để khử muối cứng bên ngoài nồi hơi:

- Dùng vôi để khử muối cứng tạm thời



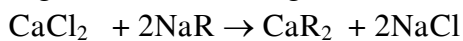
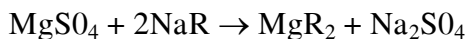
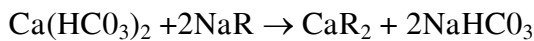
CaCO_3 lắng xuống ở ngay bên ngoài nồi hơi, có thể xả đi được.

- Dùng hoá chất NaOH , Na_2CO_3 để khử muối cứng vĩnh cửu và muối cứng tạm thời ngay ngoài nồi hơi

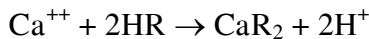


- Dùng phương pháp trao đổi ion (+) làm mềm nước

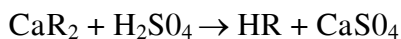
Cho nước đi qua các chất trao đổi ion (+) như đá bọt, than hàng hoá, vôphapit, espapit (NaR), các ion Na^+ của chúng sẽ trao đổi với các ion Ca^{++} , Mg^{++} của các muối cứng, làm cho các muối cứng của canxi và magiê trở thành các muối dễ hoà tan của Na:



Cũng có thể dùng ion H^+ làm mềm nước



Khi các ion Na^+ , H^+ đã trao đổi hết với các ion Ca^{++} , Mg^{++} cần thiết phải tái sinh chúng:



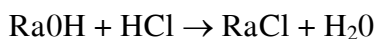
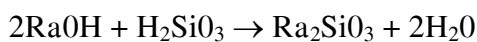
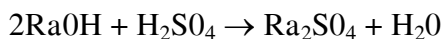
Ưu điểm của phương pháp trao đổi ion + làm mềm nước là:

- làm mềm nước rất tốt,
- vật liệu lọc có thể dùng được lâu năm.

Nhược điểm của phương pháp trao đổi ion + làm mềm nước là:

- thiết bị to nặng,
- phải thường xuyên coi sóc,
- có thể gây nên độ kiềm quá cao, làm dòn kiềm thép nồi hơi.

Sau khi nước đi qua bộ trao đổi ion (+) làm mềm nước, nồng độ axit của nước tăng lên, vì vậy phải cho nước đi tiếp qua bộ trao đổi ion (-) để trung hoà các axit. Các hoá chất được sử dụng ở đây là chất có các ion OH^- , $\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- của các chất như: NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 .



- Phương pháp chưng cất nước ngọt làm mềm nước.

B. Xử lý nước trong nồi hơi

Ta có các phương pháp xử lý nước trong nồi hơi:

- Phương pháp lọc nước bằng từ trường

Cho dòng nước đi thẳng góc qua từ trường mạnh, tuy thành phần hoá học của các muối cứng trong nước không thay đổi, nhưng lý tính của nước biến đổi, muối cứng lắng xuống thành cặn bùn ở trong nồi hơi.

Để tạo từ trường người ta dùng nam châm vĩnh cửu, hoặc nam châm điện.

Phương pháp lọc nước bằng từ trường thiết bị đơn giản, nhưng chỉ nên dùng cho nồi hơi ống lửa, nồi hơi liên hiệp ống lửa-ống nước.

- Phương pháp điện hoá làm mềm nước

Phương pháp này tốn nhiều năng lượng và còn đang trong giai đoạn thử nghiệm.

- Cho hoá chất vào trong nồi hơi để làm mềm nước.

Lượng hoá chất cho vào được xác định dựa theo kết quả kiểm tra nước nồi hơi và theo quy định của các hãng chế tạo ra hoá chất xử lý nước nồi hơi.

II. SỬ DỤNG VÀ BẢO DƯỠNG NỒI HƠI TÀU THỦY

1. Khởi động nồi hơi

a. Kiểm tra nồi hơi

Trước khi nhóm lò, cần kiểm tra kỹ nồi hơi và các thiết bị của nồi hơi cả bên trong và bên ngoài, nhất là nồi hơi dừng hoạt động lâu ngày, nồi hơi sau khi sửa chữa và bảo dưỡng. Công việc kiểm tra nồi hơi trước khi khởi động vô cùng quan trọng, vì có thể tránh được các sự cố đáng kể có thể xảy ra trong khi khởi động nồi hơi.

Nội dung kiểm tra:

Kiểm tra xem có còn bỏ sót dụng cụ và các đồ vật khác bên trong nồi hơi không. Kiểm tra kỹ chất lượng của bề mặt trao đổi nhiệt về phía khói lò, cũng như về phía nước và hơi, như: kiểm tra kỹ các vết dò rỉ, các vết nứt, các biến dạng của nồi hơi. Kiểm tra các thiết bị phụ của nồi hơi, kiểm tra sự định vị của nồi hơi trên bệ đỡ, kiểm tra hệ thống cấp dầu, cấp khí, kiểm tra các hệ thống tự động của nồi hơi v.v.... Khi phát hiện ra các khuyết tật, hư hỏng phải khắc phục ngay, sau đó ghi kết quả kiểm tra vào nhật ký máy, nhật ký nồi hơi.

Cần phải nhấn mạnh rằng trong thực tế khai thác nồi hơi, thông thường công tác kiểm tra nồi hơi trước khi khởi động không được thực hiện hoặc kiểm tra một cách hời hợt. Trong nhiều trường hợp đó là các nguyên nhân gây nên các sự cố nghiêm trọng của nồi hơi.

Sau khi đã kiểm tra và ghi các kết quả kiểm tra vào nhật ký máy đóng tất cả các van, trừ van thoát khí, các van của ống thuỷ, và các khoá của manômet. Van hơi chính không đóng hết mà phải mở ra 1/8 vòng để đề phòng van bị kẹt khi van bị nóng lên.

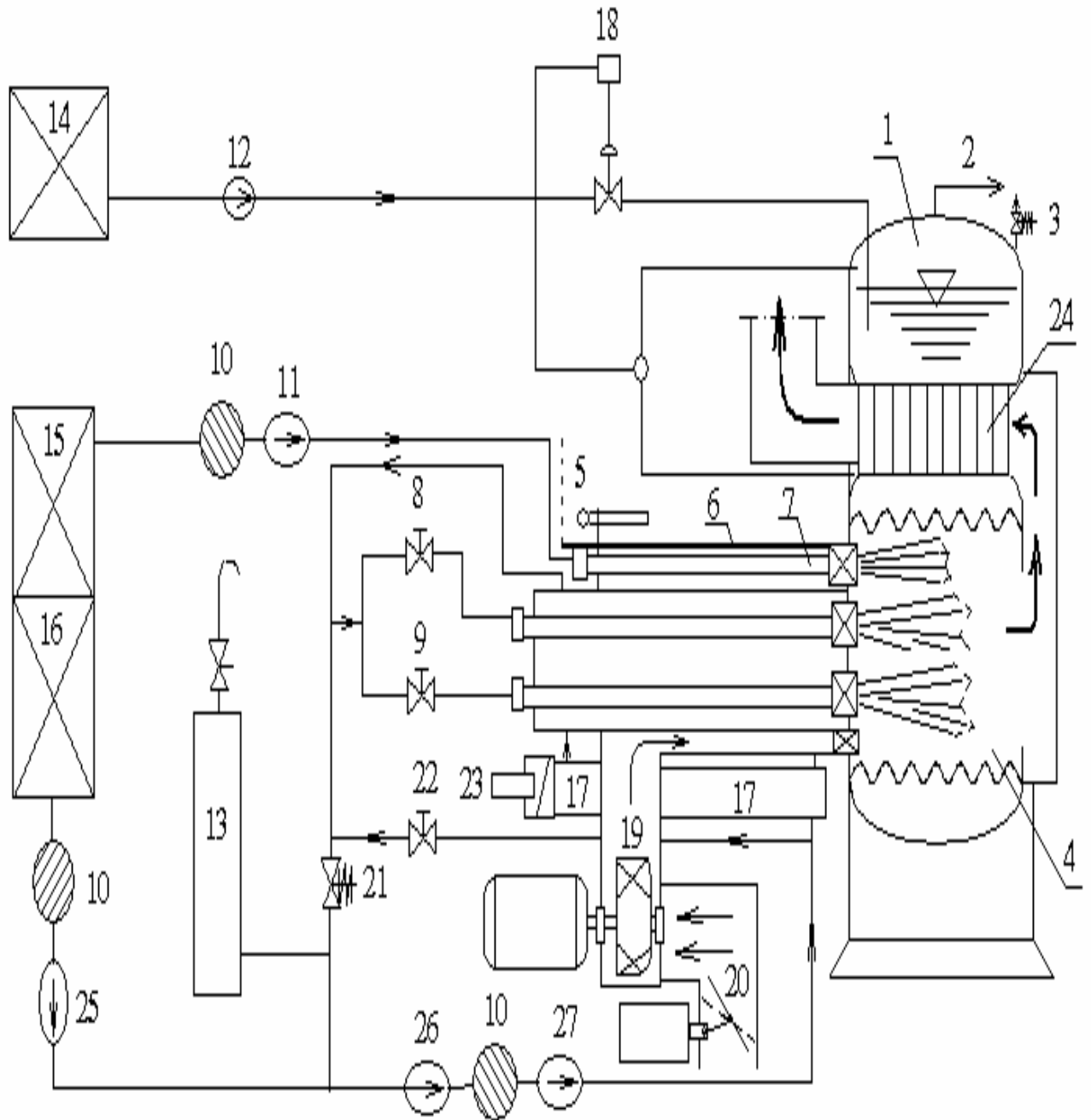
Bơm nước đến mực nước thấp nhất (hoặc đến 1/3 ống thuỷ) để tránh hiện tượng tương nước nồi hơi khi nhóm lò.

Nước cấp vào nồi hơi phải được xử lý kỹ càng và phải được hâm nóng đến nhiệt độ thích hợp, hâm nước đến nhiệt độ cao quá sẽ gây nên ứng suất nhiệt quá lớn cho các thiết bị của nồi hơi. Nhiệt độ nước cấp nồi hơi thấp sẽ làm giảm tuần hoàn của nước trong nồi hơi trong thời gian nhóm lò và làm tăng thời gian nhóm lò lấy hơi, làm giảm tính cơ động của nồi hơi.

Khi đã đạt được mực nước ổn định, tiến hành kiểm tra bộ tự động điều chỉnh mực nước nồi hơi.

Kiểm tra và vệ sinh một lần nữa khoang nồi hơi và tiến hành nhóm lò.

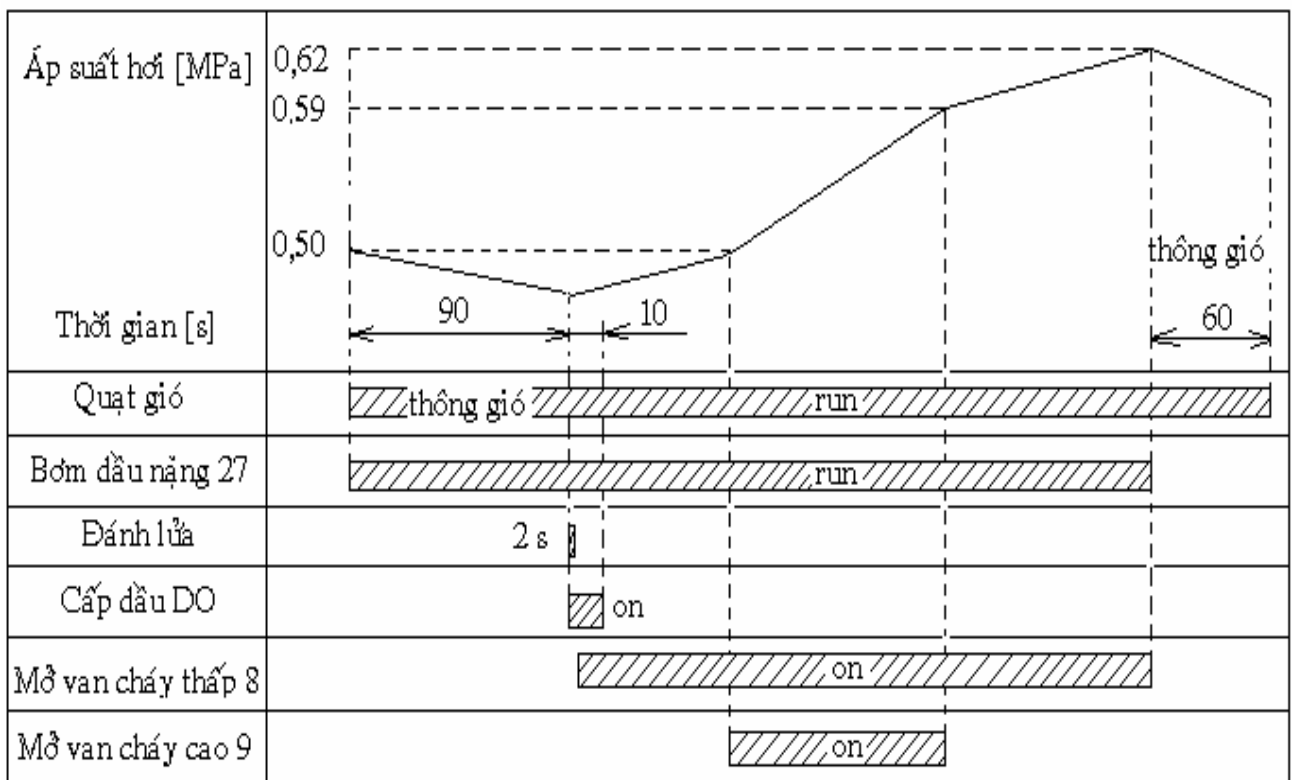
b. Nhóm lò



Hình 2.50. Sơ đồ hệ thống đốt lò của nồi hơi tàu thủy

Trên hình 2.39 ta có:

- 1 - Bầu nôi.
- 2 - Đường dẫn hơi đi sử dụng.
- 3 - Van an toàn.
- 4 - Buồng đốt.
- 5 - Mất điện tử.
- 6 - Thiết bị đánh lửa.
- 7 - Súng phun dầu đốt môi (dầu nhẹ DO).
- 8 - Van dầu nặng cho chế độ nhỏ tải.
- 9 - Van dầu nặng cho chế độ tải cao.
- 10 - Phin lọc.
- 11 - Bơm dầu nhẹ.
- 12 - Bơm nước cấp.
- 13 - Két dầu thừa.
- 14 - Két nước nổi hơi.
- 15 - Két dầu nhẹ.
- 16 - Két dầu nặng.
- 17 - Bầu hâm dầu.
- 18 - Điều chỉnh van cấp nước.
- 19 - Quạt gió.
- 20 - Bướm gió.
- 21 - Van dầu thừa.
- 22 - Van điều chỉnh áp suất dầu.
- 23 - Công tắc hâm dầu.
- 24 - Các ống nước.
- 25 - Bơm dầu nặng.
- 26 - Bơm dầu nặng.
- 27 - Bơm dầu nặng.



Hình 2.51. Biểu đồ thời gian của hệ thống tự động đốt lò và tự động điều khiển quá trình cháy trong nồi hơi.

Nhóm lò thực hiện bằng dầu nhẹ. Trước khi nhóm lò phải thông gió buồng đốt nồi hơi, để ngăn ngừa hiện tượng nổ, do dầu đốt tích tụ lại nhiều trong buồng đốt. Nhóm lò có thể đốt tự động có thể đốt tay.

Nhóm lò tự động thực hiện bằng chương trình tự động được điều khiển bằng cam thời gian (timer cam) hoặc bằng các vi mạch.

Nhóm lò bằng tay thực hiện theo quy trình:

- cho môi lửa vào buồng đốt trước, sau đó mới khởi động súng phun,
- mở quạt gió
- cuối cùng là mở van dầu. Mở van dầu sau cùng để tránh dầu vào trước tích tụ nhiều, làm bùng cháy trong khoang nồi hơi, làm ngọn lửa tấp ra ngoài và có thể gây nên hoả hoạn.
- khi tắt lò thì làm ngược lại,
- khi nhóm lò mà có súng phun bị tắc thì phải nhóm lò lại.

Hình 2.39 thể hiện sơ đồ hệ thống tự động đốt lò của nồi hơi

Biểu đồ thời gian của hệ thống tự động đốt lò và tự động điều khiển quá trình cháy trong buồng đốt nồi hơi được thể hiện trên hình 2.40 Ở nồi hơi này có 2 chế độ “cháy cao” và “cháy thấp”. Trên hình 2.51 ta thấy: khi đốt lò, đầu tiên bật quạt gió để thổi hết hơi dầu trong buồng đốt của nồi hơi, đảm bảo đốt lò được an toàn. Cùng thời điểm quạt gió làm việc bơm dầu FO 27 làm việc cấp dầu FO vào bầu hâm dầu để hâm dầu FO đến nhiệt độ làm việc.

Sau khi quạt gió làm việc được 90s, thiết bị đánh lửa 6 làm việc, đánh tia lửa điện, môi lửa cho quá trình cháy, đồng thời bơm dầu nhẹ chạy để cấp dầu nhẹ vào đốt môi (dầu DO dễ cháy hơn dầu FO). Môi lửa làm việc trong thời gian 2s, còn bơm dầu nhẹ đốt môi làm việc trong thời gian 10s. Sau khi đốt thành công, van cấp dầu nặng 8 tự động được mở ra, cấp dầu nặng vào cho chế độ cháy thấp. Khi áp suất trong nồi hơi đạt $P_N = 0,50$ MPa, van cấp dầu nặng 9 tự động mở, cấp dầu vào nồi hơi cho chế độ cháy cao. Áp suất hơi tăng nhanh đến $P_N = 0,59$ MPa. Khi áp suất hơi đạt giá trị $P_N = 0,59$ MPa, van cấp dầu nặng 9 đóng lúc này nồi hơi chỉ duy trì chế độ cháy thấp. Khi áp suất hơi đạt giá trị $P_N = 0,62$ MPa, van cấp dầu nặng 8 đóng, bơm dầu 27 dừng, ngắt quá trình cháy trong nồi hơi, lúc này quạt gió còn tiếp tục chạy trong thời gian 60s để thổi hết hơi dầu trong buồng đốt ra khỏi nồi hơi.

Nhóm lò phải thực hiện từ từ, để tránh ứng suất nhiệt, vì vậy trong thời gian đầu của giai đoạn nhóm lò cần phải điều chỉnh sản lượng dầu cấp lò nhỏ nhất, sau đó tăng dần lên.

Trong thời gian nhóm lò cần đảm bảo đốt nóng đều khắp nồi hơi. Đốt nóng không đều nồi hơi gây nên ứng suất nhiệt giữa các phần có nhiệt độ khác nhau của nồi hơi, hiện tượng này đặc biệt nguy hiểm đối với nồi hơi ống lửa. Do đó ở nồi hơi ống lửa sử dụng các phương pháp khác nhau để đảm bảo nhanh chóng cân bằng nhiệt độ trong nồi hơi như:

- Xả nước nguội ở đáy nồi hơi.
 - Cường bức tuần hoàn của nước trong nồi hơi khi nhóm lò.
- Thời gian nhóm lò phụ thuộc vào kiểu loại và kích thước của nồi hơi.

Nhóm lò được chia ra làm hai giai đoạn:

Giai đoạn 1, đun sôi nước nồi hơi.

Giai đoạn 2, nâng áp suất hơi lên áp suất làm việc P_N .

Ở giai đoạn 1, van thoát khí luôn luôn mở. Khi bắt đầu có hơi thoát ra khỏi van thoát khí là bắt đầu giai đoạn 2.

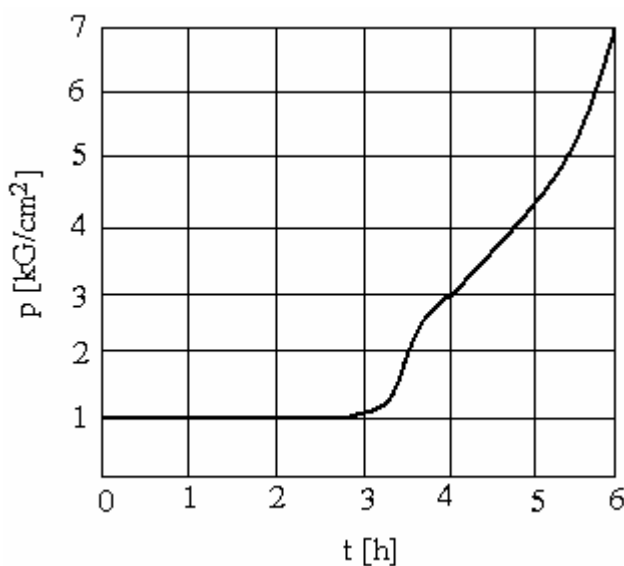
Trước khi vào giai đoạn 2 cần kiểm tra một lần nữa các ống thủy, các manômet, kiểm tra dò rỉ của nồi hơi. Khi $P_N = 5 \div 6 \text{ kG/cm}^2$ phải kiểm tra van an toàn bằng tay giật.

Khi nồi hơi được đun nóng thì các bu lông, ốc vít cố định các nắp, cửa nồi hơi bị giãn dài nên nổi lỏng ra, làm cho lực cố định các nắp, cửa giảm đi, làm dò nước dò hơi. Do đó trong thời gian nhóm lò phải thường xuyên kiểm tra độ chặt của các bu lông, ốc vít và xiết chặt lại nếu các bu lông ốc vít bị nổi lỏng ra.

Nồi hơi có bộ sưởi không khí và bộ quá nhiệt thì cần phải chú ý bảo vệ các thiết bị này trong thời gian nhóm lò của nồi hơi, vì bộ sấy hơi khi đó chưa có hơi nước để làm mát, còn bộ sưởi không khí lúc đó không khí còn ít do đó được làm mát kém.

Để làm mát bộ sấy hơi trong thời gian nhóm lò, thì phải nạp đầy nước sạch vào, hoặc dùng hơi của nồi hơi khác để làm mát (dùng cho tàu có nhiều nồi hơi).

Bộ sưởi không khí phải được bảo vệ trong thời gian nhóm lò bằng cách tăng hệ số không khí thừa α , hoặc dùng tấm chắn ngăn không cho khói lò đi qua bộ sưởi không khí trong thời gian nhóm lò. Tăng lượng không khí cấp lò để tăng cường làm mát bộ sưởi không khí trong thời gian nhóm lò cần chú ý để nhiệt độ khói lò không giảm xuống dưới nhiệt độ điểm sương tránh gây ăn mòn bộ sưởi không khí.



Hình 2.52. Quá trình nhóm lò của nồi hơi phụ VX5 II

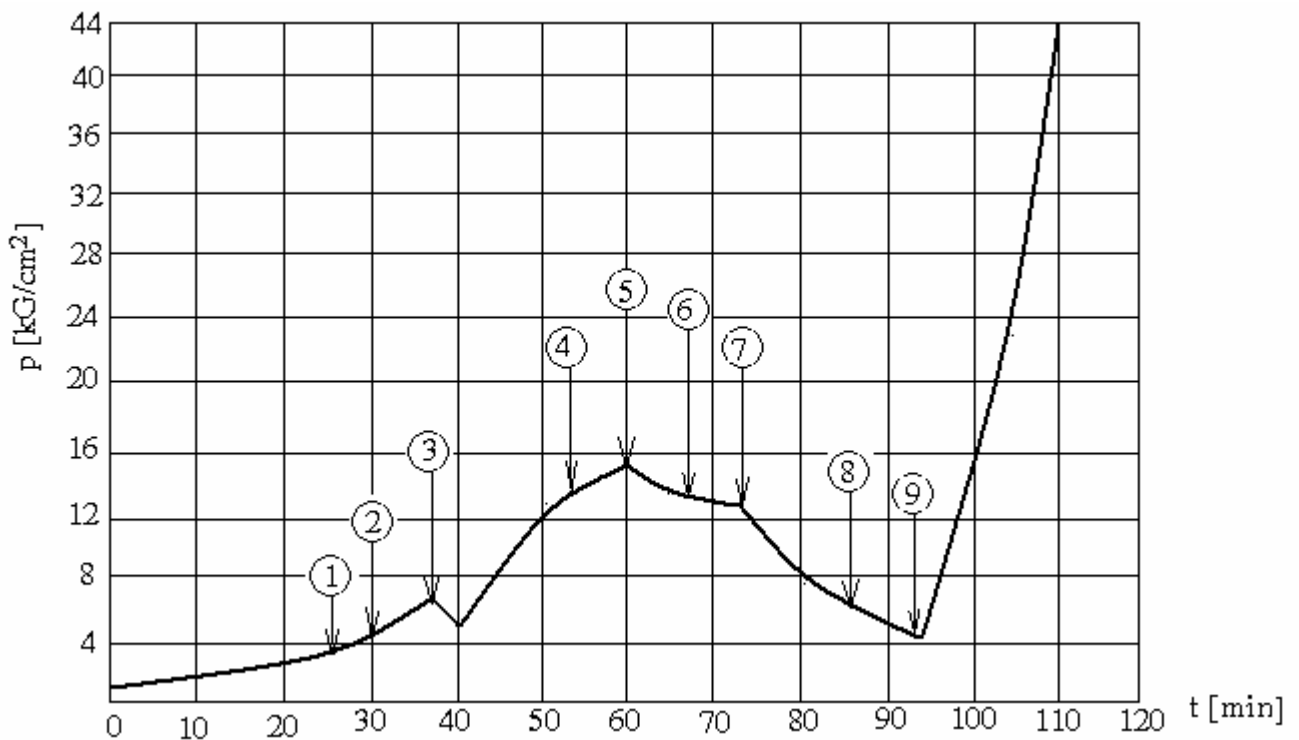
Trong thời gian tăng áp suất hơi của nồi hơi cần kiểm tra hoạt động của các manômet, bằng cách điều chỉnh van 3 ngã của manômet cho thông với môi trường, khi đó manômet phải chỉ giá trị “0”.

Nhóm lò kết thúc khi áp suất nồi hơi đạt đến giá trị công tác. Mở van cấp hơi để đưa hơi đi sử dụng, trước khi đưa hơi đi sử dụng phải sấy nóng kỹ càng đường ống hơi, để tránh hơi nước ngưng tụ nhiều trong giai đoạn cấp hơi và tránh ứng suất nhiệt làm nứt vỡ ống. Xả nước kỹ càng cho đường ống hơi và các thiết bị dùng hơi trong giai đoạn cấp hơi.

Đồ thị 2.52 thể hiện quá trình nhóm lò khởi động nồi hơi phụ VX5 II.

Hình 2.53 thể hiện rõ các điểm làm việc đặc trưng của nồi hơi KWG-25 trong thời gian khởi động.

- Điểm 1: kiểm tra van an toàn bằng tay giật.
- Điểm 2: bắt đầu cấp hơi vào bộ sấy hơi.
- Điểm 3: áp suất hơi đạt giá trị 5 kG/cm^2 , tại thời điểm này bắt đầu cấp hơi vào các máy phụ. Vì vậy áp suất hơi trong nồi hơi tạm thời giảm.
- Điểm 4: hâm nóng và chuẩn bị khởi động tuốc bin lai bơm nước cấp (bơm nước cấp nồi hơi lai bởi động cơ tuốc bin).
- Điểm 5: khởi động động cơ tuốc bin lai bơm nước cấp.
- Điểm 6: dừng bơm chỉ phục vụ cho nồi hơi trong khi đốt lò.
- Điểm 7: khoảng 70 phút sau khi nhóm lò, tiến hành hâm dầu nặng và chuẩn bị hâm nóng bơm cấp dầu nặng vào nồi hơi.
- Điểm 8: sau khi dầu nặng đã đạt nhiệt độ yêu cầu, khởi động bơm cấp dầu nặng vào nồi hơi và chuyển sang đốt dầu nặng trong nồi hơi, làm áp suất hơi trong nồi hơi tiếp tục giảm.
- Điểm 9: khởi động các súng phun tiếp theo, bắt đầu từ thời điểm này áp suất hơi tăng nhanh đến áp suất công tác.



Hình 2.53. Sơ đồ khởi động nồi hơi ống nước đứng 3 bầu không đối xứng KWG-25.

2. Chăm sóc nồi hơi khi hoạt động

Để đảm bảo khai thác an toàn và hiệu quả nồi hơi, khi nồi hơi hoạt động phải thường xuyên:

- Kiểm tra, theo dõi mực nước nồi hơi, giữ cho mực nước nồi hơi ổn định.

- Duy trì áp suất hơi P_N , nhiệt độ hơi t_h trong nồi hơi ổn định, duy trì nhiệt độ nước cấp t_{nc} nồi hơi trong giới hạn quy định.
- Kiểm tra và điều chỉnh quá trình cháy trong buồng đốt nồi hơi, đảm bảo quá trình cháy gần hoàn toàn nhất.
- Định kỳ gạn mặt, xả đáy, thổi muối nồi hơi.
- Thường xuyên kiểm tra và duy trì chất lượng nước nồi hơi.
- Kiểm tra và xử lý nước cấp nồi hơi thật kỹ càng.
- Kiểm tra và điều chỉnh các máy móc thiết bị phụ của nồi hơi.

Thường xuyên tẩy rửa và kiểm tra ống thuỷ. Khi ống thuỷ bị hỏng, bị tắc phải sửa chữa ngay. Nồi hơi chỉ được phép làm việc với một ống thuỷ trong thời gian không quá 20 phút. Nếu cả 2 ống thuỷ bị hỏng phải lập tức dừng nồi hơi.

Kiểm tra quá trình cháy trong buồng đốt nồi hơi bằng cách kiểm tra màu khói và màu ngọn lửa.

Khi khói không có màu sắc, hoặc có màu trắng xám, dễ lẫn vào không khí, quá trình cháy hoàn toàn. Khói đen nhiều bồ hóng, cháy không hoàn toàn.

Khi đốt than ngọn lửa dài, màu đỏ, thiếu nhiều ôxy; ngọn lửa ngắn và loé sáng, quá nhiều ôxy.

Khi đốt dầu, ngọn lửa không có màu, có thể lờ mờ nhìn thấy tường sau của buồng đốt, cháy hoàn toàn. Ngọn lửa có màu vàng và màu da cam, thiếu và thiếu nhiều không khí, nếu ngọn lửa màu đỏ, thiếu quá nhiều không khí.

Nếu nhìn thấy rõ tường sau của buồng đốt, thừa không khí.

Để đảm bảo quá trình cháy được hoàn toàn, cần đảm bảo:

- Cung cấp đầy đủ không khí.
- Trộn đều không khí với nhiên liệu ở mọi nơi trong buồng đốt.
- Nhiệt độ buồng đốt phải cao và phải phân bố đều đặn.

3. Ủ nồi hơi và dừng nồi hơi

a. Ủ lò

Trong trường hợp chỉ cần ngưng cung cấp hơi 1÷2 ngày, nên tiến hành ủ lò. Ủ lò tuy tiêu tốn thêm một ít chất đốt, nhưng làm tăng tuổi thọ của nồi hơi, giảm thời gian nhóm lò lấy hơi, tăng tính cơ động của nồi hơi trong lần khởi động sau.

Nồi hơi đốt dầu ủ lò bằng cách chỉ duy trì súng phun ở giữa, hoặc giảm lượng dầu đốt cấp vào nồi hơi (khi chỉ có 1 súng phun).

b. Tắt lò, dừng nồi hơi

Khi cần ngưng cung cấp hơi lâu ngày (lâu hơn 2 ngày), như trong thời gian dừng ở cảng, ở nhà máy sửa chữa v.v... phải tắt lò dừng nồi hơi.

Quy trình dừng nồi hơi:

- Giảm tải cho nồi hơi, bằng cách tắt dần súng phun, giảm lượng dầu đốt cấp cho nồi hơi.
- Tăng lượng nước trong nồi hơi đến mực nước cao nhất.
- Gạn mặt nồi hơi để xả hết các váng dầu.
- Lại tăng lượng nước trong nồi hơi đến mực nước cao nhất.

- Xả đáy cho nồi hơi.
- Tăng lượng nước trong nồi hơi đến mực nước cao nhất.
- Tắt súng phun cuối cùng.
- Từ từ đóng các van cấp hơi, để áp suất nồi hơi giảm dần.
- Cấp nước trong nồi hơi đến mực nước cao nhất. Sau đó dừng bơm cấp nước, đóng van cấp nước.
- Để nồi hơi nguội dần.
- Sau khi nồi hơi nguội, thông gió cho nồi hơi.

Chú ý: không thông gió cho buồng đốt trong thời gian nồi hơi nguội dần, vì có thể làm nồi hơi nguội quá nhanh, làm tăng ứng suất nhiệt. Tuyệt đối không được cưỡng bức nguội nồi hơi.

4. Bảo quản nồi hơi

Trong thời gian dừng nồi hơi phải tiến hành bảo quản nồi hơi để chống mục rỉ nồi hơi. Có 2 phương pháp bảo quản nồi hơi:

a. Bảo quản ướt

Bảo quản ướt tiến hành khi dừng nồi hơi ít ngày (đến 10÷15 ngày):

Quy trình bảo dưỡng ướt nồi hơi:

- Bơm nước vào đầy nồi hơi, kể cả bộ sấy hơi, trong thời gian bơm nước vào nồi hơi, van xả khí phải luôn luôn mở.
- Cho NaOH vào trong nước với hàm lượng: ~0,00035 g/litr. Trong thực tế cho NaOH vào theo tỷ lệ: 2 kg/1m³ nước.
- Sau đó đốt nhẹ nồi hơi đến khi sôi để xả hết khí trong nước nồi hơi.
- Dừng đốt nồi hơi, đóng kín nồi hơi lại, kể cả van thoát khí để không khí không dò lọt vào trong nồi hơi.
- Sau vài ngày kiểm tra độ kiềm của nước nồi hơi, nếu giảm phải bổ xung thêm, và lại đốt nhẹ nồi hơi để khử hết không khí trong nước nồi hơi.

b. Bảo quản khô nồi hơi

Khi nồi hơi dừng làm việc lâu ngày, phải bảo dưỡng khô nồi hơi

Quy trình bảo dưỡng khô nồi hơi:

- Xả hết nước ra khỏi nồi hơi, làm vệ sinh sạch sẽ nồi hơi.
- Đốt nhẹ để sấy khô nồi hơi bằng các giỏ chứa than củi cháy.
- Cho vôi sống vào nồi hơi, theo tỷ lệ 2 kg vôi sống/1m³ nồi hơi. Vôi sống có nhiệm vụ hút ẩm trong khoang nồi hơi, chống mục rỉ nồi hơi.
- Đóng kín nồi hơi lại. Sau 1 thời gian khoảng 3 tháng, kiểm tra nồi hơi. Trước khi vào trong nồi hơi để kiểm tra cần phải thông gió thật kỹ càng cho nồi hơi, để tránh bị ngộ độc.

5. Vệ sinh nồi hơi

a. Tẩy rửa cặn cặn

Phải định kỳ rửa nồi hơi để tẩy, cạo cáu. Chu kỳ tẩy rửa cáu phụ thuộc vào chất lượng nước nồi hơi.

Nồi hơi ống lửa, tẩy rửa cáu sau 1500÷2000 h (nước xấu 1000 h).

Nồi hơi ống nước tẩy rửa cáu sau 1000÷1500 h (nước xấu 700 h).

Việc cạo cáu cần tiến hành ngay sau khi xả nước, khi nồi hơi còn nóng, cáu còn mềm, không nên để cáu khô cứng lại.

Cạo xong kiểm tra bằng cách soi ánh sáng hoặc thả viên bi có đường kính $d=0,9d$ ống.

Sau khi cạo cáu bôi lớp graphit bảo vệ và đốt nhỏ lửa hong khô trong 2÷6 h.

Các phương pháp tẩy rửa cáu:

- Tẩy rửa bằng axit

Trước khi tẩy rửa bằng axit phải bịt tất cả các van lại, trừ van xả khí.

Nếu có vết dầu trong nước, thì phải khử dầu trước, bằng cách đun sôi nước trong nồi hơi ở áp suất $P_N = 0,5 \div 0,8$ ati, sau khi đã pha 10 kg $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và 25 kg keo thuỷ tinh/ 1m^3 nước.

Axit để tẩy rửa nồi hơi thường dùng: H_2SO_4 nồng độ 3% hoặc HCl nồng độ 2 ÷ 10%.

Dùng dung dịch H_2SO_4 để tẩy rửa cáu cho hiệu quả tốt, nhưng đắt tiền, nên thông thường dùng dung dịch HCl có pha thêm các chất chống ăn mòn axit như: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ (7g/litr nước), keo da châu (10g/litr nước).

Nếu là cáu silicat cần đun nước đến 70°C . cứ 0,5mm cáu thì tăng thêm 2 ÷ 3% dung dịch HCl.

Cáu silicat hoặc sulphat cần nấu với HCl có nồng độ 5 ÷ 7%.

Cáu sulphat nếu thử đun nóng trong dung dịch 10% HCl, mà không tan, nên pha thêm NaF hoặc NH_4F (20 ÷ 30 kg/tấn nước) trong dung dịch 2% HCl.

Khi rửa bằng axit phải dùng bơm cưỡng bức tuần hoàn của nước trong nồi hơi để nồng độ axit ở các nơi đều nhau.

Thời gian nấu axit từ 6 ÷ 20 h, tùy theo độ dày của lớp cáu.

Trong thời gian nấu axit phải bổ xung axit để khôi phục nồng độ axit trong nước nồi hơi. Khi nồng độ axit không giảm nữa tức là cáu đã bị axit hoà tan hết, phải xả hết dung dịch axit ra. Sau khi xả dung dịch axit ra cần nấu kiềm 2 ÷ 3% NaOH hoặc Na_2CO_3 trong 6 ÷ 8 h, để trung hoà axit và dùng nước nóng rửa lại.

Bộ sấy hơi nên xối rửa bằng nước ngưng nóng hoặc nước chưng cất.

- Tẩy rửa bằng kiềm

Khi cáu dày và không cho phép rửa bằng axit, cần phải nấu kiềm, rồi cạo cáu cho nồi hơi. Trước khi nấu kiềm cần tháo tất cả các van bằng đồng ra, rồi bịt chặt, hay thay bằng các van cũ để tránh ăn mòn các chi tiết bằng đồng. Giảm áp suất nồi hơi P_N xuống bằng $1/3 \div 1/4$ áp suất làm việc, dùng hệ thống cấp nước, đưa dung dịch kiềm vào nồi hơi. Sau 2 giờ giảm áp suất $P_N = 0$, rồi lại tăng đến $1/3 \div 1/4$ áp suất làm việc. Cứ lặp đi lặp lại như vậy để làm cáu bong ra. Cứ cách 2h khi $P_N = 1$ ati, tiến hành xả cạn và bổ xung nước cho nồi hơi, cứ cách 1/2 giờ hoặc 1 giờ thử độ phôtspát và độ kiềm của nước nồi hơi, cho đến khi độ kiềm không giảm nữa là xong. Cho nồi hơi nguội dần, xả cạn đáy ở $0,5 \div 1$ ati, kiểm tra cáu và cạo ngay khi cáu còn đang nóng, để tránh hóa cứng.

Liều lượng kiềm pha vào cáu, nếu là cáu sulphat cần $1,5 \div 2 \text{ kg Na}_3\text{PO}_4$ cho 1m^3 nước, sau đó pha thêm $0,75 \div 1 \text{ kg/m}^3$. Nếu các cứng, dày cần $8 \div 12 \text{ kg Na}_2\text{CO}_3$ và $0,4 \div 0,6 \text{ kg NaOH}$, hoặc $15 \div 20 \text{ kg}$ thuốc chống cáu.

Thời gian nấu kiềm phụ thuộc vào độ dày của cáu:

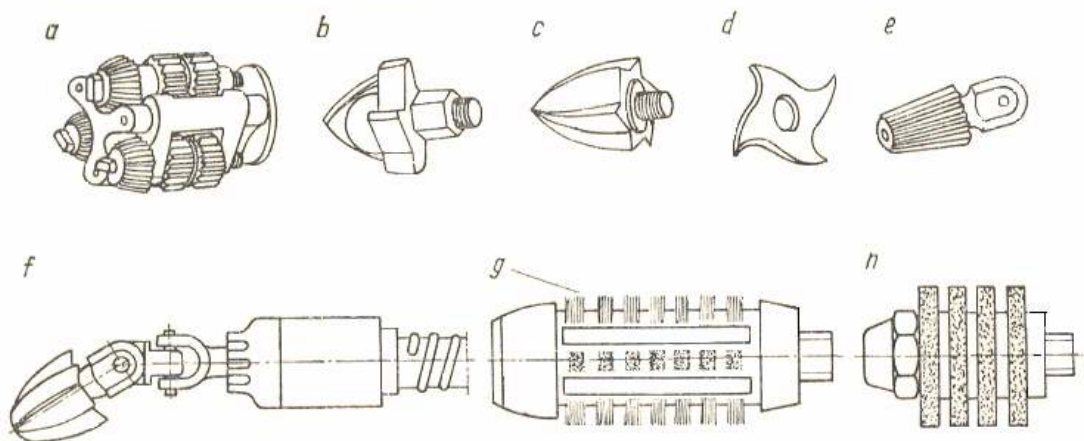
Độ dày cáu	mm	0,5	$0,5 \div 0,75$	$0,75 \div 1$	$1 \div 3$	$3 \div 5$	5
Thời gian nấu	h	6	8	13	36	40	60

- Tẩy rửa bằng dầu hỏa

Đối với NHOL nhỏ có cáu đặc và chứa nhiều dầu, trước khi cạo cáu nên rửa bằng dầu hỏa. Trước tiên dùng bàn chải làm sạch bề mặt lớp cáu, thêm nước vào đến mép trên của ống thủy, rót thêm một lớp dầu hỏa dày $3 \div 5 \text{ mm}$, sau đó dần dần xả cạn đáy, lại thêm nước vào và đun đến 100°C làm cho hơi dầu nhờn bay và cáu sẽ bở mềm ra.

- Phương pháp cơ học cạo cáu

Dùng khi cáu mỏng, hoặc cáu dày nhưng đã nấu kiềm, dùng dây thép buộc vào bàn chải thép luồn vào trong ống mà vệ sinh, hoặc dùng dao phay, kéo ít cacbon.



Hình 2.54. Các đầu chuyên dùng để cạo cáu nồi hơi.

a,b,c,d,e – Các loại dao cạo cáu nồi hơi.

f – Đầu lắp các dao cạo cáu nồi hơi.

g, h – các chổi vệ sinh cáu cặn nồi hơi.

Hình 2.55 thể hiện quá trình cạo cáu trong ống nước cong của nồi hơi.

Hình 2.56 thể hiện dụng cụ bảo vệ đầu cạo cáu trong ống nước nồi hơi.

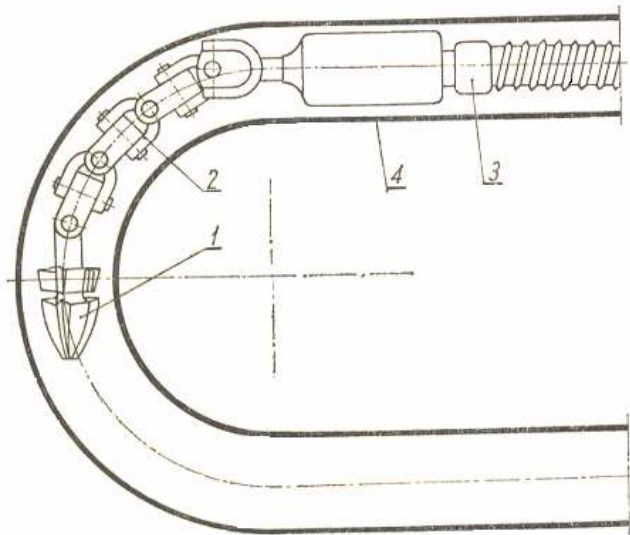
Phương pháp cơ học cạo cáu đơn giản, đỡ tốn kém, nhưng hiệu quả cạo cáu không cao, khó cạo được cáu cặn ở phía bên ngoài ống, tiêu tốn nhiều sức người.

- Dùng sóng siêu âm để phá cáu

Dùng sóng siêu âm để phá vỡ các cáu bám lên bề mặt hấp nhiệt của nồi hơi, dùng sóng siêu âm để phá cáu có hiệu quả phá cáu tốt, nhưng tiêu tốn nhiều năng lượng, nên ít được dùng trong thực tế.

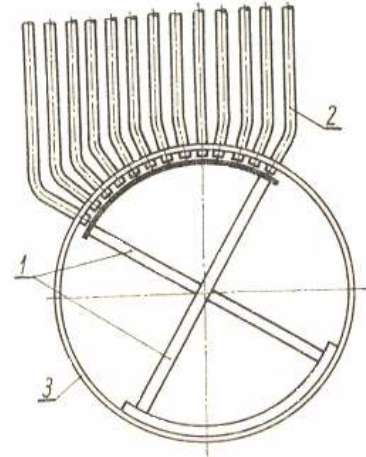
b. Cạo muối bám

Đầu tiên dùng gió nén thổi mạnh, sau đó dùng dao nạo, đục búa để cạo muối bám. Muối dầu bám rất chặt, do đó sau khi thổi sơ qua bằng không khí nén, dùng nước nóng thổi sạch ngay khi ống còn nóng.



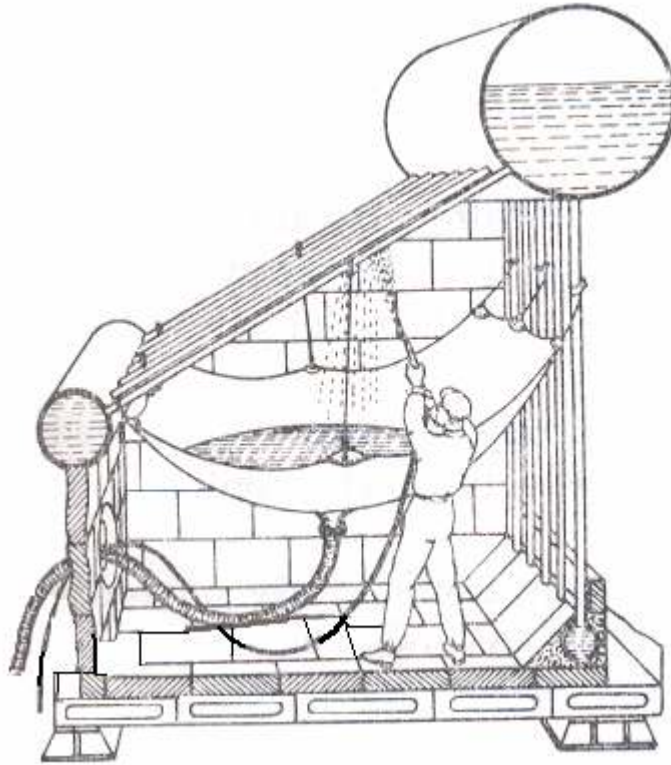
Hình 2.55. Cạo cáu trong ống cong

1 – Đầu vệ sinh ống nước nồi hơi. 2 – Dây xích.
3 – Truyền động. 4 – Ống nước nồi hơi.



Hình 2.56. Bảo vệ đầu vệ sinh ống nồi hơi.

1 - Dụng cụ bảo vệ đầu vệ sinh ống
2 - Các ống nước. 3 - Bể nồi hơi



Hình 2.57. Vệ sinh nồi hơi ống nước

III. NHỮNG TRỤC TRẠC, HƯ HỎNG THƯỜNG GẶP CỦA NỒI HƠI. BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC.

1. Cạn nước nồi

Cạn nước nồi chưa nghiêm trọng

Mức nước nồi hơi giảm nhanh, nhưng vẫn còn nhìn thấy ở ống thủy. Kiểm tra xem ống thủy có bị tắc không, giảm chất đốt, tăng lượng nước cấp cho phù hợp.

Cạn mức nước nồi nghiêm trọng

- Không nhìn thấy mức nước trong ống thủy, nếu mở van xả dưới ống thủy, có hơi phụt ra, có chỗ kim loại đã bị nung đỏ.
- Khắc phục: ngừng cấp chất đốt, tuyệt đối không được tiếp tục cấp nước. Tắt quạt gió và quạt hút khói. Dùng tay giật van an toàn VAT để hạ thấp áp suất nồi hơi xuống bằng $P_N = 0$. Đóng kín các cửa buồng đốt, chờ đến khi nhiệt độ nước nồi hơi giảm đến $60 \div 70^{\circ}\text{C}$, tiến hành xả nước nồi hơi, sau đó kiểm tra kỹ bên trong nồi hơi.
- Nếu phát hiện có chỗ bị quá nóng (kim loại hoặc cáu nước đã bị đổi màu), không cho nồi hơi làm việc lại, phải chờ đăng kiểm kiểm tra.

2. Nước nồi hơi quá cao

Kiểm tra xem ống thủy có bị tắc không, rồi mới giảm lượng nước cấp, tạm thời giảm bớt lượng hơi cung cấp. Nếu cần thiết thì giảm bớt một ít nước nổi hơi.

Nước nổi hơi quá cao có thể sôi trào vào đường ống hơi, vào các thiết bị dùng hơi, có thể làm vỡ ống và làm hỏng các thiết bị dùng hơi. Trong trường hợp cần thiết phải xả nước cho đường ống hơi của bộ sấy hơi và các thiết bị dùng hơi.

Nguyên nhân của nước nổi hơi quá cao có thể là do cấp quá nhiều nước, hoặc do hiện tượng sôi trào.

Hiện tượng sôi trào xảy ra khi ta giảm tải nổi hơi đột ngột, làm giảm áp suất hơi P_N , nước nổi hơi khi đó sẽ bốc hơi mãnh liệt, số lượng các bóng hơi trong nước tăng lên đột ngột, mực nước nổi hơi tăng lên rất cao, gây ra hiện tượng sôi trào, nước sẽ tràn vào bộ sấy hơi, vào các thiết bị dùng hơi, làm ảnh hưởng đến tính an toàn của các thiết bị này.

3. Cháy hỏng bề mặt hấp nhiệt

Xảy ra khi ống hoặc bầu bị quá nóng, bị võng, bị phù lún, bị nứt, bị nổ vỡ. Ống bị nổ vỡ sẽ nghe thấy tiếng nổ, áp suất hơi nước P_N giảm xuống, nhìn từ ống khói thấy hơi nước phụt ra ngoài.

Nếu ống hoặc buồng đốt bị võng, bị phù lún, lập tức ngừng cấp chất đốt, ngừng cấp nước, ngừng cấp hơi. Từ từ thêm nước cho nguội dần và tiến hành kiểm tra.

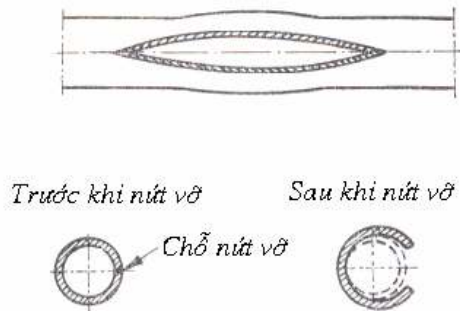
Thân nổi hơi ống lửa, nếu nhóm lò, tắt lò đột ngột có thể bị cong, bị rò rỉ ở các mối tán, buồng đốt bị lún cục bộ, hoặc bị biến dạng toàn bộ (nếu xảy ra cạn nước nổi)

4. Ống bị vỡ

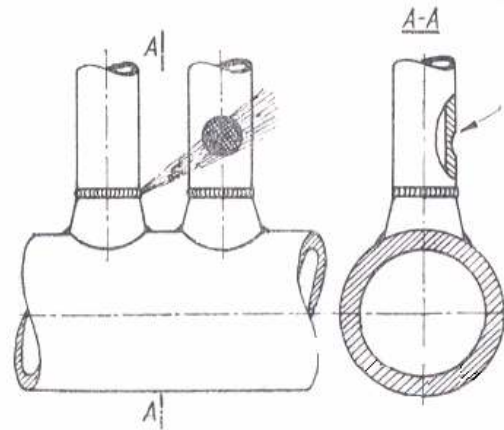
Nguyên nhân của hiện tượng ống bị vỡ là do cạn nước nổi hơi, do nhóm lò, tắt lò đột ngột, do đốt quá cao, do ống bị tắc, do tuần hoàn bị phá vỡ, do xâm thực của dòng hơi.

Khi phát hiện ra ống bị vỡ, cần phải lập tức đóng van cấp hơi, giạt van an toàn, ngừng cấp chất đốt, tăng cường thông gió và hút khói để đẩy hơi nước lên trời. Đóng các cửa thông với buồng đốt, cho nổi hơi nguội dần. Nếu ống bị vỡ do nước nổi quá cạn, cần tiết tục cấp nước cho đến khi buồng đốt đã tắt ngọn lửa.

Ống bị hỏng cần phải thay thế. Nếu số ống bị cháy hỏng nhỏ hơn 15%, cho phép nút ống lại.



Hình 2.58. Ống nước bị nứt vỡ



Hình 2.59. Ống bị xâm thực

5. Vách buồng đốt bị hư hỏng

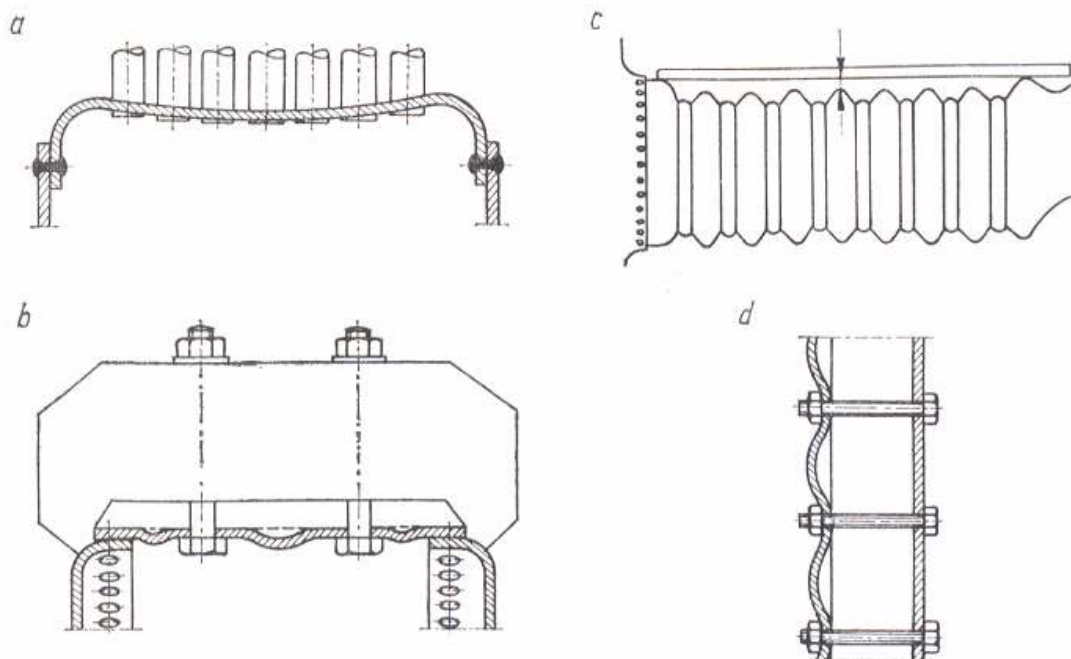
- Gạch buồng đốt bị sạt, đổ phải dùng lò sửa chữa. Nếu hư hỏng nhỏ thì có thể tạm thời vãn đốt lò nhưng phải giảm ngọn lửa ở gần chỗ sạt lở.
- Nếu vách gạch bị ẩm ướt do ống nước bị vỡ, phải sấy khô trước khi nhóm lò.
- Nếu tấm dẫn khí bị hỏng, do nhiệt độ khí lò quá cao, cần phải sửa chữa ngay.
- Cháy muội trong bộ sưởi không khí, thì phải ngừng đốt, ngừng cung cấp không khí, đóng kín cửa buồng đốt, liên tục thổi muội bằng hơi nước, hoặc mở cửa ở gần nơi cháy và dùng bình bọt để chữa cháy. Để tránh xảy ra cháy muội, phải thổi muội thường xuyên.

6. Áp suất hơi quá cao

Nếu van an toàn mở, mà áp suất hơi vẫn không giảm, thì ngừng cấp chất đốt, tăng cường cấp nước.

7. Áp suất hơi quá thấp

Nếu ngọn lửa mạnh mà áp suất hơi vẫn thấp thì kiểm tra mực nước nồi hơi. Nếu mực nước nồi hơi thấp, làm giảm bề mặt hấp nhiệt, thì cần giảm lượng hơi nước cung cấp, nếu là nồi hơi ống lửa thì dừng đốt lò.



Hình 2.60. Hông tường buồng đốt và hộp lửa của nồi hơi ống lửa

a - Lỗ mặt sàng của hộp lửa.

b - Lỗ đỉnh hộp lửa do cạn nước nồi hơi.

c - Xa buồng đốt.

d - Lỗ vách sau và vách cạnh của hộp lửa

8. Súng phun bị tắc

Nguyên nhân có thể do nước dò lọt vào, hoặc súng phun bị tắc vì muối bẩn, vì cặn cơ học, hoặc súng phun bị bịt bởi bóng khí dò lọt vào từ két dầu hoặc từ bình điện khí của bơm dầu. Khi đó phải vệ sinh súng phun, xả khí cho hệ thống cấp dầu.

9. Súng phun bị phun lửa ra ngoài

Nguyên nhân do áp suất trong khoang nồi hơi thấp hơn áp suất trong buồng đốt, hoặc do sự cháy nổ của hỗn hợp khí dầu-không khí trong buồng đốt nồi hơi.

Khi súng phun bị phun lửa ra ngoài thì lập tức phải khóa van dầu chính, dừng bơm dầu, tăng áp suất không khí trong khoang nồi hơi.

IV. THỬ NGHIỆM NỒI HƠI

1. Thử thủy lực nồi hơi

Sau khi chế tạo, lắp đặt nồi hơi trên tàu thủy, sau khi sửa chữa vừa và lớn nồi hơi đều phải tiến hành thử thủy lực nồi hơi, để kiểm tra độ kín, độ bền của nồi hơi.

Điều kiện tiến hành thử thủy lực nồi hơi:

- Thử thủy lực được tiến hành sau khi đã kiểm tra kỹ bên trong nồi hơi.
- Khi thử thủy lực không được ép van an toàn, mà phải tháo van an toàn ra và bịt kín lại.
- Khi cho nước vào thì van thoát khí mở để xả hết không khí ra khỏi nồi hơi.
- Kiểm tra áp suất bằng 2 áp kế.
- Bơm tạo áp lực phải đảm bảo nâng áp suất lên từ từ.
- Chung quanh khoang thử phải yên tĩnh.
- Trong thời gian duy trì áp suất thử, không được phép bơm.
- Nếu khi thử có phát hiện ra xì, dò, hỏng hóc thì phải ngừng thử, tháo nước ra khỏi nồi hơi và khắc phục xong các hư hỏng mới tiến hành thử lại.

Áp suất thử thủy lực nồi hơi do đăng kiểm quy định, thông thường áp suất thử bằng:

Với nồi hơi có $P_N < 5 \text{ kG/cm}^2$, áp suất thử $P_t = 2 P_N \text{ [kG/cm}^2\text{]}$.

Với nồi hơi có $5 \text{ kG/cm}^2 < P_N < 20 \text{ kG/cm}^2$, áp suất thử $P_t = P_N + 5 \text{ [kG/cm}^2\text{]}$.

Với nồi hơi có $P_N > 20 \text{ kG/cm}^2$, áp suất thử $P_t = 1,25 P_N \text{ [kG/cm}^2\text{]}$.

Thời gian thử không quá 5 phút.

Nồi hơi sau khi sửa chữa lớn, hoặc sau khi dừng làm việc lâu hơn 2 năm, khoang nồi hơi bị cháy, ống nồi hơi bị nứt, bị mục rỉ nghiêm trọng cần phải kiểm tra đặc biệt nồi hơi (kiểm tra không định kỳ). Dựa vào kết quả kiểm tra, Đăng kiểm cho phép nồi hơi làm việc bình thường hoặc yêu cầu hạ áp suất làm việc cho phép của nồi hơi, rút ngắn thời gian kiểm tra của nồi hơi lần sau v.v....

2. Thử nóng nồi hơi

Sau khi thử thủy lực nồi hơi, ta tiến hành thử nóng nồi hơi. Khi thử nóng nồi hơi ta tiến hành đốt lò và duy trì áp suất làm việc của nồi hơi trong thời gian $8 \div 24\text{h}$, để tiếp tục theo dõi, kiểm tra tỷ mỉ nồi hơi.

PHẦN III. TUỐC BIN HƠI TÀU THỦY

CHƯƠNG 1. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA TUỐC BIN HƠI TÀU THỦY

I. MỞ ĐẦU

1. Lịch sử phát triển của tuốc bin hơi tàu thủy

Tuốc bin hơi tàu thủy hiện nay đang được sử dụng rộng rãi trên các tàu thủy, nhất là các tàu chở dầu và các tàu có công suất lớn. Tuốc bin hơi tàu thủy được dùng để lái chân vịt hoặc lái các máy phụ trên tàu thủy. Tuốc bin hơi tàu thủy có lịch sử phát triển từ rất lâu.

Năm 150 trước công nguyên Alesander Ghiron đã phát minh ra nguyên tắc phản lực từ mô hình quả cầu nước .

Năm 1629 Dodeovanhi Bran người Ý đã phát minh ra nguyên lý tuốc bin xung kích.

Những năm đầu thế kỷ 19 ở Nga cũng đã chế tạo được những mẫu tuốc bin hơi đầu tiên.

Năm 1883 Gustavơ Lavan người Thụy Điển đã chế tạo ra tuốc bin hơi xung kích đầu tiên.

Tuốc bin của Gustavơ Lavan gồm 1 dãy ống phun và 1 bánh cánh, có công suất 10 mã lực, có tốc độ 25.000 v/ph.

Năm 1884 ở Anh đã chế tạo ra tuốc bin hơi phản kích có nhiều tầng sinh công, công suất 10 mã lực, tốc độ 17000 v/ph.

Năm 1886 kỹ sư Mỹ Kertix đã chế tạo ra tuốc bin xung kích có hai và 3 cấp tốc độ.

Năm 1900 Patơ người Pháp đã chế tạo ra tuốc bin xung kích nhiều tầng áp suất.

Năm 1910÷1912 hai anh em Unxtơơ người Thụy Điển đã chế tạo ra kiểu tuốc bin hướng tâm, không có cánh hướng, có 2 dãy cánh động lắp trên 2 trục có chiều quay khác nhau, dòng hơi được dẫn vào vuông góc với trục (hướng tâm).

Tàu tuốc bin hơi (tàu Turbinia) đầu tiên được đóng ở Anh năm 1895.

Hiện nay tuốc bin hơi tàu thủy được sử dụng rộng rãi ở hệ động lực hơi nước có công suất rất lớn, trên 20.000 kW, thường được lắp trên các tàu lớn như tàu dầu, tàu hàng rời, hoặc các tàu nhỏ nhưng cần tốc độ cao như tàu tốc hành, tàu kontenơ, tàu Ro-Ro v.v...

2. Phân loại tuốc bin hơi tàu thủy

Có nhiều cách phân loại tuốc bin hơi tàu thủy:

a. Phân loại theo công dụng

Phân loại theo công dụng ta có các loại tuốc bin sau:

- Tuốc bin hơi chính, được sử dụng làm động lực chính cho hệ động lực tuốc bin hơi nước để đẩy tàu đi.
- Tuốc bin hơi phụ, dùng để lái các máy phụ trên tàu, như động cơ lái máy phát, máy bơm, máy thủy lực v.v..., Tuốc bin hơi phụ có cả trên các tàu hơi nước và cả trên các tàu diesel.

b. phân loại theo đặc tính quá trình làm việc

Phân loại theo đặc tính quá trình làm việc ta có các loại tuốc bin sau:

- Tuốc bin xung kích.
- Tuốc bin phản kích.
- Tuốc bin hỗn hợp xung kích – phản kích.

c. Phân loại theo thông số hơi

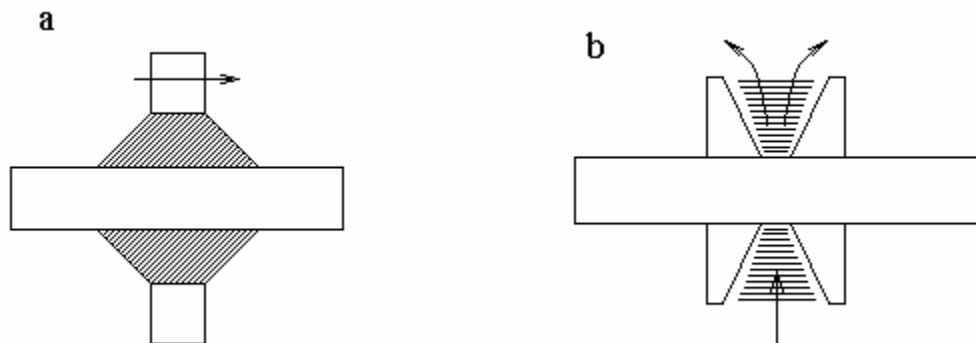
Phân loại theo thông số hơi ta có các loại tuốc bin sau:

- Tuốc bin cao áp. Tuốc bin cao áp có áp suất hơi $P_h \geq 35 \text{ kG/cm}^2$, $t_h \geq 400^\circ\text{C}$.
- Tuốc bin trung áp. Tuốc bin trung áp có áp suất hơi $6 \leq P_h < 35 \text{ kG/cm}^2$, $t_h < 400^\circ\text{C}$.
- Tuốc bin thấp áp: Tuốc bin thấp áp có áp suất hơi $P_h < 6 \text{ kG/cm}^2$.

d. Phân loại theo kiểu cấp hơi

Phân loại theo kiểu cấp hơi ta có:

- Tuốc bin hướng trục (a).
- Tuốc bin hướng tâm (b).



Hình 3.1. Nguyên lý của tuốc bin hướng trục và tuốc bin hướng tâm.

e. Phân loại theo chiều đẩy tầu

Phân loại theo chiều đẩy tầu ta có:

- Tuốc bin tiến.
- Tuốc bin lùi.

f. Phân loại theo đối áp và ngưng tụ

Phân loại theo đối áp và ngưng tụ ta có:

- Tuốc bin ngưng tụ.

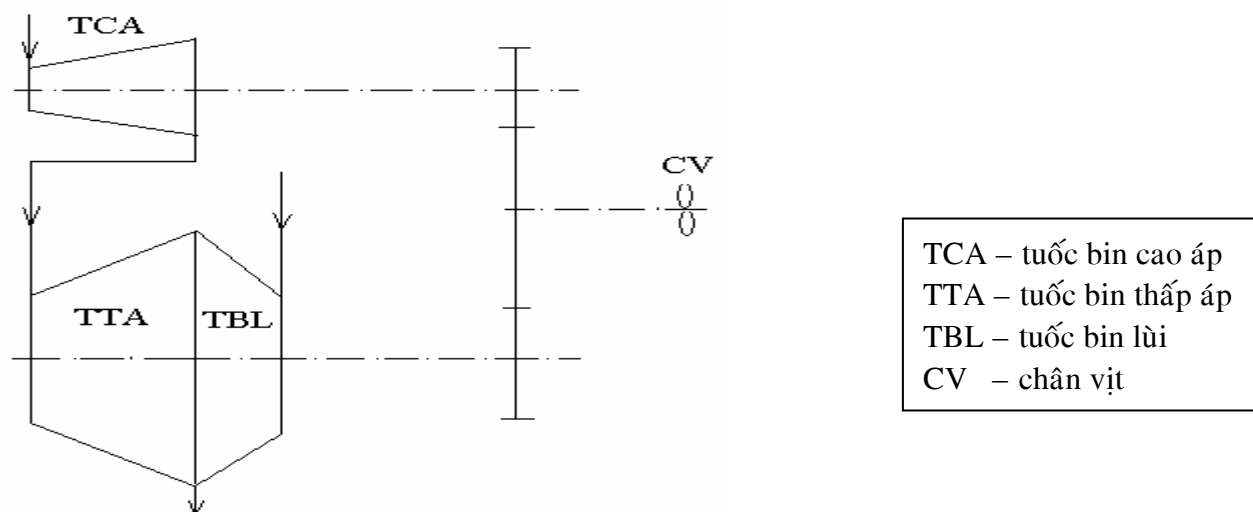
Trong tuốc bin kiểu ngưng tụ hơi nước sau khi giãn nở có áp suất thấp, khoảng $0,04 \div 0,06 \text{ kG/cm}^2$, được đưa vào bầu ngưng để ngưng tụ.

Hệ động lực hơi nước tầu thủy chủ yếu sử dụng tuốc bin dạng ngưng tụ.

- Tuốc bin đối áp.

Trong tuốc bin đối áp hơi nước sau khi giãn nở có áp suất lớn hơn áp suất khí quyển từ $1,5 \div 3 \text{ kG/cm}^2$ được đưa vào các thiết bị dùng nhiệt như bầu hâm, như cho nhu cầu sinh hoạt. Tuốc bin đối áp được sử dụng ở các chu trình cấp nhiệt, cấp điện.

g. Phân loại theo truyền động của tuốc bin



Hình 3.2. Hệ động lực tuốc bin hơi nước kiểu 2 thân, truyền động cơ giới (truyền động bánh răng)

Phân loại theo truyền động của tuốc bin ta có:

- Truyền động trực tiếp.

Truyền động trực tiếp chủ yếu sử dụng để lái máy phát điện, máy phụ, rất ít dùng để lái chân vịt.

- Truyền động gián tiếp.

Truyền động gián tiếp thực hiện qua hộp số, trong truyền động gián tiếp ta có truyền động cơ giới, truyền động điện và truyền động thuỷ lực.

Truyền động cơ giới là truyền động kiểu bánh răng. Kiểu truyền động này hiệu suất cao, nhưng kết cấu nặng nề, kích thước lớn, thường được dùng cho tuốc bin công suất lớn, vòng quay lớn và kết cấu 2 thân (có tuốc bin lùi) – hình 3.2.

Truyền động điện có ưu điểm điều khiển nhạy, đảo chiều nhanh, chỉ cần tuốc bin chính quay 1 chiều, thường dùng cho tuốc bin 1 thân, công suất trung bình. Hiệu suất truyền động điện thấp hơn hiệu suất truyền động cơ giới.

Truyền động thuỷ lực có ưu điểm là làm việc đảm bảo, điều khiển nhạy, có thể sử dụng cho tuốc bin mọi công suất, mọi tốc độ khác nhau, hiệu suất cao. Nhược điểm: chế tạo đắt tiền, cần người sử dụng giỏi. Truyền động thuỷ lực là loại truyền động đang được phát triển và sử dụng rộng rãi trên tàu tuốc bin.

II. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN HƠI TÀU THUY

1. Ưu điểm

- Ít hỏng hóc, ít ồn, ít dao động hơn hệ động lực diesel tàu thủy.
- Chịu tải tốt hơn ở điều kiện sóng gió.
- Khả năng quá tải lớn.
- Xuất tiêu hao dầu nhờn nhỏ.
- Có thể dùng được dầu xấu, vì quá trình cháy trong nồi hơi là liên tục.
- Sử dụng đơn giản, giảm được số lần kiểm tra và sửa chữa động cơ.
- Có quá trình sinh công liên tục, là quá trình sinh công lợi nhất ở các động cơ nhiệt.
- Động cơ chỉ có các chi tiết quay, không có phần chuyển động tịnh tiến, nên kết cấu đơn giản hơn, giảm được tổn thất cơ giới, sử dụng an toàn và làm việc tin cậy.
- Khả năng sinh công lớn, hiệu suất động cơ cao, trọng lượng nhỏ, thể tích nhỏ.
- Có thể dễ dàng hiện đại hoá hệ động lực.
- Có thể sử dụng được năng lượng nguyên tử.
- Có nhiều triển vọng trong công nghiệp tàu thủy.

2. Nhược điểm

- Không thể đảo chiều tuốc bin được, do đó phải có tuốc bin lùi, hoặc phải sử dụng chân vịt biến bước. Sử dụng tuốc bin lùi làm tăng trọng lượng và kích thước của máy, làm tăng tổn thất của hệ động lực, vì phải lai cả các bộ phận không làm việc trong chu trình của tuốc bin.
- Vòng quay của tuốc bin quá lớn, lớn hơn nhiều vòng quay thích hợp của chân vịt, vì vậy phải sử dụng bộ giảm tốc (hộp số) nối động cơ với chân vịt, làm tăng kích thước và trọng lượng của hệ động lực tuốc bin, giảm hiệu suất của hệ thống.
- Hiệu suất chung của hệ động lực tuốc bin nhỏ. Hệ động lực diesel có hiệu suất chung bằng $36\div 42\%$; hệ động lực tuốc bin có hiệu suất chung bằng $22\div 26\%$.
- Suất tiêu hao nhiên liệu lớn.
- Thời gian khởi động và dừng hệ thống lâu, phụ thuộc vào thời gian khởi động và dừng nồi hơi.

III. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA TUỐC BIN

1. Nguyên lý làm việc của tuốc bin xung kích 1 tầng

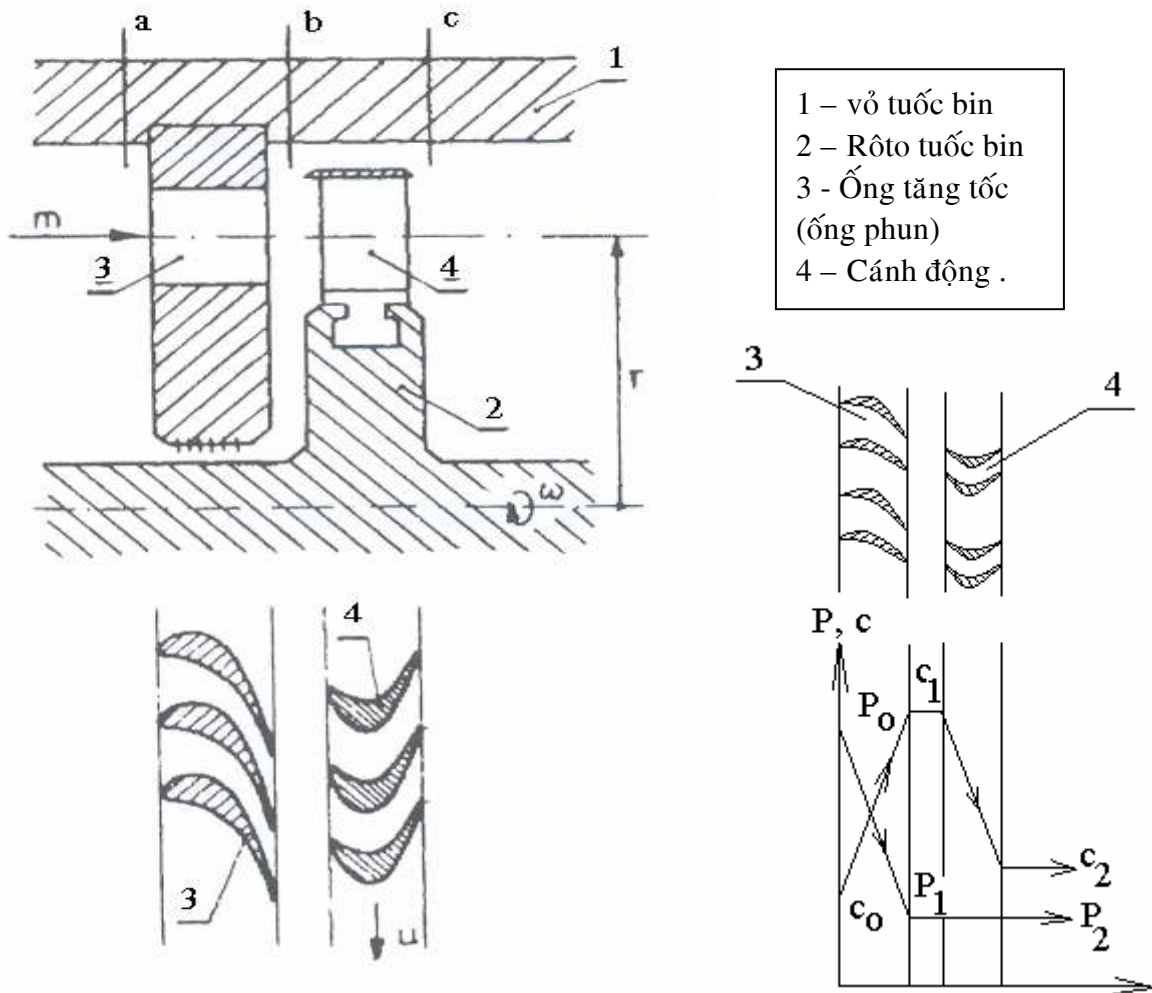
Kết cấu của tuốc bin xung kích một tầng bao gồm: Ống tăng tốc (còn gọi là ống phun), được lắp cố định lên vỏ tuốc bin và các cánh động được gắn vào rôto của tuốc bin (hình 3.4) Quá trình biến đổi năng lượng chung nhất ở tuốc bin hơi là:



Hình 3.3. Sơ đồ biến đổi năng lượng trong tầng tuốc bin.

Nguyên lý làm việc của tuốc bin xung kích:

- Ống tăng tốc (3) có tiết diện lối hơi đi nhỏ dần, nên dòng hơi qua đây thế năng của dòng hơi được biến đổi thành động năng. Hơi có nhiệt độ và áp suất cao, qua ống phun áp suất sẽ giảm xuống từ P_0 đến P_1 , còn tốc độ dòng hơi tăng từ c_0 đến c_1 .
- Cánh động (4) có tiết diện lối hơi đi không đổi, nên dòng hơi có tốc độ cao (động năng lớn), truyền năng lượng cho cánh động, các cánh động được gắn chặt vào rôto tuốc bin làm quay tuốc bin và sinh ra công. Do tiết diện lối hơi đi ở cánh động không đổi nên áp suất của dòng hơi qua cánh động không thay đổi $p_1 = p_2$. Do dòng hơi truyền động năng cho cánh động nên tốc độ dòng hơi ra khỏi cánh động giảm đáng kể từ c_1 xuống đến c_2 .



Hình 3.4. Sơ đồ nguyên lý của tuốc bin xung kích 1 tầng.

2. Nguyên lý làm việc của tuốc bin phản kích 1 tầng

Sơ đồ nguyên lý làm việc của tuốc bin phản kích 1 tầng thể hiện trên hình 3.5.

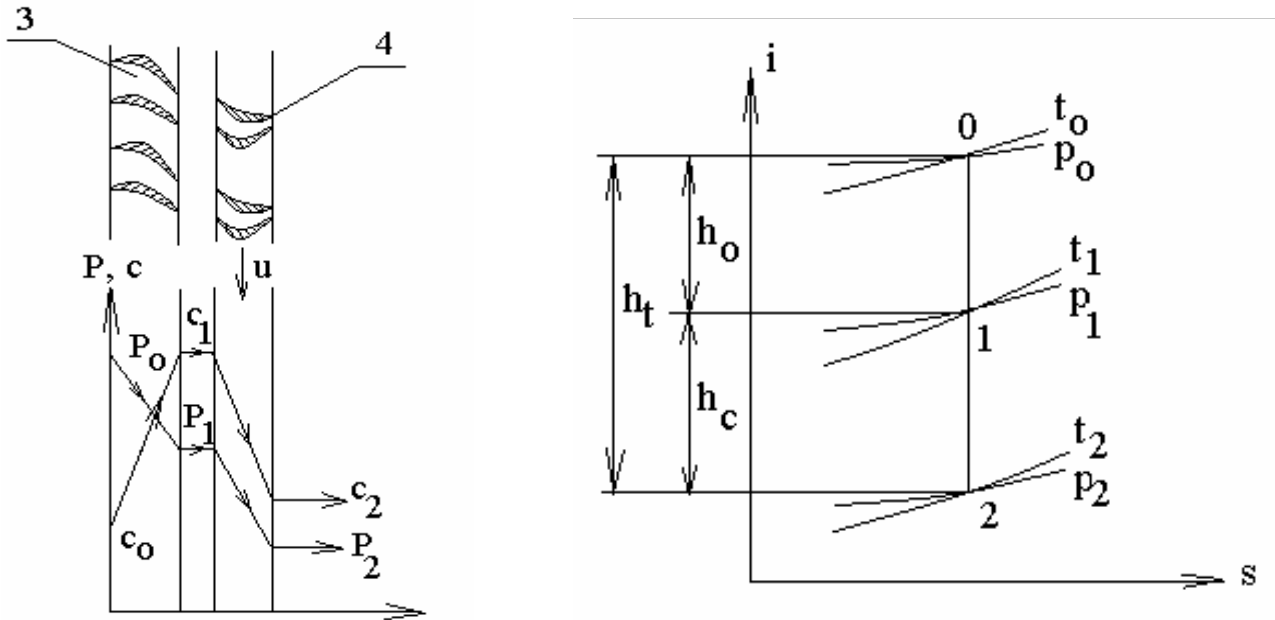
Nguyên lý làm việc của tuốc bin phản kích:

- Cánh động của tuốc bin tầng phản kích có kết cấu tiết diện lối hơi đi nhỏ dần, do đó trong cánh động dòng hơi tiếp tục giãn nở giảm áp suất từ P_1 đến P_2 để truyền động

năng cho cánh động sinh công. Áp suất dòng hơi ra khỏi cánh động nhỏ hơn áp suất dòng hơi vào cánh động nhiều.

- Do có chênh lệch áp suất dòng hơi vào và ra cánh động nên đã sinh ra trong tầng tuốc bin phản kích 1 lực dọc trục làm dịch chuyển rôto của tuốc bin ($p_a = p_1 - p_2$).
- Mức độ phản kích được tính bằng tỷ số của nhiệt giáng lý thuyết tại cánh động h_c , trên nhiệt giáng lý thuyết của toàn tầng h_t : $\rho = \frac{h_c}{h_t}$.

Mức độ phản kích ở tầng tuốc bin phản kích $\rho = 40\div 60\%$, trung bình $\rho = 50\%$. Tức là mức giãn nở trên cánh $\cong 1/2$ mức giãn nở trên tầng tuốc bin.



Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý của tuốc bin phản kích 1 tầng

Trên hình 3.5. ta có:

3 – Ống phun (ống tăng tốc).

4 – Cánh động.

h_t - nhiệt giáng lý thuyết của toàn tầng.

h_0 - nhiệt giáng lý thuyết tại ống phun.

h_c - nhiệt giáng lý thuyết tại cánh động.

Ở tuốc bin xung kích về lý thuyết độ phản kích $\rho = 0$, nhưng trong thực tế lối hơi đi trong các cánh dẫn của tuốc bin xung kích không hoàn toàn bằng nhau, do đó trên cánh động dòng hơi giãn nở thêm một ít, gây ra tác động phản kích nhỏ ở tuốc bin xung kích.

Độ phản kích của tuốc bin xung kích $\rho = 5\div 10\%$ (cực đại đến 15%).

3. Nguyên lý làm việc của tuốc bin nhiều tầng

Các tuốc bin tàu thủy thường có kết cấu nhiều tầng, nhất là các tuốc bin chính.

Tùy thuộc vào kiểu liên hợp khác nhau giữa các tầng xung kích và phản kích ta có các loại tuốc bin liên hợp nhiều tầng sau:

- Tuốc bin xung kích nhiều cấp tốc độ.
- Tuốc bin xung kích nhiều cấp áp suất.
- Tuốc bin xung kích nhiều cấp áp suất – tốc độ.
- Tuốc bin phản kích nhiều tầng.
- Tuốc bin hỗn hợp xung kích - phản kích.

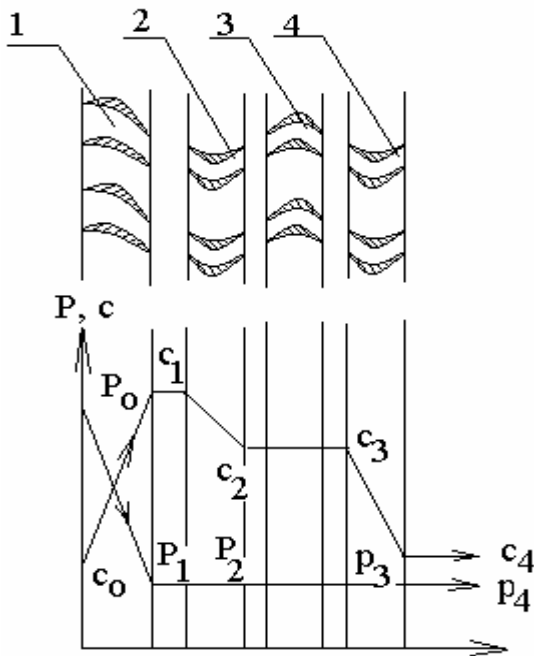
a. Tuốc bin xung kích nhiều cấp tốc độ

Tuốc bin xung kích nhiều cấp tốc độ được thiết kế gồm nhiều cánh động, giữa các cánh động là các cánh dẫn, có tiết diện không đổi, nên không có sự giãn nở của dòng hơi ở các tầng trung gian. Các cánh động phía sau có tác dụng tận dụng nốt phần động năng của dòng hơi chưa tận dụng hết ở các tầng trước đó.

Ví dụ điển hình của tuốc bin xung kích nhiều cấp tốc độ là vành đôi Kertic.

Nguyên lý làm việc:

- Tại ống phun 1, do có sự giãn nở của dòng hơi nên áp suất dòng hơi giảm từ p_0 đến p_1 , tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_0 đến c_1 .
- Tại cánh động tầng thứ nhất, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên không có sự giãn nở của dòng hơi, do đó áp suất hơi qua cánh động $p_1 = p_2$, còn tốc độ giảm đi từ c_1 đến c_2 do truyền năng lượng cho cánh tuốc bin để sinh ra công.
- Cũng như cánh động tầng thứ nhất, cánh dẫn và cánh động tầng thứ 2 có tiết diện không thay đổi, nên áp suất của dòng hơi qua cánh dẫn và các cánh động không thay đổi $p_1 = p_2 = p_3 = p_4$.
- Trong cánh dẫn do không có sự giãn nở của dòng hơi nên $c_2 = c_3$, $p_2 = p_3$.
- Trong cánh động của tầng thứ 2 tốc độ của dòng hơi lại giảm đi từ c_3 đến c_4 , do truyền năng lượng cho cánh động để sinh ra công.



- | |
|------------------------------|
| 1 – Ống phun (ống giãn nở). |
| 2 – Cánh động tầng thứ nhất. |
| 3 – Cánh dẫn. |
| 4 – Cánh động tầng thứ 2. |

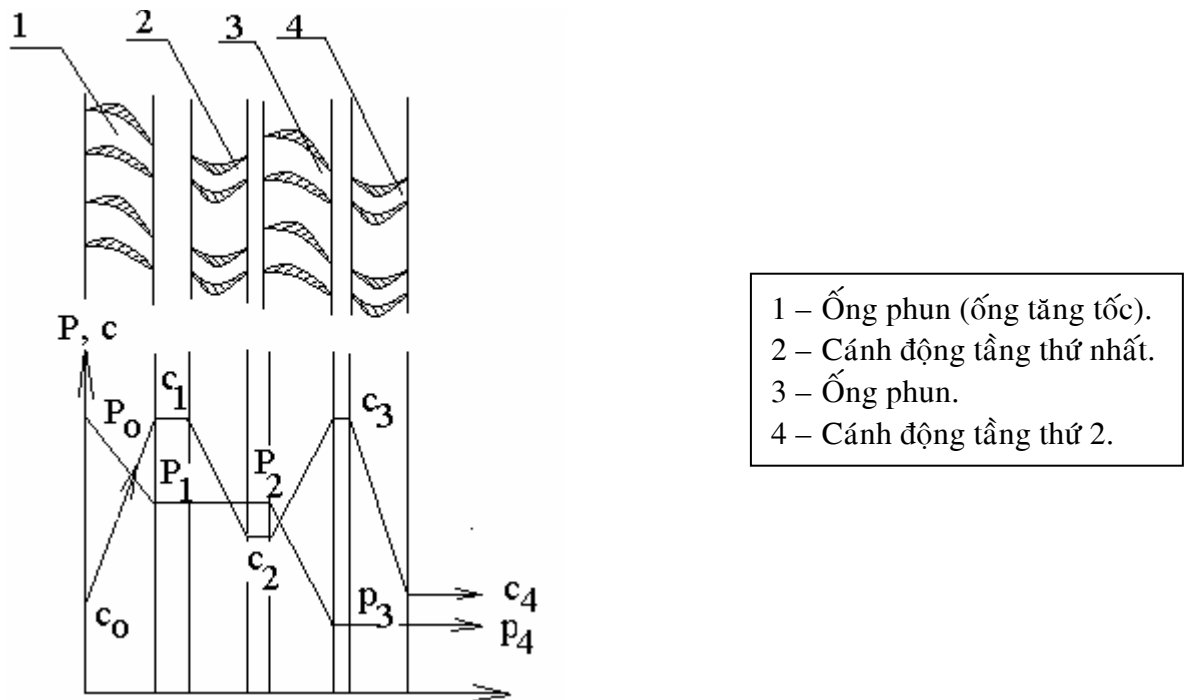
Hình 3.6. Sơ đồ tuốc bin xung kích nhiều cấp tốc độ.

b. Tuốc bin xung kích nhiều cấp áp suất

Tuốc bin xung kích nhiều cấp áp suất thể hiện trên hình 3.7. Giữa 2 tầng của tuốc bin xung kích nhiều cấp áp suất cánh dẫn được thay thế bằng ống phun.

Nguyên lý làm việc:

- Tại ống phun 1, do có sự giãn nở của dòng hơi nên áp suất dòng hơi giảm từ p_0 đến p_1 , tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_0 đến c_1 .
- Tại cánh động tầng thứ nhất, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên không có sự giãn nở của dòng hơi, do đó áp suất hơi qua cánh động $p_1 = p_2$, còn tốc độ giảm đi từ c_1 đến c_2 do truyền năng lượng cho cánh tuốc bin để sinh ra công.
- Tại ống phun 3 giữa hai tầng, dòng hơi giãn nở lần 2, nên áp suất giảm từ p_2 xuống p_3 , tốc độ tăng lên từ c_2 đến c_3 .
- Tại cánh động tầng thứ hai, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên áp suất hơi $p_3 = p_4$, còn tốc độ dòng hơi giảm từ c_3 đến c_4 , do truyền năng lượng cho cánh để sinh công.



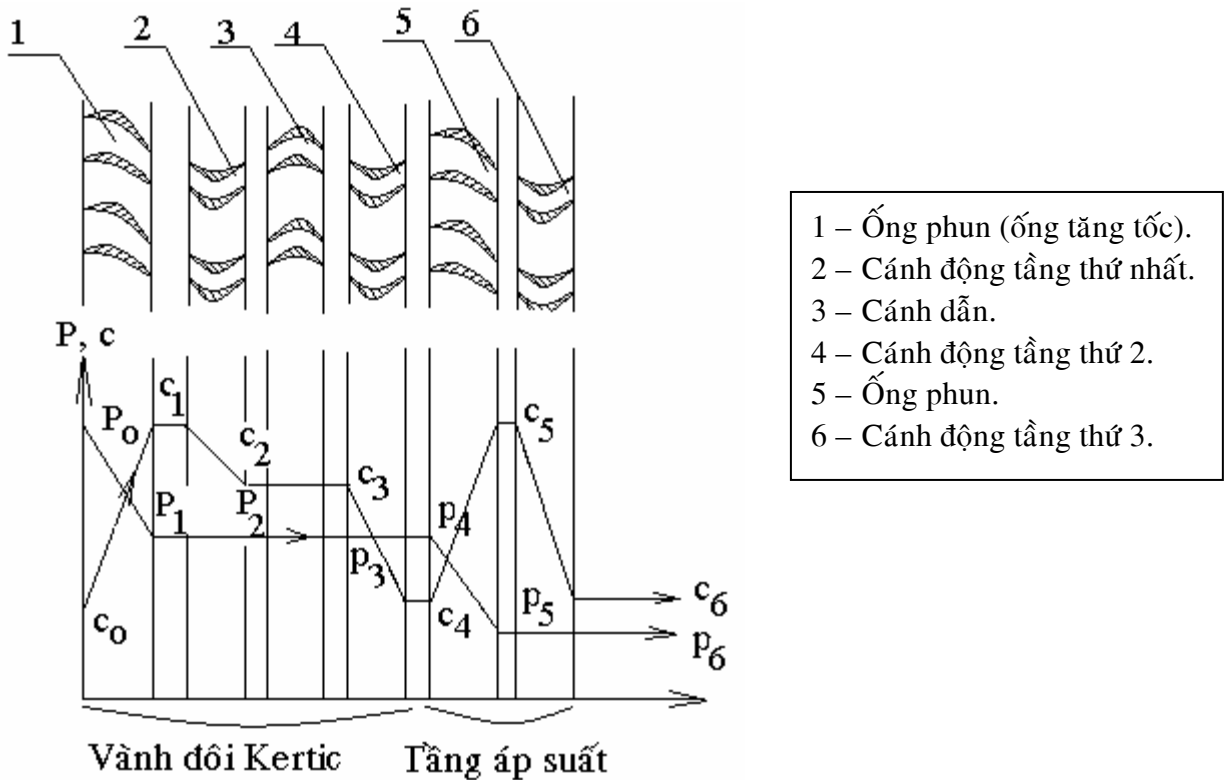
Hình 3.7. Tuốc bin xung kích nhiều cấp áp suất

c. Tuốc bin xung kích hỗn hợp nhiều cấp áp suất – tốc độ

Hình 3.8 thể hiện sự kết hợp của vành đôi Kertic và tầng áp suất (Tuốc bin xung kích hỗn hợp nhiều cấp áp suất – tốc độ).

Nguyên lý làm việc của tuốc bin xung kích hỗn hợp nhiều cấp áp suất – tốc độ:

- Tại ống phun (1) do có sự giãn nở của dòng hơi nên áp suất dòng hơi giảm từ p_0 đến p_1 , tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_0 đến c_1 .
- Tại cánh động (2) tầng thứ nhất, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên không có sự giãn nở của dòng hơi, do đó áp suất hơi qua cánh động $p_1 = p_2$, còn tốc độ giảm đi từ c_1 đến c_2 do truyền năng lượng cho cánh tuốc bin để sinh ra công.
- Tại cánh dẫn (3), do có tiết diện không thay đổi, nên áp suất và tốc độ của dòng hơi qua cánh dẫn không thay đổi $p_2 = p_3$, $c_2 = c_3$.
- Tại cánh động (4) do không có sự giãn nở của dòng hơi nên $p_3 = p_4$, tốc độ của dòng hơi lại giảm đi từ c_3 đến c_4 , do truyền năng lượng cho cánh động.
- Tại ống phun (5), do tiết diện lối hơi đi giảm, nên dòng hơi lại giãn nở, áp suất hơi giảm từ p_4 đến p_5 , tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_4 đến c_5 .
- Tại cánh động (6) do không có sự giãn nở của dòng hơi nên $p_5 = p_6$, tốc độ của dòng hơi giảm đi từ c_5 đến c_6 , do truyền năng lượng cho cánh động.



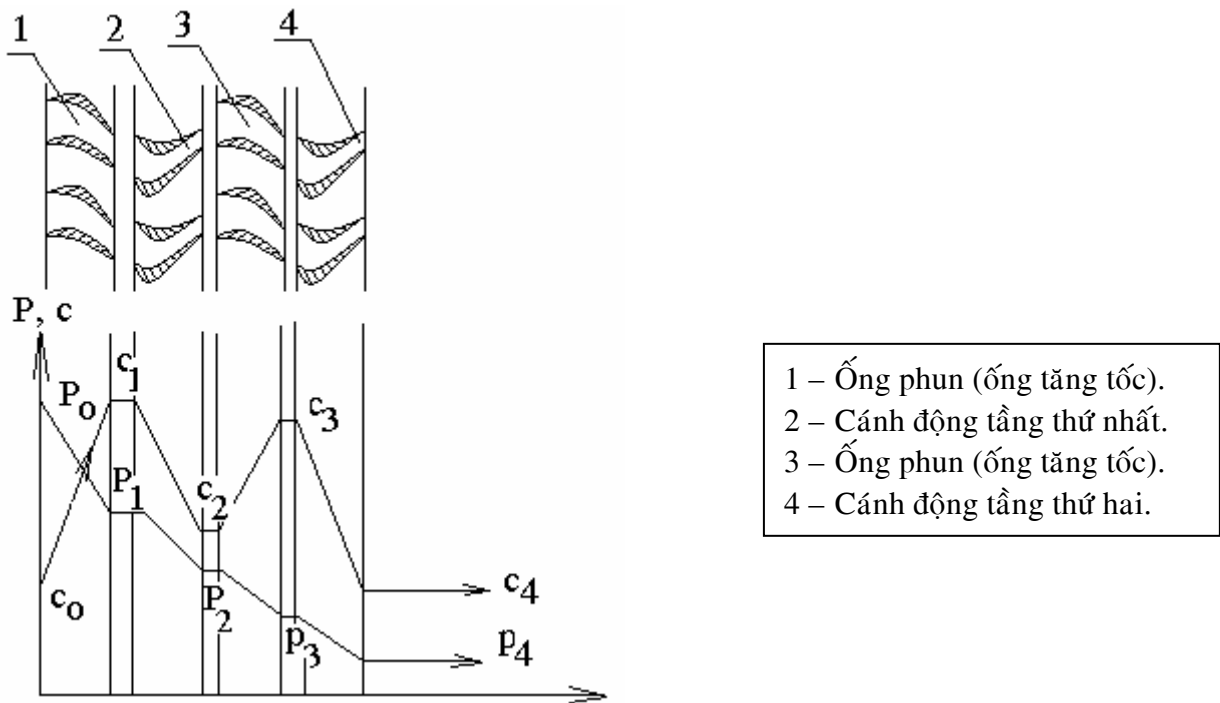
Hình 3.8. Tuốc bin xung kích hỗn hợp nhiều cấp áp xuất-tốc độ.

d. Tuốc bin phản kích nhiều tầng.

Nguyên lý làm việc của tuốc bin phản kích nhiều tầng:

- Tại ống phun (1) do có sự giãn nở của dòng hơi nên áp suất dòng hơi giảm từ p_0 đến p_1 , tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_0 đến c_1 .

- Tại cánh động (2) tầng thứ nhất, do tiết diện lối hơi đi thay đổi, nên có sự giãn nở tiếp của dòng hơi, do đó áp suất hơi qua cánh động giảm từ p_1 xuống p_2 , còn tốc độ giảm đi từ c_1 đến c_2 do truyền năng lượng cho cánh tuốc bin để sinh ra công.
- Tại ống phun (3), do có tiết diện thay đổi, nên dòng hơi tiếp tục giãn nở, áp suất giảm xuống từ P_2 đến P_3 và tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_2 đến c_3 .
- Tại cánh động (4) do tiết diện của lối hơi đi thay đổi, nên có sự giãn nở của dòng hơi trên cánh động, áp suất p_3 giảm xuống p_4 , tốc độ của dòng hơi giảm đi từ c_3 đến c_4 , do truyền năng lượng cho cánh động.



Hình 3.9. Nguyên lý làm việc của tuốc bin phản kích nhiều tầng

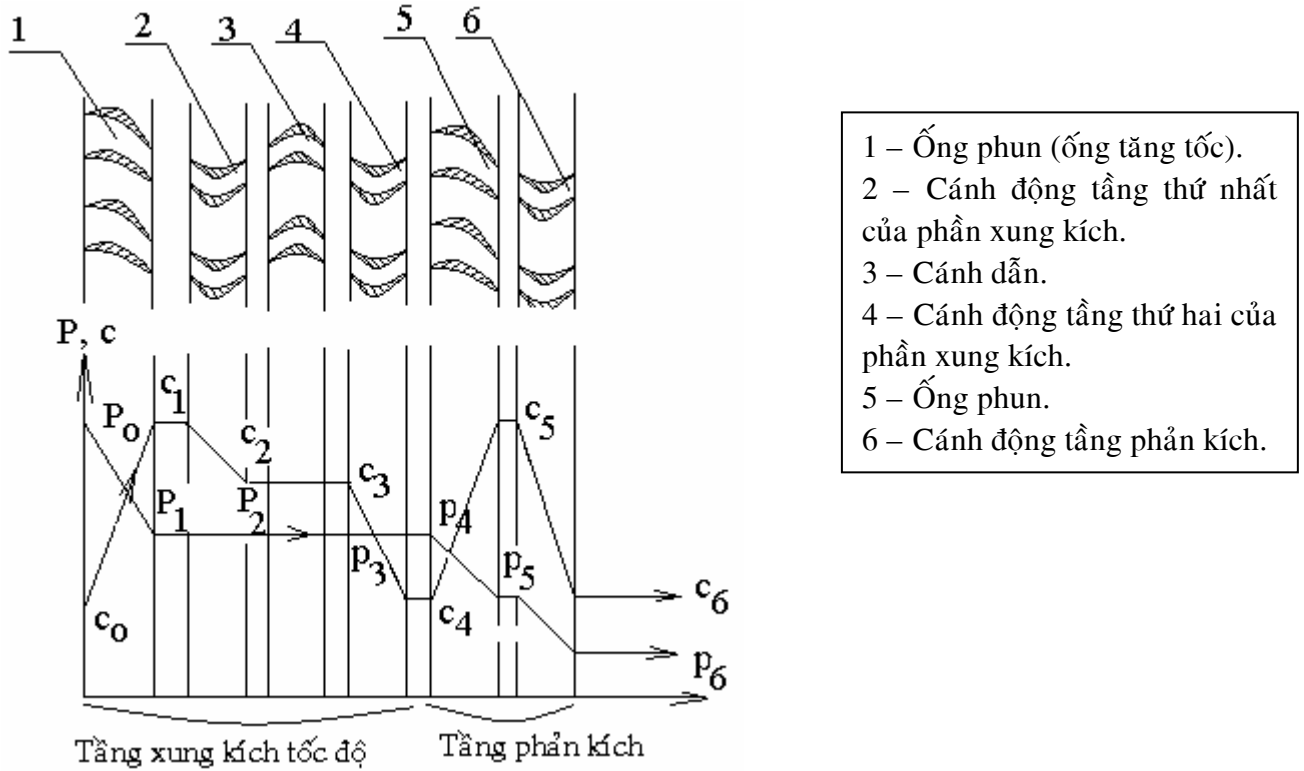
e. Tuốc bin hỗn hợp xung kích - phản kích.

• Tuốc bin hỗn hợp tầng xung kích tốc độ và tầng phản kích

Nguyên lý làm việc của tuốc bin hỗn hợp tầng xung kích tốc độ và tầng phản kích:

- Tại ống phun (1), do có sự giãn nở của dòng hơi nên áp suất dòng hơi giảm từ p_0 đến p_1 , tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_0 đến c_1 .
- Tại cánh động (2) tầng thứ nhất của phần xung kích, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên không có sự giãn nở của dòng hơi, do đó áp suất hơi qua cánh động $p_1 = p_2$, còn tốc độ giảm đi từ c_1 đến c_2 do truyền năng lượng cho cánh tuốc bin.
- Tại cánh dẫn (3) giữa hai tầng của phần xung kích, do tiết diện lối hơi đi không đổi nên dòng hơi có áp suất không đổi $p_2 = p_3$, tốc độ không đổi $c_2 = c_3$.

- Tại cánh động (4) tầng thứ hai của phần xung kích, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên áp suất hơi $p_3 = p_4$, còn tốc độ dòng hơi giảm từ c_3 đến c_4 , do truyền năng lượng cho cánh để sinh công.
- Tại Ống phun (5) của tầng phản kích, do tiết diện lối hơi đi thay đổi nên công chất giãn nở làm áp suất giảm từ p_4 xuống p_5 , tốc độ tăng lên từ c_4 đến c_5 .
- Tại cánh động (6) của tầng phản kích, dòng hơi tiếp tục giãn nở nên áp suất dòng hơi tiếp tục giảm từ p_5 xuống p_6 , tốc độ dòng hơi giảm từ c_5 xuống c_6 do truyền năng lượng cho cánh tốc bin



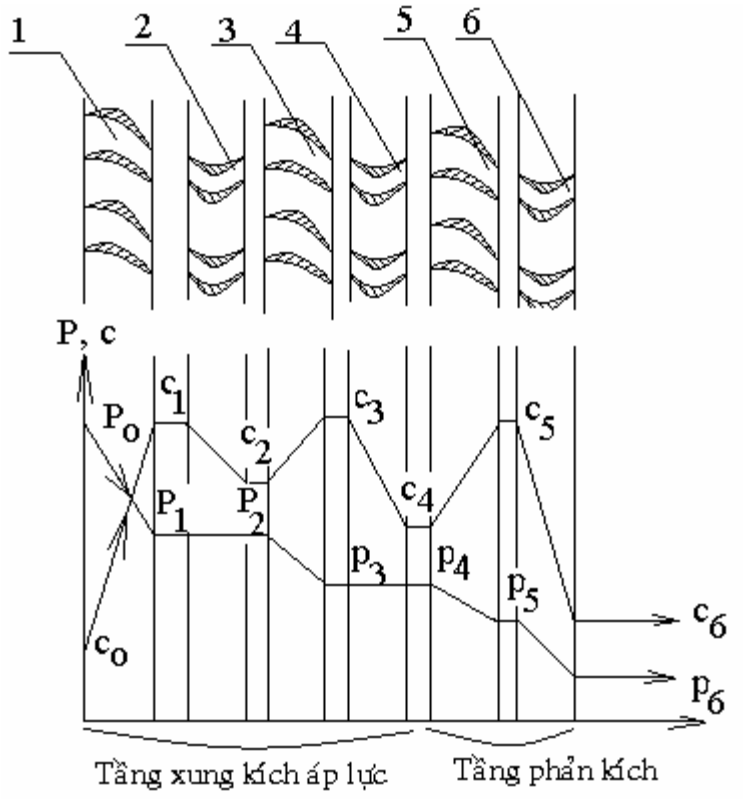
Hình 3.10. Nguyên lý làm việc của tuốc bin hỗn hợp tầng xung kích áp suất và tầng phản kích.

• **Tuốc bin hỗn hợp tầng xung kích áp suất và tầng phản kích**

Nguyên lý làm việc của tuốc bin hỗn hợp tầng xung kích áp suất và tầng phản kích:

- Tại ống phun (1), do có sự giãn nở của dòng hơi nên áp suất dòng hơi giảm từ p_0 đến p_1 , tốc độ của dòng hơi tăng lên từ c_0 đến c_1 .
- Tại cánh động (2) tầng thứ nhất của phần xung kích, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên không có sự giãn nở của dòng hơi, do đó áp suất hơi qua cánh động $p_1 = p_2$, còn tốc độ giảm đi từ c_1 đến c_2 do truyền năng lượng cho cánh tuốc bin.
- Tại ống phun (3) giữa hai tầng của phần xung kích, do tiết diện lối hơi đi thay đổi nên dòng hơi giãn nở, áp suất dòng hơi giảm từ p_2 xuống p_3 , tốc độ tăng từ c_2 đến c_3 .

- Tại cánh động (4) tầng thứ hai của phần xung kích, do tiết diện lối hơi đi không thay đổi nên áp suất hơi $p_3 = p_4$, còn tốc độ dòng hơi giảm từ c_3 đến c_4 , do truyền năng lượng cho cánh để sinh công.
- Tại Ống phun (5) của tầng phản kích, do tiết diện lối hơi đi thay đổi nên công chất giãn nở làm áp suất giảm từ p_4 xuống p_5 , tốc độ tăng lên từ c_4 đến c_5 .
- Tại cánh động (6) của tầng phản kích, dòng hơi tiếp tục giãn nở nên áp suất dòng hơi tiếp tục giảm từ p_5 đến p_6 , tốc độ dòng hơi giảm từ c_5 đến c_6 do truyền năng lượng cho cánh tốc bin để sinh công.



- 1 – Ống phun (ống tăng tốc).
 2 – Cánh động tầng thứ nhất của phần xung kích.
 3 – Ống phun.
 4 – Cánh động tầng thứ hai của phần xung kích.
 5 – Ống phun.
 6 – Cánh động tầng phản kích.

Hình 3.11. Nguyên lý làm việc của tuốc bin hỗn hợp tầng xung kích áp suất và tầng phản kích.

CHƯƠNG 2. QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG CỦA DÒNG HƠI TRONG ỐNG PHUN

I. QUÁ TRÌNH LƯU ĐỘNG CỦA DÒNG HƠI TRONG TUỐC BIN

1. Các giả thiết

Để nghiên cứu quá trình lưu động của dòng hơi qua ống phun (còn gọi là ống tăng tốc) ta có các giả thiết sau:

- Các thông số của dòng hơi ở mỗi tiết diện ngang đều không thay đổi, chỉ thay đổi theo chiều dọc ống.
- Lưu lượng dòng hơi ổn định.
- Quá trình lưu động được coi là đoạn nhiệt với môi trường $dq = 0$, $s = \text{const}$.
- Tốc độ lưu động của dòng hơi ở mọi điểm trên cùng một tiết diện đều như nhau.

2. Các phương trình cơ bản để nghiên cứu quá trình lưu động của dòng hơi qua ống phun

- Phương trình của quá trình đoạn nhiệt: $pv^k = \text{const}$

k – số mũ đoạn nhiệt.

p – áp suất tuyệt đối của dòng hơi [N/m^2].

v – thể tích riêng [m^3/kg].

- Phương trình liên tục của dòng chảy: $G = Fc\rho = F \frac{c}{v} = \text{const}$

G – lưu lượng dòng hơi [kg/s]

F – tiết diện lối hơi đi [m^2]

c – tốc độ lưu động của dòng hơi [m/s]

ρ – khối lượng riêng của hơi [kg/m^3]

- Phương trình bảo toàn năng lượng viết cho dòng hơi lưu động (viết cho 1 kg hơi nước):

$$i_0 + \frac{c_0^2}{2} = i_1 + \frac{c_1^2}{2}$$

Ở đây ta có: $c^2 = \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \right] = \left[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}} \right] = \left[\frac{\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2 \cdot \text{kg}} \right] = \left[\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg}} \right] = \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$

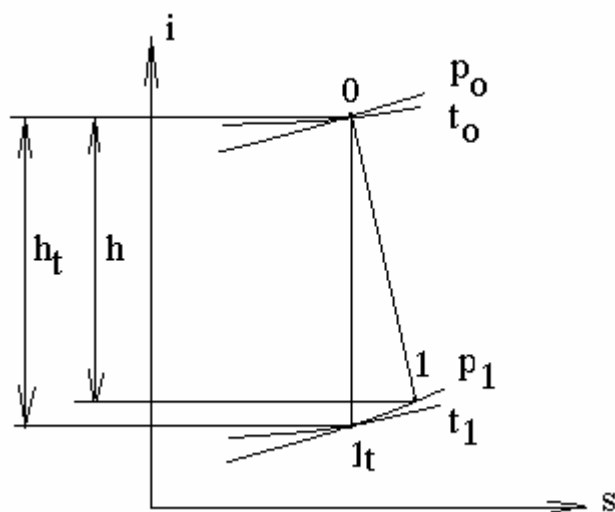
c_0, c_1 – tốc độ của dòng hơi ở tiết diện 0 và tiết diện 1.

i_0, i_1 – entalpi của dòng hơi ở tiết diện 0 và tiết diện 1.

Quá trình giãn nở của dòng hơi được biểu diễn trên đồ thị i - s .

$h_t = i_0 - i_{1t}$ = nhiệt giáng lý thuyết của dòng hơi giãn nở từ p_0 đến p_1 [J/kg],

$h = i_0 - i_1$ = nhiệt giáng thực tế của dòng hơi giãn nở từ p_0 đến p_1 [J/kg],



- p_0, t_0 – áp suất và nhiệt độ của dòng hơi ở đầu vào ống phun.
- p_1, t_1 – áp suất và nhiệt độ của dòng hơi ở đầu ra ống phun.
- $0 - 1_t$ = quá trình giãn nở lý thuyết của dòng hơi từ p_0 đến p_1 .
- $0 - 1$ = quá trình giãn nở thực tế của dòng hơi từ p_0 đến p_1 , vì có tổn thất do đó $ds > 0$.

Hình 3. 12. Quá trình giãn nở của dòng hơi qua ống tăng tốc

Từ phương trình bảo toàn năng lượng của dòng hơi lưu động qua ống tăng tốc, ta có vận tốc dòng hơi ra khỏi ống bằng:

$$c_1 = \sqrt{2h + c_0^2}$$

Vận tốc lý thuyết của dòng hơi ra khỏi ống bằng:

$$c_{1t} = \sqrt{2h_t + c_0^2}$$

II. Quan hệ giữa tốc độ và hình dáng ống

Từ phương trình liên tục của dòng chảy ta có:

$$G = fc\rho = f \frac{c}{v} = const$$

Đạo hàm 2 vế phương trình trên ta có:

$$\frac{d\rho}{\rho} + \frac{df}{f} + \frac{dc}{c} = 0$$

Hoặc:

$$\frac{df}{f} = \frac{dv}{v} - \frac{dc}{c} = -\frac{d\rho}{\rho} - \frac{dc}{c} \quad (*)$$

Từ phương trình định luật nhiệt động 1 cho dòng khí và hơi ta có:

$$dq = di + dl' = di - vdp = 0$$

$$dq = di + \frac{dc^2}{2} = 0$$

Do đó:

$$di = vdp$$

$$di = -\frac{dc^2}{2}$$

Vậy:

$$vdp = -\frac{dc^2}{2} = -cdc$$

$$cdc = -vdp = -\frac{dp}{\rho} = -\frac{dp}{d\rho} \frac{d\rho}{\rho}$$

Ta lại có: tốc độ truyền âm thanh trong môi trường chuyển động được tính bằng:

$$\sqrt{\frac{dp}{d\rho}} = a \Rightarrow \frac{dp}{d\rho} = a^2$$

Thay vào phương trình trên ta có:

$$a^2 \frac{d\rho}{\rho} = -cdc$$

Từ trị số Mach: $M = c/a$; ta có: $a = c/M$ vậy:

$$\frac{c^2}{M^2} \frac{d\rho}{\rho} = -cdc \Rightarrow \frac{d\rho}{\rho} = -M^2 \frac{dc}{c}$$

Thay $d\rho/\rho$ vào (*) ta có:

$$\frac{dF}{F} = -\frac{d\rho}{\rho} - \frac{dc}{c} = M^2 \frac{dc}{c} - \frac{dc}{c} = (M^2 - 1) \frac{dc}{c}$$

$$\frac{df}{f} = (M^2 - 1) \frac{dc}{c}$$

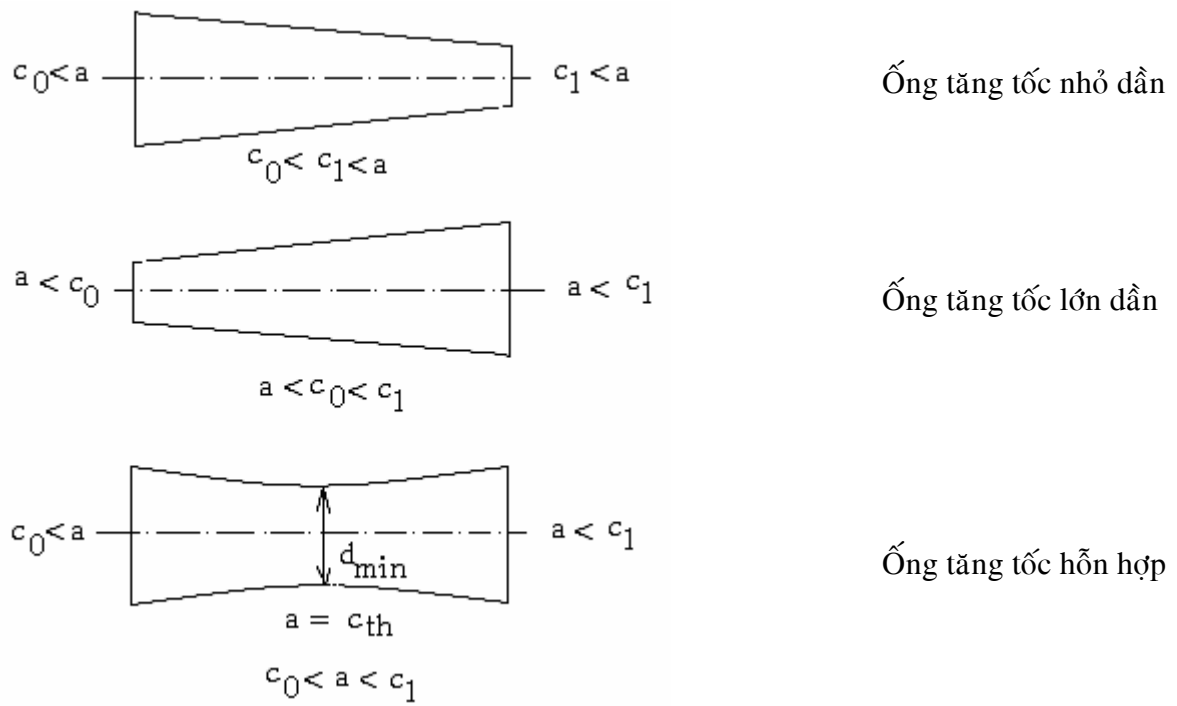
Từ phương trình : $\frac{df}{f} = (M^2 - 1) \frac{dc}{c}$, ta có:

- Khi $M < 1$, ta có $c < a$, tốc độ của dòng chảy nhỏ hơn tốc độ âm thanh, dẫn đến $M^2 - 1 < 0$, khi đó df và dc ngược dấu nhau, nên nếu tiết diện f tăng, tốc độ của dòng chảy c giảm và ngược lại, nếu tiết diện của ống trong trường hợp này giảm đi ta có tốc độ dòng chảy tăng lên. Ống này được gọi là ống tăng tốc nhỏ dần.
- Khi $M > 1$, ta có $c > a$, tốc độ của dòng chảy lớn hơn tốc độ âm thanh, dẫn đến $M^2 - 1 > 0$, khi đó df và dc cùng dấu nhau, có nghĩa là tiết diện f tăng, thì tốc độ dòng chảy c tăng và ngược lại. Nếu tiết diện của ống trong trường hợp này tăng lên ta có tốc độ dòng chảy tăng lên. Ống này được gọi là ống tăng tốc lớn dần.

Ống tăng tốc nhỏ dần không cần tốc độ vào ống c_0 lớn, nhưng chỉ tạo được tốc độ nhỏ hơn tốc độ truyền âm thanh a trong môi trường chất lỏng ($c_1 < a$).

Ống tăng tốc lớn dần tạo được tốc độ ra khỏi ống lớn hơn tốc độ truyền âm thanh trong môi trường chất lỏng, nhưng cần phải có tốc độ vào ống lớn ($c_0 > a$).

Kết hợp 2 loại ống tăng tốc này, ta có ống tăng tốc hỗn hợp. Ống tăng hỗn hợp tạo được tốc độ ra khỏi ống lớn hơn tốc độ truyền âm thanh trong môi trường chất lỏng, nhưng chỉ cần có tốc độ vào ống nhỏ ($c_0 < a$). Ống tăng hỗn hợp (còn gọi là ống tăng tốc Laval) được sử dụng nhiều trong tuốc bin hơi tàu thủy, vì tạo được động năng của dòng hơi lớn.

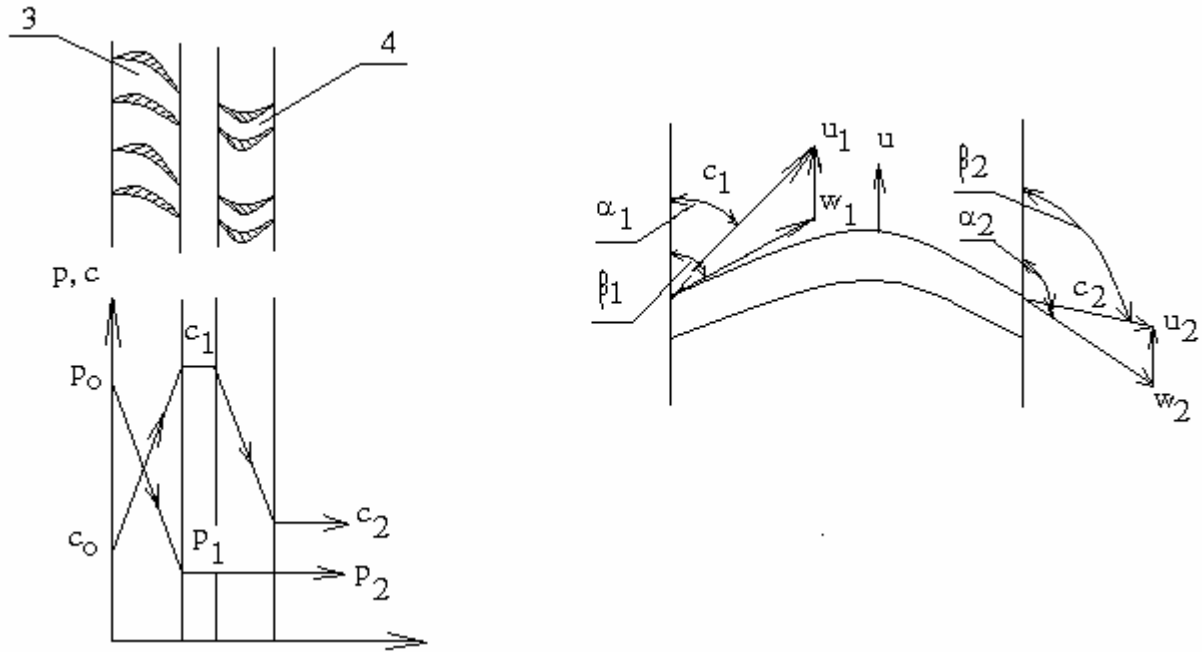


Hình 3.13. Hình dáng của các loại ống tăng tốc

CHƯƠNG 3. QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG CỦA DÒNG HƠI TRÊN CÁNH ĐỘNG

I. QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI NĂNG LƯỢNG CỦA DÒNG HƠI TRÊN CÁNH ĐỘNG TRONG TUỐC BIN XUNG KÍCH

1. Biến đổi năng lượng của dòng hơi trên cánh động của tuốc bin xung kích



Hình 3.14. Quá trình biến đổi năng lượng trên cánh động của tuốc bin xung kích

- Dòng hơi vào cánh động có tốc độ tuyệt đối c_1 , lệch với phương quay một góc α_1 , vì cánh

quay cùng với rôto tuốc bin với tốc độ n , nên có tốc độ vòng $u = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \left[\frac{m}{s} \right]$,

n – tốc độ quay của rôto [vòng/phút],

D – đường kính trung bình của tầng cánh động [m],

- Vì vậy dòng hơi vào cánh động có tốc độ tương đối là w_1 [m/s], lệch với phương quay 1 góc bằng β_1 .

Ta có:

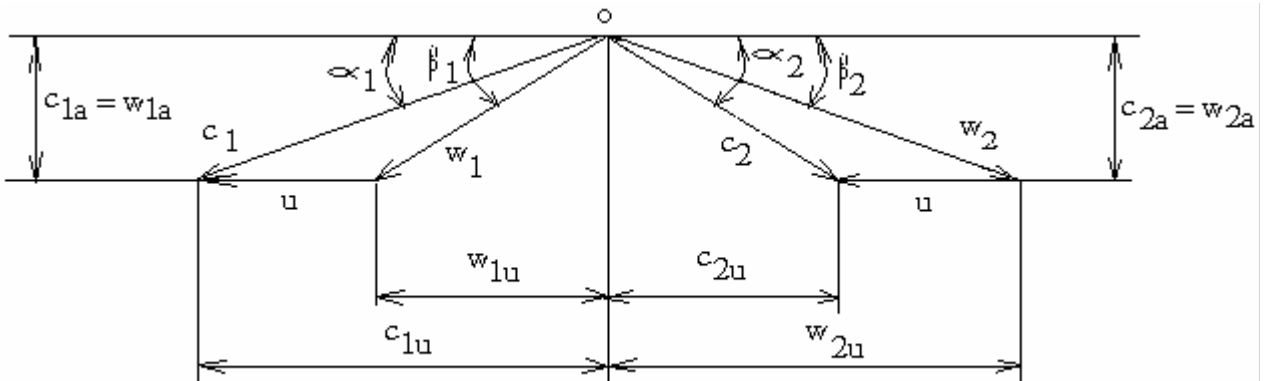
$$\begin{aligned} c_1 &= u + w_1 \\ w_1 &= c_1 - u \end{aligned}$$

- Từ cửa vào đến cửa ra dòng hơi thay đổi hướng chuyển động theo profin của cánh và ra khỏi cánh với tốc độ tương đối w_2 lệch với phương quay u một góc bằng β_2 , dòng hơi lại có tốc độ vòng u , do đó tốc độ tuyệt đối của dòng hơi ra khỏi cánh động là c_2 lệch với phương quay 1 góc α_2 .

$$\begin{aligned} c_2 &= u + w_2 \\ w_2 &= c_2 - u \end{aligned}$$

Các biểu đồ thể hiện các vectơ tốc độ được gọi là các tam giác tốc độ.
 Dùng tam giác tốc độ ta có thể xác định được các tốc độ c_1 và c_2 .

Xây dựng tam giác tốc độ của tầng tuốc bin xung kích:



Hình 3.15. Cách xây dựng các tam giác tốc độ của tầng tuốc bin xung kích.

Trên hình 3.15 ta có:

Góc α_1 phụ thuộc vào profin cánh ra của ống phun.

- Góc β_1 – góc tiếp tuyến với profin cánh động ở đầu vào.
- Góc β_2 – góc tiếp tuyến với profin cánh động ở đầu ra.

Cách thành lập tam giác tốc độ đầu vào:

- Từ điểm 0 vẽ đường thẳng trùng với phương quay của trục tuốc bin.
- Vẽ vectơ tốc độ tuyệt đối c_1 , lệch 1 góc α_1 với phương quay, tiếp tuyến với profin đầu ra của ống phun.
- Từ điểm mút của c_1 vẽ đường song song với phương quay của tuốc bin.
- Từ điểm 0 vẽ vectơ tiếp tuyến với cánh động ở đầu vào, lệch với phương quay 1 góc bằng β_1 , cắt đường song song với phương quay của tuốc bin, ta xác định được các tốc độ u và w_1 . Tam giác tốc độ đầu vào đã được xây dựng.

Cách thành lập tam giác tốc độ đầu Ra:

- Vẽ vectơ w_2 lệch với phương quay một góc bằng β_2 , tiếp tuyến với với cánh động ở đầu ra, có độ dài bằng w_1 (bỏ qua tổn thất). Trong thực tế do có tổn thất nên $w_2 < w_1$ và $w_2 = \varphi \cdot w_1$.
- φ = hệ số tổn thất tốc độ trong cánh.
- Từ điểm cuối của vectơ w_2 vẽ tốc độ vòng u , song song với phương quay của tuốc bin.
- Nối điểm 0 với điểm cuối của u ta có tốc độ tuyệt đối của dòng hơi ở đầu ra c_2 , có góc lệch với phương quay là α_2 .

Với tuốc bin xung kích thuần túy ta có $\beta_1 = \beta_2$.

Chiếu các vectơ w_1, c_1, w_2, c_2 lên các phương quay u và phương a (vuông góc với u) ta có các thành phần sau:

$$c_{1u} = c_1 \cos \alpha_1$$

$$w_{1u} = w_1 \cos \beta_1$$

$$c_{2u} = c_2 \cos \alpha_2$$

$$w_{2u} = w_2 \cos \beta_2$$

$$c_{1a} = c_1 \sin \alpha_1$$

$$w_{1a} = w_1 \sin \beta_1$$

$$c_{2a} = c_2 \sin \alpha_2$$

$$w_{2a} = w_2 \sin \beta_2$$

Từ tam giác tốc độ ta có:

$$c_{1a} = w_{1a}$$

$$c_{2a} = w_{2a}$$

$$w_{1u} + u = c_{1u}$$

$$w_{2u} - u = c_{2u}$$

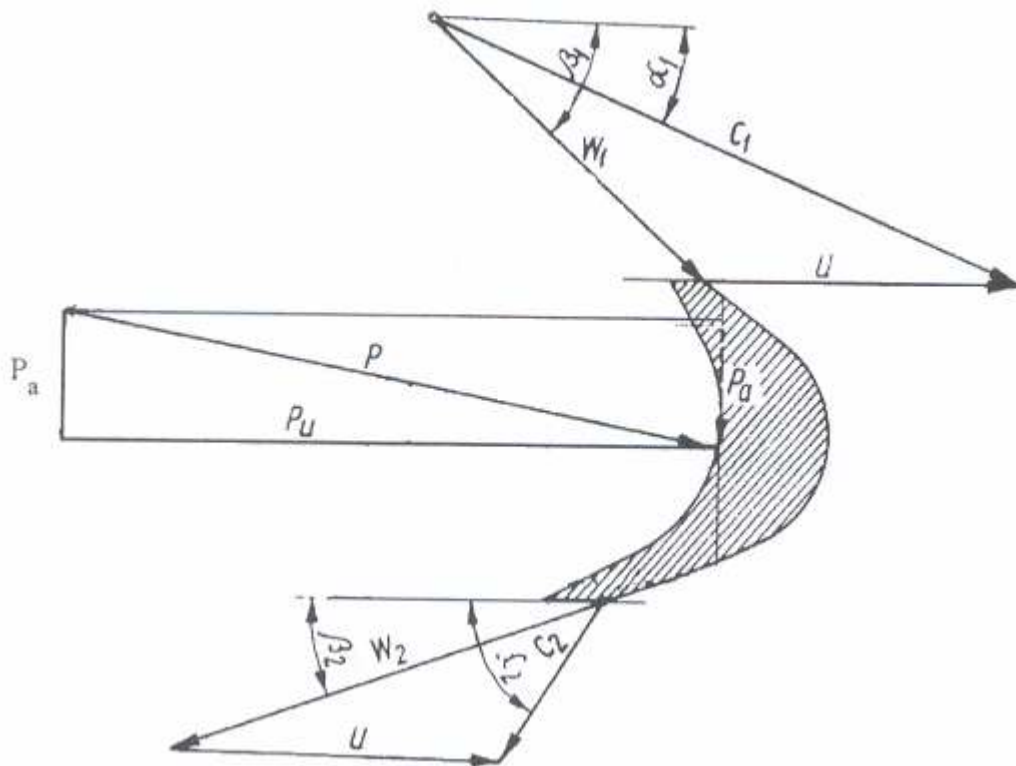
suy ra:

$$w_{1a} - w_{2a} = c_{1a} - c_{2a}$$

suy ra:

$$w_{1u} + w_{2u} = c_{1u} + c_{2u}$$

2. Xác định công suất, hiệu suất vòng của tầng tốc bin xung kích



Hình 3.16. Sơ đồ phân tích lực trên cánh động tốc bin tầng xung kích.

Dòng hơi vào cánh động với tốc độ tương đối w_1 và ra khỏi cánh động với tốc độ w_2 tác động lên cánh 1 lực bằng:

$$\vec{p} = G(\vec{w}_1 - \vec{w}_2)$$

Lực p được phân tích thành 2 thành phần:

- p_u – lực tiếp tuyến với vòng tròn cánh (vuông góc với trục tuốc bin).
- p_a – lực song song với trục của tuốc bin, gọi là lực dọc trục của tuốc bin.
- Lực p_u tạo nên tốc độ vòng u của tuốc bin.

Từ tam giác tốc độ ta có:

$$p_u = G(w_{1u} \pm w_{2u})$$

$$p_a = G(w_{1a} \mp w_{2a})$$

Hoặc:

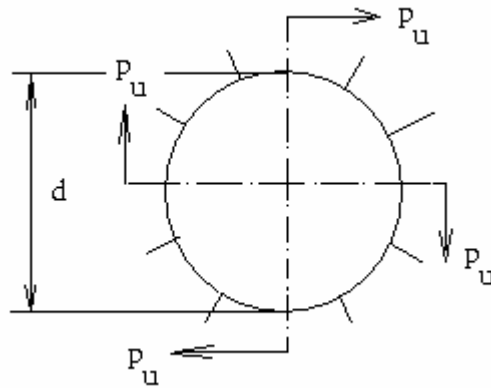
$$p_u = G(c_{1u} + c_{2u})$$

$$p_a = G(c_{1a} - c_{2a})$$

Tầng tuốc bin xung kích thuần túy ta có $\beta_1 = \beta_2$ và $w_1 = w_2$ nên $w_{1a} = w_{2a}$, do đó $p_a = 0$. Trong thực tế do có tổn thất nên $w_1 \neq w_2$, vì vậy $p_a \neq 0$.

Lực dọc trục p_a là thành phần có hại làm xô dịch trục tuốc bin. Lực dọc trục p_a được khử tại bộ chặn hoặc ở các thiết bị khử lực dọc trục như pittông chuyển dịch.

Các lực p_u tạo thành các cặp lực tạo nên mômen quay rôto tuốc bin.



Hình 3.17. Tác động của lực vòng P_u trên cánh động tuốc bin.

Số lượng các cặp lực là $0,5z$.

z – số lượng cánh động của tầng tuốc bin.

Vậy mômen làm quay rôto tuốc bin là:

$$M_u = 0,5 \cdot z \cdot p_u \cdot d$$

Công suất vòng, hay công suất sản ra trong cánh tuốc bin là:

$$N_u = M_u \cdot \omega$$

ta lại có:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} \quad \text{mà:} \quad u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

$$\text{Vậy:} \quad \omega = \frac{2u}{d} \quad \text{và:} \quad N_u = M_u \cdot \omega = M_u \frac{2u}{d}$$

$$N_u = 0,5 \cdot z \cdot d \cdot p_u \frac{2u}{d} = 0,5 \cdot z \cdot d \cdot \frac{2u}{d} \cdot \frac{G}{z} \cdot (w_{1u} + w_{2u}) = G \cdot (w_{1u} + w_{2u}) \cdot u \quad \left[\frac{\text{kg m m}}{\text{s s s}} = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W} \right]$$

Công đơn vị do 1 kg hơi nước tác động lên cánh động sinh ra là:

$$l_u = \frac{N_u}{G} = (w_{1u} + w_{2u}) \cdot u = (c_{1u} + c_{2u}) \cdot u \quad \left[\frac{\text{m m kg}}{\text{s s kg}} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$$

Công l_u thường nhỏ hơn công l_t lý thuyết sinh ra trong tầng tốc bin do có các tổn thất, tỷ số: $\frac{l_u}{l_t} = \eta_u$ gọi là hiệu suất vòng hay còn gọi là hiệu suất cánh.

$\eta_u = 0,78 \div 0,94$. hiệu suất vòng là thông số rất quan trọng trong thiết kế tốc bin, đảm bảo quá trình biến nhiệt năng thành cơ năng là lớn nhất.

Tính hiệu suất vòng cực đại:

Từ tam giác tốc độ ta có: $w_{1u} + w_{2u} = w_1 \cos \beta_1 + w_2 \cos \beta_2 = w_1 \cos \beta_1 + w_1 \psi \cos \beta_2$

Ở đây $\psi = \frac{w_2}{w_1}$ = hệ số tổn thất tốc độ tương đối trong cánh.

$$w_{1u} + w_{2u} = w_1 \cos \beta_1 \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) = w_{1u} \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) = (c_{1u} - u) \cdot \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right)$$

$$\text{Vậy: } l_u = u(w_{1u} + w_{2u}) = u(c_{1u} - u) \cdot \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right)$$

Công suất lý thuyết do dòng hơi sinh ra bằng:

$$N_t = G \frac{c_{1t}^2}{2} \quad \left[\frac{\text{kg m}^2}{\text{s s}^2} = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W} \right]$$

Công lý thuyết do 1kg hơi biến đổi năng lượng sinh ra:

$$l_t = \frac{N_t}{G} = \frac{c_{1t}^2}{2} = \frac{c_1^2}{2\varphi^2} \quad \left[\frac{\text{kg s m}^2}{\text{s kg s}^2} = \frac{\text{kg m}^2}{\text{kg s}^2} = \frac{\text{Nm}}{\text{kg}} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$$

Ở đây:

$$\varphi = \frac{c_1}{c_{1t}} \text{ - gọi là hệ số tốc độ tuyệt đối của dòng hơi}$$

$$\varphi = 0,92 \div 0,98$$

Vậy:

$$\eta_u = \frac{l_u}{l_t} = \frac{u(c_{1u} - u) \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right)}{\frac{c_1^2}{2\varphi^2}} = 2\varphi^2 \frac{u}{c_1} \left(\frac{c_{1u}}{c_1} - \frac{u}{c_1} \right) \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right)$$

hay:

$$\eta_u = 2\varphi^2 \frac{u}{c_1} \left(\cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right) \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) - \text{phương trình được gọi là phương trình}$$

Donatha Banki.

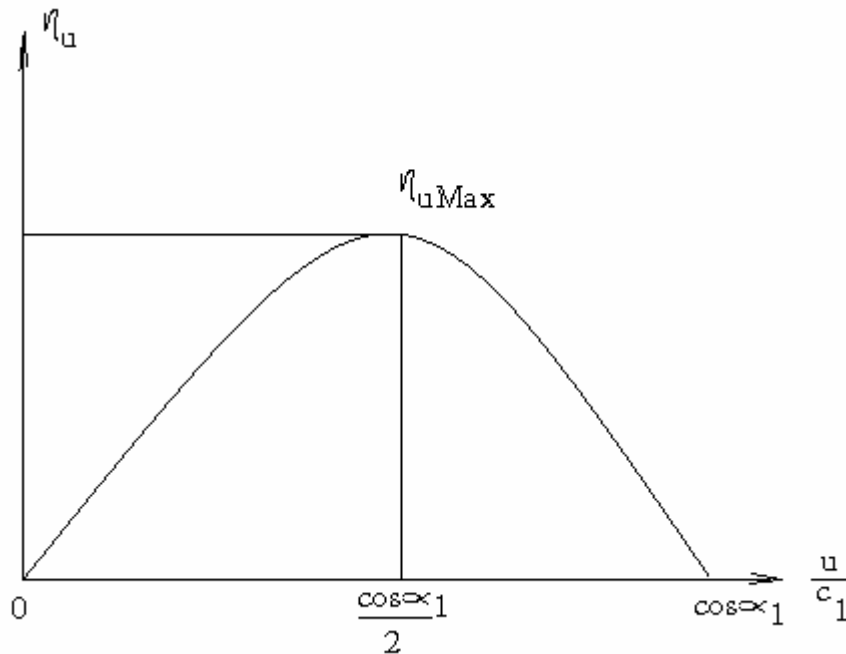
Ở phương trình này, với tốc bin cho trước ta có các góc $\alpha_1, \beta_1, \beta_2$ không đổi, như vậy η_u chỉ phụ thuộc vào tỷ số u/c_1 .

Từ phương trình tính η_u ta thấy:

$$\eta_u = 0 \text{ khi } u/c_1 = 0 \text{ và khi } u/c_1 = \cos \alpha_1$$

Lấy đạo hàm η_u theo u/c_1 cho đạo hàm bằng 0 ta có $\eta_{u\max}$ sẽ ở điểm $\frac{u}{c_1} = \frac{\cos \alpha_1}{2}$ và

$$\eta_{u\max} = \frac{1}{2} \varphi^2 \left(1 + \psi \frac{\cos \beta_2}{\cos \beta_1} \right) \cos^2 \alpha_1$$

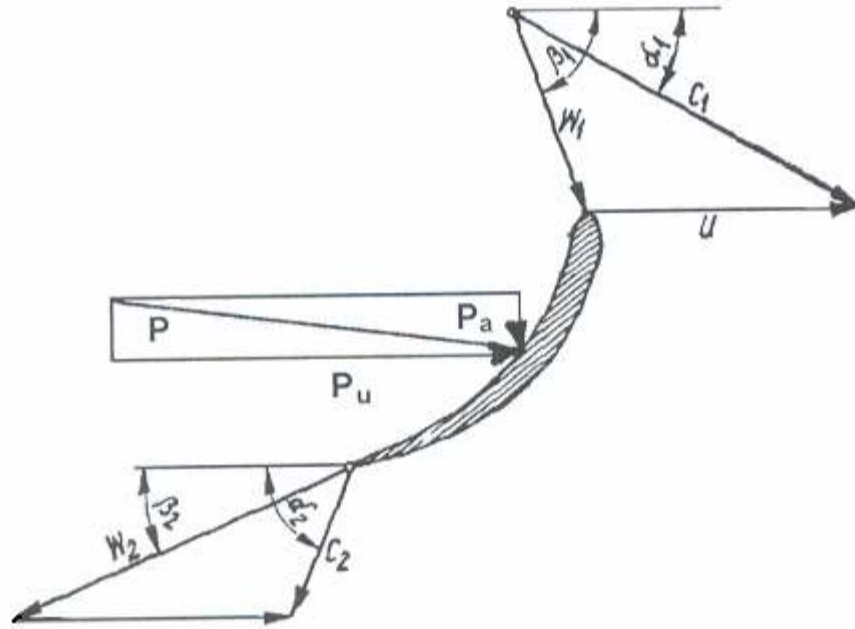


Hình 3.18. biến thiên của hiệu suất vòng η_u theo u/c_1 .

Trong trường hợp tốc bin xung kích lý tưởng $\beta_1 = \beta_2$, dòng hơi chuyển động trong ống phun và cánh động không có tổn thất $\varphi = \psi = 1,0$ khi đó hiệu suất vòng cực đại bằng:

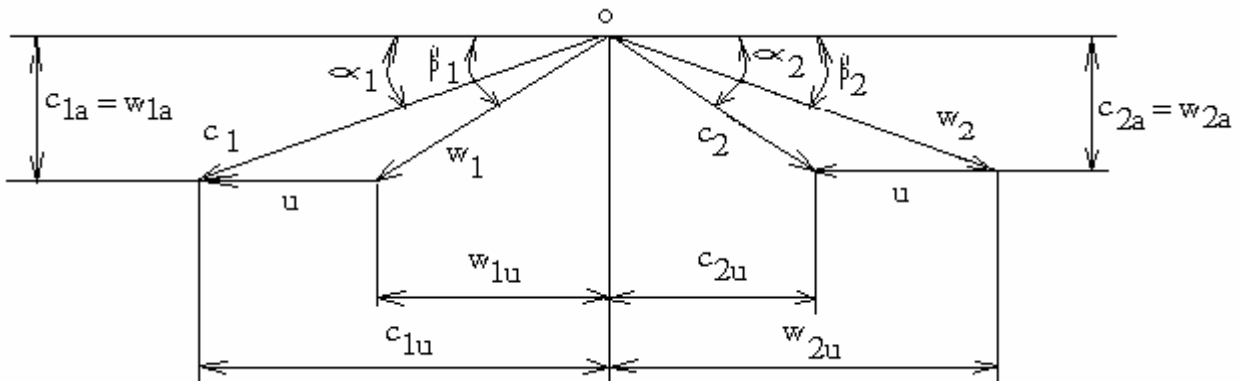
$$\eta_{u\max} = \cos^2 \alpha_1$$

II. Quá trình biến đổi năng lượng trên cánh động trong tuốc bin phản kích
1. Tam giác tốc độ trong tầng tuốc bin phản kích



Hình 3.19. Sơ đồ phân tích lực trên cánh động của tuốc bin phản kích

Cánh vẽ các tam giác tốc độ trên cánh động của tầng tuốc bin phản kích:



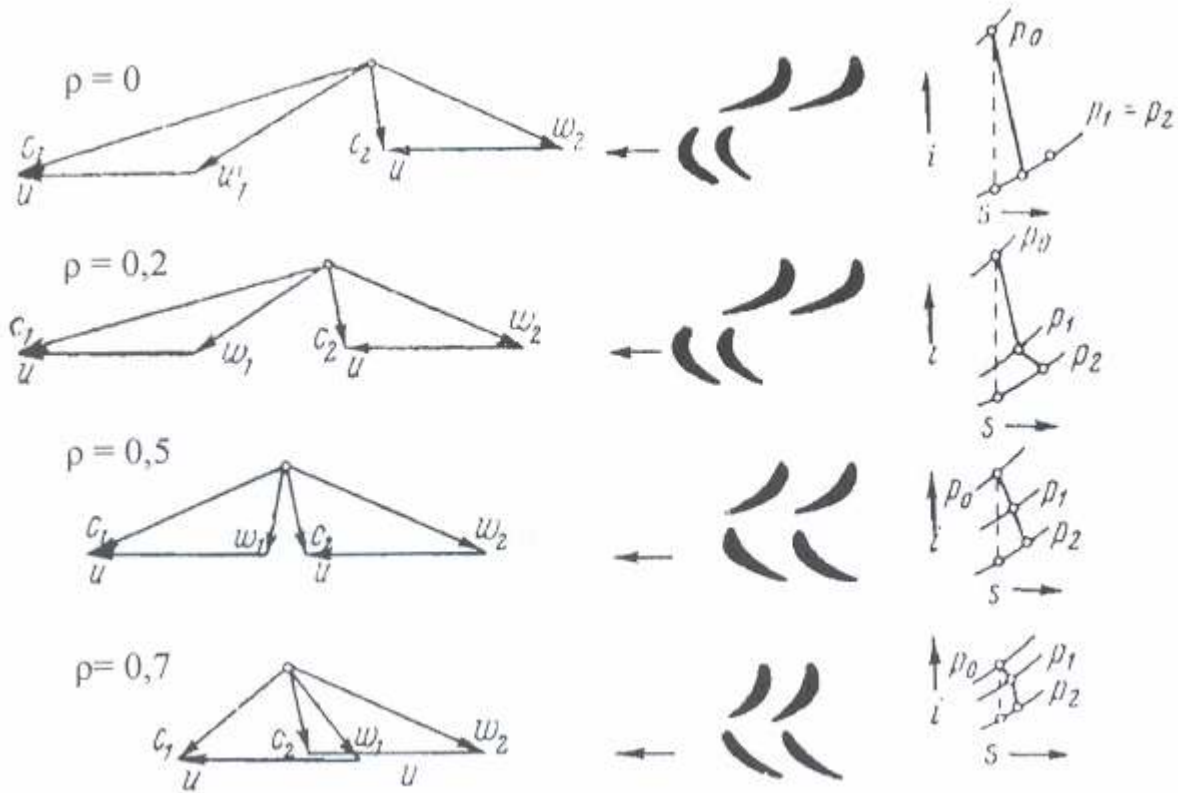
Hình 3.20. Các tam giác tốc độ của tầng tuốc bin phản kích.

Trên hình 3.20 ta có:

- Góc α_1 phụ thuộc vào profin cạnh ra của ống phun (tiếp tuyến với cạnh ra của ống phun).
- Góc β_1 – góc tiếp tuyến với profin cánh động ở đầu vào.
- Góc β_2 – góc tiếp tuyến với profin cánh động ở đầu ra.

Cách thành lập tam giác tốc độ đầu vào:

- Từ điểm 0 vẽ đường thẳng trùng với phương quay của trục tốc bin.
- Vẽ véctơ tốc độ tuyệt đối c_1 , lệch một góc α_1 với phương quay, tiếp tuyến với profin đầu ra của ống phun.
- Từ điểm mút của c_1 vẽ đường song song với phương quay của tốc bin.
- Từ điểm 0 vẽ véctơ tiếp tuyến với cánh động ở đầu vào, lệch với phương quay 1 góc bằng β_1 , cắt đường song song với phương quay của tốc bin, ta xác định được các tốc độ u và w_1 . Tam giác tốc độ vào đã được xây dựng.



Hình 3.15b. Tam giác tốc độ của tầng tốc bin phản kích với độ phản kích khác nhau.

Cách thành lập tam giác tốc độ đầu ra:

- Vẽ véctơ w_2 lệch với phương quay một góc bằng β_2 , tiếp tuyến với với cánh động ở đầu ra, có độ dài bằng $w_2 = \psi \cdot w_1$.
 ψ = hệ số tổn thất tốc độ tương đối trong cánh.
- Từ điểm cuối của véctơ w_2 vẽ tốc độ vòng u , song song với phương quay của tốc bin.
- Nối điểm 0 với điểm cuối của u ta có tốc độ tuyệt đối của dòng hơi ở đầu ra c_2 , có góc lệch với phương quay là α_2 .

Chiếu các véctơ w_1, c_1, w_2, c_2 lên các phương quay u và phương a (vuông góc với u) ta có các thành phần sau:

$$c_{1u} = c_1 \cos \alpha_1$$

$$w_{1u} = w_1 \cos \beta_1$$

$$c_{2u} = c_2 \cos \alpha_2$$

$$w_{2u} = w_2 \cos \beta_2$$

$$c_{1a} = c_1 \sin \alpha_1$$

$$w_{1a} = w_1 \sin \beta_1$$

$$c_{2a} = c_2 \sin \alpha_2$$

$$w_{2a} = w_2 \sin \beta_2$$

Từ tam giác tốc độ ta có:

$$c_{1a} = w_{1a}$$

$$c_{2a} = w_{2a}$$

$$w_{1u} + u = c_{1u}$$

$$w_{2u} - u = c_{2u}$$

suy ra: $w_{1a} - w_{2a} = c_{1a} - c_{2a}$

suy ra: $w_{1u} + w_{2u} = c_{1u} + c_{2u}$

2. Xác định hiệu suất vòng của tầng tuốc bin phản kích

$$\eta_u = \frac{l_u}{l_t}$$

l_u – công đơn vị dòng hơi nước sinh ra trên cánh động

l_t – công đơn vị lý thuyết dòng hơi giãn nở trên tầng

$$l_u = 1 \cdot (w_{1u} + w_{2u}) \cdot u \quad \left[\frac{kg \cdot m \cdot m}{kg \cdot s \cdot s} = \frac{Nm}{kg} = \frac{J}{kg} \right]$$

$$l_t = h_t = h_{t0-1} + h_{t0-2}$$

h_{t0-1} – nhiệt giáng trong ống phun.

h_{t1-2} – nhiệt giáng trong cánh động.

Với $\rho = 0,5$ ta có $h_{t0-1} = h_{t1-2}$

$$w_{1u} = c_{1u} - u$$

$$w_{2u} = c_{1u} \cdot \text{Vây:}$$

$$w_{1u} + w_{2u} = 2c_{1u} - u$$

$$l_u = (2c_{1u} - u)u = u \cdot (2c_1 \cos \alpha_1 - u) = u \cdot c_1 (2 \cos \alpha_1 - u/c_1) \quad [J/kg]$$

giả sử $\varphi = \psi$; $\rho = 0,5$ ta có:

$$c_1 = w_2$$

$$w_1 = c_2$$

$$\alpha_1 = \beta_2$$

$$\alpha_2 = \beta_1$$

$$w_2 = \psi \sqrt{2} \sqrt{h_{t1-2} + \frac{w_1^2}{2}} \Rightarrow \frac{w_2^2}{2\psi^2} = h_{t1-2} + \frac{w_1^2}{2}$$

Từ định lý côsin của tam giác ta có:

$$w_1^2 = c_1^2 + u_1^2 - 2c_1u \cos \alpha_1$$

$$l_t = 2h_{t1-2} = 2 \left[\frac{w_2^2}{2\psi^2} - \frac{w_1^2}{2} \right] = \frac{w_2^2}{\psi^2} - w_1^2$$

$$l_t = \frac{c_1^2}{\psi^2} - c_1^2 - u_1^2 + 2c_1u \cos \alpha_1$$

Vậy hiệu suất vòng bằng:

$$\eta_u = \frac{l_u}{l_t} = \frac{u \cdot c_1 \left(2 \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right)}{\frac{c_1^2}{\varphi^2} - c_1^2 - u_1^2 + 2c_1u \cos \alpha_1} = \frac{\frac{u}{c_1} \left(2 \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right)}{\frac{1}{\varphi^2} - 1 - \frac{u_1^2}{c_1^2} + 2 \frac{u}{c_1} \cos \alpha_1}$$

$$\eta_u = \frac{\frac{u}{c_1} \left(2 \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right)}{\frac{1}{\varphi^2} - 1 + \frac{u}{c_1} \left(2 \cos \alpha_1 - \frac{u}{c_1} \right)}$$

Với tốc bin cho trước cho trước có $\alpha_1 = \text{const}$; $\varphi = \text{const}$, ta có :
 $\eta_u = f(u/c_1)$, lấy đạo hàm của η_u theo u/c_1 và cho đạo hàm bằng 0, ta có điểm cực đại của η_u . Hiệu suất vòng đạt cực đại tại $u/c_1 = \cos \alpha_1$ và:

$$\eta_{uMax} = \frac{\cos^2_{\alpha_1}}{\frac{1}{\varphi^2} - 1 + \cos^2_{\alpha_1}}$$

Để thiết kế tầng tốc bin phản kích có công suất vòng cực đại, ta chọn các thông số sau:
 $\rho = 0,5$; $\alpha = 10 \div 25^0$; $u/c_1 = 0,8 \div 0,85$

III. SO SÁNH TẦNG TỐC BIN XUNG KÍCH VÀ PHẢN KÍCH

1. So sánh tầng tốc bin xung kích và phản kích khi có cùng tốc độ vòng $u = \pi Dn/60$

Tốc độ vòng u của tốc bin bằng $140 \div 250 \text{m/s}$, trong những trường hợp đặc biệt tốc độ vòng có thể đạt 400m/s .

Giả thiết ở cả tốc bin xung kích và phản kích duy trì các điều kiện để đạt được hiệu suất vòng η_u cực đại, thì khi đó:

- Ở tốc bin xung kích : $u/c_1 = \cos \alpha_1/2$, suy ra: $C_{1x} = \cos \alpha_1/2u$

- Ở tốc bin phản kích : $u/c_1 = \cos \alpha_1$, suy ra: $C_{1p} = \cos \alpha_1/u$

Coi $\alpha_{1x} = \alpha_{1p}$ ta có các kết luận sau:

Khi có cùng tốc độ vòng tầng tốc bin xung kích có thể biến nhiệt năng thành cơ năng lớn gấp 2 lần tầng tốc bin phản kích: $h_{1x} = 2h_{1p}$.

Nếu nhiệt giáng ở 2 tầng tốc bin xung kích và phản kích là như nhau thì khi đó số lượng tầng tốc bin phản kích sẽ lớn gấp đôi số lượng tầng ở tốc bin xung kích.

2. So sánh tầng tốc bin xung kích và phản kích khi có cùng nhiệt giáng $h_{tx} = h_{tp}$ và cùng số lượng tầng

Với các giả thiết như trên, tức là các tốc bin phải duy trì điều kiện để đạt được hiệu suất vòng cực đại, ta sẽ có: $\frac{u_p}{u_x} = \sqrt{2}$ hay $u_p = \sqrt{2}u_x$

Như vậy khi có cùng nhiệt giáng và cùng số lượng tầng thì tốc độ vòng của tốc bin phản kích lớn hơn tốc độ vòng của tốc bin xung kích, như vậy ứng suất cơ ở tốc bin phản kích lớn hơn ứng suất cơ của tốc bin xung kích. Tốc độ vòng lớn hơn nên công suất và hiệu suất của tốc bin phản kích lớn hơn của tốc bin xung kích.

CHƯƠNG 4. CÁC TỔN THẤT TRONG TỐC BIN

Trong tuốc bin có các loại tổn thất như: tổn thất cánh và các tổn thất khác.

I. TỔN THẤT CÁNH

Tổn thất cánh là các tổn thất trên cánh động, cánh dẫn, trong ống phun của tầng tuốc bin.

Trong tổn thất cánh có tổn thất tại profin cánh, tổn thất tại mép cánh, tổn thất do tạo thành xoáy gây nên, tổn thất do lệch hướng dòng hơi vào cánh và tổn thất do hơi thổi mang ra.

1. Tổn thất profin cánh Δh_1

$$\Delta h_1 = \Delta h_{11} + \Delta h_{12}$$

Δh_{11} = tổn thất do ma sát của dòng chảy với bề mặt cánh (cánh động, cánh dẫn, ống phun)

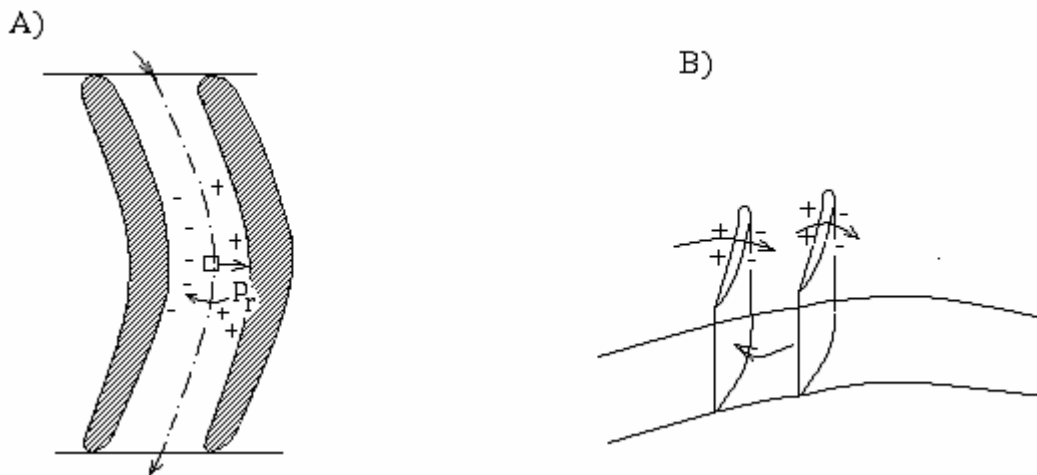
Δh_{12} = tổn thất do sự sáo trộn của các dòng hơi khi đi ra từ các cánh kề nhau.

Lượng hơi sáo trộn với nhau (tổn thất) phụ thuộc vào hình dáng cạnh lối hơi ra, chiều dày cánh, góc nghiêng v.v...

2. Tổn thất mép cánh Δh_2

Tổn thất mép cánh Δh_2 là tổn thất do ma sát trong lớp biên ở mép cánh gây nên.

3. Tổn thất do tạo thành xoáy Δh_3 (tổn thất gây nên bởi dòng thứ cấp)



Hình 3.21. Hiện tượng tạo thành xoáy (dòng thứ cấp) trong cánh tuốc bin.

A) – dòng thứ cấp bên trong cánh tuốc bin.

B) – dòng thứ cấp ở mép cánh.

Xoáy (còn gọi là dòng thứ cấp) tạo thành khi dòng hơi đi qua rãnh có kết cấu cong, do tác dụng của lực ly tâm P_r nên các phần tử hơi có xu hướng dồn về phía lồi của rãnh, vì vậy áp suất của dòng hơi ở phía lồi lớn hơn (+) áp suất của dòng hơi ở phía lõm (-), do chênh

lệch áp suất nên dẫn đến bên trong rãnh sẽ xuất hiện dòng thứ cấp (xoáy). Xoáy cũng có thể xuất hiện ở mép cánh khi mép cánh không có vòng kín chắn cánh.

4. Tổn thất do lệch hướng dòng hơi đến Δh_4 (không tiếp tuyến với cánh)

Hướng tới của dòng hơi lệch với phương tiếp tuyến của tuyến hình cánh ở đầu vào 1 góc bằng $\pm \varepsilon$ gây ra tổn thất Δh_4

Vậy tổng các tổn thất bên trong cánh là:

$$\Delta h_c = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4$$

Trong cánh động:

$$\Delta h_{cd} = \Delta h_{1cd} + \Delta h_{2cd} + \Delta h_{3cd} + \Delta h_{4cd}$$

Trong cánh dẫn (ống phun):

$$\Delta h_{cd} = \Delta h_{1cd} + \Delta h_{2cd} + \Delta h_{3cd} + \Delta h_{4cd}$$

Trong ống phun:

$$\Delta h_o = \Delta h_{1o} + \Delta h_{2o} + \Delta h_{3o} + \Delta h_{4o}$$

5. Tổn thất hơi thổi Δh_{th}

Tổn thất hơi thổi gây nên do tốc độ ra khỏi tầng tuốc bin của dòng hơi $c_2 > 0$, vì vậy một phần động năng đã bị tổn thất không tận dụng hết và:

$$\Delta h_{th} = \frac{c_2^2}{2} \quad \left[\frac{m^2}{s^2} \frac{kg}{kg} = \frac{J}{kg} \right]$$

Do đó tổn thất ở cánh tuốc bin còn phải kể đến Δh_{th} . Biến đổi năng lượng của dòng hơi (nhiệt giáng) qua tầng tuốc bin xung kích và phản kích có xét đến ảnh hưởng của tổn thất cánh tuốc bin được thể hiện trên hình 3.22 và hình 3.23.

Với tuốc bin xung kích:

$$h_u = h_t - (\Delta h_o + \Delta h_{cd} + \Delta h_{th})$$

Với tuốc bin phản kích:

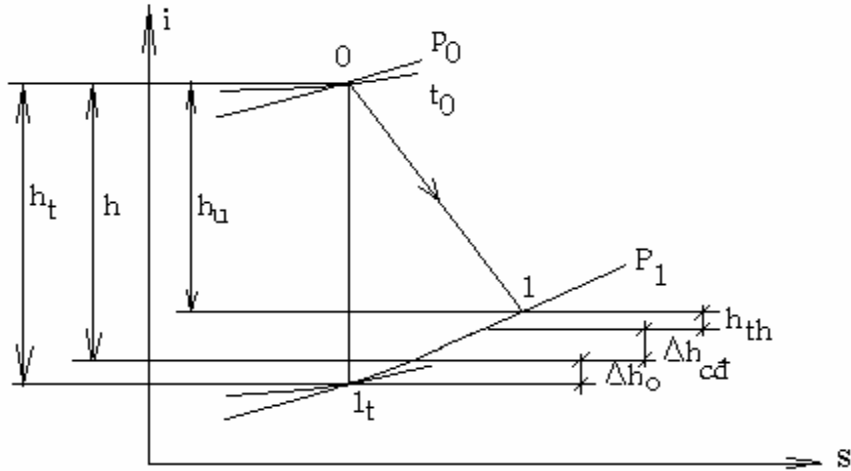
$$h_u = h_t - (\Delta h_o + \Delta h_{cd} + \Delta h_{th}) = h_{to} + h_{tcd} - (\Delta h_o + \Delta h_{cd} + \Delta h_{th})$$

Tổn thất ở cánh dẫn (hoặc ống phun) được tính bằng:

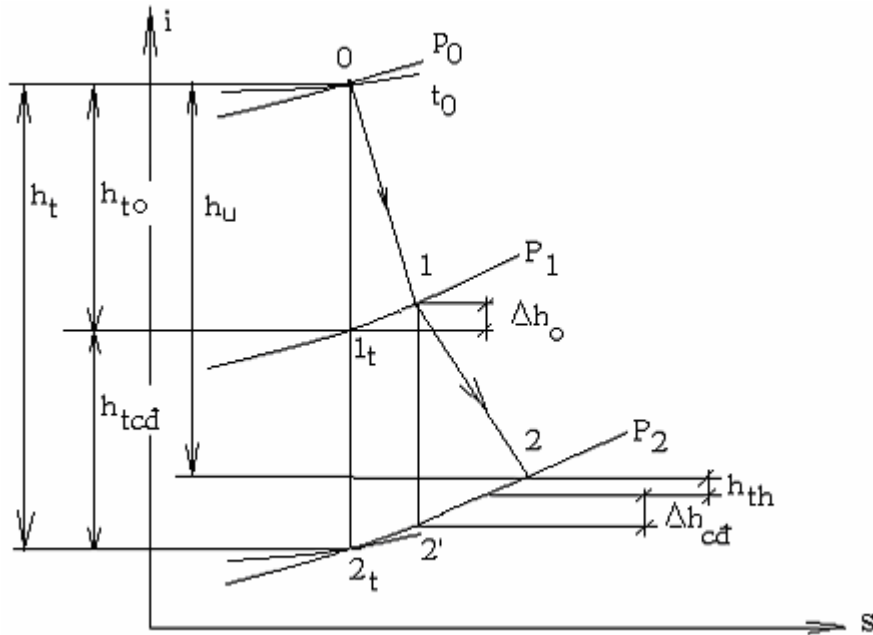
$$\Delta h_{cd} = \xi_{cd} l_t = (1 - \varphi^2) \cdot \left(h_{tcd} + \frac{c_0^2}{2} \right)$$

Tổn thất ở cánh động được tính bằng:

$$\Delta h_{cd} = \xi_{cd} l_t = (1 - \psi^2) \cdot \left(h_{tcd} + \frac{c_1^2}{2} \right)$$



Hình 3.22. Biến đổi năng lượng trong tầng tuốc bin xung kích có xét đến các tổn thất cánh



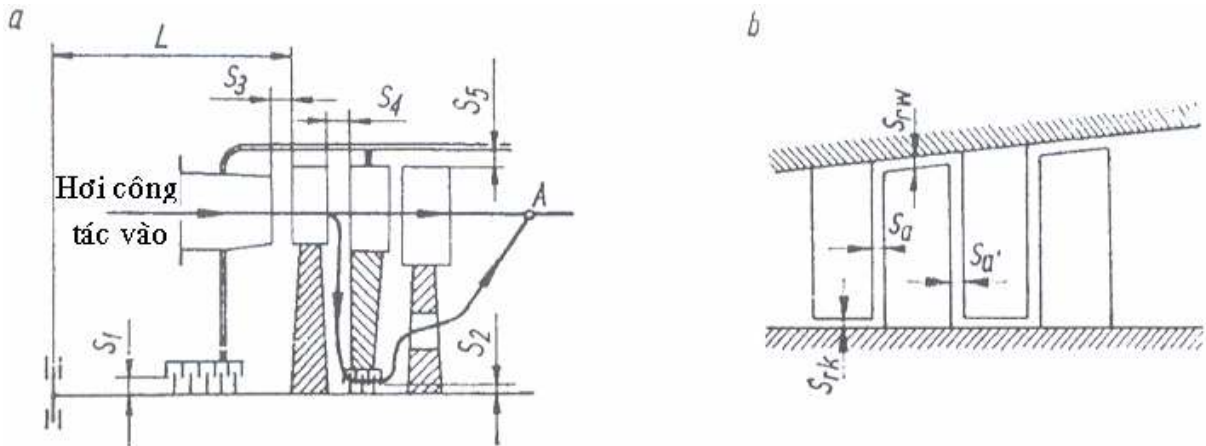
Hình 3.23. Biến đổi năng lượng trong tầng tuốc bin phản kích có xét đến các tổn thất cánh

II. CÁC TỔN THẤT KHÁC

Các tổn thất khác trong tuốc bin bao gồm: tổn thất do dò lọt, tổn thất do sức cản, tổn thất do cấp hơi cục bộ và tổn thất do hơi ẩm gây nên.

1. Tổn thất do dò lọt Δh_{dl}

Giữa phần tĩnh và phần động của tuốc bin bao giờ cũng có các khe hở, các khe hở này là nguyên nhân gây nên các tổn thất do dò lọt trong tuốc bin.



Hình 3.24. Các khe hở hướng trục và khe hở hướng kính trong tuốc bin

a – Các khe hở ở tuốc bin xung kích.

b – Các khe hở ở tuốc bin phản kích.

Có 2 loại khe hở trong tuốc bin: khe hở hướng trục (khe hở dọc trục) s_3, s_4, s_a, s_a' và khe hở hướng kính $s_{rk}, s_{rw}, s_1, s_2, s_5$. Do có dò lọt nên lượng hơi thực tế giãn nở sinh công giảm đi; mặt khác lượng hơi dò lọt không tham gia sinh công sẽ làm tăng entalpi của hơi sau khi ra khỏi tuốc bin, làm tăng tổn thất của hơi thải Δh_{th} .

Khe hở dọc trục phụ thuộc vào khoảng cách của cánh tuốc bin tới bộ đỡ chặn. Bộ đỡ chặn thường lắp ở phía hơi vào, vì vậy càng ở các tầng sau khe hở dọc trục càng lớn.

Ở các tầng đầu $s_d = 1,5 \div 2 \text{ mm}$.

Ở các tầng sau s_d có thể lên đến 10 mm.

Khe hở hướng kính phụ thuộc chủ yếu vào kết cấu của các chi tiết trong tuốc bin và $s_r \geq 0,2 \text{ mm}$.

Để giảm tổn thất do các khe hở hướng kính gây nên, trong kết cấu tuốc bin thường sử dụng các vành làm kín giữa các chi tiết quay và các chi tiết tĩnh của tuốc bin.

2. Tổn thất do sức cản gây nên Δh_{sc}

Tổn thất do sức cản gây nên Δh_{sc} là tổn thất gây ra do cánh động quay trong môi trường hơi nước có mật độ ρ .

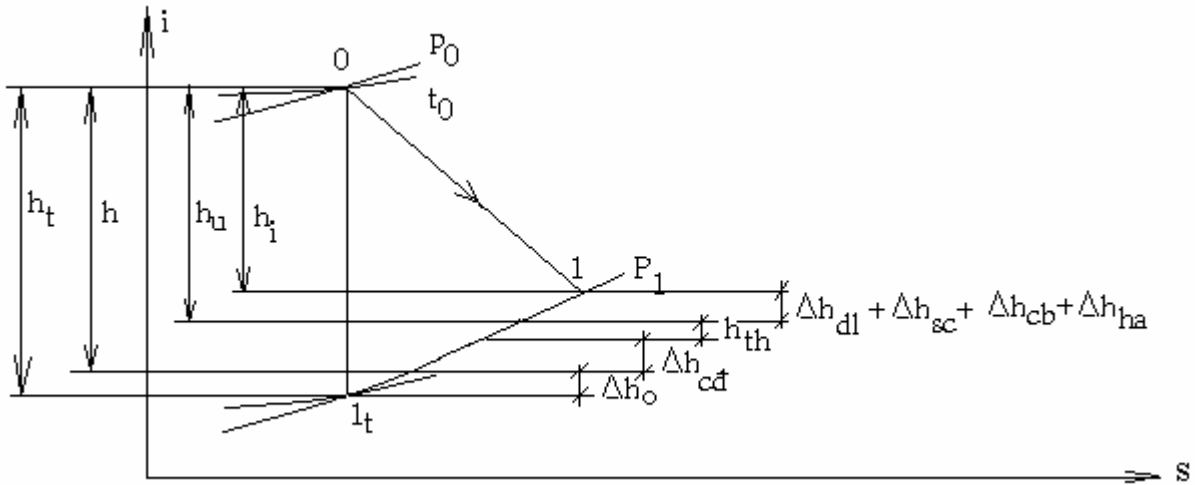
3. Tổn thất do cấp hơi cục bộ gây nên Δh_{sc}

Tổn thất do cấp hơi cục bộ gây nên Δh_{sc} xảy ra ở tải bộ phận, khi chỉ cấp hơi vào một phần cánh động; phần không có hơi của các cánh có xu hướng hút hơi vào, tạo nên tổn thất cục bộ; mặt khác khi cánh vào và ra khỏi vùng cấp hơi sẽ xuất hiện các va đập thủy lực làm tăng thêm các tổn thất.

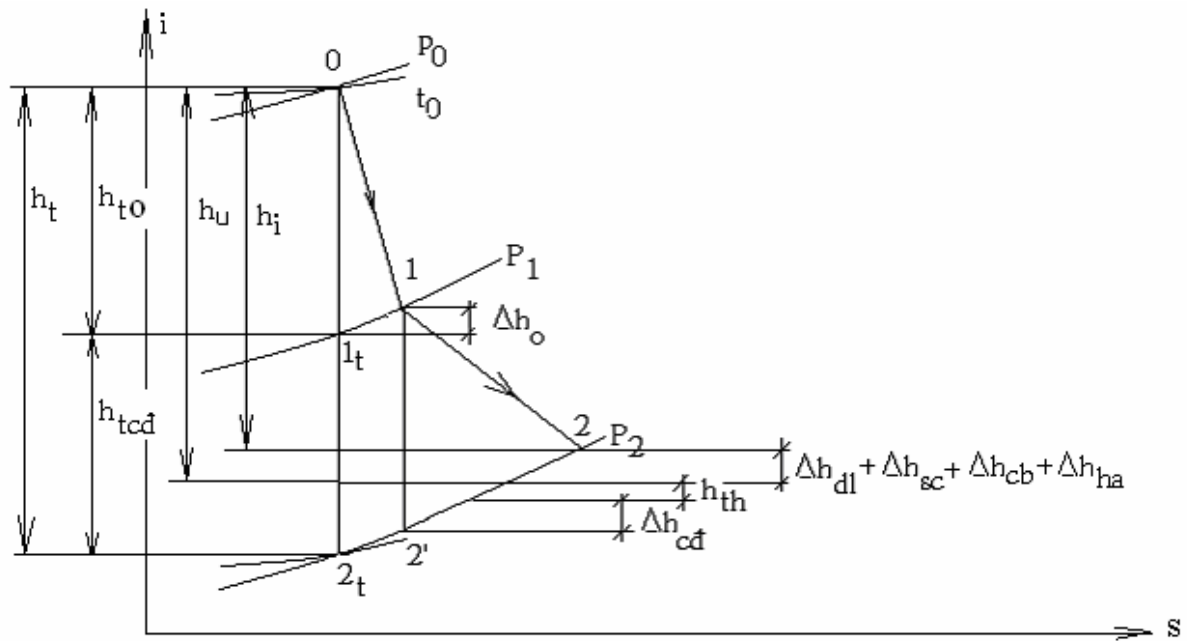
4. Tổn thất do hơi ẩm gây nên Δh_{ha}

Tổn thất do hơi ẩm gây nên Δh_{ha} là do các hạt nước trong hơi ẩm làm hãm chuyển động của cánh động, làm suất hiện xoáy và dòng thứ cấp trong dòng hơi làm tăng các tổn thất

trên cánh tuốc bin. Tổn thất này thường xuất hiện ở các tầng tuốc bin thấp áp, khi đó hơi đã trở thành hơi ẩm. Để giảm tổn thất do hơi ẩm gây nên phải duy trì độ khô của hơi ở các tầng cuối của tuốc bin thích hợp $x \geq 0,88$.



Hình 3.25. Biến đổi năng lượng trong tầng tuốc bin xung kích có xét đến tất cả các tổn thất



Hình 3.26. Biến đổi năng lượng trong tầng tuốc bin phản kích có xét đến tất cả các tổn thất

III. HIỆU SUẤT CỦA TUỐC BIN

Trong tuốc bin ta có các loại hiệu suất sau: hiệu suất lý thuyết, hiệu suất vòng, hiệu suất chỉ thị, hiệu suất có ích và hiệu suất chung.

1. Hiệu suất lý thuyết η_t

Hiệu suất lý thuyết là tỷ số giữa nhiệt giáng lý thuyết h_t trên nhiệt lượng cấp vào q_1 :

$$\eta_t = \frac{h_t}{q_1}$$

2. Hiệu suất vòng η_u

Hiệu suất vòng là tỷ số giữa nhiệt giáng vòng h_u trên nhiệt giáng lý thuyết h_t :

$$\eta_u = \frac{h_u}{h_t}$$

$$\eta_u = \frac{h_u}{h_t} = \frac{h_t - (\Delta h_o + \Delta h_{cd} + \Delta h_{ht})}{h_t}$$

3. Hiệu suất chỉ thị η_i

Hiệu suất chỉ thị là tỷ số giữa nhiệt giáng chỉ thị h_i trên nhiệt giáng lý thuyết h_t :

$$\eta_i = \frac{h_i}{h_t}$$

$$\eta_i = \frac{h_i}{h_t} = \frac{h_u - (\Delta h_{dl} + \Delta h_{sc} + \Delta h_{cb} + \Delta h_{ha})}{h_t} = \eta_u - \zeta_{dl} - \zeta_{sc} - \zeta_{cb} - \zeta_{ha}$$

4. Hiệu suất có ích η_e

Hiệu suất có ích được tính bằng tỷ số giữa công có ích l_e và công lý thuyết l_t :

$$\eta_e = \frac{l_e}{l_t}$$

$$\eta_e = \frac{l_e}{l_t} = \eta_i \eta_m \eta_p$$

η_m – hiệu suất cơ giới của tuốc bin có tính đến tổn thất cơ giới ở các bộ đỡ và công suất cung cấp cho các máy phụ.

η_p – hiệu suất của hộp số.

5. Hiệu suất chung η_o

Hiệu suất chung được tính bằng tỷ số công có ích l_e trên nhiệt lượng mang vào q_1 :

$$\eta_o = \frac{l_e}{q_1} = \eta_t \eta_e = \eta_t \eta_i \eta_m \eta_p$$

Trong thực tế:

$$\eta_u = 0,80 \div 0,85$$

$$\eta_i = 0,70 \div 0,80$$

$$\eta_e = 0,75 \div 0,82$$

$$\eta_t = 0,35 \div 0,45$$

$$\eta_m = 0,96 \div 0,98$$

$$\eta_p = 0,96 \div 0,98$$

$$\eta_o = 0,25 \div 0,35$$

CHƯƠNG 5. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT CỦA TUỐC BIN

Từ biểu thức tính công suất của tuốc bin:

$$N_e = G \cdot h_t \cdot \eta_e$$

Ở đây:

G – lưu lượng hơi qua tuốc bin [kg/s],

h_t – nhiệt giáng lý thuyết trên tầng tuốc bin [J/kg],

η_e - hiệu suất có ích.

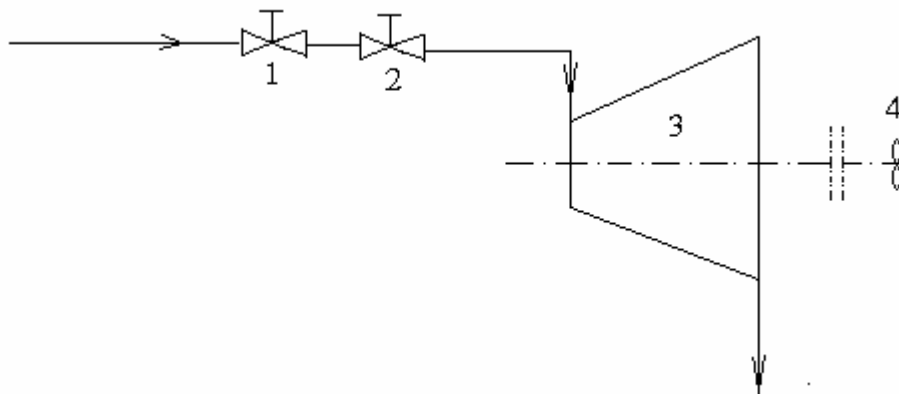
Như vậy muốn điều chỉnh công suất của tuốc bin ta phải điều chỉnh nhiệt giáng lý thuyết, điều chỉnh lưu lượng hơi qua tuốc bin và điều chỉnh hiệu suất có ích của tuốc bin.

Phương pháp điều chỉnh công suất của tuốc bin bằng cách điều chỉnh hiệu suất có ích của tuốc bin không được áp dụng trong thực tế, vì nguyên tắc chung là phải phấn đấu để đạt được hiệu suất của tuốc bin cao nhất. Do đó để điều chỉnh công suất của tuốc bin ta phải điều chỉnh nhiệt giáng lý thuyết và điều chỉnh lưu lượng hơi qua tuốc bin.

Để điều chỉnh nhiệt giáng lý thuyết và điều chỉnh lưu lượng hơi qua tuốc bin, từ đó điều chỉnh được công suất của tuốc bin, ta có các phương pháp điều chỉnh sau:

- Điều chỉnh bằng cách tiết lưu công chất vào tuốc bin (điều chỉnh về chất lượng).
- Điều chỉnh lượng công chất vào tuốc bin (điều chỉnh về khối lượng).
- Điều chỉnh cả về chất lượng và khối lượng.
- Điều chỉnh công suất theo phương pháp nối tiếp.
- Điều chỉnh công suất theo phương pháp hỗn hợp.

I. ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT BẰNG CÁCH TIẾT LƯU CÔNG CHẤT VÀO TUỐC BIN (ĐIỀU CHỈNH VỀ CHẤT LƯỢNG)



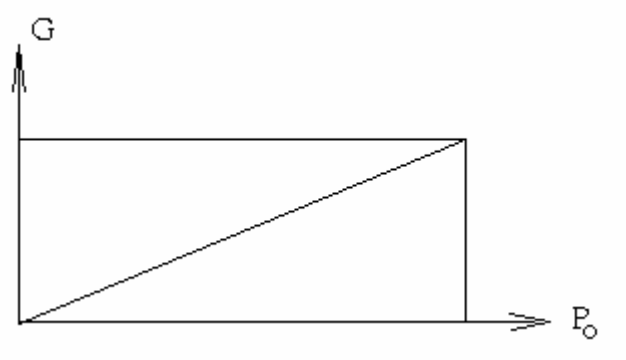
Hình 3.27. Điều chỉnh công suất của tuốc bin bằng phương pháp tiết lưu

Trên hình 3.27 ta có:

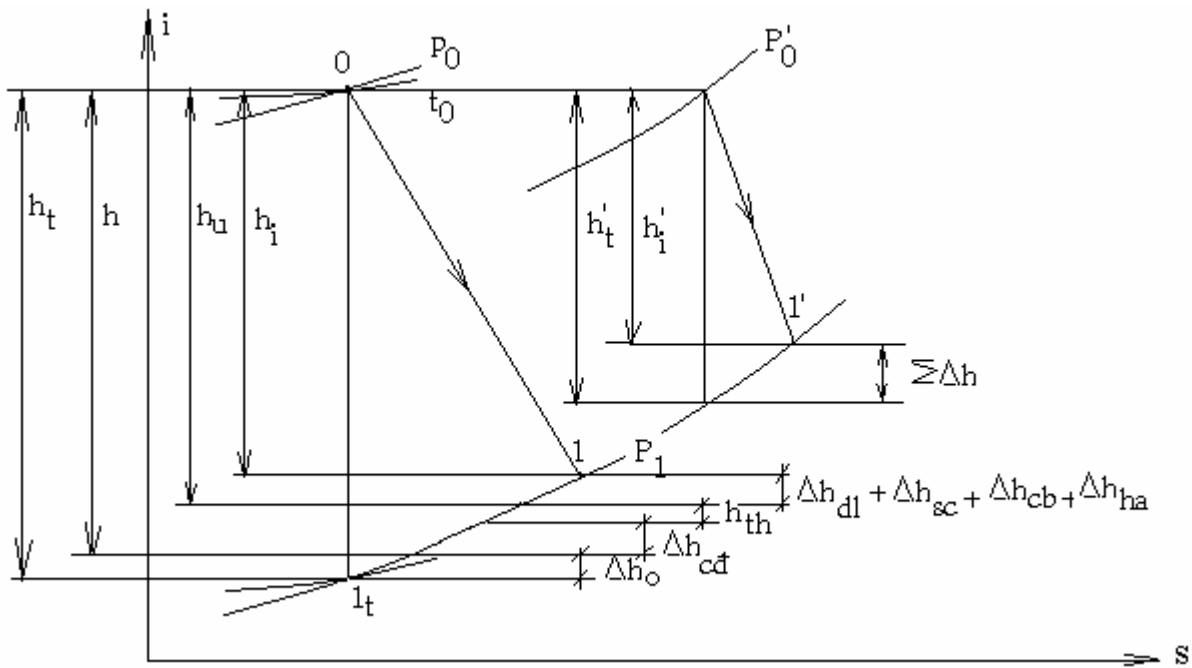
1 – Van đóng nhanh (van an toàn).

2 – Van tiết lưu điều chỉnh (van cấp hơi chính).

- 3 – Tốc bin.
- 4 – Chân vịt.



Hình 3.28. Quan hệ giữa áp suất và lưu lượng dòng hơi qua van tiết lưu điều chỉnh.



Hình 3.29. Biến đổi nhiệt giáng của tốc bin khi điều chỉnh van tiết lưu điều chỉnh.

Khi tốc độ tốc bin tăng quá cao, khi áp suất dầu nhờn giảm quá nhiều và khi áp suất bầu ngưng tăng quá lớn van đóng nhanh 1 đóng lại, ngưng cấp hơi vào tốc bin .

Lưu lượng hơi cấp vào tốc bin phụ thuộc vào độ mở của van tiết lưu điều chỉnh 2 .

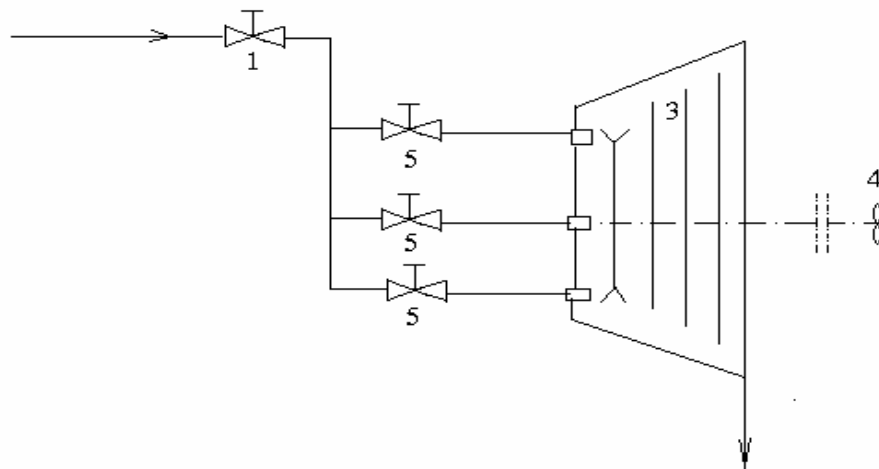
Áp suất hơi trước van tiết lưu điều chỉnh 2 là $p_0 = \text{const}$. Khi đóng bớt van điều chỉnh 2, lưu lượng hơi qua van giảm xuống và áp suất sau van sẽ giảm từ p_0 đến p_0' .

Theo định luật dòng chảy viết cho tốc bin có bình ngưng [17] ta có: $\frac{G_0'}{G_0} = \frac{p_0'}{p_0}$

Như vậy khi lưu lượng hơi vào tuốc bin giảm đi thì áp suất của dòng hơi vào tuốc bin cũng giảm đi, làm cho nhiệt giáng lý thuyết của dòng hơi qua tuốc bin giảm đi và làm cho công suất của tuốc bin giảm đi.

Ta có: $G'_0 < G_0$, dẫn đến: $p'_0 < p_0$, $h'_t < h_t$, $h'_i < h_i$, $h'_u < h_u$ làm cho công suất của tuốc bin N_e giảm: $N'_e < N_e$

II. ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT BẰNG CÁCH ĐIỀU CHỈNH LƯỢNG CÔNG CHẤT VÀO TUỐC BIN (ĐIỀU CHỈNH VỀ KHỐI LƯỢNG)



Hình 3.30. Sơ đồ điều chỉnh công suất tuốc bin bằng cách điều chỉnh lượng công chất vào tuốc bin (điều chỉnh về khối lượng).

Ta có:

- 1 – van đóng nhanh.
- 3 – tuốc bin.
- 4 – chân vịt.
- 5 – các van điều chỉnh.

Các van điều chỉnh 5 có nhiệm vụ điều chỉnh lượng hơi cấp vào 3 cụm ống phun của tầng tuốc bin.

Khi cần điều chỉnh lượng hơi qua tuốc bin, ta chỉ cần thay đổi số lượng van điều chỉnh được mở. Khi nhỏ tải chỉ cần một phần van điều chỉnh 5 mở. Khi hết tải thì toàn bộ các van điều chỉnh 5 được mở.

Phương pháp điều chỉnh công suất tuốc bin bằng cách điều chỉnh lượng công chất vào tuốc bin được sử dụng rộng rãi trong trường hợp tàu hoạt động cần có sự biến tải lớn. Hiện nay tàu tuốc bin thường là những tàu lớn có hành trình dài, cập cảng ít, thời gian cập cảng nhanh, nên hình thức điều chỉnh công suất bằng cách điều chỉnh số lượng van cấp hơi ít được sử dụng, mà chủ yếu sử dụng phương pháp điều chỉnh bằng điều chỉnh độ mở của van tiết lưu điều chỉnh (van cấp hơi chính).

Đặc điểm của điều chỉnh công suất tuốc bin bằng cách điều chỉnh số lượng các van cấp hơi điều chỉnh 5 là có khả năng dễ dàng quá tải động cơ: $N_{\max} = 1,15 \div 1,20 N_{\text{đm}}$.

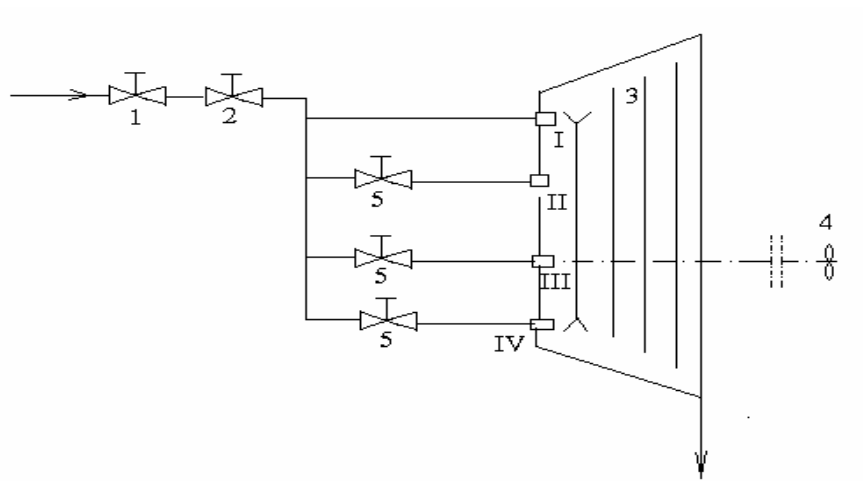
Ưu điểm của phương pháp điều chỉnh công suất bằng cách đóng mở các van cấp hơi điều chỉnh:

- Hiệu suất ở tải bộ phận cao hơn so với điều chỉnh tiết lưu.
- Khả năng quá tải của động cơ lớn (lên đến 20%), (điều chỉnh công suất tuốc bin bằng phương pháp tiết lưu van hơi chính không có khả năng quá tải động cơ).
- Khả năng quá tải của động cơ không hạn chế về thời gian.

Nhược điểm:

- Đắt tiền và cấu tạo phức tạp.
- Gây nên chênh lệch nhiệt độ ở tầng tuốc bin.
- Gây nên sự thay đổi nhiệt độ lớn ở điều kiện biến tải.
- Hiện nay ít sử dụng phương pháp điều chỉnh này.

III. ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT BẰNG CÁCH ĐIỀU CHỈNH KẾT HỢP CẢ ĐIỀU CHỈNH VỀ KHỐI LƯỢNG VÀ ĐIỀU CHỈNH VỀ CHẤT LƯỢNG



Hình 3.31. Sơ đồ điều chỉnh công suất tuốc bin bằng cách điều chỉnh kết hợp cả điều chỉnh về khối lượng và điều chỉnh về chất lượng.

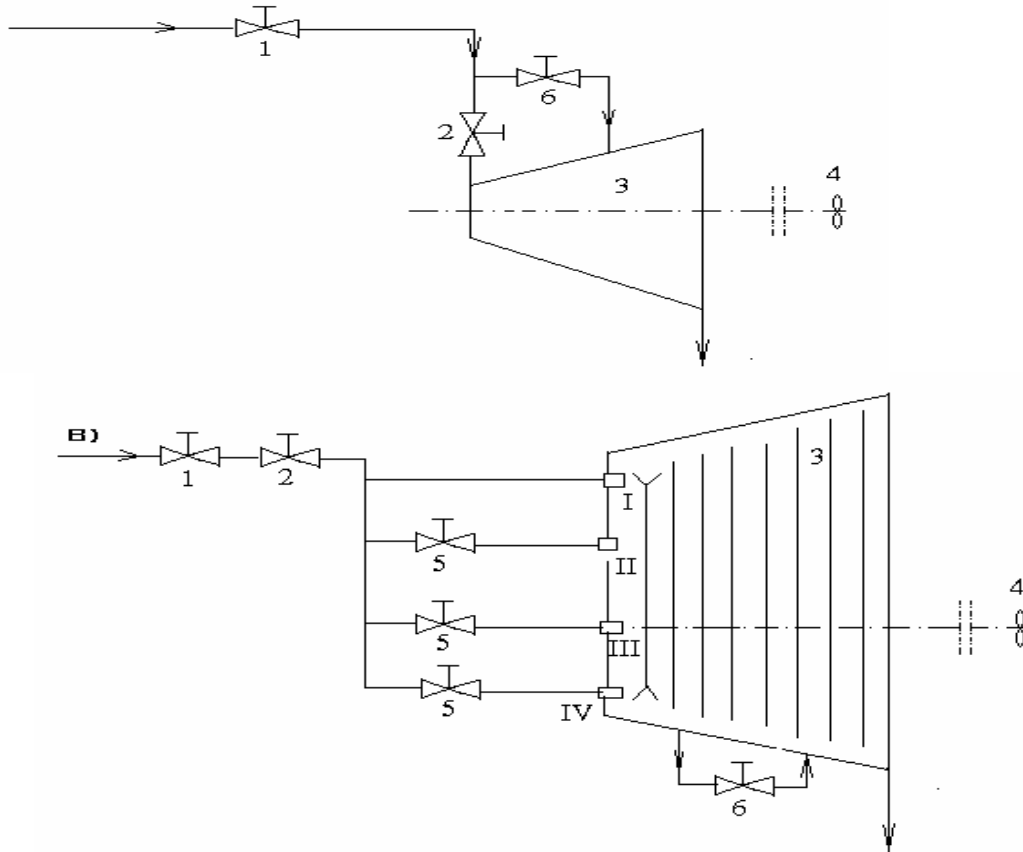
Ta có:

- 1 – van đóng nhanh.
- 2 – van tiết lưu điều chỉnh (van cấp hơi chính).
- 3 – tuốc bin.
- 4 – chân vịt.
- 5 – các van điều chỉnh
- I, II, III, IV – các cụm ống phun.

Phương pháp điều chỉnh này là sự kết hợp của cả hai phương pháp trên. Bên cạnh điều chỉnh bằng cách tiết lưu van điều chỉnh chính, ta còn điều chỉnh việc đóng mở các van điều chỉnh phụ để điều chỉnh lượng hơi vào tuốc bin (hình 3.31).

Công suất của tuốc bin được điều chỉnh thông qua việc điều chỉnh độ mở của van tiết lưu điều chỉnh 2 và việc đóng, mở các van điều chỉnh 5. Bằng cách này chúng ta kết hợp được cả 2 phương pháp điều chỉnh về số lượng và điều chỉnh về chất lượng.

IV. ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT TUỐC BIN BẰNG CÁCH TRÍCH MỘT PHẦN HƠI VÀO CÁC TẦNG THỨ CẤP



Hình 3.32. Sơ đồ điều chỉnh công suất tuốc bin bằng cách trích một phần hơi vào các tầng thứ cấp

1. Trích hơi từ bên ngoài tuốc bin.
2. Trích hơi từ bên trong tuốc bin.

Điều chỉnh công suất tuốc bin bằng cách trích một phần hơi vào các tầng thứ cấp ta có trích hơi từ bên ngoài và trích hơi từ bên trong tuốc bin.

Phương trình dòng chảy qua các tầng tuốc bin có hơi trích, được xác định theo stodolli-prugela:

$$\frac{G'}{G} = \sqrt{\frac{p_0^2 - p_1^2}{(p_0')^2 - (p_1')^2}}$$

G – lưu lượng dòng hơi, khi không có hơi trích

G' – lưu lượng dòng hơi khi có hơi trích.

p_0, p_1 – áp suất dòng hơi vào và ra tầng tuốc bin khi không có hơi trích.

p'_0, p'_1 – áp suất dòng hơi vào và ra tầng tuốc bin khi có hơi trích.

Điều chỉnh lượng hơi trích qua van trích hơi 6 đến các tầng sau của tuốc bin ta có thể điều chỉnh được công suất của tuốc bin.

V. ĐIỀU CHỈNH CÔNG SUẤT TUỐC BIN BẰNG PHƯƠNG PHÁP HỖN HỢP

Điều chỉnh theo phương pháp hỗn hợp là kết hợp 2 hay nhiều phương pháp điều chỉnh trên. Phương pháp điều chỉnh kết hợp phụ thuộc vào các loại tàu và mục đích sử dụng của tàu. Ví dụ tàu khách ngoài công suất khai thác còn cần công suất để ma nơ, nên có thể dùng phương pháp điều chỉnh về chất lượng và số lượng. Nếu tàu hoạt động có nhu cầu thay đổi tải lớn thì áp dụng phương pháp điều chỉnh bằng hơi trích (ví dụ tàu quân sự).

CHƯƠNG 6. ĐẢO CHIỀU HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN TÀU THỦY

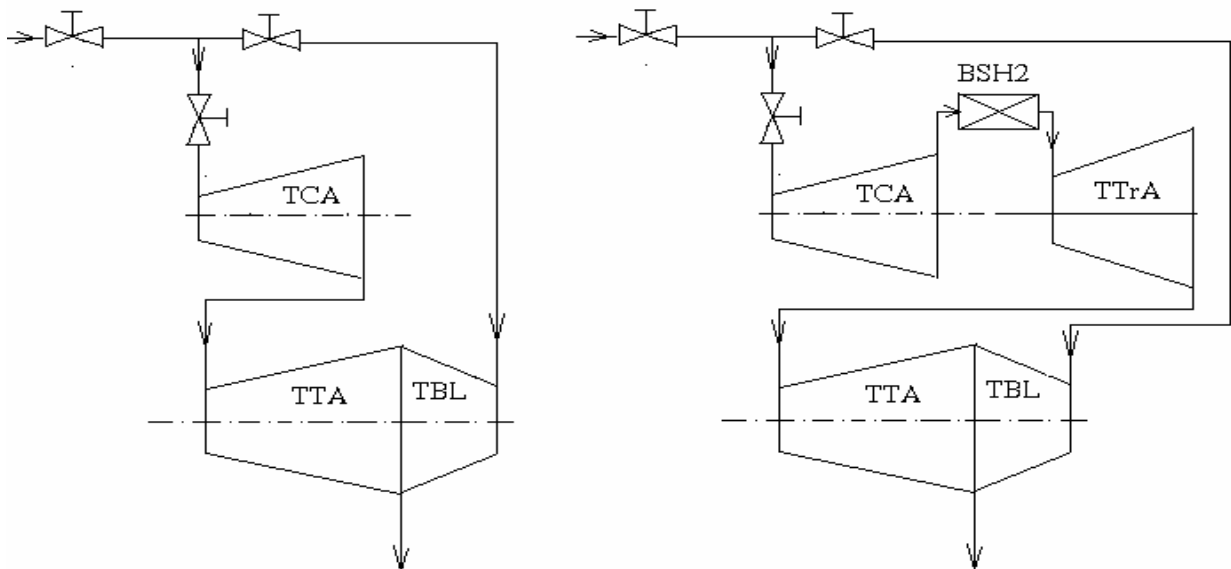
I. ĐẢO CHIỀU HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN HƠI NƯỚC TÀU THUYỀN BẰNG TUỐC BIN LÙI

Hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy phải đảm bảo được cho tàu hành trình lùi. Theo quy định của đăng kiểm thì hệ động lực tuốc bin tàu thủy có hộp số kiểu bánh răng phải đảm bảo trong vòng 15' cung cấp được công suất của hành trình lùi bằng 40% công suất định mức của hành trình tiến, vòng quay bằng 70% vòng quay định mức của hành trình tiến. Trong mọi trường hợp tuốc bin lùi phải đảm bảo khả năng manơ của tàu ở các điều kiện khai thác khác nhau. Cánh tuốc bin được chế tạo để tạo ra chiều quay chỉ về một hướng, vì vậy để có thể đảo chiều chuyển động của trục theo chiều ngược lại, cánh tuốc bin lùi phải có profin ngược lại 180^0 so với profin của cánh tuốc bin hành trình tiến và cánh dẫn của các ống giãn nở cũng quay ngược một góc bằng 180^0 .

Lắp đặt thêm tuốc bin lùi cho hệ động lực sẽ làm tăng thêm số lượng các tầng của tuốc bin, làm tăng giá thành của động cơ chính, làm tăng chiều dài của tuốc bin.

Trong thực tế có hai phương pháp thiết kế tuốc bin lùi:

- Thiết kế tuốc bin lùi riêng biệt.
- Thiết kế tuốc bin lùi trong cùng một thân với tuốc bin tiến, trường hợp này thường là tuốc bin thấp áp.



Hình 3.33. Một số sơ đồ bố trí tuốc bin lùi trong hệ động lực hơi nước

TCA – tuốc bin cao áp.

TTA – tuốc bin thấp áp.

TTrA – tuốc bin trung áp

TBL – tuốc bin lùi.

BSH2 – bộ quá nhiệt lần 2 (bộ sấy hơi lần 2).

II. ĐẢO CHIỀU HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN HƠI NƯỚC TÀU THUYỀN BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP KHÁC

Ngoài việc dùng tuốc bin lùi để đảo chiều của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy trong thực tế áp dụng một số phương pháp khác để đảo chiều hệ động lực tuốc bin như:

- Dùng ly hợp đảo chiều kiểu bánh răng.
- Dùng ly hợp đảo chiều kiểu thủy lực.
- Dùng ly hợp đảo chiều kiểu động cơ điện.
- Dùng chân vịt biến bước.

Ly hợp đảo chiều kiểu bánh răng được dùng nhiều ở hệ động lực diesel tàu thủy công suất nhỏ và vừa, rất ít dùng ở hệ động lực hơi nước tàu thủy.

Ly hợp đảo chiều kiểu thủy lực có hiệu suất thấp, hệ thống đảo chiều phức tạp, khả năng giảm tốc nhỏ nên cũng rất ít dùng cho hệ động lực tuốc bin tàu thủy.

Ly hợp đảo chiều kiểu động cơ điện có giá thành cao, làm tăng lượng tiêu dùng chất đốt, tăng khối lượng của hệ thống nên hầu như không được dùng cho hệ động lực tuốc bin tàu thủy.

Dùng chân vịt biến bước để đảo chiều hệ động lực được áp dụng rộng rãi trên hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy hiện nay, vì các lý do sau:

- Có khả năng sử dụng 100% công suất của động cơ chính.
- Chiều quay của động cơ không cần thay đổi.
- Có thể sử dụng máy phát đồng trục.
- Có thể lai các động cơ khác (như bơm cấp nước chính của hệ thống).
- Tăng hiệu suất chung của hệ thống.
- Thời gian và quãng đường hãm tàu ngắn hơn nhiều.

III. QUÁ TRÌNH MANƠ TỪ TIẾN SANG LÙI CỦA HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN HƠI NƯỚC TÀU THỦY

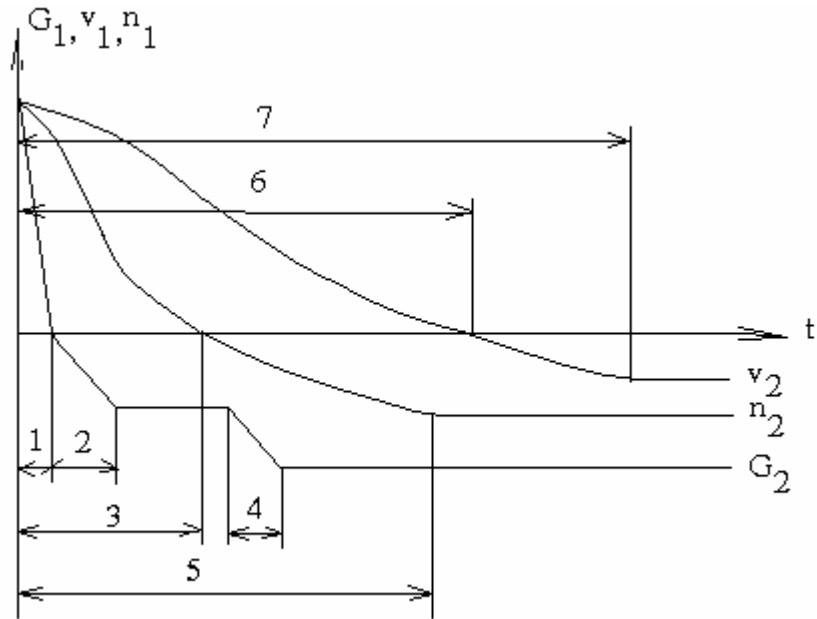
Quá trình manơ từ tiến sang lùi của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy đòi hỏi phải dừng tuốc bin tiến và khởi động tuốc bin lùi.

Muốn dừng tuốc bin tiến phải đóng van cấp hơi vào tuốc bin tiến. Đóng van cấp hơi vào tuốc bin tiến không làm cho tuốc bin tiến dừng quay ngay, vì quán tính của rôto tuốc bin, quán tính của hộp số, của trục chân vịt và chân vịt rất lớn làm cho thời gian dừng tuốc bin kéo dài. Quá trình manơ từ tiến sang lùi của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy là quá trình rất phức tạp và được biểu diễn trên hình 3.34.

Quá trình manơ từ tiến sang lùi của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy bao gồm các giai đoạn:

- Đóng van cấp hơi vào hành trình tiến (đoạn 1), lưu lượng hơi giảm từ G_1 đến $G = 0$, tốc độ quay của tuốc bin n và tốc độ tàu v giảm một ít.
- Mở từ từ van cấp hơi vào tuốc bin lùi (mở 1/2 van), nhằm mục đích hãm trục tuốc bin. Van cấp hơi vào tuốc bin lùi phải mở từ từ do đó độ dốc của đoạn (2) nhỏ hơn đoạn (1). Vận tốc quay n của tuốc ngày càng giảm nhanh hơn và sau thời gian (3) $n = 0$. Bắt đầu từ thời điểm 3 tuốc bin quay theo chiều ngược lại, lúc này hành trình của tàu vẫn là hành trình tiến (tàu đi tiến).
- Ngay sau khi tuốc bin dừng $n = 0$, mở van cấp hơi cho tuốc bin lùi đến hết. Thời gian mở hết van cấp hơi cho hành trình lùi là đoạn 4, tại thời điểm 4 lưu lượng hơi cấp vào

cho hành trình lùi đạt giá trị ổn định $G = G_2$. Tốc bin tăng tốc độ quay lùi đến 5, sau thời gian 5 tốc độ quay của tốc bin ổn định $n = n_2$.
 Tốc độ tàu v tiếp tục giảm đến thời điểm 6 ta có $v = 0$, sau thời điểm 6 tàu bắt đầu lùi. Tại điểm 7 tàu đạt tốc độ lùi ổn định $v = v_2$. Như vậy toàn bộ quá trình đảo chiều của tốc bin được thể hiện trong khoảng thời gian 7.



Hình 3.34. Quá trình manơ từ tiến hết sang lùi hết của hệ động lực tốc bin hơi nước tàu thủy.

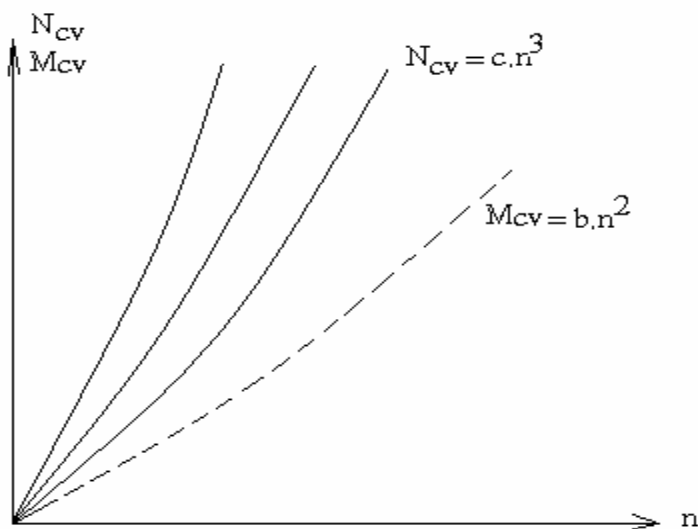
Quá trình đảo chiều là quá trình vô cùng khó khăn và lâu dài. Ví dụ với tàu tốc bin có công suất 14700 kW (khoảng 20.000 ml), tải trọng tàu 20.000 t, vận tốc tàu $v_1 = 20$ hải lý/h, thì thời gian (1) = 5÷10 s; thời gian (3) = 40÷50s; thời gian kể từ khi bắt đầu manơ đến khi dừng tàu (thời gian dừng tàu) là đoạn (6) = 200s. Quãng đường kể từ khi bắt đầu manơ đến khi dừng tàu (quãng đường hãm tàu) khoảng 1000m.

CHƯƠNG 7. PHỐI HỢP CÔNG TÁC CỦA TỐC BIN VÀ CHÂN VỊT

I. ĐẶC TÍNH CỦA CHÂN VỊT

Trong điều kiện làm việc ổn định của tàu, vận tốc tịnh tiến của chân vịt tỷ lệ thuận với tốc độ quay của chân vịt.

Giả thiết hệ số dòng cuốn theo không đổi, ta có vận tốc tàu tỷ lệ thuận với tốc độ quay của chân vịt.



Hình 3.35. Đặc tính môment và công suất của chân vịt theo số vòng quay

Môment quay chân vịt được tính bằng biểu thức:

$$M_{cv} = k_M \rho D^3 n^2$$

k_M – hệ số môment quay.

ρ – mật độ của nước.

D – đường kính chân vịt.

n – tốc độ quay.

Đặt $k_M \rho D^3 = b$, ta có:

$$M_{cv} = b.n^2$$

Từ công thức tính công suất ta có:

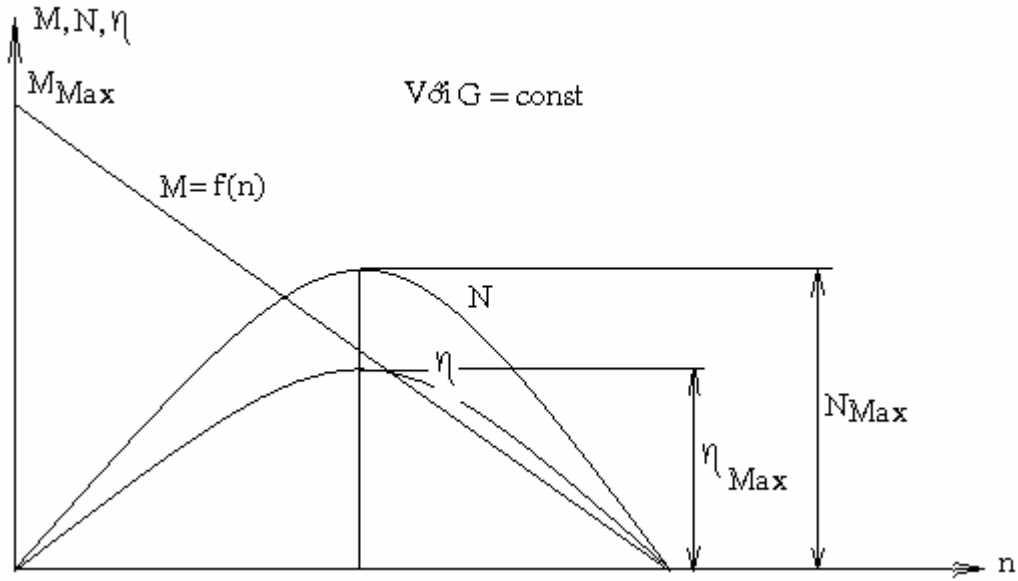
$$N_{cv} = \omega \cdot M_{cv} = \frac{\pi \cdot n}{30} M_{cv} = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot b \cdot n^2$$

Đặt $\pi b/30 = c$ ta có :

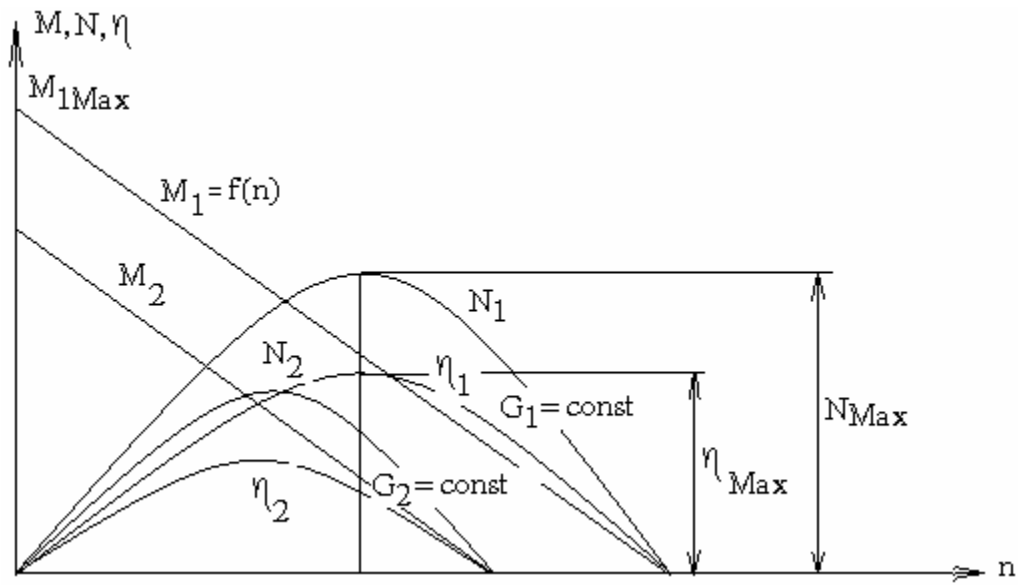
$$N_{cv} = c.n^3$$

II. ĐẶC TÍNH NGOÀI CỦA TUỐC BIN

Các thông số thể hiện đặc tính của tầng tuốc bin hoặc tuốc bin là: công suất N , môment quay trên trục M , vòng quay của rôto n , lưu lượng hơi G , hiệu suất của tuốc bin η , nhiệt giáng lý thuyết h_t . Mối quan hệ giữa các thông số này thể hiện đặc tính ngoài của động cơ tuốc bin. Quan trọng nhất là mối quan hệ giữa các thông số N , M , η và n .



Hình 3.36. Đặc tính của động cơ tuốc bin với $G = \text{const}$.



Hình 3.37. Đặc tính của động cơ tuốc bin với G thay đổi

Giả sử $G = \text{const}$

$h_t = \text{const}$

do $n \neq n_n$

Ta có mômen quay do tuốc bin tạo ra:

$$M = 0,5 d G (w_{1u} + w_{2u}) = 0,5 d G (c_{1u} + c_{2u})$$

Ở đây:

d – đường kính cánh trong tầng [m].

G – lưu lượng hơi qua tuốc bin [kg/s].

Ở điều kiện định mức:

$$M_n = 0,5 d G_n (c_{1un} + c_{2un})$$

Coi gần đúng $c_{1u} = c_{1un}$, và từ tam giác tốc độ ta có:
 $c_{2u} = c_{2un} + u_2 - u$

vì vậy: $M = 0,5dG(c_{1un} + c_{2un} + u_n - u)$; mà $u = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \left[\frac{m}{s} \right]$

Vậy khi n tăng thì u tăng và M giảm.

Với $u = u_n$, môment quay đạt giá trị định mức.

Với $u = 0$, khi đó tuốc bin dừng và môment đạt giá trị cực đại.

$M_{Max} = 0,5dG(c_{1un} + c_{2un} + u_n)$.

Từ đó ta có:

$M = M_{Max} - 0,5dGu_n n/n_n$.

$M = M_{Max} - (M_{Max} - M_0)n/n_n$.

Từ công thức tính công suất ta có:

$N = f(M.n)$; suy ra $N = f(n^2)$

Ta xây dựng được đặc tính của động cơ (tuốc bin) thể hiện trên hình 3.36; 3.37.

III. PHỐI HỢP CÔNG TÁC GIỮA CHÂN VỊT VÀ ĐỘNG CƠ TUỐC BIN

1. Phối hợp công tác giữa chân vịt định bước và động cơ tuốc bin

Hình 3.38 thể hiện sự phối hợp công tác giữa chân vịt định bước và động cơ tuốc bin, trên hình 3.38 ta có:

1) – Phối hợp công tác giữa chân vịt định bước và động cơ tuốc bin trong điều kiện làm việc ổn định. Điểm 1 là giao điểm của đặc tính động cơ và đặc tính chân vịt, là điểm làm việc ổn định của hệ thống động cơ tuốc bin – chân vịt. Tại điểm 1 công suất của động cơ phát ra bằng công suất của chân vịt nhận được.

2) - Phối hợp công tác giữa chân vịt định bước và động cơ tuốc bin khi lưu lượng hơi vào tuốc bin không đổi, ở các điều kiện sóng gió, tải trọng hàng hoá của tàu khác nhau:

A – điều kiện làm việc ban đầu của chân vịt.

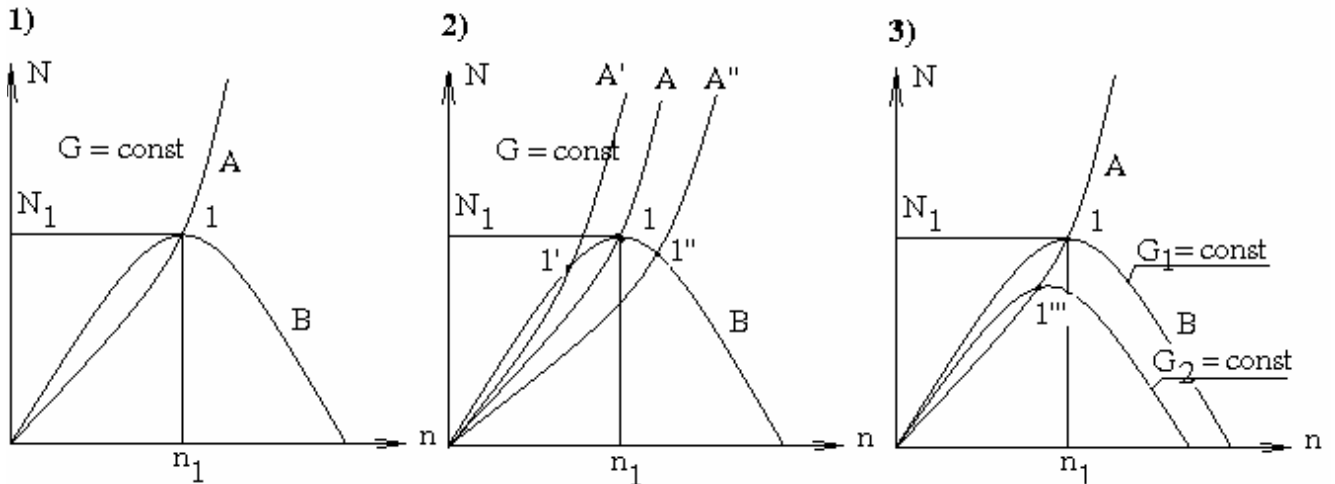
A' - điều kiện làm việc nặng nề hơn của chân vịt (sóng, gió lớn hơn, tải trọng hàng lớn hơn).

A'' - điều kiện làm việc nhẹ nhàng hơn của chân vịt (sóng, gió thuận lợi hơn, tải trọng hàng nhỏ hơn).

Các điểm: 1, 1', 1'' là các điểm làm việc khác nhau của hệ thống ở các điều kiện làm việc khác nhau của chân vịt ứng với A, A', A''.

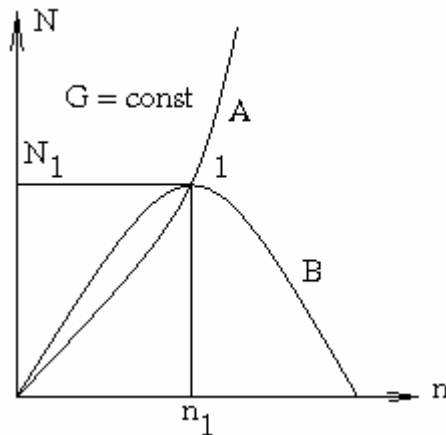
3) – phối hợp công tác giữa chân vịt định bước và động cơ tuốc bin khi lưu lượng hơi vào tuốc bin thay đổi.

Điểm 1 và điểm 1''' là những điểm làm việc khác nhau của hệ thống, ứng với lượng hơi cấp vào tuốc bin thay đổi G_1 và G_2 .



Hình 3.38. Phối hợp công tác giữa chân vịt định bước và động cơ tốc bin

2. Phối hợp công tác giữa chân vịt biến bước và động cơ tốc bin



Hình 3.39. Phối hợp công tác giữa chân vịt biến bước và động cơ tốc bin

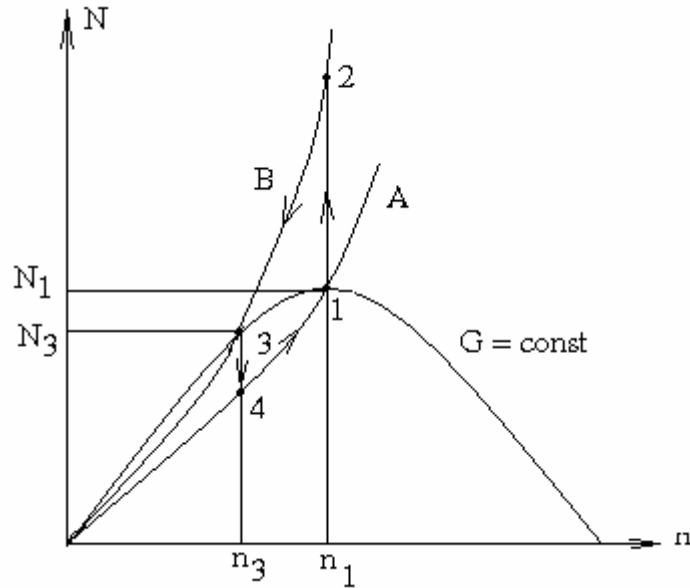
Khi điều kiện hàng hải thay đổi, như khi đặc tính chân vịt nặng nề hơn, đặc tính chân vịt A chuyển dịch về bên trái. Khi đó chỉ cần giảm bước chân vịt (giảm tỷ số H/D của chân vịt) ta điều chỉnh được đặc tính của chân vịt, đưa đặc tính của chân vịt về lại đường đặc tính A duy trì chế độ làm việc của hệ động lực tốc bin tại điểm 1. Tại đây động cơ phát ra công suất N_1 và vòng quay là n_1 .

Khi điều kiện hàng hải thuận lợi hơn đặc tính chân vịt A chuyển dịch về bên phải. Khi đó chỉ cần tăng bước chân vịt (tăng tỷ số H/D của chân vịt) ta điều chỉnh được đặc tính của chân vịt, đưa đặc tính của chân vịt về lại đường đặc tính A duy trì chế độ làm việc của hệ động lực tốc bin tại điểm 1. Tại đây động cơ phát ra công suất N_1 và vòng quay là n_1 .

Như vậy sử dụng chân vịt biến bước cho phép động cơ tốc bin luôn luôn làm việc ở chế độ tối ưu nhất (như công suất phát ra của động cơ là tối ưu, hiệu suất của động cơ là lớn nhất v.v...).

3. Quá trình thay đổi chế độ làm việc của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thuỷ

Hình 3.40 thể hiện quá trình thay đổi chế độ làm việc của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thuỷ và chân vịt định bước, với giả thiết đặc tính của động cơ tuốc bin không thay đổi $G = \text{const}$.



Hình 3.40. Quá trình thay đổi chế độ làm việc của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thuỷ với chân vịt định bước.

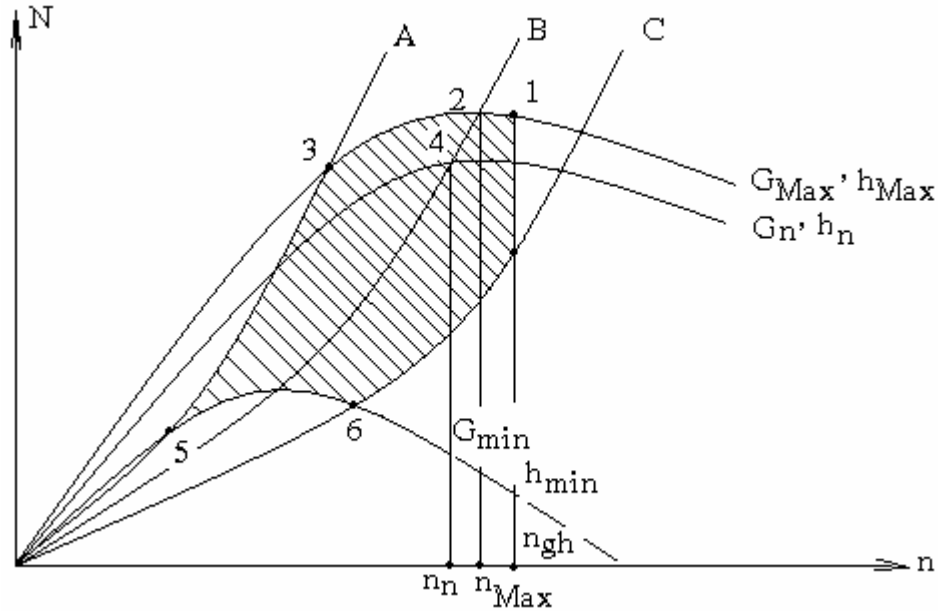
Khi điều kiện làm việc của tàu thay đổi nặng nề hơn, đặc tính chân vịt thay đổi từ A đến B. Lúc đầu tốc độ quay của động cơ và chân vịt chưa thay đổi $n = n_1$, công suất phát ra của động cơ tuốc bin là N_1 , công suất chân vịt cần là $N_2 > N_1$. Công suất phát ra nhỏ hơn công suất cần cho chân vịt, do đó tốc độ quay của chân vịt và động cơ giảm đi từ n_1 đến n_3 ; khi đó công suất của động cơ giảm theo đường đặc tính động cơ từ 1-3, công suất chân vịt cần giảm đi theo đường đặc tính chân vịt 2-3. Tại điểm 3, công suất phát ra và công suất tiêu thụ cân bằng nhau, xác lập chế độ làm việc mới của hệ động lực.

Khi điều kiện làm việc của tàu thay đổi thuận lợi hơn, ví dụ đặc tính chân vịt thay đổi từ B đến A, điểm làm việc ban đầu là điểm 3. Khi đặc tính chân vịt thay đổi từ B sang A, lúc đầu tốc độ quay của động cơ và chân vịt chưa thay đổi $n = n_3$, công suất phát ra của động cơ tuốc bin là N_3 , công suất chân vịt cần là $N_4 < N_3$. Công suất phát ra lớn hơn công suất cần cho chân vịt, do đó tốc độ quay của chân vịt và động cơ tăng lên từ n_3 đến n_1 ; khi đó công suất của động cơ tăng theo đường đặc tính động cơ từ 3-1, còn công suất chân vịt cần tăng lên theo đường 4-1. Tại điểm 1, công suất phát ra và công suất tiêu thụ cân bằng nhau, xác lập chế độ làm việc mới của hệ động lực.

IV. VÙNG LÀM VIỆC CỦA TUỐC BIN HƠI TÀU THUỶ

Vùng làm việc của hệ động lực tốc bin được bao bởi các đường giới hạn G_{Max} , G_{min} , n_{Max} , các đặc tính A, C của chân vịt, trên hình 3.41 là vùng gạch chéo.

Trong thực tế khai thác hệ động lực tốc bin, để đảm bảo an toàn vùng làm việc nằm bên trong vùng giới hạn, tránh làm việc ở các đặc tính giới hạn.



Hình 3.41. Vùng làm việc của tốc bin hơi tàu thủy

Trên hình 3.41 ta có:

A – đặc tính chân vịt khi nặng tải nhất (đặc tính buộc tàu).

B – đặc tính của chân vịt ở điều kiện làm việc bình thường.

C – đặc tính chân vịt khi nhẹ tải nhất (tàu chạy ballast, xuôi sóng, xuôi gió).

n_{gh} - tốc độ giới hạn, tại đây bộ giới hạn tốc độ sẽ ngắt hơi cấp vào tốc bin, bảo vệ tốc bin khi tốc độ quá lớn.

n_{max} – tốc độ lớn nhất cho phép làm việc của tốc bin.

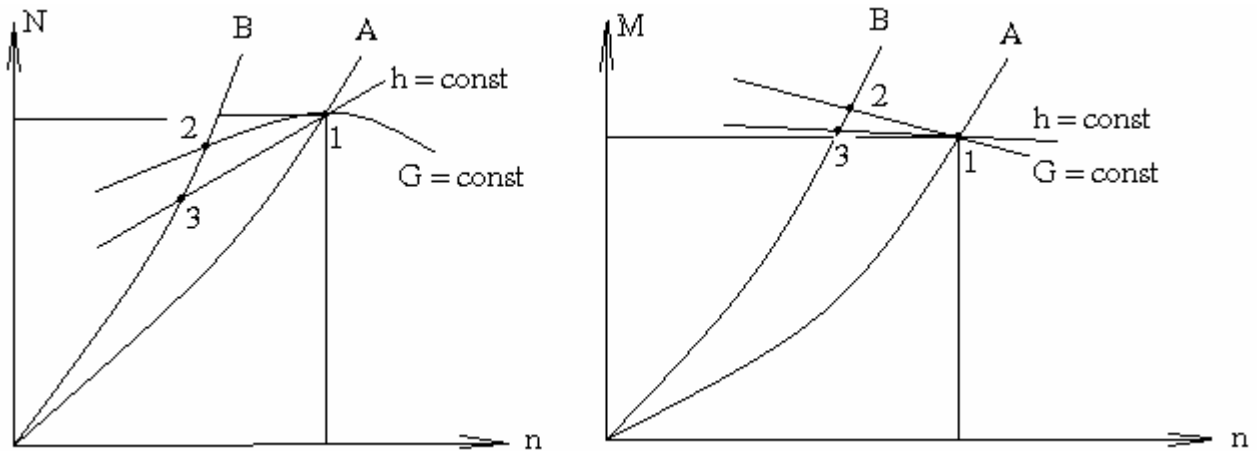
$$n_{gh} = (1,1 \div 1,2)n_{Max}$$

G_{Max} , h_{Max} – đặc tính cực đại của động cơ tốc bin, ứng với khi lượng hơi cấp vào G và nhiệt giáng h là lớn nhất.

G_{dm} , h_{dm} – đặc tính định mức của động cơ tốc bin, ứng với khi lượng hơi cấp vào G và nhiệt giáng h là định mức.

G_{min} , h_{min} - đặc tính cực tiểu của động cơ tốc bin khi lượng hơi cấp vào G và nhiệt giáng h là nhỏ nhất.

V. SO SÁNH ĐẶC TÍNH CÔNG TÁC CỦA HỆ ĐỘNG LỰC TUỐC BIN HƠI NƯỚC VÀ HỆ ĐỘNG LỰC DIESEL TÀU THUYỀN



Hình 3.42. So sánh đặc tính công tác của hệ động lực tuốc bin hơi nước và hệ động lực diesel tàu thủy.

Trên hình 3.42 ta có:

$G = \text{const}$ – là đặc tính của động cơ tuốc bin.

$h = \text{const}$ – là đặc tính của động cơ diesel tàu thủy.

1 – điểm làm việc chung của hệ động lực tuốc bin hơi nước và hệ động lực diesel tàu thủy, ứng với đặc tính chân vịt A.

2 – điểm làm việc của hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy, ứng với đặc tính chân vịt B – nặng tải hơn.

3 – điểm làm việc của hệ động lực diesel tàu thủy, ứng với đặc tính chân vịt B – nặng tải hơn.

Giả sử khi đặc tính chân vịt là đường cong A, thì điểm làm việc của hệ động lực tuốc bin hơi nước và hệ động lực diesel tàu thủy là điểm 1. Khi điều kiện hàng hải thay đổi (khó khăn hơn), đặc tính chân vịt thay đổi từ đường cong A sang đường cong B. Khi đó điểm làm việc mới của hệ động lực tuốc bin hơi nước là điểm 2 (giao của đặc tính động cơ tuốc bin và đặc tính chân vịt B), điểm làm việc mới của hệ động lực diesel tàu thủy là điểm 3 (giao của đặc tính động cơ diesel và đặc tính chân vịt B). So sánh điểm 3 và điểm 2 ta có:

$$N_2 > N_3$$

$$M_2 > M_3$$

$$n_2 > n_3$$

Như vậy ở điều kiện làm việc mới khó khăn hơn, khi ta giữ nguyên lượng hơi cấp vào tuốc bin và giữ nguyên tay ga nhiên liệu của động cơ diesel, thì hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy làm việc với tốc độ quay, mô men, công suất lớn hơn hệ động lực diesel tàu thủy. Như vậy phối hợp công tác giữa động cơ tuốc bin hơi nước với chân vịt tốt hơn giữa động cơ diesel tàu thủy với chân vịt, hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy chịu tải tốt hơn, tàu tuốc bin hơi nước làm việc ổn định hơn khi tải thay đổi.

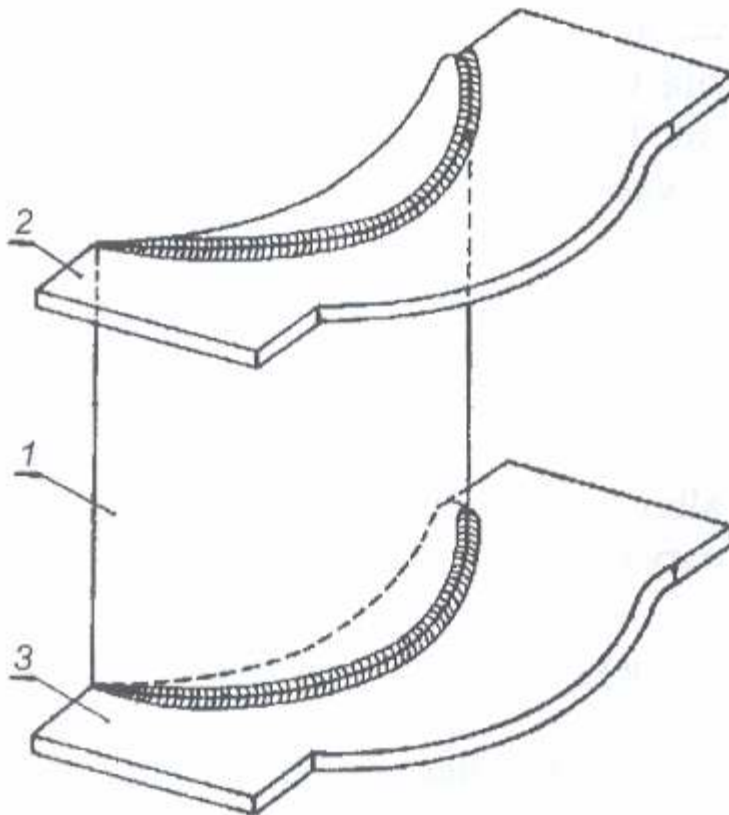
CHƯƠNG 8. KẾT CẤU TUỐC BIN HƠI TÀU THUY

I. CÁNH TĨNH VÀ ỐNG PHUN

1. Ống phun

Ống phun còn gọi là ống tăng tốc, là thiết bị dùng để biến thế năng của dòng hơi thành động năng.

a. Ống phun tầng đầu tiên



- 1 – Cánh ống phun.
- 2 – Tấm hàn trên.
- 3 – Tấm hàn dưới.

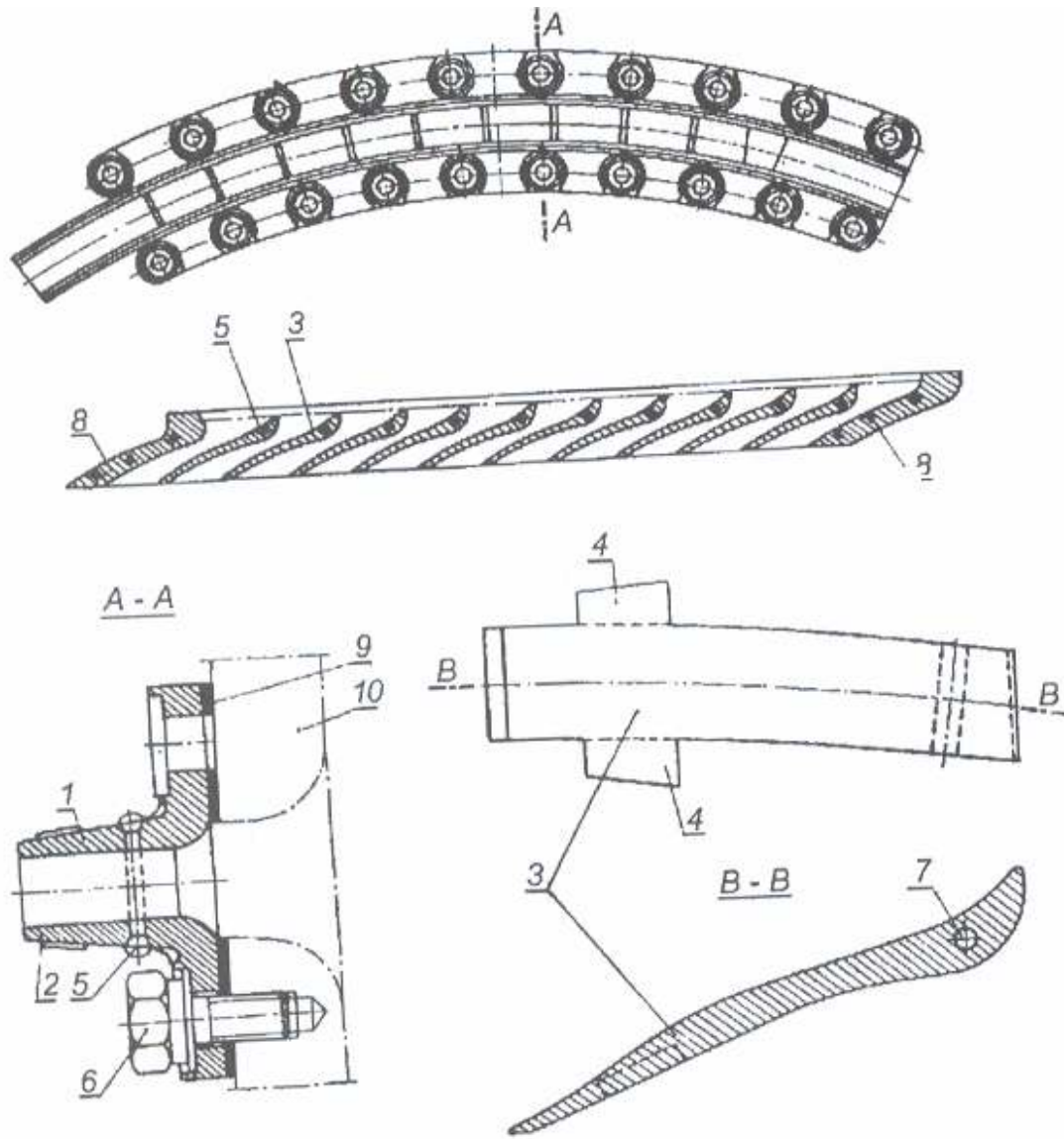
Hình 3.43. Ống phun được lắp kiểu hàn.

Cụm ống phun của tầng đầu tiên thường được gắn trực tiếp vào bên trong thân tuốc bin, hoặc gắn vào hộp ống phun bố trí trong thân tuốc bin. Ống phun có thể được đúc nguyên vẹn hoặc được chế tạo từng phần và ghép nối lại.

Cụm Ống phun được đúc nguyên vẹn từ gang hoặc đồng chế tạo rất đơn giản, nhưng khó làm bóng bề mặt ống, do đó tổn thất dòng hơi qua ống phun lớn, hiện nay rất ít dùng trong thực tế.

Cụm ống phun được chế tạo rời và ghép nối lại để làm bóng được bề mặt của ống phun, giảm được tổn thất dòng hơi qua ống phun [hình 3.44].

Ống phun chế tạo rời được làm từ thép chịu bền, chịu mòn tốt, nhưng có nhược điểm là lắp ráp phức tạp, khó làm kín những chỗ ghép nối, làm tăng tổn thất do dò lọt gây nên.

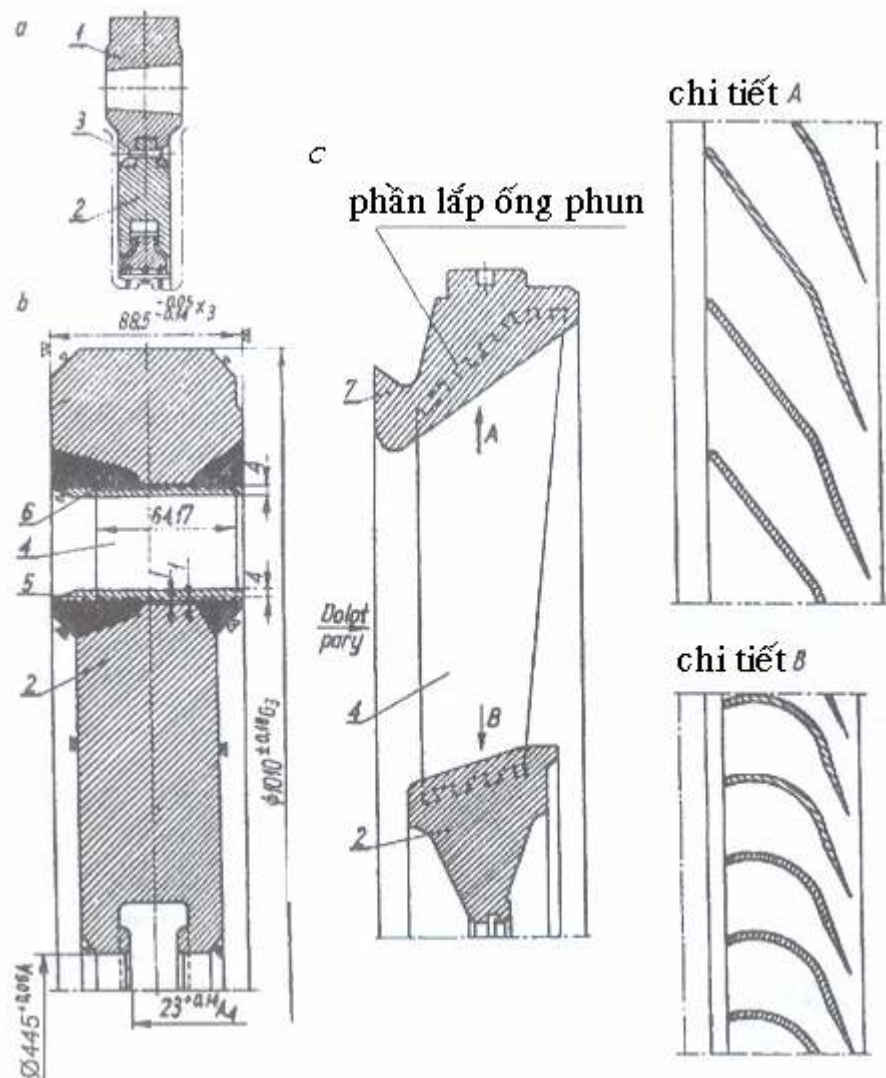


Hình 3.44. Ống phun chế tạo rời

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1 – Nửa trên của ống phun. | 2 – Nửa dưới của ống phun. |
| 3 – Profin của ống phun. | 4 – Cửa ra của ống phun. |
| 5 – Mối tán đinh. | 6 – Bulông. |
| 7 – Lỗ lắp mối tán đinh. | 8 – Vách chắn bên ngoài. |
| 9 – Vành đệm kín bằng đồng. | 10 – Thân tước bin. |

b. Ống phun ở các tầng trung gian

Ống phun ở các tầng trung gian được lắp trên bánh tĩnh, ống phun được cố định lên bánh tĩnh bằng cách hàn, bắt bulông hoặc tán đinh. Ống phun ở các tầng trung gian được chế tạo từ thép.



Hình 3.45. Ống phun ở các tầng trung gian.

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1 – Thân ống phun. | 2 – Bánh tĩnh. |
| 3 – Mối tán đỉnh. | 4 – Ống phun. |
| 5 – Tấm đệm dưới. | 6 – Tấm đệm trên. |
- a) Kết cấu kiểu tán đỉnh. b) Kết cấu kiểu hàn. c) Kết cấu kiểu đúc liền.

2. Bánh tĩnh

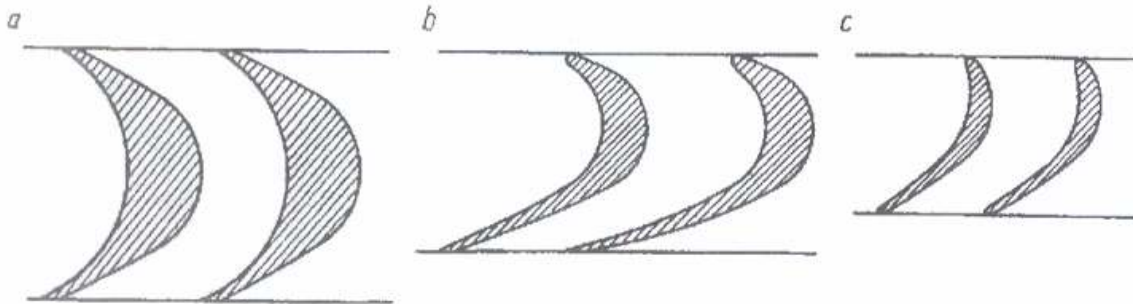
Trên Bánh tĩnh có lắp các ống phun hoặc cánh dẫn (cánh hướng). Cánh dẫn được sử dụng trong các tuốc bin xung kích, dùng để phân chia thân tuốc bin thành các tầng làm việc riêng rẽ.

Bánh tĩnh được chế tạo từ 2 nửa, nửa trên ghép nối với thân trên, nửa dưới ghép nối với thân dưới.

Bánh tĩn chịu tác động nhiệt độ cao của hơi nước, chịu tác động của rung động, chịu tác động của ứng suất nhiệt, chịu tác dụng của uốn, do đó vật liệu chế tạo bánh tĩn phải đảm bảo đủ độ bền cho bánh tĩn.

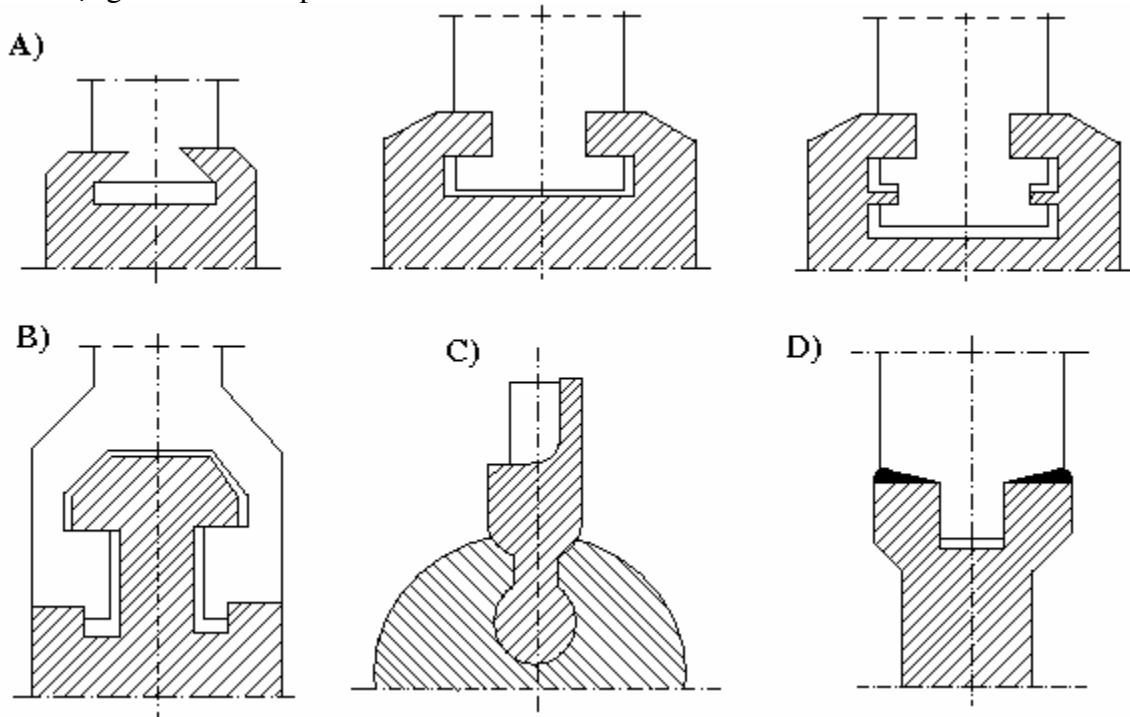
Bánh tĩn có thể được chế tạo từ thép đúc, gang đúc. Có thể được hàn và phay hoàn chỉnh cả bộ cánh, có thể được đúc và phay hoàn chỉnh cả bộ cánh và cũng có thể được hàn ghép các chi tiết sau khi cán hoặc rèn.

II. CÁNH ĐỘNG



Hình 3.46. Kết cấu của các loại cánh động.

- a) Cánh động của tuốc bin xung kích.
- b) Cánh động của tuốc bin xung kích có độ phản kích nhất định.
- c) Cánh động của tuốc bin phản kích.



Hình 3.47. Các phương pháp lắp cánh động lên trục tuốc bin.

- A) – cánh động được ép vào trục.
- B) – cánh động ép lên trục.
- C) – cánh động kết nối với trục kiểu tán đỉnh.
- D) – cánh động kết nối với trục kiểu hàn.

Cánh động được lắp lên trục của tuốc bin bằng cách ép vào trục, ép lên trục, bằng cách tán đỉnh hoặc hàn (hình 3.47).

Cánh động là chi tiết quan trọng nhất của tuốc bin. Hình dáng của cánh động, độ chính xác trong chế tạo cánh động ảnh hưởng rất lớn đến quá trình biến đổi năng lượng trong tuốc bin, ảnh hưởng đến hiệu suất của tuốc bin.

Cánh động của tuốc bin quay với vận tốc rất lớn, trong điều kiện làm việc khắc nghiệt: áp suất hơi, nhiệt độ hơi cao, nhất là ở các tầng đầu của tuốc bin và quay trong môi trường có các hạt nước ở các tầng cuối của tuốc bin. Vì vậy vật liệu chế tạo cánh động phải đủ bền, chịu được nhiệt độ cao, chịu được ứng suất nhiệt, chịu được ứng suất cơ, chịu được va đập thủy lực của các hạt nước (thủy kích). Hình dáng cánh phải được tính toán chính xác, công nghệ chế tạo và lắp ráp cũng phải chính xác.

Dao động của cánh động:

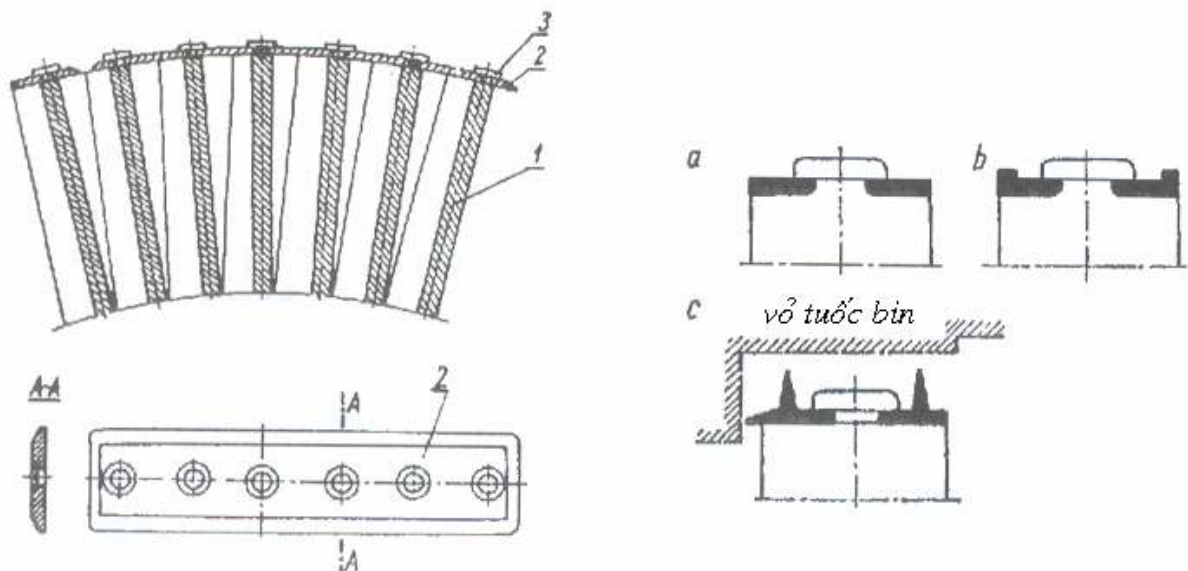
Cánh động thường được chế tạo bằng vật liệu có tính đàn hồi, dễ phát sinh ra dao động. Do tác động của các dòng hơi thổi vào từ các ống phun, cánh động của tuốc bin có các dao động sau:

- Dao động theo phương tiếp tuyến.
- Dao động theo phương dọc trục.
- Dao động xoắn.

Dao động của cánh tuốc bin thường được khử bởi chính khối lượng vật liệu của cánh động, hoặc của môi trường xung quanh (hơi nước). Nhưng nếu tần số dao động đạt giá trị cộng hưởng, thì dao động của cánh động càng tăng, có thể gây nên những hậu quả nghiêm trọng (như gãy cánh). Dao động của cánh động phụ thuộc vào loại xung, tần số của xung, phụ thuộc vào hình dáng, kích thước cánh và phương pháp lắp cánh.

Một trong những nguyên tắc để giảm dao động của cánh tuốc bin là các cánh được cố định với nhau thành từng cụm (có thể cố định vài cánh với nhau, nhưng cũng có thể cố định đến 20 cánh với nhau). Có 2 cách cố định các cánh để giảm dao động:

- Cố định các cánh động bằng các vành kín ở đỉnh cánh. Vành kín đỉnh cánh được lắp ráp vào cánh bằng cách tán đỉnh hoặc hàn.
- Cố định cánh bằng các dây đai kim loại, đường kính dây đai kim loại phụ thuộc vào chiều rộng cánh và bằng $4 \div 9\text{mm}$.



Hình 3.48. Vành cố định cánh động kiểu tán đinh

1 – Cánh động.

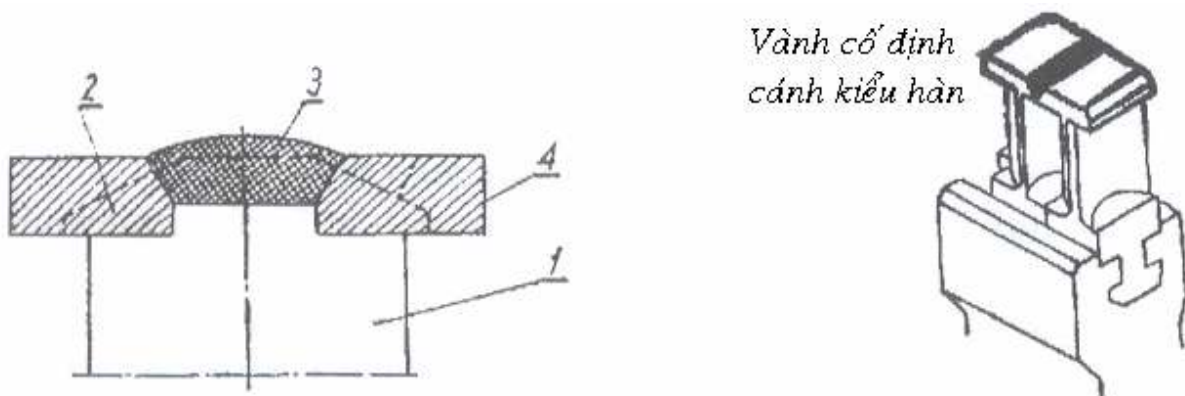
2 – Vành cố định cánh động.

3 – Tán đinh.

a) Mối tán đinh thẳng.

b) Mối tán đinh có gia cố.

c) Mối tán đinh với các tấm nhọn làm kín dọc trục và hướng kính.



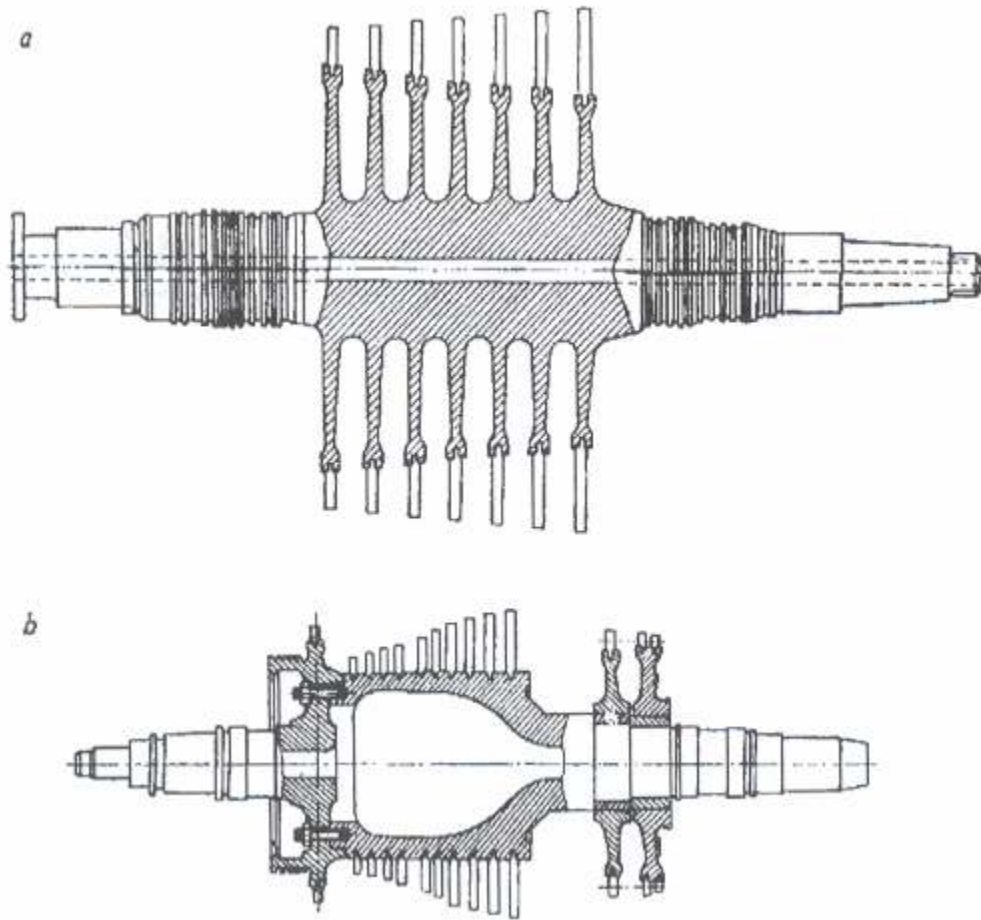
Hình 3.49 Vành cố định cánh động kiểu hàn

1 – Cánh động.

2 – Vành cố định.

3 – Mối hàn.

4 – Hình dáng của vành cố định.



Hình 3.51. Các loại trục tuốc bin

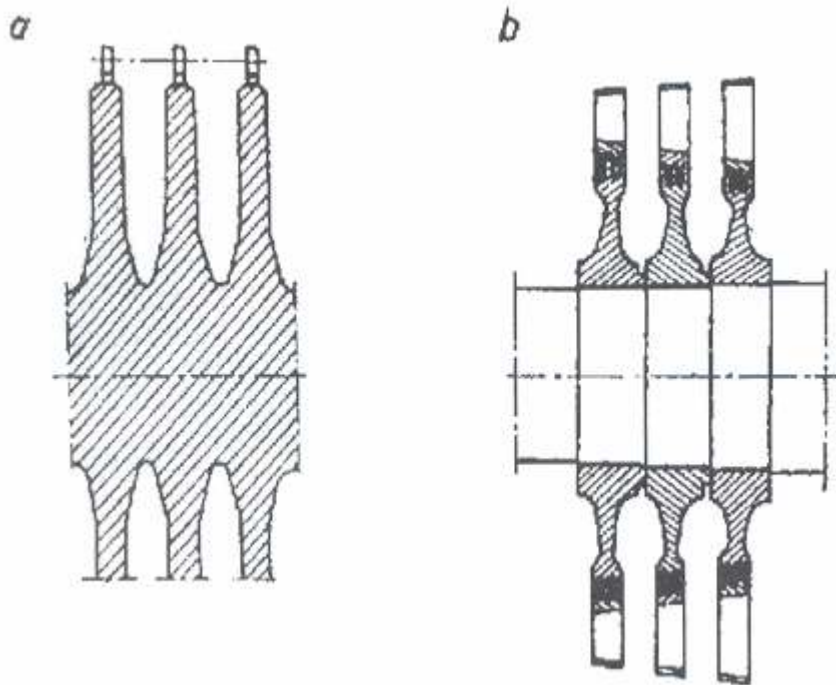
- a) Trục dạng đĩa.
- b) Trục dạng trống.

1. Trục dạng đĩa

Trục dạng đĩa thường được sử dụng trong tuốc bin xung kích. Trục dạng đĩa có thể được đúc liền thành một khối (cả trục và đĩa là một khối đúc), hoặc có thể được đúc rời (trục được đúc riêng và đĩa của các cánh động được đúc riêng, sau đó ghép lại với nhau). Việc gia công trục và đĩa liền 1 khối khó khăn hơn về công nghệ đúc, vì khuôn đúc có đường kính lớn. Gia công trục đĩa rời dễ dàng hơn, nhưng khó khăn hơn nhiều trong việc lắp ráp, vì số lượng các chi tiết lắp ráp chính xác giữa trục và đĩa rất nhiều.

Loại trục được sử dụng và hình dáng của đĩa phụ thuộc chủ yếu vào vận tốc vòng của đĩa. Với vận tốc vòng $u < 130\text{m/s}$ đĩa có chiều dày không đổi. Khi vận tốc lớn đến 170 m/s , phần cuối đĩa ghép với trục được gia cường bằng cách tăng chiều dày của đĩa. Khi vận tốc vòng lớn hơn đĩa có hình dáng đặc biệt, kích thước đĩa được xác định bằng cách tính toán.

Để dễ dàng lắp ráp và sửa chữa các đĩa cánh động, trục có cấu tạo đường kính khác nhau, đường kính lớn nhất ở giữa trục và giảm dần về 2 phía.



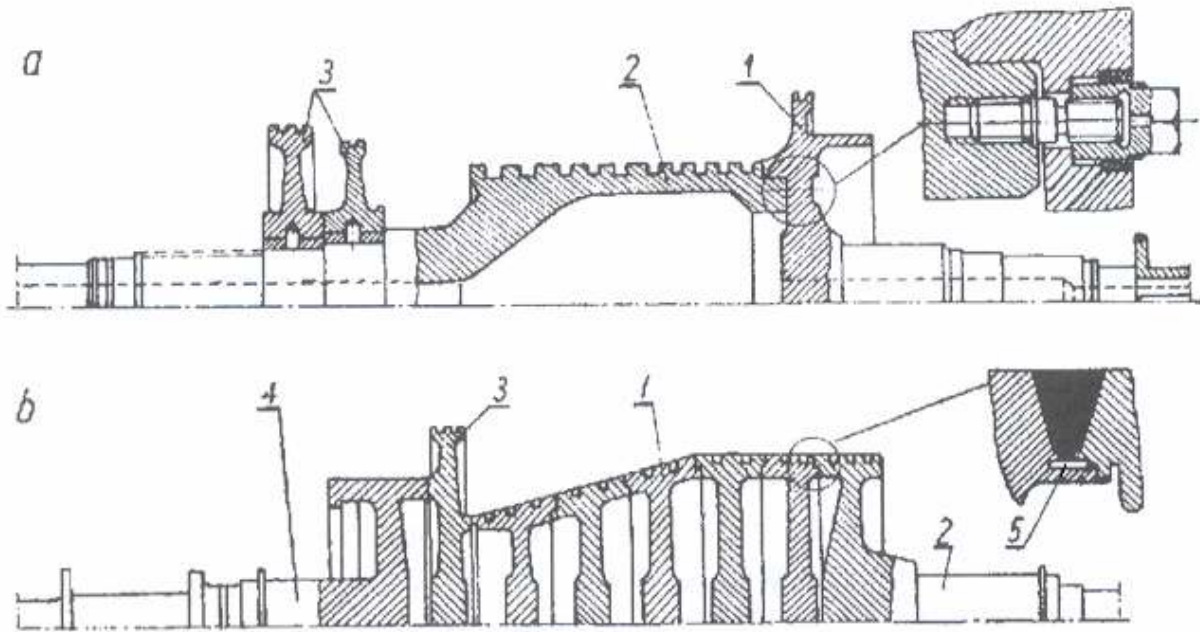
Hình 3.52. Các kiểu kết cấu của trục dạng đĩa

- a) Trục dạng đĩa đúc liền.
- b) Trục dạng đĩa đúc rời.

2. Trục dạng trống

Trục dạng trống được sử dụng chủ yếu ở tuốc bin phản kích. Trục dạng trống cũng có thể đúc liền hoặc đúc rời.

Trục dạng trống đúc rời thường được dùng cho các trục đường kính lớn, vì khi đó đúc liền trục sẽ quá nặng. Để giảm khối lượng, trục thường đúc rỗng ruột, vật liệu chế tạo trục cũng đòi hỏi chất lượng rất cao, giống như cho các cánh động, ngoài ra còn thoả mãn thêm các yếu tố như: có thể hàn tốt, có thể rèn tốt v.v... Ở tuốc bin có nhiệt độ $t < 580^{\circ}\text{C}$, trục được chế tạo bằng thép pelit, ở tuốc bin có nhiệt độ $t \geq 580^{\circ}\text{C}$, trục được chế tạo bằng thép austenit.



Hình 3.53. Kết cấu trục tuốc bin dạng trống

1 – Trục dạng trống.
3 – Tầng điều chỉnh.

2, 4 – Các đoạn đầu trục.
5 – không gian.

IV. THÂN TUỐC BIN

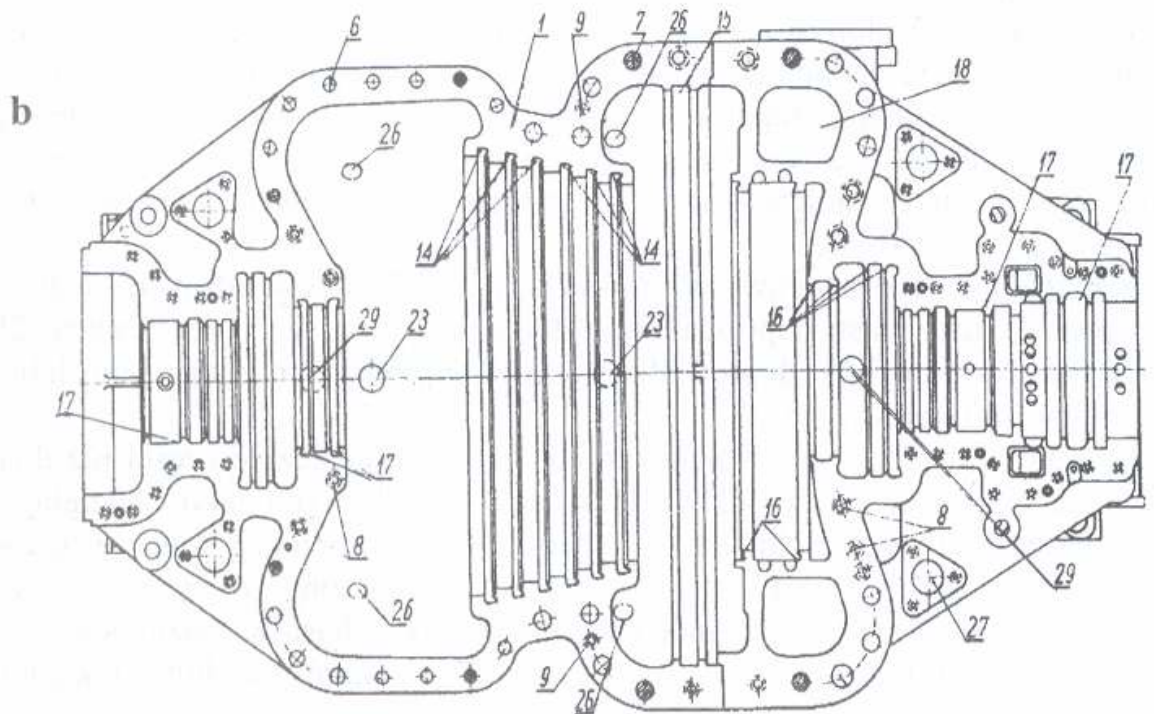
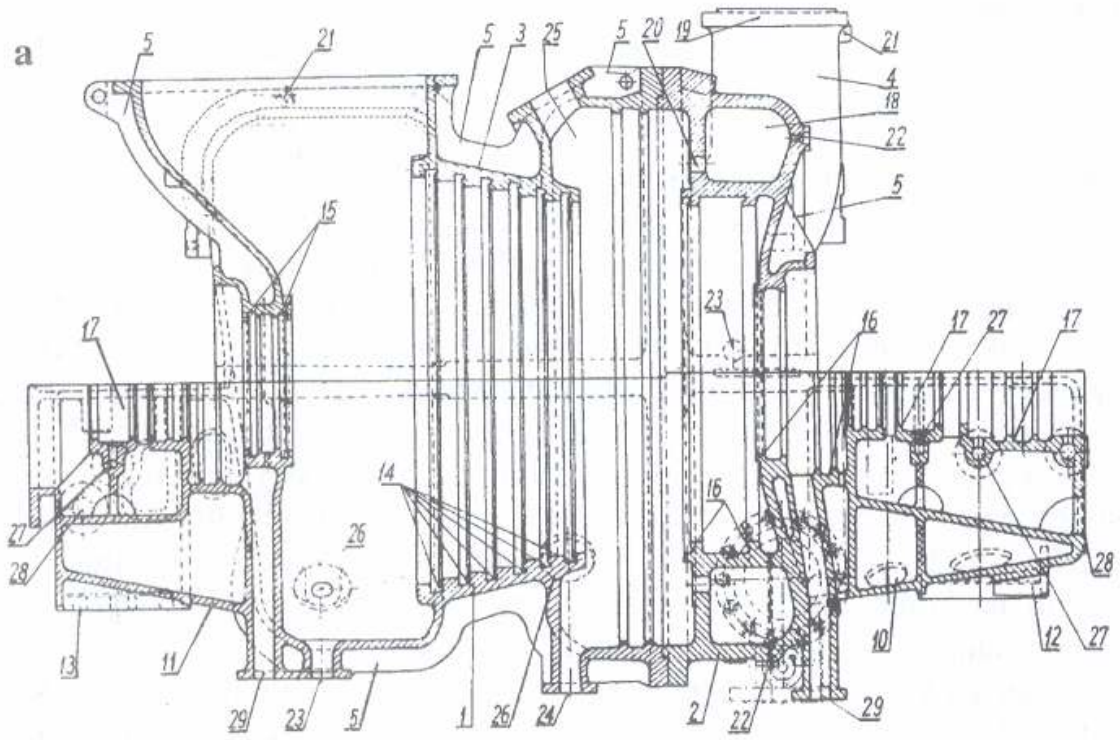
Thân tuốc bin chịu tác dụng của:

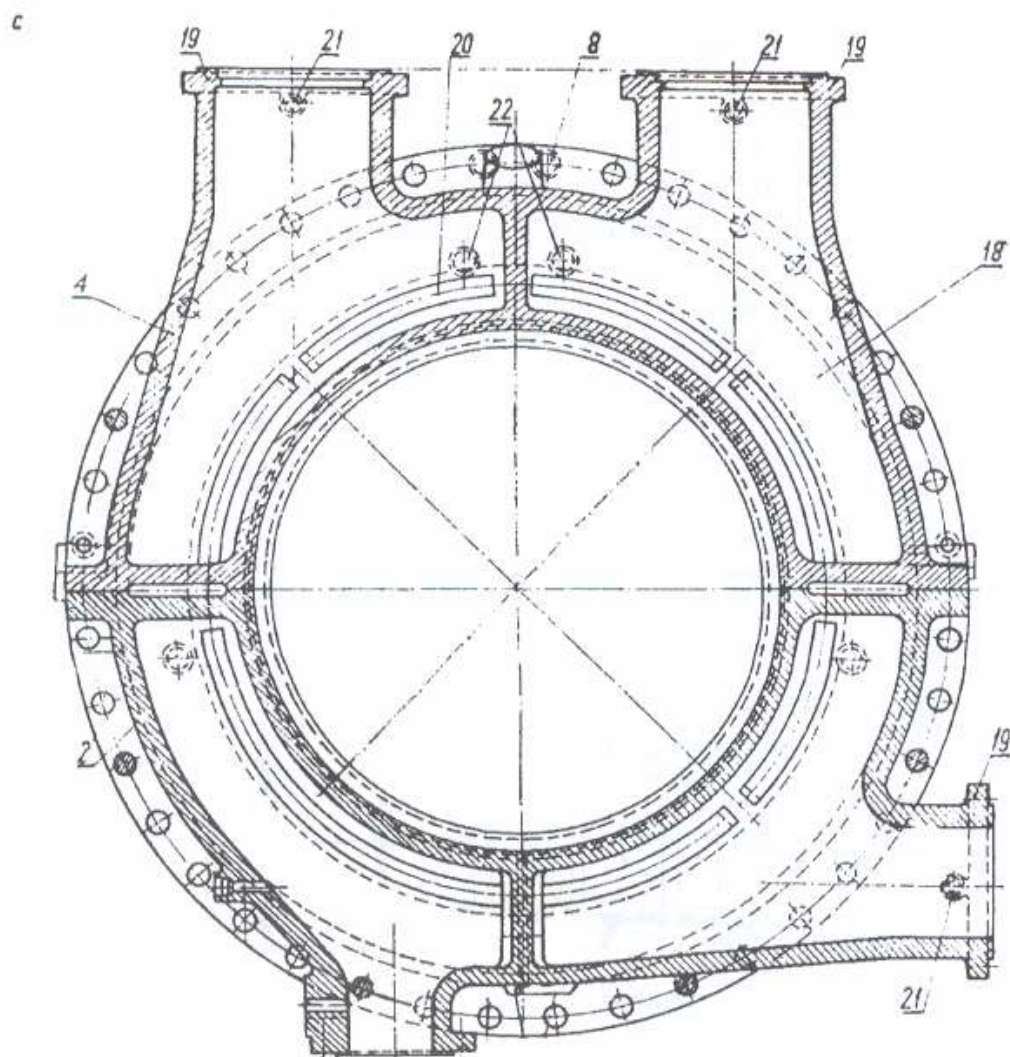
- Khối lượng của các chi tiết lắp ráp trong thân tuốc bin.
- Ứng suất nhiệt do biến đổi nhiệt độ của dòng hơi theo chiều dài thân.
- Áp suất của hơi công tác.
- Chịu tác dụng của rung động.

Thân tuốc bin có cấu tạo hình trụ hoặc hơi côn, cấu tạo của thân tuốc bin phụ thuộc vào hình dáng của trục tuốc bin (rôto). Thân tuốc bin thường được chế tạo thành nửa trên và nửa dưới riêng biệt, hoặc thành từng phần riêng biệt. Mặt tiếp giáp của các phần phải được rà phẳng, bôi matít dày 0,5÷2mm và được nối với nhau bằng bulông, nửa thân trên thường có 4÷8 bulông chuyên dùng, để khi vặn các bulông này vào, chúng sẽ tách nửa trên và nửa dưới ra. Các bulông chuyên dùng này có vai trò đặc biệt quan trọng trong quá trình tháo dỡ tuốc bin.

Nửa dưới thân tuốc bin có các trụ đỡ gắn với thân tàu để đỡ trục tuốc bin, phía nạp hơi có trụ đỡ di động để đảm bảo cho thân tuốc bin chuyển dịch được khi giãn nở nhiệt. Trụ đỡ di động có loại trượt, có loại uốn.

Phía trong thân tuốc bin có chế tạo các hốc để lắp bộ làm kín trục, lắp các cánh dẫn (cánh hướng), các bánh tĩnh của tầng điều chỉnh.





Hình 3.54. Kết cấu thân tuốc bin.

a) Mặt cắt dọc.

- 1,2 – Nửa dưới thân tuốc bin.
- 5 – Cánh gia cường.
- 7 - Lỗ lắp bulông chính xác
- 9 – Lỗ lắp bulông ép tháo thân tuốc bin.
- 12 – Tay nắm.
- 14, 15, 16, 17 – Rãnh lắp cánh và bộ làm kín.
- 19 – Đường ống hơi vào.
- 21 – Đầu lắp các manômet.
- 23 – Lỗ xả nước đọng.
- 25 – Kính kiểm tra.
- 27, 28 – Lối dẫn dầu nhờn vào và ra.

b) Hình nhìn từ trên xuống.

- 3,4 - Nửa trên thân tuốc bin.
- 6 – Lỗ lắp bulông thường.
- 8 – Lỗ lắp bulông 2 mặt.
- 10, 11 – Thân lắp bộ đỡ.
- 13 – Lỗ lắp bulông cố định thân tuốc bin.
- 18 – Buồng hơi vào.
- 20 – rãnh dẫn hơi vào.
- 22 - Đầu lắp các nhiệt kế.
- 24 – Đường dẫn hơi vào hâm sấy.
- 26 – Đầu lắp van an toàn.
- 29 – Hơi làm kín tuốc bin.

c) Mặt cắt ngang.

V. THIẾT BỊ LÀM KÍN TRONG TUỐC BIN

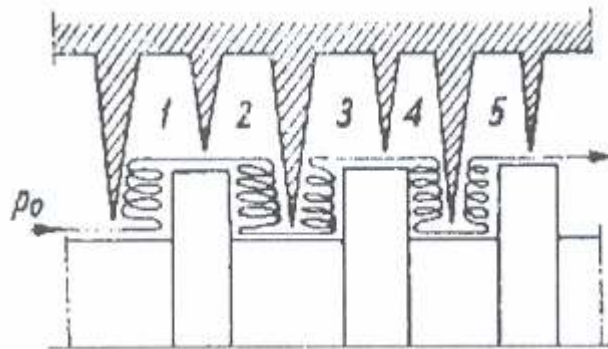
Thiết bị làm kín trong tuốc bin có nhiệm vụ làm kín phần tĩnh của tuốc bin và rôto (trục tuốc bin), thường được lắp ở 2 đầu trục. Thiết bị làm kín ngăn không cho hơi dò lọt ra ngoài, ngăn không cho hơi dò lọt từ phần cao áp đến phần thấp áp, ngăn không cho không khí dò lọt vào tuốc bin ở phần áp suất hơi nhỏ hơn áp suất khí quyển.

Theo kết cấu ta có các loại bộ làm kín:

- bộ làm kín kiểu khuấy khuấy,
- bộ làm kín kiểu than chì (graphít),
- bộ làm kín bằng bao nước hoặc bao hơi.

1. Bộ làm kín kiểu khuấy khuấy

Kết cấu của bộ làm kín kiểu khuấy khuấy được thể hiện trên hình 3.55.



Hình 3.55. Bộ làm kín kiểu khuấy khuấy.

Bộ làm kín kiểu khuấy khuấy được sử dụng rộng rãi trong tuốc bin thủy (hình 3.55), ở phần trục của bộ làm kín kiểu khuấy khuấy có lắp các gờ tròn quanh trục, các gờ này được ép vào trục; còn ở phần thân tuốc bin có các gờ nhọn tạo thành các khe hẹp, sau đó là các khoang rộng 1, 2, 3, 4, 5. Các gờ nhọn tạo thành lối hơi đi khuấy khuấy có tiết diện khác nhau. Khi qua khe hẹp đầu tiên của bộ làm kín áp suất, entalpi giảm xuống và tốc độ của dòng hơi tăng lên do dòng hơi bị tiết lưu. Sau đó dòng hơi đi vào khoang rộng entalpi lại tăng lên còn tốc độ giảm đi, cứ như vậy dòng hơi qua các khe hẹp và qua các khoang rộng tiếp theo, càng ở các lớp sau áp suất hơi và năng lượng của dòng hơi càng giảm đi, thể tích riêng của dòng hơi tăng lên vì dòng hơi bị giãn nở qua khe hẹp. Áp suất của dòng hơi giảm do đó dòng hơi đã tự tạo được khả năng làm kín cho tuốc bin.

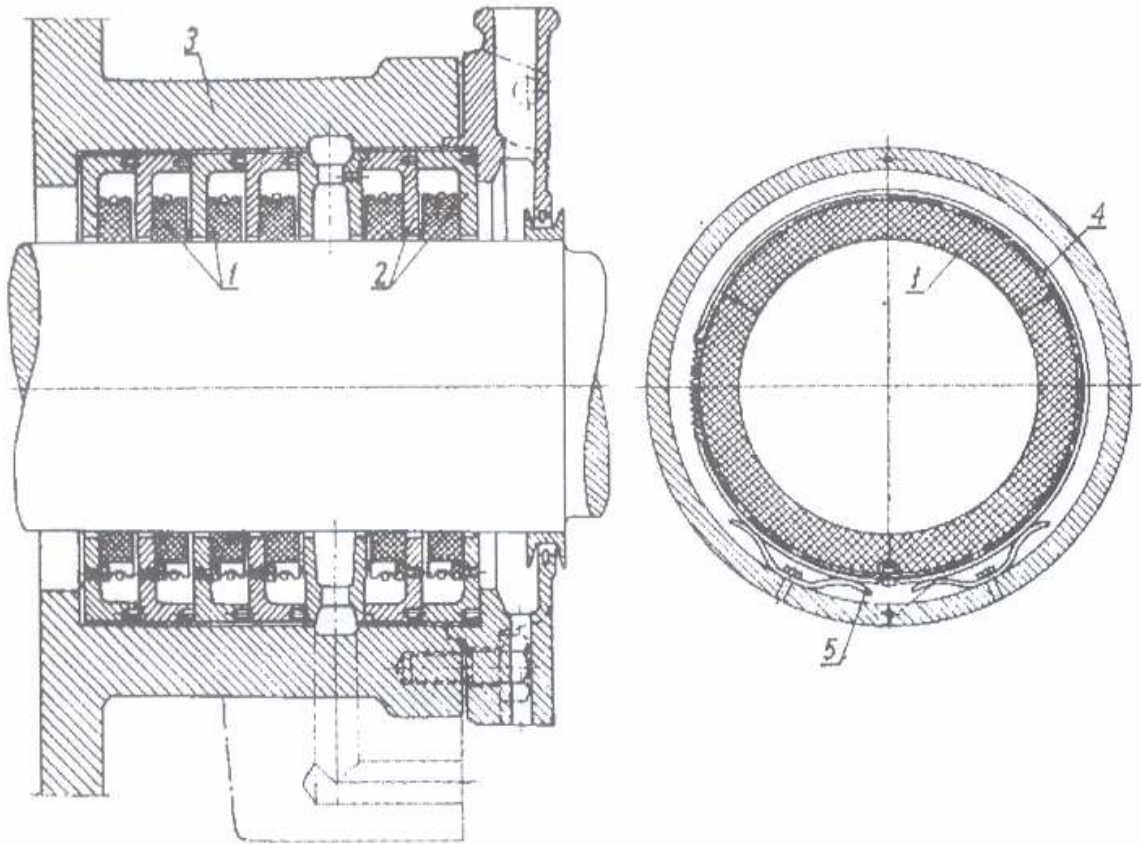
Vật liệu chế tạo vòng gờ kín được làm bằng đồng thanh có nikel hoặc đồng thau để chịu mòn thay cho các chi tiết khác của tuốc bin.

Để tăng độ tin cậy của các bộ làm kín kiểu khuấy khuấy, ở phía ngoài người ta cấp vào một dòng hơi hoặc nước có thông số thấp để tạo thành các bao hơi, làm kín đầu trục.

2. Bộ làm kín kiểu than chì

Bộ làm kín kiểu than chì sử dụng than chì để làm kín trục quay và vỏ. Vòng than chì được ép lên trục bằng các lò xo phẳng, số vòng than chì là 3÷6 vòng.

Bộ làm kín kiểu than chì thường được sử dụng kết hợp với bộ làm kín kiểu khuấy khuấy.



Hình 3.56. Bộ làm kín kiểu than chì.

- 1 – Vòng than chì. 2 – Tấm chắn. 3 – Thân bộ làm kín.
4 – Lò xo ép. 5 – Lò xo phẳng ép than chì vào trục.

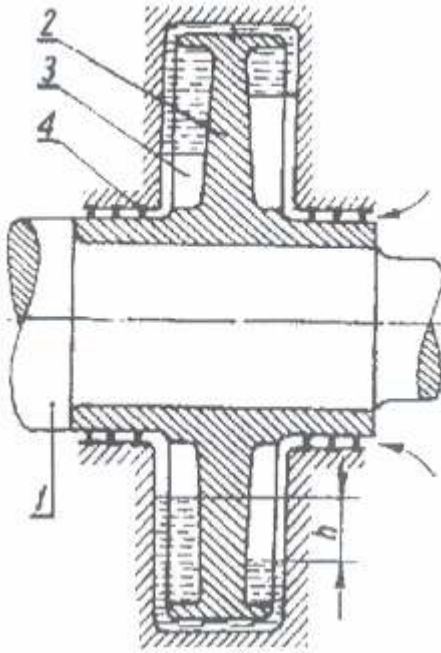
3. Bộ làm kín kiểu vành nước

Bộ làm kín kiểu vành nước được thể hiện trên hình 3.57. Cánh quay 2 quay cùng với trục trong buồng kín 3, làm văng các hạt nước ra 2 bên tạo thành vòng nước có tác dụng làm kín tước bin.

Độ chênh áp suất giữa 2 bên vành kín được khử bởi độ chênh lệch cột nước h .

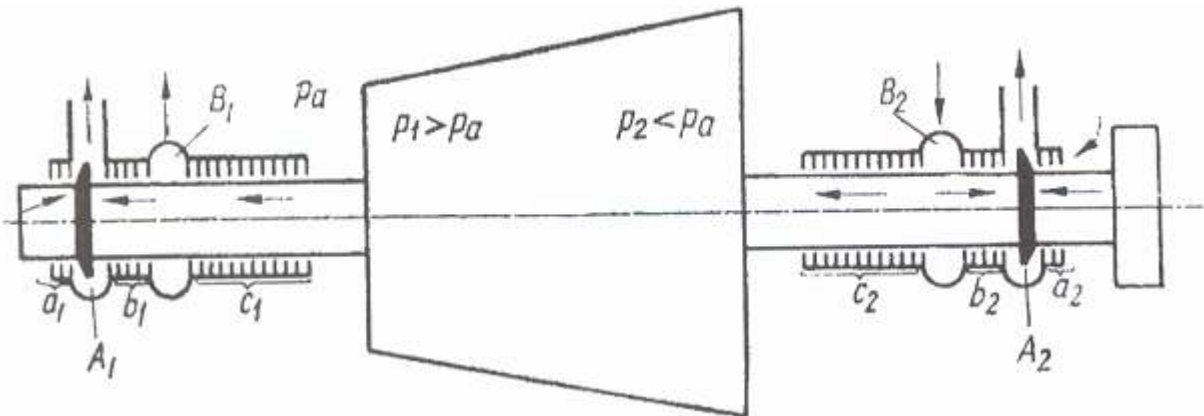
Trên hình 3.57 ta có:

- 1 – Trục tước bin.
2 – Cánh quay.
3 – Buồng làm kín.
4 – Bộ làm kín kiểu khuấy khuấy.



Hình 3.57. Bộ làm kín kiểu vành nước.

4. Hệ thống bao hơi làm kín tuốc bin



Hình 3.58. Hệ thống bao hơi làm kín tuốc bin

Bên trong tuốc bin thường có áp suất khác với áp suất môi trường. Áp suất trong tuốc bin có thể lớn hơn áp suất môi trường (ở các tầng đầu của tuốc bin $P_1 > P_a$), có thể nhỏ hơn áp suất môi trường ở các tầng cuối của tuốc bin $P_2 < P_a$). Do đó hơi có thể dò lọt ra ngoài môi trường, hoặc không khí có thể dò lọt vào trong tuốc bin. Để làm kín tuốc bin ngoài các thiết bị đã nêu ra ở trên, người ta còn có thêm các bao hơi để tăng cường làm kín tuốc bin.

Nếu bên trong tuốc bin áp suất nhỏ hơn áp suất khí quyển thì hơi được dẫn vào bộ làm kín từ buồng B_2 , hơi có áp suất lớn hơn áp suất bên trong tuốc bin do đó đi theo bộ làm kín

c_2 vào bên trong tuốc bin, một phần hơi đi theo bộ làm kín b_2 , ngược với chiều không khí xâm nhập vào tuốc bin, hơi này cùng với không khí được quạt A_2 hút ra ngoài.

Nếu bên trong tuốc bin áp suất hơi lớn hơn áp suất khí quyển, thì hơi dò ra được dẫn vào buồng hơi B_1 và theo đường ống hơi dẫn đi vào bầu ngưng của các bao hơi. Phần hơi còn lại theo bộ làm kín b_1 và được quạt A_1 hút ra ngoài.

VI. KHỚP NỐI, Ổ ĐỖ, Ổ CHẶN TRỤC TUỐC BIN

1. Khớp nối

Theo kết cấu khớp nối tuốc bin tàu thủy có thể chia ra thành khớp nối cứng, khớp nối di động và khớp nối mềm.

Khớp nối cứng được dùng cho các tuốc bin công suất nhỏ lại các máy phụ.

Khớp nối di động được dùng cho các tuốc bin có công suất lớn. Trong khớp nối di động có khớp nối kiểu cam và kết cấu kiểu bánh răng. Khớp nối kiểu bánh răng đơn giản về kết cấu và tin cậy trong sử dụng, được sử dụng rộng rãi trong hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy.

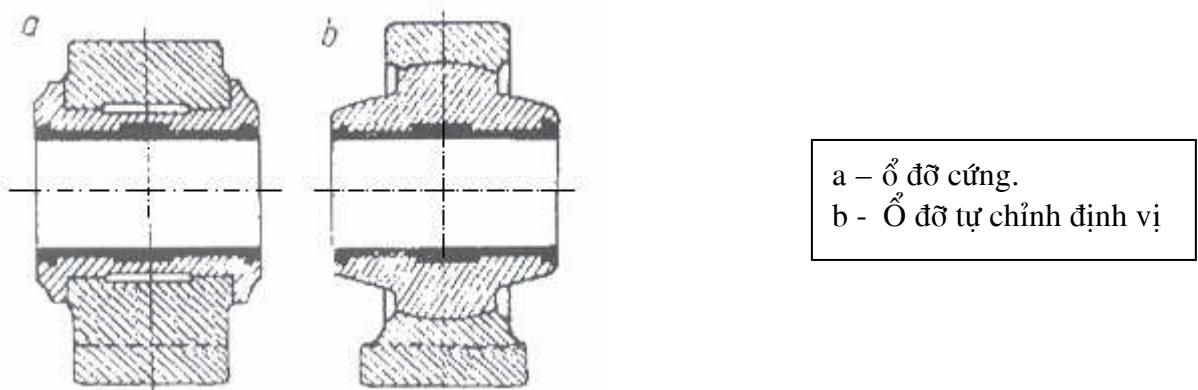
Khớp nối mềm: Trong khớp nối mềm có khớp nối mềm kiểu thủy lực và khớp nối mềm kiểu thủy lực – lò xo.

2. Ổ đỡ trục

Các ổ đỡ trục đỡ toàn bộ trọng lượng của trục và những lực phụ phát sinh khi nạp hơi cục bộ, khi rôto quay, khi tàu nghiêng lắc.

Ổ đỡ trục tuốc bin thường là ổ trượt, kết cấu bao gồm hai máng lót (nửa dưới và nửa trên) có bulông vít cấy để ghép với thân và nắp đậy ổ đỡ. Đi kèm các ổ đỡ là các dụng cụ đo và kiểm tra ổ đỡ.

Theo cách định vị máng lót ta có ổ đỡ cứng và ổ đỡ tự chỉnh định vị (máng lót có thể xoay được trong mặt phẳng vuông góc với trục).



Hình 3.59. Ổ đỡ trục tuốc bin

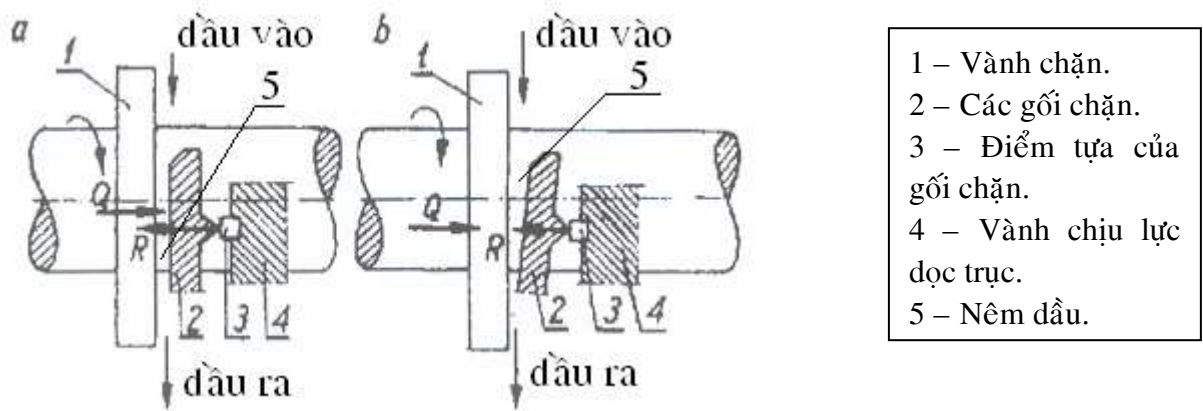
Ổ đỡ cứng chỉ dùng cho các rôto tuốc bin có chiều dài ngắn. Ổ đỡ cứng có nhược điểm khi trục bị uốn, phần cổ ngỗng của trục sẽ tiếp xúc với mép của máng lót, làm cho độ mài mòn của trục tăng lên.

Ổ đỡ tự chỉnh định vị khắc phục được nhược điểm của ổ đỡ cứng, nên được dùng rộng rãi trong tuốc bin. Ổ đỡ tự chỉnh định vị có kết cấu phức tạp hơn ổ đỡ cứng. Ổ đỡ tự chỉnh định vị có vai trò vô cùng quan trọng khi khởi động tuốc bin, khi tầu manơ.

3. Ổ đỡ chặn trục

Ổ đỡ chặn trục chịu tất cả lực dọc trục của tuốc bin (bao gồm lực phát sinh do chênh lệch áp suất trước và sau cánh gây nên và phân lực P_a của dòng chảy). Ổ đỡ chặn còn có tác dụng đảm bảo sự định tâm chính xác của trục tuốc bin với thân tuốc bin.

Ở tuốc bin tầu thủy thường sử dụng các ổ đỡ chặn kiểu 1 vành chặn thủy lực, có áp suất dầu thủy lực đạt tới 27 kg/cm^2 .



Hình 3.60. Ổ đỡ chặn của trục tuốc bin

A) – trạng thái làm việc không ổn định.

B) – trạng thái làm việc ổn định.

Khi tuốc bin làm việc giữa vành chặn 1 và gối chặn 2 tạo thành nêm dầu 5. Ở trạng thái không ổn định lực dọc trục F và phản lực R của gối chặn 2 lệch nhau, tạo thành cặp lực, làm quay các gối chặn quanh điểm tựa 3. đến vị trí sao cho lực dọc trục F và phản lực R trùng nhau, ứng với trạng thái làm việc ổn định mới.

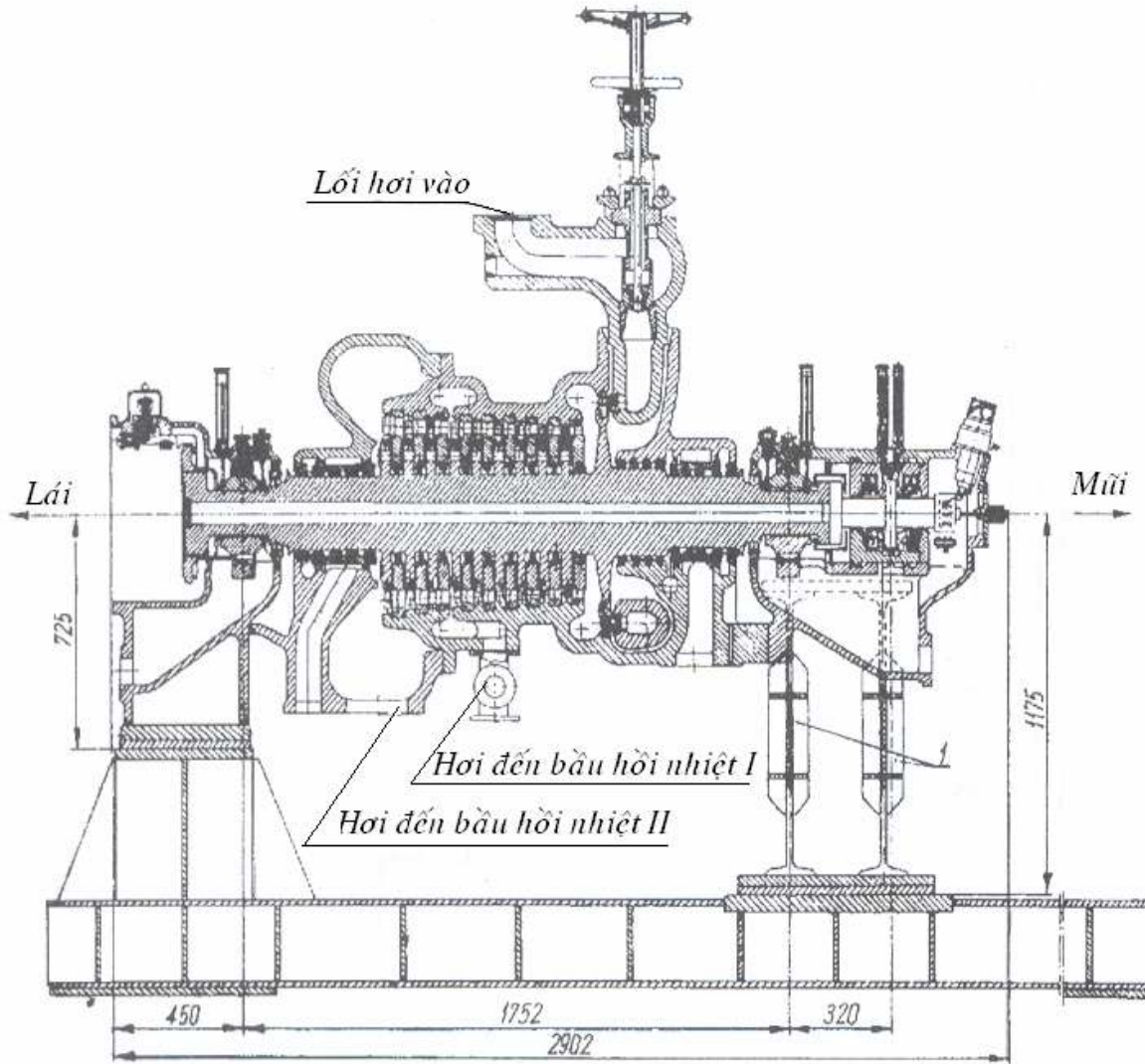
Số lượng các gối chặn bằng $8 \div 16$, tùy thuộc vào đường kính của vành chặn và lực dọc trục.

Các gối chặn được tráng một lớp babít, chiều dày của lớp babít phải nhỏ hơn khe hở dọc trục nhỏ nhất cho phép của tuốc bin, để bảo vệ cánh tuốc bin trong trường hợp lớp babít bị bóc, bị chảy. Khi đó vành chặn 1 sẽ tỳ lên vật liệu của gối chặn có độ bền cao, do đó bảo vệ được cánh tuốc bin.

Ổ đỡ chặn cũng có ổ đỡ cứng và ổ đỡ tự chỉnh định vị.

VII. KẾT CẤU MỘT SỐ TUỐC BIN HƠI TÀU THỦY ĐIỆN HÌNH

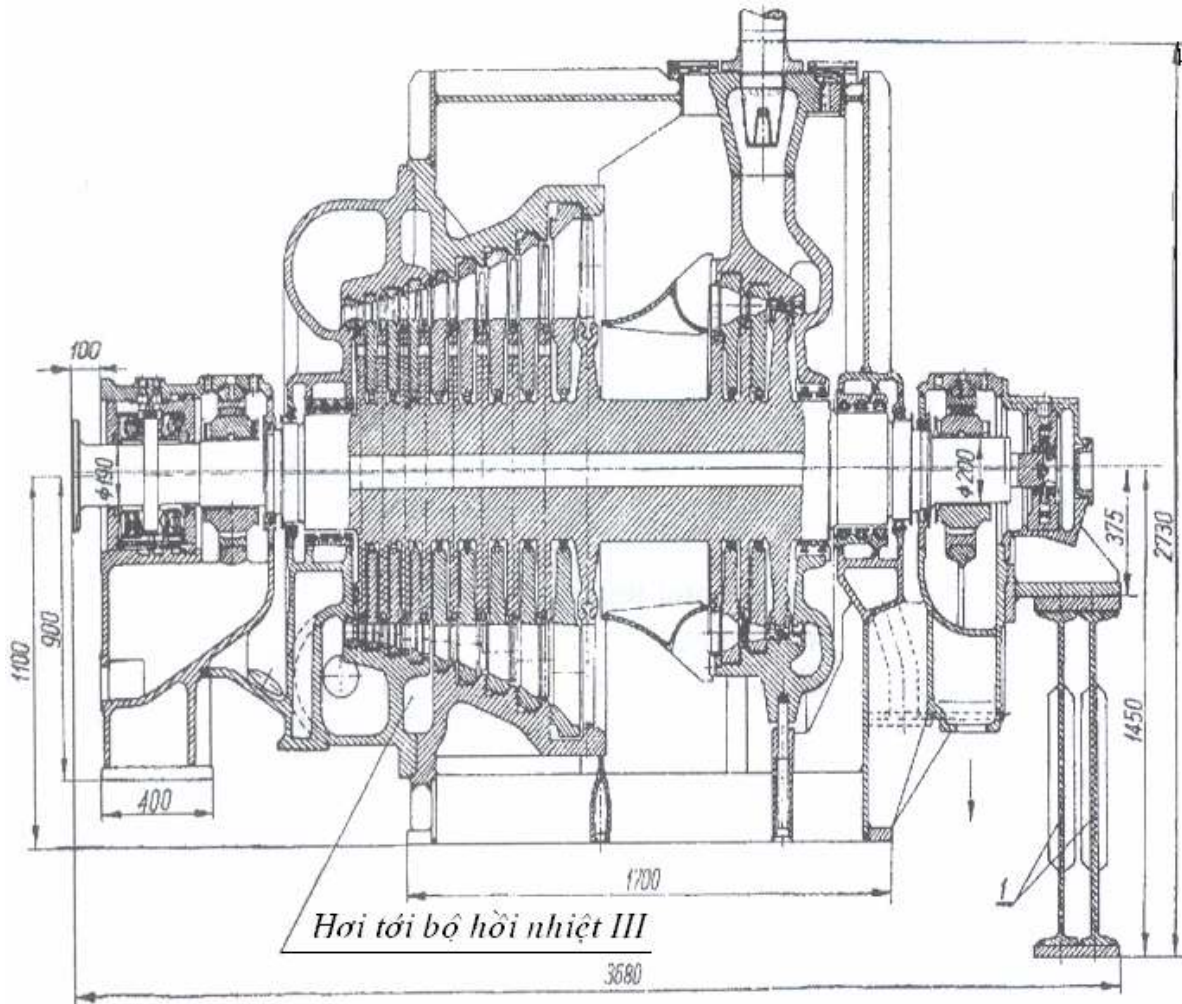
1. Tuốc bin hơi cao áp trên tàu hàng có công suất 9560 kW



Hình 3.61. Tuốc bin hơi tàu thủy loại xung kích cao áp

Tuốc bin hơi là tuốc bin xung kích, cao áp có công suất 9560 kW. Tuốc bin bao gồm 10 tầng áp suất. Thông số hơi vào tuốc bin: áp suất hơi $P = 3,9 \text{ Mpa}$, nhiệt độ hơi $t = 450^{\circ}\text{C}$, vòng quay tuốc bin $n = 5340$ vòng/ph. Độ phản kích trên các tầng xung kích bằng 10% đến 20%. Để khử lực dọc trục do độ phản kích gây nên, ở chân cánh động có khoét các lỗ thông hai bên cánh, có tác dụng cân bằng chênh lệch áp lực phát sinh ở hai bên cánh.

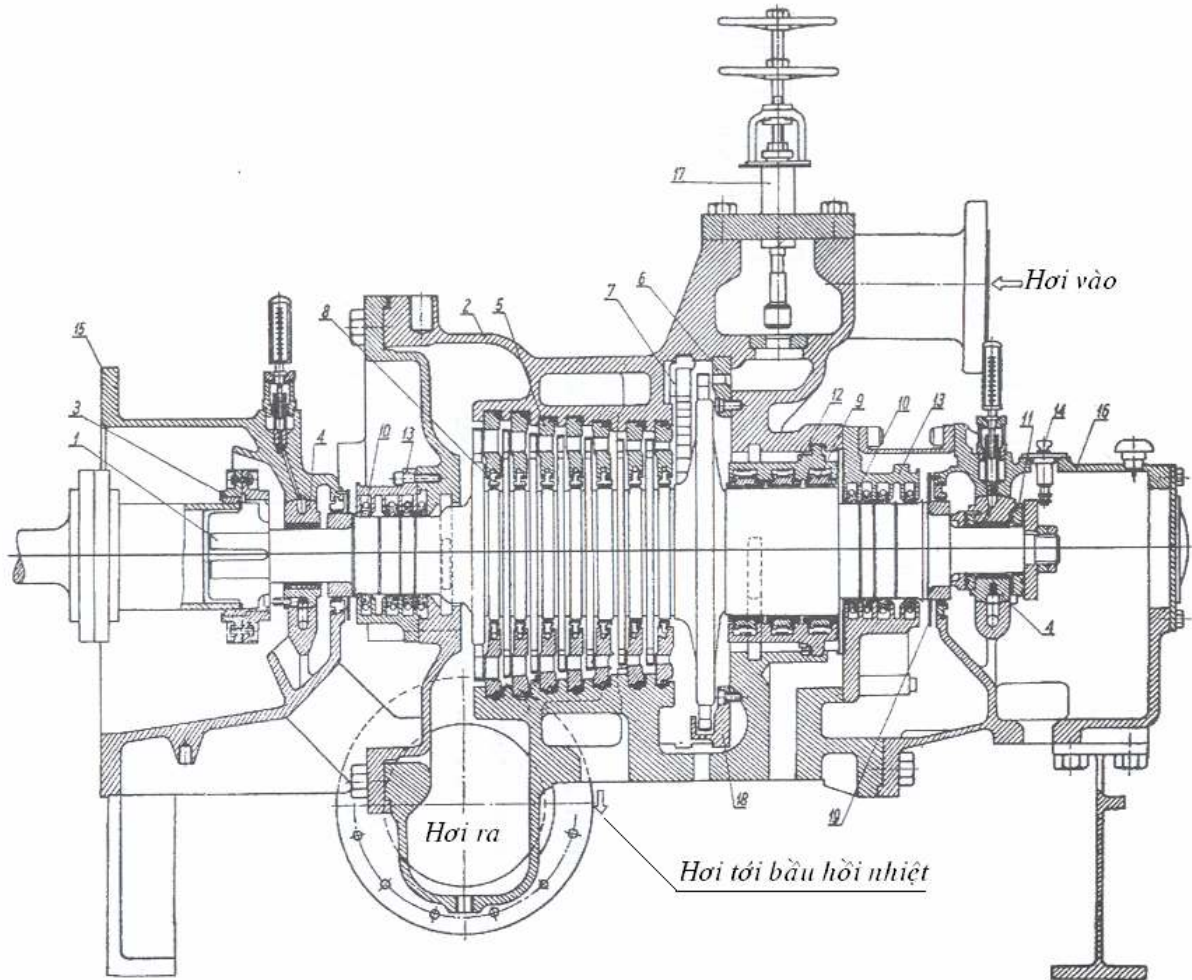
2. Tuốc bin hơi thấp áp trên tàu hàng có công suất 9560 kW



Hình 3.62. Tuốc bin hơi tàu thuỷ loại phản kích thấp áp

Tuốc bin là loại tuốc bin phản kích có 9 tầng, công suất của tuốc bin 9560 kW; vòng quay của tuốc bin 3550 vòng/ph; độ phản kích ở các tầng từ 15% đến 50%. Tuốc bin lùi được đặt cùng trong một thân với tuốc bin tiến, tuốc bin lùi có 3 tầng; tầng đầu là vành đôi Curtisa, công suất cực đại của tuốc bin lùi là 3824 kW, công suất ổn định 1213 kW. Thời gian manơ chuyển từ hành trình tiến hết sang lùi hết là 20 phút. Công suất tuốc bin được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh lượng công chất vào tuốc bin (điều chỉnh về khối lượng), không cần phải điều chỉnh tiết lưu hơi vào tuốc bin. Phạm vi điều chỉnh công suất của tuốc bin là 50%, 70%, 80%, 100% và 110%.

3. Tuốc bin hơi tàu thủy có công suất 6250 kW của hãng General Electric



Hình 3.63. Tuốc bin hơi tàu thủy có công suất 6250 kW của hãng General Electric

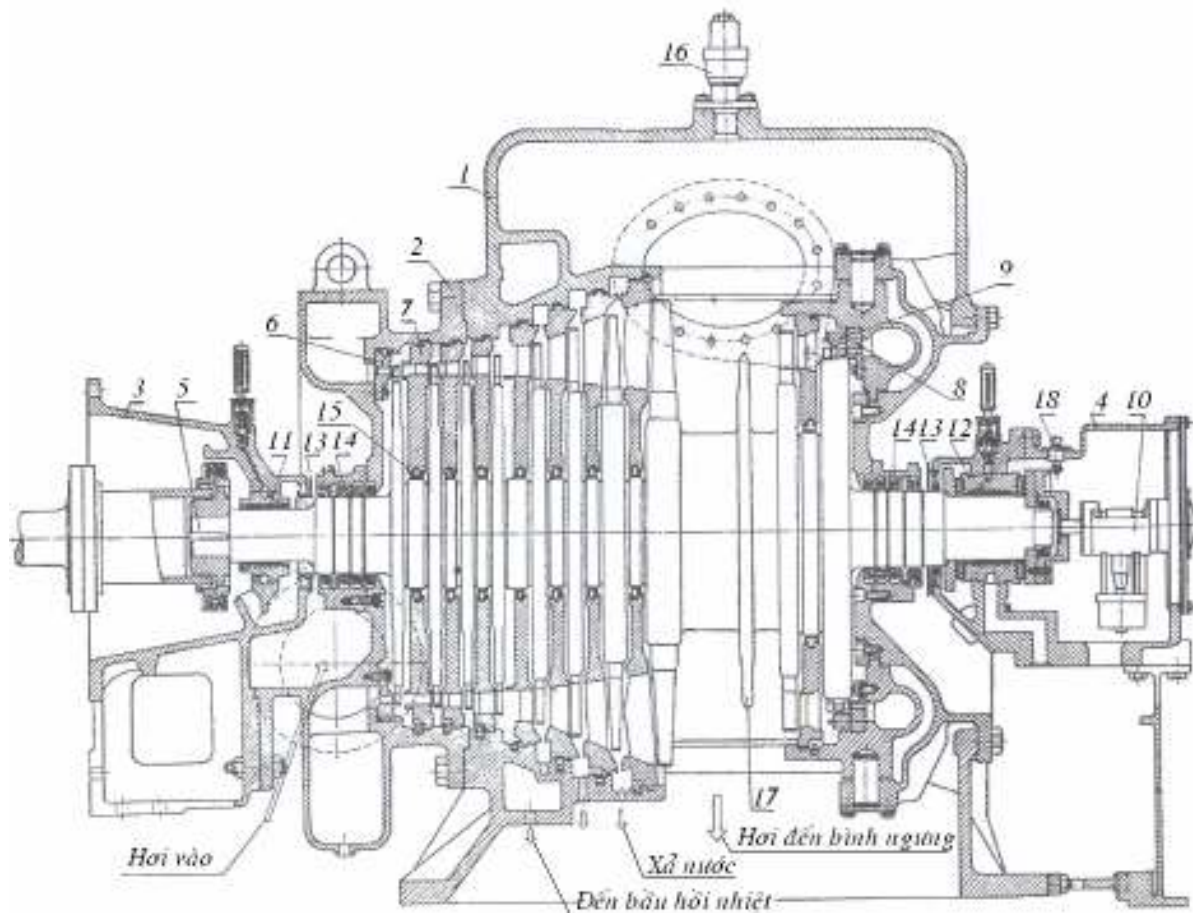
- | | | |
|--|---|---|
| 1 – Cánh động. | 2 – Thân tuốc bin | 3 – Khớp nổi cứng. |
| 4 – Ổ đỡ. | 5 – Cánh hướng. | 6 – Ống phun tầng thứ nhất. |
| 7 – Cánh dẫn từ tầng điều chỉnh đến các tầng khác. | 8 – Làm kín cánh dẫn. | 11 – Ổ đỡ chặn. |
| 9 – Làm kín thân tuốc bin. | 10 – Làm kín kiểu than chì. | 12 – Thân của bộ làm kín kiểu khuất khúc. |
| 13 – Thân bộ làm kín kiểu than chì. | 14 – Thiết bị chỉ vị trí của trục tuốc bin. | 15 – Thân bộ đỡ sau. |
| 16 – Thân bộ đỡ trước. | 17 – Van hơi vào. | 19 – Vành chắn dầu nhờn. |
| 18 – Vành chắn chống dòng thứ cấp. | | |

Tuốc bin của hãng General Electric được chế tạo hàng loạt và được lắp trên các tàu hàng của Mỹ, cũng như của nhiều nước khác. Thông số của hơi vào tuốc bin $P=3$ Mpa; $t=$

395⁰C. Tuốc bin có hai thân: tuốc bin cao áp và tuốc bin thấp áp. Tuốc bin có hộp số (bộ giảm tốc) kiểu bánh răng, hai cấp tốc độ.

Tuốc bin cao áp có một tầng điều chỉnh và 7 tầng tuốc bin xung kích áp suất. Hơi sau hai tầng xung kích áp suất, được trích đến bầu hồi nhiệt I, hơi trích có thông số: $P=0,8\text{ MPa}$; $t=270^{\circ}\text{C}$; khối lượng hơi trích là $G=2150\text{ kg/h}$.

Từ khoang chứa hơi giữa tuốc bin cao áp và tuốc bin thấp áp hơi được trích tới bầu hồi nhiệt II. Hơi trích có thông số: $P=0,235\text{ MPa}$; $t=177^{\circ}\text{C}$; khối lượng hơi trích cũng bằng $G=2150\text{ kg/h}$. Vòng quay của tuốc bin cao áp ở công suất định mức là $n = 6150$ vòng/ph.

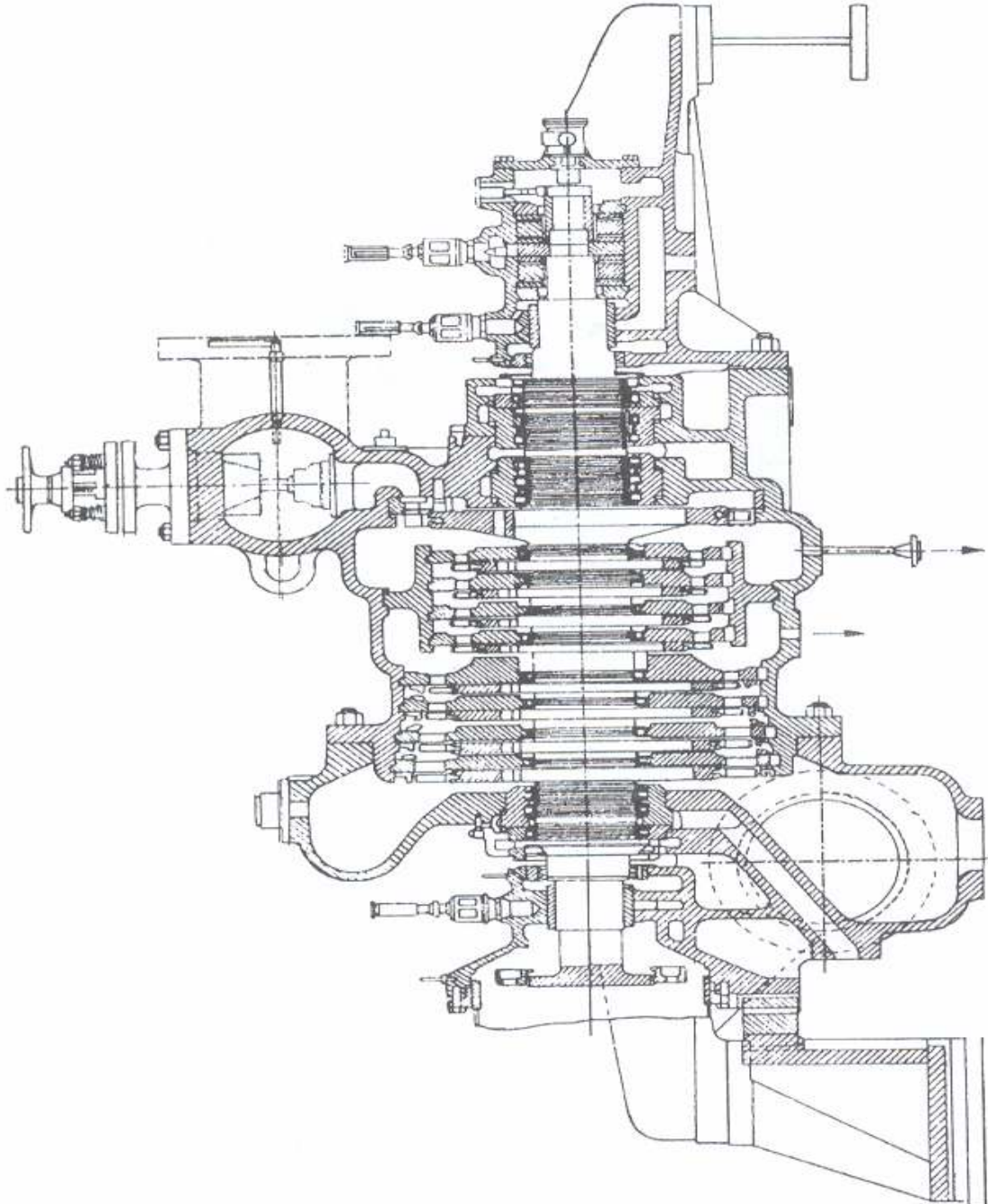


Hình 3.64. Tuốc bin thấp áp của hãng General Electric

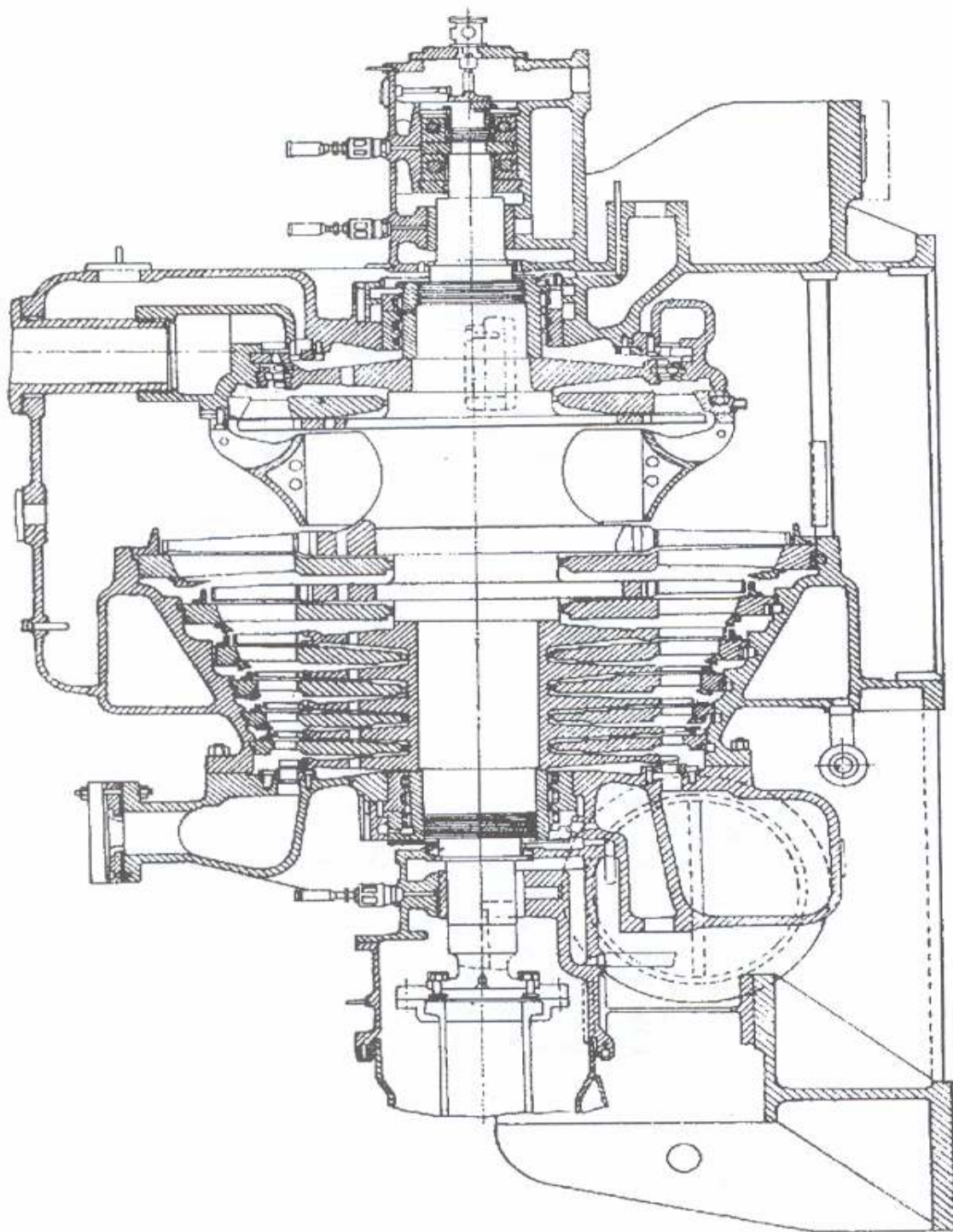
- | | | |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 – Thân tuốc bin thấp áp. | 2 – Nắp tuốc bin. | 3 – Vỏ bộ đỡ sau |
| 4 – Vỏ bộ đỡ trước. | 5 – Trục tuốc bin thấp áp. | |
| 6 – Ống phun tầng thứ nhất. | 7 – Cánh hướng. | |
| 8 – Ống phun tuốc bin lùi. | 9 – Cánh hướng. | 10 – Bơm dầu nhờn. |
| 11 – Bộ đỡ sau. | 12 – Bộ trận trước. | 13 – Vành chắn dầu nhờn. |
| 14 – Bộ làm kín kiểu than chì. | 15 – Bộ làm kín đầu trục. | 16 – Van an toàn. |
| 17 – Vành chắn tuốc bin. | 18 – Đồng hồ đo. | |

Trong thân tuốc bin thấp áp (hình 3.64) có 8 tầng tầng tuốc bin xung kích của hành trình tiến và tuốc bin lùi. Tuốc bin lùi bao gồm vành đôi curtise và một tầng xung kích. Giữa tuốc bin tiến và tuốc bin lùi có vành chắn 17, ngăn hai tuốc bin và hướng dòng hơi ra khỏi các tuốc bin tới bầu ngưng. Sau 4 tầng của tuốc bin tiến thấp áp hơi được trích tới bầu hồi nhiệt III. Hơi trích có thông số: $P=0,07 \text{ MPa}$; $t=88^{\circ}\text{C}$; khối lượng lương hơi trích cũng bằng 2150 kg/h. Vòng quay của tuốc bin thấp áp ở điều kiện làm việc định mức là 3509 vòng/ph.

4. TUỐC BIN HƠI TẤU THỦY CÓ CÔNG SUẤT 14.700 kW ĐẾN 16.175 kW



Hình 3.65. Tuốc bin cao áp tàu "Savannah"



Hình 3.66. Tuốc bin thấp áp tàu "Savannah"

Tuốc bin hơi thể hiện trên hình 3.65; 3.66 lần đầu tiên được lắp trên tàu dùng năng lượng nguyên tử 'Savannah'. Tuốc bin do hãng De Laval Steam turbin chế tạo. Tuốc bin bao gồm hai phần: tuốc bin cao áp (3.65) và tuốc bin thấp áp (3.66), hộp giảm tốc 2 cấp. Hơi vào tuốc bin là hơi bão hoà, áp suất hơi vào tuốc bin (trước van khởi động) là 3,3/3,15 Mpa (áp suất thấp ứng với tải cực đại), lưu lượng hơi cực đại $G_{\max} = 59,3$ t/h; lưu lượng hơi

định mức $G_{dm} = 55$ t/h, công suất định mức $N_{dm} = 14700$ kW. Do hơi vào tuốc bin là hơi bão hoà nên tuốc bin có hệ thống xả nước đặc biệt, liên tục.

Tuốc bin cao áp có một tầng điều chỉnh và 8 tầng xung kích áp suất, tuốc bin cao áp có vòng quay 4500 vòng/ph, ở tải cực đại.

Tuốc bin thấp áp bao gồm 7 tầng xung kích, áp suất. Tuốc bin thấp áp có vòng quay 3000 vòng/ph ở tải cực đại.

Tuốc bin lùi được lắp cùng một thân với tuốc bin thấp áp. Tuốc bin lùi được cấu tạo là vành đôi Curtisa.

Giữa tuốc bin tiến thấp áp và tuốc bin lùi là tấm ngăn hơi, ngăn không cho hơi từ tuốc bin tiến vào tuốc bin lùi và ngược lại, để giảm tổn thất do dò lọt và do dòng thứ cấp gây nên, ngoài ra tấm ngăn hơi còn có tác dụng dẫn dòng hơi sau khi giãn nở vào bình ngưng.

CHƯƠNG 9. CÁC HỆ THỐNG PHỤC VỤ TUỐC BIN

Các hệ thống phục vụ tuốc bin bao gồm: Các hệ thống bảo vệ tuốc bin, hệ thống bôi trơn tuốc bin, hệ thống hâm sấy tuốc bin, hệ thống xả nước đọng của tuốc bin.

I. CÁC HỆ THỐNG BẢO VỆ TUỐC BIN

Các hệ thống bảo vệ tuốc bin gồm có:

- Hệ thống bảo vệ áp suất dầu nhờn, đảm bảo áp suất dầu nhờn không nhỏ hơn $0,75 \text{ kG/cm}^2$ ở bầu ghép dầu nhờn.
- Thiết bị bảo vệ độ chân không, đảm bảo độ chân không trong bầu ngưng không nhỏ hơn 550 mmHg .
- Thiết bị bảo vệ độ dịch chuyển dọc trục của tuốc bin cao áp hoặc tuốc bin thấp áp, đảm bảo độ dịch chuyển dọc trục của tuốc bin không lớn hơn $1,0 \text{ mm}$.
- Thiết bị giới hạn vòng quay của tuốc bin, đảm bảo vòng quay của tuốc bin không vượt quá $10 \div 14\%$ vòng quay định mức.

II. HỆ THỐNG BÔI TRƠN TUỐC BIN

1. Các yêu cầu đối với dầu nhờn bôi trơn tuốc bin

Dầu nhờn bôi trơn tuốc bin phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- Phải có độ nhớt thích hợp, độ nhớt ít phụ thuộc vào nhiệt độ để đảm bảo tạo thành lớp dầu bôi trơn tin cậy.
- Độ ổn định cao, có khả năng chống được ôxy hoá trong không khí ở nhiệt độ cao. Khi hâm nóng dầu tới nhiệt độ công tác $t = 60 \div 80^{\circ}\text{C}$ và khi có không khí thì độ axit của dầu không được tăng lên nhiều.
- Có khả năng khử được nhũ tương tốt, để nhanh chóng khử được nước khi nước dò lọt vào dầu nhờn bôi trơn.
- Có độ axit và hàm lượng tro thấp.
- Không có tạp chất cơ học.

Dầu nhờn bôi trơn cho tuốc bin có các nhiệm vụ sau:

- Giảm ma sát cho các ổ đỡ.
- Giảm mài mòn các bề mặt ma sát.
- Làm mát các vị trí bôi trơn.
- Chống ăn mòn hoá học.

2. Hệ thống dầu nhờn bôi trơn

a. Yêu cầu đối với hệ thống dầu nhờn bôi trơn tuốc bin

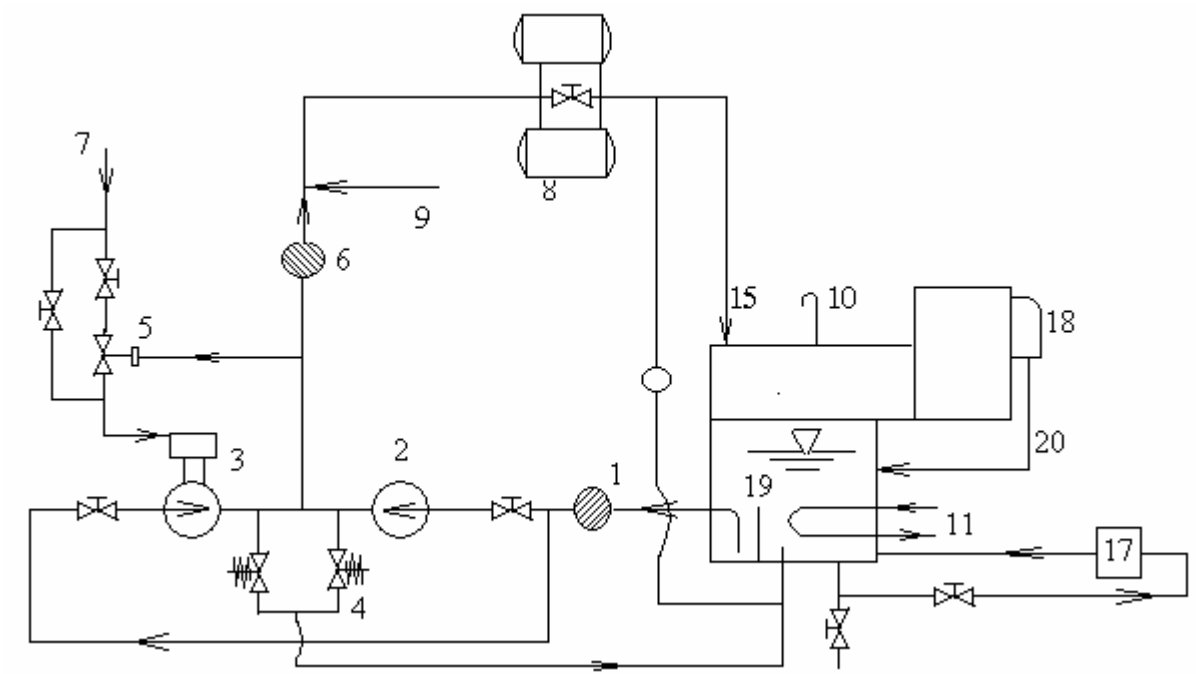
- Cung cấp đầy đủ và liên tục dầu nhờn tới các vị trí bôi trơn.
- Phải có độ tin cậy cao.
- Ít bị lẫn bẩn, lẫn nước.
- Dễ làm sạch và thay thế dầu bẩn.

Dầu trong két dầu bản được lọc nước lẫn vào trong quá trình bôi trơn bằng các tấm ngăn lọc nước 19. Dầu sau khi lọc được bơm 3 hoặc bơm 2 bơm qua bầu lọc 1, bầu lọc 6, bầu làm mát 8 và theo đường ống 9 về lại két treo 13.

Thiết bị lọc dầu 17 có tác dụng lọc dầu trong két dầu bản hoặc lọc dầu bản xả từ két treo xuống.

c. Hệ thống bôi trơn tuần hoàn (bôi trơn cưỡng bức)

Hệ thống bôi trơn tuần hoàn kiểu áp lực được thể hiện trên hình 3.68.



Hình 3.68. Hệ thống bôi trơn tuần hoàn kiểu áp lực.

Trên hình 3.68 ta có:

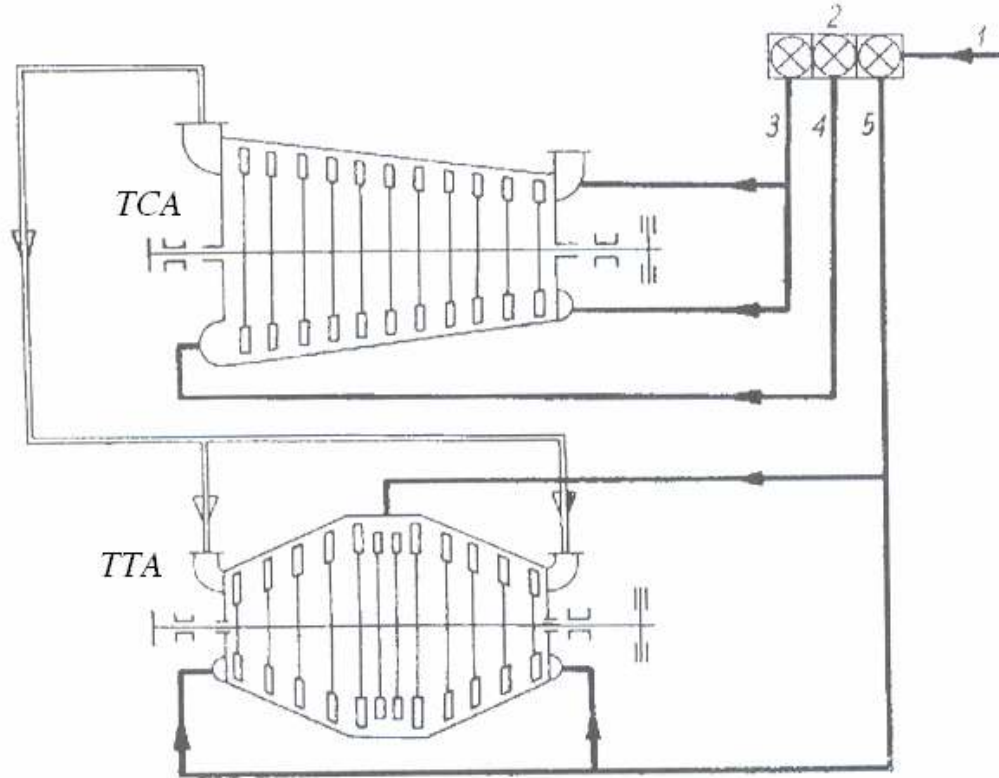
- | | |
|--|-------------------------|
| 1 – Phin lọc. | 10 – Ống xả không khí. |
| 2 – Bơm dầu nhờn lai bởi động cơ điện. | 11 – Hâm dầu. |
| 3 – Bơm dầu nhờn lai bởi động cơ hơi nước. | 12 – Ống xả khí. |
| 4 – Van an toàn. | 15 – Tới điểm bôi trơn. |
| 5 – Van điều chỉnh hơi. | 17 – Lọc dầu. |
| 6 – Phin lọc từ. | 18 – Bộ điều tốc. |
| 7 – Hơi cấp cho bơm dầu nhờn. | 19 – Tấm ngăn lọc nước. |
| 8 – Bầu làm mát. | 20 – Dầu về két. |
| 9 – Dầu từ bộ điều tốc tới. | |

Ở hệ thống này không có két treo, dầu bôi trơn được bơm dầu nhờn cấp trực tiếp tới các điểm bôi trơn.

Nhược điểm của hệ thống này là trong trường hợp hỏng bơm dầu nhờn hoặc bơm dầu nhờn ngừng làm việc đột ngột thì không có dầu nhờn dự trữ để bôi trơn. Để khắc phục điều

này có thể sử dụng bình tích năng có tác dụng cung cấp dầu nhờn trong trường hợp bơm dầu nhờn bị sự cố. Nguyên lý hoạt động của bình tích năng giống như nguyên lý hoạt động của các hydrôfor.

III. HỆ THỐNG HÂM SẤY TUỐC BIN



Hình 3.69. Hệ thống hâm sấy tuốc bin

1, 3, 4, 5 – Các đường ống dẫn hơi.

2 – Hộp van

TCA – Tuốc bin cao áp.

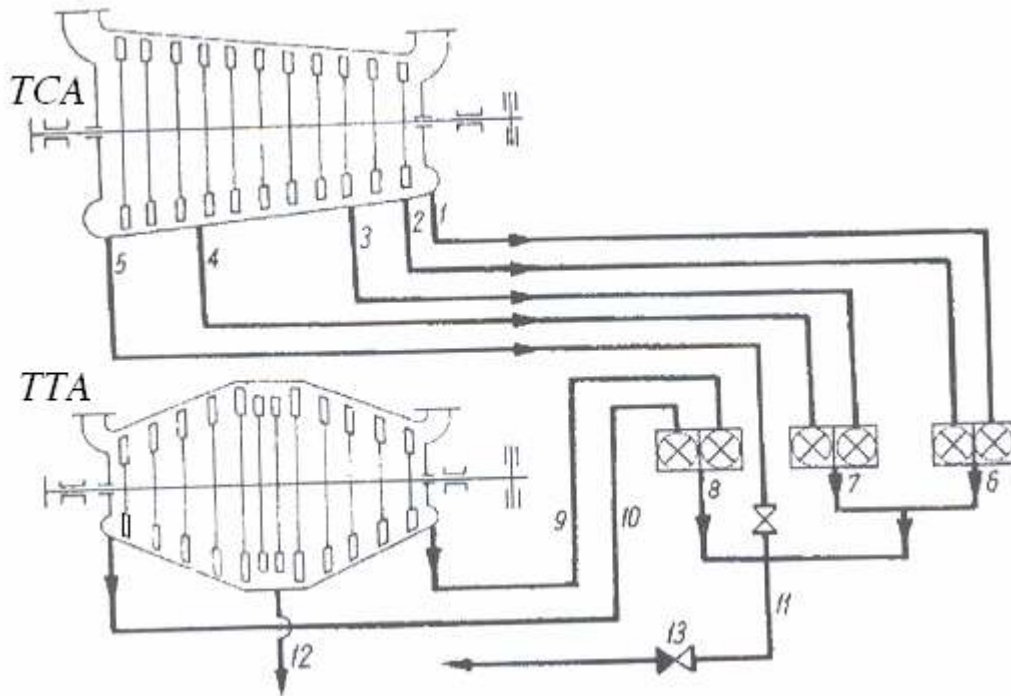
TTA – Tuốc bin thấp áp.

Nếu cấp hơi vào tuốc bin ở trạng thái nguội lạnh, sau thời gian dừng làm việc lâu ngày cả tuốc bin sẽ nóng dần lên. Quá trình tuốc bin nóng lên xảy ra không đồng đều, ở các tầng đầu tuốc bin nóng nhanh hơn và nóng nhiều hơn, ở các tầng cuối nhiệt độ hơi giảm nhiều nên các chi tiết ở các tầng cuối của tuốc bin nóng lên chậm hơn và ít hơn. Do đó mức độ giãn nở nhiệt của các chi tiết trong tuốc bin cũng khác nhau, làm thay đổi khe hở dọc trục, khe hở hướng kính trong tuốc bin. Ngoài ra giãn nở nhiệt của thân và rôto rất khác nhau, do thân và rôto khác nhau về khối lượng và điều kiện được sấy nóng. Rôto được bao bọc bởi dòng hơi rất nhanh và đều khắp, còn thân chỉ tiếp xúc với hơi ở bên trong, do đó rôto được sấy nóng nhanh hơn, vì vậy khi khởi động khe hở hướng kính ở các cánh động, ở bộ làm kín trục sẽ giảm đi, cũng tương tự như vậy khe hở hướng trục cũng giảm đi. Do đó trước khi khởi động tuốc bin cần phải sấy nóng tuốc bin, để tăng nhiệt độ của các chi tiết trong tuốc bin lên từ từ và đồng đều bằng hệ thống hơi dùng để sấy nóng.

Việc sấy nóng tuốc bin được thực hiện từ 20÷60 phút. Tuốc bin cao áp thường được sấy nóng đến 80÷100⁰C, tuốc bin thấp áp thường được sấy nóng đến 70÷90⁰C.

Quá trình sấy nóng tuốc bin có vai trò vô cùng quan trọng trong khai thác hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy, nếu tuốc bin không được sấy nóng trước khi khởi động thì hậu quả sẽ vô cùng lớn, thậm chí có thể làm vỡ tuốc bin.

IV. HỆ THỐNG XẢ NƯỚC ĐỘNG TRONG TUỐC BIN



Hình 3.70. Hệ thống xả nước động trong tuốc bin

- 1, 2, 3, 4, 5 – Các đường ống xả nước động từ tuốc bin cao áp.
- 6, 7, 8 – Các hộp van xả nước động.
- 9, 10 - Các đường ống xả nước động từ tuốc bin thấp áp.
- 11 - Đường ống xả nước động chính.
- 12 – Đường ống xả nước động từ tuốc bin lùi.
- 13 – Van xả nước động chính (van một chiều).

Hệ thống xả nước động từ tuốc bin có nhiệm vụ xả các hạt nước ngưng tụ trong tuốc bin, nhất là trong giai đoạn hâm sấy tuốc bin và khi tuốc bin làm việc ở chế độ nhỏ tải. Hệ thống xả nước động từ tuốc bin phải được mở định kỳ khi chuẩn bị đưa tuốc bin vào làm việc, và khi dừng tuốc bin. Khi vòng quay của tuốc bin đã tăng lên đạt đến vòng quay định mức phải đóng hệ thống xả nước động từ tuốc bin để tránh mất nhiệt và mất hơi của tuốc bin. Đối với tuốc bin làm việc với hơi bão hoà, thường thiết kế hệ thống xả nước động liên tục trong tuốc bin, nhất là ở các tầng cuối.

CHƯƠNG 10. KHAI THÁC HỆ ĐỘNG LỰC HƠI NƯỚC TẦU THUỶ

Khai thác hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy bao gồm các giai đoạn sau:

- Chuẩn bị đưa tuốc bin vào hoạt động.
- Vận hành khi tàu chạy.
- Dừng tuốc bin.

I. CHUẨN BỊ ĐƯA TUỐC BIN VÀO HOẠT ĐỘNG

Chuẩn bị đưa tuốc bin vào làm việc bao gồm các bước sau:

1. Kiểm tra bên ngoài tuốc bin

Ta phải tiến hành kiểm tra các thiết bị của tuốc bin trước và sau khi đưa tuốc bin vào làm việc, như:

- Kiểm tra các thiết bị đo lường, kiểm tra lắp trên thân tuốc bin và hộp số như các nhiệt kế, áp kế, tốc độ kế v.v...

Áp kế khi thông với khí quyển phải chỉ giá trị '0'. Tốc độ kế khi tàu dừng phải chỉ 0 vòng/phút, khi động khê vào kính tốc độ kế kim chỉ sẽ dao động.

- Đo các khe hở dọc trục, khe hở hướng kính của tuốc bin. Kết quả đo phải được ghi vào nhật ký máy và nhật ký kiểm tra và các khe hở phải nằm trong phạm vi cho phép.

- Khởi động bơm dầu bôi trơn cho tuốc bin.

- Dùng máy via để via máy vài lần, trong thời gian via máy phải theo dõi tải trọng của máy via, thông qua đồng hồ đo dòng điện của máy via.

Khi tải của máy via quá lớn, dòng điện tiêu thụ của máy via quá lớn, phải dừng máy via và kiểm tra tìm nguyên nhân và khắc phục. Nguyên nhân tải của máy via quá lớn có thể do bạc vít chân vịt bị siết quá chặt, có thể bị kẹt phần động với phần tĩnh của tuốc bin, có thể do nước đọng trong tuốc bin, có thể do mục rỉ ở cổ trục tuốc bin v.v...

- Kiểm tra sự hoạt động của các van đóng nhanh, van manơ chính, van manơ phụ bằng cách mở hết các van này sau đó đóng lại. Khi kiểm tra các van manơ phải đóng van cấp hơi chính lại để không làm quay tuốc bin.

2. Đưa hệ thống dầu bôi trơn vào làm việc

Khi đưa hệ thống dầu bôi trơn vào làm việc, ta cần phải:

- Xả cặn đáy, xả nước ở các két dầu tuần hoàn (két treo).
- Kiểm tra mức dầu nhờn trong két, nếu thiếu phải bổ xung.
- Trước khi khởi động hệ thống, dầu nhờn phải được lọc kỹ càng.
- Khởi động bơm dầu nhờn và đưa áp suất dầu nhờn đến áp suất công tác. Khi đó phải kiểm tra độ kín của hệ thống dầu nhờn, kiểm tra các dụng cụ đo của hệ thống dầu nhờn, kiểm tra xem phin lọc có sạch hay không, thông qua chênh lệch áp suất dầu trước và sau phin lọc.

3. Đưa bầu ngưng vào hoạt động

Quy trình đưa bầu ngưng vào hoạt động bao gồm các bước:

- Khởi động bơm tuần hoàn, sau đó khởi động bơm nước ngưng ở tốc độ thấp.
- Khởi động bơm hút chân không, tạo chân không ở bầu ngưng, để độ chân không đạt 2/3 giá trị công tác. Khi áp suất bình ngưng giảm, thì áp suất trong thân tuốc bin, nhất là trong tuốc bin thấp áp cũng bắt đầu giảm, do đó để tránh tuốc bin hút không khí vào trong giai đoạn này, phá huỷ chân không đã tạo thành ở bầu ngưng, ta phải cấp hơi vào bao hơi làm kín tuốc bin trước khi giảm áp suất bình ngưng.

4. Hâm nóng tuốc bin

Công việc quan trọng nhất trước khi đưa tuốc bin vào hoạt động là hâm nóng tuốc bin. Hâm nóng tuốc bin nhằm mục đích từ từ đưa tuốc bin tới gần với điều kiện làm việc nhất, để tránh ứng suất nhiệt khi khởi động tuốc bin. Hơi sấy nóng tuốc bin có thể được dẫn vào theo các đường ống riêng biệt (nếu trong kết cấu có đường ống sấy hơi), có thể được dẫn vào theo đường cấp hơi chính, theo van manơ. Khi sấy nóng tuốc bin, tuốc bin phải quay. Thời gian sấy nóng tuốc bin được hãng chế tạo tuốc bin quy định một cách chính xác và thường bằng 15 đến 30 phút.

Trong thời gian sấy tuốc bin áp suất ở bình ngưng duy trì cao hơn áp suất định mức một ít.

Thời gian kết thúc hâm sấy tuốc bin và nhiệt độ đạt được sau khi hâm sấy tuốc bin phải được ghi vào nhật ký máy.

II. VẬN HÀNH TUỐC BIN TRONG THỜI GIAN LÀM VIỆC

Sau khi hâm nóng tuốc bin, mở van manơ chính để khởi động tuốc bin, ghi thời gian manơ, loại manơ vào nhật ký máy.

Tăng dần tốc độ quay của tuốc bin đến giá trị yêu cầu, phải rất thận trọng khi tăng tốc độ quay của tuốc bin, để tránh giãn nở nhiệt làm kẹt phần động và phần tĩnh của tuốc bin. Tuyệt đối không được đột ngột tăng áp suất và nhiệt độ hơi. Khi tăng tốc độ quay của tuốc bin mà có rung động mạnh thì phải giảm vòng quay cho tới khi rung động đó mất đi, sau 5÷10 phút tiếp tục tăng lại vòng quay. Sau 2 đến 3 lần tăng vòng quay mà rung động không mất đi, thì phải dừng tuốc bin, tìm nguyên nhân và khắc phục, rồi mới khởi động lại.

Trong thời gian tăng vòng quay của tuốc bin cần theo dõi:

- Các tiếng ồn lạ ở tuốc bin và hộp số.
- Rung động của tuốc bin.
- Nhiệt độ hơi vào bầu ngưng.
- Độ giãn dài của rôto và dẫn nở nhiệt của thân tuốc bin
- Theo dõi hệ thống bao và hút hơi.
- Hệ thống xả nước đọng ở thân tuốc bin và ống dẫn.
- Nhiệt độ ở các ổ đỡ, ổ chặn.
- Áp suất và nhiệt độ dầu bôi trơn.

Sau khi vòng quay của tuốc bin đã đạt giá trị yêu cầu, đóng van xả nước ở các tầng đầu của tuốc bin làm việc với hơi quá nhiệt, các van xả nước ở các tầng cuối của tuốc bin làm việc với hơi bão hoà ẩm cần phải được mở. Cần phải chú ý rằng không có hệ thống xả nước nào có thể xả nhanh được hết lượng nước có trong tuốc bin khi khởi động, do đó cần phải

tuyệt đối tránh không để tuốc bin bị thủy kích, tránh không để nước bị cuốn theo hơi vào tuốc bin.

Trong thời gian tuốc bin làm việc cần phải theo dõi, kiểm tra các thông số như: tốc độ quay của tuốc bin; áp suất hơi, nhiệt độ hơi vào và ra tuốc bin; áp suất dầu bôi trơn; nhiệt độ dầu bôi trơn. Kiểm tra sự làm việc của bầu làm mát dầu nhờn, độ sạch của dầu nhờn, độ sạch của các phin lọc dầu, kiểm tra mức dầu nhờn trong các két. Kiểm tra sự làm việc của bình ngưng, kiểm tra sự làm việc của các bộ làm kín đầu trục. Kiểm tra khe hở tuốc bin v.v...

Vòng quay của tuốc bin được đo bằng tốc độ kế, vòng quay của tuốc bin là thông số thể hiện gần đúng nhất công suất phát ra của tuốc bin và là thông số rất quan trọng trong khai thác hệ động lực tuốc bin hơi nước tàu thủy.

Áp suất hơi công tác được đo ở các vị trí: sau bộ quá nhiệt, trước van manơ chính, trước ống phun của tầng thứ nhất, trong tầng tuốc bin tại vị trí trích hơi tới bộ hồi nhiệt, tại buồng hơi của tầng điều chỉnh, tại cửa vào bầu ngưng v.v.... Đo áp suất hơi ở các vị trí này cho phép người vận hành đánh giá đúng chất lượng làm việc của tuốc bin và của cả hệ động lực.

Nhiệt độ hơi được đo ở các vị trí: sau bộ quá nhiệt, trước van manơ chính, trong tầng tuốc bin tại vị trí trích hơi tới bộ hồi nhiệt, v.v....

Độ sai lệch áp suất cho phép trong khai thác là 5%, nhiệt độ là $10\div 15^{\circ}\text{C}$.

Thường xuyên theo dõi hơi trong các tầng trung gian, các khoang trích hơi, theo dõi áp suất hơi trong các bao hơi làm kín.

Khi độ chân không trong bình ngưng giảm đi phải tiến hành kiểm tra hệ thống làm kín tuốc bin và tiến hành kiểm tra độ kín của tuốc bin, kiểm tra độ kín của bình ngưng, kiểm tra các bơm hút chân không. Khi hàm lượng ôxy trong nước vượt quá $0,05\div 0,1$ mg/l, thì chứng tỏ không khí bị dò lọt vào hệ thống.

Áp suất và nhiệt độ dầu bôi trơn được đo ở trước các điểm bôi trơn, áp suất dầu bôi trơn phải nằm trong giới hạn quy định, nhiệt độ dầu bôi trơn sau các ổ đỡ bằng $50\div 55^{\circ}\text{C}$ và không được tăng lên đến quá 70°C . Nhiệt độ dầu bôi trơn sau sinh hàn dầu nhờn bằng $40\div 45^{\circ}\text{C}$.

Độ sạch của dầu nhờn phải được kiểm tra hàng ca trực. Dầu nhờn trong hệ động lực tuốc bin thường bị lẫn nước, nên phải thường xuyên xả nước cho dầu nhờn bôi trơn. Nước lẫn vào dầu nhờn có thể từ bầu làm mát dầu nhờn, có thể từ các bao hơi làm kín, vì vậy phải duy trì áp suất dầu nhờn trong bầu sinh hàn lớn hơn áp suất nước làm mát, duy trì khe hở của các bộ làm kín kiểu khuấy khúc không lớn quá, duy trì áp suất hơi đến các bao hơi làm kín không lớn quá.

Kiểm tra độ sạch của phin lọc dầu nhờn, thông qua độ sụt áp của dầu nhờn qua phin lọc. Nếu độ sụt áp của dầu nhờn qua phin lọc quá lớn, có nghĩa là phin lọc đã bị bẩn, khi đó phải vệ sinh phin lọc dầu nhờn. Khi vệ sinh phin lọc dầu nhờn phải kiểm tra kỹ các cặn bẩn, các hạt kim loại, sự có mặt của các hạt kim loại thể hiện quá trình mài mòn quá nhanh của các bạc đỡ, bạc chặn trục tuốc bin, của các bánh răng bộ giảm tốc.

Phải thường xuyên kiểm tra chất lượng dầu nhờn bôi trơn, phải thay dầu nhờn nếu: khi chỉ số axit lớn hơn 1,5mg KOH/1g dầu nhờn, khi hàm lượng nước vượt quá 0,1%, khi mẫu

của dầu nhờn thay đổi, khi độ nhớt tăng hơn 25% giá trị quy định, khi các thành phần bẩn vượt quá các giá trị cho phép, khi dầu nhờn bị lão hoá.

Dầu nhờn bị lão hoá là do các nguyên nhân sau:

- do ôxy từ không khí xâm nhập vào,
- do hàm lượng nước, hàm lượng cặn bẩn xâm nhập vào dầu nhờn quá lớn,
- do nhiệt độ dầu nhờn thay đổi thường xuyên. Nhiệt độ dầu nhờn cao và hệ số tuần hoàn của dầu nhờn qua hệ thống lớn làm tăng nhanh quá trình lão hoá của dầu nhờn bôi trơn.

Theo dõi sự hoạt động của các thiết bị trao đổi nhiệt, của bộ khử khí của các thiết bị liên quan như thiết bị chưng cất nước ngọt v.v..., việc trích hơi chỉ tiến hành khi tước bin đã làm việc ổn định.

Theo dõi sự làm việc của bầu ngưng chính, nhất là sự kín khít của thiết bị, qua thông số độ chân không của bầu ngưng. Nếu hàm lượng muối trong nước ngưng tăng lên, nguyên nhân có thể là do bầu ngưng bị thủng và nước biển làm mát dò lọt vào phần nước ngọt ngưng tụ.

Chú ý nghe tiếng động lạ, khi tước bin làm việc.

Kiểm tra áp suất hơi vào và ra bộ làm kín tước bin.

Thường xuyên kiểm tra vị trí của trục tước bin so với thân tước bin, kiểm tra các khe hở hướng trục và khe hở hướng kính của tước bin.

III. DUY TRÌ TUỐC BIN Ở TRẠNG THÁI SẴN SÀNG LÀM VIỆC (TRẠNG THÁI STANBY)

Duy trì tước bin ở trạng thái sẵn sàng làm việc ‘stanby’, nhằm đảm bảo luôn khởi động được tước bin trong thời gian ngắn nhất. Có thể duy trì trạng thái ‘stanby’ trong một giờ, trong 1/2 giờ và trong bất cứ lúc nào.

Quy trình duy trì trạng thái sẵn sàng làm việc ‘stanby’ là:

- Sau khi đóng van manơ để dừng tước bin, người ta mở một ít van manơ để đưa một lượng hơi nhỏ vào tước bin, đảm bảo cho rôto tước bin quay thật chậm.
- Mở tất cả các van xả nước ở thân tước bin.
- Giảm và sau đó ngừng cấp nước làm mát tới sinh hàn dầu nhờn. Đảm bảo nhiệt độ dầu nhờn không giảm xuống dưới 40⁰C.
- Cho tước bin quay trong thời gian 2 đến 3 phút, đóng van manơ lại để dừng tước bin. Sau 10÷15 phút dừng tước bin, lại via máy quay tước bin trong vòng 2 đến 3 phút. Chú ý nghe tiếng động lạ.
- _ Quay tước bin tiến sau đó quay tước bin lùi với tốc độ tối thiểu.
- Nếu quá 15 phút mà không cho tước bin làm việc thì đóng van manơ lại. Via máy bằng máy via, sau 1÷2 giờ lại via máy bằng hơi.
- Phải duy trì áp suất dầu nhớt trong phạm vi quy định.

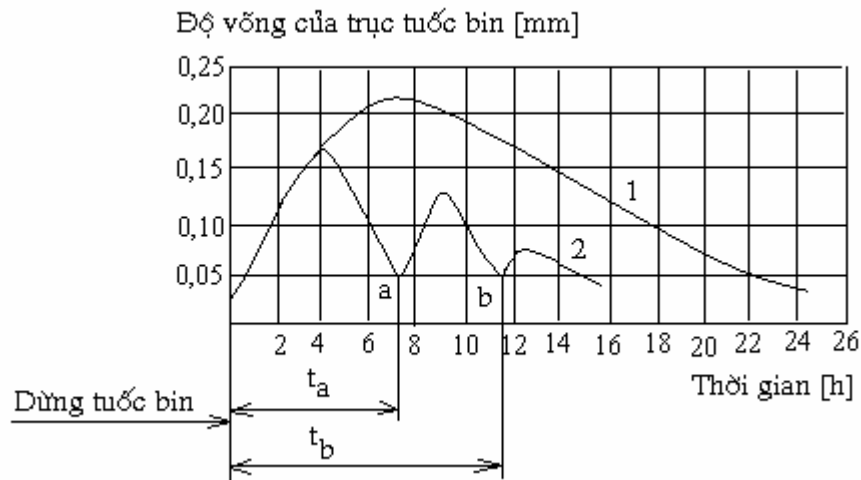
IV. DỪNG TUỐC BIN

Sau khi kết thúc manơ và được lệnh từ buồng lái dừng tước bin, đóng van manơ chính, mở các van xả nước của tước bin. Một phần các van xả nước có thể đã được mở ngay trong

thời gian manơ, vì vậy trong khi dừng tuốc bin phải mở một các van xả nước đọng còn lại. Nếu có lệnh của buồng lái thì phải duy trì tuốc bin ở trạng thái sẵn sàng làm việc.

Trong thời gian tuốc bin nguội đi thường xuất hiện các ứng suất nhiệt, cũng như trong thời gian hâm nóng tuốc bin. Thời gian làm nguội tuốc bin khá dài và phụ thuộc vào loại tuốc bin, phụ thuộc vào nhiệt độ quá nhiệt của hơi. Nhiệt độ quá nhiệt của hơi càng lớn, thời gian làm nguội tuốc bin càng dài, thời gian làm nguội tuốc bin thường bằng 24 giờ đến 36 giờ kể từ khi thực hiện manơ dừng tuốc bin. Trong thời gian làm nguội tuốc bin, nếu trục tuốc bin không quay thì quá trình làm nguội tuốc bin sẽ diễn ra không đều, phần dưới tuốc bin nhiệt độ sẽ thấp hơn phần trên tuốc bin (do không khí nóng được đẩy lên phía trên), chênh lệch nhiệt độ phần trên và phần dưới tuốc bin có thể lên đến 60°C . Do phần dưới của tuốc bin nguội nhanh hơn, nên phần dưới của trục tuốc bin cũng nguội nhanh hơn, làm cho phần dưới của trục tuốc bin bị co lại nhiều hơn so với phần trên, do đó trục tuốc bin bị võng lên trên. Quá trình làm nguội tuốc bin khi trục không quay và khi trục quay định kỳ thể hiện trên hình 3.49.

- 1 – Quá trình nguội dần của trục tuốc bin khi không quay.
- 2 - Quá trình nguội dần của trục tuốc bin khi quay định kỳ.



Hình 3.71. Quá trình làm nguội tuốc bin.

Nếu trục tuốc bin nguội dần chúng ta quay đi một góc 180° , thì phần dưới của trục nguội nhanh hơn sẽ quay lên trên ở phần nóng hơn và ngược lại, làm cho độ võng của tuốc bin bị hâm lại và ứng suất nhiệt sẽ làm cho trục tuốc bin thẳng ra. Trục tuốc bin được làm mát bằng cách này, sau thời gian t_a , t_b sẽ có độ võng nhỏ như tại thời điểm dừng tuốc bin.

Sau khi dừng tuốc bin 24h phải đo khe hở hướng kính, khe hở hướng trục của tuốc bin. Kết quả đo phải được ghi vào nhật ký máy. Sau 2÷3 ngày phải xả khí cho tuốc bin, bằng cách cho bơm chân không làm việc và quay trục đi 1/3 vòng, cấp dầu bôi trơn vào cổ trục.

CHƯƠNG 11. CÁC SỰ CỐ THƯỜNG GẶP VÀ BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC

I. CÁC SỰ CỐ THƯỜNG GẶP

Trong quá trình làm việc của tuốc bin thường gặp các sự cố sau:

- Tuốc bin có tiếng gõ lạ.
- Tuốc bin bị thuỷ kích.
- Tuốc bin bị rung động mạnh.

1. Tuốc bin có tiếng gõ lạ

Phải thường xuyên kiểm tra tiếng gõ lạ của tuốc bin, kiểm tra tiếng gõ lạ của tuốc bin cũng được thực hiện khi thay đổi tốc độ của tuốc bin. Việc kiểm tra những tiếng gõ lạ của tuốc bin đòi hỏi người sử dụng phải có nhiều kinh nghiệm trong khai thác, vận hành máy. Tiếng động lạ bên trong tuốc bin thường gây nên bởi phần động của tuốc bin bị vướng vào phần tĩnh của tuốc bin.

Nguyên nhân làm phần động tuốc bin vướng vào phần tĩnh của tuốc bin gồm:

- Dao động của cánh và của trục tuốc bin.
- Các liên kết cố định cánh, vành kín, vành khử đàn hồi bị nới lỏng.
- Có lẫn các tạp chất cơ học trong hơi nước.
- Biến dạng trong tuốc bin v.v...

2. Va đập thuỷ lực

Va đập thuỷ lực bên trong tuốc bin thường xảy ra khi:

- Giảm nhiệt độ hơi, giảm vòng quay của tuốc bin.
- Dò hơi ở bộ làm kín.
- Các hạt nước và hơi ẩm bị văng ra từ các bộ làm kín ở tuốc bin cao áp.
- Nhiệt độ của bộ chặn tăng.

Va đập thuỷ lực gây nên các hậu quả vô cùng lớn như: gãy cách, hư hỏng cánh tuốc bin; làm chảy lớp lót bạc chặn chân vít.

Va đập thuỷ lực có thể xảy ra trong thời gian khởi động tuốc bin, cũng như trong thời gian làm việc ổn định của tuốc bin. Va đập thuỷ lực xảy ra trong thời gian khởi động tuốc bin là do không xả nước tốt cho hệ thống, hoặc do tăng tốc độ tuốc bin đột ngột, có nghĩa là tăng lượng hơi cấp vào tuốc bin đột ngột. Va đập thuỷ lực xảy ra trong thời gian làm việc ổn định của tuốc bin là do hiện tượng sôi trào trong nồi hơi gây nên, khi đó mực nước trong nồi hơi dâng cao hơn mực nước công tác và các hạt nước bị cuốn theo hơi vào tuốc bin gây nên va đập thuỷ lực trong tuốc bin. Do nước bị cuốn vào trong tuốc bin nên cánh tuốc bin có thể bị ngập trong nước làm hãm chuyển động của cánh, làm tốc độ quay của tuốc bin bị giảm, làm tăng dao động và tiếng ồn của tuốc bin.

Nước cuốn theo hơi vào tuốc bin còn gây nên các nê-m nước ở các cánh dẫn làm nghẽn dòng chuyển động của hơi và khi dòng hơi đẩy các nê-m nước ra khỏi cánh dẫn sẽ gây nên

các va đập thủy lực. Khi tuốc bin làm việc các hạt nước được văng ra với vận tốc lớn, làm tăng đáng kể áp suất tác động lên vỏ tuốc bin, có thể gây nên rò rỉ ở các mối nối.

Khi dòng hơi đẩy nếm nước ở cánh dẫn sẽ làm tăng áp suất ở trước tầng tuốc bin và làm giảm áp suất sau tầng tuốc bin, làm tăng lực dọc trục, làm tăng phụ tải của bộ chặn trục tuốc bin, có thể làm chảy lớp vật liệu lót của bộ chặn.

Khi phát hiện ra có va đập thủy lực hoặc ngay cả khi có biểu hiện xuất hiện có các va đập thủy lực ngay lập tức phải dừng tuốc bin để tránh các hậu quả nghiêm trọng.

3. Dao động của trục và cánh tuốc bin

Các nguyên nhân gây ra dao động của trục và cánh của tuốc bin:

- Do cong trục chân vịt, hoặc gãy cánh chân vịt.
- Do các ổ đỡ bị hỏng, do trục bị biến dạng hoặc do bôi trơn kém.
- Do nước bị cuốn theo hơi vào tuốc bin.
- Do biến dạng trục hoặc vỏ tuốc bin khi hâm sấy tuốc bin không đều.
- Do trục tuốc bin và hộp giảm tốc không đồng tâm.
- Do các cạnh nhọn của các bộ làm kín kiểu khúc khuỷu tỳ vào trục.

Để tìm ra nguyên nhân gây nên dao động của trục và cánh tuốc bin, phải giảm vòng quay tuốc bin, cho đến khi không còn dao động nữa, sau đó xả nước đọng, kiểm tra nhiệt độ, kiểm tra trạng thái của các bộ đỡ, kiểm tra nhiệt độ của bộ làm kín trục tuốc bin. Sau 10÷15 phút tăng vòng quay của tuốc bin đến giá trị ban đầu, sau đó lại cho tăng thêm một ít. Nếu sau khi tăng lại vòng quay của tuốc bin mà dao động không sảy ra, hoặc chỉ sảy ra khi chúng ta cho vượt tốc tuốc bin, thì lại giảm vòng quay tuốc bin, lặp lại các bước như trên, sau đó lại tăng vòng quay tuốc bin lên giá trị ban đầu. Nếu trường hợp dao động không mất đi thì phải dừng tuốc bin và tiến hành kiểm tra kỹ càng tuốc bin.

I. KIỂM TRA TUỐC BIN

Cũng như các thiết bị tàu thủy khác tuốc bin hơi tàu thủy cũng phải thường xuyên tiến hành kiểm tra thường kỳ và kiểm tra đăng kiểm.

Kiểm tra đăng kiểm do cơ quan Đăng kiểm giám sát và kiểm tra. Cơ quan Đăng kiểm đưa ra các yêu cầu cụ thể để kiểm tra.

Chủ Tàu phải chuẩn bị cho cơ quan Đăng kiểm kiểm tra tuốc bin ở trạng thái tháo rời. Trong thời gian kiểm tra đăng kiểm, Đăng kiểm viên phải kiểm tra được:

- Vỏ tuốc bin, các bạc trục tuốc bin.
- Hộp van chính, các van, các đường ống hơi. Khi cần thiết Đăng kiểm viên có thể yêu cầu thử kín các chi tiết này.
- Bánh tĩnh, cánh hướng và các thiết bị làm kín bên trong và bên ngoài.
- Trục tuốc bin ở trạng thái tháo rời, bánh động, cánh động, vòng làm kín cánh, vòng cố định khử đàn hồi cánh.
- Cổ trục tuốc bin, bộ đỡ chặn.
- Bình ngưng, các mối nối của ống lên mặt sàng. Nếu đăng kiểm viên thấy cần thiết có thể yêu cầu kiểm tra thủy lực bình ngưng theo đúng các quy định của Đăng kiểm.
- Các thiết bị bảo vệ tuốc bin, thiết bị báo động và điều chỉnh của tuốc bin.

- Và tất cả các chi tiết khác mà Đăng kiểm viên thấy cần phải kiểm tra.
Trong thời gian kiểm tra đăng kiểm tuốc bin cần phải kiểm tra kỹ bộ giảm tốc-ly hợp, bao gồm:

- Kiểm tra thân bộ giảm tốc, kiểm tra bộ đỡ bộ giảm tốc - ly hợp.
- Kiểm tra giăng kín của bộ giảm tốc - ly hợp.
- Kiểm tra cổ trục của bộ giảm tốc, kiểm tra vật liệu lót của các bạc đỡ bộ giảm tốc – ly hợp.
- Kiểm tra cánh bơm thủy lực.
- Kiểm tra tình trạng và ăn khớp của các bánh răng bộ giảm tốc.
- Kiểm tra các chi tiết ma sát.
- Kiểm tra hệ thống thủy lực điều khiển của bộ giảm tốc - ly hợp.
- Kiểm tra tất cả các chi tiết mà Đăng kiểm viên yêu cầu.

Trước khi đưa tuốc bin vào kiểm tra đăng kiểm cần phải xác định rõ vị trí rò rỉ hơi và dầu nhờn, đo các khe hở của tuốc bin, xác định các thông số làm việc của tuốc bin như:

- Áp suất và nhiệt độ hơi trước tuốc bin, trong tầng điều chỉnh, trong đường ống trích hơi của tuốc bin, độ chân không của bình ngưng.
- Áp suất dầu nhờn trong các bộ đỡ và trong hệ thống điều khiển, nhiệt độ dầu nhờn vào và ra các bộ đỡ tuốc bin.
- Nhiệt độ nước làm mát vào và ra bình ngưng.

Nếu sau khi kiểm tra, dự kiến có sửa chữa tuốc bin phải xác định lượng tiêu dùng hơi, để có thể kiểm chứng với lượng tiêu dùng hơi sau khi sửa chữa.

Trước khi kiểm tra đăng kiểm cần phải kiểm tra chất lượng dầu nhờn bôi trơn và kiểm tra chất lượng nước ngưng. Nếu dầu nhờn có lẫn các tạp chất vượt quá giá trị cho phép và độ nhớt của dầu nhờn tăng quá 25% giá trị định mức thì phải thay mới dầu nhờn.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Balcerski A.; *Silownie okretowe*; Wydawnictwo Politechniki Gdanskiej, Gdansk 1986.
- [2] Chmielniak T.; *Obiegi termodynamiczne turbin cieplnych*. Ossolineum, Wroclaw 1988.
- [3] Donald K.M.B.; *Marine Steam Turbines*; Merine Media Management ltd; London 1977.
- [4] Fox W.J.; *Marine Steam Engines and Turbines*; London 1956.
- [5] Kurzon A.G.; *Sudowyje Parowyje i Gazowyje Turbiny*; Sudpromgiz; Lenigrad 1962.
- [6] Kurzon A.G.; *Teoria Sudowych Parowych i Gazowych Turbin*; Sudostrojenie; Lenigrad 1970.
- [7] Kurzon A.G.; *Osnowy Teorii Projectirowania Sudowych Paroturbinnych Ustanowok*; Sudostrojenie; Lenigrad 1974.
- [8] Madejski J.; *Wyniana ciepla w turbinach cieplnych*. Ossolineum, Wroclaw 1988.
- [9] Michelon A.; *Course de turbines Marines*, T. I, II. Edition Maritime et d'Out're-Mer, Paryz 1978.
- [10] Moisiejew A.A. Rozenbegr A.N.; *Konstruirowanie i Raszot Procznosti Sodowych TZA*; Sudostrojenie; Lenigrad 1964.
- [11] Nikiel T.; *Elementy Turbin Parowych*; PWT, Warszawa 1960.
- [12] Nikiel T.; *Turbiny Parowe*; WNT, Warszawa 1980.
- [13] Nguyễn Hồng Phúc; *Hệ động lực hơi nước*; Đại học Hàng hải 1996.
- [14] Ocheduszko S.; *Teoria Maszyn Cieplnych*;
- [15] Perepeczko A., Stalinski J.; *Okretowe i Silniki Parowe*; Wydawnictwo Morskie; Gdansk 1971.
- [16] Perepeczko A.; *Okretowe Turbiny Parowe*; Wydawnictwo Morskie; Gdansk 1980.
- [17] Perycz S.; *Turbiny Parowe i Gazowe*; Ossolineum, Wroclaw 1992.
- [18] Pihowicz S.; *Okretowe Silownie jadrowe z Reaktorami wodnocisnieniowymi*; Wydawnictwo Morskie; Gdansk 1986.
- [19] Plaksinow N.P., Verete A.G.; *Sudowyje Turbinnyje Ustanowki*; Transport Mockwa 1973.
- [20] Popow W.F.; *Montaz sudowych silowych Ustanowok*; Sudostrojenije Lenigrad 1964.
- [21] Szczegłajew A.W.; *Parowyje turbiny*, Energija, Mockwa 1976.
- [22] Tuliszka E.; *Turbiny Cieplne, Zagadnienie Termodynamiczne i Przeplywowe*; WTN Warszawa 1973.
- [23] Trần Phương; *Nội hơi tàu thủy, tập 1, 2, 3*; Đại học Hàng hải 1981.
- [24] Wiczorek B.; *Technologia Montazu Turbin Parowych*, WNT, Wroclaw 1996.
- [25] Wisniewski S.; *Obciazenie Cieplne Silnikow Turbinowych*; WKL Warszawa 1974.

