MỤC LỤC

Lời nói đầu
Phần thứ nhất **Máy bơm**
Chương 1 **Mở đầu**
1.1 Định nghĩa
1.2 Sơ lược về lịch sử máy bơm
1.3 Phân loại máy bơm
1.4 Những thông số cơ bản của máy bơm
1.5 Phạm vi sử dụng các loại bơm
Chương 2 **Bơm ly tâm**
2.1 Phân loại bơm ly tâm
2.2 Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của bơm ly tâm
2.3 Trang bị của tổ máy bơm ly tâm
2.4 Những bộ phận chủ yếu của bơm ly tâm
2.5 Chuyển động của chất lỏng trong bánh xe công tác của bơm ly tâm
2.6 Phương trình cơ bản của bơm ly tâm
2.7 Ảnh hưởng của kết cấu cánh dẫn đến cột áp của bơm ly tâm
2.8 Lưu lượng của bơm ly tâm
2.9 Chiều cao hút
2.10 Cột áp của máy bơm
2.11 Công suất và hiệu suất của máy bơm
2.12 Luật tương tự trong bơm ly tâm
2.13 Quan hệ tương tự trong một bơm ly tâm
2.14 Xác định điểm làm việc và đường đặc tính khi chế độ làm việc thay đổi
2.15 Đường đặc tính của bơm ly tâm
2.16 Đặc tính đường ống và điểm làm việc của máy bơm
2.17 Sự làm việc không ổn định của máy bơm trong hệ thống
2.18 Sự làm việc song song của các máy bơm ly tâm
2.19 Sự làm việc nối tiếp của các bơm ly tâm
2.20 Hiện tượng xâm thực
2.21 Lực hướng trục và phương pháp cân bằng
2.22 Các phương pháp điều chỉnh bơm ly tâm
2.23 Khớp nối thủy lực
2.24 Các phương pháp mồi bơm ly tâm
2.25 Kết cấu của một số bơm ly tâm
2.26 Vận hành bơm ly tâm
Chương 3 **Bơm hướng trục**
3.1 Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc
3.2 Lưới thẳng của propin
3.3 Phương trình cơ bản của bơm hướng trục
3.4 Lưu lượng của bơm hướng trục
3.5 Đường đặc tính của bơm hướng trục
3.6 Kết cấu của bơm hướng trục
Chương 4 **Bơm dưới sâu**

4.1 Bơm giếng khoan kiểu nhúng chìm
4.2 Bơm giếng khoan kiểu nửa chìm
4.3 Đặc tính tính toán lưu lượng bơm giếng khoan
4.4 Bơm khí ép
4.5 Bơm phun tia
4.6 Một vài nhận xét về các loại bơm dưới sâu
Chương 5 Bơm nước va – Bơm xoáy – Bơm chân không
5.1 Bơm nước va
5.2 Bơm xoáy – sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc
5.3 Bơm chân không
Chương 6 Bơm pít tông
6.1 Nguyên tắc làm việc và phân loại bơm pít tông
6.2 Lưu lượng của bơm pít tông
6.3 Các thông số làm việc khác của bơm pít tông
6.4 Chụp không khí của bơm pít tông
Chương 7 Quạt gió và máy nén khí
7.1 Quạt gió ly tâm
7.2 Quạt gió hướng trục
7.3 Máy nén khí pít tông
7.4 Máy nén khí rôto
7.5 Máy nén khí ly tâm
Phần thứ hai Trạm bơm
Chương 8 Trạm bơm cấp nước
8.1 Phân loại trạm bơm cấp nước
8.2 Lưu lượng và cột áp của các máy bơm cấp một
8.3 Lưu lượng và cột áp của các bơm cấp hai
8.4 Lưu lượng và cột áp của bơm chữa cháy
8.5 Một số sơ đồ bố trí máy bơm trong trạm bơm
8.6 Ống hút và ống đẩy
8.7 Đặc điểm xây dựng các loại trạm bơm
8.8 Dự trữ thiết bị cho trạm bơm
8.9 Thiết bị đo lưu lượng
8.10 Thiết bị đo áp lực
8.11 Các thiết bị phụ của trạm bơm
8.12 Hiện tượng nước va và cách khắc phục
8.13 Các ví dụ về kết cấu trạm bơm cấp nước
Chương 9 Trạm bơm thoát nước
9.1 Khái niệm chung và phân loại trạm bơm thoát nước
9.2 Lưu lượng máy bơm và thể tích bể thu
9.3 Cột áp toàn phần của máy bơm
9.4 Kết cấu và các trang bị của bể thu
9.5 Các loại máy bơm thoát nước
9.6 Bố trí máy bơm và đường ống
9.7 Đặc điểm kết cấu trạm bơm thoát nước
9.8 Đặc điểm quản lý trạm bơm thoát nước
9.9 Một số ví dụ về trạm bơm thoát nước

9.10 Trạm bơm nước thải dùng khí ép
Chương 10 Lắp ráp và quản lý máy bơm trong trạm bơm
10.1 Lắp ráp máy bơm
10.2 Lắp đường ống
10.3 Vài nét về quản lý trạm bơm
Chương 11 Cấp điện cho trạm bơm
11.1 Động cơ điện
11.2 Máy biến áp và thiết bị phân phối
Chương 12 Tự động hóa trạm bơm
12.1 Khái niệm chung về công tác tự động hóa trạm bơm
12.2 Những bộ phận chính của hệ thống điều khiển tự động
12.3 Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của một số rơle
12.4 Thí dụ về sơ đồ điều khiển tự động trạm bơm
Chương 13 Tính toán các chỉ số kinh tế – kỹ thuật của trạm bơm

PHẦN THỨ NHẤT

MÁY BƠM

CHƯƠNG 1.
MỞ ĐẦU

1.1 ĐỊNH NGHĨA

Nguyên lý làm việc của máy bơm là dựa trên cơ sở hút và đẩy nước. Trong mười mấy thế kỷ qua, bơm được sử dụng rộng rãi và đa dạng. Trước hết, bơm được dùng để vận chuyển nước, nhưng nếu hiểu bơm là một loại máy vận chuyển nước thì quả là phiến diện và quá đơn giản. Ngoài việc sử dụng để cấp, thoát nước sinh hoạt và sản xuất, bơm còn được sử dụng rộng rãi để tiêu, tưới trong nông nghiệp, tích thủy năng, giao thông vận tải. Có những loại bơm sản xuất chuyên dùng cho công nghiệp hóa chất, chế biến dầu mỏ, giấy, than bùn, sữa, … Nếu định nghĩa bơm theo chức năng của nó thì khó mà có được một định nghĩa chung nhất và sâu sắc nhất.

Hiện nay định nghĩa chung nhất của bơm là định nghĩa theo quan điểm năng lượng. Bơm là một loại máy dùng để biến cơ năng nhận được từ động cơ thành năng lượng chuyển động của dòng chất lỏng.

1.2 SƠ LƯỢC VỀ LỊCH SỬ MÁY BƠM

Những thiết bị dâng nước thô sơ như gầu múc nước có cần ở giếng, bánh xe trước đã xuất hiện từ các thế kỷ trước công nguyên. Vào thế kỷ thứ II trước công nguyên, người ta đã nghĩ ra bơm pít tông có hai xi lanh. Nói chung, trước thế kỷ 17, các loại máy bơm rất thô sơ và ít được nghiên cứu. Từ thế kỷ 18 trở lại đây lĩnh vực nghiên cứu, thiết kế, chế tạo bơm mới được phát triển mạnh mẽ và ngày càng hoàn thiện. Năm 1640 nhà vật lý Ốt ta hen rích (Đức) đã sáng chế ra bơm pit tông đầu tiên. Những năm 1751-1754 Ơ k đã lập lên lý thuyết cơ bản về bơm. Năm 1838 Xablukoy (Nga) đã sáng chế ra bơm ly tâm đầu tiên.

Về sau nhiều nhà bác học như Giu-cốp-xki, Troplughin, Pơrốsnua đã lập nên lý thuyết về dòng chảy bao quanh hệ thống cánh dẫn, hoàn chỉnh lý thuyết về bơm cánh dẫn. Ngày nay trên thế giới ngành chế tạo bơm đã phát triển vô cùng mạnh mẽ. Các bơm có công suất tới 4.000 kw và tốc độ quay tới 40.000 v/g đã được chế tạo.

Từ hòa bình lập lại tới nay ở nước ta, ngành chế tạo bơm cũng ngày càng được phát triển. Việt Nam có những cơ sở chuyên nghiên cứu về bơm ở Viện thiết kế thủy lợi, thủy điện, Viện thiết kế bộ cơ khí luyện kim, tổ máy thủy lực trường đại học Bách Khoa. Chúng ta có những cơ sở sản xuất bơm như nhà máy bơm Hải Hưng, cơ khí Nguyễn Văn Cừ (Hà Bắc), cơ khí Hữu Nghị (Hải Hưng), cơ khí Mai Đông, Trần Hưng Đạo (Hà Nội), cơ khí Kiến Thiết (Hải Phòng),…

Ngành chế tạo bơm là một phức tạp và rất quan trọng trong lĩnh vực chế tạo máy, nó được đặc trưng với số lượng các kiểu bơm khác nhau. Nhiệm vụ quan trọng của ngành chế tạo bơm nước ta hiện nay là thống nhất hóa và định hình hóa với mức độ cao nhất các bơm, xây dựng được biểu đồ hệ loại bơm của Việt Nam. Mở rộng danh mục các loại bơm ly tâm trục ngang, bơm hướng trục, bơm giếng và chế tạo được bơm ly tâm trục đứng công suất lớn, bơm nước thải, bơm giếng loại nhúng chìm bơm dầu, bơm bột giấy.

1.3 PHÂN LOẠI MÁY BƠM

Bơm có thể phân loại theo nhiều cách. Cách phân loại phổ biến nhất là theo cấu tạo và nguyên tắc làm việc.

- Bơm cánh: bộ phận làm việc chính là bánh xe công tác có các cánh dẫn. Các bánh xe công tác là bộ phận chủ yếu để trao đổi năng lượng với chất lỏng. Loại bơm này gồm bơm ly tâm, bơm hướng trục và bơm xoáy.

- Bơm thể tích: việc trao đổi năng lượng với chất lỏng được tiến hành theo nguyên lý nén chất lỏng trong một thể tích kín dưới một áp suất thủy tĩnh. Loại bơm này gồm bơm pít tông và bơm rôto.

- Bơm phun tia: loại bơm này không có chi tiết chuyển động. Việc truyền năng lượng cho chất lỏng bơm thực hiện như một dòng chất lỏng khác (hoặc khí) có năng lượng cao hơn.

- Bơm khí ép: loại này cũng không có chi tiết chuyển động. Việc dâng nước được tiến hành nhờ cách dùng một dòng khí ép hòa trộn với nước thành một hỗn hợp khí nước có trọng lượng riêng nhỏ hơn nước.

- Bơm nước ra: lợi dụng năng lượng nước vô để vận chuyển chất lỏng.

- Bơm chân không: cũng thuộc loại bơm thể tích nhưng làm việc theo nguyên lý thay đổi áp suất.

1.4 NHỮNG THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA MÁY BƠM

Theo chức năng của nó, bơm được đặc trưng bởi ba thông số: lưu lượng, cột áp (cột nước), công suất.

- Lưu lượng: lưu lượng của bơm là lượng chất lỏng cấp được trong một đơn vị thời gian, ký hiệu: Q

  Q = đơn vị thể tích / đơn vị thời gian, m^3/h, m^3/s , l/s, v.v...

- Cột áp của bơm: cột áp của máy bơm là độ gia cơ năng của một đơn vị trọng lượng chất lỏng nhận được từ khi vào đến khi ra khỏi máy bơm.

$H = E_{ra} - E_{vào}$

$$E_{ra} = \frac{P_r}{\gamma} + \frac{\alpha_r V_r^2}{2g} + Z_r$$

$$E_v = \frac{P_v}{\gamma} + \frac{\alpha_v V_v^2}{2g} + Z_v$$

Trong đó

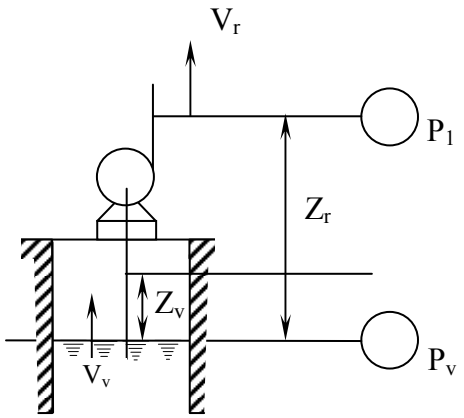
α_r, α_v	Hệ số vận tốc
P_r, V_r, Z_r	Áp lực, vận tốc và cao trình dòng chảy khi ra khỏi bơm.
P_v, V_v, Z_v	Áp lực, vận tốc và cao trình dòng chảy khi vào bơm.
γ	Trọng lượng riêng
g	Gia tốc trọng trường

Vậy có

$$H = \frac{(P_r - P_v)}{\gamma} + \frac{(\alpha_r V_r^2 - \alpha_v V_v^2)}{2g} + (Z_r - Z_v) \qquad (1 - 1)$$

Hình 1.1 Sơ đồ đo cột áp của bơm

Gọi thành phần thế năng là cột áp tĩnh: H_t



$$H_t = (P_r - P_v)\,\gamma + (Z_r - Z_v) \qquad (1-2)$$

và thành phần động năng là cột áp động: $H_đ$

$$H_đ = \frac{(\alpha_r V_r^2 - \alpha_v V_v^2)}{2g} \qquad (1-3)$$

Thì $$H = H_đ + H_t \qquad (1-4)$$

- Công suất: là độ gia năng lượng mỗi đơn vị trọng lượng chất lỏng nhận được khi qua bơm (tính bằng Nm hay km) bằng cột áp H. Toàn bộ độ gia năng lượng mà dòng chảy nhận được khi qua bơm trong một đơn vị thời gian gọi là công suất hữu ích: N_h

$$N_h = GH \ \text{(kgm/s)} = \gamma QH / 102 \ \text{(kw)} \qquad (1-5)$$

Trong đó

H Tính bằng
G Tính bằng kg/s hay N/s
Q Tính bằng m^3/s
γ Tính bằng kg/m^3.

Tỉ số giữa công suất hữu ích và công suất yêu cầu gọi là hiệu suất của bơm η

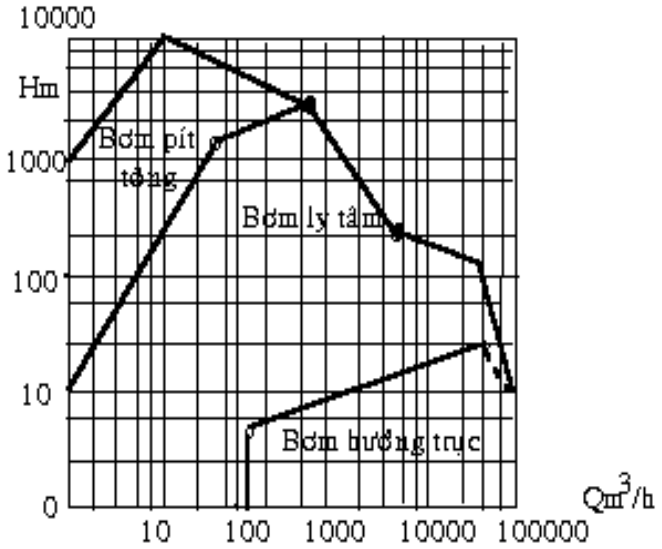
$$\eta = \frac{N_h}{N} = \frac{\gamma QH}{102N} \qquad (1-6)$$

Do đó, công suất tiêu thụ của bơm như sau:

$$N = \frac{\gamma QH}{102\eta} \qquad (1-7)$$

1.5 PHẠM VI SỬ DỤNG CÁC LOẠI BƠM

Bơm thể tích thường được sử dụng với cột áp cao và lưu lượng nhỏ. Bơm pít tông có thể sử dụng với cột áp đến 1000 w và cao hơn. Bơm rôto, ren vít, răng khía gặp nhiều khó khăn trong chế tạo ổ trục khi cần áp lực cao nên khi sử dụng khi cột áp không quá soát.



Hình 1.2 Khu vực sử dụng các kiểu bơm khác nhau

Bơm cánh có kết cấu gọn nhẹ được dùng rộng rãi ở khu vực cột áp thấp và trung bình, lưu lượng lớn.

Khu vực sử dụng các kiểu bơm xem đồ thị Hình 1.2 trong tọa độ lôgarít Q-H.

CHƯƠNG 2

BƠM LY TÂM

2.1 PHÂN LOẠI BƠM LY TÂM

Tùy thuộc vào mục đích sử dụng, bơm ly tâm có rất nhiều loại khác nhau. Sự khác nhau cơ bản giữa các loại bơm là về kết cấu và cách quản lý. Vì vậy, phân loại bơm ly tâm cũng có nhiều cách khác nhau. Bơm ly tâm có thể được phân loại theo cột áp, số bánh xe công tác, theo vị trí trục và một số cách khác.

2.1.1 Phân loại theo cột áp của bơm

- Bơm cột áp thấp H < 20 mét cột nước.
- Bơm cột áp trung bình H = (20-60) mét cột nước.
- Bơm cột áp cao H > 60 mét cột nước.

2.1.2 Phân loại theo số bánh xe công tác

- Bơm một cấp: trên trục bơm chỉ lắp một bánh xe công tác.
- Bơm nhiều cấp: trên trục bơm lắp từ hai bánh xe công tác trở lên. Tùy thuộc vào giá trị cột áp yêu cầu trên trục bơm có thể có hai, ba hoặc bốn bánh xe..., khi ấy tương ứng ta có bơm hai cấp, ba cấp hoặc bốn cấp... Ở những bơm này, chất lỏng sau khi qua bánh xe của cấp thứ nhất lại vào bánh xe của cấp thứ hai và cứ tiếp tục như vậy cho đến hết. Cột áp do bơm tạo nên bằng tổng cột áp của từng bánh xe.

2.1.3 Phân loại theo cách dẫn chất lỏng vào bánh xe

- Bơm nước vào một phía (Hình 2.1)
- Bơm nước vào hai phía (Hình 2.58). Nếu có cùng giá trị cột áp với bơm nước vào một phía thì loại bơm này cho lưu lượng lớn hơn.

2.1.4 Phân loại theo vị trí trục bơm

- Bơm trục đứng
- Bơm trục ngang

2.1.5 Phân loại theo hệ số tỉ tốc

- Bơm tỉ tốc thấp: hệ số tỉ tốc của bơm nằm trong khoảng 50-80 ($50 < n_s \leq 80$)
- Bơm tỉ tốc trung bình: hệ số tỉ tốc của bơm nằm trong khoảng 80-150 ($80 < n_s \leq 150$).
- Bơm tỉ tốc cao: hệ số tỉ tốc của bơm nằm trong khoảng 150-300 ($150 < n_s \leq 300$).
- Bơm chéo: loại bơm này dòng chảy chuyển động qua bơm nghiêng với trục một góc α.

Hệ số tỉ tốc của bơm chéo nằm trong khoảng 300 - 500 ($300 < n_s \leq 500$).

2.1.6 Phân loại theo mục đích sử dụng

- Bơm nước sạch: là loại bơm ly tâm dùng để bơm nước ít chất hòa tan; thường đặt ở hệ thống cột nước, hệ thống tiêu, tưới trong nông nghiệp.
- Bơm nước thải: thường đặt ở hệ thống thoát nước để bơm nước thải sinh hoạt hoặc sản xuất, bơm nước bẩn ở sông rãnh, hố máng...
- Bơm nước nóng: dùng để bơm nước có nhiệt độ từ 80^0C trở lên.
- Bơm hóa chất.
- Bơm bùn đất.

Ngoài ra, có thể phân loại theo cách dẫn nước ra khỏi máy bơm, theo phương pháp dẫn động giữa động cơ với bơm... Loại bơm có kết cấu hoàn thiện, hiệu suất cao và được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay là bơm ly tâm nối trực tiếp với động cơ và có bộ phận dẫn nước ra kiểu buồng xoắn.

2.2 SƠ ĐỒ CẤU TẠO VÀ NGUYÊN TẮC LÀM VIỆC CỦA BƠM LY TÂM

Trên Hình 2.1 trình bày sơ đồ cấu tạo của bơm li tâm trục ngang, kiểu công xôn, loại một cấp.

Vẽ lại

Hình 2.1 Sơ đồ cấu tạo bơm ly tâm một cấp.

Bộ phận chính và quan trọng nhất của bơm ly tâm là bánh xe công tác (1), lắp cố định trên trục (2) bánh xe công tác gồm đĩa trước (3), đĩa sau (4). Giữa hai đĩa là các cánh (5), có chiều cong ngược với chiều quay của bánh xe. Bánh xe được đặt trong buồng xoắn (6). Chất lỏng được dẫn vào bánh xe công tác qua ống hút (7) và dẫn ra khỏi bơm, qua ống đẩy (8). Giữa trục bơm và vỏ đặt vòng bít (còn gọi là cụm nắp bít) để ngăn không cho chất lỏng đẩy ra ngoài.

Trước khi cho bơm làm việc ống hút và thân bơm phải được chứa đầy nước. Khi bánh xe công tác quay, dưới tác dụng của bơm li tâm, chất lỏng chứa đầy trong kênh giữa các cánh chuyển động từ tâm ra chu vi và ra khỏi bánh xe với vận tốc khá lớn, vào buồng xoắn. Tại đây, sự chuyển động của chất lỏng điều hòa hệ và theo chiều dòng chảy, tiết diện buồng xoắn tăng dần, vận tốc chuyển động của chất lỏng giảm dần để biến một phần áp lực động của dòng chảy sau bánh xe thành áp lực dưới dạng thế năng sau khi ra khỏi buồng xoắn, chất lỏng vào ống đẩy và ra bể chứa.
Khi chất lỏng bị đẩy ra khỏi cửa ra thì ở cửa vào của bánh xe tạo nên độ chân không. Dưới tác dụng của áp suất khí quyển lên mặt chất lỏng trong bể hút, chất lỏng dâng lên qua ống hút vào bánh xe công tác, tạo nên dòng chảy liên tục qua bơm.

Trong bên ly tâm quá trình hút và đẩy diễn ra liên tục, vì vậy sự cấp chất lỏng của bơm cũng liên tục và đều đặn.

2.3 TRANG BỊ CỦA MỘT TỔ MÁY BƠM LY TÂM

Một số máy bao gồm động cơ, bơm và các trang bị của bơm: ống hút, ống đẩy, van, khóa, các loại đồng hồ (áp kế, chân không kế,...) như đã mô tả trên Hình 4.

- Giỏ chắn rác: là một tấm lưới được uốn theo hình trụ, có đáy, trên bề mặt đục lỗ hoặc khe dọc để ngăn không cho rác rưỡi lẫn trong nước bị men vào thân bơm. Trường hợp bơm cỡ nhỏ, mồi bằng cách đổ nước vào thân bơm hoặc nước lấy từ ống đẩy thì trong giỏ chắn rác đặt van một chiều kiểu đĩa.

Nếu bơm nước sạch không cần đặt giỏ chắn rác. Khi ấy ở miệng vào ống hút đặt phễu thu.

- Ống hút: ống hút nên bố trí ngắn, chắc chắn, ít thay đổi hướng.
- Khóa trên ống hút: chỉ đặt trong trường hợp bố trí nhiều bơm mà ống hút của chung nối với nhau hoặc bơm đặt thấp hơn mực nước trong bể hút.
- Van một chiều trên ống đẩy: không cho nước từ ống đẩy quay trở lại bơm trong trường hợp bơm đột ngột bị dừng lại do mất điện hoặc bộ phận chuyển động bị kẹt.

- Khóa trên ống đẩy: bố trí gần máy bơm để ngắt bơm.
- Chân không kế: đặt trên ống hút, kề miệng hút của bơm để xác định chiều cao hút chân không. Mặt chân không kế chia độ theo mm thủy ngân hoặc kG/cm^2.
- Áp kế: đặt trên ống đẩy, kề miệng đẩy của bơm để xác định độ gia áp của chất lỏng sau khi ra khỏi máy bơm. Một áp kế chia độ theo át- mốt - phe hoặc kG/cm^2.

Lưu lượng kế: đặt trên ống đẩy để đo lưu lượng của bơm.

Ngoài ra, trong một số trường hợp trên đỉnh thân bơm còn đặt van xả khí khi mồi bơm, trên ống đẩy đặt van an toàn để bảo vệ tổ máy và đường ống khi xảy ra sức va thủy lực.

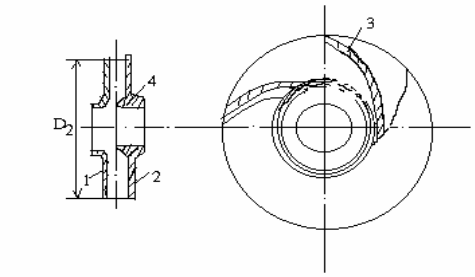
Hình 2.2 Sơ đồ bố trí trang bị của một tổ máy.
1: Giỏ chắn rác; 2: ống hút; 3: khóa trên ống hút; 4: van một chiều
5: Khóa trên ống đẩy; 6: chân không kế; 7: áp kế; 8: lưu lượng kế

2.4 NHỮNG BỘ PHẬN CHỦ YẾU CỦA BƠM LY TÂM

Những bộ phận chủ yếu của bơm ly tâm là bánh xe công tác, bộ phận hướng dòng, trục, vỏ bơm, ổ trục và đệm mút chống thấm.

Bánh xe công tác là bộ phận quan trọng nhất của máy bơm. Nó có nhiệm vụ truyền năng lượng nhận được từ động cơ của chất lỏng.

Bánh xe công tác được chế tạo với loại dẫn nước vào một phía và loại dẫn nước vào hai phía kiểu kín hoặc kiểu hở.



Hình 2.3 Bánh xe công tác kiểu kín, dẫn nước vào một phía.

1: Đĩa trước; 2: Đĩa sau; 3: Cánh; 4: Bọc

Vẽ lại
Hình 2.4 Bánh xe công tác kiểu hở, dẫn nước vào một phía.

1: Cánh ; 2: Đĩa; 3: Bọc

Vẽ lại
Hình 2.5 Bánh xe công tác, dẫn nước vào hai phía.

Bánh xe công tác kiểu kín, dẫn nước vào một phía (Hình 2.3) gồm đĩa truớc 1 (hay đĩa ngoài) và đĩa sau 2 (hay đĩa trong).

Giữa hai đĩa là các cánh bánh xe công tác có chiều cong ngược với chiều quay của bánh xe. Tùy theo hệ số tỉ tốc thấp hay cao mà bề mặt cánh có thể có một hoặc hai độ cong. Giữa đĩa 2 có bọc 4 để lắp trục bơm.

Bánh xe kiểu hở (Hình 2.4), khác bánh xe kiểu kín là không có đĩa trước, các cánh lắp sát với vỏ bơm (có khe hở nhỏ). Bánh xe kiểu hở thường dùng với những bơm bơm chất lỏng có hạt (bơm bùn đất, bơm cát sỏi nhỏ,...) Đôi khi các bơm giếng khoan cũng sử dụng loại bánh xe cánh hở.

Bánh xe dẫn nước vào hai phía (Hình 2.5), có hai đĩa ngoài, và một đĩa trong. Bọc lắp trục ở đĩa trong. Bánh xe nước vào hai phía thường dùng với những bơm lưu lượng lớn nó làm cho đặc tính làm việc của bơm tốt hơn. Với cánh dẫn nước vào bánh xe như vậy sẽ không gây ra lực hướng trục khi bơm làm việc và cho phép bố trí hai gối đỡ trục ở hai phía bánh xe làm tăng độ cứng vững của bơm.

Bánh xe công tác của bơm ly tâm thường có 6-8 cánh. Với những bơm dùng để bơm chất lỏng bẩn, bơm bùn đất, số cánh bánh xe ít hơn, thường có 2-4 cánh.

Kích thước phần dẫn dòng của bánh xe được xác định nhờ tính toán thủy động. Bánh xe chịu tác dụng của nhiều lực, phản lực dòng chảy, lực ly tâm và nếu bánh xe lắp căng trên trục thì còn có lực tác dụng tại chỗ lắp.

Ngoài việc thỏa mãn các yêu cầu về thủy động của phần dẫn dòng và về độ bền cơ khí, việc thiết kế bánh xe phải tạo nên dạng thuận lợi cho việc đúc và gia công cơ khí. Công nghệ đúc ngày nay cho phép chế tạo bánh xe công tác có phần dẫn dòng với độ chính xác cao và bề mặt các rãnh sạch không cần phải gia công thêm nữa. Trường hợp đặc biệt, đôi khi người ta dùng kết cấu bánh xe đúc kết hợp với hàn.

Vật liệu chế tạo bánh xe công tác của bơm phải đáp ứng được các yêu cầu tổ hợp về độ bền cơ học, độ dãn nở, tính chống ăn mòn và chống mài mòn cao.

Tính chất cơ học của vật liệu phải đảm bảo độ bền của bánh xe không những trong các điều kiện làm việc bình thường mà cả trong những chế độ đặc biệt có thể xuất hiện khi làm việc. Vật liệu không những bền mà còn phải dẻo để nếu trường hợp có vật trôi lọt vào bơm thì không làm hỏng bánh xe. Do khe hở giữa bánh xe và đệm chống thấm rất bé, nên bánh xe có thể bị chạm tức thời vào đệm. Bởi vậy, vật liệu bánh xe phải có tính chống mài mòn tốt. Ngoài ra, vật liệu bánh xe có thể bị hon rỉ do tính chất hóa học và vi sinh vật của nước. Vận tốc dòng chảy rất lớn trong bánh xe và khe hở của đệm chống thấm tạo nên điều kiện rắc rối cho sự làm việc của vật liệu về mặt ăn mòn và hon rỉ. Vật liệu bánh xe phải có tính đúc tốt và dễ dàng gia công cơ khí.

Đa số các trường hợp bánh xe công tác chế tạo bằng gang xám C415-32. Bơm dùng để bơm hóa chất bánh xe chế tạo bằng gang silíc nhược điểm của loại vật liệu này là rất dòn.

Những máy bơm lớn, áp lực cao bánh xe công tác chế tạo bằng thép không rỉ.

Những bơm bơm chất lỏng có chứa chất bột (bơm nạo than bùn, bơm bùn đất...) bánh xe chế tạo bằng thép mangan có nâng cao độ cứng.

Trong thời gian gần đây, người ta đã bắt đầu sử dụng chất dẻo và kính hữu cơ là những vật liệu có tính cơ học tương đối cao và chịu được tác dụng của môi trường khí thực để chế tạo bánh xe công tác.

Ống vào: có nhiệm vụ dẫn chất lỏng vào bánh xe công tác với tổn thất thủy lực nhỏ nhất và phân bố đều vận tốc dòng chảy theo tiết diện ướt của miệng hút.

Các bơm thường được chế tạo với ba loại ống vào: kiểu chóp hướng trục (Hình 2.6a), kiểu ống cong dẫn nước vào từ phía ống (Hình 2.6b), kiểu nửa xoắn (Hình 2.6c).

Ống vào kiểu chóp hướng trục là loại đơn giản nhất và có tổn thất thủy lực ít nhất.
Loại này được áp dụng khi bánh xe của bơm bố trí theo kiểu cong xôn. Kết cấu ống vào theo kiểu này làm tăng kích thước máy bơm theo chiều hướng trục

Vẽ lại
Hình 2.6 Sơ đồ bộ phận dẫn dòng vào bánh xe công tác bơm ly tâm.

a. Kiểu hướng trục
b. Kiểu dẫn nước vào từ phía bên
c. Kiểu nửa xoắn

Ống vào kiểu dẫn nước từ phía bên tổn thất thủy lực lớn hơn cả nhưng nó bảo đảm cho máy bơm làm việc chắc chắn, việc bố trí ống hút, ống đẩy thuận tiện.

Ống vào kiểu nửa xoắn kết cấu phức tạp và tổn thất thủy lực lớn hơn so với loại hình chóp hướng trục. Nhưng ống vào loại này cho phép giảm nhỏ kích thước biến dạng máy bơm theo chiều trục và rất tiện lợi khi sử dụng cho bơm nước vào hai phía, bơm nhiều cấp.

Ống tháo dòng: nhiệm vụ của nó là dẫn chất lỏng sau khi ra khỏi bánh xe công tác vào ống đẩy. Ống tháo dòng phải bảo đảm được hai yêu cầu:

Thứ nhất là bảo đảm dòng chảy đối xứng so với trục khi ra khỏi bánh xe công tác, do đó tạo điều kiện cho dòng chảy tương đối ổn định ở vùng bánh xe công tác.

Thứ hai là biến động năng của dòng chảy ở sau bánh xe công tác thành áp năng. Bình thường ở phần lọc của ống tháo có từ 1/4 đến 1/3 cột nước động năng của bánh xe biến thành áp năng. Ống tháo dòng là một bộ phận rất quan trọng của phần dẫn dòng, nó ảnh hưởng lớn đến sự hoàn thiện kỹ thuật của bơm

Ống tháo dòng thường có 3 loại chính: ống tháo kiểu xoắn (H-1), ống tháo kiểu cánh (H-9), ống tháo kiểu vòng khuyên.

Ống tháo kiểu xoắn (buồng xoắn) gồm một rãnh xoắn có tiết diện bất kỳ hoặc tiết diện tròn và ống loe theo chiều dòng chảy trong rãnh xoắn, diện tích tiết diện tăng dần theo sự tăng lưu lượng, còn vận tốc trung bình của dòng chảy thì lại giảm dần. Sự giảm vận tốc chủ yếu xảy ra ở phần ống lọc sau rãnh xoắn. Ống tháo kiểu xoắn có dạng chảy lượn hoàn thiện, hiệu suất thủy lực cao, kết cấu đơn giản. Nó được sử dụng rộng rãi không chỉ ở bơm một bánh xe mà cả ở những bơm nhiều bánh xe.

Ống tháo kiểu cánh về nguyên tắc làm việc cũng giống ống tháo xoắn, sự khác nhau chủ yếu của chúng là về cấu tạo và công nghệ gia công. Tiết diện ống tháo cánh có dạng chữ nhật thuận tiện cho việc gia công cơ khí. Trong ống tháo cánh có một số rãnh nằm theo vòng tròn. Mỗi rãnh gồm phần xoắn abc và phần loe hede. Về mặt thủy lực, ống tháo cánh có nhiều nhược điểm hơn so với ống tháo xoắn. Khi chế độ làm việc thay đổi trong ống tháo cánh xuất hiện tổn thất cục bộ do dòng chảy vào ống tháo bị lệch hướng so với tính toán. Vì thế, ống tháo cánh chỉ dùng trong một số kết cấu bơm nhiều cấp.

Ống tháo kiểu vòng khuyên là một rãnh tiết diện không thay đổi nằm xung quanh cửa ra của bánh xe công tác. Loại ống tháo này dùng cho những bơm bơm chất lỏng bẩn. Do tiết diện rãnh vòng khuyên không thay đổi nên vận tốc chuyển động trung bình của chất lỏng ở các tiết diện khác nhau sẽ khác nhau, tính chất đối xứng của dòng chảy ở đây bị phá vỡ, dẫn đến sự tăng tổn thất thủy lực và có thể xuất hiện lực ngang làm cong trục bơm.

Vẽ lại
Hình 2.7 Sơ đồ ống tháo kiểu cánh.

Trục bơm: thường chế tạo từ thép CT35, CT45. Nếu bơm làm việc với chất lỏng có chứa chất ăn mòn, trục chế tạo bằng thép không rỉ. Kích thước trục xác định từ điều kiện bền, từ độ biến dạng cho phép dưới tác dụng của các tải trọng động và tĩnh, và từ giá trị tới hạn của số vòng quay.

Bánh xe công tác được cố định trên trục nhờ then và đai ốc định vị. Trong nhiều trường hợp, trên trục lắp bọc bảo vệ để chống sự ăn mồn và sự mài mòn. Ở một đầu trục có lắp bánh đai hoặc nửa khớp nối để nối với trục động có điện.

Ổ trục: có thể cùng ổ lăn hoặc ổ trượt để chịu tải trọng, ổ trục nào phụ thuộc vào vận tốc quay ở ngõng trục phụ tải và công dự trữ để bơm làm việc. Ổ lăn kích thước nhỏ gọn, lắp ráp đơn giản, thay thế dễ dàng nhưng tuổi thọ kém ổ trượt. Những bơm cỡ lớn, quan trọng là quay nhanh, thường dùng ổ trượt có tráng một lớp batít. Trong nhiều trường hợp khi bơm làm việc với nước lạnh, người ta dùng ổ trượt cao su hay gỗ.

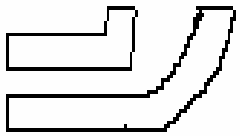
Vỏ bơm: tùy thuộc vào ứng suất cơ học, vỏ bơm có thể được chế tạo bằng gang hoặc thép cacbon. Vỏ bơm bao gồm những bộ phận để dẫn và tháo dòng chảy ra khỏi bánh xe và cũng để nối tất cả các chi tiết không chuyển động thành một khối chung. Phần dẫn dòng ở bơm có ống tháo kiểu xoắn thường được chế tạo liền với vỏ đúc. Điều đó làm rãnh có dạng thuận lợi về mặt thủy động và việc gia công cơ khí đơn giản được đến mức tối đa. Bơm loại vỏ xoắn có mặt ghép của vỏ thẳng góc với trục (H-10) hoặc nằm ngang (H-11). Bơm nhiều cấp với ống tháo kiểu cánh do có sự lặp lại của các chi tiết cùng kiểu trong vỏ bơm nên tạo điều kiện thuận tiện cho việc tổ chức sản xuất hàng loạt. Trong trường hợp đó kết cấu vỏ thường được chế tạo từng phần riêng biệt (H-12) ghép lại theo các mặt phẳng vuông góc với trục bơm. Điều đo đảm bảo được sự khít kín giữa các phần ghép của vỏ những gây khó khăn cho việc lắp ráp toàn bộ vì việc lắp vỏ và rôto phải tiến hành đồng thời.

Vẽ lại
Hình 2.8

Hình 2.9 Photo
Hình 2.10 Photo

Trên đầu nối ống hút và ống đẩy có gia công lỗ để lắp chân không kế và áp kế. Ngoài ra, ở phần trên cùng của vỏ bơm cũng có một lỗ để sử dụng khi vận chuyển và để mồi khi cho bơm làm việc; ở phần thấp nhất cũng có một lỗ để tháo sạch nước trong thân bơm khi sữa chữa hoặc dừng bơm lâu dài.

Đệm chống thấm: giữa cửa vào của bánh xe và vỏ bơm có một khe hở nhỏ để tránh sự cọ xát của bánh xe vào vỏ. Do sự chênh áp lực, có một phần chất lỏng sau khi qua bánh xe lại quay lại miêng hút hoặc cấp trước (ở bơm nhiều cấp) qua khe hở này. Để giảm nhỏ lượng chất lỏng này, tại đây người ta đặt những vòng đệm chống thấm bằng gang hoặc đồng có thể thay thế được khi hư hỏng. Đệm có nhiều kiểu: kiểu khe hở đơn giản, kiểu dích dắc hoặc kiểu răng cưa. Trên H-13 trình bày sơ đồ bố trí đệm chống thấm kiểu khe hở đơn giản. Khe hở giữa các vành đệm chống thấm thường nằm trong khoảng 0,2 - 0,25 mm (xem hình 13)



Hình 2.11 Sơ đồ đặt đệm chống thấm

2.5 CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG TRONG BÁNH XE CÔNG TÁC CỦA BƠM LY TÂM

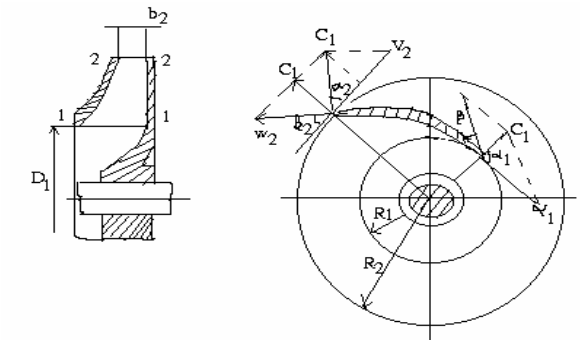
Để khảo sát chuyển động của chất lỏng trong bánh xe công tác của bơm ly tâm từ khi vào đến khi ra khỏi bánh xe ta đưa ra giả thiết: Bánh xe có số cánh nhiều vô hạn và chất lỏng là chất lỏng lý tưởng. Như vậy, có nghĩa là quỹ đạo chuyển động của các phân tử chất lỏng là những tia song song và có dạng cong trùng với dạng cong của cánh.

Để nhận được sự chuyển động của chất lỏng trong bánh xe công tác đúng với thực tế, cần có sự hiệu chỉnh hợp lý.

Giả sử đã biết các kích thước hình học của bánh xe, lưu lượng lý thuyết Q_{lt}, tốc độ quay n. Chất lỏng vào bánh xe công tác với vận tốc tuyệt đối C_1. Giá trị vận tốc không ngừng được tăng lên khi chất lỏng chuyển động qua các rãnh của bánh xe công tác và đạt đến giá trị C_2 tại cửa ra. Khi chuyển động qua bánh xe công tác phân tử chất lỏng đồng thời tham gia các chuyển động: chuyển động quay theo bánh xe công tác vận tốc vòng U, chuyển động tịnh tiến dọc theo bề mặt cánh với vận tốc tương đối...

Sự vào bánh xe của dòng chảy

Trước khi vào bánh xe, dòng chảy chuyển động theo chiều hướng trục. Khi bắt đầu vào bánh xe, dòng chảy có sự đổi chiều từ hướng trục sang hướng tâm.



Hình 2.12 Sơ đồ tam giác vận tốc

Tại cửa vào của bánh xe, vận tốc vòng của các phần chất lỏng

$$U_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} = \omega R_1 \qquad (2 - 1)$$

Vận tốc tương đối w_1 có phương tiếp tuyến với cánh tại mép vào, tạo với tiếp tuyến vòng tròn bán kính R_1 một góc β_1 có hướng ngược với vận tốc vòng U_1 (H-14). Vận tốc tuyệt đối C_1 bằng tổng hình học vận tốc tương đối vectơ w và vận tốc vòng vectơ U

$$C_1 = \overrightarrow{U_1} + \overrightarrow{W_1} \qquad (2 – 2)$$

Đồ thị vận tốc của chất lỏng khi bắt đầu vào và ra khỏi bánh xe công tác được biểu diễn trên H-14 với các ký hiệu

α	góc giữa $\overrightarrow{C}$ và $\overrightarrow{U}$.
C_R	thành phần vận tốc hướng kính (còn gọi là vận tốc kinh tuyến).
C_U	thành phần quay của vận tốc tuyệt đối.

Giá trị vận tốc hướng kính xác định theo công thức

Trong đó

$$C_{1r} = \frac{Q_{lt}}{\pi D_1 b_1 \varphi_1} \qquad (2 - 3)$$

φ_1 là hệ số co hẹp do tính đến chiều dày cánh tại cửa vào, có thể lấy từ 0,75 đối với những bơm nhỏ đến 0,83 đối với những bơm lớn.

Tại mép vào của cánh, trị số vận tốc dòng chảy có thể bị mất liên tục - chuyển tiếp đột ngột từ giá trị này sang giá trị khác, gây hiện tượng va đập khi chảy vào cánh. Khi đó sẽ làm giảm giá trị cột áp do bánh xe tạo nên. Để ngăn ngừa hiện tượng va đập khi chất lỏng chảy vào bánh xe khi thiết kế chế tạo phải đảm bảo cho $C_{1R} = 0$, hướng của vận tốc w_1 phải tiếp tuyến với phương của vận tốc tương đối w_1 một góc $\delta = 3\text{-}8^0$ ở chế độ tính toán, còn ở những trường hợp đặc biệt có thể lấy lớn hơn (đến 15^0)

Sự ra khỏi bánh xe của dòng chảy

Khi ra khỏi bánh xe, các thành phần vận tốc của dòng chảy cũng tương tự như khi vào. Thành phần quay của vận tốc tuyệt đối C_{2r} khi chuyển từ vùng trong ra vùng ngoài bánh xe không có trị số gián đoạn vì đường đi của dòng chảy không bị tác dụng của ngoại lực nào và nó chuyển động tự do theo quán tính. Thành phần hướng kính của vận tốc tuyệt đối.
Trong đó

$$C_{2R} = \frac{Q_{lt}}{\pi D_2 b_2 \varphi_2} \qquad (2 - 4)$$

φ_2 hệ số co hẹp do các cánh ở cửa ra. Giá trị φ_2 có thể lấy từ 0,9 với những bơm nhỏ đến 0,95 đối với những bơm lớn.

Vận tốc tương đối w_2, theo sơ đồ số cánh nhiều vô hạn cũng có hướng tiếp tuyến với mép ra của cánh, tạo với phương vận tốc vòng U_2 dưới một góc β_2 theo chiều ngược với chiều vận tốc U_2. Từ đồ thị vận tốc (H-14)

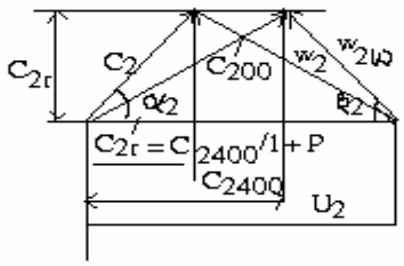
$$w_2 = \frac{C_{2r}}{\dfrac{\pi D_2 n}{60}} \qquad (2 - 5)$$

$$= \omega R_2 \qquad (2 - 6)$$

Và vận tốc vòng

Tổng vận tốc tương đối vectơ w_2 và vận tốc vòng vectơ U_2 ta có vận tốc tuyệt đối vectơ C_2. Vận tốc tuyệt đối vectơ C_2 lên phương vận tốc quay U_2 ta có thành phần quay của vận tốc tuyệt đối C_{2u}.

Trong tính toán ta coi như bánh xe có số cánh nhiều vô hạn và giả thiết là hướng của vận tốc tương đối khi ra khỏi bánh xe trùng với phương tiếp tuyến tại mép ra của cánh còn giá trị C_{2r} là hằng số ở mọi điểm tại cửa ra. Nhưng tong điều kiện số cánh hữu hạn, vận tốc tương đối ở cửa ra sẽ khác nhau và giá trị trung bình của nó sẽ chênh khỏi hướng tiếp tuyến với cánh về giá trị góc β_2 nhỏ hơn. Điều đó làm giảm thành phần quay của vận tốc tuyệt đối C_{24} so với C_{2400} (H-15)



Hình 2.13 Đồ thị vận tốc dòng chảy khi ra khỏi bánh xe với số cánh hữu hạn.

2.6 PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CỦA BƠM LY TÂM

Phương trình cơ bản của bơm ly tâm chính là phương trình cột áp lý thuyết.

Để lập phương trình này ta đưa ra giả thiết: Chất lỏng là chất lỏng lý tưởng và bánh xe công tác có số cánh nhiều vô hạn. Điều đó có nghĩa là dòng chảy trong bánh xe công tác gồm các dòng nguyên tố song song với nhau và song song với bề mặt cánh bánh xe, còn vận tốc của chúng tại mọi điểm ở cách tâm khoảng như nhau thì như nhau.

Ứng dụng định lý cơ học về biến thiên mô men động lượng đối với dòng chất lỏng chuyển động qua bánh xe công tác, có thể phát biểu như sau:

Biến thiên mô men động lượng của khối chất lỏng chuyển động qua bánh xe công tác trong một đơn vị thời gian đối với trục quay của bánh xe bằng tổng mô men ngoại lực tác dụng lên khối chất lỏng đó đối với trục quay, tức là bằng mô men xoắn trên trục bánh xe công tác.

Xét một dòng nguyên tố chuyển động dọc theo cánh bánh xe công tác của bơm ly tâm (H-16). Xác định độ biến thiên mô men động lượng của khối chất lỏng giữa hai tiết diện vào (1-1) và ra (2-2) đối với trục quay O. Nếu dòng nguyên tố có lưu lượng dQ thì động lượng của nó tại tiết diện 1-1 là:

$$dK_1 = dmC_1 = \gamma/g\ dQC_1$$

m khốilượng chất lỏng

Và tại tiết diện 2-2:

$$dK_2 = dmC_2 = \gamma/g\ dQC_2$$

Mô men động lượng của dòng nguyên tố đối với trục quay của bánh xe công tác tại tiết diện 1-1 và 2-2:

$$dM_1 = dK_1l_1 = \gamma/g\ dQ\ C_1R_1\cos\alpha_1$$
$$dM_2 = dK_2l_2 = \gamma/g\ dQ\ C_2R_2\cos\alpha_2$$

Biến thiên mô men động lượng trong một đơn vị thời gian của dòng nguyên tố chất lỏng bằng hiệu mô men động lượng tại cửa ra; cửa vào của bánh xe công tác:

$$\Delta M = dM_2 - dM_1$$

$$\Delta M = \gamma/g\ dQ\ (C_2R_2\cos\alpha_2 - C_1R_1\cos\alpha_1) \qquad (2-8)$$

Vì đã đưa ra giả thiết như trên, biến thiên mô men động lượng của toàn bộ khối chất lỏng chuyển động qua bánh xe công tác trong một đơn vị thời gian bằng tổng biến thiên mô men động lượng của tất cả các dòng nguyên tố:

$$\sum\Delta M = \sum \gamma/g\ dQ\ (C_2R_2\cos\alpha_2 - C_1R_1\cos\alpha_1)$$
$$= \gamma/g\ Q_{lt}\ (C_2R_2\cos\alpha_2 - C_1R_1\cos\alpha_1) \qquad (2-9)$$

Gọi M_x là mô men ngoại lực, tức là mô men xoắn trên trục bánh xe công tác thì:

$$M_x = \sum \Delta M$$

$$M_x = \gamma / g\, Q_{lt}\ (C_2R_2\cos\alpha_2 - C_1R_1\cos\alpha_1) \qquad (2 – 10)$$

Nhân hai vế phương trình với vận tốc góc ω, nhận được:

$$M_x\, \omega = \gamma / g\, Q_{lt}\ (\omega\, C_2R_2\cos\alpha_2 - \omega\, C_1R_1\cos\alpha_1) \qquad (2 – 11)$$

Ở đây, $M_x\, \omega$ chính là công suất (tính bằng kGm/s) sử dụng để biến thành năng lượng của chất lỏng.

$$M_x\, \omega = \gamma\, Q_{lt}\, H_{lt\infty} \qquad (2 – 12)$$

Trong đó

Q_{lt} lưu lượng lý thuyết của máy bơm
$H_{lt\infty}$ cột áp lý thuyết với số cánh bánh xe nhiều vô cùng.

Từ Phương trình (2 – 11) và (2 – 12) rút ra:

$$H_{lt\infty} = \frac{(\omega\, C_2R_2\cos\alpha_2 - \omega\, C_1R_1\cos\alpha_1)}{g} \qquad (2 - 13)$$

Mà

$\omega\, R_1 = U_1$
$\omega R_2 = U_2$
$C_2\cos\alpha_2 = C_{2U}$
$C_1\cos\alpha_1 = C_{1U}$

Thay các giá trị vào phương trình (2.13)

$$H_{lt\infty} = \frac{(U_2C_{2U} - U_1C_{1U})}{g} \qquad (2 - 14)$$

Phương trình (2 – 14) là phương trình lý thuyết cơ bản của bơm ly tâm do nhà bác học Oùk tìm ra.

Trong hầu hết các máy bơm, người ta cố gắng đảm bảo cho thành phần vận tốc $C_{1U} = 0$. Khi đó

$$H_{lt\infty} = \frac{U_2C_{2U}}{g} \qquad (2 - 15)$$

Từ phương trình cơ bản của bơm ly tâm ta thấy muốn tăng cột áp của bơm thì tăng vận tốc U_2 bằng cách tăng đường kính bánh xe công tác hoặc tăng tốc độ quay của bánh xe, tăng thành phần vận tốc C_{2U} nhờ tăng góc α_2 và giảm góc β_2.

Cột áp thực tế của bơm ly tâm nhỏ hơn cột áp lý thuyết xác định theo phương trình cơ bản (2 – 14) hoặc (2 – 15). Do:

a. Bơm làm việc với chất lỏng thực nên tồn tại sức cản thủy lực, để khắc phục sức cản này một phần áp lực của bơm bị tiêu hao đi.
b. Khi lập phương trình cơ bản, ta coi bánh xe công tác có số cánh nhiều vô hạn. Thực tế, số cánh bánh xe là hữu hạn. Vì vậy, quỹ đạo chuyển động của một số phân tử chất lỏng bị lệch đi so với dạng cánh làm giảm nhỏ vận tốc tuyệt đối hoặc thành phần quay của vận tốc tuyệt đối. Điều đó làm cho áp lực máy bơm bị giảm đi.

Theo kết quả công trình nghiên cứu của S.S.Rudnhiev và G.F. Poδxcuno, để kể đến ảnh hưởng của số cánh hữu hạn và sự làm việc của bơm với chất lỏng thực, cột áp thực tế của bơm được xác định theo công thức:

$$H = K\,\eta_{TL}\,H_{lt\infty}$$

Trong đó

H	cột áp thực tế của bơm tính bằng m.c.n
η_{TL}	hiệu suất thủy lực của máy bơm. Tùy thuộc vào kết cấu, chất lượng chế tạo mà giá trị của nó nằm trong khoảng 0,8-0,95.
K	hệ số tính đến số cánh hữu hạn

Theo kết quả nghiên cứu của viện sĩ G.F. Paδxcuna năm 1931 thì:

$$K = 1 / [1+(2\,\varphi/Z)(1/1-[R_1/R_2]^2)] \qquad (2 – 17)$$

Trong đó: hệ số φ tính theo công thức

$$\varphi = (0{,}55 - 0{,}65) + 0{,}6 \sin \beta_2$$

Hệ số nhỏ lấy đối với bơm có tỷ tốc thấp. Hệ số lớn lấy đối với bơm có hệ số tỷ tốc cao. Hệ số hiệu chỉnh này còn lấy phụ thuộc vào độ nhám bề mặt phần dẫn dòng của bánh xe, độ nhám lớn thì lấy hệ số hiệu chỉnh lớn.

Để tính gần đúng giá trị cột áp do bơm ly tâm tạo ra, có thể dùng công thức:

$$H = \alpha\, U_2^2 / g$$

Hay

$$H = 0{,}00028\, \alpha\, D^2 n^2 \qquad (2.18)$$

Trong đó

α	hệ số cột áp; các bơm có bộ phận dẫn nước ra kiểu xoắn α = 0,35-0,5, bơm có bộ phận dẫn nước ra kiểu cánh α = 0,45- 0,55.
D	đường kính ngoài của bánh xe tính bằng m.
n	tốc độ quay của bánh xe tính bằng v/ph.

2.7 ẢNH HƯỞNG CỦA KẾT CẤU CÁNH DẪN ĐẾN CỘT ÁP CỦA BƠM LY TÂM

Kết cấu của bánh xe công tác nói chung và cánh dẫn nói riêng có ảnh hưởng quyết định đến cột áp của máy bơm ly tâm. Hình dạng cánh chủ yếu phụ thuộc vào góc vào β_1 và góc ra β_2.

Như đã khảo sát ở 2.6, trường hợp lợi nhất về cột áp của bơm khi tam giác vận tốc ở cửa vào là tam giác vuông ($\alpha_1 = 90^0$). Theo phương trình cơ bản của bơm ly tâm (2.15) thì góc β_1 không ảnh hưởng trực tiếp đến cột áp của bơm. Tuy vậy, nếu trị số của β_1 không hợp lý sẽ gây hiện tượng va đập dòng chảy với cánh tại cửa vào, làm giảm hiệu suất và cột áp của bơm. Thường thì $\beta_1 = 15\text{-}30^0$.

$$H_{L\infty} = U_2C_{2U} /g$$

Từ tam giác vận tốc (H-16) có:

$$C_{2U} = U_2 - C_{2R} \text{cotg}\, \beta_2 \qquad (2.19)$$

Như vậy, giá trị β_2 có ảnh hưởng trực tiếp đến trị số và phương các thành phần vận tốc của dòng chất lỏng tại cửa ra của bánh xe, do đó ảnh hưởng quyết định đến cột áp của máy bơm.

Giá trị góc ra β_2 quyết định kiểu bánh xe (H-17).

Khi $\beta_2 < 90^0$ có các cánh cong sau (H-17a); $\beta_2 = 90^0$ cánh có mép ra hướng tâm (H-17b); $\beta_2 > 90^0$ cánh uốn cong về phía trước (H-17c). Ta sẽ lần lượt nghiên cứu các loại bánh xe với những kiểu cánh như vậy.

Theo công thức (1.3) có thể viết được phương trình cột áp động do bánh xe công tác của bơm ly tâm tạo nên:

$$H_{đ\infty} = (C_2^2 - C_1^2) / 2g \qquad (2.20)$$

Trong đó

C_2: vận tốc dòng chảy tại cửa ra của bánh xe.
C_1: vận tốc dòng chảy tại cửa vào của bánh xe.

Bơm ly tâm thường được chế tạo có góc $\alpha_1 = 90^0$ nên:

$$C_1 = C_{1R}$$

Và người ta có gắng đảm bảo cho thành phần vận tốc hướng kính C_r hầu như không thay đổi từ cửa vào đến cửa ra của bánh xe. Vì thế:

$$C_1 = C_{1R} = C_{2R} \qquad (2.21)$$

Theo (2.10) có cột áp động:

$$H_{đ\infty} = (C_2^2 - C_{2R}^2) / 2g$$

Từ tam giác vận tốc (H-16) có:

$$C_2^2 - C_{2r}^2 = C_{2U}^2$$

Nên

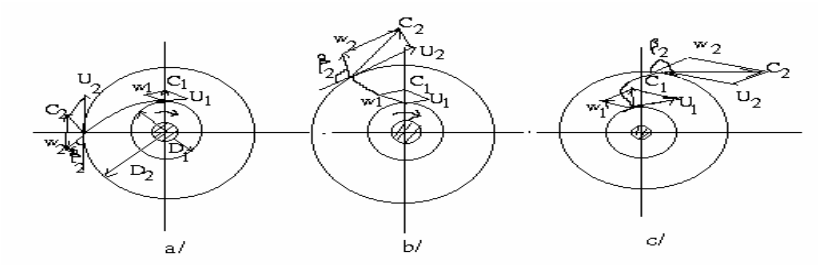
$$H_{đ\infty} = C_{2U}^2$$

Theo phương trình cơ bản có:

$$H = H_t + H_đ = U_2C_{2U} / g$$

Ta khảo sát từng loại bánh xe công tác tạo nên với các kiểu cánh dẫn trên.

Trên hình -18, các tam giác vận tốc xây dựng cho ba kiểu bánh xe đã nêu trênb với điều kiện: chúng có góc β_1, kích thước ở cửa vào, lưu lượng, số vòng quay làm việc n, đường kính ngoài của bánh xe D_2 là như nhau. Như vậy có nghĩa là chúng có tam giác vận tốc ở cửa vào như nhau, có vận tốc vòng C_2 bằng nhau.



Vẽ lại

Hình 17 Các kiểu bố trí cánh dẫn

Khi $\beta_2 < 90^0$; $C_{2U} < U_2$
Nên $C_{2U}^2 < U_2C_{2U}$ và $C_2^2U / 2g < 1/2\ U_2C_{2U} / g$

Do đó

$$H_{đ\infty} < H_{lt\infty} / 2 \qquad (2.22)$$

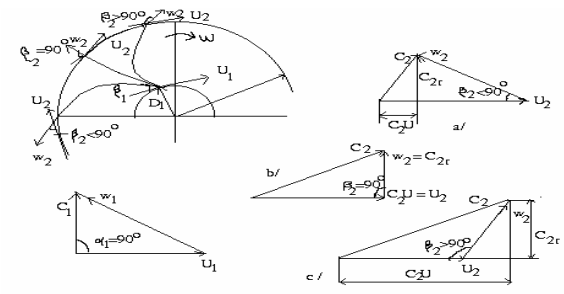
Như vậy, bánh xe công tác của máy bơm có các cánh sau, tạo nên cột áp chủ yếu là cột áp tĩnh.

* Khi $\beta_2 = 90^0$; $C_{2U} = U_2$

$C_{2U}^2 = U_2C_{2U}$ và $C_2^2U = 1/2\ U_2C_{2U} / g$

Do đó

$$H_{đ\infty} = H_{lt\infty} / 2 \qquad (2.23)$$



Vẽ lại Hình 18

Như vậy, khi cánh có mép ra hướng tâm, cột áp toàn phần do bánh xe công tác tạo nên gồm hai thành phần cột áp động và cột áp tĩnh bằng nhau.

* Khi $\beta_2 > 90^0$ $C_{2U} > U_2$

Nên $C_{2U}^2 / 2g > 1/2\ U_2C_{2U} / g$

Do đó

$$H_{đ\infty} > H_{lt\infty} / 2 \qquad (2.24)$$

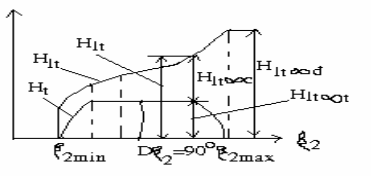
Như vậy, khi các cánh cong trước, cột áp toàn phần do bánh xe bơm tạo nên chủ yếu là cột áp động. Trong trường hợp $C_{2U} = 2U_2$, cột áp tĩnh sẽ bằng "0"

$$H_{t\infty} = H_{lt\infty} = 1/g\ 2U_2C_{2U} - (2U_2)^2 / 2g = 0$$

Nếu tiếp tục tăng góc β_2 lên nữa thì $C_{2U} > 2U_2$, lúc đó cột áp tĩnh sẽ có giá trị âm.

Trong thực tế bơm không thể làm việc được với cột áp tĩnh $H_{t\infty} \leq 0$, vì khi đó chức năng đẩy chất lỏng của bơm hoàn toàn không có.

Đồ thị (H-19) biểu thị mối quan hệ giữa cột áp lý thuyết của bơm và góc β_2 cho thấy: góc β_2 càng lớn thì cột áp lý thuyết của bơm càng lớn, khả năng truyền cơ năng cho chất lỏng càng nhiều. Nhưng trong kỹ thuật phải chú ý giải quyết làm thế nào để cơ năng truyền cho chất lỏng có lợi nhất và đáp ứng được các yêu cầu làm việc khác nhau về cột áp động và cột áp tĩnh. Bơm ly tâm thường làm việc trong phạm vi có quan hệ cột áp tĩnh và cột áp toàn phần.



Vẽ lại Hình 19 Quan hệ của $H_{lt\infty}$ với góc β_2

$$H_{t\infty} = (0,7 - 0,8)\ H_{lt\infty} \qquad (2.25)$$

Ứng với góc ra $\beta_2 = 15\text{-}30^0$, trường hợp đặc biệt có thể lấy $\beta_2 = 50^0$. Tức là cánh bánh xe của bơm ly tâm bao giờ cũng có dạng cong sau.

Nhiệm vụ của máy bơm là tạo nên cột áp dưới dạng cột áp tĩnh là chủ yếu. Bánh xe công tác với các cánh cong sau cho phép nhận được trực tiếp phần lớn cột áp dưới dạng cột áp tĩnh. Kênh giữa các cánh cong sau biến đổi đều hơn so với các cánh cong trước nên tổn thất thủy lực khi chất lỏng chuyển động qua các kênh nhỏ hơn, việc đưa các cánh cũng dễ dàng hơn. Nếu sử dụng các cánh cong trước, phải biến đổi cột áp động thành cột áp tĩnh. Điều đó gây khó khăn, phức tạp cho việc chế tạo gây tổn thất thủy lực khá lớn khi bơm làm việc.

Vì những lý do trên, trong lĩnh vực chế tạo bơm đều dùng kiểu cánh cong sau. Kiểu cánh có mép ra hướng tâm và cong trước được sử dụng rộng rãi trong máy nén khí và quạt gió.

2.8 LƯU LƯỢNG CỦA BƠM LY TÂM

Lưu lượng lý thuyết

Theo phương trình lưu lượng, lưu lượng lý thuyết của bơm ly tâm được xác định theo công thức:

$$Q_{lt} = F\,C_{tb} \qquad (m^3/s) \qquad (2.26)$$

Trong đó

F diện tích tiết diện ướt của dòng chảy
C_{tb} vận tốc trung bình của dòng chảy, thẳng góc với tiết diện F.

Diện tích tiết diện ướt của dòng chảy khi ra khỏi bánh xe công tác bơm ly tâm chính là diện tích cửa ra của bánh xe. Nếu cho rằng bánh xe công tác có số cánh nhiều vô cùng và mỏng vô cùng thì diện tích này có thể tính như diện tích một mặt trụ (H-5), có đường kính D_2, chiều cao b_2:

$$F = \pi\, D_2 b_2$$

Vận tốc thẳng góc với tiết diện dòng chảy tại cửa ra của bánh xe chính là thành phần vận tốc hướng kính:

$$C_{2r} = C_2 \sin\alpha_2$$

Theo sơ đồ số cánh nhiều vô hạn thành phần vận tốc này có giá trị như nhau tại mọi điểm của tiết diện dòng chảy ở cửa ra bánh xe.

Lưu lượng lý thuyết của bơm ly tâm được xác định theo công thức:

$$Q_{lt} = \pi\, D_2\, b_2\, C_{2r} \qquad (2.27)$$

Hoặc tính tại tiết diện vào của bánh xe

$$Q_{lt} = \pi\, D_1\, b_1\, C_{1r}$$

Lưu lượng thực tế

Do bánh xe công tác có số cánh hữu hạn, do có tổn thất trong quá trình làm việc nên lưu lượng thực tế của máy bơm nhỏ hơn lưu lượng lý thuyết. Những tổn thất lưu lượng này được kể đến qua một đại lượng gọi là hiệu suất thể tích η_{TT}. Lưu lượng thực tế của máy bơm xác định theo công thức:

$$Q = \eta_{TT} Q_{lt} \qquad (2.28)$$

Giá trị của hiệu suất thể tích thường nằm trong khoảng 0,95 - 0,97 (xem 2.11)

2.9 CHIỀU CAO HÚT

Chiều cao hút là đặc tính về mặt xây dựng của máy bơm, nó quyết định cao trình bố trí tổ máy trong trạm bơm. Vì thế nó có ảnh hưởng đến giá thành xây dựng nhà trạm. Về chiều cao hút có hai khái niệm: chiều cao hút địa hình và chiều cao hút giới hạn.

Chiều cao hút địa hình là hiệu cao trình trục bơm và cao trình mặt thoáng tự do trong thực tế mà bơm hút chất lỏng (H-20)

$$H_{đh}^{h} = Z_1 - Z_0$$

Chất lỏng chuyển động từ mặt thoáng tự do có áp suất P_a / γ vào đến bánh xe của bơm là do thế năng ban đầu. Công để nâng nước lên chiều cao $H_{đh}^{h}$ và khắc phục sức cản của ống hút h_h sẽ làm giảm trừ năng trong chất lỏng co đó áp suất trong chất lỏng tại cửa vào bánh xe giảm đến P_1/ γ. Độ chênh giữa áp suất khí quyển trên mặt hút và áp suất tuyệt đối tại cửa vào bánh xe công tác gọi là độ giảm chân không hay chiều cao hút chân không được đo bằng chân không kế.

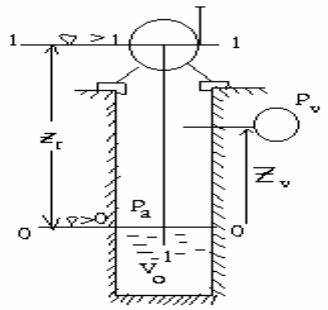
$$H_{ck}^{tc} = (P_a - P_1) / \gamma \qquad (m)$$

Trong đó

P_a	áp suất khí quyển, đo bằng kG/m^2
P_1	áp suất tại cửa vào bánh xe, đo bằng kG/m^2
γ	trọng lượng riêng của chất lỏng, đo bằng kG/m^3; (với nước $\gamma = 1000kG/m^3$)
H_{ck}^{tc}	chiều cao hút chân không, đo bằng m.c.n

Chiều cao hút chân không cho phép của các loại bơm khác nhau thì khác nhau, nó có thể có giá trị âm hoặc dương và do nhà máy chế tạo xác định, cho trong lý lịch bơm.
Các giá trị này có thể xác định bằng phương pháp tính toán.

Viết phương trình Bécnuli cho mặt cắt 1-1 và 0-0 (H-20) có



Vẽ lại Hình 20 Xác định chiều cao hút

$$P_a/\gamma + V_0^2/2g = P_1/\gamma + Z_1 + V_1^2/2g + h_h$$

Trong đó

V_0 vận tốc dòng chảy ở mặt thoáng tự do trong bể, đo bằng m/s.
h_h tổn thất thủy lực trong ống hút, đo bằng m.
V_1 vận tốc dòng chảy tại cửa vào bánh xe, đo bằng m/s.

Giá trị V_0 rất nhỏ nên có thể bỏ qua thành phần $V_0^2/2g$.

Do đó

$$H_{đh}^h = Z_1 = (P_a - P_1)/\gamma - h_h - V_1^2/2g \qquad (2.29)$$

Hay $H_{đh}^h = H_{ck}^h - h_h - V_1^2/2g$ (2.30)

Từ đó có công thức tính chiều cao hút chân không giới hạn

$$H_{ck}^h = H_{đh}^h + h_h + V_1^2/2g \qquad (2.31)$$

Để không xảy ra hiện tượng xâm thực, chiều cao hút chân không giới hạn của máy bơm phải luôn luôn nhỏ hơn giá trị tính theo công thức (2.29) một lượng dự trữ xâm thực: Δh_k.

$$H_{ck}^{gh} = H_{ck}^h - \Delta h_k \qquad (2.32)$$

Giá trị chiều cao hút giới hạn cho trong lý lịch bơm hoặc sổ tay máy bơm thường được xác định theo điều kiện áp suất khí quyển bằng 10 m.c.n và nhiệt độ chất lỏng bằng 20^0C. Khi áp suất khí quyển và nhiệt độ chất lỏng khác đi thì độ dự trữ xâm thực cũng khác đi. Lúc đó, chiều cao hút giới hạn của máy bơm được xác định theo công thức:

$$H_{ck}^{gh} = (H_{ck}^{gh})_s - 10 + P_a/\gamma + 0{,}24 - k_t \qquad (2.33)$$

Trong đó

$(H_{ck}^{gh})_s$ chiều cao hút chân không giới hạn tra theo sổ tay máy bơm.
P_a/γ áp suất khí quyển tương ứng với cao trình bố trí máy bơm, tra bảng (2 -1)
0,24 áp suất hóa hơi của nước ở nhiệt độ 20^0C.
k_t áp suất bốc hơi bão hòa của chất lỏng ở nhiệt độ t, tra theo bảng (2-2)
10 áp suất khí quyển ở điều kiện bình thường.

Bảng 2-1 Giá trị áp suất khí quyển P_a/γ theo cao trình mặt đất

Cao trình mặt đất (m)	-800	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000
P_a/γ (m.c.H)	11,3	10,3	10,2	10,1	10	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2	8,6	8,4

Bảng 2-2 Giá trị áp suất bốc hơi bão hòa h_t theo nhiệt độ nước

t (^{0}C)	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
h_t (m.c.H)	0,09	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25	2,02	3,17	4,82	7,14	10,33

Tổn thất cột áp trong ống hút gồm tổn thất dọc đường và tổn thất cục bộ, được xác định theo công thức:

$$h_h = il + \sum \xi V^2 / 2g \qquad (2.34)$$

Trong đó

- i tổn thất cột áp đơn vị tính theo chiều dài ống, có thể tra theo bảng tính toán thủy lực của Phê-đô-rốp và Vôn-kốp hoặc Sê-vê-lép.
- l chiều dài ống hút.
- $\sum \xi$ tổng hệ số tổn thất cục bộ.
- V vận tốc chuyển động của nước tại những chỗ gây ra tổn thất cục bộ.

Công thức (2.30), (2.23) và (2.24) cho phép xác định được cao trình bố trí trục bơm với đầy đủ độ chính xác cần thiết.

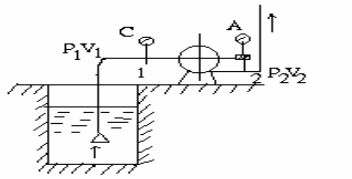
2.10 CỘT ÁP CỦA MÁY BƠM

Trong 1.4 đã có những khảo sát sơ bộ về cột áp toàn phần của bơm

Cột áp toàn phần của bơm ly tâm là năng lượng đơn vị năng lượng của 1 kg chất lỏng, do máy bơm truyền cho. Giá trị năng lượng này được đo sát cửa vào, cửa ra của bánh xe bơm, đơn vị đo là mét cột nước và ký hiệu là H.

Với sơ đồ H-21, theo công thức (1-1) ta có

$$H = E_2 - E_1 = (P_2 - P_1) / \gamma + (V_2^2 - V_2^2) / 2g$$



Hình 21 Sơ đồ xác định cột áp máy bơm

C: chân không kế; A: áp kế

Độ chân không ở cửa vào máy bơm được đo bằng chân không kế C, thường có thang chia độ theo kG/cm^2. Aùp suất tuyệt đối của chất lỏng khi vào máy bơm tính theo công thức:

$$P_1 / \gamma = (P_a - P_c) / \gamma * 10^4 \quad \text{m.c.n}$$

Thay giá trị P_1, P_2 vào công thức tính cột áp ở trên có:

$$H = (P_a + P_c)/\gamma * 10^4 + (V_2^2 - V_1^2)/2g \quad (m)$$

Với nước $\gamma = 10^3$ kg/m^3 nên

$$H = 10P_a + 10P_c + (V_2^2 - V_1^2)/2g \qquad (m) \qquad (2.35)$$

Nếu số đo của chân không kế và áp kế tính bằng m.c.n và có giá trị là M_C , M_A thì công thức (2.35) có dạng:

$$H = M_A + M_C + (V_2^2 - V_1^2)/2g \qquad (m) \qquad (2.36)$$

Như vậy, cột áp toàn phần của máy bơm khi áp kế và chân không kế bố trí trong một mặt phẳng nằm ngang (H-21) bằng tổng số đo của áp kế, chân không kế và hiệu số cột áp lưu tốc ở cửa ra, cửa vào của máy bơm.

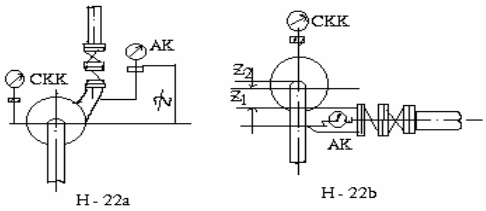
Khi thiết kế trạm bơm, cột áp toàn phần của máy bơm xác định theo công thức:

$$H = H_{đh}^{h} + H_{đh}^{đ} + h_h + h_đ \qquad (m) \qquad (2.37)$$

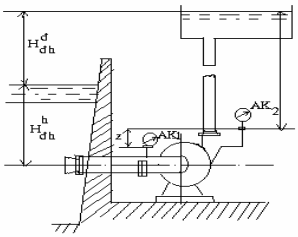
Như vậy, cột áp cần thiết của máy bơm bằng tổng chiều cao hút và chiều cao đẩy địa hình cộng với tổng tổn thất cột áp khi chất lỏng chuyển động từ bể chứa vào ống hút đến khi ra khỏi miệng ống đẩy.

Trên H - 22a, 22b, 22c giới thiệu một số sơ đồ mắc đồng hồ đo áp lực.
Khi áp kế và chân không kế bố trí như H-22a, cột áp của bơm tính theo công thức:

$$H = M_A + M_C + \sum + (V_2^2 - V_1^2)/2g \qquad (m) \qquad (2.38)$$



H - 22a H - 22b



H -22c

Theo sơ đồ H-22b có công thức tính:

$$H = M_A + M_C - \sum + (V_2^2 - V_1^2)/2g \qquad (m) \qquad (2.39)$$

Nếu trục máy bơm đặt thấp hơn mực nước trong bể hút thì trên đầu nối ống hút đặt áp kế (H-22c). Khi đó:

$$H = M_{A2} - M_{A1} + \sum + (V_2^2 - V_1^2)/2g \quad (m) \qquad (2.40)$$

Trong đó

M_{A2} chỉ số của áp kế trên đầu nối ống đẩy, đo bằng m.c.n
M_{A1} chỉ số của áp kế trên đầu nối ống hút, đo bằng m.c.n
$\sum$ khoảng cách lắp đặt giữa hai áp kế theo chiều thẳng đứng, đo bằng m.

2.11 CÔNG SUẤT VÀ HIỆU SUẤT CỦA MÁY BƠM

Theo (1-5) có công thức tính công suất hữu ích của máy bơm.

$$N_h = \gamma QH / 102 \ \text{kw} \qquad (2.41)$$

Hay

$$N_h = \gamma QH / 75 \ \text{mã lực}$$

Trong đó

Q lưu lượng của máy bơm, tính bằng m^3/s.
H cột áp toàn phần của máy bơm, tính bằng m.c.n
γ trọng lượng riêng của chất lỏng, tính bằng kG/m^3. (với nước ở nhiệt độ $5\text{-}40^0C$ thì $\gamma = 10^3 kg/m^3$).

Nếu trọng lượng riêng tính bằng N/m^3 thì

$$N_h = \gamma QH / 10^3 \ \text{kw}.$$

Do có một phần năng lượng bị tổn thất trong quá trình làm việc nên công suất trên trục bao giờ cũng lớn hơn công suất hữu ích.

$$N = \gamma QH / 102\eta \ \text{kw} \qquad (2.42)$$

η hiệu suất toàn phần của máy bơm

Để đảm bảo cho tổ máy làm việc chắc chắn, tin cậy thì công suất định mức của động cơ dẫn động phải lớn hơn công suất trên trục bơm.

Nếu trục bơm nối với trục động cơ bằng khớp nối thì công suất động cơ có tính theo công thức

$$N_{dc} = kN = k\gamma QH/102\eta \ \text{kw} \qquad (2.43)$$

k: hệ số dự trữ công suất. Giá trị của nó lấy phụ thuộc vào loại máy bơm, động cơ và công suất làm việc. Nên chọn hệ số k có giá trị lớn hơn hoặc bằng các giá trị nêu ra dưới đây:

$N \le 2$	1,5
$2 < N \le 5$	1,5 - 1,25
$5 < N \le 50$	1,25 - 1,15

$50 < N \leq 100$ 1.15 - 1,05
$N > 100$ 1,05

Nếu trục bơm nối với trục động cơ qua bôï truyền đai hoặc bánh răng thì công suất động cơ tính theo công thức:

$$N_{đc} = k\,\gamma\,QH / 102\eta\eta_{Td} \qquad (2.44)$$

η_{Td} hiệu suất bộ truyền

Từ (2.42) có công thức tính hiệu suất toàn phần của máy bơm

$$\eta = N_h / N \qquad (2.45)$$

Hiệu suất của máy bơm là một đối tượng kể đến các loại tổn thất: thể tích, cơ khí, thủy lực phát sinh khi máy bơm truyền năng lượng cho chất lỏng. Các loại tổn thất được nghiên cứu bằng nhiều phương pháp lý thuyết và thực nghiệm khác nhau.

Tổn thất thể tích

Theo khe hở giữa rôto và stato ở bên trong bơm, xuất hiện rò rỉ gây nên sự tổn thất lưu lượng của máy bơm, đôi khi còn gây nên tổn thất thủy lực phụ. Tùy theo kết cấu của từng loại bơm, tổn thất thể tích xuất hiện ở những vị trí khác nhau. Điển hình là tổn thất ở đệm chống thấm phía trước bánh xe Q_{r1}. Ngoài ra còn xuất hiện rò rỉ ở hệ thống cân bằng lực dọc trục Q_{r2}, ở đệm chống thấm của bích bánh xe Q_{r3}.

Lưu lượng rò rỉ Q_{r2} được xác định khi tính toán hệ thống cân bằng lực dọc trục.

Lưu lượng rò rỉ Q_{r3} đối với bơm một cấp có thể bỏ qua, lưu lượng này chỉ đáng kể trong bơm nhiều cấp.

Lưu lượng rò rỉ Q_{r1} là đáng kể hơn cả. Nguyên nhân của sự rò rỉ này là do sự chênh lệch áp suất tại cửa ra P_2 và cửa vào P_1 của dòng chất lỏng làm xuất hiện một lưu lượng Q_{r1} quay trở lại cửa vào bánh xe (H-23). Xét đệm chống thấm có dạng vành khăn (H-23). Coi rò rỉ như một trạng thái chảy qua lỗ vành khăn.

$$Q_{ri} = \mu f \sqrt{2g}\,(P_i - P_1)/\gamma = \mu D_i \pi b \sqrt{2g}\,H_{pi} \qquad (2.46)$$

Trong đó

g tiết diện ngang của khe, bằng πD, b.
μ hệ số lưu lượng
D_I đường kính của đệm chống thấm
b chiều rộng khe hở hướng kính của vòng đệm (thường thì b = 0,2- 0,3 mm)
$H_{pi} = (P_i - P_1) / \gamma$. Tổn thất cột áp trong đệm chống thấm.
P_i áp lực ở phía trước đệm chống thấm.
P_1 áp lực ở phía sau (cửa vào bánh xe) đệm chống thấm

Hình 23 Sơ đồ tính toán lưu lượng rò rỉ ở bánh xe

Có thể tích tổn thất cột áp H_{pi} qua cột áp tính của bơm

$$H_{pi} = H_t - U_2^2 / 8g * (R_2/R_i)^2 * [1 - (R_i / R_2)^2]$$

Hiệu suất thể tích của bơm tính theo công thức

$$\eta_{TT} = Q / (Q + \sum Q_r) \qquad (2.47)$$

Tổn thất cơ khí

Công suất do động cơ truyền cho bơm lớn hơn công suất do bánh xe truyền cho dòng chất lỏng một lượng bằng tổn thất cơ khí N_C. Tổn thất cơ khí trong bơm phân làm ba loại chính:

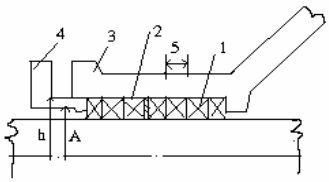
$$N_C = N_{C1} + N_{C2} + N_{C3}$$

N_{C1} tổn thất do ma sát mặt ngoài bánh xe với chất lỏng.
N_{C2} tổn thất do ma sát trong các vòng túp chống thấm.
N_{C3} tổn thất do ma sát trong ổ trục.

Công suất ma sát mặt ngoài bánh xe với chất lỏng gồm công suất ma sát của mặt cạnh và phần trụ của vành ngoài bánh xe (H-23) được tính theo công thức:

$$N_{C1} = 10^{-3} (1{,}13\ 11^3 D^2 + 3{,}14\ 10^{-3/2} \varsigma\ L\ wR^4) \qquad (2.48)$$

Việc nghiên cứu tổn thất công suất trong các vòng túp chống thấm (H-24) chưa được nghiên cứu nhiều do tính chất vật lý muôn hình, muôn vẻ của vật liệu đệm và mặt làm việc của trục.



Hình 24 Sơ đồ cụm bích ép túp
1 Trục bơm; 2 vòng túp; 3 vỏ bơm; 4 bích ép túp

Do tính dẻo của vật liệu đệm lót, áp lực dọc trục biến thành áp lực hướng tâm tác dụng lên trục và mặt trong của hợp chặn gây tổn thất cơ khí. Công suất tổn thất cơ khí ở đây được xác định theo công thức:

$$N_{C2} = \pi\ n / 30 * \pi\ r^2 s / 102 * \mu_1/\mu_2\ P_0\ e^{2\mu 2\ 1/s} (1 - e^{-2\mu 2\ 1/s})\ \text{kw} \qquad (2.49)$$

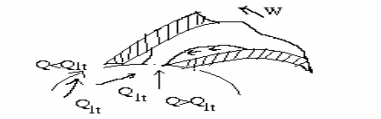
Trong đó

P_0 áp suất dư trong vỏ, tính bằng kG/m^3
r bán kính ngang trục, tính bằng m
s chiều dày một lớp đệm tính bằng m
μ_1 hệ số ma sát động
$\mu_2 = \mu_1 / k$ với k là hệ số đặc trưng cho tính chất hiệu suất cơ khí của máy bơm.

$$\eta_{CK} = (N - N_C) / N = \gamma (Q + \sum Q_r) H_{lt} / D_2 N \qquad (2.50)$$

Tổn thất thủy lực

Tổn thất thủy lực trong máy bơm có thể chia ra làm hai loại: tổn thất do ma sát của chất lỏng với bề mặt kênh dẫn giữa các bánh xe và trong bộ phận dẫn dòng cánh, tổn thất do tạo thành xoáy trên bề mặt cánh khi có chuyển động không ổn định và đôi khi quay có trong chuyển động ổn định (H-25)



Hình 25

Tổn thất này làm giảm cột áp của bơm đi một lượng h. Cột áp thực tế của máy bơm

$$H = H_{lt} - h$$

H_{lt} năng lượng dòng chảy nhận được từ bánh xe bơm.

Độ hoàn thiện về mặt thủy lực của bơm được đánh giá bằng hiệu suất thủy lực

$$\eta_{lt} = H / H_{lt} \qquad (2.51)$$

Từ (2.47) và (2.50) có

$$\eta_{CK} = \gamma(Q + \sum Q) H_{lt} / 102 N = (Q + \sum Q) H_{lt} / QH$$

$$\eta_{CK} = \eta / \eta_{\pi} \eta_{TT} \qquad (2.52)$$

Do đó, hiệu suất toàn phần của máy bơm

$$\eta = \eta_{CK} \eta_{tl} \eta_{TT} \qquad (2.53)$$

Các tổn thất thể tích, cơ khí thì dễ nghiên cứu bằng thực nghiệm cũng như bằng tính toán. Vấn đề phức tạp nhất là xác định tổn thất thủy lực. Xác định loại tổn thất này bằng thực nghiệm gặp rất nhiều khó khăn, bằng tính toán thì vẫn chưa có được những phương pháp hoàn chỉnh. Vì hiệu suất toàn phần η, hiệu suất thể tích η_{TT} có thể xác định được bằng tính toán hoặc thí nghiệm nên việc tính hiệu suất thủy lực thường được thực hiện bằng cách tách ra từ phương trình cân bằng năng lượng chung (2.53).

2.12 LUẬT TƯƠNG TỰ TRONG BƠM LY TÂM

Trong lĩnh vực khảo sát thiết kế, chế tạo máy thủy lực nói chung và máy bơm lý tâm nói riêng, luật tương tự được ứng dụng rộng rãi và có hiệu quả. Các máy bơm nói chung được chế tạo theo máy mô hình đã được thí nghiệm. Hai máy này tương tự với nhau theo chuẩn tương tự. Sự chuyển động của chất lỏng trong bánh xe công tác phụ thuộc vào các yếu tố hình học, động học và động lực học. Vì vậy, hai máy bơm tương tự phải thỏa mãn các tiêu chuẩn tương tự tổng quát của hai máy thủy lực làm việc với chất lỏng thực là tương tự về hình học, động học và động lực học.

Hai máy nguyên hình N và mô hình M tương tự về hình học, nghĩa là chúng phải có góc đặt cánh như nhau, có các kích thước tương ứng tỉ lệ với nhau (kể cả độ bóng bề mặt)

$\alpha_M = \alpha_N$
$\beta_M = \beta_N$

$D_M / D_N = b_M/b_N = ...L_M/L_N = \lambda_L = const$

λ_L là chuẩn tương tự hình học

Hai máy N và M tương tự động học khi chế độ dòng chảy trong chúng như nhau, nghĩa là các tam giác vận tốc tương ứng của chúng đồng dạng

$C_M / C_N = U_M / U_N = w_M / w_N = \lambda_V = const$

λ_V là chuẩn tương tự động học.

Hai máy N và M tương tự động học khi tỉ lệ các lực tác dụng lên các phần tử tương ứng của bánh xe công tác bằng nhau, nghĩa là trạng thái chảy của dòng chất lỏng trong hai máy như nhau:

$R_{CM} = R_{CN}$

Thông thường các máy thủy lực đều có dòng chảy trong nó nằm trong khu vực bình phương sức cản nên tổn thất thủy lực không phụ thuộc vào số R_C mà phụ thuộc vào độ bóng bề mặt chi tiết, luật tương tự đối với máy bơm chỉ quy về tương tự hình học và động học.

Để lập công thức tương tự dùng cho các máy bơm, giả thiết rằng, hệ số hiệu chỉnh về số cánh và hiệu suất của hai bơm đồng dạng như nhau.

Về cột áp, có quan hệ

$H_M / H_N = U_{2M}C_{2UM} / U_{2N}C_{2UN}$
$U_{2M} / U_{2N} = C_{2UM} / C_{2UN} = \lambda_V$

Mà $U = \pi Dn / 60$

Trong đó

D đường kính bánh xe công tác
n số vòng quay trong một phút của bánh xe công tác.

Vì vậy có

$$H_M / H_N = (D_M/D_N)^2 (n_M/n_N)^2 \qquad (2.54)$$

Về lưu lượng, có quan hệ

$$Q_M/Q_N = (\pi D_2 b_2 C_{2r} \eta_{TT})_M / (\pi D_2 b_2 C_{2r} \eta_{TT})_N * D_{2M}/D_{2N} * b_{2M}/b_{2N} * C_{2rM} / C_{2rN}$$

Theo luật tương tự ta có

$$D_{2M} / D_{2N} = b_{2M} / b_{2N}$$

Và

$$C_{2rM} / C_{2rN} = (D_{2M}/D_{2N}) * (n_M / n_N)$$

Vì vậy

$$Q_M / Q_N = (D_M/D_N)^3 (n_M/n_N) \qquad (2.55)$$

Về công suất, có quan hệ

$$N_M / N_N = (\gamma_M / \gamma_N) * (Q_M/Q_N) * (H_M / H_N)$$

Hai bơm tương tự phải làm việc với công suất chất lỏng nên

$\gamma_M = \gamma_N$; Từ (2.54) và (2.55) có

$$N_M / N_N = (D_M/D_N)^5 * (n_M / n_N) \qquad (2.56)$$

Các công thức (2.54), (2.55) và (2.56) cho biết luật tương tự trong bơm ly tâm. Luật tương tự cho phép tính toán các bơm mới dựa trên bơm mẫu đã có sẵn với độ chính xác cao, cho phép nghiên cứu một loại bơm mới dựa trên bơm mô hình có kích thước nhỏ hơn nhiều cho phép thí nghiệm máy bơm với số vòng quay khác nhau.

Luật tương tự chỉ áp dụng khi các máy bơm làm việc với cùng một loại chất lỏng và kích thước của chúng không lớn hơn nhau nhiều ($\lambda_c \leq$ 2-3)

2.13 HỆ SỐ TỶ TỐC

Hệ số tỉ tốc n_S của bánh xe công tác là số vòng quay của một bánh xe mô hình tương tự với bánh xe công tác đang xét nhưng bánh xe công tác mô hình đó có lưu lượng Q_S = 75 l/s và cột áp H_S = 1m.

Hệ số tỉ tốc cũng là một chuẩn tương tự của các loại bánh xe khác nhau. Theo (2.54) và(2.56) có

$$Q_S / Q = 0{,}075/Q = (n_S / n)(D_S/D)^3$$
$$H_S / H = 1/H = (n_S/n)^2 (D_S/D)^2$$

Từ đó suy ra

$$n_S = 3{,}65n\, Q^{1/2} / H^{3/4} \qquad (2.57)$$

Trong đó

n	số vòng quay của bơm đang xét tính bằng V/ph.
Q	lưu lượng của bơm đang xét, tính bằng m^3/s.
H	cột áp của bơm đang xét, tính bằng m.

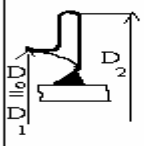
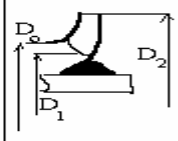
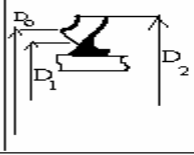
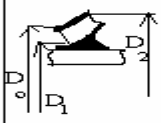
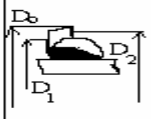
Với máy bơm có bánh xe công tác nước vào hai phía thì khi tính hệ số tỉ tốc theo công thức (2.57) lưu lượng lấy bằng Q/2.

Từ luật tương tự và công thức (2.57) dễ dàng nhận thấy rằng, hệ số tỉ to1c n_S luôn luôn không đổi với mọi chế độ làm việc của máy bơm, nó chỉ phụ thuộc vào kết cấu của bánh xe công tác. Để việc tính toán chính xác nên lấy các giá trị lưu lượng và cột áp ứng với chế độ làm việc tối ưu để đưa vào công thức tính. Từ công thức cũng thấy rằng bánh xe công tác có hệ số tỉ tốc càng nhỏ thì tỉ số Q/H càng nhỏ.

Hệ số tỉ tốc là một thông số tổng hợp đặc trưng cho bánh xe công tác của máy bơm. Hệ số tỉ tốc được ứng dụng để phân loại và so sánh các nhóm bánh xe công tác khác nhau của bơm li tâm và bơm hướng trục, để nghiên cứu, lựa chọn máy bơm có lợi nhất về lưu lượng và cột áp.

Bảng 2-3 Cho các kiểu bánh xe công tác phụ thuộc vào hệ số tỉ tốc n_S và các giá trị sơ bộ của D_2/D_0.

Bảng 2-3

Loại bơm	Bơm ly tâm				Hướng trục
	T.tốc chậm	T.tốc Tbình	T.tốc nhanh	Chéo trục	
Tỉ lệ đường kính	$\frac{D_2}{D_0} \simeq 2,5$	$\frac{D_2}{D_0} \simeq 2$	$\frac{D_2}{D_0} \simeq 1,8-1,4$	$\frac{D_2}{D_0} \simeq 1,2-1,1$	$\frac{D_2}{D_0} \simeq 0,6-0,8$
n_S	50 - 80	80 - 150	150 - 350	350 - 500	500 - 1500
Kiểu bánh xe					

Nhìn vào bảng 2-3 thấy hệ số tỉ tốc càng cao, càng có khả năng giảm nhỏ kích thước máy bơm và giá thành chế tạo. Do đó, kết cấu của máy gọn nhẹ hơn và việc sử dụng cũng chắc chắn hơn. Tuy vậy, việc tăng hệ số tỉ tốc lại dẫn đến việc giảm chiều cao hút của máy bơm. Vì thế , việc tăng hệ số tỉ tốc bị hạn chế.

2.14 QUAN HỆ TƯƠNG TỰ TRONG MỘT BƠM LY TÂM

Ngoài những ứng dụng đã nêu ở phần trên, luật tương tự còn được ứng dụng trong thực tế sử dụng bơm ly tâm để nghiên cứu quan hệ tương tự trong một máy bơm. Đó là quan hệ giữa tốc độ quay n (hoặc đường kính bánh xe D, trọng lượng riêng của chất lỏng γ) với các thông số làm việc khác của bơm Q, N, H khi n (hoặc D, γ) thay đổi.

Khi số vòng quay n của máy bơm thay đổi sẽ dẫn đến sự thay đổi lưu lượng Q, cột áp H và công suất tiêu thụ N của máy bơm. Thực nghiệm chứng tỏ rằng khi số vòng quay định mức của bơm thay đổi ít (dưới 50% số vòng quay định mức) thì hiệu suất của máy bơm thay đổi rất ít và có thể coi như η = const. Hơn nữa, các thành phần vận tốc đều tỉ lệ với số vòng quay nên khi tốc độ quay thay đổi thì tam giác vận tốc tương ứng sẽ đồng dạng với nhau. Vì vậy các chế độ làm việc khác nhau của một bơm khi số vòng quay thay đổi ít có thể xem như là trường hợp tương tự.

Gọi Q, N, H là lưu lượng, công suất, cột áp tương ứng với số vòng quay n và Q_1, H_1, N_1 là lưu lượng, cột áp, công suất ứng với số vòng quay n_1, Từ (2.54), (2.55) và (2.56) với n không đổi có:

$$H / H_1 = (n / n_1)^2 \qquad (2.58)$$

$$Q / Q_1 = n / n_1 \qquad (2.59)$$

$$N / N_1 = (n / n_1)^2 \qquad (2.60)$$

Khi thay đổi đường kính ngoài của bánh xe công tác (gọt bánh xe) các thông số làm việc của bơm cũng thay đổi. Đối với các loại bơm vỏ xoắn người ta gọt bánh xe bằng cách tiện nhỏ vành ngoài bánh xe. Các bơm có bộ phận hướng dòng hoặc đệm chống thấm ở vành ngoài bánh xe thì chỉ cắt bớt cánh đến đường kính yêu cầu.

Gọi Q, H, N là lưu lượng, cột áp, công suất của bơm ứng với đường kính bánh xe ban đầu là D và Q_y, H_y, N_y là lưu lượng, cột áp, công suất khi đường kính bánh xe đã gọt đến D_y. Quy ước rằng khi gọt bánh xe chiều rộng cửa ra b_1 và số vòng quay n không thay đổi. Theo (2.54), (2.55) và (2.56) có:

$$H_Y / H = (D_y/D)^2 \qquad (2.61)$$

$$Q_y / Q = (D_y/D)^2 \qquad (2.62)$$

$$N_y / N = (D_y/D)^2 \qquad (2.63)$$

Với các bánh xe bơm ly tâm có $n_S < 150$ thì kết quả tốt nhất nhận được tính theo công thức

$$Q_y / Q = D_y / D \qquad (2.64)$$

Khi gọt bánh xe, hiệu suất của bơm có thể tính lại theo công thức:

$$\eta_g = 1 - [(1-\eta)(D / D_g)^{0,45} \qquad (2.65)$$

Tuy nhiên, khi gọt bánh xe trong giới hạn cho phép thì hiệu suất của bơm thay đổi không đáng kể. Qua tính toán và kiểm nghiệm thực tế người ta đã đưa ra được giới hạn gọt bánh xe theo trị số tỉ tốc như sau:

$50 < n_S < 120$ . . . . . 15 - 20%
$120 < n_S < 200$ . . . . . 11 - 15%
$200 < n_S < 300$ . . . . . 7 - 11%
$n_S > 300$ . . . . . không nên gọt

Cần nhớ rằng với bơm bơm chất lỏng bẩn và bơm có độ mở của bánh dẫn giữa các cánh bánh xe lớn không nên gọt bánh xe.

Cũng tương tự như trên lập được công thức quan hệ giữa Q, H, N khi γ thay đổi. Các kết quả tính toán xem bảng 2-4 gọi là quan hệ tương tự hay quan hệ tỉ lệ trong một bơm li tâm.

Bảng 2-4

Thông số	Khi n thay đổi	Khi D thay đổi	Khi γ thay đổi	Khi n, D, γ thay đổi
Q	$Q/Q_1 = n/n_1$	$Q/Q_1 = (D/D_1)^2$	$Q = Q_1$	$Q/Q_1 = (n/n_1)(D/D_1)^2$
H	$H/H_1 = (n/n_1)^2$	$H/H_1 = (D/D_1)^2$	$H/H_1 = \gamma/\gamma_1$	$H/H_1 = (n/n_1)(D/D_1)^2(\gamma/\gamma_1)$
N	$N/N_1 = (n/n_1)^2$	$N/N_1 = (D/D_1)^4$	$N/N_1 = \gamma/\gamma_1$	$N/N_1 = (n/n_1)^3(D/D_1)^4(\gamma/\gamma_1)$

2.15 XÁC ĐỊNH ĐIỂM LÀM VIỆC VÀ ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH KHI CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA BƠM THAY ĐỔI

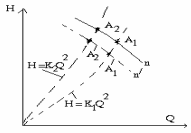
Bằng các quan hệ tương tự trong một bơm ly tâm có thể xác định được chế độ làm việc mới của bơm ứng với một điểm cho trước nằm ngoài đường đặc tính va dựng đường đặc tính mới ứng với điểm làm việc ấy.

Dựng đường biểu diễn chế độ làm việc tương tự
Từ các quan hệ tương tự (2.57) và (2.58) có

$$H / H_1 = (Q/Q_1)^2 \text{ hay } H / Q^2 = H_1 / Q_1^2 = K = \text{const}$$

Như vậy, ở chế độ tương tự quan hệ giữa cột áp và lưu lượng tuân theo định luật paraoon $H = KQ^2$. Chẳng hạn các điểm làm việc A_1, $A_1^/$; A_2, $A_2^/$ ứng với Q_1, H_1, $Q_1^/$, $H_1^/$ và Q_2, H_2; $Q_2^/$, $H_2^/$ (H-26) biểu diễn những chế độ làm việc tương tự.

Khi làm việc ở chế độ tương tự thì hiệu suất coi như không đổi. Nên đường biểu diễn các chế độ làm việc tương tự còn gọi là đường cùng hiệu suất.



Hình 26

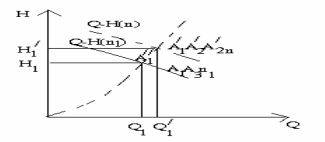
Xác định số vòng quay làm việc ứng với một điểm cho trước
Vấn đề đặt ra là yêu cầu cho bơm làm việc với lưu lượng Q_1, cột áp H_1 ứng với điểm làm việc A_1. Điểm A_1 này lại nằm ngoài đường đặc tính Q-H ứng với số vòng quay n_1 phải xác định được số vòng quay n_1 để bơm có thể làm việc được với điểm A_1 và dựng đường đặc tính mới của máy bơm theo số vòng quay n_1.

Trước hết phải dựng đường cùng hiệu suất để tìm điểm $A_1^/$ nằm trên đường Q-H (n) tương tự với điểm A_1 (H-27) . Phương trình của đường cùng hiệu suất.

$$H = KQ^2 \;;\; K = H_1 / Q_1^2$$

Đường này cắt đường Q-H (n) tại điểm $A_1^/$ ($Q_1^/$, $H_1^/$). Vì vậy, tính được số vòng quay n_1:

$$n_1 = (Q_1 / Q_1^/)\, n \text{ hay } n_1 = \sqrt{H_1/H_1^/}$$



Hình 27

Chỉ nên cho bơm làm việc với số vòng quay nhỏ hơn số vòng quay định mức. Nếu trường hợp làm việc với số vòng quay lớn hơn số vòng quay định mức phải có sự chỉ dẫn của nhà máy chế tạo.

Biết số vòng quay n_1, có thể dựng đường đặc tính mới Q - $H_{(n1)}$ của máy bơm. Lấy các điểm $A_2^/$, $A_3^/$ ... trên đường đặc tính Q-$H_{(n)}$, theo công thức (2.57) và (2.58) tính được tọa độ các điểm À$_2$, A_3 ... Nối các điểm này lại được đường đặc tính mới Q - $H_{(n)}$ ứng với số vòng quay n_1 của máy bơm (H-27)

Xác định đường kính gọt bánh xe ứng với điểm làm việc cho trước

Giả sử phải cho bơm làm việc ở điểm A_1 có lưu lượng Q_1, cột áp H_1. Điểm A_1 nằm ngoài đường đặc tính Q -$H_{(0)}$ ứng với đường kính D của bơm. Yêu cầu phải gọt bớt đường kính bánh xe công tác để bơm có thể làm việc được ở điểm A_1 và dựng đường đặc tính Q-$H_{(Dg)}$ ứng với đường kính bánh xe đã gọt bớt đi.

Để tính được đường kính bánh xe cần gọt D_g phải tìm được điểm B_1 trên đường Q-$H_{(0)}$ tương tự với A_1. Dựng đường cùng hiệu suất $H = KQ^2$ theo quan hệ (2.60) và (2.61) (hoặc H =KQ theo quan hệ (2.60) và (2.63) như giới thiệu phần trên. Giao điểm của đường này với Q-$H_{(0)}$ chính là điểm B_1 có cột áp $H_{(Q)}$, lưu lượng Q_{B1}

Theo (2.57) tính được

$$D_y = D \sqrt{H_{01} / H_{B1}}$$

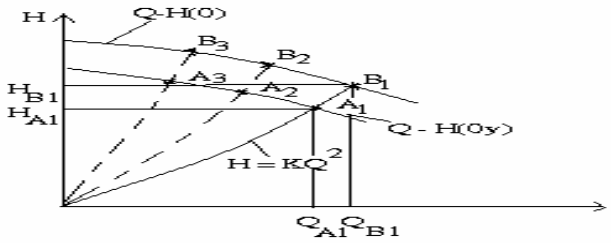
Hay

$$D_y = D \sqrt{Q_{A1} / Q_{B1}}$$

Sau khi tính được đường kính bánh xe D_y sẽ dựng được đường đặc tính qQ-$H_{(Dy)}$, lấy các điểm B_2, B_3, ... trên đường đặc tính Q-$H_{(0)}$ sẽ xác định được các điểm A_2, A_3 tương ứng với theo quan hệ (2.60); (2.61).

$$H_y = (D_y / D)^2 H$$

$$Q_y = (D_y / D)^2 Q$$



Hình 28

Nếu các điểm A_1, A_2, ... bằng một đường cong trơn (H-28) sẽ nhận được đường đặc tính mới của máy bơm Q-$H_{(0y)}$ ứng với đường kính bánh xe D_y đã gọt.

Cần chú ý rằng chỉ gọt bánh xe nằm trong giới hạn cho phép để hiệu suất làm việc của bơm không thay đổi.

2.16 ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA BƠM LY TÂM

Các quan hệ H = f(Q) ; N = f = (Q); η = f(0) được biểu diễn dưới dạng đồ thị gọi là đường đặc tính của máy bơm. Đường đặc tính xây dựng bằng phương pháp tính toán lý thuyết gọi là đường đặc tính lý thuyết, xây dựng bằng cách dựa vào các số liệu thí nghiệm gọi là đường đặc tính thực nghiệm.

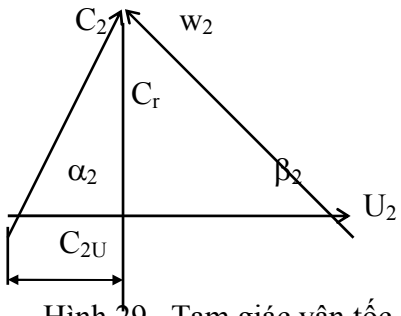
Trong các đường đặc tính thì quan trọng hơn cả là đường cột áp H = f(Q), nó cho biết khả năng làm việc của bơm và sử dụng hợp lý các chế độ làm việc khác nhau của nó.

Đường đặc tính lý thuyết

Đường đặc tính lý thuyết được xây dựng với số vòng quay của máy bơm không thay đổi và dựa vào phương trình cơ bản.

Theo phương trình (2.15) có

$$H_{lt\,m} = U_2C_{2U} / g$$



Hình 29 Tam giác vận tốc

Từ tam giác vận tốc (H-29) có

$$C_{2r} = U_2 - C_{2r}\text{cotg}\beta_2$$

Từ (2.26) có

$$C_{2r} = Q_{lt} / \pi D_2 b_2$$

Do đó

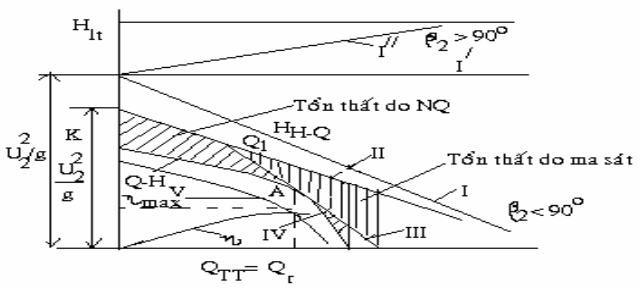
$$H_{lt\,\infty} = U_2/g_2\,(U_2 - C_{2r}\,\text{cotg}\beta_2)$$

$$H_{lt\,\infty} = (U_2/g) - [(U_2 / \pi D_2 b_2 g)\,(Q_{lt}\,\text{cotg}\beta_2)$$

Đối với một máy bơm xác định thì U_2, b_2, D_2 là những đại lượng không đổi nên phương trình cơ bản có dạng:

$$H_{lt\,\infty} = a - b\,Q_{lt}\,\text{cotg}\beta_2$$

Đường biểu diễn phương trình này là đường đặc tính lý thuyết của bơm ly tâm. Đó là một đường thẳng không đi qua gốc tọa độ, hệ số góc của nó phụ thuộc vào giá trị góc β. Trong trường hợp tổng quát, có ba dạng đường đặc tính như trong hình 30.



Hình 30 Đường đặc tính lý thuyết của bơm ly tâm

Khi $\beta_2 < 90^0$ thì $cotg\beta_2 > 0$, có đường I.
Khi $\beta_2 = 90^0$ thì $cotg\beta_2 = 0$, có đường $I^/$.
Khi $\beta_2 > 90^0$ thì $cotg\beta_2 < 0$, có đường $I^{//}$.

Như đã phân tích ở trên, bơm ly tâm có góc $\beta_2 < 90^0$ nên đường I là đường đặc tính lý thuyết của nó. Đường này được xây dựng ứng với chất lỏng lý tưởng và bánh xe có số cánh nhiều vô hạn.

Cột áp lý thuyết của bơm khi bánh xe có số cánh hữu hạn.

$$H_{lt} = k\, H_{lt\infty}$$

k < 1 là hệ số hiệu chỉnh, hệ số kể đến ảnh hưởng số cánh hữu hạn.

Vì vậy, đường cột áp lý thuyết H_{lt} cũng có dạng đường thẳng (đường II) và cắt trục tung ở điểm $H = kU_2^2 / g$.

Bơm làm việc với chất lỏng thực nên có sự tổn thất cột áp do ma sát trong kênh dẫn và sức kháng cục bộ do thay đổi tiết diện, do va đập khi chảy vào cánh bánh xe và bộ phận hướng dòng. Sự biến đổi của những tổn thất này phụ thuộc vào sự biến đổi lưu lượng máy bơm.

Tổn thất thủy lực do ma sát tỉ lệ với bình phương của lưu lượng nên có dạng là đường parabôn III. Tổn thất thủy lực do va đập cũng tỉ lệ với bình phương lưu lượng. Nó xuất hiện trong bơm khi hướng dòng chảy lệch khỏi hướng tính toán và ứng với giá trị lưu lượng bằng lưu lượng tính toán ($Q = Q_{TT}$), máy bơm làm việc ở chế độ chảy vào không ra. Khi ấy tổn thất do va đập sẽ bằng 0. Khi chế độ làm việc của bơm lệch khỏi điểm tính toán, sẽ xuất hiện tổn thất thủy lực do va đập. Nếu gọi Q_x là lưu lượng của bơm ở chế độ làm việc bất kỳ thì tổn thất này tỉ lệ với $(Q_x - Q_{TT})^2$. Như vậy, để kể đến tổn thất do va đập đường đặc tính của bơm ứng với các giá trị lưu lượng lý thuyết Q_{lt} khác nhau, là đường parabôn IV, và tiếp xúc với đường tại điểm tính toán A.

Khi dựng đường đặc tính, chưa tính đến tổn thất thể tích và cơ khí. Để kể đến các loại tổn thất này, đường đặc tính lùi về bên trái và thấp hơn một chút so với đường IV. Đường V, là đường đặc tính lý thuyết của bơm li tâm.

Đường đặc tính dựng bằng phương pháp tính toán lý thuyết rất phức tạp và không chính xác do sử dụng nhiều hệ số kinh nghiệm. Hơn nữa, các phương pháp tính toán hiện nay chưa cho phép xác định được chính xác các loại tổn thất xảy ra trong máy bơm. Vì vậy, trong kỹ thuật thường xây dựng đường đặc tính bằng các số liệu đo được khi thí nghiệm trên các máy cụ thể gọi là đường đặc tính thực nghiệm.

Đường đặc tính thực nghiệm

Để xây dựng đường đặc tính thực nghiệm của bơm ly tâm người ta cho máy bơm làm việc trong hệ thống thí nghiệm theo sơ đồ H-31.

Mục đích thí nghiệm xác định được sự phụ thuộc của cột áp, công suất, hiệu suất máy bơm vào lưu lượng và biểu diễn mối quan hệ trên đồ thị.

Trình tự thí nghiệm tiến hành như sau:

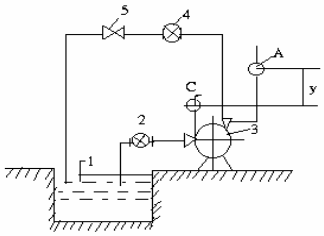
Đầu tiên mở khóa 2 trên ống hút và cho bơm làm việc, khóa 4 trên ống dẫn đóng. Theo dõi cho đến khi tốc độ quay của bơm đạt giá trị định mức, đọc các giá trị đo lường trên áp kế và chân không kế suy ra được cột áp H_0 của máy bơm ở chế độ không tải (Q = 0). Đồng thời tiến hành đo áp suất trên trục bơm ở chế độ này bằng lực kế lò xo hoặc động cơ điện cân bằng. Khi động cơ điện nối trực tiếp với trục bơm, có thể xác định công suất trên trục bơm theo công thức:

$$N = \eta_{đc} N_{đc}$$

$$N_{đc} = \sqrt{3}UI \cos\varphi / \delta \ \text{kw} \qquad (2.66)$$

Trong đó

$N_{đc}$	công suất do động cơ điện tiêu thụ
$\eta_{đc}$	hiệu suất động cơ điện.
$\cos\varphi$	hệ số công suất của động cơ điện.
UI	điện áp và cường độ dòng điện của các pha hoặc đo trực tiếp bằng van kế.



Hình 31 Sơ đồ hệ thống thí nghiệm bơm ly tâm

1: Bể hút; 2: Khoá trên ống hút; 3: Máy bơm ly tâm; 4: Khóa trên ống đẩy;
5: Thiết bị đo lưu lượng; 6: Chân không kế; 7: Áp kế.

Sau khi xác định được các giá trị H_0, N_0 ở chế độ không tải, mở dần khóa 4 ở ống đẩy để tăng lưu lượng của bơm cho đến kh đạt giá trị lớn nhất tại mỗi vị trí của khóa4, xác định được các số liệu thí nghiệm của bơm: lưu lượng Q, cột áp H, côn suất trên trục N.

Trong quá trình thí nghiệm, số vòng quay của bơm không được thay đổi. Trình tự thí nghiệm cũng có thể tiến hành ngược lại: đi từ giá trị lưu lượng Q_{max} đến $Q_0 = 0$.

Từ các giá trị Q, H tại mọi điểm làm việc, tính được công suất hữu ích của máy bơm, do đó tính được hiệu suất η của máy bơm.

Như vậy, từ các số liệu thí nghiệm, có thể xây dựng đường đặc tính của máy bơm H-Q, η-Q, H_{CK}-Q (H-32).

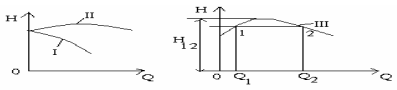
Hình 32 Đường đặc tính thực nghiệm của bơm ly tâm

Nhìn chung, đường đặc tính xây dựng bằng phương pháp thực nghiệm cũng có dạng giống đường đặc tính xây dựng bằng phương pháp tính toán nhưng chúng không trùng nhau. Điều đó chứng tỏ rằng bằng tính toán không tính được đầy đủ và hoàn toàn chính xác các loại tổn thất xảy ra trong bơm. Vì thế, việc nghiên cứu các loại máy thủy lực nói chung và máy bơm nói riêng bằng con đường thực nghiệm là vô cùng quan trọng.
Các loại máy bơm khác nhau thì đường đặc tính của chúng cũng khác nhau. Về hình dạng, đường đặc tính của bơm ly tâm có thể chia làm ba loại: dạng thoải (đường 1), dạng dốc (đường 2) và dạng lồi (đường 3) biểu diễn trên hình 33.

Độ dốc của đường đặc trưng có thể xác định theo tỉ số.

$$k = (H_2 - H_{max}) / H_{max}$$

H_{max}: cột áp của máy bơm ứng với điểm có hiệu suất lớn nhất (η_{max})



Hình 33 Các dạng đường đặc tính của bơm ly tâm

I : đường đặc tính dốc
II: đường đặc tính thoải
III: đường đặc tính lồi

Đường đặc tính thoải có độ dốc k = 8 -12%. Bơm có đường đặc tính dạng này thường được sử dụng ở những nơi cột áp ít thay đổi và lưu lượng thay đổi tương đối nhiều.

Đường đặc tính dạng dốc có độ dốc k = 25-30%. Bơm có đường đặc tính dốc thường được sử dụng ở những nơi yêu cầu có sự thay đổi cột áp tương đối lớn khi lưu lượng ít thay đổi.

Đường đặc tính lồi có điểm H_{max} khi Q = 0. Bơm có đường đặc tính dạng này thường làm việc không ổn định (xem 2.17)

Đường đặc tính công tác của bơm có ý nghĩa quan trọng trong kỹ thuật. Dựa vào đường đặc tính có thể chọn được chế độ làm việc hợp lý của máy bơm. Để bơm làm việc kinh tế, nên cố gắng chọn chế độ làm việc của nó ứng với điểm có η_{max} hoặc điểm nằm trong vùng ($\eta_{max} \pm 0,07$). Thường thì vùng này đã được đánh dấu trên đường đặc tính. Mặc khác vị trí đặt bơm và ống hút phải được tính toán đưa vào đường đặc tính $H_{CK} = f(Q)$.

2.17 ĐẶC TÍNH ĐƯỜNG ỐNG VÀ ĐIỂM LÀM VIỆC CỦA MÁY BƠM

Khi thiết kế trạm bơm và phân tích hiệu quả kinh tế, sự làm việc của máy bơm trong trạm bơm phải xác định được điểm làm việc của nó. Muốn vậy trước hết phải xây dựng được đặc tính đường ống ứng với điều kiện làm việc của máy bơm.

Theo (2-35) cột áp toàn phần của máy bơm

$$H = H_{đh}^{h} + H_{đh}^{đ} + h_h + h_đ$$

hay $$H = H_{đh} + \sum h \qquad (2.67)$$

Trong đó

$H_{đh}$ chiều cao bơm nước địa hình

$\sum h$ tổng tổn thất cột áp trên hệ thống đường ống.

Giá trị $\sum h$ phụ thuộc vào đường kính, chiều dài ống, độ nhám và số chỗ xuất hiện tổn thất cục bộ, lưu lượng nước chảy qua ống, tức là:

$$\sum h = (aL + b\sum \xi)\, Q^2 = SQ^2 \qquad (2.68)$$

Trong đó

a sức cản đơn vị dọc đường

b sức cản đơn vị cục bộ

L chiều dài ống

$\sum \xi$ tổng hệ số tổn thất cục bộ

S sức kháng toàn phần của hệ thống

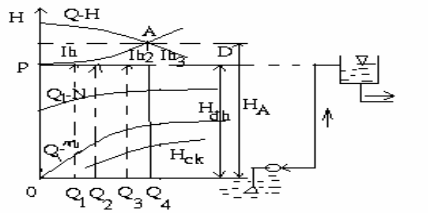
Khảo sát trường hợp đơn giản nhất, máy bơm bơm nước vào bể áp lực (H-34)

Trên cùng một đồ thị biểu diễn đặc tính của máy bơm và đặc tính Q - ($H_{đh} + \sum h$) của hệ thống đường ống, đường đặc tính Q-H của máy bơm cắt đường đặc tính đường ống Q - ($H_{đh} + \sum h$) tại A. Điểm A chính là điểm làm việc của máy bơm trong hệ thống (H-34).

Đường đặc tính đường ống được dựng như sau:

Kẻ đường pD song song với trục hoành và cách nó một khoảng $H_{đh}$. Với các giá trị lưu lượng Q xác định được các giá trị $\sum h$, lần lượt đặt các giá trị $\sum h$ lên trên đường pD theo các giá trị lưu lượng tương ứng. Nối chúng lại bằng một đường cong trơn. Đường này chính là đặc tính đường ống.

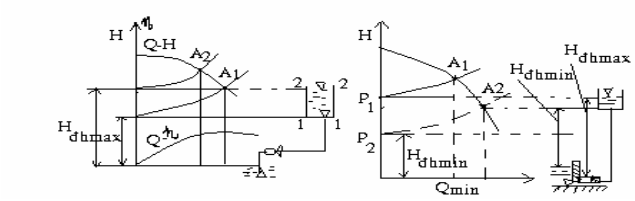
Theo sơ đồ bố trí máy bơm ở H-34, bơm làm việc trong hệ thống chỉ có một điểm làm việc. Trong thực tế, sơ đồ bố trí bơm như vậy ít gặp vì nó làm việc không kinh tế, thường áp dụng sơ đồ bố trí như H-35. Khi bố trí bơm cao hơn mực nước trong bể hút thì đường đặc tính cùng làm việc của bơm và hệ thống biểu diễn trên H-35a. Khi bơm bố trí thấp hơn mực nước trong bể hút, đường đặc tính của chúng biểu diễn trên H- 35b. Theo các sơ đồ này, chế độ làm việc của bơm thay đổi từ điểm A_1 đến A_2 tương ứng với sự thay đổi chiều cao bơm nước địa hình $H_{đh}$. Vì vậy, ở mọi chế độ bơm đều làm việc với lưu lượng lớn nhất, hiệu quả làm việc cao hơn trường hợp thứ nhất.



Hình 34 Đặc tính làm việc của máy bơm và hệ thống đường ống

Các sơ đồ giới thiệu ở trên là những sơ đồ đơn giản nhất. Trong những sơ đồ này, máy bơm cấp nước vào thẳng đài mà không có ống nhánh hoặc điểm dùng nước dọc đường.

Trong thực tế trường hợp gặp máy bơm làm việc trong một hệ thống sơ đồ bố trí phức tạp, bơm cấp nước vào đài qua mạng lưới cấp nước có nhiều điểm dùng nước dọc đường hoặc cấp nước vào đài và nước từ đài chảy ra thay đổi theo một biểu đồ phức tạp thì việc xây dựng đặc tính đường ống phải dựa vào kết quả tính toán thủy lực mạng lưới theo biểu đồ dùng nước.



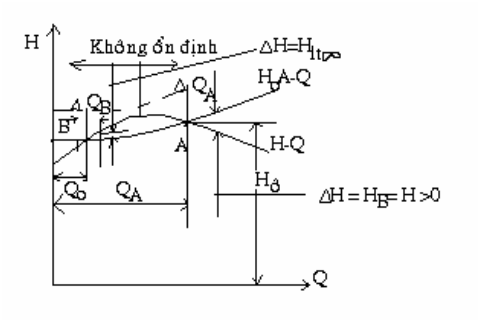
Hình 35a H- 35b

2.18 SỰ LÀM VIỆC KHÔNG ỔN ĐỊNH CỦA MÁY BƠM TRONG HỆ THỐNG

Máy bơm làm việc trong một hệ thống chung bơm mạng lưới, thường ở chế độ ổn định. Tuy vậy đôi khi cũng xảy ra sự làm việc không ổn định. Hậu quả của sự không ổn định ấy là lưu lượng, cột áp bị biến đổi tuần hoàn và thường kèm theo nước và trong mạng lưới. Vì sự ổn định của toàn hệ thống, không cho phép bơm làm việc ở chế độ không ổn định.

Điều kiện để bơm làm việc ổn định trong mạng lưới

Cho đường đặc tính đường ống có $H_{đh} > H_0$ và cắt đường đặc tính của bơm ở hai điểm: A ở nhánh hướng xuống, B ở nhánh hướng lên (H-36). Cả hai điểm này đều có các điều kiện cân bằng về năng lượng của hệ thống bơm mạng lưới. Nếu điểm làm việc nằm ở nhánh hướng xuống sự cân bằng sẽ là ổn định, nếu nằm ở nhánh hướng lên thì sự cân bằng có thể sẽ không ổn định. Giả sử do độ giảm tức thời của cột áp, lưu lượng tại mỗi điểm làm việc trên H-36 tăng lên một lượng ΔQ.



Hình 36 Đặc tính cùng làm việc của bơm và đường ống
Q - H_0: đường đặc tính đường ống
Q - H_0A: đường đặc tính máy bơm

Tại A, khi lưu lượng trong hệ thống tăng lên một lượng ΔQ_A sẽ có giá trị:

$$\Delta H = H_ô = H < 0$$

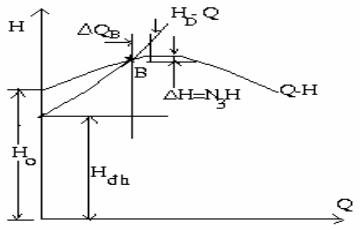
Sự thiếu hụt năng lượng H do bơm cấp vào hệ thống so với năng lượng yêu cầu $H_ô$ chỉ có thể được bù lại bằng động năng của khối chất lỏng chuyển động trong hệ thống. Vì thế vận tốc của chất lỏng bị giảm, lưu lượng cũng giảm xuống đến giá trị cân bằng Q_A, vị trí cân bằng được khôi phục.

Tại B, khi lưu lượng của hệ thốngg tăng thêm một lượng ΔQ_B sẽ có giá trị:

$$\Delta H = H_ô = H > 0$$

Sự thừa năng lượng do bơm cấp H so với năng lượng yêu cầu $H_ô$ sẽ làm tăng động năng của khối chất lỏng chuyển động trong hệ thống. Do vậy vận tốc của chất lỏng tăng, lưu lượng tăng lên, hệ thống tiếp tục lệch khỏi vị trí cân bằng ở điểm B.

Tại A và B khi lưu lượng giảm đi một lượng ΔQ thì hiện tượng xảy ra ngược lại. Tại A hệ thống cũng tự khôi phục được vị trí cân bằng còn tại B hệ thống vẫn tiếp tục rời khỏi vị trí cân bằng. Như vậy khi điểm làm việc nằm trên nhánh hướng xuống của đường đặc tính thì bơm sẽ làm việc ổn định, còn nằm trên nhánh hướng lên thì không ổn định. Tuy nhiên cũng có trường hợp hệ thống sẽ làm việc ổn định tại nhánh hướng lên của đường đặc tính bơm, nếu có $H_0 > H_{dh}$. Trường hợp này đặc tính đường ống chỉ cắt đường đặc tính bơm tại một điểm (H-37) mà sự xáo động lưu lượng ΔQ_B dương sẽ tương ứng với giá trị dương của $\Delta H = H_ô = H$ và ngược lại.



Hình 37

Như vậy, điều kiện làm việc ổn định của bơm trong hệ thống đường ống là dấu của ΔH phải dương khi sự nhiễu loạn của lưu lượng là dương và ngược lại. Điều kiện đó có thể viết được dưới dạng toán học:

$$dH_ô / dQ > dH / dQ \qquad (2.69)$$

Sự làm việc không ổn định

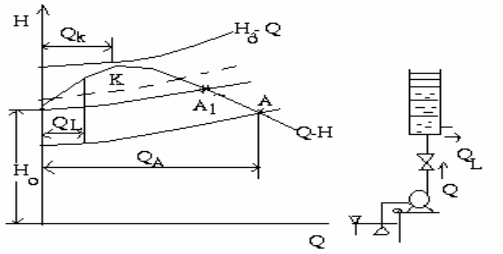
Khảo sát chế độ làm việc không ổn định trong trường hợp đơn giản. Khi bơm làm việc riêng lẻ trong mạng lưới có đài (H-38). Nước được bơm lên đài rồi lại từ đài chảy vào mạng lưới. Cho lưu lượng của mạng lưới Q_L nhỏ hơn lưu lượng Q_K (lưu lượng tại tiếp điểm K của đặc tính đường ống với đường đặc tính máy bơm).

Trong vùng từ lưu lượng bằng "0" đến lưu lượng Q_K có bất đẳng thức

$$dH / dQ > dH_ô / dQ$$

Bơm làm việc không ổn định. Vì vậy lưu lượng của bơm Q sẽ khác với lưu lượng Q_L. Bơm sẽ làm việc khi Q = 0 hoặc Q > Q_K.

Giả sử ban đầu bơm làm việc với lưu lượng Q_A mà $Q_A > Q_K > Q_L$



Hình 38 Sự làm việc không ổn định của máy bơm

Do lưu lượng của bơm lớn hơn lưu lượng cấp vào mạng lưới nên mực nước trên đài nâng dần lên tức là $H_{đh}$ của đặc tính đường ống tăng lên.

Vì vậy, đặc tính đường ống được nâng dần lên song song với chính nó và điểm làm việc của bơm sẽ lùi dần về phía có lưu lượng nhỏ. Từ sau điểm A_1, đường đặc tính bơm sẽ cắt đường đặc tính đường ống tại hai điểm, theo điều kiện (2-66) mực nước trong bể vẫn tiếp tục dâng lên, điểm làm việc của bơm vẫn lùi lại về phía lưu lượng nhỏ cho đến khi đường đặc tính máy bơm tiếp xúc với đường đặc tính đường ống tại K. Do quán tính của chất lỏng mực nước trong bể vẫn tiếp tục dâng lên, đường đặc tính đường ống nâng lên vượt quá đường đặc tính bơm. Khi đó, cột áp yêu cầu của mạng lưới đường ống lớn hơn cột áp làm việc của máy bơm. Bơm ngừng cấp nước vào mạng lưới và chuyển sang làm việc ở chế độ không tải. Khi đó cũng xuất hiện hiện tượng chảy ngược lại nước từ đài về bể hút qua bơm cho đến khi cột nước địa hình của đường ống giảm xuống bằng cột áp H của bơm khi Q = 0. Ngay khi cột áp $H_{đh}$ bắt đầu nhỏ hơn 0, bơm lại tiếp tục làm việc cho lưu lượng ứng với điểm làm việc A_1. Do lưu lượng của bơm lớn hơn lưu lượng cấp vào mạng lưới Q_L nên hiện tượng trên lại xảy ra và cứ lặp đi lặp lại như thế mãi gọi là hiện tượng làm việc không ổn định của máy bơm trong hệ thống.

Trong trường hợp đang xét khi $Q_L < Q_K$ thì sự làm việc của bơm bao giờ cũng là không ổn định. Nhánh hướng lên của đường đặc tính bơm có các chế độ làm việc không ổn định, trừ

trường hợp $H_{dh} < H_0$. Sự làm việc không ổn định của bơm gây nhiều tác hại như đã nêu ở trên. Để tránh tình trạng làm việc không ổn định, khi sử dụng nên chọn những bơm mà đường đặc tính chỉ có một chiều dốc.

2.19 SỰ LÀM VIỆC SONG SONG CỦA CÁC BƠM LY TÂM

Trong các trạm bơm cấp nước cũng như thoát nước khi yêu cầu vận chuyển một lưu lượng nước lớn người ta thường sử dụng nhiều bơm cùng làm việc.

Sự cùng làm việc của các bơm khi chúng có cột áp làm việc như nhau và cùng cấp nước vào một hệ thống đường ống gọi là sự làm việc song song.

Trong thực tế người ta có thể ghép hoặc nhiều bơm làm việc song song trên một hệ thống đường ống, thậm chí có những trường hợp hai trạm làm việc song song trên một hệ thống đường ống. Để xác định điểm làm việc của từng bơm phải xây dựng đường đặc tính tổng cộng của chúng khi làm việc song song.

Sự làm việc song song của các bơm cùng đặc tính
Trên H-39 giới thiệu hai bơm cùng đặc tính Q-H làm việc song song trên một đường ống.

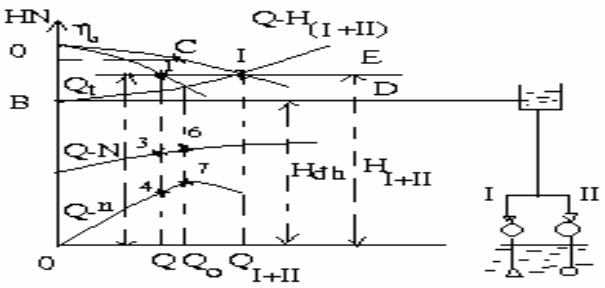
Do khi làm việc song song, cột áp tổng cộng H_{tc} của cả hệ thống bằng cột áp của từng bơm.

$$H_{tc} = H_1 = H_2 = H_3 = ... \qquad (2.70)$$

Và lưu lượng tổng cộng bằng tổng lưu lượng của các bơm cùng làm việc:

$$Q_{tt} = Q_1 + Q_2 + ... \qquad (2.71)$$

Nên khi dựng đường đặc tính tổng cộng chỉ cần nhân đôi hoành độ (lưu lượng) còn tung độ (cột áp) giữ nguyên. Ví dụ tìm điểm C trên đường đặc tính tổng cộng $Q\text{-}H_{(1+2)}$, chỉ việc lấy ac = 2ab. Tương tự như vậy sẽ tìm được các điểm của đường đặc tính tổng cộng $Q\text{-}H_{(1+2)}$.



Hình 39 Đặc tính làm việc song song của hai bơm giống nhau

Giao điểm 2 giữa hai đường đặc tính đường ống BF và đường đặc tính tổng cộng $Q\text{-}H_{(1+2)}$ là điểm làm việc của hai bơm ghép song song, hoành độ cho lưu lượng tổng cộng $Q_{(1+2)}$, tung độ cho cột áp tổng cộng $H_{(1+2)}$. Từ điểm 2 kẻ đường song song với trục hoành, đường này cắt đường đặc tính của mỗi bơm $Q\text{-}H_{1,2}$ tại điểm 1 cho lưu lượng Q_1, cột áp H_1 của từng bơm khi làm việc song song trong hệ thống. Như vậy khi hai bơm làm việc song song trong hệ thống, chúng tuân theo điều kiện (2.70) và (2.71). Từ đồ thị H-39 thấy:

$$H_{(1+2)} = H_1 = H_2$$

$Q_1 = Q_2 = Q_{1+2} / 2$

Từ điểm 1 kẻ đường song song với trục tung được điểm 3 và 4 cho công suất và hiệu suất của từng bơm khi làm việc song song trong hệ thống.

Giao điểm 5 của đường đặc tính của từng bơm $Q\text{-}H_{1,2}$ với đường đặc tính đường ống xác định điểm làm việc của từng bơm trong hệ thống cho lưu lượng Q_0, cột áp H_0. Từ điểm 5 kẻ đường song song với trục tung được điểm 6 và 7. Xác định công suất và hiệu suất của từng bơm làm việc riêng rẽ.

Qua đồ thị (H-39) thấy:

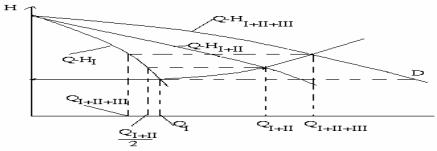
$2Q_1 = Q_{(1+2)} < 2Q_0$

Tức là lưu lượng tổng cộng của bơm ghép song song trên một hệ thống đường ống nhỏ hơn lưu lượng của chúng khi làm việc riêng rẽ trong hệ thống ấy. Nguyên nhân của sự giảm lưu lượng này là do khi các bơm làm việc song song, lưu lượng trong đường ống tăng lên sẽ làm tăng tổn thất cột áp, do đó cột áp toàn phần của bơm cũng tăng lên, điểm làm việc của bơm lùi về phía có cột áp lớn, vì thế lưu lượng của bơm khi làm việc song song bị giảm đi so với khi làm việc riêng rẽ.

Sự làm việc song song của hai bơm có lợi nhất trong trường hợp điểm làm việc 1 ứng với giá trị hiệu suất lớn nhất. Điều đó có thể thực hiện được khi chọn bơm hợp lý, lấy lưu lượng của mỗi bơm bằng nửa lưu lượng tính toán (không kể đến sự giảm lưu lượng bằng hệ số điều chỉnh), còn cột áp toàn phần lấy ứng với giá trị lưu lượng tính toán.

Sự làm việc song song của ba bơm cùng đặc tính giới thiệu trên H-40. Từ điều kiện (2.70), (2.71) và tương tự trên dựng đường đặc tính tổng cộng của ba bơm cùng đặc tính bằng cách nhân ba hoành độ đường đặc tính của một bơm. Chế độ làm việc của từng bơm khi ba bơm làm việc song song cũng xác định giống như trường hợp khi hai bơm làm việc song song ở trên. Từ đường đặc tính (H-40) thấy rằng số bơm làm việc song song càng nhiều thì sự giảm lưu lượng của mỗi bơm so với trường hợp làm việc riêng rẽ sẽ càng lớn.

$Q_{(1+2+3)} / 3 < Q_{(1+2)} / 2 < Q_{1,2,3}$

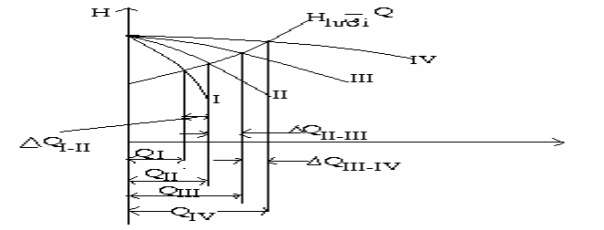


Hình 40 Đặc tính làm việc song song của ba bơm giống nhau

Các bơm làm việc song song có lợi khi đường đặc tính của bơm và đường ống thoải. Khi đường đặc tính đường ống, đặc biệt là đường đặc tính máy bơm dốc thì hiệu quả của sự làm việc song song như vậy thấp. Trong trường hợp này sự thay đổi cột áp ảnh hưởng đến sự thay đổi tới lưu lượng ít hơn trường hợp bơm có đường đặc tính thoải.

Mặc khác, số bơm ghép làm việc song song trong hệ thống không nên chọn lớn quá.
Trên H-41 giới thiệu đường đặc tính tổng cộng của bốn bơm ghép song song. Ở đây, mức độ tăng lưu lượng giảm dần theo sự tăng số máy bơm khi mở thêm bơm theo thứ tự thì sự tăng lưu lượng của hệ thống không đáng kể so với trường hợp hai hoặc ba bơm cùng làm

việc. Như vậy nếu ghép song song nhiều bơm quá thì hiệu quả kinh tế thấp. Trong những trường hợp như vậy, nên chọn bơm có lưu lượng lớn để ghép song song thì có lợi hơn.



Hình 41

Sự làm việc song song của các bơm khác đặc tính

Trong một số điều kiện xác định, các bơm có đặc tính khác nhau cũng có thể làm việc song song với nhau.

Trên H-42 giới thiệu đặc tính cùng làm việc của hai bơm I và II ghép song song. Bơm II tạo nên cột áp thấp hơn bơm I. Vì hai bơm chỉ làm việc song song khi chúng có cột áp như nhau, nên từ điểm C bơm I và II mới bắt đầu làm việc song song. Từ C xây dựng đường đặc tính tổng cộng của chúng bằng cách cộng hoành độ của những điểm có cùng tung độ trên đường đặc tính của hai bơm.

Hình 42 Đặc tính làm việc song song của hai bơm khác nhau

Đường đặc tính đường ống PD cắt đường đặc tính tổng cộng $Q\text{-}H_{(1+2)}$ tại A cho lưu lượng $Q_{(I+II)}$, cột áp $H_{(1,2)}$ khi hai bơm cùng làm việc. Điểm 1 và 2 là điểm làm việc riêng rẽ của bơm I và II trong hệ thống, cho lưu lượng Q_I và Q_{II} tương ứng. Điểm $1^/$ và $2^/$ là điểm làm việc của từng bơm khi chúng làm việc song song trong hệ thống, cho lưu lượng của bơm I là $Q_I^/$ và bơm II là $Q_{II}^/$ cũng giống như trường hợp hai bơm cùng đặc tính làm việc song song, từ đồ thị (H-42) thấy:

$$Q_I^/ + Q_{II}^/ = Q_{(I+II)} < Q_I + Q_{II}$$

Tức là lưu lượng tổng cộng của hai bơm làm việc song song nhỏ hơn tổng lưu lượng của hai bơm khi chúng làm việc riêng rẽ cũng trong hệ thống ấy.

Công suất, hiệu suất của từng bơm khi cùng làm việc cũng xác định giống như trường hợp hai bơm cùng đặc tính ghép song song ở trên.

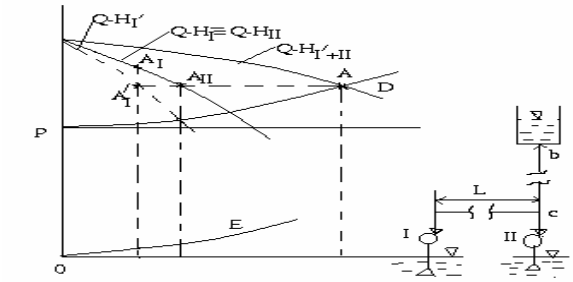
Nguyên tắc xây dựng đường đặc tính tổng cộng của các bơm khác đặc tính ghép song song cũng được sử dụng để xây dựng đường đặc tính chung của các bơm cùng đặc tính khi có một trong số chúng được điều chỉnh bằng cách thay đổi số vòng quay.

Sự điều chỉnh hệ thống các bơm có đặc tính khác nhau tương đối phức tạp nên chỉ ghép các bơm như vậy trong trường hợp thật cần thiết.

Sự làm việc song song của các bơm bố trí xa nhau

Trong hệ thống cấp nước có nhiều trường hợp người ta bố trí hai bơm ở xa nhau làm việc song song.

Xét trường hợp đơn giản nhất: khi bơm I và II cùng đặc tính đặt cách nhau một khoảng L, ở hai nơi có cao trình mực nước trong bể hút như nhau (H-43). Hai bơm chung nhau đoạn ống ab. Để xây dựng đường đặc tính chung, ta quy đổi bơm I về cùng một vị trí với bơm II. OE là đặc tính của đoạn ống nối L giữa bơm I với bơm II. Từ các giá trị tung độ trên đường đặc tính $Q\text{-}H_I$ với các giá trị tương ứng trên đường DE nhận được $Q\text{-}H_2^{/}$ là đường đặc tính quy đổi về a của bơm I. Dựng đường đặc tính tổng cộng của bơm I đã quy đổi ($Q\text{-}H_{I,II}^{/}$) và bơm II ($Q\text{-}H_{II}$) theo nguyên tắc trên. Đường đặc tính PD của đường ống chung cắt đường đặc tính tổng cộng $Q\text{-}H_{(I,II)}^{/}$ tại A cho điểm làm việc của hai bơm quy đổi ($Q\text{-}H_{I,II}^{/}$) và bơm II ($Q\text{-}H_{II}$) theo nguyên tắc trên. Đường đặc tính PD của đường ống chung cắt đường đặc tính tổng cộng $Q\text{-}H_{(I,II)}^{/}$ tại A cho điểm làm việc của hai bơm quy đổi ghép song song trong hệ thống. Điểm làm việc thực tế của bơm I là A_I của bơm II là $A_I.A_I.A_I^{/}$ là giá trị cột áp tổn thất trên đoạn ống nối của bơm I.

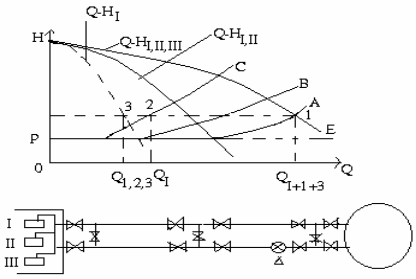


Hình 43 Đặc tính làm việc song song của hai bơm đặt xa nhau

Trường hợp hai bơm đặt ở hai nơi có cao trình mực nước trong bể hút chênh nhau một khoảng Z thì đường đặc tính của bơm đặt ở nơi cao trình mực nước trong bể hút thấp phải hạ xuống một khoảng Z. Nếu trường hợp hai trạm bố trí xa nhau làm việc song song thì dựng đường đặc tính chung của từng trạm rồi lại dựng đường đặc tính tổng cộng của hai trạm với nhau tương tự như trên.

Sự làm việc song song của ba bơm trên hai đường ống

Các trạm bơm của hệ thống cấp hoặc thoát nước thường đặt hai ống đẩy. Vì vậy, trường hợp thường gặp là có một số bơm làm việc song song trên hai đường ống. Để xác định các chế độ làm việc của bơm cần xây dựng được đặc tính đường ống trong trường hợp làm việc bình thường và có hư hỏng.



Hình 44 Đặc tính làm việc song song của ba bơm trên hai đường ống

Trên H-44 giới thiệu các đường đặc tính khi ba bơm làm việc song song trên hai đường ống PA là đặc tính tổng cộng của hai đường ống làm việc song song trong trường hợp bình thường. PB là đường đặc tính của hai đường ống khi hư hỏng tại B. PC là đặc tính của một đường ống.

Giao điểm 1 của đặc tính hai đường ống PA với đường đặc tính tổng cộng của ba bơm Q-$H_{(1+2+3)}$ cho lưu lượng lớn nhất của trạm. Từ 1 kẻ đường song song với trục hoành tìm được điểm 2 và 3. Điểm 2 cho biết lưu lượng Q_I mỗi ống tải.

$$Q_I = Q_{(1+2+3)} / 2$$

Điểm 3 là điểm làm việc của từng bơm khi ba bơm làm việc song song trên hai đường ống.

Từ đó thấy rằng, dựng đường đặc tính của hai đường ống làm việc song song cũng tương tự như dựng đường đặc tính tổng cộng của hai bơm làm việc song song. Tức là xây dựng bằng cách cộng hoành độ (lưu lượng các đường ống) ở các điểm có cùng tung độ (cột áp) trên đồ thị.

Khi máy bơm làm việc trong mạng lưới cấp nước cụ thể, việc xây dựng đồ thị cùng làm việc của bơm, đường ống và mạng lưới rất phức tạp. Tổn thất cột áp toàn phần lúc này không chỉ phụ thuộc vào lưu lượng chung mà còn phụ thuộc vào số điểm dùng nước, thời gian dùng nước và biểu đồ cấp nước. Trong trường hợp này, việc xác định chế độ làm việc của bơm được tiến hành sau khi đã hoàn thành việc tính toán thủy lực mạng lưới cấp nước ở một số chế độ điển hình.

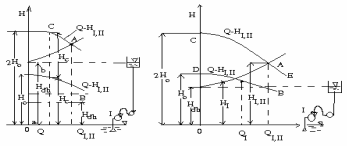
2.20 SỰ LÀM VIỆC NỐI TIẾP CỦA CÁC BƠM LY TÂM

Các bơm gọi là làm việc nối tiếp nếu bơm này đưa nước vào ống hút của bơm kia, rồi sau đó nước mới được đưa vào hệ thống. Như vậy, khi các bơm làm việc nối tiếp thì lưu lượng của chúng bằng nhau và bằng lưu lượng tổng cộng của hệ thống.

$$Q_1 = Q_2 = ... Q_{TC}$$

Còn cột áp của cả hệ thống bằng tổng cột áp của các bơm

$$H_{TC} = H_1 + H_2 + H_3 + ...$$



Hình 45a
Đặc tính làm việc nối tiếp của hai bơm cùng đặc tính khi $H_{đh} > H_0$

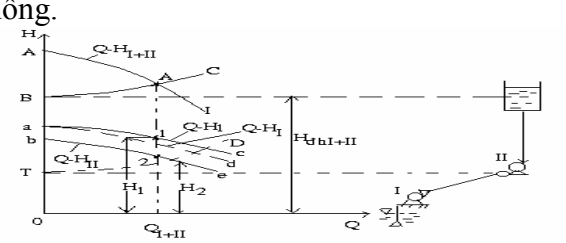
Hình 45b
Đặc tính làm việc nối tiếp của hai bơm cùng đặc tính khi $H_{đh} < H_0$

Trên H-45a giới thiệu đặc tính của hai bơm giống nhau làm việc nối tiếp khi cột áp do mỗi bơm tạo nên không đủ đưa nước đến độ cao yêu cầu. Đặc tính tổng cộng của hai bơm được xây dựng bằng cách ứng với mỗi điểm trên đường đặc tính của một bơm, giữ nguyên hoành độ và nhân đôi tung độ. Ví dụ điểm C trên đường đặc tính tổng cộng Q-$H_{(I,II)}$ nhận được bằng cách lấy tung độ OC = 2ab, còn hoành độ giữ nguyên. Đặc tính đường ống CE cắt đặc tính Q-$H_{(I,II)}$ tại A xác định điểm làm việc của hai bơm trong hệ thống. Từ đường đặc tính xác định được lưu lượng $Q_{(I+II)}$ và cột áp $H_{(I,II)}$ của hai bơm làm việc nối tiếp, lưu lượng của mỗi bơm $Q_I = Q = Q_{(I+II)}$ và cột áp $H_I = H_{II} = 1/2\ H_{(I+II)}$ khi các bơm ghép nối tiếp.

Trên H-45b giới thiệu đường đặc tính của hai bơm giống nhau ghép nối tiếp khi có $H_0 > H_{đh}$. Cách xây dựng đường đặc tính tổng cộng cũng giống như trường hợp trên. A là điểm làm việc của hai bơm ghép nối tiếp, B là điểm làm việc riêng rẽ của từng bơm cũng trong

hệ thống ấy. Từ đồ thị thấy, trong trường hợp này khi ghép hai bơm làm việc nối tiếp không những có khả năng tăng cột áp mà còn tăng cả lưu lượng của hệ thống.

Trên hình 46 giới thiệu các đường đặc tính của hai bơm khác nhau làm việc nối tiếp và đặt ở hai vị trí cách xa nhau, ở các cao trình khác nhau. Tương tự 2.19 quy đổi bơm I về vị trí bơm II để tìm điểm làm việc của các bơm khi cùng làm việc. Đường ED biểu diễn tổn thất cột áp trên đoạn ống nối giữa hai bơm. Trừ tung độ của các điểm trên đường $Q\text{-}H_I$ với tung độ của các điểm tương ứng trên đường EQ nhận được đường $Q\text{-}H_I^{/}$ là đường đặc tính quy đổi của bơm I về vị trí bơm II. Đường đặc tính tổng cộng "quy ước" của hai bơm $Q\text{-}H_{(I+II)}$ nhận được bằng cách xây dựng từ đường $Q\text{-}H_I^{/}$ và $Q\text{-}H_{II}$. Đường đặc tính đường ống chung được xây dựng trên chiều cao địa hình $H_{đh\ (I+II)}$ cắt đường $Q\text{-}H_{(I+II)}$ tại A. Từ A kẻ đường song song với trục tung được điểm 1 và 2 là điểm làm việc của bơm I và II khi ghép nối tiếp trong hệ thống.



Hình 46 Đặc tính của hai bơm khác nhau, đặt cách xa nhau làm việc nối tiếp

Cần chú ý là các bơm ghép nối tiếp chỉ làm việc được khi tổng cột áp khởi động của các bơm lớn hơn tổng chiều cao bơm nước địa hình:

$$\sum H_0 = \sum H_{đh}$$

Khi ghép bơm làm việc nối tiếp nên chọn những bơm có đường đặc tính dốc, vì chỉ cần tăng lưu lượng ít đã tăng được cột áp theo yêu cầu. Khi hai bơm cùng làm việc như vậy, bơm thứ hai làm việc với áp suất cao hơn bơm thứ nhất. Nếu không đủ bền, bơm thứ hai sẽ bị hỏng. Vì thế phải chọn trên ống đẩy của bơm thứ nhất điểm nào không gây nguy hiểm cho bơm thứ hai để ghép.

Việc mở b7m ghép nối tiếp được tiến hành theo trình tự sau. Cho bơm thứ nhất làm việc đến khi nào cột áp của bơm đạt giá trị H_{01} thì mở khóa trên ống đẩy của bơm này và cho bơm thứ hai làm việc. Khi nào cột áp của bơm thứ hai đạt giá trị H_{02} thì mở khóa trên ống đẩy của bơm thứ hai để các bơm cấp nước vào hệ thống đường ống.

Việc ghép bơm làm việc nối tiếp trong hệ thống phức tạp và không thuận tiện, kinh tế bằng cách chọn bơm có cột áp cao đáp ứng được yêu cầu làm việc. Chỉ nên ghép nối tiếp các bơm trong trường hợp thật cần thiết.

2.21 HIỆN TƯỢNG XÂM THỰC

Xâm thực là hiện tượng thường xảy ra trong các loại máy thủy lực. Ở đây chỉ khảo sát hiện tượng xâm thực trong bơm ly tâm.

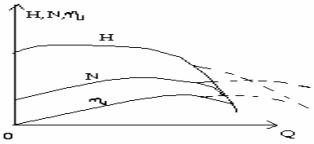
Chất lỏng ở một nhiệt độ nhất định sẽ sôi (bốc hơi bão hòa) ở một áp suất nhất định. Aùp suất này gọi là áp suất bốc hơi bão hòa P_{bh}, với nước xem bảng 2-2. Sự bốc hơi của chất lỏng trong quá trình máy bơm làm việc sẽ gây nên hiện tượng xâm thực.

Khi bơm ly tâm làm việc, nước vào ống hút và bánh xe công tác chuyển động qua vùng có áp suất thấp. Nếu vì một nguyên nhân nào đó, áp suất trong dòng chảy giảm xuống bằng áp suất tạo thành hơi P_{bh} thì nước sẽ sôi tạo nên nhiều bọt khí trong dòng chảy. Các bọt khí được dòng chảy cuốn vào vùng có áp suất cao hơn sẽ ngưng tụ thành những "giọt" nước có thể tích nhỏ hơn nhiều so với thể tích các bọt khí. Do đó trong dòng chảy xuất hiện những khoảng trống cục bộ. Ở thời điểm xảy ra ngưng tụ các phần tử chất lỏng đột ngột dừng lại. Các phần tử chất lỏng ở xung quanh xô đến chỗ trống với vận tốc rất lớn gây ra hiện tượng nước va cục bộ. Khi ấy động năng của các phần tử biến thành năng lượng đàn hồi. Vì độ biến dạng của nước rất nhỏ ($E = 10^5 N/cm^2$) nên sự tăng áp lực đó rất lớn. Tổng áp lực tăng lên có thể đạt đến vài ngàn át mốt phe. Do tăng áp lực nên xuất hiên sóng áp lực ngược,. kèm theo đó áp lực bị giảm đột ngột và chất lỏng có thể bị sôi trở lại rồi lại ngưng tụ.

Sự sôi và sau đó là quá trình ngưng tụ trong dòng chất lỏng nói trên có kèm theo hiện tượng nước va cục bộ gọi là hiện tượng xâm thực (cũng có khi gọi là khí thực).

Nước va xuất hiện do hiện tượng xâm thực sẽ phá hoại kim loại dưới hình thức ăn mòn và rỉ. Độ chống rỉ của vật liệu chủ yếu do xuất hiện màng mỏng bảo vệ bằng các ôxýt hay các liên kết hóa học, thậm chí bằng các khí tạo thành trong quá trình điện hóa của hiện tượng hon rỉ. Do phá hoại của nước va, các màng bảo vệ luôn luôn bị phá hủy làm cho kim loại bị hon rỉ nhanh hơn. Như vậy, hiện tượng nước va trong quá trình xâm thực ngoài tác dụng ăn mòn còn tạo điều kiện cho quá trình hon rỉ phát triển nhanh.

Hiện tượng xâm thực làm hư hỏng bánh xe công tác và các bộ phận khác của bơm, khi xuất hiện xâm thực máy làm việc bị rung và có tiếng nổ nhỏ, công suất, hiệu suất và cột áp của bơm bị giảm nhanh chóng (H-47). Khi xâm thực phát triển mạnh bơm có thể bị ngừng làm việc hoàn toàn. Hình 47 trình bày ảnh hưởng của xâm thực đến đường đặc tính máy bơm, đường nét đứt ứng với đường đặc tính máy bơm khi không xảy ra xâm thực.



Hình 47 Aûnh hưởng của xâm thực đến đường đặc tính bơm

Xâm thực là một hiện tượng gây tác hại rất lớn đối với sự làm việc của máy bơm. Nhất thiết không cho bơm làm việc lâu ngay cả trong trường hợp hiện tượng xâm thực không mạnh lắm.

Để không xảy ra xâm thực, trước hết khi sử dụng bơm phải xác định đúng chiều cao hút cho phép theo công thức (2.21). Ngoài ra còn phải kể đến độ dự trữ xâm thực theo công thức (2.20). Cột áp dự trữ chống xâm thực Δh_x xác định bằng thực nghiệm. Có thể tính theo theo công thức S.S Rutnhev:

$$\Delta h_x \geq 10 (n \sqrt{Q} / C)^{3/4}$$

Trong đó
n số vòng quay trong một phút của bánh xe bơm.
Q lưu lượng của bơm tính bằng m^3/s
C hệ số khí thực, phụ thuộc kết cấu bơm, nằm trong khoảng 800-1000. Giá trị C càng lớn thì độ chống xâm thực của bơm càng tốt.

Về mặt cấu tạo, cánh bánh xe công tác phải có mép vào mỏng và được vẽ tròn lại. Phần hút nước của vỏ bơm và bánh xe công tác phải nhẵn, có dạng chảy bao tốt. Chiều dài ống hút phải ngắn đến mức độ cho phép tối thiểu, tránh làm nhiều chỗ uốn cong hoặc uốn cong đột ngột. Đường kính ống hút được chọn theo các giá trị vận tốc cho phép.

Khi đường kính ống D < 250 mm thì V = 1-1,2 m/s.
D > 250 mm thì V = 1,2-1,6 m/s.

Trường hợp đặc biệt khi chiều dài ống ngắn và chiều cao hút nhỏ thì cho phép lấy vận tốc V= 1,6-2 m/s.

Nếu địa hình cho phép thì cố gắng đặt ống hút thẳng và có độ dốc hướng lên về phía máy bơm i ≥ 0,005; không làm những chỗ nối hoặc thay đổi hướng có khả năng tạo thành những bao khí để tránh hiện tượng tách dòng. Ở những chỗ đường ống hút buộc phải bố trí có dạng vồng lên cao thì phải đặt thiết bị hút khí.

Ngoài ra, để tránh hiện tượng xâm thực trong thiết kế nên chọn giá trị các thành phần vận tốc dòng chảy trong bánh xe công tác hợp lý. Nếu điều kiện cho phép thì có thể đặt bộ phận hướng dòng hoặc bánh xe hướng trục trước bánh xe ly tâm để quay chiều dòng chảy trước khi vào bánh xe công tác tăng hệ số khí thực C.

Khi xâm thực bắt đầu xuất hiện, để giảm rung va ồn có thể cho một ít không khí vào ống hút của máy bơm. Nhưng điều đó sẽ làm giảm lưu lượng của bơm (cứ cho vào 1% khí thì lưu lượng giảm 10%) nên phải tính toán để cho vào một lượng khí vừa đủ.

2.22 LỰC HƯỚNG TRỤC VÀ PHƯƠNG PHÁP CÂN BẰNG

Khi bơm làm việc, bánh xe công tác chịu tác dụng của nhiều lực khác nhau. Những lực đo có thể chia làm hai loại: lực khối lượng gồm trọng lực và lực quán tính, lực bề mặt gồm lực tác dụng tương hỗ giữa bề mặt bánh xe với chất lỏng và phản lực tại chỗ lắp bánh xe với trục.

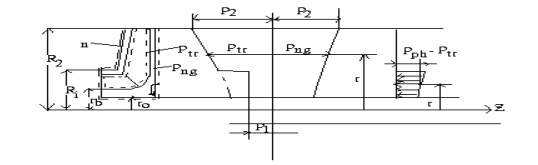
Trọng lực của bánh xe đặt ở trọng tâm của nó. Theo định luật Aùc - si -mét, lực này được cân bằng bới trọng lượng thể tích chất lỏng chứa trong bánh xe.

Khi chế tạo bơm người ta thường tiến hành cân bằng động học Rôto. Do vậy, trục quán tính chính trùng với trục quay của rôto và mô men quán tính bằng 0.

Như vậy còn lại lực bề mặt xuất hiện do tác dụng của dòng chảy lên bánh xe.

Khi bơm làm việc, chất lỏng chuyển động vào bánh xe theo chiều song song với trục, có áp suất P_1 tương đối nhỏ. Sau khi vào bánh xe, dòng chảy đổi chiều từ hướng trục sang hướng tâm. Aùp suất chất lỏng tăng dần lên và đạt giá trị P_2 ở cửa ra, $P_2 > P_1$. Dưới tác dụng của áp suất P_2, một phần chất lỏng trở lại khe hở giữa bánh xe công tác và thân bơm, tác dụng lên mặt ngoài của bánh xe một áp suất P. Đồng thời khi chất lỏng chảy vào bánh xe cũng tác dụng lên mặt trong của bánh xe một áp lực. Để tiện nghiên cứu, chia lực tác dụng lên bánh xe thành lực tác dụng lên mặt ngoài của bánh xe P_{ng} và lực tác dụng lên mặt trong P_{tr}. Vì vậy, lực tác dụng lên bánh xe:

$$P = P_{ng} + P_{tr}$$



Hình 48

Mặt ngoài của bánh xe có dạng mặt quay. Nếu bỏ qua lực ma sát, áp lực thủy động có hướng vuông góc với mặt này. Ở chế độ tính toán, sự phân bố áp lực mặt ngoài đối xứng với trục quay thì thành phần hướng tâm của áp lực thủy động sẽ cân bằng lẫn nhau. Vì vậy tổng hợp lực của áp lực thủy động ở chế độ tính toán có chiều hướng trục P_{2ng} có thể xác định từ tích phân:

$$P_{zng} = \int_{Fng} PdF_2 \qquad (2.72)$$

Trong đó

P áp suất thủy động
dF_2 hình chiếu của diện tích dF lên mặt phẳng vuông góc với trục quay Z.

Với hướng trục Z đã chọn, pháp tuyến của mặt ngoài bên trái tạo với trục Z một góc bé hơn 90^0 nên hình chiếu của diện tích nguyên tố dF có dấu dương, ngược lại phần phải dF mamg dấu âm. Vì vậy biểu thức (2.69) có thể viết được:

$$P_{zng} = \int_{rb}^{r2} P_h 2\pi r d_r - \int_{rb}^{r2} P_y 2\pi r d_r \qquad (2.73)$$

Trong đó: P_h và P_y là lực tác dụng lên mặt ngoài bánh xe ở phía trái và phía phải.
Đại lượng / P_h và P_y phụ thuộc vào chuyển động của chất lỏng trong khe giữa mặt ngoài bánh xe và vỏ bơm.

Khi đệm chống thấm (2.11) ở trạng thái bình thường chất lỏng ở hai phía của bánh xe sẽ chuyển động với cùng một vận tốc góc, áp lực ở ổ phía trái và phía phải của bánh xe trong khoảng R đến R_2 bằng nhau, ngược chiều nhau nên chúng triệt tiêu lẫn nhau. Trong khoảng từ r_b đến khi áp lực phía trái bằng áp lực ở cửa vào bánh xe P_1 áp lực P ở phía phải xác định theo công thức :

$$P = [P_2 - \gamma U_2^2 / 8g (1-r^2/r_2^2)]$$

Thay các giá trị vào (2.73) có:

$$P_{zng} = \int_{rb}^{Ri} P_1 2\pi r d_r - \int_{rb}^{Ri} [P_2 - \gamma U_2^2 / 8g (1-r^2/r_2^2)]\pi r d_r$$

$$P_{zng} = - \gamma \pi (R_i^2 - R_b^2)[H_t - U_2^2 / 8g (1- (R_i^2 + R_b^2) / 2r_2^2] \qquad (2.74)$$

Thành phần lực hướng trục của áp lực thủy động tác dụng lên mặt ngoài bánh xe có thể tính theo công thức gần đúng:

$$P_{zng} = \pi\gamma H_t (R_i^2 - r_b^2) \qquad (2.75)$$

Thành phần lực hướng trục tác dụng lên mặt trong của bánh xe công tác có thể xác định theo phương trình động lượng khi chứng minh phương trình cơ bản. Tương tự phương trình (2.8) có:

$$P_{zr} = - \gamma Q / g (C_{z2} - C_{z1}) \qquad (2.76)$$

C_{z2} , C_{z1} là thành phần hướng trục của vận tốc tuyệt đối khi dòng chảy ra vào bánh xe.

Trong phương trình động lượng, lực tác dụng lên dòng chảy. Phương trình (2.76) là lực dòng chảy tác dụng lên bánh xe nên có hướng ngược lại.

Với bánh xe bơm ly tâm thì $C_{z2} = 0$ nên

$$P_{z\,tr} = \gamma Q V_{01} / g$$

V_{01}: vận tốc dòng chảy khi vào bánh xe.

Vậy lực hướng trục tổng cộng tác dụng lên bánh xe công tác của bơm ly tâm:

$$P_z = P_{ng} - P_{tr} = \pi \gamma H_t (R_i^{\,2} - r_b^2) - \gamma Q V_{01}/g \qquad (2.77)$$

và có hướng từ phải sang trái.

Nếu bơm nhiều cấp có n bánh xe thì: $P_z^{/} = nP_z$ (2.78)

Nếu bơm trục đứng thì thành phần lực hướng trục phải kể đến trọng lượng G của rôto:

$$P_z^{//} = P_z \pm G$$

Tùy thuộc vào sự bố trí máy bơm, lực hướng trục thủy lực P_z có thể cùng hoặc ngược chiều với trọng lượng G. Biểu thức trên sẽ lấy dấu cộng (hoặc trừ) khi lực P_z cùng (hoặc ngược) chiều trọng lực G.

Đa số các trường hợp lực hướng trục trong bơm ly tâm có giá trị tương đối lớn. Lực này làm mòn các ổ chắn, tạo nên sự sai lệch khe hở trong bơm và làm rôto cọ xát vào vỏ bơm khi làm việc, gây sự giảm hiệu suất và có thể dẫn đến hư hỏng máy bơm.

Để cân bằng lực hướng trục trong bơm nếu dùng ổ bi loại chặn hoặc loại đỡ chặn là không hợp lý, người ta thường dùng các phương pháp thủy lực. Nội dung của phương pháp này là dựa trên nguyên tắc đối xứng của sự phân bố áp lực trên một bánh xe hoặc bằng các hệ thống thủy lực đặc biệt.

Dựa vào nguyên tắc đối xứng của sự phân bố áp lực trên bề mặt bánh xe, trong thực tế không thể đạt được sự đối xứng hoàn toàn. Vì thế khi cân bằng lực hướng trục theo phương pháp này trong kết cấu của bơm phải đặt ổ chặn hoặc đỡ chặn để chịu phần lực hướng trục còn lại chưa được cân bằng. Cân bằng theo nguyên tắc này thì tốt hơn cả là dùng bánh xe công tác nước vào hai phía (H-49a). Những trường hợp này cũng có thể xuất hiện lực hướng trục khi đệm chống thấm ở một phía của bánh xe bị hỏng. Cách thứ hai theo nguyên tắc trên là đặt thêm một đệm chống thấm nữa ở bánh xe công tác dẫn nước vào một phía (H-49b). Lực hướng trục được cân bằng nhờ các lỗ giảm tải đục ở phần dưới của đĩa sau

bánh xe (số lỗ thường có 3-6). Theo phương pháp này, lực hướng trục tác dụng lên mặt ngoài bánh xe P_{eng} được cân bằng. Lực hướng trục tác dụng lên mặt trong P_{zh} sẽ cân bằng nhờ ổ bi kiểu chặn. Phương pháp cân bằng như vậy hay đơn giản nhưng gây sự tổn thất lưu lượng lớn nên ít được dùng. Cách thứ ba theo nguyên tắc trên là đặt các bánh xe đối xứng nhau từng đôi một trong bơm nhiều cấp (H-49c). Các bánh xe có kích thước như nhau, tạo nên cột áp như nhau, trong điều kiện làm việc bình thường sẽ gây nên các lực hướng trục có giá trị như nhau và ngược chiều nhau. Các lực đó sẽ triệt tiêu lẫn nhau và làm cho toàn bộ rôto được cân bằng. Phương pháp này có nhược điểm là chế tạo thân bơm phức tạp, cồng kềnh.

Cơ cấu thủy lực đặc biệt thường được sử dụng để cân bằng lực hướng trục trong bơm nhiều cấp là đĩa giảm tải (H-50). Khi dùng cơ cấu này trong kết cấu của bơm không cần đặt ổ chặn và ở mọi chế độ làm việc của bơm rôto đều được cân bằng. Cấu tạo của đĩa giảm tải gồm một số buồng đặc biệt. Aùp lực trong đó thay đổi phụ thuộc vào vị trí của rôto theo chiều trục. Vì vậy khi rôto lệch khỏi vị trí cân bằng do tác dụng của lực hướng trục thì nó lại tự quay về vị trí cân bằng.

Hình 49 Sơ đồ cân bằng lực hướng trục theo nguyên tắc đối xứng

Cấu tạo của đĩa giảm tải giới thiệu trên (H-50) gồm đĩa 1 lắp chặt trên trục bơm ở sau cấp cuối cùng buồng gian 3, buồng cân bằng 4. Chất lỏng từ bánh xe 2 của cấp cuối cùng, chảy qua khe hở b_0 vào buồng trung gian 3 rồi qua khe hở b_1 vào buồng cân bằng áp lực 4; Nhờ ống nối 5, từ buồng 4 chất lỏng áp suất cao sẽ quay về miệng hút của bánh xe cấp đầu tiên. Aùp lực trong buồng trung gian lớn hơn nhiều so với buồng cân bằng áp lực nên đĩa 1 là bộ phận giữ cho rôto luôn luôn ở vị trí cân bằng. Nếu do tác dụng của lực hướng trục, rôto bị đẩy về phía trái thì chiều rộng khe hở hướng kính bị giảm đi, áp suất trong buồng 3 tăng lên và áp suất trong buồng 4 giảm đi cho đến khi rôto được đẩy trở về vị trí cân bằng. Nếu lựcd lướng trục đẩy rôto về phía phải thì hiện tượng xảy ra ngược lại và vị trí cân bằng của rôto cũng được khôi phục. Cân bằng lực hướng trục theo phương pháp này làm phức tạp thêm kết cấu của bơm và chỉ dùng khi bơm có từ năm cấp trở lên.

Hình 50 Cân bằng lực hướng trục đĩa giảm tả

2.23 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH BƠM LY TÂM

Như đã trình bày ở 2.16, khi bơm làm việc trong một hệ thống nhất định thì chỉ có một điểm làm việc cho một giá trị cột áp H và lưu lượng Q xác định. Trong quá trình làm việc, do yêu cầu dùng nước, nhiều khi phải thay đổi điểm làm việc của bơm và hệ thống. Sự thay đổi điểm làm việc của bơm theo yêu cầu nào đó gọi là điều chỉnh.

Để nhận được điểm làm việc mới của bơm có hai cách điều chỉnh: thay đổi đặc tính đường ống và thay đổi đặc tính máy bơm.

Thay đổi đường đặc tính đường ống thường được thực hiện nhờ khóa đặt trên ống đẩy. Phương pháp này còn gọi là điều chỉnh tiết lưu.
Thay đổi đường đặc tính máy bơm được thực hiện bằng cách thay đổi số vòng quay của bơm hoặc động cơ dẫn động.

A. Điều chỉnh bằng khóa

Nội dung của phương pháp điều chỉnh bằng khóa là thay đổi độ đóng, mở của khóa đặt trên đường ống để có được lưu lượng yêu cầu. Khóa thường đặt trên ống đẩy sát gần bơm. Khóa này cũng là thiết bị đã lắp sẵn trên ống đẩy để ngắt bơm ra khi ngừng làm việc hoặc cần sửa chữa. Vì thế, điều chỉnh bằng phương pháp này không đòi hỏi phải có thêm một thiết bị nào cả. Nên chú ý là chỉ được phép điều chỉnh bằng khóa trên ống đẩy, không được dùng khóa trên ống hút vì sẽ làm tăng tổn thất cột áp trên ống hút và điều đó có thể dẫn đến hiện tượng xâm thực.

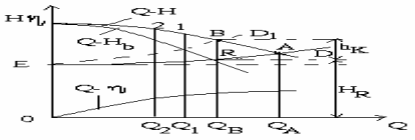
Ở điều kiện làm việc bình thường (khóa mở hoàn toàn), điểm làm việc của hệ thống là A (Q_A, H_k). Bằng cách thay đổi độ mở của khóa, có thể thay đổi lưu lượng máy bơm từ Q_A đến Q = 0. Ưùng với mỗi vị trí mở của khóa có một đường đặc tính mới của đường ống. Phương pháp cân bằng năng lượng có dạng:

$$H_ô = H + h_k$$

Trong đó: H: cột áp cần thiết của bơm để khắc phục tổn thất cột áp trong đường ống và chiều cao bơm nước địa hình; h_k: tổn thất cột áp do khóa gây nên.

Trên H -51 thấy, để nhận được lưu lượng Q_B phải đóng bơm khóa lại. Khi ấy đặc tính đường ống là đường ED, điểm làm việc của hệ thống là B. Trong trường hợp này công suất bị hao tổn do điều chỉnh:

$$\Delta N = \gamma Q_B h_k / 102\, \eta_B$$



Hình 51 Điều chỉnh lưu lượng bơm bằng khóa

Công suất yêu cầu để đưa nước lên chiều cao địa hình $H_{đh}$ và khắc phục tổn thất h trên đường ống:

$$N = \gamma Q_B H_R / 102\, \eta_B$$

Công suất thực tế bơm tiêu thụ khi điều chỉnh bằng khóa:

$$N_B = \gamma Q_B H_R / 102\, \eta_B \eta_{đc}$$

Hiệu suất tổ máy khi điều chỉnh bằng khóa:

$$\eta_{TH} = N/N_B = H_P / H_T\, \eta_B\, \eta_{đc}$$

Như vậy, khi điều chỉnh bằng khóa hiệu suất của tổ máy sẽ bị giảm đi. Mức độ đóng khóa càng nhiều thì sự giảm hiệu suất càng lớn.

Phương pháp điều chỉnh này đơn giản, thuận tiện nhưng không kinh tế, thường sử dụng ở những trạm bơm cấp một có độ dao động mực nước trong nguồn lớn hoặc ở những trạm bơm cỡ nhỏ.

B.Điều chỉnh bằng các thay đổi số vòng quay

Áp dụng luật tương tự trong một bơm ly tâm có thể điều chỉnh bơm bằng cách thay đổi số vòng quay để có được lưu lượng, cột áp theo yêu cầu (xem 2.18). Khi số vòng quay thay đổi không nhiều lắm thì hiệu suất của bơm xem như không thay đổi. Vì thế, phương pháp điều chỉnh này kinh tế hơn cả.

Trong trạm bơm thường dùng động cơ điện không đồng bộ xoay chiều ba pha, đôi khi dùng tuốc bin hơi và khi với các động cơ dẫn động này cách điều chỉnh số vòng quay hoàn toàn khác nhau.

Động cơ điện một chiều: nếu dùng động cơ điện một chiều có thể dễ dàng thay đổi được số vòng quay của động cơ bằng biến trở. Điện dùng cho sản xuất và sinh hoạt bao giờ cũng dễ dàng điện xoay chiều ba pha. Để nhận được dòng điện một chiều phải có thiết bị chỉnh lưu dòng điện. Điều đó gây nên vốn đầu tư cơ bản rất lớn. Vì thế, về kinh tế kỹ thuật không cho phép sử dụng động cơ điện một chiều.

Tuốc bin hơi và động cơ đốt trong

Hai loại động cơ này cũng dễ dàng thay đổi số vòng quay nhờ thay đổi lượng nhiên liệu cấp cho nó. Và khi số vòng quay thay đổi không nhiều lắm thì hiệu suất của động cơ cũng thay đổi không đáng kể. Tuy vậy, động cơ đốt trong và tuốc bin hơi có kích thước lớn, cồng kềnh và quản lý, vận hành phức tạp nên cũng ít được sử dụng.

Động cơ điện xoay chiều

Động cơ điện xoay chiều ba pha là loại được sử dụng rộng rãi ở tất cả các loại trạm bơm. Động cơ điện xoay chiều có nhiều loại, loại sử dụng thích hợp ở các trạm bơm là động cơ không đồng bộ ba pha với hai kiểu: lồng sóc và rôto dây quấn.

Động cơ kiểu lồng sóc giá thành rẽ, đặc tính mở máy tốt nhưng không thay đổi được tốc độ quay. Việc điều chỉnh số vòng quay chỉ có thể tiến hành được đối với trục bơm nhờ khớp nối thủy lực hoặc khớp nối điện từ. Nếu dùng khớp nối điện từ để đạt được số vòng quay yêu cầu trên trục bơm chỉ cần thay đổi dòng điện từ trong bộ phận từ của khớp nối. Việc chế tạo khớp nối điện từ còn có nhiều hạn chế nên thiết bị này chưa được sử dụng rộng rãi. Khớp nối thủy lực là thiết bị thay đổi số vòng quay được sử dụng rộng rãi trên thế giới hiện nay (xem 2.24)

Động cơ điện kiểu rôto dây quấn, có thể điều chỉnh số vòng quay của nó bằng cách mắc thêm biến trở vào mạch rôto hoặc mắc thêm các cuộn dây vào các đôi cực của động cơ. Tuy thay đổi được tốc độ quay của động cơ nhưng các phương pháp điều chỉnh này đều có những nhược điểm đáng kể. Khi mắc thêm biến trở vào mạch rôto, kết cấu của động cơ sẽ phức tạp hơn lên, đặc tính cơ của động cơ xấu đi và tổn thất điện năng lớn. Khi mắc thêm các cuộn dây vào những đôi cực khác nhau của động cơ điện yêu cầu phải có các cuộn dây đặc biệt ở rôto. Động cơ loại này có thể có hai, ba, bốn tốc độ quay. Trong nhiều trường hợp loại động cơ như vậy làm việc cho hiệu quả kinh tế, kỹ thuật cao nhưng có nhược điểm là hay bị chập mạch.

Ngoài ra, có thể thay đổi số vòng quay của động cơ bằng cách thay đổi tần số mạch điện hoặc dùng động cơ vành góp. Tuy nhiên, các phương pháp này phức tạp, đắt tiền nên ít được sử dụng.

2.24 KHỚP NỐI THỦY LỰC

Khớp nối thủy lực là thiết bị thường được sử dụng để thay đổi số vòng quay trên trục bơm trong khi số vòng quay của động cơ điện không đổi. Cũng như các loại khớp nối khác, nó dùng để truyền mô men quay từ trục dẫn sang trục bị dẫn mà không làm biến đổi trị số mô men đó. Những loại khớp nối này dùng chất lỏng (nước hoặc dầu) làm khâu trung gian để truyền cơ năng thực hiện việc nối mềm các trục.

Hình 52 trình bày sơ đồ cấu tạo của khớp nối thủy lực, gồm bánh xe bơm 1 lắp trên trục dẫn 5 nối với động cơ bánh xe tuốc bin 2 lắp trên trục bị dẫn 4 nối liền với trục bơm. Vỏ 3 của khớp nối lắp với bánh xe bơm tạo thành buồng làm việc chứa chất lỏng công tác. Trục dẫn và trục bị dẫn tách rời nhau. Công suất được truyền từ trục dẫn sang trục bị dẫn nhờ sự trao đổi năng lượng giữa các bánh xe với chất lỏng công tác.

Hình 52

Khi động cơ điện làm việc, bánh xe bơm quay truyền cơ năng cho chất lỏng. Dưới tác dụng của lực ly tâm, chất lỏng chuyển động dọc theo các cánh từ tâm ra ngoài, bánh xe bơm với vận tốc tăng dần sau khi ra khỏi bánh xe bơm, chất lỏng vào bánh xe tuốc bin, truyền cơ năng cho nó và làm cho nó quay cùng chiều với bánh xe bơm. Do vậy mômen quay được truyền từ trục dẫn sang trục bị dẫn. Sau khi ra khỏi bánh xe tuốc bin, chất lỏng lại quay về bánh xe bơm. Quá trình chuyển động như vậy cứ lặp đi lặp lại mãi.

Các thông số làm việc cơ bản của khớp nối thủy lực là công suất, hiệu suất

Công suất trên trục dẫn:

$$N_B = \gamma\, Q_B H_B / 102\, \eta_B \qquad (2.80)$$

Công suất trên trục bị dẫn:

$$N_T = \gamma\, Q_B H_B\, \eta_T / 102 \qquad (2.81)$$

Trong đó: γ: trọng lượng riêng của chất lỏng công tác (kG/m^3)
Q: lưu lượng chất lỏng trong khớp nối (m^3/s)
H_B: cột áp do bánh xe bơm tạo nên (m)
η_B, η_T: hiệu suất của bánh xe bơm và bánh xe tuốc bin.

Thay giá trị H_B từ (2.80) vào (2.81) có:

$$N_T = N_B\, \eta_B \eta_T$$

Nếu gọi $\eta = \eta_B \eta_T$ là hiệu suất toàn phần của khớp nối thì:

$$\eta = N_T / N_B \qquad (2.82)$$

Tỷ số truyền i của khớp nối là tỉ số giữa số vòng quay của trục bị dẫn và số vòng quay n_B của trục dẫn

$$i = n_T / n_B \qquad (2.83)$$

Do tổn thất có năng lượng khi truyền từ trục dẫn sang trục bị dẫn nên bao giờ cũng có I < 1 tức là $n_T < n_B$. Tỉ số

$$S = (n_B - n_T) / n_B = 1 - i \qquad (2.84)$$

Gọi là hệ số trượt của khớp nối thủy lực.

Từ (2.82) có:

$$\eta = N_T / N_B = M_T/M_B * n_T/ n_B$$

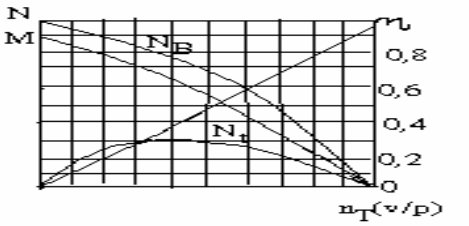
Vì khớp nối thủy lực truyền chứ không biến đổi mô men quay nên:

$$/M_B/ = /M_T/$$

Do đó: $\eta = n_T / n_B$ (2.85)

Ở điều kiện bình thường, hiệu suất của khớp nối thủy lực η = 0,97 - 0,98. Giá trị hiệu suất này phụ thuộc vào thể tích chất lỏng trong khớp nối. Ngừng cấp chất lỏng vào khớp nối có thể tăng sự trượt lên đến 100%, tức là khi đó bơm sẽ ngừng làm việc.

Mối quan hệ giữa mômen quay M, công suất N_B, N_T và hiệu suất η với số vòng quay của trục bị dẫn khi số vòng quay của trục dẫn không đổi được thể hiện trên hình 53, gọi là đường đặc tính ngoài của khớp nối.



Hình 53 Đường đặc tính thực nghiệm của khớp nối

Từ đường đặc tính thấy rằng khi $n_T = 0$ và $N_T = n_B$ thì $N_T = 0$. Như vậy, khi $n_T = n_B$ về lý thuyết thì η =1, nhưng lúc ấy mô men quay giảm đến mức chỉ đủ để thắng ma sát trong ổ trục và ma sát với chất lỏng công tác nên không có sự truyền cơ năng cho trục bị dẫn và hiệu suất η nhanh chóng giảm đến 0.

Khớp nối thủy lực có hai loại: loại không điều chỉnh và loại có điều chỉnh.

Loại không điều chỉnh chính là loại khi số vòng quay của trục dẫn không đổi (n_B = const) thì số vòng quay của trục bị dẫn (n_T) chỉ phụ thuộc vào mô men trên trục bị dẫn (H-54).

Loại khớp nối có điều chỉnh số vòng quay của trục dẫn không những phụ thuộc vào mô men cản đặt trên trục bị dẫn mà còn phụ thuộc vào lượng chất lỏng trong khớp nối. Hình 54 giới thiệu sơ đồ nguyên lý cấu tạo của khớp nối có điều chỉnh. Thay đổi vị trí ống điều chỉnh có thể thay đổi được lượng chất lỏng trong khớp nối.

Hình 54 Sơ đồ khớp nối có điều chỉnh

Khớp nối thủy lực là một thiết bị truyền động cơ có hiệu suất cao, khởi động và tăng tốc êm, làm việc không ồn. Nó làm việc chắc chắn, các bánh xe không tiếpcó hiệu suất cao, khởi động và tăng tốc êm, làm việc không ồn. Nó làm việc chắc chắn, các bánh xe không tiếp xúc với nhau nên không có sự mài mòn do bị cọ xát. Mặt khác, việc điều chỉnh khớp nối thủy lực có thể tiến hành tự động, từ xa một cách đơn giản. Do những ưu điểm đó, nó được ứng dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực như dùng cho máy bơm, quạt gió, ô tô, máy kéo, xe tăng, máy bay, máy cắt kim loại, v.v... Người ta đã chế tạo nhiều cỡ khớp nối thủy lực, đã có loại truyền được công suất tới 30.000 kw.

2.25 CÁC PHƯƠNG PHÁP MỒI BƠM LY TÂM

Trước khi cho máy bơm làm việc, nếu bơm đặt cao hơn mực nước trong bể hút, thì phải tiến hành mồi, tức là làm cho ống hút và thân bơm chứa đầy nước.

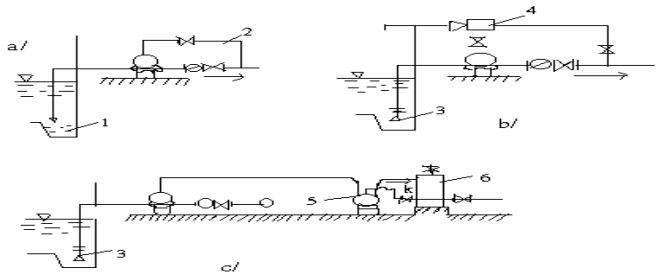
Người ta thường tiến hành mồi bơm theo một số phương pháp sau: lấy nước từ ống đẩy, dùng bơm phun tia, dùng bơm chân không.

Mồi bằng cách lấy nước từ ống đẩy

Mồi bằng phương pháp này ở miệng vào ống hút phải bố trí van thu (H-55a). Quá trình mồi bơm tiến hành cho đến khi nước được chứa đầy trong ống hút và thân bơm. Khi mồi bơm, khóa trên ống đẩy đóng, khóa trên đường ống nhánh 2 mở, sau một thời gian làm việc, nếu bơm dừng lại lâu thì nước chứa trong ống hút có thể bị rò rỉ qua van thu 1. Vì thế lần làm việc sau của bơm lại phải mồi.

Mồi bằng bơm phun tia

Phương pháp này thường dùng cho những bơm lớn hoặc trạm điều khiển tự động. Nước công tác cấp cho bơm phun tia lấy từ ống đẩy của bơm ly tâm (H-55b).



Hình 55

1. Lưới chắn rác có van thu, 2. Ống nhánh, 3. Phễu hút
4. Bơm phun tia, 5. Bơm chân không, 6. Thùng tuần hoàn

Ống hút của bơm phun tia nối với phần cao nhất trên thân bơm ly tâm. Khi mồi khóa trên ống đẩy của bơm ly tâm đóng, khóa trên các đường ống của bơm phun tia mở. Bơm ly tâm được đưa vào làm việc khi bơm phun tia bắt đầu bơm nước ra khỏi thân bơm ly tâm.

Trong trường hợp nước trên ống đẩy không đủ áp lực thì có thể dùng bơm xoáy hoặc bơm ly tâm xoáy để cấp nước công tác cho bơm phun tia.

Mồi bằng bơm chân không

Phương pháp này cũng thường sử dụng ở các trạm bơm lớn hoặc các trạm bơm điều khiển tự động hóa. Trong trạm bơm thường đặt hai bơm chân không (một bơm dự trữ) để mồi cho tất cả các bơm.

Ống hút của bơm chân không nối với điểm cao nhất trên thân bơm ly tâm, ống đẩy nối với thùng tuần hoàn (H-55c). Thùng tuần hoàn có nhiệm vụ cấp nước mồi bơm chân không và bù lượng nước trong bơm chân không bị hao hụt trong quá trình làm việc, đồng thời nó cũng là nơi tiếp nhận khí nước do bơm chân không đẩy ra.

Bơm chân không được chọn theo độ chân không cần thiết và lưu lượng khí. Độ chân không nên chọn H_{CK} = 7-9 m.c.n. Lưu lượng của bơm chân không có thể xác định theo công thức:

$$Q_{CK} = k\,(V_B + V_H)H_1 / T\,(H_1 - H_{đh}^{h})$$

Trong đó

k	hệ số dự trữ lấy trong khoảng (0,5-1,1)
V_B	thể tích khí trong thân bơm, tính bằng m^3.
V_H	thể tích khí trong ống hút, tính bằng m^3.
H_1	cột áp của khí quyển ở điều kiện bình thường $H_1 = P_H / \gamma = 10$ m.
$H_{đh}^{h}$	chiều cao hút địa hình của bơm ly tâm.
T	thời gian mồi bơm ly tâm, tính bằng phút. Với bơm sinh hoạt T = $5^{/}$. Bơm chữa cháy T ≤ $2^{/}$.

Trình tự làm việc của thiết bị tiến hành như sau:

- Cho nước từ thùng tuần hoàn vào bơm chân không và mở khóa trên đường ống dẫn khí.
- Đóng động cơ điện của bơm chân không.
- Điều chỉnh lượng nước cấp cho bơm chân không bằng khóa k.
- Theo dõi thước đo mực nước trên thùng tuần hoàn đến khi thấy nước trong thùng dâng lên đến mức qui định, tức là bơm chân không đã hút nước trong bơm ly tâm ra, bơm ly tâm đã được mồi. Đóng động cơ điện của bơm ly tâm.
- Khi bơm ly tâm đã làm việc bình thường thì đóng khóa trên đường ống dẫn khí, ngắt động cơ điện của bơm chân không, tháo hết nước trong thùng tuần hoàn.

Nếu trong trạm bơm bố trí nhiều tổ máy thì có thể mồi lần lượt từng tổ máy một.
Bơm chân không chỉ cho làm việc với nước sạch. Nếu dùng bơm chân không để mồi cho bơm ly tâm bơm nước thải thì giữa bơm chân không và bơm ly tâm phải đặt thùng phân ly để phân tách khí và nước bẩn. Từ đây khí lại được bơm chân không hút đưa vào thùng tuần hoàn.

2.26 KẾT CẤU CỦA MỘT SỐ BƠM LY TÂM

Bơm ly tâm ngày nay được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực của ngành kinh tế quốc dân. Trên thế giới bơm ly tâm đã được sản xuất với rất nhiều loại khác nhau. Người ta đã sản xuất các loại bơm ly tâm một cấp, nhiều cấp, bơm trục đứng, bơm trục ngang, bơm dẫn nước vào một phía, hai phía, bơm nước sạch, bơm nước bẩn bơm bùn cát v.v...Trong phạm vi giáo trình này chỉ giới thiệu một số loại bơm thường dùng trong ngành cấp, thoát nước và đã được chế tạo hoặc sử dụng ở nước ta.

Bơm một cấp, trục ngang

Bơm ly tâm một cấp, trục ngang được chế tạo với ba loại: loại công xôn, loại độc khối và loại dẫn nước vào hai phía.

Máy bơm loại công xôn

Hình 56

1. Nắp; 2. Đệm chống thấm; 3. Buồng xoắn; 4. Bánh xe công tác; 5. Thân bơm; 6. Vòng túp chống thấm; 7. Dích ép túp; 8. Ổ bi; 9. Buồng chứa dầu; 10. Trục bơm; 11. Khớp nối; 12. Trục động cơ.

Trên hình 56 giới thiệu cấu tạo của một bơm ly tâm trục ngang, kiểu công xôn. Loại này được chế tạo có đường kính đầu nối ống vào tù 37-200 mm, lưu lượng từ 5-360 m^3/h dùng để bơm chất lỏng sạch có nhiệt độ đến 80^0C.

Bánh xe công tác chế tạo bằng gang hoặc đồng, lắp công xôn trên trục, cố định với trục nhờ then và đai ốc. Trục bằng thép, quay trong hai ổ bi. Ổ bi đặt trong gò đỡ và ngâm trong dầu.

Đầu nối ống hút nằm ngang, dạng côn và đồng trục với bánh xe công tác. Đầu nối ống đẩy có thể đặt ở vị trí thẳng đứng hoặc nằm ngang. Vỏ bơm, đệm chống thấm bằng gang. Trên mặt ghép của buồng xoắn với nắp và đầu nối ống hút. Trục bơm được dẫn động bởi trục động cơ qua khớp nối đến khi dùng bộ truyền đai.

Hình 57

1. Vỏ bơm; 2. Động cơ điện; 3. Bánh xe công tác

Ở nước ta bơm ly tâm loại công xôn được sản xuất với 12 loại có cột áp từ 11-49 m, lưu lượng từ 17-350 m^3/h và ký hiệu là LT. Ví dụ bơm OLT25, O là đường kính đầu nối ống hút tính bằng mm đã giảm đi 25 lần LT là ly tâm, 25 là hệ số tỉ tốc đã giảm đi 10 lần.

Ngoài ra, chúng ta còn dùng loại bơm này của Liên Xô. Về ký hiệu cũng tương tự như vậy nhưng chữ LT được thay bằng K (Koucoλμoμ)

Bơm độc khối

Hình 57 giới thiệu cấu tạo của máy bơm độc khối. Những bộ phận làm việc chủ yếu và các thông số làm việc của loại bơm này cũng giống như bơm công xôn đã giới thiệu ở trên. Bơm độc khối không có gối đỡ trục, lực dọc trục do ổ đỡ của động cơ chịu bánh xe công tác lắp trên phần kéo dài của trục động cơ điện và vỏ bơm cũng được ghép với một bích của động cơ. Loại bơm này ưu điểm hơn bơm kiểu công xôn ở chỗ kích thước biến dạng theo chiều trục nhỏ.

Ở nước ta, bơm độc khối chưa được sản xuất, Liên Xô đã chế tạo bơm này với ký hiệu KM, nghĩa là bơm công xôn kiểu độc khối.

Bơm nước vào hai phía

Hình 58 mô tả cấu tạo của bơm ly tâm nước vào hai phía, dùng để bơm nước và chất lỏng sạch có nhiệt độ đến 80^0C. Bơm được sản xuất có lưu lượng từ 120-12000 m^3/h, cột áp từ 10-140 mét và chiều cao hút cho phép từ 5m trở xuống.

Bánh xe công tác hai phía dẫn nước vào lắp cố định trên trục nhờ then và bọc gang bảo vệ trục. Bánh xe thường chế tạo bằng gang, nếu dùng để bơm nước có chứa chất ăn mòn thì chế tạo bằng đồng hoặc thép không rỉ. Trục bằng thép, quay trong hai ổ bi ở hai đầu trục . Ổ bi bôi trơn bằng mỡ. Thân bơm chế tạo bằng gang, có mặt ghép nằm ngang theo hướng tâm trục. Đầu nối ống hút và ống đẩy bố trí ở nửa dưới của thân bơm. Cấu tạo như vậy rất tiện

lợi cho việc kiểm tra, sửa chữa. Bơm thường được dẫn động bằng động cơ điện. Trục bơm nối trực tiếp với trục động cơ bằng khớp nối đàn hồi.

Hình 58 Bơm ly tâm nước vào hai phía
1- Thân bơm; 2- Nắp thân bơ; 3- Bánh xe công tác; 4- Trục; 5- Vòng đệm chống thấm
6- Ống cấp nước cho vòng túp; 7- Ổ bi; 8- Khớp nối; 9- Vòng túp chống thấm

Bơm ly tâm nước vào hai phía hiện nay ở nước ta chưa sản xuất. Với sự phát triển của ngành cấp nước, loại bơm lưu lượng cột áp lớn này sẽ được công nghiệp chế tạo bơm của ta sản xuất hàng loạt. Hiện nay chúng ta thường sử dụng bơm nước vào hai phía kiểu A. HA của Liên Xô hoặc kiểu E của Bungari. Các chữ số và chữ cái ký hiệu trên bơm cũng tương tự phần trên .Ví dụ bơm 10A. 6, 10 là đường kính đầu nối ống hút tính bằng mm đã giảm đi 25 lần, 6 là hệ số tỉ tốc đã giảm đi 10 lần.

Bơm một cấp trục đứng

Hình 59 Bơm ly tâm trục đứng
1- Khớp nối; 2- Trục bơm; 3- Bánh xe công tác
4- Vỏ bơm; 5- Đầu nối ống hút

Bơm ly tâm một cấp trục đứng thường được dùng để bơm nước ở những nơi trạm bơm bố trí sâu và mực nước trong nguồn dao động nhiều.

Hình 59 giới thiệu cấu tạo của bơm ly tâm trục đứng. Bánh xe công tác chế tạo bằng gang, lắp ở đầu dưới của trục. Trục bằng thép, quay trong ổ trượt khi chiều sâu đặt bơm lớn, trục được nối bằng những đoạn dài 1,5-2,5m. Đầu nối ống hút nằm đồng tâm với trụ. Đầu nối ống đẩy có hướng vuông góc với trục. Vỏ bơm bằng gang, gồm hai nửa mặt ghép nằm theo chiều thẳng đứng. Động cơ điện dẫn động bơm đặt trên mặt đất.

Máy bơm loại này ta thường dùng của Liên Xô, với các bơm B có lưu lượng đến 65000 m^3/h, cột áp từ 18-105m.

Bơm nhiều cấp trục ngang

Bơm ly tâm nhiều cấp đã được sản xuất với hai loại: trục đứng và trục ngang. Bơm trục đứng thường dùng để bơm nước ở các giếng khoan (2.36, 39). Ở đây chỉ xét bơm nhiều cấp trục ngang.

Trên thế giới, loại bơm này đã được sản xuất với lưu lượng từ 10-1300 m^3/h, cột áp từ 20-1600 m.

Trong bơm nhiều cấp, các bánh xe công tác có thể đặt đối xứng nhau từng đôi một, cũng có thể đặt nối tiếp nhau theo cùng một hướng. Hình 60 giới thiệu cấu tạo của bơm 5 cấp, các bánh xe lắp trên trục theo một hướng. Trục bơm quay trong hai ổ bi và nối với trục động cơ bằng khớp nối. Vỏ bơm bằng gang, gồm nhiều đoạn nối với nhau theo một ghép vuông góc với trục nhờ bu tông kéo sau cấp cuối cùng đặt đĩa giảm tải.

Ở nước ta đã chế tạo hai loại bơm nhiều cấp: loại hai cấp 6LT2*2 có lưu lượng Q = 110-160 m^3/h, cột áp H= 150m, chiều cao hút 6,5 m, loại 4 cấp 4LT9*4 có lưu lượng Q = 50m^3/h, cột áp H = 140 m và chiều cao hút cho phép 3m. Ngoài ra, ta có thể dùng các loại bơm nhiều cấp khác của Liên Xô kiểu M cho lưu lượng và cột áp lớn hơn.

Hình 60 Bơm nhiều cấp trục ngang
1- Nắp trước; 2- Cấp bơm; 3- Bu tông kéo
5- Đầu nối ống đẩy; 6- Đĩa giảm tải

Bơm nước bẩn

Bơm nước bẩn là loại bơm được dùng để bơm nước thải sinh hoạt hoặc sản xuất, nước có lẫn bùn cát. Cũng tương tự như bơm nước sạch, bơm nước bẩn thường được chế tạo với các kiểu: công xôn, nước vào hai phía và một phía, trục đứng và trục ngang. Khác với bơm nước sạch, bơm nước bẩn chế tạo một cấp, bánh xe công tác có từ hai đến bốn cánh và kênh dẫn giữa các cánh rộng, cho phép rác rưởi hoặc những hỗn hợp có hạt không lớn có thể đi qua được.

Các nhà máy chế tạo bơm của ta chỉ sản xuất bơm nước thải theo đơn đặt hàng, phần lớn các bơm loại này đang sử dụng ở nước ta là bơm của Liên Xô. Dưới đây là một số loại bơm của Liên Xô đã sản xuất và các thông số làm việc chính của nó:

Bơm Hϕ có lưu lượng Q = 45-864 m^3/h, cột áp H = 9,7 -30 m.
Bơm ϕ có lưu lượng Q = 215 - 2200 m^3/h, cột áp H = 50-105 m.
Bơm HϕB có lưu lượng Q = 36 - 150 m^3/h, cột áp H = 13-70 m.
Bơm ϕB có lưu lượng Q = 1800-9000 m^3/h, cột áp H = 18-35 m.
Bơm ϕM có lưu lượng Q = 200-400 m^3/h, cột áp H = 17-40 m.

Hình 61 giới thiệu bơm nước bẩn một cấp công xôn trục ngang ký hiệu Hϕ (H- máy bơm, ϕ - bẩn). Bơm có bánh xe công tác kiểu kín, một phía dẫn nước vào. Ở đầu nối ống vào và vỏ ép những hốc đặc biệt để rửa bơm. Đầu nối ống hút có dạng côn và nằm dọc theo trục bơm. Đầu nối ống đẩy vuông góc với trục bơm nằm theo hướng nằm ngang hoặc thẳng đứng.

Hình 61 Bơm nước bẩn loại Hϕ
1- Thân bơm; 2- Cửa để rửa; 3- Đầu nối ống hút; 4- Đầu nối ống đẩy

Hình 62 giới thiệu bơm nước bẩn trục đứng; ký hiệu ϕB. Đây là loại bơm lưu lượng lớn, kết cấu của nó có nhiều điểm khác với loại lưu lượng nhỏ Hϕ. Vỏ bơm bằng gang gồm nắp trên, nắp dưới buồng xoắn. Bánh xe công tác bằng gang lắp ở đầu dưới của trục. Trục quay trong hai ổ đỡ trên và dưới. Ở dưới nằm trong vỏ bơm, ở trên đặt trong gối đỡ trên bệ, dùng ổ bi chăn chịu lực hướng trục phát sinh trong quá trình bơm làm việc. Với các bơm lưu lượng lớn như 16ϕB-18, 24ϕB-13, 26ϕB-22 thì ổ trên cũng là ổ trượt, lực hướng trục do ổ của động cơ chịu. Ở các bơm trục đứng này trục bơm nối với trục động cơ điện bằng khớp nối cứng, nếu bơm đặt ở độ sâu lớn thì giữa trục bơm và trục động cơ còn có các đoạn trục truyền trung gian. Máy bơm đặt ở độ sâu càn thế còn động cơ điện đặt trên mặt đất.

Hình 62 Bơm nước bẩn loại ϕB
1- Phần bơm; 2- Ổ đĩa; 3- Động cơ điện

Ngoài những loại bơm đã giới thiệu trên còn có bơm ly tâm tự mồi bơm nước sạch, bơm hóa chất, bơm bùn đất, là những loại bơm ly tâm dùng tương đối nhiều trong sản xuất và xây dựng.

Nhìn chung, bơm ly tâm là loại được sử dụng rộng rãi nhất trong mọi lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân đặc biệt là trong lĩnh vực cấp và thoát nước. Loại bơm này có kết quả đơn giản và chắc chắn, trọng lượng nhỏ, kích thước không lớn lắm. Bơm có thể nối được trực tiếp với động cơ, việc quản lý đơn giản, độ tin cậy làm việc cao. So với các loại bơm khác, bơm ly tâm có hiệu suất cao, cho phép điều chỉnh lưu lượng và cột áp trong một phạm vi lớn, cách điều chỉnh cũng đơn giản.

Khi chọn bơm phải dựa vào mục đích sử dụng lưu lượng và cột áp yêu cầu. Ở những trạm bơm lưu lượng nhỏ nên dùng bơm ly tâm kiểu công xôn, ở những trạm bơm lưu lượng lớn nên dùng bơm nước vào hai phía.

2.27 VẬN HÀNH BƠM LY TÂM

Vận hành bơm ly tâm gồm các việc: mở máy, theo dõi và bảo quản trong quá trình làm việc, tắt máy.

Công việc đầu tiên là kiểm tra, xiết chặt đai ốc ở các mối ghép mặt bích và bệ máy, đóng khóa trên chân không kế, trên ống đẩy và các ống dẫn nước phụ; mở khóa trên áp kế. Sau đó tiến hành mồi bơm. Khi quá trình mồi bơm kết thúc thì đóng động cơ điện, chạy bơm.

Sau khi đạt số vòng quay yêu cầu và áp kế chỉ giá trị thích hợp thì mở khóa trên chân không kế và khóa trên đường ống dẫn nước đến cụm nắp bít. Nếu ổ trục của bơm làm nguội bằng nước thì dẫn nước đến làm nguội ổ. Sau cùng, mở khóa trên ống đẩy để bơm đưa nước vào hệ thống.

Trong một số trường hợp cho phép mở máy khi khóa trên ống đẩy mở nếu những trường hợp này không dẫn đến sự quá tải của động cơ và trên ống đẩy đặt van một chiều.

Trong thời gian bơm làm việc phải chú ý kiểm tra thường xuyên sự làm việc của các tổ máy nhờ các dụng cụ kiểm tra, đo lường, bằng kinh nghiệm quản lý. Các bộ phận làm việc như bánh xe công tác, ổ bi, vòng chèn là những bộ phận dễ bị ăn mòn, hư hỏng. Vì vậy phải đặc biệt chú ý đến chúng. Thông thường thì bơm làm việc cần kiểm tra:

- Nhiệt độ ổ trục, với ổ trượt, nhiệt độ làm việc của ổ không trượt quá nhiệt độ môi trường xung quanh 45^0C, nhưng cũng không được lớn hơn 80^0C; với ổ bi , nhiệt độ của ổ không được lớn hơn nhiệt độ môi trường xung quanh 60^6C, nhưng cũng không được lớn hơn 95^0C.

- Áp lực dẫn trong hệ thống bôi trơn hay mức dầu trong buồng chứa dầu của ổ trục. Kiểm tra chất lượng dầu trong hệ thống bôi trơn về độ nhớt, độ axit, và xem xem dầu có bị bẩn và có lẫn nước không. Nếu chất lượng dầu không bảo đảm phải thay dầu mới ngay. Thông thường sau 800-1000h làm việc, cần thay dầu mới.

- Sự làm việc của cụm nắp bít; ổ cụm nắp bít cần có nước dẫn đến để làm nguội các vòng túp, lượng nước chảy qua đây không được nhiều quá (khoảng 5-10 giọt trong một phút). Nếu nước chảy ra nhiều quá cần xiết chặt bích ép túp và chảy ít hoặc không có nước chảy ra, phải lập tức nới lỏng bích ép túp. Lượng nước chảy qua đây ngoài tác dụng tránh cho ngãng trục hoặc bọc bảo vệ trục không bị mài mòn, còn để kiểm tra sự làm việc của đệm chống thấm.

Ngoài ra, công nhân vận hành phải thường xuyên xem xét tình trạng làm việc của toàn bộ tổ máy như bulông ở các mối ghép, bulông móng, các tổ máy phải làm việc êm, trục không bị rung và đảo, tình trạng khớp nối và bích nối, tình trạng cụm nắp bít và vòng túp.

Tùy thuộc vào kết cấu máy bơm và điều kiện làm việc của nó, nhưng cứ sau 2500h làm việc cần kiểm tra và điều chỉnh lại khe hở của ổ trục, cứ sau một thời gian không quá 8000-10000h làm việc phải tiến hành kiểm tra toàn bộ máy bơm và sửa chữa lớn.

Khi bơm làm việc, nước không lên hoặc không đủ lưu lượng, cột áp nên dừng máy kiểm tra lại tất cả các van, khóa, ống hút, lưới chắn rác và bánh xe công tác.

Khi tắt máy tiến hành ngược lại trình tự khi mở máy, nghĩa là:

- Từ từ đóng khóa trên ống đẩy (khoảng 2-3 phút) để chuyển dẫn bơm sang làm việc ở chế độ không tải.
- Đóng khóa trên chân không kế.
- Ngắt động cơ điện.
- Đóng khóa trên áp kế và các đường ống dẫn nước đến cụm nắp bít, đến buồng làm

CHƯƠNG 3
BƠM HƯỚNG TRỤC

3.1 SƠ ĐỒ CẤU TẠO VÀ NGUYÊN TẮC LÀM VIỆC

Bơm hướng trục cũng là một loại bơm được dùng tương đối nhiều trong tiêu tưới và cấp nước khi yêu cầu lưu lượng lớn, cột áp nhỏ. Bơm hướng trục thường sử dụng trong phạm vi:

$Q = 0,1 - 50\ m^3/s$
$H = 4 - 22\ m.$

Và có hệ thống tỉ tốc n_3 = 600-1200. Đây là một loại bơm mới được sử dụng rộng rãi trong khoảng 50 năm lại đây.

Hình 63 Sơ đồ cấu tạo bơm hướng trục
1- Bánh xe công tác; 2- Trục; 3- Bộ phận hướng dòng; 4- Vỏ

Kết cấu của bơm hướng trục đơn giản và chắc chắn. Phần quay gồm trục và bánh xe công tác. Bánh xe công tác gồm bầu và các cánh gắn trên bầu. Cánh bánh xe công tác có dạng cong trong không gian, mặt trên lồi, mặt dưới lõm. Số cánh thường có từ 3-6 phần đứng yên gồm vỏ và bộ phận hướng dòng. Bộ phận hướng dòng là một khối trụ rỗng trong có từ 6-12 cánh dạng cong.

Trong bơm hướng trục dòng chảy không chuyển động thẳng góc với trục, mà chuyển động trong các mặt trụ đồng tâm với trục nên không sử dụng lực ly tâm và độ gia áp lực nhận được chỉ nhờ biến đổi động năng. Vì vậy nguyên tắc làm việc của bơm hướng trục là dựa vào dòng chảy loe.

Khi bánh xe công tác quay, cơ năng được truyền cho chất lỏng. Mỗi phần tử chất lỏng đồng thời tham gia hai chuyển động: quay và tịnh tiến theo chiều trục. Sau khi ra khỏi bánh xe công tác, chất lỏng vào bộ phận hướng dòng, tại đây thành phần chuyển động quay củas dòng chảy bị triệt tiêu. Sau bộ phận hướng dòng, dòng chảy chuyển động song song với trục.

2.2 LƯỚI THẲNG CỦA PRÔFIN

Cắt bánh xe công tác bằng hai mặt trụ gần nhau vô cùng và trãi ra mặt phẳng sẽ được lưới phẳng thẳng của prôphin cánh bánh xe công tác (H-64). Khoảng cách giữa các prophin là như nhau và bằng nhau.

$$t = nD / \sum$$

Trong đó

t	bước của lưới
$\sum$	số cánh bánh xe công tác
D	đường kính mặt cắt tương ứng với lưới.

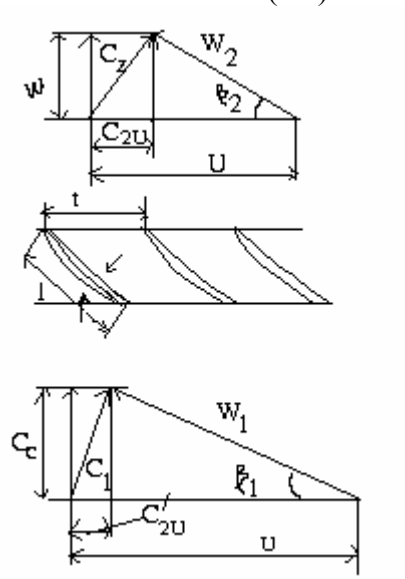
Khi bánh xe công tác quay lưới prophin chuyển động dọc theo trục của nó.

Tại bất kỳ điểm nào của dòng chảy ở trước và sau cũng có thể dùng được tam giác vận tốc tương ứng (H-64). Thành phần vận tốc theo:

$$U = \omega r$$

Do đó phần tử chất lỏng chuyển động trong những mặt trụ đồng tâm với trục nên bán kính r tại mọi điểm của lưới là như nhau và:

$$U_1 = U_2 = U \qquad (3.1)$$

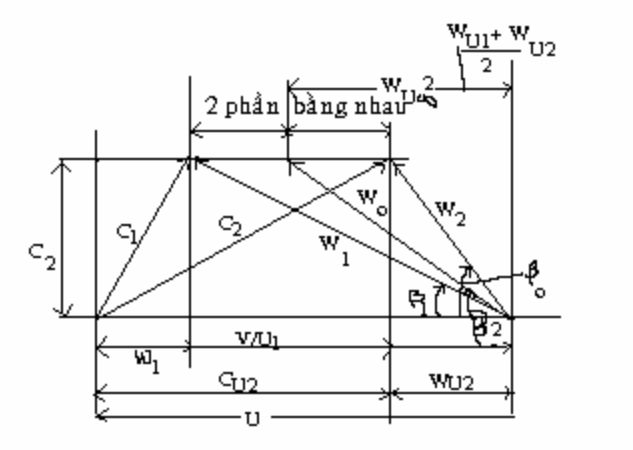


Hình 64 Lưới phẳng thẳng của prôphin

Giả sử mặt cắt ướt của dòng chảy từ lối vào đến lối ra của bánh xe công tác như nhau thì thành phần vận tốc hướng trục C_z sẽ là không đổi, tức là:

$$C_{z1} = C_{z2} = C_z \qquad (3.2)$$

Do đó có thể lòng hai tam giác vận tốc ở vào mép ra lên nhau (H-65)



Hình 65 Đồ thị vận tốc kết hợp

3.3 PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN CỦA BƠM HƯỚNG TRỤC

Phương trình cơ bản của bơm cánh dẫn nói chung

$$H_{lt\infty} = (U_2C_{2U} - U_1C_{1U}) / g$$

Trong bơm hướng trục

$$U_1 = U_2 = U$$

Nên có

$$H_{lt\infty} = [U (C_{2U} - C_{1U})] / g \qquad (3.3)$$

Mặt khác, theo phương trình (1.1) có thể viết:

$$H_{lt\infty} = E_2 - E_1 = (P_2 - P_1)\gamma + (Z_2-Z_1) + (C_2^2 - C_1^2)/2g$$

Viết phương trìn bécnuli với tiết diện ra và tiết diện vào của bánh xe công tác trong chuyển động tương đối

$$P_1 / \gamma + Z + W_1^2/ 2g = P_2 / \gamma + Z_2 + W_2^2/2g + h_{bx}$$

Ở đây h_{bx} là chiều cao của bánh xe công tác có thể bỏ qua

$$(P_2-P_1) / \gamma + (Z_2 - Z_1) = (W_1^2 - W_2^2) / 2g$$

Vì thế có

$$H_{lt\infty} = (W_1^2 - W_2^2) / 2g + (C_2^2 - C_1^2) /2g \qquad (3.4)$$

(3.3) và (3.4) là phương trình cơ bản của bơm hướng trục. Từ phương trình cơ bản thấy cột áp của bơm hướng trục không có thành phần do lực ly tâm $(U_2^2 - U_1^2) / 2g$ gây nên. Cột áp tĩnh được tạo nên do độ mở rộng của kênh đón bánh xe công tác ($W_1 \rightarrow W_2$)

Từ tam giác vận tốc (H-65) ta thấy

$$C_{2U} = U - C_z \cot g\, \beta_2$$

$$C_{2U} - C_{1U} = (U - C_z\cot g\beta_2) - (U - \cot g\beta_1$$

Do đó phương trình (3.3) có thể viết dưới dạng:

$$H_{lt\infty} = U/ g\, C_z (\cot g\beta_2 - \cot g\beta_1) \qquad (3.5)$$

Như vậy để tạo nên cột áp bơm hướng trục phải có $\beta_1 < \beta_2$, điều đó làm cho cánh bánh xe bớt đi. Nếu hai bơm có cột áp như nhau thì bơm nào có số vòng quay lớn, cánh bánh xe sẽ đỡ vênh hơn. Cặp trịc số β_1, β_2 không phải cố định mà thay đổi theo bán kính. Kể tư bầu ra chu vi, độ cong của cánh giảm dần.

Cũng như bơm ly tâm, do có tổn thất nên cột áp thực tế của bơm hướng trục theo công thức:

$$H = 1/K_H^2 * U^2/2g \qquad (3.6)$$

Trong đó K_H là hệ số cột áp phụ thuộc hệ số tỉ tốc

$$K_H = 0{,}0244\ n_S^{3/4}$$

3.4 LƯU LƯỢNG CỦA BƠM HƯỚNG TRỤC

Lưu lượng của bơm hướng trục

$$Q = C_z\ f$$

Với F là diện tích mặt cắt ở lối ra của bánh xe công tác (ở sau bánh xe)

$$F = \pi/4\ (D^2 - d^2)$$

Nên $$Q = \pi/4\ C_z(D^2 - d^2) \qquad (3.7)$$

Trong đó

D đường kính ngoài của bánh xe công tác.

d đường kính bầu

Trong tính toán có thể lấy sơ bộ

$$D = (5\text{-}5{,}5)\ \sqrt[3]{Q/n}$$

$$d = (0{,}4 - 0{,}6)D$$

$$C_z = 0{,}006\ n_3^{2/3}\sqrt{2gH}$$

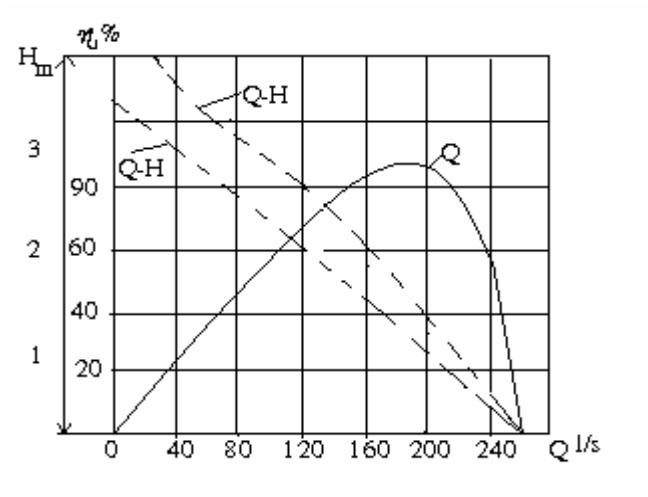
Với H là cột áp toàn phần của bơm

3.5 ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH CỦA BƠM HƯỚNG TRỤC

Cũng như bơm ly tâm các đặc tính và khả năng làm việc của bơm hướng trục được thể hiện bằng các đường đặc tính thực nghiệm. Bơm hướng trục có hai loại đặc tính: đường đặc tính công tác và đường đặc tính tổng hợp.

Đường đặc tính công tác

Biểu diễn mối quan hệ giữa lưu lượng, cột áp , công suất, hiệu suất với số vòng quay không đổi và góc đặt cánh nhất định (H-66)



Hình 66 Đường đặc tính công tác của bơm hướng trục

So sánh với đường đặc tính của bơm ly tâm thấy đường đặc tính Q-H có độ dốc lớn nhất là ở hai đầu. Cột áp càng tăng khi lưu lượng càng giảm và lớn nhất khi đóng khóa trên ống đẩy. Thông thường thì: $H_0 = (1,5\text{-}2)H^{/}$ ($H^{/}$ là cột áp ứng với điểm có η_{max}). Đường đặc tính Q-N cũng có dạng tương tự như đường đặc tính Q-H. Công suất cũng có giá trị lớn nhất khi lưu lượng $Q_0 = 0$ và gấp 1,5 - 2 lần công suất làm việc của bơm. Từ giá trị η_{max} trở đi hiệu suất bơm giảm nhanh. Nguyên nhân sự khác biệt của đường đặc tính bơm hướng trục như vậy là do xuất hiện dòng chảy phụ trong vùng bánh xe công tác khi bơm làm việc. Mà nguyên nhân gây nên dòng chảy phụ là do trong thực tế, bơm hướng trục làm việc vẫn có sự xuất hiện của lực ly tâm làm chiều chuyển động của dòng chảy bị lệch đi, trên bề mặt cánh có lớp biên với vận tốc chảy bằng "0", khi bánh xe công tác quay lớp biên bắn ra ngoài sinh dòng chảy phụ, hơn nữa sự chênh áp suất giữa mặt trên và mặt dưới cánh cũng gây dòng chảy phụ ngược từ trên xuống dưới.

Từ đường đặc tính thấy vùng làm việc có lợi của bơm nhỏ. Để khắc phục nhược điểm này, người ta chế tạo bơm cánh quay, góc đặt cánh có thể thay đổi được.

Đường đặc tính tổng hợp

Được dựng với góc đặt cánh thay đổi (H-67). Đường đặc tính tổng hợp được dựng trênb cơ sở đường đặc tính công tác.

Từ các đặc điểm trên của đường đặc tính bơm hướng trục (Q = 0 thì có N_{max}) nên khi khởi động bơm không được đóng khóa trên ống đẩy; không điều chỉnh lưu lượng bằng khóa trên ống đẩy mà điều chỉnh bằng cách thay đổi vòng quay hoặc thay đổi góc đặt cánh.

3.6 KẾT CẤU CỦA BƠM HƯỚNG TRỤC

So với bơm ly tâm, bơm hướng trục có kết cấu đơn giản

Hình 67 Đường đặc tính tổng hợp của bơm hướng trục

Trạm bơm bố trí bơm hướng trục, kích thước nhà trạm cũng nhỏ gọn. Bơm hướng trục có thể đặt thẳng đứng, nằm ngan hoặc xiên.

Tuy nhiên, bơm hướng trục lại có chiều cao hút âm. Điều đó gây trở ngại cho việc thi công nhà trạm và lắp đặt tổ máy. H - 68 giới thiệu kết cấu của bơm hướng trục.

Phần quay của bơm gồm bánh xe công tác và trục bánh xe công tác gồm bầu 17 và cánh 3. Bầu có dạng trụ đúc bằng gang. Bánh xe công tác có từ 3 đến 6 cánh. Cánh có dạng cong trong không gian, mép vào dày, mép ra mỏng. Cánh thường được đúc bằng thép hợp kim, lắp với bầu bằng butông hoặc đúc liền với bầu. Với các bơm cánh quay, trong bầu đặt có cấu quay cánh. Trục bơm nối với trục động cơ bằng khớp nối 14. Trục bơm quay trong hai ổ hướng 11 và 5 lót gỗ ép hoặc cao su, bôi trơn bằng nước sạch.

Hình 68 Bơm hướng trục

1- Chóp vào; 2- Ống vào; 3- Cánh bánh xe công tác; 4- Thân ổ dưới; 5- Lót ổ: bộ lót có hướng hướng dòng; 7- Trục; 8- Khủy cong; 9- Ống bảo vệ trục; 10- Thân ổ trên; 11- Lót ổ; 12- Cụm nóp bít; 13- Vỏ cụm vòng bít; 14- Khớp nối; 15- Oáng ra; 16- Cánh hướng dòng; 17- Bốn bánh xe công tác

Lực hướng trục phát sinh trong quá trình làm việc do ổ bi của động cơ điện chịu. Trong quá trình làm việc ổ hướng sẽ bị mài mòn. Phải thay lót ổ đúng lúc để tránh tình trạng trục bị lệch tâm, bánh xe công tác cọ xát vào vỏ bơm gây hư hỏng. Khe hở giữa bánh xe công tác và vỏ thường bằng 0,001D. Nếu khe hở này lớn quá, hiệu suất của bơm sẽ bị giảm.

Vỏ bơm gồm buồng công tác 2, dạng trụ, với bơm cánh quay thì có dạng cầu để đảm bảo khe hở giữa bánh xe công tác và vỏ bé. Bộ phận hướng dòng có từ 6-12 cánh cong trong không gian 16. Khủy cong và ống ra để đổi chiều dòng chảy. Tất cả các bộ phận của vỏ đều đúc bằng gang.

Bơm hướng trục là loại đã được sử dụng và sản xuất tương đối nhiều ở nước ta. Ta đã chế tạo bơm hướng trục cánh quay 24HT-90, 30HT-90 và bơm hướng trục cánh không quay 10HT-70, 14HT-90 lưu lượng Q= 295 - 8000 m^3/h và cột áp H = 2,3-7,5 cm.

Ngoài ra ta còn sử dụng các loại bơm hướng trục của Liên Xô, ký hiệu cũng tương tự như trên những chữ “HT” được thay bằng chử “o” , “Пр” (cánh không quay)

24HT-90 nghĩa là : 24- đường kính ống vào tính bằng mm đã giảm đi 25 lần, HT- hướng trục; 90- hệ số tỷ tốc đã giảm đi 10 lần.

Hoặc “on” (bơm cánh quay) so với bơm hướng trục của ta, bơm hướng trục của Liên Xô có nhiều loại hơn và được dùng trong một phạm vi rộng hơn. Với sự phát triển của nền nông nghiệp, trong tương lai chúng ta sẽ chế tạo nhiều loại bơm hơn để dùng trong các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân.

CHƯƠNG 4
BƠM DƯỚI SÂU

Để bơm nước ở các giếng sâu (thường là giếng khoan) lên mặt đất, người ta thường dùng các thiết bị như bơm giếng khoan (loại chìm và loại nửa chìm); bơm ép kín, bơm phun tia. Nhìn chung, các bơm dưới sâu có công suất không lớn nhưng nó chiếm một vị trí vô cùng quan trọng trong cấp nước, hạ mực nước ngầm, làm khô nền móng các công trình và hầm mỏ.

4.1 BƠM GIẾNG KHOAN KIỂU NHÚNG CHÌM

Đây là một loại bơm mà toàn bộ tổ máy (gồm bơm và động cơ điện) nằm dưới mực nước động trong giếng. Bơm nhúng chìm được sử dụng trong phạm vi lưu lượng từ 5 đến 470 m^3/h và cột áp đến 600 m.

Hình 69 giới thiệu một tổ máy bơm giếng khoan kiểu nhúng chìm. Tổ máy gồm bốn phần chính: bơm, động cơ, ống đẩy và bảng điều khiển. Động cơ điện 1 đặt dưới cùng và nối trực tiếp với bơm.

Hình 4.1 Bơm giếng khoan kiểu nhúm chìm
1 – Động cơ điện
2 – Bơm
3 – Dây cáp dẫn điện
4 – Ống đẩy
5 – Bảng điện
6 – Áp kế
7 – Van một chiều
8 – Ống vách
9 – Lưới chắn rác

Phần bơm 2 gồm các bánh xe công tác và bộ phận hướng dòng loại cánh. Bánh xe công tác và bộ phận hướng dòng lắp lòng vào nhau từng đôi cánh một cấp bơm, số cấp phụ thuộc vào cột áp yêu cầu. Giữa bơm và động cơ có lưới chắn rác, nước được hút qua đó vào bơm. Trong phần dưới chắn rác thường đặt vào một chiều kiểu đĩa. Van có tác dụng chống hiện tượng quay ngược khi bơm dừng lại và giảm tải cho động cơ điện không phải chịu áp lực cột nước trong ống đẩy. Cấp cuối cùng của bơm nối với ống đẩy. Ống đẩy là ống thép gồm nhiều đoạn nối với nhau bằng khớp nối ren. Bảng điều khiển gồm cầu dao, công tác và có thể có một số đèn tín hiệu.

Toàn bộ tổ máy được hạ xuống giếng cùng với cáp dẫn điện. Tổ máy cần phải đặt sao cho mặt bích trên cùng của bơm nằm dưới mực nước động ít nhất là 2 – 3 cm.

Bơm giếng khoan với động cơ đặt chìm có các ưu điểm

- Không có trục truyền động dài
- Kết cấu gọn nhẹ, chắc chắn
- Lắp ráp, sửa chữa, quản lý thuận tiện và đơn giản
- Không cần phải xây dựng nhà trạm trên mặt giếng khoan
- Điều khiển tự động hóa đơn giản
- Có thể đặt bơm ở các giếng nghiêng hoặc cong

Chính vì có nhiều ưu điểm như vậy nên bơm nhúng chìm được sử dụng rộng rãi để lắp đặt ở các giếng khoan có đường kính lớn hơn 100 mm và có nhiều loại khác nhau với động cơ điện kiểu khô, kiểu ngâm trong dầu, kiểu nửa khô và kiểu ướt.

Bơm có động cơ kiểu khô, vỏ động cơ phải khít kín, trong động cơ có khí nén. Nước rò rỉ vào động cơ sẽ động lại trong một buồng ở dưới cùng và được báo lên bảng điều khiển nhờ các rơ le phao. Máy nén khí đặt trên mặt đất từng thời kỳ đưa khí nén vào động cơ để đẩy nước ra ngoài. Tổ máy động cơ kiểu khô hiệu suất cao nhưng kết cấu phức tạp và có thể kéo nước thấm vào dây quấn của động cơ.

Bơm có động cơ kiểu ngâm trong dầu, trong động cơ có chứa dầu và một lượng nước nhỏ ở buồng phía dưới động cơ. Dầu chuyển động tuần hoàn từ dưới lên mặt trên của rôto và stato để bôi trơn ổ bi và làm nguội dây quấn của động cơ. Bơm có động cơ kiểu này được dùng khi yêu cầu cột áp đến 200 – 300 m và lớn hơn. Động cơ kiểu ngâm trong dầu kết cấu phức tạp, lắp ráp và sửa chữa khó khăn, độ tin cậy vận hành không cao. Vì thế, loại bơm với động cơ ngâm trong dầu ít được sử dụng.

Bơm có động cơ kiểu nửa khô, rôto động cơ quay trong nước còn stato thì được bảo vệ tách khỏi môi trường nước. Bánh xe công tác và bộ phận hướng dòng chế tạo bằng gang hoặc đồng, ổ hướng bằng cao su hoặc đồng bôi trơn bằng nước. Bơm với động cơ điện nửa khô có kết cấu đơn giản và độ tin cậy vận hành cao hơn các loại bơm giếng khoan kiểu chìm khác. Vì thế, nó được sử dụng rộng rãi và kết cấu ngày càng được hoàn thiện hơn.

Bơm có động cơ điện kiểu ướt cả rôto và stato đều làm việc trong môi trường nước. Loại động cơ này có kết cấu cồng kềnh trọng lượng lớn giá thành cao nên cũng ít dùng.

Với bốn kiểu bơm như trên, bơm giếng khoan kiểu chìm được chế tạo với nhiều loại khác nhau. Do hạn chế của việc chế tạo động cơ làm việc dưới nước nên ở nước ta bơm giếng khoan kiểu chìm chưa được chế tạo, ta thường dùng bơm của Liên Xô. Các loại bơm đã được dùng là ПМНλ, АП Т, АПП Т, АП, АПВ, АэНП,…

Bơm giếng khoan kiểu chìm có rất nhiều loại, chọn loại nào phải dựa vào đường kính giếng, lưu lượng, cột áp yêu cầu và các yếu tố làm việc khác.

Có thể theo Bảng 4.1 để tính toán các chỉ số cần thiết khi chọn bơm.

Bảng 4.1 Các chỉ số chính

Các chỉ số chính	Ký hiệu
Tính chất của nước	
Hàm lượng cát %	
Hàm lượng muối %	
Hàm lượng axit %	
Nhiệt độ	
Lưu lượng yêu cầu	Q
Đường kính trong của giếng	D
Chiều sâu cửa giếng kể từ mặt đất đến đáy giếng	H_g
Độ sâu mực nước tĩnh	H_T
Độ sâu mực nước động	$H_đ$
Chiều cao bơm nước địa hình	H_{dh}
Chiều cao ống đẩy	L
Số đoạn nối ống	n
Phương pháp điều khiển trạm bơm	
Loại dòng điện	
Công suất động cơ	N

4.2 BƠM GIẾNG KHOAN KIỂU NỬA CHÌM

Bơm giếng khoan kiểu nửa chìm là một loại bơm ly tâm nhiều cấp, trục đứng, đặt ở các giếng khoan đường kính 200 – 600 mm. Hình 4.2 giới thiệu dạng chung của một tổ máy bơm loại này. Tổ máy có động cơ đặt trên mặt đất, phần bơm đặt dưới giếng.

Về kết cấu tổ máy gồm 3 phần chính

- Phần bơm, đặt trong giếng sao cho cấp đầu tiên nằm thấp hơn mực nước động trong giếng ít nhất là 2 m. Phần bơm có cấu tạo tương tự như bơm chìm. Dưới cùng là lưới chắn rác dạng trụ đúc bằng sang, đục lỗ hoặc dạng khung quấn dây. Các cấp bơm lắp nối tiếp với lưới chắn rác và với nhau nhờ vít cấy, đai ốc và đai ốc lõm. Số cánh bánh xe công tác có thể thay đổi theo cột áp yêu cầu.
- Trục truyền nối giữa động cơ điện và bơm. Trục gồm nhiều đoạn có chiều dài 1,75 - 3,0 m nối với nhau bằng khớp nối ren trái. Trục lồng trong ống dâng nước và quay trong các ổ hướng trung gian.

Tùy theo kết cấu bơm mà trục có thể quay trong nước hoặc trong dầu (khi ấy có ống bạc trục). Ống dâng cũng gồm nhiều đoạn có chiều dài tương ứng với đoạn trục, nối lại với nhau. Ở các chỗ nối này bố trí ổ hướng trung gian lót bằng cao su gỗ ép hoặc đồng, bôi trơn bằng nước hoặc dầu.

- Động cơ điện và gối đỡ, bố trí trên miệng giếng. Gối đỡ đúc bằng gang, dạng trụ và có khoét các cửa dạng chữ nhật để có thể quan sát phía trong. Trong gối đỡ là ống ra của bơm dạng khuỷu cong. Phần trên của gối đỡ bố trí ổ bi chịu lực hướng trục phát sinh trong quá trình làm việc. Trên mặt gối đỡ đặt động cơ điện trục đứng, không đồng bộ, ba pha. Trên đỉnh động cơ bố trí khớp chống quay ngược để khắc phục hiện tượng quay ngược của bơm khi tổ máy đột ngột dừng lại.

Hình 4.2

So với bơm chìm, bơm kiểu này kết cấu cồng kềnh, lắp ráp vận hành phức tạp hơn. Ưu điểm chính của loại bơm này là dễ dàng sửa chữa, kiểm tra động cơ điện. Bản thân bơm có chất lượng năng lượng tương đối cao, hiệu suất có thể đạt tới 80%. Do truyền động dài, nhiều cấp, nhiều ổ và trục quay trong nước nên hiệu suất chung của tổ máy rất thấp, chỉ đạt khoảng 45 – 55%.

Bơm giếng khoan nửa chìm đã được sản xuất tương đối nhiều trên thế giới. Khoảng 15 năm trở lại đây, ở nước ta đã sản xuất loại bơm này để đặt ở giếng đường kính 200 – 350 mm, ký hiệu BG (Bơm giếng khoan).

Bảng 4.2 Cho một số thông số chính của loại bơm này

Ký hiệu bơm	Sơ cấp	H (m)	Q (m^3/h)	n (v/g)	D_{max}(mm)	$D_{giếng}$(mm)
BG – 8 – I – 2	2	24	30	1470	130	200
BG – 8 – I – 3	3	36	//	//	//	//
BG – 8 – I – 5	5	60	//	//	//	//
BG – 8 – I – 7	7	64	//	//	//	//
BG – 8 – I – 9	9	108	//	//	//	//
BG – 10 – I – 2	2	24	70	1470	173	250
BG – 10 – I – 3	3	36	//	//	//	//
BG – 10 – I – 4	4	48	//	//	//	//
BG – 10 – I – 5	5	60	//	//	//	//
BG – 10 – I – 10	10	120	//	//	//	//
BG – 18 – 4	4	48	//	//	//	//
BG – 12 – 6	6	72	//	//	//	//
BG – 12 – 8	8	96	//	//	//	//
BG – 12 – 10	10	120	//	//	//	//
BG – 14 – 4	4	64	200	1470	260	350
BG – 14 – 5	5	60	//	//	//	//
BG – 14 – 6	6	96	//	//	//	//

Ngoài ra, ta thường dùng các bơm giếng khoan nửa chìm kiểu A và HA của Liên Xô để đặt ở các giếng đường kính 300 – 600 mm.

Bơm HA có các loại 12HA*3, 12HA*4, 12HA*5, lắp ở giếng đường kính 300 mm, cho lưu lượng 150 m^3/h và cột áp 33, 44, 55 m.

Bơm A có loại 12A, 20A, 24A lắp ở các giếng đường kính 300 – 600 mm, cho lưu lượng từ 150 đến 1200 m^3/h và cột áp từ 28 – 110 m.

Giữa hai loại bơm giếng khoan kiểu chìm và nữa chìm rõ ràng bơm chìm có nhiều ưu điểm hơn. Vì thế bơm chìm có kết cấu ngày càng hoàn thiện hơn và đang được dần dần thay thế cho bơm kiểu nửa chìm.

4.3 ĐẶC ĐIỂM TÍNH TOÁN LƯU LƯỢNG BƠM GIẾNG KHOAN

Đặc điểm tính toán lưu lượng nói riêng và các thông số làm việc nói chung của bơm giếng khoan phụ thuộc vào đặc tính bơm và dòng nước chảy vào giếng.

Đường đặc tính cho trong lý lịch bơm về sự phụ thuộc giữa H, η, N và Q, ở đây H là giá trị cột áp của bơm tính ở sau cấp cuối cùng (ứng với mặt cắt A – A trên Hình 70).

Để nhận được đặc tính đường ống không những phải tính được tổn thất trong đoạn ống dâng AB (Hình 70). Giá trị tổn thất h_g này tính theo công thức:

$$h_g = nSQ^2 \qquad (4 - 1)$$

Trong đó

n số đoạn nối ống

S Sức cản của một đoạn ống nối

Q lưu lượng nước chảy qua ống tính bằng m^3/h.

Với bơm giếng khoan kiểu chìm, giá trị S chỉ phụ thuộc vào đường kính ống.

Đường kính ống dâng (mm)	50	75	100	125	150
S_{10} (trên chiều dài 10 m ống dâng)	0,01	0,0015	0,00025	0,000075	0,000028

12HA*3: 12 – đường kính nhỏ nhất của giếng tính bằng mm đã giảm đi 25 lần.

HA : bơm giếng khoan, 3 – số cấp bánh xe công tác.

Với bơm kiểu nửa chìm, giá trị S còn phụ thuộc cả vào kết cấu bơm. Tính đến tổn thất dọc đường và cục bộ do trục có khớp nối quay trong nước gây nên. Đồ thị Hình 71 cho sự phụ thuộc của S vào Q ứng với bơm BG – 8 (hay ATH – 8), ATH – 10, ATH – 14.

Hình 71Sự phụ thuộc của giá trị S vào lưu lượng Q

Để xác định được điểm làm việc của bơm, phải xây dựng được đường đặc tính làm việc của bơm, đường ống và giếng (Hình 72).

Khi bơm chưa làm việc, mực nước trong giếng là mực nước tĩnh 0 – 0. Khi bơm làm việc, mực nước trong giếng sẽ hạ dần đến mực nước động đ – đ. Trên đồ thị, tọa độ 0 – 0 ứng với mực nước tĩnh 0 – a, chiều cao bơm nước địa hình a – 2, đặc tính giếng biểu thị mối quan hệ giữa độ hạ mực nước trong giếng và lưu lượng bơm đi a – 4. Đường đặc tính tổng cộng của đường ống và giếng, đường này nhận được bằng cách cộng tung độ của đường a – 3 với tổn thất trên đường ống ở cùng một giá trị lưu lượng.

b – c là đường đặc tính của bơm. Ở thời điểm đầu tiên, ngay sau khi mở máy, bơm cho lưu lượng Q'. Sau khi mực nước trong giếng hạ xuống đến mực nước động, chế độ làm việc của bơm được xáo trộn, bơm cho lưu lượng Q.

Trong thực tế thường gặp một số bơm giếng khoan làm việc song song hoặc nối tiếp. Trong trường hợp này, tìm điểm làm việc của bơm giếng khoan cùng làm việc cũng giống như đối với các bơm ly tâm thông thường.

Hình 72 Đường đặc tính cùng làm việc của bơm giếng khoan và đường ống.

4.4 BƠM KHÍ ÉP

Bơm khí ép là một thiết bị để bơm nước dưới sâu có cấu tạo rất đơn giản. Cách đây không lâu bơm khí ép là một thiết bị bơm nước dưới sâu được sử dụng khá rộng rãi. Ngày nay, hầu như nó đã được hoàn toàn thay thế bằng các bơm giếng khoan, chỉ một vài trường hợp người ta dùng loại bơm này để bơm bùn để bơm bùn trong hệ thống thoát nước, bơm một lượng nước thải nhỏ, bơm nước ở các công trình địa chất, bơm thử ở các lỗ khoan thăm dò nước, bơm dung dịch hóa chất ở công trình làm sạch của hệ thống cấp nước.

Hình 73 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của bơm khí ép bố trí trong giếng khoan 1. Khí nén từ thùng chứa theo ống dẫn khí 4, qua vòi phun 2, vào ống dâng 3, hòa trộn với nước có trọng lượng riêng nhỏ hơn nước nhiều. Do áp lực của nước trong giếng, hỗn hợp khí nước dâng lên trong ống dâng 3 vào thùng 5, đập vào

chụp chắn nước 6. Tại đây, khí và nước được tách riêng. Khí theo vòi 8 ra ngoài, nước theo ống 7 chảy về bể chứa.

Tính toán bơm khí ép là đi xác định đường kính ống dâng và ống dẫn khí, độ sâu nhúng chìm vòi phun, lưu lượng, công suất và áp suất của máy nén khí.

Lưu lượng máy nén khí
Lưu lượng không khí tính theo công thức:

$$W_K = W_0 Q / 60 \ m^3/h \qquad (4 - 2)$$

Trong đó

Q lưu lượng nước cần bơm lên tính bằng m^3/h
W_0 lưu lượng riêng của khí tức là lượng khí cần thiết ở trạng thái bình thường để bơm 1 m^3 nước.

$$W_0 = h / 23 \ \eta_k \lg[h(k-1)+10] / 10 \qquad (4 - 3)$$

Trong đó

h độ sâu mực nước động kể từ miệng ra của ống dâng tính bằng m
k hệ số nhúng chìm vòi phun, tra Bảng 4.3
η_k hiệu suất bơm khí nén, tra Bảng 4.3

Hình 7.3 Sơ đồ bơm khí ép

Bảng 4.3

Độ cao bơm nước h (m)	15	15 – 30	30 – 60	60 – 90	90 – 120
k	3 – 5	2,5 – 2,2	2,2 – 2,0	2 – 1,75	1,75 – 120
η_k	0,59 – 0,57	0,57 – 0,54	0,54 – 0,50	0,50 – 0,41	0,41 – 0,4

Công thức (4.2) lập trong điều kiện áp suất khí quyển bình thường và nhiệt độ không khí bằng 15^0C, khi nhiệt độ áp suất khí quyển khác đi, phải xác định lượng khí cần thiết theo công thức:

$$W_k^1 = \alpha_1 \alpha_2 w \qquad (4 - 4)$$

Trong đó

α_1 hệ số kể đến ảnh hưởng của nhiệt độ không khí, tra Bảng 4.4
α_2 hệ số kể đến ảnh hưởng của áp suất khí quyển, tra Bảng 4.5

Bảng 4.4

Nhiệt độ không khí (^{0}C)	15	20	25	30	35	40
α_1	1	0,983	0,966	0,948	0,934	0,920

Bảng 4.5

Cao trình so với mực nước biển	0	200	500	900	600	1500
α_2	1	0,96	0,86	0,89	0,86	0,82

Áp suất của máy nén khí

Máy nén khí cần cung cấp khí có đủ áp suất để bơm khí ép, mở máy và làm việc được.

Áp suất mở maý nén khí xác định theo công thức

$$P_M = 0,1\ (H - h_0 + z)\ kg/cm^2 \qquad (4 - 5)$$

Áp suất khí làm việc

$$P_{2v} = 0,1\ (H - h_0 + \Sigma h_k)\ kg/cm^2 \qquad (4 - 6)$$

Trong đó

h_0 độ sâu mực nước tĩnh trong giếng (Hình 73) tính bằng m
H độ sâu nhúng chìm vòi phun tính bằng m
Σh_k tổng tổn thất cột áp trong ống dẫn khí từ máy nén khí đến vòi phun tính bằng m.

Công suất máy nén khí

Công suất yêu cầu trên trục máy nén khí

$$N = N_0 W_k P_{1/v} \qquad (4 - 7)$$

Trong đó

N_0 Công suất đơn vị trên trục máy nén khí, tính bằng kw, tra Bảng 4.6
W_k Lưu lượng máy nén khí, tính bằng m^3/phút
$P_{1/v}$ áp suất làm việc của máy nén khí, tính bằng kg/cm^2.

Bảng 4.6

$P_{1/v}$ (kg/cm^2)	8	7	6	5	4	3	2
W_0 Máy nén khí cấp							
Máy nén khí cấp							

Công suất động cơ điện chạy máy nén khí

$$N_{đc} = KN$$

Với K là hệ số dự trữ công suất

Người ta sử dụng máy nén khí pít tông để cấp khí nén cho bơm khí ép. Để khắc phục hiện tượng cấp khí không đều, trên đường ống dẫn khí từ máy nén khí đến giếng đặt một thùng chứa khí nén. Thể tích thùng V_t lấy theo lưu lượng máy nén khí W_k.

W_k (m^3/phút)	≤ 6	6 – 30	> 30
W_t (m^3)	0,2 W_k	0,15 W_k	0,1 W_k

Ống dâng nước và ống dẫn khí

Ống dâng nước và ống dẫn khí là hai bộ phận làm việc chính của bơm khí ép. Ống dẫn khí có nhiệm vụ cấp khí nén vào ống dâng qua vòi phun 1 (Hình 73).
Độ nhúm chìm vòi phun H xác định theo công thức:

$$H = k\ h \quad (4.8)$$

Hệ số nhúng chìm vòi phun k tra bảng 4.3.
Trong giếng, ống dâng nước và ống dẫn khí có thể bố trí theo hai phương án song song và lồng vào nhau. Bố trí song song thì ống dẫn khí đặt cạnh ống dâng nước. Bố trí lồng vào nhau thì ống dẫn khí đặt trong ống dâng nước, bố trí theo phương pháp này, lượng khí yêu cầu tăng 10 – 30% so với phương pháp bố trí song song.

Kết cấu vòi phun phụ thuộc vào phương pháp bố trí ống, khi ống khí đặt lồng trong ống dâng thì vòi phun là đoạn cuối của ống dẫn khí; đục lỗ đường kính 4 - 6 mm, trên chiều dài 3 – 4 m, số lỗ đục phải tính sao cho tổng diện tích lỗ bằng 1,5 – 2 lần tiết diện ống dẫn khí. Mật độ lỗ trên ống nên bố trí dẫn từ dưới lên trên.

Khi ống bố trí song song thì người ta khoan các lỗ của vòi phun ngay trên một phần của ống dâng, phần ống này được bọc trong một hộp (Hình 73) ống dẫn khí nối với mặt trên của hộp.

Cần chú ý là bố trí ống dù theo phương pháp nào thì vòi phun cũng phải cao hơn đầu dưới của ống dâng 2 – 3 m.

Theo kinh nghiệm, nên lấy ống dâng nước có tiết diện thay đổi. Phần hút của ống (phần ống phía dưới vòi phun) có tiết diện ướt F_1, vận tốc nước chảy vào v_1.

$$v_1 = Q/F_1$$

Phần ống dâng hỗn hợp (từ vòi phun trở lên) có tiết diện ướt (không kể tiết diện ống dẫn khí), F_2, vận tốc chuyển động của hỗn hợp khí – nước v_2.

$$v_2 = Q\,(1 + W_0)/F_2$$

Người ta khuyên nên lấy vận tốc nước chảy vào ống v_1 = 1,5 – 2,5 m/s, vận tốc hỗn hợp ra khỏi ống v_2 = 6 – 8 m/s. Vận tốc v_2, trong trường hợp bơm đặt ở độ sâu 100 m trở lên, nên lấy giảm dần từ vòi phun đến miệng ra của ống dâng.

Khi ống bố trí song song, đường kính ống dâng có thể tính theo công thức:

$$D = \sqrt{Q\,(1 + W_0) / 0{,}785\, v_k} \qquad (4.9)$$

Đường kính ống dẫn khí tính theo công thức:

$$d = \sqrt{W_k\,(P_{1/v} + 1) / 0{,}785\, v_k} \qquad (4.10)$$

Vận tốc chuyển động của khí trong ống dẫn khí v_k nên lấy trong khoảng 5 – 10 m/s.

Ống dẫn khí nên đặt dốc dần về phía giếng với độ dốc $i \geq 0{,}01$ để khí ngưng tụ trong ống có thể chảy xuống giếng.

Để chọn đường kính ống dâng nước và ống dẫn khí có thể dùng Bảng 4.7

Sau khi tính sơ bộ bơm khí ép, có thể tính được hiệu suất của toàn bộ thiết bị.

$$\eta_r = \gamma\, Qh / 102\, N_{đc}$$

Trong đó

Q	lưu lượng nước bơm lên, tính bằng m^3/s.
h	độ sâu mực nước động, tính bằng m.
$N_{đc}$	công suất tiêu thụ của động cơ chạy máy nén khí tính bằng kw.

Ưu điểm của bơm khí ép là cấu tạo đơn giản, làm việc tin cậy vì không có bộ phận chuyển động , có thể đặt ở những giếng nghiêng, bơm nước có lẫn cát và loại bỏ được khí sulfua hydro có trong nước ngầm.

Nhược điểm của bơm này là hiệu suất thấp (0,25 – 0,35) không cấp nước thẳng vào mạng lưới được.

Bảng 4.7

Ống bố trí song song					Ống bố trí lồng vào nhau			
Ống dâng D (mm)	Ống dẫn khí d (mm)	Đường kính giếng (mm) Loại giếng		Lưu lượng (m^3/h)	Ống dẫn khí d (mm)	Đường kính giếng (mm) Loại ống		Lưu lượng (m^3/h)
		I	II					
50	19 25 32	150	200	8 – 11	9,5 12,5	75	125	4,6 – 8,6
65	19 25 32	150	200	9 – 16	12,5 19	100	150	10,8 – 16,2
75	19 25 32	150 200	250	14 – 23	19 25	125	175	13,4 – 21,6
90	25 32 38	200	250	15 – 30	25 32	150	200	15 – 25
100	32 38 50	200	250	22 – 50	32 38	150 200	200 250	20 – 40
125	32 38 50	250	300	35 – 65	32 38	200	250	35 – 55

Loại I: Đầu dưới của ống dâng cao hơn ống lọc của giếng.
Loại II: Đầu dưới của ống dâng ngang hoặc thấp hơn ống lọc của giếng.

Không được đặt ở giếng có một lớp nước mỏng và đòi hỏi công nhân lành nghề quản lý máy nén khí.

4.5 BƠM PHUN TIA

Bơm phun tia: sự làm việc của bơm phun tia dựa trên nguyên tắc truyền trực tiếp động năng của dòng chất lỏng công tác có năng lượng lớn cho một dòng chất lỏng khác có năng lượng nhỏ và bơm nó lên.

Hình 74Sơ đồ cấu tạo bơm phun tia.

- Ống hút
- Ống cấp nước
- Vòi phun
- Buồng nhận
- Buồng trộn
- Ống khuếch tán
- Ống đẩy

Nguyên tắc làm việc của bơm phun tia

Dòng chất lỏng công tác có cột áp H_1 chảy vào ống 2 với lưu lượng Q_1, qua miệng vòi phun 3 tạo thành dòng tia có vận tốc rất lớn phun vào buồng 4, kéo không khí trong buồng này chuyển động theo. Theo phương trình bécnuli:

$$P/\gamma + V^2 / 2g = const$$

Nên tại đây vận tốc dòng chảy tăng lên thì áp suất P giảm xuống. Do sự chênh áp suất, nước từ bể hút dâng lên buồng 4. Tại đây, nó được chất lỏng công tác truyền năng lượng cho. Ra khỏi buồng 4, chất lỏng vào buồng trộn 5 để ẩn định trường vận tốc, vào ống khuếch tán 6 để biến một phần động năng thành thế năng. Cuối cùng, dòng chất lỏng chuyển động vào ống đẩy 7 với lưu lượng $Q_2 = Q_1 + Q_0$ và cột áp H_2 lớn hơn cột áp H_0 của dòng chảy trong ống hút.

$$H_0 < H_2 < H_1$$

Bơm phun tia nói chung có kết cấu tương tự như nhau, chỉ khác nhau ở bộ phận vòi phun.

Bơm phun tia có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, kích thước nhỏ gọn, làm việc tin cậy, chế tạo rẻ tiền và có thể bơm được các loại chất lỏng, kể cả chất lỏng có lẫn hỗn hợp cơ học và chất khí.

Nhược điểm của bơm phun tia là hiệu suất thấp $\eta = 0,2 – 0,35$.

Do có nhiều ưu điểm nên bơm phun tia vẫn được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Chúng được dùng để bơm nước dưới sâu: nước ở hố máng, hầm hào; dùng ở công trình xử lý nước thải để bơm cặn vào bể lắng cát và khuấy trộn bùn trong bể mêtan. Ở các trạm bơm, bơm phun tia được dùng để mồi bơm ly tâm và bố trí kết hợp với bơm ly tâm để bơm nước dưới sâu.

Bơm phun tia kết hợp bơm ly tâm

Hình 75Giới thiệu sơ đồ bố trí bơm phun tia kết hợp bơm ly tâm.

Hình 75a là sơ đồ được dùng rộng rãi nhất. Bơm ly tâm 2 cấp nước công tác cho bơm phun tia 1, với lưu lượng Q_1. Lưu lượng nước được bơm lên khỏi giếng là Q_0. Bơm phun tia đưa một lượng nước $Q_2 = Q_1 + Q_0$ lên đến độ cao H_1 mà bơm ly tâm có thể hút được sau khi lên khỏi mặt đất, lưu lượng Q_2 phân làm hai ngả, lưu lượng Q_0 theo ống dẫn của bơm ly tâm lên bể chứa lưu lượng Q_1 lại quay lại giếng.

Trường hợp, nước sau khi ra khỏi bơm 2 không đủ áp lực công tác thì đặt thêm bơm ly tâm 2’ có lưu lượng nhỏ. Cho lưu lượng Q_1 qua bơm này để tăng áp lực nước công tác thỏa mãn yêu cầu làm việc của bơm phun tia (Hình 75b).

Đường ống của bơm phun tia có thể bố trí song song (Hình 75) hoặc lồng ống đẩy trong ống cấp nước công tác (Hình 76).

Việc tính toán bơm phun tia kết hợp bơm ly tâm là đi xác định các kích thước và các thông số cần thiết bị làm việc. Trình tự tính toán gồm các bước sau:

Chọn bơm ly tâm có lưu lượng $Q_b = Q_2 = Q_1 + Q_0$ và cột áp $H_b = H_{CT} + h_{CT}$.

Với $H_{CT} = \alpha (H_1 – h_v)$

Trong đó

α	hệ số áp lực công tác của vòi phun, $\alpha = 3 – 3,5$
H_1	cột áp toàn phần của bơm phun tia
h_v	tổn thất cột áp khi ra khỏi vòi phun, thường lấy $h_v = 0,25\ H_1$.

<u>Hình 76</u>

Trên đường đặc tính của bơm ly tâm, ứng với Q_b, H_b tìm được công suất N, hiệu suất η và chiều cao hút chân không giới hạn H_{ck}^{gh}.

Trong bước tính gần đúng có thể lấy H_b bằng khoảng cách từ trục bơm ly tâm đến mực nước động trong giếng, lưu lượng $Q_1 = (1 – 1,4)\ Q_0$.

- Chọn đường kính ống dẫn công tác D_1 và đường kính ống đẩy của bơm phun tia D_2 dựa vào lưu lượng Q_1, Q_2 và vận tốc giới hạn của dòng chảy trong ống ($V \leq 5$ m/s). Sau đó tìm hệ số sức cản s_1, s_2.
- Tính chiều cao hút địa hình của bơm ly tâm $H_h^{đh}$ sao cho:

$$H_h^{đh} \leq H_{đh}^{gh}$$

- Tính cột áp đẩy của bơm ly tâm

$$H_đ = H_b – (H_h^{đh} + h_h)$$

- Tổn thất cột áp trong ống dẫn nước công tác h_1 và ống đẩy của bơm phun tia h_2:

$h_1 = s_1L_1Q_1^2$
$h_2 = s_2L_2Q_2^2$

- Cột áp của bơm phun tia

$$H_1 = H_{đg} – H_h + h_2$$

- Cột áp tương đối của bơm phun tia

$$h = B/2A - \sqrt{(B/2A)^2 – C/A}$$

$A = bH – ah_1$
$B = aH + bH_z + h_1$
$C = aH_z$

Trong đó

a, b các hệ số thực nghiệm, a = 34; b = 16,5

H chiều cao bơm nước địa hình của bơm phun tia kết hợp bơm ly tâm (Hình 75).

- Lưu lượng tương đối của bơm phun tia

$$q = Q_2/Q_1 = \sqrt{[(a – bh^-) / (ah^- - 1)]} – 1$$

- Lưu lượng có ích

$$Q_0 = Q_2\ q / q + 1$$

- Hiệu suất toàn trạm

$$\eta = Q_0H\eta_b / Q_2H_b = \gamma\ QH / 102N$$

- Dựng đồ thị biểu diễn mối quan hệ η-Q_0 và $q – Q_0$ (Hình 77). Phải chọn các thông số làm việc của bơm sao cho tại điểm làm việc bơm có hiệu suất lớn nhất.

Hình 7.7 Đường đặc tính của hệ thống bơm.

- Xác định lại các thông số làm việc của bơm tại điểm tính toán.

Lưu lượng nước công tác tính toán:

$$Q_{1tt} = Q_0 / q_{tt}$$

Và $$Q_{2tt} = Q_{1tt} + Q_0$$

Trên đường đặc tính của bơm ly tâm ứng với lưu lượng $Q_b = Q_{2tt}$ tìm lại các giá trị H_{btt}, η_{tt}, N_{tt} và $H_{h\,tt}$.

Tổn thất cột áp ứng với lưu lượng tính toán trên ống dẫn nước công tác và ống đẩy của bơm phun tia.

$$h_{1\,tt} = s_1 L_1 Q_{1\,tt}^2$$
$$h_{2\,tt} = s_2 L_2 Q_{2\,tt}^2$$

Cột áp đẩy của bơm phun tia

$$H_1 = H_{đg} - H_{h\,tt} + h_{2\,tt}$$

- Xác định các kích thước chủ yếu của bơm phun tia

Đường kính miệng vòi phun

$$d_1 = \eta\sqrt{1,27Q_1/V_v}$$

Ở đây V_v là vận tốc dòng chảy tại miệng vòi phun

$$V = (0,95 - 0,97)\sqrt{2gH_{CT}}$$

Khoảng cách L_0 từ miệng vòi phun đến ống trộn với vòi phun kiểu côn (Hình 74)

$$L_0 = (2 - 3)d_2$$

Buồng trộn có ảnh hưởng quyết định đến hiệu suất của bơm. Theo kinh nghiệm nên lấy đường kính buồng trộn d_2:

$$d_2 = 1,8\ d_1$$

Với các bơm phun tia thông thường thì lấy chiều buồng trộn.

$$L_t = (4 - 7)d_2$$

Và góc mở rộng ống loe

$$\varphi = 6^0 - 8^0$$

Từ giá trị φ đã chọn có thể xác định được dài ống loe L_1

$$L_1 = (D_2 - d_2)/2\text{cotg}\varphi$$

Ở đây D_2 là đường kính ống đẩy của bơm phun tia.

Chiều cao hút của trạm bơm phun tia có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất. Khi chiều cao hút nhỏ hơn 3 m hiệu suất có thể đạt 17 – 25%, khi chiều cao hút là 5 m hiệu suất chỉ đạt 10 – 12%.

4.6 MỘT VÀI NHẬN XÉT VỀ CÁC LOẠI BƠM DƯỚI SÂU

Máy bơm dùng để bơm nước dưới sâu có nhiều loại nhưng trong chương này chỉ xét bốn loại dùng thông dụng nhất.

Nhìn chung, trong các loại bơm dưới sâu thì bơm giếng khoan kiểu chìm là hoàn thiện hơn cả và có triển vọng phát triển nhất. Loại bơm này có hiệu suất cao lại đơn giản trong quản lý, vận hành và lắp ráp, sửa chữa; nếu điều khiển tự động thì hệ thống điều khiển cũng đơn giản. Nó được sử dụng rộng rãi để bơm nước sạch ở mức độ sâu lớn.

Ở những giếng có độ sâu không lớn lưu lượng không quá 20 m^3/h, những nơi nước lẫn nhiều bùn cát thì nên dùng bơm phun tia vì nó làm việc chắc chắn và không đòi hỏi phải bảo dưỡng.

Bơm khí ép chỉ nên dùng để bơm nước có lẫn khí độc, có mùi cần phải loại bỏ, hoặc đặt ở những giếng lưu lượng nhỏ, gần trạm khí ép và những nơi cấp nước tạm thời.

Bơm giếng khoan nửa chìm có động cơ đặt trên mặt đất và trục truyền động hiệu suất không cao quản lý, lắp ráp và sửa chữa phức tạp. Loại bơm này chỉ nên đặt ở những giếng có lưu lượng lớn và độ sâu không lớn lắm.

CHƯƠNG 5
BƠM NƯỚC VA - BƠM XOÁY - BƠM CHÂN KHÔNG

5.1 BƠM NƯỚC VA

Bơm nước va là một thiết bị dâng nước không có động cơ dẫn động, làm việc trên nguyên tắc sử dụng sức va thủy lực. Điều kiện để thiết bị làm việc được là phải có nguồn nước ở cao hơn chỗ đặt bơm nước va một độ cao nào đấy và cho phép tháo từ nguồn ra một lưu lượng lớn hơn lưu lượng bơm nước va vài ba lần.

Hình 78 Sơ đồ bố trí bơm nước va

Hình 78 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của bơm nước va gồm ống dẫn nước 1, van nước va 2, van đẩy 3, chụp không khí 4, ống đẩy 5.

Khi bơm không làm việc van 2 và 3 ở trạng thái đóng. Để đưa bơm vào làm việc, trước hết phải khởi động bằng cách mở van 2. Khi van 2 mở, dưới tác dụng của cột áp H_1, nước từ nguồn theo ống 1 chảy xuống và ra ngoài qua van 2. Vận tốc dòng nước chảy xuống tăng dần làm cho áp lực tác dụng lên mặt trong của van 2 cũng tăng lên. Khi dòng chảy đạt giá trị vận tốc giới hạn và áp lực tác dụng lên van 2 lớn hơn trong bản thân của nó thì dưới tác dụng của hiệu áp lực mặt trong và mặt ngoài, van 2 đóng lại. Dòng chảy trong ống cấp đột ngột bị dừng lại, hiện tượng nước va xảy ra. Lúc đó, ở đầu dưới ống cấp, áp lực tăng lên rất cao, lớn hơn áp lực trong chụp không khí. Do tác dụng của hiệu áp lực này, van đẩy 4 mở ra, nước tràn vào chụp. Dưới tác dụng của áp lực dư trong chụp, van 3 đóng lại và nước trong chụp được đẩy lên bể chứa một phần.

Đồng thời diễn ra với quá trình trên do nước tràn một phần vào chụp 4 và do sóng nước va truyền ngược lên nguồn nên trong ống 1 áp suất giảm đi nhỏ hơn áp suất khí ngoài van 2 tự mở ra do trọng lượng bản thân hoặc lò xo và độ chênh áp lực giữa mặt ngoài và mặt trong van. Một chu kỳ bơm kết thúc. Các chu kỳ sau đó cứ diễn ra một cách đều đặn và tự động như vậy mãi.

Hiệu suất của bơm nước va tính toán theo công thức:

$$\eta = Q\,H / Q_0\,H_1 \qquad (5.1)$$

Giá trị η thường nằm trong khoảng 0,45 - 0,65. Để bơm làm việc tốt, người ta thường lấy chiều dài ống cấp $L = (5\text{-}8)H_1$.

Bơm nước va có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, không tiêu tốn năng lượng bên ngoài.
Nhược điểm của bơm này là van nước va 2 chóng bị hư hỏng, trong quá trình quản lý phải thường xuyên bổ sung vào chụp không khí lượng khí bị hao hụt do hòa trộn vào nước và bị đẩy lên bể chứa.

Để nâng cao hiệu suất của bơm nước va, hiện nay người ta đã dùng van nước va kiểu tuốc bin đóng mở theo chu kỳ. Làm như vậy sẽ hạn chế được lượng nước bị hao phí do chảy ra ngoài qua hốc van nước va.

5.2 BƠM XOÁY - SƠ ĐỒ CẤU TẠO VÀ NGUYÊN TẮC LÀM VIỆC

Hình 79 giới thiệu sơ đồ cấu tạo bơm xoáy. Các bộ phận chính của bơm gồm: bánh xe công tác 1 lắp chặt trên trục 2, đặt trong vỏ bơm 3. Giữa vỏ bơm và bánh xe công tác có kênh vòng hình xuyến trên đoạn cung abc. Trên vỏ bơm có miệng hút 4 và miệng đẩy 5. Giữa miệng hút và miệng đẩy được ngăn cách bởi cung dc, là phần vỏ bơm nằm sát với bánh xe công tác đến nỗi khe hở giữa chúng chỉ đủ để bánh xe công tác quay không cọ xát vào vỏ bơm.

Hình 79 Sơ đồ cấu tạo bơm xoáy

Nguyên tắc làm việc của bơm xoáy cũng dựa trên sự tác dụng của lực ly tâm. Khi bơm làm việc, bánh xe công tác và miệng hút phải được chứa đầy chất lỏng. Khi bánh xe công tác quay, dưới tác dụng của lực ly tâm, các phân tử chất lỏng chuyển động dọc lá cánh theo chiều hướng kính từ trong ra ngoài và đồng thời quay theo bánh xe công tác. Ra kênh vòng, chất lỏng gặp vỏ bơm và lại quay vào kênh giữa các cánh bánh xe công tác. Và chuyển động của các phần tử chất lỏng cứ lặp đi lặp lại như vậy một số lần cho đến khi ra tới miệng đẩy. Quỹ đạo chuyển động tuyệt đối của chất lỏng trong bơm theo đường xoáy ốc ABCDEF (H-79). Cứ chuyển động được một vòng xoáy dọc theo kênh vòng thì chất lỏng lại một lần được nhận thêm năng lượng. Như vậy, trong quá trình chuyển động của một phần tử chất lỏng từ khi vào đến khi ra khỏi bơm, nó liên tục được nhận thêm năng lượng. Do đó, cột áp của bơm xoáy cao hơn bơm ly tâm rất nhiều. Với cùng một kích thước và số vòng quay như nhau thì bơm xoáy tạo nên được cột áp lớn hơn cột áp của bơm ly tâm từ 3-7 lần.

Bơm xoáy có thể làm việc được với chất lỏng dễ bay hơi hoặc hỗn hợp chất lỏng- chất khí nhưng không nên dùng để bơm chất lỏng bẩn vì như vậy bơm chóng bị hư hỏng.

Bơm xoáy thường được chế tạo với

$Q = 8 - 10\ m^3/h.$
$H = 25 - 250\ m.$
$n_S = 4 - 60$
$n = 750 - 3000\ v/ph$

Ở nước ta, bơm xoáy đã được chế tạo với các loại kê dưới bảng 5-1.

Bảng 5-1

Ký hiệu bơm / Các thông số	18 - 0,9	1,28 - 1* 2	1,68* - 1,5*4
Lưu lượng Q (m^3/h)	1	3	3,6
Cột áp H (m)	37	76	145
Số vòng quay n (v/ph)	1490	1500	1500
Hiệu suất η	0,18	0,24	0,24
Công suất N (kw)	0,815		

*Ký hiệu bơm: ví dụ 1,68 - 15*4 thì 1,6. Đường kính miệng hút và miệng đẩy tính bằng mm đã giãm đi 25 lần

8- Bơm xoáy; 1,5- hệ số tỉ tốc đã giảm đi 10 lần; 4- số cấp.

Bơm xoáy thường được chế tạo với hai loại: bánh xe công tác cánh kín và bánh xe công tác cánh hở.

Bánh xe công tác cánh kín có hình dạng như một đĩa phẳng, vành ngoài được phay thành các cánh ngắn, phẳng (H-79a). Mặt chu vi bánh xe không sát với vỏ bơm. Bánh xe thường có 18 - 28 cánh.

Bánh xe công tác cánh hở (H-79b) có các cánh phẳng, dài gắn chặt trên may ơ thường có 12 - 24 cánh. Mặt chu vi bánh xe sát với vỏ chia kênh vòng thành hai phần bố trí ở hai mặt bên của bánh xe công tác.

** Cột áp của bơm xoáy*

Nguyên tắc làm việc của bơm xoáy cũng giống bơm ly tâm nên mỗi lần chất lỏng chuyển động trong rảnh các cánh bánh xe công tác từ R_1 đến R_2 (H-79) cũng tuân theo phương trình Ơ - le:

$$H_{lt\infty}^{/} = (U_2C_{2U} - U_1C_{1U}) / g$$

Cũng như bơm ly tâm, thường thì vận tốc $C_{1U} = 0$ nên

$$H_{lt\infty}^{/} = U_2C_{2U} / g$$

Do đó cột áp lý thuyết với số cánh nhiều vô cùng của bơm xoáy

$$H_{lt\infty} = iU_2C_{2U} / g \qquad (5.2)$$

i : số lần tác dụng

Người ta thường tính cột áp thực của bơm xoáy theo công thức:

$$H = \varphi U^2 / 2g \qquad (5.3)$$

Trong đó

$U = \pi D_2 n / 60$: vận tốc vòng của bánh xe công tác.
$\varphi = 3- 4,5$: hệ số cột áp của bơm xoáy, xác định bằng thực nghiệm.

* *Lưu lượng*
Lưu lượng của bơm xoáy

$$Q = F V$$

Trong đó
F diện tích tiết diện ngang của kênh vòng.
V vận tốc trung bình của dòng chảy qua kênh vòng.

Vận tốc dòng chảy trong kênh vòng tăng dần từ khi vào đến khi ra khỏi kênh. Việc xác định giá trị của nó tương đối phức tạp. Bằng tính toán người ta đã tìm được công thức tính lưu lượng tối ưu của bơm xoáy qua vận tốc vòng U.

$$Q = 0,5FU$$

Cũng như các loại bơm khác, các thông số làm việc của bơm xoáy được thể hiện trên đồ thị Q-H, Q-N, Q-η dựng bằng phương pháp thực nghiệm gọi là đường đặc tính công tác của bơm xoáy (H-80).

Hình 80 Đường đặc tính bơm xoáy

Từ đường đặc tính của bơm xoáy thấy rằng các đường đều có độ dốc lớn, cột áp và công suất đạt giá trị lớn nhất khi lưu lượng bằng 0, bơm xoáy có hiệu suất thấp. Giá trị hiệu suất lớn nhất của bơm xoáy chỉ đạt khoảng 0,3 - 0,45 ứng với điểm có lưu lượng $Q \approx 0,5FU$.

So với các loại bơm khác, nhất là bơm ly tâm, bơm xoáy có cột áp lớn, kích thước và trọng lượng bé, có khả năng tự mồi, nhưng lưu lượng nhỏ, hiệu suất thấp và khả năng chống xâm thực kém hơn.

Để có đặc tính làm việc tốt hơn và nâng cao khả năng chống xâm thực người ta chế tạo loại bơm mà trên trục đặt cả bánh xe ly tâm và bánh xe xoáy gọi là bơm ly tâm-xoáy.

* *Bơm ly tâm - xoáy*
Hình 81 giới thiệu cấu tạo của bơm ly tâm - xoáy, các bộ phận chính của bơm gồm: ống hút 1, vỏ bơm 2, hộp đẩy 3, vòng chèn 4, bánh xe ly tâm 5, bánh xe xoáy 6, trục 7. Trong thân bơm có rãnh xoắn ốc a nối vòng đẩy của bánh xe ly tâm với kênh vòng của bánh xe xoáy. Kênh vòng b thông với hộp đẩy 3 bằng hai lỗ c và d.

Hình 81 Bơm ly tâm - xoáy

Khi bơm làm việc lần đầu tiên, phải đổ một ít chất lỏng vào thân bơm (không cần đầy). Trục bơm quay, bánh xe ly tâm hút và đẩy chất lỏng vào rãnh xoắn a rồi vào kênh vòng b. Tại đây nó được bánh xe xoáy truyền thêm năng lượng và đẩy ra hộp đẩy 3. Sau khi lên hộp đẩy 3, một phần chất lỏng lại quay lại kênh vòng theo lỗ d. Lúc đó bánh xe ly tâm vẫn quay, hút không khí từ ống hút nén vào kênh vòng b, tạo nên hỗn hợp chất lỏng-không khí. Bánh xe xoáy đẩy hỗn hợp qua lỗ c. Tại đây không tự tách ra và bay ra ngoài, còn chất lỏng lại quay lại kênh vòng. Quá trình trên cứ lặp đi lặp lại như vậy cho đến khi ở pía hút của máy bơm tạo nên độ chân không đủ để chất lỏng trong bể hút tự chảy vào thân bơm. Từ lúc này trở đi bánh xe ly tâm bắt đầu đẩy chất lỏng sang kênh vòng b, được bánh xe xoáy truyền thêm năng lượng và đẩy ra ngoài qua hộp đẩy 3.

Bơm ly tâm xoáy có cột áp lưu lựng không bé và có khả năng tự mồi. Khi bơm làm việc chỉ cần trong thân bơm có một lượng nhỏ chất lỏng để ngăn không cho không khí ở hộp đẩy quay lại. Lượng chất lỏng này chỉ cần đổ vào khi làm việc lần đầu còn những lần sau đó có sẵn trong thân bơm nên không cần đổ vào nữa.

5.3 BƠM CHÂN KHÔNG

Khái niệm về chân không

Trong khoa học kỹ thuật, chân không là một từ dùng để chỉ trạng thái khí mà áp suất của nó thấp hơn áp suất khí quyển. Độ chân không chia ra: độ chân không thấp, trung bình, cao, rất cao và siêu cao.

Độ chân không thấp chỉ trạng thái khí có áp suất 1-760 mm thủy ngân.
Độ chân không trung bình chỉ trạng thái khí có áp suất 0,01 - 1mm thủy ngân.

Trạng thái khí có áp suất 10^{-3} -10^{-6} mm thủy ngân là độ chân không cao, áp suất 10^{-7} - 10^{-9} mm thủy ngân là độ chân không rất cao, áp suất 10^{-10} mm thủy ngân trở lên là độ chân không siêu cao.

Độ chân không thường được đo bằng milimét thủy ngân, mét cột nước, át mốt phe hoặc phần trăm.
Độ chân không thấp thường đo bằng phần trăm và tính theo công thức

Độ chân không (%) = $(760 - P_0) / 760 * 100$

Với P_0 là áp suất tuyệt đối trong bình rút chân không.

Phân loại bơm chân không

Bơm chân không là một loại máy dùng để hút khí hoặc hơi ra khỏi một thiết bị, tạo nên áp suất trong đó nhỏ hơn áp suất khí quyển.

Tùy theo khả năng tạo nên độ chân không, bơm chân không chia làm hai nhóm: nhóm tạo nên độ chân không thấp và trung bình, nhóm tạo nên độ chân không cao.

Nhóm thứ nhất không là nhóm bơm chân không thấp tạo nên áp suất chân không từ 760 - 10^{-3} mm thủy ngân. Nhóm này gồm:

a) Bơm chân không kiểu pít tông, loại này được dùng tương đối rộng rãi khi yêu cầu lưu lượng lớn. Nó thường cho lưu lượng khi bơm ra từ 45 đến 3500 m^3/h, áp suất chân không đến 0,05 mm thủy ngân.
b) Bơm chân không kiểu rôtô với các cánh trượt lưu lượng từ 200 đến 5350 m^3/h và áp suất chân không đến 0,005 mm thủy ngân.
c) Bơm chân không kiểu vòng nước, nguyên tắc làm việc của nó cũng giống bơm chân không kiểu rôtô nhưng nó hút khí và đẩy ra hỗn hợp khí nước. Loại này cho lưu lượng từ 0,25 đến 465 m^3/phút và độ chân không từ 92 đến 99,99%.

Loại bơm này có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, hút khí sạch. Vì thế nó được dùng rất rộng rãi trong mọi lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân.

Nhóm thứ hai là nhóm bơm chân không cao, tạo nên độ chân không từ 10^{-3} - 10^{-6} mm thủy ngân. Nhóm này gồm các bơm:

a) Bơm chân không rôtô dầu, lưu lượng 0,1 - 350 l/s và áp suất chân không đến 10^{-4} mm thủy ngân.
b) Bơm chân không bánh răng, loại này dùng khi yêu cầu áp suất chân không 0,1 - 0,81mm thủy ngân.
c) Bơm chân không kiểu phun tia, nguyên tắc làm việc cũng giống như bơm phun tia (chương 1) nhưng ở đây dùng chất khí hoặc hơi làm chất công tác. Bơm này cho lưu lượng đến 300 l/s và áp suất chân không đến 0,9mm thủy ngân. Thường sử dụng trong công nghiệp luyện kim, hóa chất hoặc dược.
d) Bơm chân không khuyếch tán chỉ làm việc được khi trong bình có áp suất ban đầu là 1 mm thủy ngân. Loại bơm này lưu lượng đạt tới 50000 l/s, áp suất chân không đến 10^{-7} mm thủy ngân.

Trên đây là một số loại bơm chân không đã được chế tạo và sử dụng trên thế giới. Trong những bơm đó thì bơm chân không kiểu vòng nước là loại được dùng rộng rãi nhất và có cấu tạo đơn giản nhất.

Bơm chân không vòng nước

Trong các hệ thống cấp và thoát nước bơm chân không vòng nước được sử dụng rất rộng rãi để mồi cho bơm tâm ở các trạm bơm. Hình 82 giới thiệu sơ đồ cấu tạo loại bơm này.

Hình 82 Bơm chân không vòng nước

Bơm gồm vỏ 1 có dạng trụ, Rôto 2 với các cánh bản phẳng, đặt lệch tâm so với vỏ. Khi bơm làm việc trong vỏ có đổ một ít nước. Khi rôto quay, do tác dụng của lực ly tâm, nước bắn ra xung quanh bao lấy rôto. Do rôto đặt lệch tâm với vỏ nên giữa rôto và vòng nước tạo thành khoảng không gian hình lưỡi liềm. Các cánh chia khoảng không gian này thành những buồng $1^{/}$, $2^{/}$, ... $8^{/}$ có thể tích không đều nhau. Ở mặt bên của vỏ bơm có miệng hút 4 và miệng đẩy 5 thông với ống hút và ống đẩy. Oáng hút có tiết diện ngang lớn hơn ống đẩy.

Khi bơm làm việ;, rôto quay theo chiều kim đồng hồ, Rôto quay từ $1^{/}$ đến $4^{/}$ thể tích buồng tăng dần, áp suất trong đó giảm, không khí được hút vào các buồng qua miệng hút. Rôto tiếp tục quay, thể tích các buồng từ $5^{/}$ đến $8^{/}$ giảm dần, không khí được nén lại và đẩy ra ngoài qua miệng đẩy. Trong quá trình làm việc như vậy, áp suất ở miệng hút ngày càng giảm dần, tạo nên độ chân không ngàng càng cao trong ống hút. Khi bơm đẩy khí ra sẽ có một lượng nước được bắn theo. Vì vậy trong quá trình bơm làm việc phải thường xuyên bổ sung lượng nước bị hao hụt này để đẩy vòng nước đủ ngăn cách hoàn toàn, vòng hút với vòng đẩy, không cho khí từ vòng đẩy (buồng $5^{/}$, $6^{/}$, $7^{/}$, $8^{/}$) quay về vòng hút (buồng $1^{/}$, $2^{/}$, $3^{/}$, $4^{/}$). Ngoài ra lượng nước này còn có tác dụng làm nguội.

Bơm chân không vòng nước có loại một cấp và loại hai cấp. Để mồi bơm ly tâm thường dùng bơm chân không một cấp. Loại bơm này thường tạo ra độ chân không từ 9 - 9,6m cột nước.

Để tính toán bơm chân không, có nhiều phương pháp. Phương pháp Plâyđerer là phương pháp được sử dụng tương đối phổ biến hiện nay.

Việc tính toán bơm chân không tức là xác định lưu lượng, độ sâu nhúng chìm cánh a và các kích thước chủ yếu của bơm.

Hình 83 Sơ đồ tính toán bơm ly tâm

Lưu lượng nước chuyển động trong bơm chân không tính với tiết diện AB:

$$Q = [\pi/4(D_1^2 - D_2^2) - zsL_1]\, b\, n / 60 \quad m^2/s \qquad (5.5)$$

Trong đó

D_1	đường kính rôto, tính bằng m
D_2	đường kính bầu rôto, tính bằng m
z	số cánh của rôto
L_1	chiều cao cánh, tính bằng m
s	chiều dày cánh, tính bằng m
b	chiều rộng cánh, tính bằng m
n	số vòng quay của rôto trong 1 phút

Nếu bỏ qua tổn thất do rò rỉ và ma sát thì lưu lượng khí lý thuyết do bơm hút ra khỏi thiết bị:

$$V_{lt} = \{\pi/4[(D_1 - 2a)^2 - D_2^2] - z(L_1-a)s\}bn/60 \quad m^3/s \qquad (5.6)$$

Lưu lượng khí thực tế được hút vào qua ống hút:

$$V = \eta_{TT} V_{lt} \qquad (5.7)$$

Với η_{TT} : hiệu suất thể tích của bơm chân không thường thì η_{TT} = 0,7 - 85.

Vận tốc của các phần tử chất lỏng biến đổi trong một vòng quay rôto. Ở vùng hút, vận tốc của nó tăng dần lên và đạt giá trị bằng giá trị vận tốc vòng U_1 (ở chu vi bánh xe) tại lối ra. Vì vậy vận tốc trung bình của các phần tử chất lỏng ở tiết diện CD là U_1, nhưng tại tiết diện AB nó lại là vận tốc vòng ứng với điểm giữa cánh. Như vậy, khi chuyển động sang vùng đẩy, vận tốc của các phần tử chất lỏng bị giảm đi. Do đó chiều dày vòng chất lỏng ở phía trên rôto dày hơn phía dưới, tức là $L_1 > L_2$.

$$U_1 = \pi D_1 n / 60 \quad m/s$$

Do đó tính được lưu lượng chất lỏng công tác trong bơm ứng với tiết diện CD:

$$Q = b\, L_2\, U_1 \qquad (5.8)$$

Giải hai phương trình (5.5) và (5.8) tìm được:

$$L_2 = Q / bU_1 = 1/ 4D_1 (D_1^2 - D_2^2 - \pi/4\, zsL_1) \qquad (5.9)$$

Đường kính vỏ bơm chân không

$$D = D_1 + L_2 - a \qquad (5.10)$$

Các công thức tính do Phlayderer được đưa ra đơn giản nhưng phải dựa trên một số giả thiết.

Ống cho rằng vòng chất lỏng ở tiết diện AB đủ dày để ngăn cách hoàn toàn vùng hút với vùng đẩy. Thực ra vẫn có lượng khí quay ngược từ vùng đẩy về vùng hút nên cần phải kể đến lượng khí này.

Ống cho rằng vận tốc chất lỏng ở tiết diện CD bằng vận tốc dòng ngoài chu vi rôto. Do ma sát, ở CD vận tốc chất lỏng thay đổi từ trong ra sát vỏ bơm. Ở sát vỏ bơm vận tốc chất lỏng thường nhỏ hơn U_1. Chiều sâu nhúng chìm vào vòng nước a thường lấy bằng 5,8mm cho mọi chế độ làm việc của bơm chân không. Nhưng trong thực tế, ở các chế độ làm việc khác nhau của bơm thì lượng nước tuần hoàn trong bơm khác đị và dẫn đến sự thay đổi của a.

Mặc dù kết quả tính toán gần đúng do có sự hiệu chỉnh bằng các hệ số thực nghiệm nhưng phương pháp phlayderer vẫn là phương pháp được dùng rộng rãi trong thời gian hiện nay. Ngoài ra người ta còn dùng phương pháp tính của Lixitrkin, Veprirki.

Khi chọn bơm chân không cần phải tính được lưu lượng khí yêu cầu theo công thức (2.83) và lượng nước bổ sung cho bơm lấy khoảng 0,25-0,3m^3/h. Sơ đồ bố trí và cách làm việc khi dùng bơm chân không mồi cho bơm ly tâm xem phần (2.23).

CHƯƠNG 6
BƠM PÍTTÔNG

6.1 NGUYÊN TẮC LÀM VIỆC VÀ PHÂN LOẠI BƠM PITTONG

* *Nguyờn tắc làm việc*

Bơm Pớt tụng được Oõttụ Henrich (Đức) chế tạo ra năm 1640, cho đến nay nú vẫn được ứng dụng khỏ rộng rói để bơm nước và nhất là trong truyền động thủy lực.

Hỡnh 84 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của bơm tỏc dụng đơn. Những bộ phận chớnh của bơm là pớt tụng 1, xi lanh 2, ống đẩy 3, van đẩy 4, buồng làm việc 5, van hỳt 6, ống hỳt 7, tay quay 9 và thanh truyền 10.

Hình 84 Sơ đồ cấu tạo bơm pittong tác dụng đơn

Bơm được dẫn động bởi động cơ. Chuyển động quay của động cơ qua tay quay 9, thanh truyền 10 đến cần pớt tụng 11 biến thành chuyển động tịnh tiến của pớt tụng1 trong xi lanh 2. Nếu gọi chiều dài tay quay là R thỡ hành trỡnh chuyển động của pớt tụng là s = 2R.

Khi pớt tụng dịch chuyển từ phải sang trỏi, thể tớch buồng làm việc tăng lờn, ỏp suất trong đú giảm đi nhỏ hơn ỏp suất trờn mặt bể chứa. Vỡ thế, chất lỏng trong bể hỳt 8 qua ống 7, van hỳt 6 vào buồng làm việc 5. Tay quay 9 quay từ C_1 đến C_2, pớt tụng dịch chuyển từ trỏi sang phải (từ B_1 đến B_2), thể tớch buồng làm việc giảm dần ỏp suất của chất lỏng tăng lờn, van 6 đúng lại van đẩy 4 mở ra, chất lỏng ra khỏi buồng làm việc vào ống đẩy.

Như vậy trong một vũng quay của tay quay, bơm thực hiện một quỏ trỡnh hỳt và một quỏ trỡnh đẩy liền nhau. Quỏ trỡnh pớt tụng đi từ B_1 đến B_2 là quỏ trỡnh đẩy. Quỏ trỡnh pớt tụng đi từ B_2 đến B_1 là quỏ trỡnh hỳt. Quỏ trỡnh hỳt và đẩy của bơm pớt tụng giỏn đoạn và xen kẻ lẫn nhau. Một quỏ trỡnh hỳt và đẩy kế tiếp nhau của bơm gọi là một chu kỳ làm việc.

Do kết cấu và nguyờn lý làm việc như vậy nờn so với bơm ly tõm, bơm pớt tụng cú khả năng tự mồi và tạo nờn được cột ỏp lớn nhưng bơm pớt tụng cú kết cấu cồng kềnh và cho lưu lượng khụng đều.Vỡ vậy khi yờu cầu cột ỏp khụng lớn lắm bao giờ người ta cũng dựng bơm ly tõm. Bơm pớt tụng chỉ được sử dụng khi yờu cầu lưu lượng nhỏ và cột ỏp lớn (từ 2000m trở lờn).

* *Phân loại*

Theo nguyờn tắc làm việc, cấu tạo, mục đớch sử dụng, bơm pớt tụng cú nhiều cỏch phõn loại

Theo nguyên tắc làm việc chia ra:

a) Bơm tỏc dụng đơn, trong một chu kỡ làm việc chỉ cú một quỏ trỡnh hỳt và một quỏ trỡnh đẩy.

b) Bơm tỏc dụng kộp, pớt tụng làm việc cả hai phớa ((H-85), bơm cú hai buồng làm việc A và B, hai van hỳt 1 và 4, hai van đẩy 2 và 3. Cứ một vũng quay của tay quay, bơm thực hiện hai quỏ trỡnh hỳt và hai quỏ trỡnh đẩy.

Hình 8.5 Sơ đồ bơm tác dụng kộp

c) Bơm ba tỏc dụng trong một chu kỳ làm việc (một vũng quay của trục khuỷu) cú ba quỏ trỡnh hỳt và ba quỏ trỡnh đẩy (H-86). Bơm này do ba bơm tỏc dụng đơn ghộp lại với nhau cỏc pớt tụng lắp trờn cựng một trục khuỷu, cú chung một ống hỳt và một ống đẩy. Tay quay của cỏc pớt tụng bố trớ lệch nhau một gúc 120^0.

Hình 8.6 Sơ đồ cấu tạo bơm pittong ba tác dụng

d) Bốn bốn lần tỏc dụng, do hai bơm tỏc dụng kộp cú tay quay lệch nhau một gúc 90^0 ghộp lại với nhau.

Theo vị trớ đặt xi lanh chia ra
(a) Bơm trục ngang
(b) Bơm trục đứng

Theo đặc điểm kết cấu pớt tụng chia ra
(a) Bơm pớt tụng đĩa (H-84), pớt tụng cú dạng đĩa, mặt xung quanh của pớt tụng tiếp xỳc với thành xi lanh. Loại bơm này chế tạo yờu cầu độ chớnh xỏc cao.
(b) Bơm pớt tụng trụ (H-86), pớt tụng cú dạng trụ. Mặt xung quanh của pớt tụng khụng tiếp xúc với thành xi lanh. Xi lanh chế tạo khụng đũi hỏi cú độ chớnh xỏc cao.

Theo ỏp suất chia ra
(a) Bơm ỏp suất thấp : P < 10 at
(b) Bơm ỏp suất trung bỡnh : P = 10 - 20 at
(c) Bơm ỏp suất cao : P > 10 at
Theo mục đớch sử dụng chia ra : bơm dung dịch, bơm vữa, bơm dầu, bơm axớt ....

6.2 LƯU LƯỢNG CỦA BƠM PÍT TẽNG

Theo định nghĩa chung về lưu lượng đối với cỏc loại bơm thỡ với bơm pớt tụng chỉ tớnh được lưu lượng trung bỡnh. Vận tốc chuyển động của pớt tụng thay đổi theo thời gian nờn lưu lượng tức thời của bơm pớt tụng cũng thay đổi theo thời gian.

* *Lưu lượng trung bình*

Đối với bơm pớt tụng tỏc dụng đơn, thể tớch chất lỏng cấp được trong một chu kỳ làm việc

$$q = F S$$

Đối với bơm tác dụng kộp

$$q = S (2F - f)$$

Trong đú

$F = \pi D^2/4$	diện tớch mặt làm việc của pớt tụng, tớnh bằng m^2
D	đường kớnh pớt tụng, tớnh bằng m
S	hành trõnh chuyển động của pớt tụng, tớnh bằng m
$f = \pi d^2/4$	diện tớch tiết diện ngang của cần pớt tụng
d	đường kớnh cần pớt tụng, tớnh bằng m

Võ thế cú lưu lượng lý thuyết trung bõnh của bơm pớt tụng tỏc dụng đơn

$$Q_{lt} = F S n / 60 \qquad m^3/s \qquad (6.1)$$

Của bơm pớt tụng tỏc dụng kộp

$$Q_{lt} = (2F - f)Sn / 60 \qquad m^3/s \qquad (6.2)$$

Và lưu lượng của bơm ba tỏc dụng

$$Q_{lt} = 3 F S n / 60 \qquad m^3/s \qquad (6.3)$$

Do bộ phận lút kớn của bơm và cỏc van khụng tuyệt đối kớn; cú khớ lút vào bơm; do sự đúng mở chậm của van hỳt và van đẩy trong quỏ trõnh hỳt và đẩy kế tiếp nhau nờn lưu lượng thực tế của bơm bao giờ cũng nhỏ hơn lưu lượng lý thuyết. Lưu lượng thực tế của bơm pớt tụng tớnh theo cụng thức

$$Q = \eta_{TT} Q_{lt} \qquad (6.4)$$

Trong đú: η_{TT} = 0,80 - 0,95 hiệu suất thể tớch của bơm pớt tụng. Giỏ trị lớn nhất đối với bơm cú kớch thước lớn và giỏ trị nhỏ lấy đối với bơm cú kớch thước nhỏ.

* *Lưu lượng tức thời*

Theo định nghĩa về lưu lượng, cú thể xỏc định được lưu lượng tức thời của bơm pớt tụng.

$$Q = F V \qquad (6.5)$$

Với V là vận tốc chuyển động tức thời của pớt tụng.

Nếu gọi x là quảng đường pớt tụng di chuyển được trong một thời gian t (H-84) thỡ:

$$x = R(1 - \cos\varphi)$$

$$\varphi = \omega t$$

Trong đú

ω vận tốc gúc của tay quay

t thời gian chuyển động

R bỏn kớnh tay quay, tớnh được

$V = dx / dt$

$V = R\omega\sin\varphi$ (6.6)

Do đú cú cụng thức tớnh lưu lượng tức thời của bơm pớt tụng

$Q_1 = F R\omega\sin\varphi$ (6.7)

Như vậy sự thay đổi của lưu lượng hoàn toàn phụ thuộc vào sự thay đổi vận tốc chuyển động của pớt tụng. Giỏ trị của lưu lượng thay đổi theo quy luật hỡnh sin, từ "0" tương ứng với vị trớ tay quay ở C_1 (H-84) đến cực đại (tay quay ở vị trớ giữa) rồi lại trở về trị số 0 (tay quay ở C_2). Nghĩa là lưu lượng tức thời của bơm pớt tụng sẽ đạt giỏ trị lớn nhất khi $\varphi = \pi/2 + 2k\pi$ với bơm tỏc dụng đơn, khi $\varphi = \pi/2 + k\pi$ với bơm tỏc dụng kộp và đạt được giỏ trị nhỏ nhất ($Q = 0$) khi $\varphi = k\pi$. Do vậy cú thể dựng được đồ thị lưu lượng của bơm tỏc dụng đơn (H-87) và bơm tỏc dụng kộp (H-88)

Tương tư như trờn cũng cú thể dựng được đồ thị lưu lượng của bơm ba lần tỏc dụng bằng cỏch dựng ba biểu đồ lưu lượng của bơm tỏc dụng đơn bố trớ lệch pha nhau một gúc 120^0 (H-89).

Hình 8.7 Đồ thị lưu lượng của bơm pớt tụng tỏc dụng đơn

Hình 8.8 Đồ thị lưu lượng của bơm pớt tụng tỏc dụng kộp

Hình 8.9 Đồ thị lưu lượng của bơm pittong ba lần tác dụng

Qua một số biểu đồ lưu lượng ở trờn thấy rằng cỏc bơm pớt tụng cú sự cấp lưu lượng khụng đều. Để đỏnh giỏ mức độ khụng đều về lưu lượng, người ta dựng hệ số cấp lưu lượng khụng đều K_Q

$$K_Q = Q_{max} / Q \qquad (6.8)$$

Với bơm pớt tụng tỏc dụng đơn thỡ lưu lượng trung bình

$$Q = F\ S\ n / 60 \qquad (6.9)$$

Và lưu lượng tức thời

$$Q_t = FR\omega\sin\varphi$$

Sẽ đạt giỏ trị cực đại khi $\sin\varphi = 1$, tức là:

$$Q_{max} = F\ R\ \omega$$

Mà $R = 5/2$; $\omega = 2\pi\ n / 60$

Nờn $Q_{max} = 2\pi\ F\ S\ n / 60$ (6.10)

Thay (6.9) và (6.10) vào (6.8) tớnh được hệ số khụng đều về lưu lượng của bơm pớt tụng tỏc dụng đơn

$$K_Q = 3{,}14$$

Tương tự như trờn, tớnh được hệ số khụng đều về lưu lượng của bơm pớt tụng

Tác dụng kộp	1,57
Ba lần tác dụng	1,047
Bốn lần tác dụng	1,57

Như vậy, trong cỏc loại bơm pớt tụng kể trờn thỡ bơm ba lần tỏc dụng cú sự cấp lưu lượng đều hơn cả.

** Điều chỉnh lưu lượng của bơm pớt tụng*

Lưu lượng của bơm pớt tụng cú thể điều chỉnh bằng cỏc phương phỏp sau:

a) Thay đổi số vũng quay của trục động cơ.
b) Dựng một ống phụ để thỏo bớt chất lỏng từ buồng đẩy về buồng hỳt của bơm.
c) Thay đổi diện tớch mặt làm việc của pớt tụng.
d) Thay đổi hành trỡnh chuyển động của pớt tụng (s) nhờ thay đổi chiều dài tay quay hoặc thanh truyền.

Tuyệt đối khụng điều chỉnh lưu lượng bơm pớt tụng bằng khúa trờn ống đẩy vỡ khụng những sẽ khụng điều chỉnh được lưu lượng mà cũn làm tăng ỏp lực trong buồng xi lanh, cú thể gõy hỏng xi lanh.

** Chiều cao hút*

Cũng tương tự như trong bơm ly tõm, chiều cao hỳt của bơm pớt tụng là tổng số giữa chiều cao hỳt địa hỡnh, tổn thất thủy lực trong ống hỳt và độ dự trữ xõm thực, nú được xỏc định phụ thuộc vào sơ đồ bố trớ mỏy bơm, cao trỡnh bố trớ mỏy bơm, nhiệt độ và trọng lượng riờng của chất lỏng, sẽ hành trỡnh chuyển động của pớt tụng trong một phỳt. Ngoài ra cũn phải kể đến ảnh hưởng của cột nước quỏn tớnh đến chiều cao hỳt của bơm do sự chuyển động khụng đều của dũng chảy trong ống hỳt gõy nờn.

Chiều cao hỳt địa hỡnh là khoảng cỏch thẳng đứng từ mực nước nằm ngang trong bể hỳt đến điểm cao nhất của mặt trong xi lanh đối với bơm trục ngang, hoặc đến vị trớ cao nhất của pớt tụng đối với bơm trục đứng.

** Cột áp toàn phần*

Cột ỏp của bơm pớt tụng được tạo nờn chủ yếu bởi sự thay đổi ỏp suất thủy tĩnh của chất lỏng khi chuyển động qua mỏy. Cột ỏp toàn phần của bơm pớt tụng bằng tổng cột ỏp địa hỡnh và tổn thất cột ỏp qua ống hỳt, ống đẩy. Để xỏc định cột ỏp người ta cũng dựng ỏp kế và chõn khụng kế như trong bơm ly tõm.

Khỏc với bơm cỏnh, cột ỏp của bơm pớt tụng hầu như khụng phụ thuộc vào lưu lượng. Tuy nhiờn, khi cột ỏp tăng lờn thỡ lưu lượng cũng giảm đi một ớt do việc tăng ỏp lực kộo theo sự tăng tổn thất do rũ rỉ. Nếu cột ỏp quỏ lớn thỡ lưu lượng của bơm cũng bằng 0 do rũ rỉ hoặc van an toàn mở để xả chất lỏng về bể hỳt.

** Hiệu suất và công suất*

Hiệu suất và cụng suất của bơm pớt tụng cũng xỏc định theo cụng thức chung đối với cỏc loại bơm.

Hiệu suất toàn phần

$$\eta = \eta_{LT}\, \eta_{TT}\, \eta_{C}$$

Trong bơm pớt tụng, động năng của cỏc phần tử chất lỏng nhỏ nờn tổn thất thủy lực qua bơm cũng rất nhỏ và cú thể coi $\eta_{TL} = 1$. Vỡ thế:

$$\eta = \eta_{TT}\, \eta_{C} \qquad (6.11)$$

Cụng suất của máy bơm

$$N_b = \gamma\, Q\, H / 102\, \eta \qquad \text{kw}$$

Cụng suất động cơ dẫn động

$$N_{dc} = kN_b$$

** Đường đặc tính*

Đường đặc tính của bơm pittong cũng cú thể dựng bằng phương pháp tính toán hoặc thực nghiệm. Giữa đường đặc tớnh tớnh toỏn và đường đặc tớnh thực nghiệm cú sự sai khỏc và người ta thường dựng bằng phương phỏp thực nghiệm. Hình 90 giới thiệu đường đặc tính cánh,

bơm pittong thường biểu diễn cỏc thụng số làm việc theo H vỡ khi số vũng quay n khụng đổi, Q khụng đổi thỡ việc điều chỉnh chế độ làm việc quy về việc điều chỉnh cột ỏp.

Hình 90 Đường đặc tính của bơm pittong

6.4 CHỤP KHÔNG KHÍ CỦA BƠM PITTONG

Như đó khảosát trong phần 6.2 bơm pớt tụng cú lưu lượng không đều. Nguyên nhân của sự dao động về lưu lượng là do sự biến đổi vận tốc chuyển động của chất lỏng trong bơm và do đặc điểm cấu tạo của bơm. Sự chuyển động khụng ổn định của chất lỏng trong bơm cũn kộo theo sự dao động của cột ỏp bơm. Sự dao động về lưu lượng và cột ỏp như vậy làm tăng tổn thất thủy lực, gây nên chấn động trong hệ thống bơm; thậm chớ cú thể gõy hiện tượng nước va khi bơm làm việc trong hệ thống ống dài. Ngoài ra, sự dao động về lưu lượng và áp lực này cũn ảnh hưởng xấu đến chất lượng làm việc của cả hệ thống. Vì thế, người ta cố gắng khắc phục hiện tượng khụng ổn định của dũng chảy trong bơm. Ngoài việc sử dụng những bơm tỏc dụng nhiều lần (hai lần, ba lần), người ta cũn đặt thờm chụp khụng khớ trờn ống hỳt và ống đẩy ngay sỏt xi lanh để khắc phục phần nào sự chuyển động khụng ổn định của dũng chảy trong bơm.

Chụp không khí lắp trên ống hút gọi là chụp hút của bơm (H-91a). Trong qúa trình hút của bơm một phần chất lỏng được tích lũy lại trong chụp. Giả sử mực nước trong chụp hỳt là Z_c, ỏp suất trong chụp hỳt là P_x. Khi pớt tụng chuyển động đi lờn, nước theo ống hút vào bơm làm mực nước trong chụp giảm xuống. Vì thế áp suất trong chụp giảm đi nhỏ hơn ỏp suất trên mặt thoáng trong bể hút nên nước từ bể hỳt liờn tục chảy vào chụp hút. Vỡ pớt tụng chuyển động khụng đều nên lượng chất lỏng hút từ chụp hút vào bơm thay đổi. Khi kớch thước chụp hút đủ lớn thỡ mực nước trong chụp ớt thay đổi. Vỡ thế, dũng chảy từ bể hỳt vào chụp cú thể coi như là dũng chảy ổn định. Lực quỏn tớnh ở đú bằng 0. Lực quỏn tớnh của cũng chảy chỉ xuất hiện trong đoạn ống ngắn nối bơm với chụp hút nên giảm được tổn thất năng lượng trong ống hút. Vỡ vậy để giảm chiều dài ống hỳt, người ta khuyờn nờn đặt chụp hỳt càng gần bơm càng tốt.

Hỡnh -91a Chụp hút H-91b Chụp đẩy

Chụp không khí lắp trên ống đẩy gọi là chụp đẩy (H-91b). Trong qúa trình đẩy của bơm, một phần chất lỏng được tích lũy lại trong chụp đẩy. Lượng chất lỏng này lớn hơn hoặc bằng lưu lượng trung bình của bơm. Trong chụp thướng chứa 1/3 thể tích là nước, phần còn lại là Không khí. Khi mực nước trong chụp đẩy đủ lớn không bị nộn lại tạo nên áp suất lớn. Khi van đẩy đúng, dũng nước chảy vào ống đẩy khụng bị tắt ngay mà nhờ ỏp suất dư trong chụp nếu nước vẫn tiếp tục chảy vào ống đẩy. Vỡ vậy sự dao động ỏp suất trong quỏ trỡnh đẩy của bơm giảm đi và lưu lượng cũng đều hơn. Thể tích không khí trong chụp đẩy V_d^k cú thể lấy dựa theo thể tớch buồng làm việc của bơm:

Bơm tác dụng đơn lấy	$V_đ^k = 22\ F\ S$
Bơm tác dụng kộp	$V_đ^k = 9\ F\ S$
Bơm ba lần tác dụng	$V_đ^k = 0{,}5\ F\ S$
Bơm hai lần tác dụng kộp	$V_đ^k = 2\ F\ S$

Thể tích khí trong chụp hút nên lấy trong khoảng từ 5 đến 10 F S.
Nếu đặt thước đo mực nước và van khớ để kiểm tra sự làm việc của chụp khụng khớ.

CHƯƠNG 7
QUẠT GIÓ VÀ MÁY NÉN KHÍ

Quạt gió và máy nén khí là những loại máy có sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc tương tự như máy bơm, nhưng nó không làm việc với chất lỏng mà làm việc với chất khí.

Quạt gió thường được sử dụng với hai loại: ly tâm và hướng trục, cung cấp khí có áp suất đến 3 át mốt phe.

Máy nén khí có ba loại: máy nén khí pít tông, máy nén khí rôtô và máy nén khí ly tâm. Máy nén khí cho dòng khí có áp suất lớn hơn 3 át mốt phe.

Quạt gió và máy nén khí cũng là những loại máy được sử dụng nhiều trong cấp và thoát nước. Quạt gió dùng để thông gió nhân tạo. Máy nén khí dùng để cung cấp khí nén cho bơm khí ép, thổi rửa giếng khoan, dùng trong những trạm bơm nước thải cỡ nhỏ.

7.1 QUẠT GIÓ LY TÂM

Hình 92 giới thiệu sơ cấu tạo quạt gió ly tâm, loại quạt này dùng để hút và đẩy khí dưới áp suất không quá 1 at. Vì vậy, có thể bỏ qua tính chất nén được của khí và áp dụng được lý thuyết cơ bảng của bơm ly tâm cho quạt gió.

Hình 92 Quạt ly tâm
1- Ống hút; 2- Buồng xoắn; 3- Moay ơ; 4- Trục
5- Cánh bánh xe công tác; 6- Đĩa sau; 7- Đĩa trước

Tuy nhiên kết cấu của quạt có nhiều điểm khác bơm ly tâm.

Bộ phận chính của quạt là bánh xe công tác và buồng xoắn. Bánh xe công tác gồm moay ơ, cánh, đĩa trước, đĩa sau. Cánh bánh xe thường gò bằng thép lá có chiều dày δ = 2-8mm. Thường chọn góc đặt cánh $\beta_1 = 90^0$; góc β_2 có thể lấy các giá trị 30^0, 60^0, 170^0. Đĩa bánh sau có thể đúc bằng gang hoặc gò bằng thép tấm. Đĩa sau có dạng phẳng. Đĩa trước có thể phẳng hoặc cong (như đĩa trước của bánh xe công tác bơm ly tâm). Đĩa trước dạng phẳng đơn giản nhưng dễ gây xoáy trong khu vực bánh xe. Chiều rộng bánh xe b nên lấy lớn để giảm tổn thất do sự đổi chiều của dòng khí. Thường thì:

$$b = 0,4\ D$$

Với D là đường kính bánh xe công tác

Buồng xoắn có dạng xoắn ốc, thường gò bằng thép lá.

Ống hút thường có tiết diện tròn. Oáng có dạng tròn, chóp cụt hoặc dạng trụ. Oáng đẩy có tiết diện không đổi, dạng vuông hoặc tròn.

Nguyên tắc làm việc của quạt ly tâm là dựa trên nguyên tắc tác dụng của lực ly tâm. Khi quạt gió làm việc, không khí qua ống hút vào bánh xe công tác. Do tác dụng của lực ly tâm, các phần tử khí được nhận thêm năng lượng chuyển động từ tâm ra chu vi bánh xe qua buồng xoắn lên ống đẩy.

Cũng như máy bơm, các thông số làm việc chính của quạt gió ly tâm là áp suất, lưu lượng, công suất.

Áp suất: như đã trình bày ở phần trên, ta có thể áp dụng lý thuyết cơ bản của bơm ly tâm cho quạt gió ly yâm.

Cột áp do quạt gió ly tâm tạo nên:

$$H_{lt\infty} = U_2C_{2U} / g$$

Thường thiết kế quạt gió ly tâm có vận tốc U_2 = 60-70 m/s. Cột áp thực tế của quạt

$$H = \eta_{tl}\, U_2C_{2U} / g$$

Hiệu suất thủy lực η_{tl} của quạt gió là giá trị kể đến tổn thất gây ra do số cánh hữu hạn, do va đập khi dòng khí vào bánh xe công tác, do ma sát giữa khí với bánh xe công tác.

Áp suất của quạt gió ly tâm

$$P = \gamma H = \varsigma\, \eta_{tl}\, U_2C_{2U} \qquad (7.1)$$

Trong đó

γ trọng lượng riêng

ς khối lượng riêng của khí.

Trong tính toán thường dùng công thức

$$P = P^{-}\, \varsigma\, U_2^2 \qquad (7.2)$$

Hoặc công thức

$$P = \varsigma\, \eta_{tl}\, \mu_2\, U_2^2 \qquad (7.3)$$

Với $\mu_2 = C_{2U} / U_2$: hệ số xoắn tại mép ra

P^{-}: hệ số áp suất

Có thể lấy các hệ số trên theo kinh nghiệm cho trong bảng 7-1 dưới đây.

Bảng 7-1

β_2	$< 90^0$	90^0	$> 90^0$
μ_2	0,5 - 0,8	0,85 - 0,95	1,1 - 1,6
η_{tl}	0,7 - 0,9	0,65 - 0,8	0,6 - 0,75
P^-	0,35 - 0,6	0,6 - 0,7	0,7 - 1,4

* *Lưu lượng*

Lưu lượng của quạt gió ly tâm là thể tích khí do quạt cấp được trong một đơn vị thời gian, tính ở điều kiện bình thường.

$$Q_0 = G / \gamma_0 \qquad (7.4)$$

Trong đó

G trọng lượng khí do quạt cấp trong một đơn vị thời gian.

$\gamma_0 = 1{,}3 kg/m^3$ là trọng lượng riêng của không khí ở điều kiện bình thường, tức là ở điều kiện áp suất khí quyển là 1 at, nhiệt độ khí 20^0C.

Nếu Q và γ là lưu lượng quạt gió và trọng lượng riêng của khí ở điều kiện bất kỳ thì có thể quy về điều kiện bình thường theo công thức:

$$Q_0 = Q\,\gamma / \gamma_0 \qquad (7.5)$$

* *Công suất*

Công suất trên trục quạt gió:

$$N_q = \gamma\, Q_0\, H / 102\, \eta_q = Q_0 P / 102 \eta_q \text{ kw} \qquad (7.6)$$

Với η_q là hiệu suất của quạt gió

Công suất động cơ dẫn động

$$N_{đc} = m\, Q_0\, P / 102 \eta_q \eta_{td} \qquad (7.7)$$

Trong đó

η_{td} hiệu suất bộ truyền động từ động cơ đến quạt.

m hệ số dự trữ công suất lấy theo công suất của quạt gió

Công suất quạt gió N_q = 0,5 - 0,8 kw thì m = 1,5
Công suất quạt gió N_q = 1 kw thì m = 1,3
Công suất quạt gió N_q = 2 kw thì m = 1,2
Công suất quạt gió N_q = 5 kw thì m = 1,15
Công suất quạt gió N_q = 5 kw thì m = 1,1

Các thông số làm việc của quạt gió cũng được thể hiện trên đường đặc tính như bơm ly tâm và cách chọn quạt gió cũng tiến hành giống như chọn bơm.

** Hệ số tỷ tốc*

Hệ số tỷ tốc là số vòng quay của quạt gió mô hình tương tự với quạt đang xét, mà quạt mô hình có lưu lượng Q = $1m^3/s$ áp suất P = 30 kG/cm^2.

$$n_S = 20\pi\, n \sqrt{Q} / (P/\varsigma)^{3/4} \qquad (7.8)$$

Nếu quy về điều kiện bình thường thì

$$n_S = 13n \sqrt{Q_0} / P^{3/4} \qquad (7.9)$$

Trong đó

n	số vòng quay của quạt, tính bằng vg/ph.
Q	lưu lượng quạt, tính bằng m^3/s
P	áp suất của quạt, tính bằng kG/m^2

Theo hệ số tỷ tốc, kết cấu của quạt có những nét khác nhau.

n_S < 200 quạt được chia thành nhiều cấp.
n_S = 200 - 1000 quạt dẫn khí vào một phía.
n_S > 1000 quạt dẫn khí vào hai phía.

Có thể tiến hành điều chỉnh quạt gió bằng cách thay đổi số vòng quay, điều chỉnh sự đóng mở của khóa trên ống hút, đặt thêm cánh hướng dòng.

7.2 QUẠT GIÓ HƯỚNG TRỤC

Hình 93 giới thiệu sơ đồ cấu tạo quạt gió hướng trục. Nguyên tắc làm việc của quạt gió hướng trục cũng tương tự bơm hướng trục. Chóp trước (nhiều khi ở đây đặt bộ phận hướng dòng) có nhiệm vụ hướng dòng khí vào bánh xe công tác thuận dòng. Bánh xe công tác có các cánh cong trong không gian, số cánh thường z = 4 - 16. Động cơ điện có thể bố trí ngay trong chóp sau nhưng cũng có thể đặt ở ngoài vỏ quạt. Nhiều khi bố trí bộ phận chỉnh dòng ở chóp sau, để hướng cho dòng khí sau khi ra khỏi bánh xe công tác chuyển động theo chiều trục. Bộ phận chỉnh dòng đặt phía sau bánh xe công tác, chiều cong của cánh chỉnh dòng ngược với chiều cong của cánh bánh xe công tác góp phần triệt tiêu chuyển động xoáy của dòng khí sau khi ra khỏi bánh xe và làm tăng áp suất.

Hình 93 Sơ đồ cấu tạo quạt gió hướng trục

1- Ống vào; 2- Chóp trước; 3- Bánh xe công tác
4- Trục; 5- Động cơ điện; 6- Chóp sau; 7- Oáng ra

Đường đặc tính quạt gió hướng trục có dạng giống như đường đặc tính bơm hướng trục (H-94). Công suất vá áp suất của quạt lớn nhất khi lưu lượng Q= 0. Vì vậy khi mở máy phải mở tất cả van, khóa trên đường ống để giảm công suất tiêu hao lúc khởi động.

Hình 94 Đường đặc tính quạt gió hướng trục

Các phương pháp điều chỉnh quạt gió hướng trục giống các phương pháp điều chỉnh bơm hướng trục.

Quạt gió ly tâm và hướng trục ở nước ta đã được sản xuất với 15 loại khác nhau, lưu lượng Q = 800-55000 m^3/h, cột áp H = 2,3-12m cột nước.

7.3 MÁY NÉN KHÍ PÍT TÔNG

Hình 95 giới thiệu sơ đồ máy nén khí pít tông tác dụng đơn. Nguyên tắc làm việc của máy nén khí pít tông tương tự như nguyên tắc làm việc của bơm pít tông. Khi pít tông chuyển động sang phải, không khí theo ống hút vào xi lanh. Pít tông chuyển động sang trái, khí bị nén lại, áp suất khí trong buồng xi lanh tăng lên, tới khi áp suất này bắt đầu lớn hơn áp suất khí trong buồng chứa thì van đẩy mở, khí đi vào buồng chứa. Do bị nén nên thể tích khí khi ra nhỏ hơn thể tích khí khi vào rất nhiều. Cũng vì thế đường kính ống hút lớn hơn đường kính ống đẩy khá nhiều.

Máy nén khí ép có thể có một hoặc nhiều cấp. Khi yêu cầu khí nén áp suất cao, dùng máy nén khí nhiều cấp.

Máy nén khí pít tông có loại tác dụng đơn, tác dụng kép, ba lần tác dụng, ... Xi lanh có thể đặt ở vị trí thẳng đứng hoặc nằm ngang.

Hình 95 Sơ đồ cấu tạo máy nén khí pít tông
1- Ống hút; 2- Ống đẩy; 3- Buồng chứa; 4- Xi lanh; 5- Pít tông

* *Các quá trình xảy ra trong máy nén khí*

Hình 96 biểu diễn đồ thị quá trình làm việc của máy nén khí pít tông một cấp.

ABCD là đồ thị biểu diễn các quá trình làm việc của máy nén khí lý tưởng. Công L do máy nén khí sinh ra để hút (L_h), nén (L_n) và đẩy ($L_đ$) khí:

$$L = L_h + L_n + L_đ$$

Để tiện tính toán, quy ước công nén khí là công dương, công giãn khí là công âm.

Trên đồ thị PV (H-96) đường AB ứng với quá trình hút, đường BC ứng với quá trình nén, đường CD ứng với quá trình đẩy. Diện tích giới hạn bởi các đường này và các trục tọa độ biểu diễn công do máy nén khí sinh ra.

Hình 96

$$L_h = S_{ABEF} = - P_1V_1$$
$$L_n = S_{GCBE}$$
$$L_đ = S_{FCDG} = P_2V_2$$

Nên $$L = L_n - P_1V_1 + P_2V_2 \qquad (7.10)$$

Trong đó

P_1V_1 áp suất, thể tích khí ban đầu
P_2V_2 áp suất, thể tích khí sau khi nén

Công nén khí L_n phụ thuộc vào đặc tính quá trình nén. Như đã biết trong nhiệt kỹ thuật, sự nén khí có thể thực hiện theo nhiều quá trình khác nhau: đẳng nhiệt, đoạn nhiệt, đa biến.

Quá trình đẳng nhiệt xảy ra khi nhiệt độ của khí không thay đổi trong quá trình nén.

Quá trình đoạn nhiệt xảy ra khi phần nhiệt tăng do ma sát của pít tông với xi lanh được làm nguội.

Quá trình đa biến xảy ra khi phần nhiệt được làm nguội lớn hơn phần nhiệt tăng do ma sát nhưng vẫn nhỏ hơn toàn bộ lượng nhiệt tăng lên trong quá trình nén.

Trong các quá trình trên thì công tiêu hao cho quá trình nén đẳng nhiệt là ít nhất. Tuy vậy, trong thực tế, dù có làm nguội tốt thì sự làm việc của máy nén khí cũng không thể theo đúng quá trình nén đẳng nhiệt được mà chỉ diễn ra gần với quá trình đoạn nhiệt. Khi ấy cần có hệ thống

theo dõi điều chỉnh lưu lượng nước làm nguội sao cho sự chênh nhiệt độ giữa nước vào và nước dẫn ra nằm trong khoảng 5-10^{0}C.

Công nén khí trong quá trình đoạn nhiệt

$$L_n = 1/(K - 1)(P_2V_2 - P_1V_1) = 1/(K-1)[(P_2/P_1)^{(K-1)/K} - 1]$$

Thay vào (7.10) tính được công toàn phần của máy nén khí tiêu hao để nén 1 kG khí từ áp suất P_1 đến áp suất P_2.

$$L = 1 / (K-1) * (P_2V_2 - P_1V_1) - P_1\gamma_1 + P_2V_2$$
$$= K / (K-1) * (P_2V_2 - P_1V_1)$$

Do vậy

$$L = K / (K-1) * P_1V_1 [(P_2/P_1)^{(K-1)/K} - 1] \qquad (7.11)$$

Ở đây chỉ số nén đoạn nhiệt K = 1,4.

Nếu thay giá trị K vào (7.11) và tính công toàn phần của máy nén khí để nén 1m^3 khí thì có công thức:

$$L = 35000P_1[(P_2/P_1)^{0,19} - 1] \quad kG\ m / m^3 \qquad (7.12)$$

Nếu áp suất khí ban đầu P_1 = 1at thì:

$$L = 35000(P_2^{0,29} - 1) \qquad kG\ m / m^3$$

Các quá trình diễn ra mô tả ở trên chỉ nhận được theo tính toán lý thuyết. Trong thực tế, những quá trình này xảy ra khác nhiều so với lý thuyết. Nguyên nhân những sự sai khác này là do:

* *Aûnh hưởng của khoảng không gian chết*

Theo lý thuyết, sau một chu trình làm việc của máy nén khí lượng khí trong xi lanh được đẩy hoàn toàn ra khỏi xi lanh. Các quá trình này tương ứng với đồ thị ABCD (H-97).

Hình 97

Trong thực tế, sau một quá trình nén trong xi lanh bao giờ cũng còn lại một thể tích khí V_c (tương ứng với đoạn AE trên H-97). Khoảng không gian này gọi là khoảng không gian chết. Lượng khí còn lại trong xi lanh giãn ra theo đường FG đạt đến áp suất P_1. Gọi V_L là thể tích làm việc của xi lanh theo lý thuyết, V_C là thể tích làm việc thực tế của xi lanh thì:

$$V_C / V_L = m$$

Thông thường m = 0,02 - 0,1

$$V_S / V_L = \eta_{TT}$$

η_{TT}: hiệu suất thể tích

Gọi V_{C1} là thể tích khí còn lại trong xi lanh sau khi đã giãn ra đến áp suất P_1 có:

$$V_{C1} / V_C = (V_C + V_L - V_S)/ mV_L$$
$$V_{C1} / V_L = m + 1 - \eta_{TT}^{/}) / m = (P_2/P_1)^{1/n}$$

$$P_2 / P_1 = \in$$

$\in$: hệ số nén

Từ đó có:

$$m + 1 - \eta_{TT}^{/} = m\in^{1/n}$$

$$\eta_{TT}^{/} = 1 - m(\in^{1/n} - 1) \qquad (7.13)$$

Như vậy, khoảng không gian chết làm giảm lưu lượng máy nén khí.

Trong trường hợp này công do máy nén khí sinh ra để hút, đẩy lượng khí theo yêu cầu (công toàn phần L) và để nén (L_{nc}), giãn (L_{gc}) lượng khí nằm trong khoảng chết nghĩa là.

$$L_{TP} = L + L_{nc} - L_{gc}$$

Cho rằng quá trình nén và giãn khí có chỉ số n như nhau, thông số đầu và cuối như nhau thì:

$$/ E_{nc} / = / L_{gc} /$$

Do đó

$$L_{TP} = L$$

Như vậy, khoảng không gian chết không ảnh hưởng đến công của máy nén khí.

** Ảnh hưởng của độ giảm áp suất khi hút và tăng áp suất khí nén*

Do sức cản của ống hút và van hút, áp suất khí trong xi lanh trong quá trình hút nhỏ hơn áp suất khí quyển P_a. Với máy nén khí lý tưởng (không có tổn thất qua van và đường ống) thì áp suất trong xi lanh $P_1 = P_a$. Do áp suất khí trong xi lanh của máy nén khí thực $P_1^{/} < P_1$ nên quá trình nén không bắt đầu từ G mà từ $G^{/}$. Thể tích khí trong xi lanh trong quá trình hút là $G^{/}B^{/} \equiv V_S^{/}$ (H-97). Như vậy, do sự giảm áp suất khí hút, thể tích khí hút vào bị giảm đi, công tăng lên một lượng bằng diện tích $GG^{/}B^{/}B$.

Trong máy nén khí lý tưởng, áp suất trong xi lanh khí nén P_2 bằng áp suất trong buồng chứa khí. Trong máy nén khí thực, do sức cản trong ống đẩy và van đẩy nên phải có áp suất trong xi lanh khi nén.

$$P_2^{/} > P_2$$

Do vậy, quá trình nén không kết thúx tại F mà là tại $F^{/}$ (H-97). Lượng khí còn lại trong xi lanh lại giãn ra theo đường $F^{/}G^{//}$, thể tích khí thực tế được hút vào xi lanh là $V_S^{//} = G^{//}B$.

Hiệu suất thể tích

$$\eta_{TT} = V_S^{//} / V_S$$
$$\eta_{TT} = 1 - m (\in^{1/n} - 1) \qquad (7.14)$$

Trong đó: $\in^{/} = P_2^{/} / P_1$

$$P_2^{/} = (1,02 - 1,03)P_2 \; ; \; P_1^{/} = (0,05 - 0,98)P_1$$

Như vậy do ảnh hưởng của sự tăng áp suất khí nén và giảm áp suất khí hút, lưu lượng của máy nén khí bị giảm đi và công tác tăng lên.

* *Ảnh hưởng của nhiệt độ không khí*
Khi nhiệt độ không khí tăng lên thì mật độ khí giảm nên lưu lượng tính theo trọng lượng giảm. Trong các quá trình hút, nén, đẩy khí của máy nén khí nhiệt độ khí cũng bị tăng lên.

* *Ảnh hưởng của độ ẩm*
Khi độ ẩm tăng, mật độ khí bị giảm đi do có lẫn hơi nước. Vì vậy, độ ẩm tăng thì lưu lượng máy nén khí tính theo trọng lượng giảm.

* *Ảnh hưởng của sự rò rỉ*
Trong chế tạo, khe van và bề mặt tiếp xúc giữa pít tông với xi lanh không hoàn toàn khít kín nên có một lượng khí bị rò rỉ qua đó.

* *Lưu lượng*
Lưu lượng của máy nén khí pít tông là thể tích khí nén được trong một đơn vị thời gian. Tuy vậy, để tiện tính toán người ta thường quy đổi lưu lượng này về trạng thái ban đầu, trạng thái hút. Lưu lượng của máy nén khí thường ký hiệu là V, đơn vị đo m^3/ph, m^3/h,...

Lưu lượng lý thuyết của máy nén khí pít tông tác dụng đơn

$$V_{lt} = F\,S\,n \qquad m^3/ph$$

Và tác dụng kép

$$V_{lt} = (2F - f)\,S\,n \qquad m^3/ph$$

Lưu lượng thực tế

$$V = \eta_{TT} V_{lt}$$

Thông thường hiệu suất thể tích η_{TT} = 0,8 - 0,9

* *Công suất*

Công suất máy nén khí pít tông tính theo công thức

$$N = L V / 60*102 \eta \quad kw \qquad (7.16)$$

Trong đó

L Công nén 1 m^3 khí, tính bằng kG m/m^3

V lưu lượng máy nén khí, tính bằng m^3/ph

$\eta = \eta_n \eta_{CK}$

Hiệu suất cơ khí η_{CK} = 0,82 - 0,95

Hiệu suất nén nhiệt η_n = 0,7 - 0,85

Công suất trên trục động cơ dẫn động

$$N_{đc} = k N / \eta_{Tđ} \qquad (7.17)$$

Trong đó

k hệ số dự trữ công suất.

N công suất trên trục máy nén khí

$\eta_{Tđ}$ hiệu suất truyền động. Truyền động bánh răng, $\eta_{Tđ}$ = 0,85 - 0,92

Cao trình đặt máy nén khí ảnh hưởng đến lưu lượng và công suất máy nén khí. Khi cao trình đặt máy tăng thì lưu lượng giảm và công suất tăng lên.

Máy nén khí pít tông có khả năng tạo nên khí áp suất cao nhưng có nhược điểm:

a) Lưu lượng nhỏ, tốc độ chậm, gây trở ngại khi nối với động cơ điện tốc độ cao.
b) Cấp lưu lượng vào hệ thống không đều đòi hỏi phải đặt thùng chứa khí.
c) Kích thước biến dạng của tổ máy lớn.

7.4 MÁY NÉN KHÍ RÔTO

Hình 98 Máy nén khí rôto

Máy nén khí rô to bản phẳng (H-98) là loại được sử dụng tương đối rộng rãi. Khác với máy nén khí pít tông, bộ phận công tác của máy nén khí rô to là rôto 1 chuyển động quay. Rôto đặt lệch tâm trong vỏ trụ rỗng 3 tạo nên một khoảng không gian hình lưỡi liềm giữa chúng. Ở rôto có đục các rãnh. Những rãnh này tạo với phương bán kính một góc 7^0-10^0 trên chiều quay của rô to, số rãnh thường có ít nhất là 20, trong những rãnh này có đặt các tấm thép phẳng 2, có khả năng dịch chuyển ra, vào trong rãnh.
Khi rô to quay do tác dụng của lực ly tâm các bản phẳng bắn ra phía ngoài rãnh, tỳ lên thành trong của vỏ, chia khoảng không gian hình lưỡi liềm thành các buồng có thể tích khác nhau. Rôto quay theo chiều kim đồng hồ, thể tích buồng tăng lên, áp suất trong buồng giảm đi, không khí qua ống hút vào trong buồng giảm đi, không khí qua ống hút vào các buồng. Rôto tiếp tục quay, thể tích các buồng giảm dần, khí được nén lại và đẩy ra qua ống đẩy. Như vậy, trong một vòng quay của rôto máy nén khí thực hiện ba quá trình, hút, nén và đẩy khí. Aùp suất khí nén phụ thuộc vào tỉ số thể tích buồng chứa khí ở đầu và cuối quá trình nén.

Máy nén khí rôto thường có loại một cấp và hai cấp. Máy nén khí một cấp cho khí nén áp suất 3-5at, máy nén khí hai cấp cho khí nén áp suất 15at.

* *Lưu lượng*
Xét một buồng có diện tích mặt cắt ngang F, chiều dài buồng L, thể tích buồng:

$$V = F\,L$$

Hình 99

Xét một vi phân diện tích buồng giới hạn bởi góc dφ (H-99)

$$dF = [\pi d\varphi + (r+m)\,d\varphi\,] / 2 * 2m$$
$$= (r + m)\,d\varphi * 2m$$

Ở đây

r bán kính rôto
m độ lệch tâm

Do đó

$$F = 2 \int_0^{\beta/2} (r+m)2m\,d\varphi = 2(r+m)m\beta$$
$$r + m = R$$
$$\beta = 2\pi / z$$
z : số buồng

Thể tích buồng

$$V = 4 / z\,\pi RmL$$

Lưu lượng lý thuyết của máy nén khí:

$$V_{lt} = V\ z\ n = 4\pi RmLn \qquad (7.18)$$

Lưu lượng thực tế

$$V = \eta_{TT} + V_{lt} = 4\pi RmLn\ \eta_{TT} \qquad (7.19)$$

Hiệu suất thể tích

$$\eta_{TT} = \eta_1\ \eta_2$$

Trong đó

η_1 thành phần kể đến sự rò rỉ
η_2 thành phần kể đến chiều dày các bản phẳng

$$\eta_1 = 1 - kP_2/P_1 \qquad (7.20)$$

Theo kinh nghiệm k = 0,05 - 0,1

$$\eta_2 = (\pi D - Sz) / \pi D \qquad (7.21)$$

Trong đó

D đường kính trong của vỏ, tính bằng m
S chiều dày bản phẳng, tính bằng m
z số bản phẳng

Các máy nén khí rôto thường có η_{TT} = 0,5 - 0,8

* *Công suất*
Tương tự như máy nén khí pít tông công suất máy nén khí rôto cũng tính theo công thức (7.15).

Ưu điểm của máy nén khí rôto là lưu lượng lớn và đều, nối được trực tiếp với động cơ điện, kết cấu và điều chỉnh đơn giản, kích thước nhỏ gọn.

Nhược điểm của máy nén khí rôto là tổn thất năng lượng do ma sát lớn, áp suất khí lớn thì khó chống rò rỉ, các chi tiết chuyển động chóng bị mài mòn, gia công và lắp ráp yêu cầu độ chính xác cao.

7.5 MÁY NÉN KHÍ LY TÂM

Tương tự bơm và quạt gió ly tâm, máy nén khí ly tâm cũng làm việc dựa trên nguyên tắc tác dụng của lực ly tâm. Hình 100 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của máy nén khí ly tâm.

Bánh xe công tác 2 là bộ phận chính để biến năng lượng động cơ thành năng lượng dòng khí. Bánh xe công tác có 18-32 cánh. Cánh có dạng cong sau, góc $\beta_2 = 40\text{-}55^0$.

Ống lọc 3 để biến một phần động năng của dòng khí thành thế năng. Khuỷu cong 5 để nắn dòng khí theo chiều ngược lại, đi vào bánh xe công tác cấp tiếp theo hoặc ra miệng đẩy qua bộ phận hướng dòng ngược 4.

Máy nén khí ly tâm đã được sản xuất với nhiều loại có lưu lượng từ 10 đến 10.000 m^3/h và áp suất khí từ 3 đến 10at. Tùy theo áp suất khí nén yêu cầu mà máy nén khí ly tâm có thể có một hoặc nhiều cấp.

Hình 100 Sơ đồ máy nén khí ly tâm
1- Trục; 2- Bánh xe công tác; 3- Oáng lọc;
4- Bộ phận hướng dòng ngược; 5- Khuỷu cong

Cũng như bơm ly tâm, phương trình cột áp của máy nén khí ly tâm có dạng:

$$H_{lt} = U_2C_2\cos\alpha_2 / g \quad m$$

Độ gia áp suất khí nén đạt được:

$$\Delta P_{lt} = P_2 - P_1 = \gamma H_{lt}$$

$$\Delta P_{lt} = \gamma/g\ U_2C_2\cos\alpha_2 \quad kg/m^2$$

Trọng lượng riêng của khí

$$\gamma = G / V \quad kg/m^3$$

Lưu lượng riêng của máy nén khí

$$v = V / G$$

Trong đó

G lưu lượng trọng lượng của máy nén khí;
V lưu lượng máy nén khí tính bằng m^3/s.

Từ đó có

$$\Delta P_{lt} = 1 / 10^4 gv * U_2C_2\cos\alpha_2 \quad at \qquad (7.22)$$

Bằng tính toán người ta tìm được

$$C_2\cos\alpha_2 = U_2\varphi_2$$

φ_2 là hệ số vận tốc

$$\varphi_2 = K_z - C_2\pi\cot g\beta_2 / U_2$$

Hệ số kể đến số cánh hữu hạn

$$K_z = 1 - r\sin\beta_2 / z$$

Thay các giá trị trên vào (7.22) có:

$$\Delta P_{lt} = U_2 / 10^4 gv\,(K_z - C_{2r}\cot g\beta_2 / U_2) \quad at \qquad (7.23)$$

Trong quá trình máy nén khí làm việc có tổn thất thủy lực do ma sát giữa cánh bánh xe công tác với khí, giữa khí với vỏ bánh xe, độ gia áp suất thực tế.

$$\Delta P = \eta_{TL}\,\Delta P_{lt} \qquad (7.24)$$

Các công thức trên được tính với các giá trị lưu lượng và trọng lượng riêng trung bình

$$\gamma_{tb} = (\gamma_1 + \gamma_2) / 2$$
$$V_{tb} = (V_1 + V_2) / 2$$

Các thông số làm việc của máy nén khí ly tâm cũng được thể hiện trên đường đặc tính như bơm ly tâm. Việc lựa chọn máy nén khí cũng tiến hành giống như chọn bơm.

Máy nén khí có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi số vòng quay, điều chỉnh bằng van trên ống hút, ... Máy nén khí ly tâm có thể mắc song song hoặc nối tiếp để đạt được lưu lượng, áp suất yêu cầu.

So với các loại máy nén khí khác, máy nén khí ly tâm có ưu điểm:

a) Kích thước và trọng lượng nhỏ.
b) Không có các van.
c) Chi phí lắp ráp và quản lý ít, làm việc tin cậy.

Tuy nhiên, nó cũng có những nhược điểm đáng kể như:

a) Hiệu suất thấp.
b) Khi ghép song song làm việc không ổn định.

c) Nhà trạm phải bố trí tầng dưới để đặt thiết bị làm nguội nên kết cấu nhà trạm cồng kềnh.

PHẦN THỨ HAI

TRẠM BƠM

CHƯƠNG 8
TRẠM BƠM CẤP NƯỚC

Trạm bơm cấp nước là trạm bơm đặt trong hệ thống cấp nước. Nó là một khâu vô cùng quan trọng trong toàn bộ hệ thống, có nhiệm vụ đưa vào hệ thống và mạng lưới một khối lượng nước dưới một cột áp yêu cầu. Kết cấu của trạm bơm tương đối phức tạp. Nó bao gồm các thiết bị cơ khí, năng lượng, đường ống, van khóa, dụng cụ kiểm tra đo lường, thiết bị điều khiển.... Mức độ phức tạp của trang bị trạm bơm phụ thuộc vào yêu cầu về độ tin cậy trong làm việc thuận tiện trong quản lý.

Khi thiết kế một trạm bơm mới phải dựa vào yêu cầu và tính chất của đối tượng dùng nước, dựa vào điều kiện cụ thể nơi đặt trạm bơm và kinh nghiệm xây dựng, quản lý những trạm bơm đã xây dựng trước kia.

8.1 PHÂN LOẠI TRẠM BƠM CẤP NƯỚC

Trạm bơm cấp nước có thể phân loại theo nhiều cách khác nhau.

Theo vị trí và chức năng của trạm bơm trong hệ thống cấp nước người ta phân ra trạm bơm cấp một, trạm bơm cấp hai, trạm bơm tăng áp, trạm bơm tuần hoàn.

Trạm bơm cấp một lấy nước từ nguồn cấp nước đưa vào công trình làm sạch. Nếu nước ở nguồn có thể sử dụng trực tiếp mà không cần làm sạch thì trạm bơm cấp một bơm thẳng nước vào mạng lưới phân phối, bể chứa hoặc đài. Trong một số trường hợp trong trạm bơm cấp một bố trí hai nhóm bơm: một nhóm bơm nước vào công trình làm sạch, một nhóm bơm lượng nước không cần làm sạch đến đối tượng tiêu dùng.

Trạm bơm cấp hai để bơm nước từ bể chứa nước sạch vào mạng lưới phân phối hoặc đài. Trong một số trường hợp, khi điều kiện địa hình cho phép có thể bố trí bơm cấp một và bơm cấp hai trong cùng một nhà trạm để giảm chi phí xây dựng.

Trạm bơm tăng áp để nâng áp lực nước trong mạng lưới lên cấp cho một khu nhà cao tầng trong thành phố, khu nhà ở khu vực cao hơn hoặc cấp nước cho xí nghiệp công nghiệp.

Trạm bơm tuần hoàn thường bố trí ở các xí nghiệp công nghiệp hoặc nhà máy nhiệt điện. Trong trạm bơm loại này thường đặt hai nhóm bơm: một nhóm bơm nước đã sử dụng đến công trình xử lý (làm sạch hoặc làm nguội), một nhóm bơm nước đã xử lý quay lại sản xuất.

Theo mức độ tin cậy, trạm bơm cấp nước chia làm ba loại

Trạm bơm loại một yêu cầu cấp nước liên tục, không được gián đoạn một giây phút nào. Sự cấp nước gián đoạn gây ảnh hưởng lớn đến quá trình sản xuất hoặc gây ra những thiệt hại khác. Các trạm bơm cấp nước chữa cháy, trạm bơm cấp nước sản xuất hoặc sinh hoạt kết hợp chữa cháy là những trạm bơm thuộc loại này.

Trạm bơm loại hai cho phép máy bơm làm việc gián đoạn trong một thời gian ngắn đủ để công nhân phục vụ đóng tổ máy dự trữ vào làm việc. Nếu hệ thống cấp nước có bể chứa được lượng nước dự trữ chữa cháy và đảm bảo đủ cột áp yêu cầu, lưu lượng chữa cháy 20 l/s, tổng số dân trên 3.000 người thì trạm bơm thuộc loại hai.

Trạm bơm loại ba cho phép cấp nước gián đoạn một thời gian đủ để sửa chữa những hư hỏng xảy ra trong trạm, nhưng thời này không được quá 24h. Những trạm bơm sinh hoạt kết hợp chữa cháy ở khu dân cư có số dân ít hơn 3000 người và lưu lượng chữa cháy nhỏ hơn 20l/s, những trạm bơm tưới ruộng, những trạm bơm cấp nước cho các phân xưởng phụ của xí nghiệp, v.v... đều thuộc loại ba.

Theo tính chất của đối tượng dùng nước trạm bơm chia ra: trạm bơm cấp nước sinh hoạt, trạm bơm cấp nước sản xuất (cấp nước cho các xí nghiệp công nghiệp, nhà máy nhiệt điện, xưởng luyện kim, ...).

Theo vị trí nhà trạm so với mặt đất chia ra: trạm bơm nổi, trạm bơm nửa nổi và trạm bơm chìm.

Theo tính chất điều khiển phân ra: trạm bơm điều khiển thi công, trạm bơm điều khiển tự động, trạm bơm điều khiển bán tự động và trạm bơm điều khiển từ xa.

8.2 LƯU LƯỢNG VÀ CỘT ÁP CỦA CÁC MÁY BƠM CẤP MỘT

* *Lưu lượng các bơm*

Khi tính lưu lượng của các máy bơm đặt ở trạm bơm cấp một, người ta chia ra hai trường hợp: bơm nước lên công trình làm sạch và bơm thẳng vào mạng lưới phân phối.

Trong trường hợp trạm bơm bơm nước lên công trình làm sạch, lưu lượng của các máy bơm được tính theo lưu lượng trung bình giờ của ngày dùng nước lớn nhất và có kể đến đối tượng nước dùng cho bản thân trạm xử lý lưu lượng trung bình của trạm bơm.

$$Q = \alpha\, S_{max} / T \qquad m^3/h \qquad (8.1)$$

Trong đó

S_{max} lượng nước tiêu thụ trong ngày dùng nước lớn nhất, tính bằng m^3.

α hệ số kể đến lượng nước dùng cho bản thân trạm xử lý lấy trong khoảng 1,04 - 1,1 tùy thuộc vào chế độ công nghệ của quá trình xử lý.

T thời gian làm việc tính bằng h trong một ngày đêm của trạm xử lý thường thì T= 24h.

Trường hợp khi hệ thống không có công trình xử lý nước được bơm thẳng vào bể chứa trước trạm bơm cấp hai thì lưu lượng của trạm bơm cấp một tính theo công thức.

$$Q = \alpha^{/}\, S_{max} / T \qquad m^3/h \qquad (8.2)$$

Ở đây $\alpha^{/}$ là hệ số kể đến lượng nước dùng cho chính hệ thống cấp nước ($\alpha^{/}$ = 1,01-10,3).

Những trường hợp như vậy thường gặp khi bơm cấp một lấy nước từ các giếng khoan. Để tận dụng hết khả năng làm việc của bơm và giếng thì bao giờ người ta cũng cho bơm làm việc suốt ngày đêm.

Nếu bơm cấp một cấp nước thẳng vào mạng lưới phân phối thì lưu lượng của trạm được xác định dựa vào biểu đồ dùng nước ứng với ngày dùng nước lớn nhất. Ngoài ra nó phải có khả

năng cung cấp đầy đủ lượng nước chữa cháy, hoặc lượng nước bổ sung cho dự trữ chữa cháy. Điều chỉnh lượng nước cung cấp theo mùa có thể tiến hành bằng cách điều chỉnh số bơm làm việc.

* *Cột áp của các bơm*

Việc xác định cột áp cần thiết của các bơm phải dựa trên sơ đồ bố trí cụ thể của trạm bơm trong hệ thống cấp nước.

Hình 101 Sơ đồ bố trí trạm bơm cấp một
1- Công trình thu nước; 2- Ống hút; 3- Trạm bơm; 4- Máy bơm
5- Ống đẩy; 6- Ngăn thu của công trình xử lý

Nếu trạm bơm cấp một đưa nước lên công trình xử lý hoặc bể chứa (H-101) thì cột áp toàn phần của các máy bơm được xác định theo công thức:

$$H = H_{đh} + h_h + h_đ$$

Trong đó

- $H_{đh}$ chiều cao bơm nước địa hình, bằng hiệu cao trình mực nước cao nhất trên bể chứa và cao trình mực nước thấp nhất trong ngăn hút của công trình thu nước.
- h_h tổn thất cột áp trên đường ống hút kể từ phễu hút đến máy bơm.
- $h_đ$ tổn thất cột áp trên đường ống đẩy kể từ máy bơm đến bể chứa.

Khi các bơm cấp một đưa nước thẳng vào mạng lưới phân phối thì cột áp toàn phần xác định theo công thức:

$$H = H_{đh} + H_{td} + h_h + \sum h_đ \qquad (8.4)$$

Trong đó

- $H_{đh}$ chiều cao bơm nước địa hình, bằng hiệu cao trình điểm tính toán trong mạng lưới và cao trình mực nước thấp nhất trong ngăn thu của công trình thu nước.
- H_{Td} cột áp tự do yêu cầu tại điểm tính toán
- h_h tổn thất cột áp trên ống hút.
- $\sum h_đ$ tổn thất cột áp trên ống đẩy và ống dẫn nước kể từ máy bơm đến điểm tính toán.

Các giá trị H_{Td} và $\sum h_đ$ nhận được sau khi tính toán mạng lưới. Để xây dựng được đường đặc tính mạng lưới phải có từ 3 đến 5 giá trị $\sum h_đ$. Dựa vào các giá trị $\sum h_đ$ xây dựng đường đặc tính mạng lưới và đặc tính tổng cộng của các bơm làm việc trong hệ thống để tìm điểm làm việc của các bơm.

8.3 LƯU LƯỢNG VÀ CỘT ÁP CỦA CÁC BƠM CẤP HAI

* *Lưu lượng*

Các bơm cấp hai đưa nước từ bể chứa nước sạch vào mạng lưới phân phối nên chế độ làm việc của nó hoàn toànj phụ thuộc vào biểu đồ dùng nước. Biểu đồ dùng nước được xây dựng trên cơ sở tổng kết những số liệu quản lý hệ thống cấp nước của khu dân cư hoặc dựa trên các số liệu về chế độ công nghệ của xí nghiệp công nghiệp.

Trạm bơm cấp hai có thể làm việc theo chế độ điều hòa hoặc bậc thang. Khi trạm bơm làm việc theo chế độ bậc thang thì ở những giờ khác nhau trong ngày sẽ có số máy bơm làm việc khác nhau.

Để xác định chế độ làm việc của trạm bơm cấp hai, người ta áp dụng ba phương pháp: thống kê, biểu đồ và biểu đồ tích lũy nước.

Phương pháp thống kê là phương pháp xác định chế độ làm việc của trạm bơm trên cơ sở thành lập các bảng thống kê lượng nước tiêu thụ, lượng nước bơm, lượng nước vào đài, ra đài và còn lại trong đài. Bảng 8-1 giới thiệu một ví dụ cụ thể xác định chế độ làm việc của trạm bơm theo chế độ điều hòa và bậc thang khi hệ số dùng nước không điều hòa giờ k = 1,35. Lượng nước tiêu dùng trong từng giờ và lưu lượng trạm bơm tính theo phần trăm lượng nước tiêu dùng trong một ngày đêm. Khi tính toán phải giả thiết một giờ nào đó đài dốc sạch nước. Lượng nước lớn nhất còn lại trong đài chính là thể tích cần thiết của đài. Từ bảng 8-1 thấy khi chế độ làm việc của bơm theo đường bậc thang thì thể tích đài bằng 2,5% lượng nước ngày đêm, còn khi trạm bơm làm việc điều hòa thì thể tích đài bằng 6,98% lưu lượng ngày đêm.

Bảng 8 - 1

Giờ ngày đêm	Chế độ bơm theo đường bậc thang						Chế độ bơm điều hòa			
	lượng nước tiêu thụ % $Q_{ngđ}$	lượng nước bơm % $Q_{ngđ}$	lượng nước vào đài % $Q_{ngđ}$	L. nước ra đài % $Q_{ngđ}$	lượng nước còn lại tr đài% $Q_{ngđ}$	Số bơm làm việc	lượng nước bơm % $Q_{ngđ}$	lượng nước vào đài % $Q_{ngđ}$	lượng nước ra đài % $Q_{ngđ}$	lượng nước còn lại tr đài % $Q_{ngđ}$
0 - 1	3	2,5	-	0,5	1,9	1	4,17	1,17		2,03
1 - 2	3,2	2,5	-	0,7	1,2	1	4,17	0,97		3,0
2 - 3	2,5	2,5	-	-	1,2	1	4,17	1,67		4,67
3 - 4	2,6	2,5	-	0,1	1,1	1	4,17	1,57		6,24
4 - 5	3,5	4,5	1	-	2,1	2	4,17	0,67		6,91
5 - 6	4,1	4,5	0,4	-	2,5	2	4,17	0,07		6,98
6 - 7	4,5	4,5		-	2,5	2	4,17	-	0,33	6,65
7 - 8	4,9	4,5		0,4	2,1	2	4,17	-	0,73	5,92
8 - 9	4,9	4,5		1,1	1,7	2	4,17	-	0,73	5,19
9 - 10	5,6	4,5		0,4	0,6	2	4,17	-	1,43	3,76
10 - 11	4,9	4,5		0,2	0,2	2	4,17	-	0,73	3,03
11 - 12	4,7	4,5		-	0	2	4,17	-	0,53	2,50
12 - 13	4,4	4,5	0,1	-	0,1	2	4,17	-	0,23	2,27
13 - 14	4,1	4,5	0,4	-	0,5	2	4,17	0,07	-	2,32

14 - 15	4,1	4,5	0,4	-	0,9	2	4,17	0,07	-	2,41
15 - 16	4,4	4,5	0,1	-	1	2	4,17	-	0,23	2,18
16 - 17	4,3	4,5	0,2	-	1,2	2	4,16	-	0,14	2,04
17 - 18	4,1	4,5	0,4	-	1,6	2	4,16	0,06	-	2,10
18 - 19	4,5	4,5	-	-	1,6	2	4,16	-	0,34	1,76
19 - 20	4,5	4,5	-	-	1,6	2	4,16	-	0,34	1,42
20 - 21	5,5	4,5	-	-	1,6	2	4,16	-	0,34	1,08
21 - 22	4,8	4,5	-	0,3	1,3	2	4,16	-	0,64	0,44
22 - 23	4,6	4,5	-	0,1	1,2	2	4,16	-	0,44	0
23 - 24	3,3	4,5	1,2	-	2,4	2	4,16	0,86	-	0,86
	100	100	4,2	4,2			100	7,28	7,18	

Hình 102 giới thiệu phương pháp biểu đồ xác định chế độ làm việc của trạm bơm theo hai trường hợp: điều hòa và bậc thang, với các điều kiện cũng như trên (k = 1,35). Thể tích đài sẽ bằng tổng lượng nước vào hoặc ra khỏi đài lớn nhất, trong các giờ liên tục.

Khi bơm làm việc theo chế độ bậc thang thì từ giờ thứ 7-8 đến 11-12 lượng nước ra khỏi đài lớn nhất. Lúc đó có thể tích đài là:

$$0,4 + 0,4 + 1,1 + 0,3 + 0,2 = 2,5\%\ Q_{ngđ}$$

Hình 102 Biểu đồ tiêu thụ nước và chế độ bơm

Khi bơm làm việc theo chế độ điều hòa thì từ giờ 23-24 đến 5-6 lượng nước vào đài lớn nhấtm thể tích đài lúc đó là:

$$0,86 + 1,17 + 0,97 + 1,67 + 1,57 + 0,67 + 0,07 = 6,78\%\ Q_{ngđ}$$

Hình 103 giới thiệu cách xác định chế độ làm việc của trạm bơm và thể tích đài theo phương pháp biểu đồ tích lũy nước. Biểu đồ thể hiện tổng lượng nước tiêu dùng, cung cấp qua các thời gian trong ngày.

Hình 103 Biểu đồ tích lũy nước

Giả sử thời điểm tính toán bắt đầu từ oh. Trục hoành biểu đồ thị thời gian (h), trục tung biểu thị lưu lượng tiêu dùng hay bơm tích lũy lại (%$Q_{ngđ}$). Đường 1 biểu thị lượng nước tiêu thụ tích lũy. Đường 2 biểu thị lượng nước bơm tích lũy theo chế độ hai bậc (từ 0-4h một bậc tổng cộng

10% $Q_{ngđ}$ và từ 5-24h một bậc tổng cộng 90%$Q_{ngđ}$). Đường 3 biểu thị lượng nước bơm tích lũy theo chế độ điều hòa. Thể tích đài sẽ là hiệu số lớn nhất giữa tung độ đường tích lũy bơm và đường tích lũy tiêu thụ hoặc bằng tổng trị số tuyệt đối các hiệu số lớn nhất của các tung độ nếu hai đường này cắt nhau.

Biểu đồ hình 103 cũng được xây dựng với điều kiện như hai trường hợp trên (k = 1,35).

Khi bơm làm việc theo chế độ bậc thang thể tích đài

$$V_đ = 2,5\%\ Q_{ngđ}$$

Khi bơm làm việc theo chế độ điều hòa thể tích đài:

$$V_đ = 6,5 + 0,5 = 7\%\ Q_{ngđ}$$

Từ đó thấy rằng các phương pháp đều cho cùng một kết quả. Chế độ làm việc của bơm vạch ra theo tính toán so với thực tế chỉ là gần đúng vì trong thực tế chế độ tiêu dùng nước biến động từng giây phút làm cho tổn thất cột áp thay đổi kéo theo sự thay đổi lưu lượng và cột áp của bơm.

Qua phần ví dụ xét ở trên thấy rằng chế độ làm việc của các bơm cấp hai có thể điều hòa hoặc thay đổi theo đường bậc thang. Mỗi chế độ làm việc của bơm đều có những ưu, nhược điểm của nó. Khi bơm làm việc theo chế độ bậc thang thể tích đài nhỏ đi nhiều so với khi làm việc điều hòa nhưng số bơm công tác lại tăng lên, chế độ quản lý phức tạp hơn, diện tích nhà trạm cũng tăng lên, thể tích bể chứa nước sạch tăng và nhiều khi kéo theo sự tăng cả đường kính ống đẩy của trạm bơm. Tuy nhiên tất cả sự tăng cao đó so với việc giảm được thể tích đài thì vẫn lợi hơn về kinh tế.

Khi tính toán thiết kế, để có được chế độ làm việc lợi nhất của trạm bơm nên đưa ra một số phương án rồi tiến hành tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật giữa các phương án.

Thông thường những hệ thống cấp nước cỡ nhỏ thì cho trạm bơm cấp hai làm việc điều hòa, còn ở hệ thống lớn thì cho nó làm việc theo chế độ bậc thang. Để tránh phức tạp trong quản lý và cồng kềnh khi bố trí trong thiết bị, số bậc thang làm việc không nên chọn nhiều quá. Mặt khác trong chọn bơm nên cố gắng chọn bơm có lưu lượng lớn có ít bơm để tăng hiệu suất của trạm.

** Cột áp của bơm*

Cột áp toàn phần của trạm bơm cấp hai phụ thuộc vào sơ đồ bố trí mạng lưới và đài hoặc bể áp lực. Nó chỉ xác định được sau khi hoàn thành tính toán thủy lực mạng lưới phân phối và đài.

Trong mạng lưới phân phối, đài có thể bố trí ở đầu hoặc cuối mạng lưới. Vì thế, khi tính toán cột áp toàn phần của máy bơm cấp hai thường gặp hai trường hợp: trạm bơm đưa nước vào đài ở đầu mạng lưới và trạm bơm đưa nước vào mạng lưới có đài ở cuối.

Hình 104 Sơ đồ làm việc của trạm bơm cấp hai có đài ở đầu mạng lưới.
1- Bể chứa; 2- Oáng hút; 3- Nhà trạm; 4- Máy bơm; 5- Oáng đẩy; 6- Đài nước

Hình 104 biểu diễn đường đo áp để xác định cột áp của bơm cấp hai đưa nước lên đài bố trí ở đầu mạng lưới. Trường hợp này cột áp toàn phần của bơm cũng xác định giống như cột áp toàn phần của bơm cấp một đưa nước lên công trình làm sạch theo công thức (8.3).

$$H = H_{đh} + h_h + h_đ$$

Chiều cao bơm nước địa hình $H_{đh}$ ở đây bằng hiệu cao trình mực nước cao nhất trên đài và cao trình mực nước thấp nhất trong bể chứa (H-104) có thể xác định theo công thức:

$$H_{đh} = H_{đh}^{h} + H_z + H_đ + H_b \qquad (8.5)$$

Trong đó

- $H_{đh}^{h}$ chiều cao hút địa hình tính bằng hiệu cao trình trục bơm và cao trình mực nước thấp nhất trong bể.
- H_z độ chênh cao trình giữa mặt đất nơi đặt đài và trục bơm.
- $H_đ$ chiều cao đài.
- H_b chiều cao mực nước lớn nhất trong bể trên đài.

Khi đài bố trí ở cuối mạng lưới việc tính toán có khác đi theo sơ đồ bố trí này phải xét hai trường hợp làm việc của trạm bơm: trường hợp dùng nước lớn nhất và trường hợp vận chuyển lớn nhất. Hình 105 biểu diễn đường đo áp để tìm cột áp của bơm đối với hai trường hợp này.

Hình 105 Sơ đồ làm việc của trạm bơm cấp hai trong hệ thống có đài

ở cuối mạng lưới

1- Bể chứa; 2- Ống hút; 3- Trạm bơm; 4- Máy bơm; 5- Ống đẩy;
6- Phần mạng lưới; 7- Ống dẫn nước; 8- Đài; a- Điểm tính toán

Trường hợp trạm bơm làm việc trong giờ dùng nước lớn nhất thì phần lớn lượng nước tiêu thụ do trạm bơm cung cấp, phần còn lại do đài cung cấp. Khi ấy hình thành biên giới cấp nước giữa trạm bơm và đài. Giả sử điểm a là điểm cấp nước tính toán của máy bơm (H-105), cột áp toàn phần của các bơm khi đó xác định theo công thức:

$$H = H_0 + H_{td} + h_h + \sum h_đ \qquad (8.6)$$

Trong đó

- H_0 hiệu cao trình mặt đất tại điểm tính toán và mực nước thấp nhất trong bể chứa. Điểm này được xác định qua tính toán mạng lưới.
- H_{td} cột áp tự do tại điểm tính toán.
- h_h tổn thất cột áp trên ống hút.
- $\sum h_đ$ tổng tổn thất cột áp trên ống đẩy và mạng lưới kể từ trạm bơm đến điểm tính toán.

Trường hợp trạm bơm làm việc trong giờ vận chuyển lớn nhất thì lượng nước do trạm bơm cung cấp được tiêu thụ một phần, phần còn lại được vận chuyển qua mạng lưới lên đài. Khi đó cột áp toàn phần của các bơm được xác định theo công thức:

$$H = H_{đh} + h_h + \sum h_đ$$

Ở đây, tổng tổn thất cột áp $\sum h_đ$ kể từ trạm bơm đến đài được xác định qua tính toán mạng lưới ứng với trường hợp vận chuyển lớn nhất.

Sau khi tính toán hai trường hợp làm việc của trạm bơm như trên, so sánh lấy giá trị cột áp lớn hơn để chọn máy bơm.

Nếu trong hệ thống cấp nước có một số trạm bơm cấp hai cấp nước vào mạng lưới với các điểm tính toán khác nhau thì phải xác định cột áp toàn phần đối với từng trạm.

8.4 LƯU LƯỢNG VÀ CỘT ÁP CỦA BƠM CHỮA CHÁY

Hệ thống cấp nước ăn uống, sinh hoạt hoặc sản xuất thường kết hợp với hệ thống cấp nước chữa cháy. Trong những trường hợp này bơm chữa cháy thường đặt trong trạm bơm cấp hai, hãn hữu cũng có trường hợp người ta bố trí riêng một trạm bơm chữa cháy.

Bơm chữa cháy ở trạm bơm cấp hai có nhiệm vụ cấp một lượng nước với lưu lượng và cột áp đủ để dập tắt đám cháy. Nếu trạm bơm cấp hai có bơm chữa cháy thì ở trạm bơm cấp một cũng phải bố trí bơm chữa cháy để khôi phục lượng nước dự trữ chữa cháy trong bể trước trạm bơm cấp hai.

** Bơm chữa cháy ở trạm bơm cấp một*

Việc chọn bơm chữa cháy ở trạm bơm cấp một phụ thuộc vào phương pháp phục hồi lượng nước dự trữ chữa cháy. Tùy từng trường hợp cụ thể có thể áp dụng một trong ba cách phục hồi lượng nước dự trữ sau đây:

a) Dùng bơm công tác: nếu các bơm công tác trong trạm bơm không làm việc suốt ngày đêm thì những giờ nghỉ này có thể cho chúng làm việc để phục hồi lượng nước dự trữ.
b) Tăng cường độ làm việc của bơm công tác.
c) Đặt riêng một trạm bơm chữa cháy.

Do hệ thống chữa cháy kết hợp với hệ thống cấp nước sinh hoạt hoặc sản xuất nên lượng nước chữa cháy này cũng phải qua công trình xử lý. Vì vậy cột áp của bơm chữa cháy cũng tính như bơm sinh hoạt, thời gian khôi phục lượng nước dự trữ T_K phải chọn phù hợp với khả năng làm việc của công trình xử lý, thứ bậc của xí nghiệp sản xuất hoặc số dân trong khu vực.

Lưu lượng máy bơm khi khôi phục lượng nước dự trữ chữa cháy bằng cách tăng cường độ làm việc của bơm công tác:

$$Q = Q_{tb} + (3Q_{cc} + \sum Q_{max} - 3\,Q_{tb}) / T_K \qquad (8.7)$$

Khi đặt bơm chữa cháy riêng thì:

$$Q = 3Q_{cc} + \sum Q_{max} - 3\,Q_{tb} / T_K$$

Trong đó

Q_{tb} lưu lượng trung bình của trạm bơm cấp một khi làm việc bình thường, tính bằng m^3/h.
Q_{cc} lưu lượng để chữa cháy, tính bằng m^3/h.

Theo qui định thường tính thời gian xảy ra đám cháy là 3h.

$\sum Q_{max}$ tổng lưu lượng nước dùng lớn nhất của ba giờ liền nhau (lấy theo biểu đồ dùng nước).
T_K thời gian khôi phục, thường lấy T_K = 24 - 72h.

Khi tính toán nên so sánh kinh tế, kỹ thuật giữa các phương án khôi phục lượng nước dự trữ để chọn được phương án có lợi.

Các bơm cấp một lấy nước ngầm thường làm việc suốt ngày đêm với lưu lượng lớn nhất. Để khôi phục lượng nước dự trữ chữa cháy phải đặt thêm giếng khoan và bơm. Trường hợp này không nên tăng cường độ làm việc của bơm vì sẽ ảnh hưởng đến sự làm việc ổn định của giếng khoan.

** Bơm chữa cháy ở trạm bơm cấp hai*

Lưu lượng và cột áp của bơm chữa cháy ở trạm bơm cấp hai được xác định phụ thuộc vào lưu lượng để dập tắt đám cháy và loại hệ thống chữa cháy. Để hệ thống làm việc được an toàn, người ta thường tính trường hợp có cháy xảy ra trong giờ dùng nước lớn nhất. Tuy nhiên, khi đó

không tính đến lượng nước tưới đường, tưới cây (nếu cấp nước cho xí nghiệp thì không tính đến lượng nước rửa máy móc, sản phẩm, rửa sàn phân xưởng và nước tắm thì chỉ lấy bằng 15% lượng nước tính toán).

Cột áp toàn phần của bơm chữa cháy ở trạm bơm cấp hai:

$$H_{CC} = H_{đh} + h_h + \sum h_z + h_{T\,d} \qquad (8.9)$$

Trong đó

- $H_{đh}$ chiều cao bơm nước địa hình, tính bằng hiệu cao trình mặt đất nơi xảy ra đám cháy và cao trình mực nước thất nhất trong bể hút.
- h_h tổn thất cột áp trên ống hút.
- $\sum h_z$ tổng tổn thất cột áp trên ống đẩy và mạng lưới kể từ trạm bơm đến điểm có cháy.
- H_{Td} cột áp tự do của dòng nước tại họng chữa cháy. Trong hệ thống chữa cháy áp lực thấp $H_{T\,d} \geq 10$m. Trong hệ thống chữa cháy áp lực cao, giá trị $H_{T\,d}$ phải đảm bảo sao cho tia nước đặc phun ra từ vòi chữa cháy phải cao hơn điểm cao nhất của ngôi nhà cao nhất ít nhất là 10m.

Hệ thống chữa cháy áp lực cao phức tạp và làm việc không kinh tế nên thường chỉ dùng trong các xí nghiệp công nghiệp.

Khi tính bơm chữa cháy, cột áp có thể khác với cột áp của bơm sinh hoạt. Nếu cột áp chữa cháy nhỏ hơn hoặc bằng cột áp của bơm sinh hoạt thì nên dùng bơm chữa cháy cùng loại với bơm sinh hoạt, khi có cháy chỉ cần mở thêm bơm cho làm việc song song với các bơm sinh hoạt. Nếu cột áp chữa cháy lớn hơn cột áp của các bơm sinh hoạt thì phải đặt bơm chữa cháy riêng, lúc đó lưu lượng của bơm chữa cháy.

$$Q = Q_{max}^{Sh} + Q_{CC} \qquad (8.10)$$

Ở đây

- Q_{max}^{Sh} lưu lượng nước tiêu dùng trong giờ dùng nước lớn nhất.
- Q_{CC} lưu lượng nước để chữa cháy.

Còn cột áp của bơm chữa cháy thì lấy bằng cột áp yêu cầu tính theo công thức (8.9). Trường hợp này khi có cháy phải ngắt các bơm sinh hoạt ra, chỉ cho bơm chữa cháy làm việc thôi.

8.5 MỘT SỐ SƠ ĐỒ BỐ TRÍ MÁY BƠM TRONG TRẠM BƠM

Máy bơm và đường ống bố trí trong trạm bơm phải đặt như thế nào đây để trạm bơm có độ tin cậy trong làm việc cao; phục vụ thuận tiện, đơn giản và an toàn, đường ống ngắn và các cụm nối ống đơn giản; có khả năng mở rộng trạm sau này. Các sơ đồ bố trí máy bơm trong trạm sau đây là những sơ đồ được sử dụng tương đối rộng rãi.

** Bố trí một dãy vuông góc với trục dọc của nhà*

Hình 106a giới thiệu sơ đồ bố trí các tổ máy theo kiểu này. Cách bố trí như vậy đảm bảo cho các tổ máy làm việc chắc chắn, phục vụ thuận tiện và chiều rộng nhà trạm không cần lớn lắm. Sơ đồ này sử dụng đặc biệt thuận tiện khi đặt các bơm loại công xôn. Nếu trong trạm bơm có

bố trí cầu trục thì bố trí các tổ máy như xây sẽ giảm được khẩu độ di chuyển của cầu trục. Sơ đồ này dùng thích hợp cho các tổ máy cỡ lớn cũng như cỡ nhỏ.

** Bố trí một dãy song song với trục dọc của nhà*
Hình 106b giới thiệu sơ đồ bố trí các tổ máy theo kiểu này. Bố trí như vậy sẽ đảm bảo cho các tổ máy làm việc chắc chắn. So với sơ đồ thứ nhất thì bố trí theo sơ đồ này chiều rộng nhà trạm nhỏ hơn và hệ thống đường ống có tổn thất thủy lực ít hơn.

Tuy vậy, cách bố trí như thế làm cho chiều dài nhà trạm lớn nên chỉ áp dụng khi số tổ máy ít.

Hình 106 Sơ đồ bố trí máy bơm trong trạm bơm

** Bố trí hai dãy vuông góc với trục dọc của nhà*
Hình 106c giới thiệu sơ đồ bố trí các tổ máy theo kiểu hai dãy đối nhau, vuông góc với trục dọc của nhà. Sơ đồ kiểu này dùng khi trong trạm bố trí nhiều tổ máy có chức năng khác nhau (cấp nước sản xuất, sinh hoạt, chữa cháy, ...).

Cách bố trí như vậy cũng đảm bảo cho tổ máy làm việc chắc chắn nhưng khẩu độ nhà lớn và việc nối ống phức tạp.

** Bố trí hai dãy lệch nhau*
Hình 106d giới thiệu sơ đồ bố trí các tổ máy theo hai dãy lệch nhau, song song với trục dọc của nhà. Bố trí như vậy cho phép các tổ máy và đường ống làm việc chắc chắn. So với sơ đồ thứ ba, bố trí theo sơ đồ này tuy nhiên, chiều dài nhà trạm có tăng lên nhưng khẩu độ nhà giảm đi được nhiều.

** Bố trí theo cung tròn*
Hình 106e giới thiệu sơ đồ bố trí các tổ máy theo cung tròn. Sơ đồ này thường áp dụng cho các trạm bơm cấp một, mặt bằng nhà trạm có dạng tròn. Cách bố trí như vậy đảm bảo cho các tổ máy làm việc chắc chắn, tiết kiệm được diện tích đặt máy. Sơ đồ này sử dụng lợi nhất với những trạm bơm, bố trí kết hợp với công trình thu, sử dụng bơm trục đứng.

Để đảm bảo thuận tiện và an toàn cho việc quản lý kiểm tra, sửa chữa, giữa các tổ máy với nhau và giữa tường với tổ máy phải có khoảng cách tối thiểu để đi lại, lắp đặt thiết bị.

Giữa các tổ máy phải có lối đi lại chiều rộng ít nhất là 1m khi động cơ điện áp thấp (nhỏ hơn 1000v) và 1,2m khi động cơ điện áp cao (từ 1000v trở lên). Khoảng cách giữa mặt đầu bệ máy và tường phải đảm bảo ít nhất là 1m, đối với trạm bố trí tổ máy theo hai dãy lệch nhau thì 0,7m. Khoảng cách giữa bệ tổ máy và bảng phân phối điện hoặc bảng thiết bị kiểm tra đo lường ít nhất là 1,5m. Khoảng cách giữa các phần nhô ra, không chuyển động của các tổ máy không nhỏ hơn 1,7m.

Trong trạm bơm nếu đặt các bơm nhỏ có đường kính đầu nối ống đẩy không quá 100mm và động cơ điện điện áp thấp thì có thể đặt tổ máy sát tường không cần chừa lối đi lại, thậm chí có thể đặt hai tổ máy trên cùng một bệ và cũng không cần chừa lối đi giữa hai tổ máy này. Nhưng ở trường hợp thứ hai phải để lối đi ở xung quanh chiều rộng không nhỏ hơn 0,7m.

Trong gian máy nên có chỗ trống để sửa chữa lắp ráp các tổ máy gọi là sàn lắp máy.

Các bơm phụ (bơm thoát nước rò rỉ, bơm chân không, ...) nên đặt ở những chỗ trống trong gian máy để không làm tăng kích thước gian máy. Các bơm như vậy chỉ cần chừa lối đi ở một phía.

8.6 ỐNG HÚT VÀ ỐNG ĐẨY

** Ống hút*

Là một trang bị quan trọng nhất của tổ máy bơm, kết cấu và sự làm việc của nó có ảnh hưởng lớn đến sự làm việc của bơm. Để đạt được chiều cao hút địa hình lớn, ngăn ngừa hiện tượng xâm thực trong bơm thì ống hút phải có tổn thất thủy lực bé. Vì vậy, khi thiết kế nên cố gắng chọn phương án ống hút có chiều dài ngắn nhất, đường kính lớn, số chi tiết định hình (côn, cút, ...) ít nhất và cố gắng tránh đặt ống hút trong nhiều mặt có cao trình khác nhau.

Đường kính ống hút được xác định dựa vào lưu lượng nước qua nó. Vận tốc nước chảy trong ống không nên chọn lớn quá vì sẽ làm tổn thất thủy lực lớn; tuy nhiên cũng không nên chọn nhỏ quá vì dễ gây lắng đọng trong đường ống. Theo kinh nghiệm, khi đường kính ống không quá 250mm thì vận tốc nước chảy lấy bằng 1-1,2 m/s, khi đường kính ống lớn hơn 250mm thì lấy bằng 1,2-1,6 m/s.

Đặc biệt, khi ống hút rất ngắn và chiều cao hút địa hình nhỏ thì có thể lấy vận tốc này bằng 1,6-2,0 m/s.

Ống hút nên dùng ống thép, tuyệt đối không dùng ống gỗ, amiăng hoặc bê tông. Oáng có thể nối bằng cách hàn hoặc mặt bích.

Để tránh tạo thành các túi khí trong đường ống và cho phép các bọt khí lẫn trong nước có thể chuyển động cùng với nước qua máy bơm thì ống hút nên đặt có độ dốc $i \geq 0,005$ đi lên về phía bơm, những chỗ nối ống có đường kính khác nhau phải nối ở điểm cao nhất (điểm có khả năng tụ khí). Nếu không có khả năng làm như vậy thì phải đặt van xả khí ở những điểm này. Hình 107 giới thiệu một số sơ đồ bố trí ống hút.

Hình 107 Sơ đồ bố trí ống hút

Miệng vào ống hút đặt phễu hút hoặc lưới chắn rác, chúng cần được bố trí ở vị trí thích hợp để không hút khí hoặc cặn bẩn vào bơm. Nếu ống hút bố trí thẳng đứng thì phải bảo đảm các kích thước tối thiểu về vị trí ghi trên H-108a. Khi trong bể hút đặt hai hoặc nhiều ống hút thì khoảng cách bé nhất giữa chúng phải là (1,5-2)D. Nếu mực nước trong bể không đủ để đặt miệng vào ống hút ở độ sâu ghi trên hình 108a thì nó phải được hàn thêm tấm chắn 3 hình vuông hoặc tròn (H-108b) để tránh hiện tượng tạo thành xoáy xung quanh ống và ngăn ngừa sự hút khí vào ống. Nhưng trong trường hợp này khoảng cách từ mặt nước đến tấm chắn h cũng không được nhỏ hơn 0,7D.

Bơm ly tâm có ống hút bố trí nằng ngang giới thiệu trên hình 109.

Với những bơm trục đứng cỡ lớn, kết cấu ống hút theo sự chỉ dẫn cụ thể của cơ quan thiết kế bơm.

Ống hút thường đặt ngoài trạm bơm. Ống đặt trên mặt đất cần được phủ một lớp chống gỉ.

Ống chôn dưới đất thì cần thử áp lực thủy lực trước khi lấp đất. Áp lực thử nghiệm lấy như áp lực thử ống đẩy.

Nếu ống hút đặt thấp hơn mực nước trong bể hút hoặc nối với ống hút chung của trạm thì trên nó có đặt khóa.

** Ống đẩy*

Để đưa nước từ máy bơm đến bể chứa hoặc nơi tiêu dùng. Oáng đẩy gồm hai phần: phần nằm trong trạm và phần nằm ngoài trạm. Phần ống đẩy nằm trong nhà trạm thường bằng thép, nối với nhau bằng cách hàn hoặc mặt bích có nhiệm vụ đưa nước từ bơm ra phần ống đẩy ngoài trạm.

Hình 109 Miệng vào của ống hút đặt nằm ngang

Đường kính ống đẩy lấy theo lưu lượng nước chảy qua. Oáng đường kính từ 250mm trở xuống nên lấy vận tốc nước chảy qua bằng 1,5 - 2 m/s, đường kính lớn hơn 250mm lấy vận tốc bằng 2-2,5 m/s.
Phần ống hút và ống đẩy nằm trong phạm vi trạm bơm cần bố trí sao cho việc kiểm tra, lắp ráp và nối chúng với máy bơm đơn giản, thuận tiện. Các đường ống này có thể đặt trên sàn nhà, dưới sàn hoặc trong các rãnh xây gạch, bê tông hoặc bêtông cốt thép.

Trong trạm bơm nổi, khi đường kính ống từ 500mm trở lại thì nên đặt ống trong các rãnh. Nếu số tổ máy không lớn hơn 3 thì đường kính ống lớn hơn 500mm cũng có thể bố trí trong rãnh.

Với các trạm bơm nằm không sâu lắm, đường kính ống lớn hơn 500mm thì nên đặt trong các tầng hầm sâu ít nhất là 1,8m, đủ để công nhân mang vác đường ống khi sửa chữa, thay thế.

Việc đặt đường ống trên sàn gian máy chỉ áp dụng cho trạm bơm kiểu chìm hoặc nửa chìm. Khi ấy phải có thang hoặc cầu để đi qua đường ống. Đặc biệt, khi đường ống không lớn lắm thì có thể treo ống dọc theo tường ở độ cao 2m trở lên, kể từ sàn nhà đến mép dưới ống.

Khi ống bố trí dưới sàn nhà, tuyệt đối không đặt trực tiếp dưới bệ máy.

** Sơ đồ kết cấu ống hút và ống đẩy*
Sơ đồ nối ống hút và ống đẩy có nhiều cách phụ thuộc vào loại bơm, mức độ tin cậy làm việc, số lượng máy bơm và sự bố trí chúng.

Số ống hút có thể lấy bằng số máy bơm đặt trong trạm hoặc bằng số bơm công tác.

Hình 110 Sơ đồ bố trí ống trong trạm bơm cấp một

Khi số máy bơm không nhiều quá, chiều cao hút lớn nhất là ở các trạm bơm cấp một thì nên đặt mỗi bơm một ống hút (H-110 và 111a).

Khi số máy bơm lớn và ở các trạm bơm cấp hai thường đặt số ống hút (từ bể hút đến trạm bơm) bằng số bơm công tác. Trong trường hợp này phải đặt ống nối chung liên hệ giữa các đầu nối ống hút của các bơm với ống hút chung của trạm (H-111b, c).

Số ống đẩy của trạm bơm thường là hai, đôi khi các trạm bơm lớn người ta có đặt ba ống hoặc nhiều hơn, giữa chúng có ống góp chung.

Trên ống đẩy, ống góp chung và đôi khi cả trên ống hút (khi giữa các ống hút có ống nối chung hoặc ống hút đặt thấp hơn mực nước trong bể hút) có bố trí khóa. Số lượng khóa nên chọn ít nhất. Tuy vậy việc đặt khóa phải đảm bảo được yêu cầu có khả năng ngắt hoặc đưa một bơm dự trữ nào đó vào làm việc khi cần kiểm tra hoặc sửa chữa.

Trên hình 110a và 111a, b giới thiệu sơ đồ bố trí khoá trên ống hút và ống đẩy trong trường hợp trạm có hai bơm công tác và một bơm dự trữ.

Hình 110b và 111c giới thiệu sơ đồ bố trí khóa trên ống hút và ống đẩy của trạm có ba bơm công tác và một bơm dự trữ.

Tuy nhiên khi trạm yêu cầu có độ tin cậy làm việc cao thì số lượng khóa có thể bố trí nhiều hơn so với các sơ đồ đã giới thiệu ở trên.

Trong trường hợp, cụm ống đẩy góp chung và van khóa có thể bố trí trong một buồng riêng ngoài nhà trạm (H-110a, b) để giảm kích thước nhà trạm.

Khi chọn sơ đồ bố trí ống hút, ống đẩy phải cố gắng chọn phương án bố trí đơn giản nhất cho việc lắp ráp thi công, kiểm tra, sửa chữa và có độ tin cậy làm việc cao.

Hình 111 Sơ đồ bố trí ống trong trạm bơm cấp hai

8.7 ĐẶC ĐIỂM XÂY DỰNG CÁC LOẠI TRẠM BƠM

Về mặt kết cấu nhà trạm và lắp đặt trang bị ngoài những đặc điểm chung, mỗi loại trạm bơm cần có những đặc điểm riêng của nó tùy thuộc vào vị trí và nhiệm vụ của trạm.

** Đặc điểm chung về kết cấu nhà trạm*

Nhà trạm nên thiết kế phù hợp với các tiêu chuẩn xây dựng do bộ xây dựng thông qua. Chiều rộng nhà trạm nên lấy theo kích thước tiêu chuẩn của dầm bêtông cốt thép 6, 9, 12, 15 và 18 m. Bước dọc của nhà trạm có thể lấy 3 hoặc 6 m. Ngoài ra, kích thước và hình dáng nhà phải thuận tiện cho việc bố trí máy bơm đường ống và các trang bị khác. Tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng nhà nên lấy từ 4 trở lên.

Chiều cao nhà trạm tính từ sàn gian máy đến trần nhà phải không nhỏ hơn 3m. Nếu trong trạm bơm bố trí cầu trục thì chiều cao gian máy ít nhất phải là 3,5 m và đảm bảo sao cho khoảng cách từ đáy vật nâng để đỉnh vật còn lại ít nhất là 0,5 m.

Móng nhà trạm bằng bêtông hoặc bêtông cốt thép.

Tường bằng bêtông, bêtông cốt thép hoặc gạch. Trong tường bố trí các cột trụ để đặt dầm cầu trục. Nếu trạm bơm xây dựng theo kiểu chìm hoặc nửa chìm thì phần dưới mặt đất của nhà trạm chỉ làm bằng bêtông hoặc bêtông cốt thép. Khi có nước ngấm tường và sàn nhà phải tính đến áp lực đẩy nước ngấm và phải được phủ một lớp vật liệu chống thấm cao hơn mực nước ngấm ít nhất là 0,5 m.

Mái nhà trạm dùng vật liệu không cháy. Thường thì người ta lợp bằng tấm panen và phủ lên trên những lớp vật liệu cách nhiệt và chống thấm.

Gian máy cần được thông gió và chiếu sáng tự nhiên tốt. Tỷ số giữa diện tích sàn gian máy và diện tích cửa sổ không nhỏ hơn 6.

Khi xây dựng trạm phải tính đến khả năng mở rộng sau này. Với những nơi điều kiện xây dựng mở rộng sau này khó khăn thì xây ngay một lúc cho nhu cầu hiện tại và có trong tương lai.

Ngoài ra, trong trạm bơm cần trang bị các phương tiện chữa cháy và phương tiện liên lạc với những nơi cần thiết.

** Đặc điểm kết cấu trạm bơm cấp một*

Do đặc điểm của nguồn cung cấp nước nên trạm bơm cấp một thường xây dựng theo kiểu chìm hoặc nửa chìm. Phần nhà dưới mặt đất thường xây dựng bằng bêtông hoặc bêtông cốt thép. Mặt bằng nhà trạm có thể có dạng tròn hoặc chữ nhật. Mặt bằng dạng tròn bố trí thiết bị khó khăn nhưng thuận tiện cho việc thi công bằng phương pháp hạ tụt. Nhà trạm dạng này chỉ áp dụng khi trạm bơm đặt sâu và số tổ máy ít (3-5).

Việc xây dựng mở rộng trạm bơm cấp một sau này thường rất khó khăn. Vì vậy xây dựng nhà trạm nên tính đến sự mở rộng của hệ thống cấp nước sau này hoặc khả năng thay thế các thiết bị có công suất lớn hơn.

Chế độ làm việc của trạm bơm cấp một hầu như không thay đổi. Vì vậy, trong trạm thường đặt hai bơm công tác và một bơm dự trữ. Số bơm dự trữ và nguồn cung cấp điện còn phụ thuộc vào mức độ tin cậy làm việc của trạm. Khi trạm bơm đặt sâu 4-5m trở lên nên dùng bơm ly tâm hoặc bơm hướng trục trục đứng có động cơ đặt trên mặt đất. Sử dụng những máy bơm như vậy sẽ làm giảm được diện tích nhà trạm, do đó giảm được khối lượng xây dựng và lại làm cho điều kiện làm việc của động cơ được tốt hơn.

Ở các trạm bơm cấp một, mỗi bơm nên đặt một ống hút riêng. Đường ống hút từ công trình thu nước đến trạm bơm nên bố trí trong một hành lang bêtông cốt thép để việc quản lý được thuận tiện. Kích thước hành lang phải đảm bảo cho việc bố trí đường ống hợp lý và đủ để cho công nhân đi lại mang theo các bộ phận khi cần kiểm tra sửa chữa. Khoảng cách giữa hai ống kề nhau lấy 0,4-0,5m. Khoảng cách giữa tường và ống không nhỏ hơn 0,3m. Oáng nên đặt gối đỡ cao 0,3m. Chiều cao hành lang không nhỏ hơn 1,8m. Phía trên hành lang phải bố trí cửa lắp ráp.

Trong trường hợp cần giảm nhỏ diện tích gian máy thì bố trí cụm ống ghép chung, van một chiều, khóa, đồng hồ lưu lượng, ... trong một buồng ngoài trạm bơm (H-110a,b).

Trong gian máy nên bố trí bơm tiêu nước có lưu lượng 5-15 l/s và cột áp 10-20m tùy theo chiều sâu trạm để bơm lượng nước thấm và rò rỉ ra khỏi trạm.

** Đặc điểm kết cấu trạm bơm cấp hai*

Mặt bằng của trạm bơm cấp hai thường có dạng chữ nhật. Tùy theo chiều cao hút cho phép của máy bơm, trạm bơm có thể xây dựng theo kiểu nổi hoặc nửa nổi.

Khi bơm có chiều cao hút cho phép đủ để xây dựng theo kiểu nổi thì nên xây dựng trạm theo kiểu nổi vì sẽ đơn giản và kinh tế trong xây dựng cũng như trong quản lý.

Khi bơm có chiều cao hút nhỏ hoặc cần đặt bơm thấp hơn mực nước trong bể hút thì trạm được xây dựng theo kiểu nửa nổi. Trường hợp này giá thành xây dựng đắt hơn và việc quản lý cũng phức tạp hơn trạm nổi. Trong trạm phải bố trí hệ thống thoát nước. Nếu không đặt được hệ thống thoát nước thì phải bố trí thêm một bơm phụ để tiêu nước.

Như đã nêu trong 8.1, trạm bơm cấp hai có nhiệm vụ đưa nước sạch từ bể chứa nước sạch đến nơi tiêu dùng. Chế độ làm việc của trạm thường thay đổi theo đường bậc thang. Số bậc làm việc của trạm nên chọn không nhiều quá (2-4) và số bơm cùng làm việc cũng nên chọn vừa phải để nâng cao hiệu suất làm việc chung của trạm. Khi điều cho phép trong trạm chỉ nên đặt một loại bơm vì như vậy sẽ đơn giản cho việc quản lý cũng như lắp ráp sửa chữa và dự trữ thiết bị.

Khi trạm bơm cấp một đặt gần công trình làm sạch thì nên bố trí bơm cấp một và bơm cấp hai trong cùng một nhà trạm sẽ giảm được chi phí xây dựng và đơn giản cho việc quản lý. (H-112).

Hình 112 Sơ đồ trạm bơm cấp một và cấp hai bố trí kết hợp

1- Trạm bơm cấp một; 2- Oáng đẩy; 3- Công trình làm sạch; 4- Bể chứa nước sạch;

5- Trạm bơm cấp hai; 6- Oáng đẩy ra mạng lưới của trạm bơm cấp hai

** Đặc điểm xây dựng trạm bơm tuần hoàn*

Trạm bơm tuần hoàn đặt trong hệ thống cấp nước tuần hoàn. Trạm bơm loại này thường được sử dụng đối với các xí nghiệp công nghiệp. Trong trạm thường đặc hai nhóm bơm: một nhóm bơm nước đã sử dụng đến công trình xử lý (làm nguội hoặc làm sạch), một nhóm bơm nước đã xử lý quay trở lại sản xuất. Nước đã xử lý được dẫn đến bể hút của trạm bơm bằng cách tự chảy. Vì vậy, trạm bơm thường đặt gần công trình xử lý.

Số máy bơm và lưu lượng của nó được chọn phụ thuộc vào quy trình sản xuất của xí nghiệp. Nếu lượng nước tiêu dùng và lượng nước thải ra không thay đổi theo ngày hoặc theo mùa thì nên chọn ít bơm, có lưu lượng lớn để trạm làm việc có hiệu quả kinh tế cao. Nếu lượng nước bơm có sự biến động thì nên chọn một số bơm có lưu lượng nhỏ để dễ điều chỉnh lưu lượng của trạm. Trong cùng một nhóm nên chọn các bơm cùng loại để khi làm việc song song chúng cho hiệu quả cao và tạo điều kiện thuận lợi cho việc quản lý.

Vì cấp nước cho các xí nghiệp sản xuất nên độ tin cậy làm việc của trạm tuần hoàn đòi hỏi cao. Số bơm và các trang bị dự trữ phải chọn hợp lý. Điện cung cấp cho trạm bơm phải lấy ít nhất từ hai nguồn không phụ thuộc nhau. Các bơm trong trạm thường đặt thấp hơn mực nước trong bể hút. Vì vậy, các trạm bơm tuần hoàn thường xây dựng theo kiểu chìm hoặc nửa chìm.

Các kênh tự chảy dẫn nước đến bể hút của trạm bơm thường xây dựng có hai hoặc nhiều ngăn để đảm bảo sự làm việc bình thường của chúng khi cần đóng bớt một ngăn lại tháu rửa hoặc sửa chữa.

** Đặc điểm xây dựng trạm bơm khí ép*

Trạm bơm khí ép được sử dụng trong những trường hợp đặt bơm khí ép để bơm nước ở các giếng khoan. Khi đó cần bố trí bơm cấp hai để bơm nước từ bể thu vào mạng lưới.

Máy nén khí đặt trong trạm khí ép trên mặt đất và hút khí trời. Oáng hút của máy nén khí phải có lưới chắn rác và đặt cao hơn mặt đất ít nhất là 0,5 - 1m. Với những trạm khí ép lớn thì xây dựng riêng một phòng để đặt miệng ống hút.

Máy nén khí đưa khí nén vào thùng khí nén. Từ thùng này khí nén lại được dẫn đến vòi phun của bơm khí ép. Trên đường ống đẩy từ máy nén khí đến thùng chứa khí nén không nên đặt van, khóa đề phòng trường hợp chúng bị tắc khi mở máy. Trường hợp này có thể gây hư hỏng máy nén khí. Trên đường ống này có thể đặt van một chiều ngăn khí từ thùng khí nén quay lại máy nén khí khi dừng máy.

Nếu một trạm khí ép phục vụ cho nhiều giếng thì trong trạm đặt thiết bị phân phối, đưa khí nén đến từng giếng.

Trước khi đưa hệ thống đường ống vào làm việc cần thử nghiệm thủy lực và áp lực gấp 2 - 2,5 lần áp lực công tác bình thường.

Nước làm nguội máy nén khí có thể lấy từ ống đẩy của bơm cấp hai. Bơm cấp hai có thể bố trí trong trạm xây dựng theo kiểu chìm hoặc nổi tùy theo khả năng hút nước của máy bơm.

8.9 DỰ TRỮ THIẾT BỊ CHO TRẠM BƠM

Thiết bị dự trữ của trạm bơm lấy phụ thuộc vào mức độ tin cậy làm việc của trạm (xem phần 8.1). Các trạm bơm loại một, trạm bơm tuần hoàn đặt ít nhất là hai tổ máy dự trữ. Trong những trường hợp này năng lượng cấp cho trạm bơm phải tin cậy. Điện được lấy từ hai nguồn độc lập với nhau. Ngoài ra phải có một vài tuốc bin hơi hoặc động cơ có đốt trong dự trữ để khi các nguồn cung cấp điện bị gián đoạn trạm bơm vẫn cung cấp được một lượng nước tối thiểu cho xí nghiệp làm việc liên tục được. Các tổ máy dự trữ phải luôn luôn ở trạng thái sẵn sàng mở máy.

Các trạm bơm loại hai cho phép ngừng cấp nước trong một thời gian ngắn hoặc giảm lượng nước cung cấp trong một thời gian thì chỉ cần đặt một tổ máy dự trữ, cần một tổ máy có thể cất trong kho.

Các trạm bơm loại ba chỉ cần đặt một tổ máy dự trữ ngay trên bệ.

Các bơm chữa cháy đặt một bơm dự trữ. Nếu bơm chữa cháy dùng cùng loại với bơm cấp nước sinh hoạt hoặc sản xuất thì không cần đặt bơm dự trữ. Các khu dân cư hoặc xí nghiệp có lưu lượng chữa cháy ít hơn 25 l/s , các xí nghiệp loại D và E, các nhà có bậc chịu lửa I và II cũng không cần đặt bơm chữa cháy. Cần nhớ là các bơm chữa cháy phải được dẫn động trực tiếp từ động cơ điện.

Ngoài ra, trong kho của trạm phải có một sốb chi tiết như bánh xe công tác, trục, đệm chống thấm, ổ trục, van một chiều, ... để sẵn sàng thay thế các trang bị hoăc các chi tiết của máy bơm khi hư hỏng đột xuất.

8.10 THIẾT BỊ ĐO LƯU LƯỢNG

Thiết bị đo lưu lượng có nhiều loại, những loại thường dùng để đo lưu lượng của từng tổ máy hoặc toàn trạm bơm là thiết bị đo lưu lượng kiểu tuốc bin, kiểu vòi ven-tu-ni, và kiểu màng chắn.

** Thiết bị đo lưu lượng kiểu tuốc bin*

Giới thiệu trên hình 113 dùng để đặt với ống đẩy đường kính từ 50 đến 200 mm, đo lưu lượng đến 140 m^3/h.

Hình 113 Thiết bị đo lưu lượng kiểu tuốc bin
1- Tuốc bin; 2- Vỏ trụ; 3- Cánh chỉnh dòng; 4- Chóp; 5- Bộ truyền bánh răng
6- Bộ phận đếm; 7- Kim; 8- Mặt đồng hồ; 9- Nắp đồng hồ; 10- Cơ cấu truyền động.

Đồng hồ lưu lượng gồm tuốc bin 1 đặt trong vỏ trụ 2, quay trên trục nằm ngang có ren bậc. Khi nước chảy qua sẽ làm cho tuốc bin quay. Tốc độ quay của tuốc bin tỷ lệ với khối lượng nước chảy qua. Sự chuyển động của tuốc bin được truyền đến bộ phận đếm 6 qua các bôï phận truyền động 5 và 10. Khối lượng nước đo được chỉ ra trên mặt đồng hồ 8 nhờ kim 7.

Để sự làm việc của đồng hồ chính xác, nó phải được đặt trên đoạn ống thẳng bằng 5-10 lần đường kính, ống về phía trước và 3-5 lần đường kính ống về phía sau. Khi trong đồng hồ có bộ phận chỉnh dòng (H-113) thì nó có thể đặt sát các bộ phận định hình (tê, cút).

Ở hai phía của đồng hồ lưu lượng phải đặt khóa để có thể tháo đồng hồ ra khi cần kiểm tra sửa chữa. Khóa phải đặt cách đồng hồ 0,5m.

Việc sử dụng đồng hồ lưu lượng tuốc bin đơn giản nhưng phạm vi đo lường của nó hẹp.

* *Vòi venturi*
Là loại đồng hồ lưu lượng được sử dụng tương đối rộng rãi trong thời gian hiện nay. Hình 114 giới thiệu cấu tạo của loại đồng hồ này.

Nguyên tắc làm việc của đồng hồ lưu lượng kiểu vòi ven tu ri là dựa trên sự chênh áp lực của dòng chất lỏng khi chảy qua phần co hẹp của thiết bị đo.

Theo phương trình Bécnuli, độ chênh áp lực tỷ lệ với bình phương lưu lượng. Vì vậy phương trình lưu lượng của đồng hồ có dạng.

$$Q = C\,\alpha\, d^{z}\sqrt{\Delta h} \qquad (8.11)$$

Trong đó

C	hệ số thứ nguyên
α	hệ số lưu lượng phụ thuộc vào đường kính co hẹp.
D	đường kính tiết diện co hẹp
Δh	độ chênh cột áp giữa phần mở rộng và co hẹp.

Tổn thất cột áp trong đồng hồ đo lưu lượng kiểu vòi ven tu ri tương đối nhỏ (khoảng 10 - 15 % Δh) và có thể xác định theo công thức:

$$h = 0{,}22\,\Delta h\,(1 - [\alpha^2 / D^2] \qquad (8.12)$$

Hình 114 Vòi ven tu ri
1- Đầu ống vào; 2- Vòi; 3- Buồng cộng; 4- Buồng trữ
5- Lỗ thông với buồng trữ; 6- Chóp ra; 7- Gờ nối

Đồng hồ lưu lượng kiểu vòi ven tu ri phải đặt trên đoạn ống thẳng bằng 15-20 lần đường kính ống về phía sau.

Độ chênh áp lực trước và sau khi co hẹp được đo bằng áp kế vi sai. Aùp kế vi sai nối với vòi ven tu ri bằng ống có đường kính 12 - 20mm và chiều dài không quá 20 - 30m. Đường ống này được đặt cao dần theo chiều từ vòi ven tu ri đến áp kế.

Đồng hồ lưu lượng kiểu vòi ven tu ri dùng để lắp đặt với các ống đường kính trung bình và lớn. Đồng hồ không có chi tiết chuyển động nên có thể đo được cả nước sạch và nước bẩn. Ưu điểm nổi bật của đồng hồ đo loại này là độ chính xác đo lường cao; đo được các giá trị lưu lượng đột biến, làm việc chắc chắn, bền lâu, tổn thất cột áp không lớn, kết cấu gọn và giá thành rẻ.

** Thiết bị đo lượng kiểu màng chắn*

Hình 115 giới thiệu thiết bị đo lưu lượng kiểu này. Nó được sử dụng khi cần đo lưu lượng nhỏ. Cũng như đồng hồ lưu lượng kiểu vòi ven tu ri, đồng hồ lưu lượng kiểu màng chắn làm việc dựa trên cơ sở của sự thay đổi áp lực khi dòng chảy chảy qua tiết diện co hẹp của đồng hồ. Lưu lượng dòng chảy cũng xác định theo công thức (8.11) ở trên, những hệ số lưu lượng α lấy đối với màng chắn có tiết diện co hẹp đột ngột.

Đồng hồ đo lưu lượng kiểu màng chắn có tổn thất cột áp qua nó tương đối lớn: khoảng 30 - 60% độ chênh cột áp. Vì vậy nó chỉ dùng cho những ống có đường kính trung bình và bé hoặc đặt ở những nơi mà tổn thất cột áp qua đồng hồ không đóng vai trò quan trọng.

Đồng hồ lưu lượng kiểu màng chắn làm việc cũng cần có sự kết hợp với áp kế vị sai (tự ghi hoặc không tự ghi) giống như đồng hồ lưu lượng kiểu vòi ven tu ri. Ngày nay người ta còn dùng cả loại áp kế đạt tức. Loại áp kế này không có thang chia độ mà chỉ phát đi những tính hiệu về độ chênh áp lực. Các lưu lượng kế thứ hai lại tiếp nhận và ghi lại những tín hiệu này. Do vậy thiết bị thứ hai này có thể đặt xa áp kế, rất tiện lợi cho việc điều khiển tự động.

Hình 115 Màng chắn

Hình 116 Sơ đồ đặt đồng hồ lưu lượng kiểu màng chắn

Việc đặt đồng hồ lưu lượng màng chắn cũng yêu cầu như đối với kiểu vòi ven tu ri. Hình 116 giới thiệu sơ đồ đặt loại đồng hồ này.

Đồng hồ lưu lượng kiểu màng chắn kích thước nhỏ gọn, làm việc chắc chắn nhưng có tổn thất cột áp qua nó tương đối lớn.

So với các thiết bị khác trong trạm bơm thì đồng hồ lưu lượng có kích thước biến dạng lớn, cồng kềnh nên thường đặt trong một buồng (hoặc giếng) ngoài trạm bơm.

8.11 THIẾT BỊ ĐO ÁP LỰC

Thiết bị đo áp lực dùng trong trạm bơm là áp kế và chân không kế. Nguyên tắc làm việc của áp kế và chân không kế đều dựa trên sự tác dụng của hiệu suất khí quyển và áp suất nơi cần đo. Aùp kế và chân không kế có cấu tạo tương tự như nhau và chia làm hai loại. Chất lỏng và chất khí.

** Áp kế và chân không kế chất lỏng*

Hình 117 giới thiệu sơ đồ cấu tạo áp kế và chân không kế kiểu chữ V. Nó gồm một ống thủy tinh hình chữ V trong có chứa thủy ngân, dầu, nước hoặc một loại chất lỏng nào đó. Một đầu ống hở chịu áp suất khí quyển, đầu kia nối với nơi cần đo áp suất. Hiệu mực chất lỏng giữa hai nhánh ống cho biết áp lực dư (hoặc thiếu hụt) ở nơi cần đo.

$$P_{av} = \gamma h \qquad (8.13)$$

Trong đó

γ trọng lượng riêng của chất lỏng trong ống
h hiệu mực chất lỏng trong hai nhánh ống.

Độ chính xác của áp kế chân không đạt tới 0,5mm.

Hình 117 Áp kế chữ V

Hình 118 Áp kế vòng trọng lực
1- Ống thép; 2- Gối chữ V; 3- Màng ngăn
4 - 5: Ống nối; 6- Tải trọng

Hình 118 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của áp kế vòng trọng lực. Nó gồm ống 1 chứa một nửa ống là chất lỏng tựa trên gối đỡ ở tâm 2.Ống 1 cuộn thành vòng tròn, ngăn ra bởi màng cứng 3. Ở hai phía màng 3 có ống 4 và 5 nối áp kế với nơi cần đo. Phần dưới ống vòng gắn tải trọng 6.

Nối ống 4 với nơi cần đo áp lực thì mực chất lỏng ở nhánh phải dâng lên. Lúc đó hệ thống cân bằng bị phá vỡ. Vòng 1 quay quanh gối tựa D cho đến khí tải trọng 6 cân bằng với cột chất lỏng. Chỉ số của kim trên thang chia độ cho biết giá trị áp lực (hoặc độ chân không) cần đo.

Nếu ống 1 chứa thủy ngân thì nó cho phép đo áp suất từ 2 đến 150mm thủy ngân.

Áp kế vòng trọng lực có độ chính xác đo lường đến ± 0,5%. Nó được sản xuất với hai loại: loại có thang chia độ và loại tự ghi.

Ngoài hai loại trên còn có chân không kế và áp kế kiểu nghiêng, nhưng kết cấu cồng kềnh nên ít dùng.

* *Áp kế cơ khí*
Áp kế cơ khí gồm hai loại: màng mỏng và lò xo, dùng để đo áp suất khoảng 3-4 at trở lên.

Hình 119 Sơ đồ áp kế lò xo

Hình 119 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của áp kế lò xo, là loại được dùng rộng rãi hiện nay. Bộ phận chính của nó là ống rỗng đàn hồi a; Ống có tiết diện ô van hoặc ê líp.

Một đầu ống để tự do, còn đầu kia được cố định và nối với cần đo áp lực. Đầu ống tự do nối với hệ thống đàn quay và kim. Kim quay được trên bề mặt thang chia độ. Khi mở khóa trên đoạn ống nối áp kế với ống đẩy, do tác dụng của áp lực dòng chảy: ống bị duỗi kim. Số chỉ của kim trên thang chia độ cho biết giá trị áp lực cần đo.

Thang chia độ của áp kế do nhà máy chế tạo thử nghiệm và chia. Cần định kỳ kiểm tra ống lò xo của áp kế vì sau một thời gian làm việc nó có thể bị biến dạng, thay đổi hình dáng so với ban đầu. Phạm vi đo lường của áp kế lò xo tươgn đối rộng. Một số áp kế kết cấu lò xo đặc biệt cho phép đo áp lực đến 10.000 kg/cm^2.

Hình 120 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của áp kế màng mỏng. Bộ phận chính của áp kế là màng kim loại b có dạng phẳng hoặc lượn sóng. Tâm màng nối với bộ phận răng cưa. Bộ phận răng cưa lại quay quanh một trục có gắn một kim. Khi áp kế làm việc, do tác dụng của áp suất cần đo lớn hơn áp suất khí quyển (nếu là chân không kế thì do tác dụng của áp suất khí quyển ở phía trên màng lớn hơn áp suất chân không cần đo), màng kim loại bị biến dạng. Kết quả là làm cho kim di động trên thang chia độ cho biết giá trị áp lực cần đo.

Hình 120 Sơ đồ cấu tạo áp kế màng mỏng

Áp kế màng mỏng được chế tạo đo áp lực trong khoảng 0,15 - 30 kG/cm^2.

Áp kế để đo áp lực dư của chất lỏng, còn chân không kế để đo độ thiếu hụt của áp suất chất lỏng so với áp suất khí quyển. Khi chọn các dụng cụ này phải đảm bảo sao cho áp lực công tác bình thường của máy bơm hoặc trạm bơm nằng trong khoảng 3/4 thang chia độ.

Ví dụ: áp lực dư bình thường của chất lỏng trên miệng đẩy của bơm là 7,5 kG/cm^2 thì phải chọn áp kế có giới hạn đo là 10 kG/cm^2. Như vậy giới hạn đo của áp kế luôn luôn lớn hơn giá trị áp lực công tác lớn nhất của bơm.

8.12 CÁC THIẾT BỊ PHỤ CỦA TRẠM BƠM

Từ hình 4 có thể thấy được những thiết bị phụ chủ yếu của một trạm bơm là giỏ chắn rác, van một chiều và khóa.

* *Giỏ chắn rác*

Hình 121 Giỏ chắn rác
a/ Có van một chiều; b/ Không có van một chiều

Đặt ở cuối ống hút có nhiệm vụ ngăn không cho rác rưởi có trong nước bị cuốn vào máy bơm. Nếu mồi bơm bằng cách lấy nước từ ống đẩy thì trong giỏ chắn rác còn có van một chiều kiểu đĩa (H-121a) để giữ nước lại trong bơm khi mồi. Lúc bơm làm việc, do có độ giảm chân không trong ống hút nên van này mở ra. Lúc bơm dừng lại do tác dụng của cột nước trong ống hút, van này đóng lại.

Nếu bơm nước sạch và mồi bằng bơm chân không thì giỏ chắn rác được thay bằng phễu thu.

** Khóa*

Đặt trên ống đẩy của bơm, trên ống góp chung để điều chỉnh lưu lượng bơm hoặc đưa bơm vào làm việc trong hệ thống chung hay ngắt nó ra khỏi hệ thống. Khóa thường chế tạo bằng gang, với những khóa đặt ở nơi áp lực từ 16 kG/cm^2 trở lên thì chế tạo bằng thép. Khóa có hai loại: loại đóng mở bằng tay và loại đóng mở bằng động cơ điện.

Hình 122 Các loại khóa
a/ Khóa đóng mở bằng tay
b/ Khóa đóng mở bằng động cơ điện

Khóa đóng mở bằng tay (H-122a) là loại được dùng rộng rãi hiện nay. Thân khóa 1 có mặt bích ở hai đầu để lắp với ống. Tay quay 2 lắp trên trục có ren 3, có thể nâng lên, hạ xuống kéo theo đĩa 4 để mở hoặc đóng khóa. Đĩa khóa có thể có dạng hai đĩa song song hoặc một đĩa hình nêm. Khóa được chế tạo với đường kính D = 50-1600mm (Ở nước ta mới chế tạo tới đường kính 600mm). Khóa đặt dưới sàn trạm bơm được đóng mở bằng những cái cột gọi là cói ty.

Khóa đóng mở bằng động cơ điện (H-122b) dùng ở những trạm bơm điều khiển tự động hoặc những khóa lớn (D > 600mm).

** Van một chiều*

Đặt giữa khóa và bơm, ngăng không cho nước từ ống đẩy chảy ngược lại máy bơm khi bơm đột ngột dừng lại mà chưa kịp đóng khóa. Hình 123 giới thiệu kết cấu van một chiều đơn giản nhất, được chế tạo với đường kính từ 50 đến 600 mm, được dùng rất phổ biến hiện nay. Van có thể đặt trên đoạn ống thẳng đứng hoặc nằm ngang. Trong thời gian bơm làm việc, do tác dụng của dòng chảy đĩa van được nâng lên cho phép nước chảy qua. Khi bơm dừng lại, do trọng lượng bản thân và áp lực nước ở phía dưới đẩy đĩa van hạ xuống, ngăng không cho nước chảy qua.

Với các ống đường kính lớn, dùng van một chiều nhiều đĩa.

Ngoài các thiết bị kể trên, trong trạm bơm còn có những khóa nhỏ đặt trên ống nối của áp kế và chân không kế, còn có thể có van an toàn, van xả khí.

Hình 123 Van một chiều

8.13 HIỆN TƯỢNG NƯỚC VA VÀ CÁCH KHẮC PHỤC

Sự thay đổi đột ngột lưu lượng và vận tốc chuyển động của chất lỏng gây nên sự tăng áp suất rất nhanh gọi là hiện tượng nước va, phần áp lực tăng thêm ΔH gọi là áp lực nước va.

Khi nghiên cứu hiện tượng nước va không thể coi chất lỏng là chất hoàn toàn không bị nén. Chẳng hạn, khi đột ngột đóng khóa trên ống đẩy sẽ có hiện tượng chảy ngược lại trong ống đẩy, đầu tiên lớp nước ở sát đĩa khóa dừng lại và áp suất tăng lên làm cho lớp nước đó bị nén lại, đồng thời thành ống bị dãn ra nhường chỗ cho những lớp nước phía trên tiếp tục chảy về. Do đó sự tăng áp suất và ngừng chảy không phải đồng thời xảy ra trên toàn bộ đường ống mà xảy ra ở trước đĩa khóa rồi truyền dần lên trên với một tốc độ có hạn. Như vậy nghĩa là chất lỏng cũng có tính đàn hồi.

Nếu có chế độ quản lý trạm bơm và bơm làm việc ở điều kiện bình thường thì không xảy ra hiện tượng nước va. Nước va chỉ xuất hiện khi đóng khóa hoặc dừng máy đột ngột (do mất điện chẳng hạn).

Ở thời điểm đầu tiên khi máy bơm vừa dừng lại, toàn bộ khối chất lỏng trong ống hút và ống đẩy vẫn chuyển động theo quán tính lên bể chứa với vận tốc giảm dần đến "0" đồng thời bánh xe công tác của bơm cũng quay chậm dần rồi dừng lại. Ngay sau khi khối nước trong đường ống tạm thời dừng lại, do tác dụng của cột nước, nó lại chuyển động ngược lại máy bơm với vận tốc tăng dần lên đến lớn nhất. Khi đó sẽ xảy ra một trong hai trường hợp:

Nếu trên ống đẩy không đặt van một chiều, nước sẽ chảy qua máy bơm và ống hút về bể hút. Khi đó bơm sẽ làm việc như một tuốc bin, chiều quay của nó ngược với chiều quy định. Trong

trường hợp này, động cơ điện lại nhận năng lượng và làm việc ở chế độ của máy phát. Do vậy, hiện tượng quay ngược có thể gây hư hỏng tổ máy.

Nếu trên ống đẩy đặt van một chiều thì khi nước chảy ngược lại van sẽ đóng hoàn toàn và tức thời, hiện tượng nước va xuất hiện. Khi đó ngay tại van dòng chảy dừng lại, $V_C = 0$. Sau một thời gian Δt có một lớp nước 0a- mm dàyΔL dừng lại và bị nén nên áp lực tăng lên một lượng ΔH, đồng thời các lớp nước phía trên vẫn chảy về vận tốc V_0 và áp lực H_0 như trước khi van đóng (H-124). Giả sử ống có chiều dài L , van đặt ở A. Lấy A làm gốc trục và chiều dương hướng về bể chứa. Viết phương trình động lượng cho lớp nước 0a - mm theo phương L có:

$$\gamma H_0 \omega - \gamma (H_0 + \Delta H)\omega = [(\gamma/g\ \omega\Delta L)(0-V_0)] / \Delta t$$

Do đó

$$\Delta H = 1/g\ \Delta L/\Delta t\ V_0 \qquad (8.14)$$

Sau đó các lớp nước phía trên cũng lần lượt dừng lại và áp lực cũng tăng lên. Như vậy sự ngừng chảy và tăng áp lực được truyền dần lên phía trên với tốc độ:

$$C = \lim_{\Delta L \to 0} \Delta L / \Delta t \qquad (8.15)$$

Thay vào (8.14) có:

$$\Delta H = CV_0 / g \qquad (8.16)$$

Trong đó

ΔH	áp lực nước va, tính bằng m cột nước
C	tốc độ truyền sóng nước va, tính bằng m/s
V_0	tốc độ vòng chảy trong ống trước khi đóng van
g	gia tốc trọng trường, tính bằng m/s^2

Bằng tính toán, xuất phát từ phương trình (8.15) và (8.16) người ta tìm được tốc độ truyền sóng nước va.

$$C = \sqrt{gE_n / \gamma (1+DE_n / \delta E)} \quad m/s \qquad (8.17)$$

Trong đó

D	đường kính trong của ống, tính bằng m
δ	chiều dày thành ống, tính bằng m
E_n	môđun đàn hồi của nước ; $E_n = 21000\ kG/cm^2$
E	môđun đàn hồi của vật liệu ống, tính bằng kG/cm^2
γ	trọng lượng riêng của nước, tính bằng kG/m^3

Như đã mô tả ở trên, sự ngừng chảy và tăng áp suất bắt đầu từ van truyền lên bể với tốc độ C. Lúc này toàn bộ khối nước trong đường ống ở trạng thái tĩnh và bị nén. Do đó chênh áp lực ΔH

giữa trong ống và ngoài bể nên nước từ trong ống chảy về bể và áp lực giảm xuống. Nếu bỏ qua ma sát thì tốc độ chảy này cũng bằng V_0 và độ giảm áp lực cũng bằng ΔH. Sự chảy về bể và giảm áp lực cũng truyền về van A với tốc độ C. Tới gần van do không có lượng nước bổ sung ở sau van nên các lớp nước dừng lại và dãn ra làm cho áp lực lại giảm đi một lượng ΔH. Sự ngừng chảy và giảm áp suất cũng truyền lên bể với tốc độ C và khi t = 3L / C thì tới bể. Lúc này áp lực trong đường ống lại nhỏ hơn áp lực ngoài bể nên nước từ bể lại chảy vào ống với vận tốc V_0, áp lực trở lại bình thường. Hiện tượng này được truyền dần từ bể xuống và khi t = 4L/C thì tới van A. Nhưng ngay lúc đó các lớp nước gần van lại bị ngừng chảy và tăng áp suất. Hiện tượng trên lại lặp lại. Như vậy hiện tượng nước va có chu kỳ:

$$T_C = 4L / C$$

Khoảng thời gian để sóng nước va truyền từ van đến bể rồi lại từ bể ngược về van gọi là pha nước va.

$$T_p = 2L / C$$

Nếu kể đến tổn thất do ma sát h thì áp lực nước va sẽ là:

$$\Delta H = C_2V_0 / g - h \qquad (8.18)$$

Hiện tượng nước va rất nguy hiểm đối với sự làm việc bình thường của tổ máy. Aùp lực nước va phụ thuộc vào cột áp công tác của bơm và chiều cao bơm nước địa hình, nó có thể đạt tới vài trăm at mốt phe. Sự tăng áp lực này, kéo theo sự tăng ứng suất rất lớn của vật liệu ống, có thể phá vỡ các mối nối và đường ống.

Để khắc phục hiện tượng nước va có thể dùng van một chiều đóng chậm (loại để phanh dầu) hoặc đặt van an toàn loại đòn bẩy (hai loại lò xo ở sau van một chiều tính theo chiều dòng chảy).

8.14 CÁC VÍ DỤ VỀ KẾT CẤU TRẠM BƠM CẤP NƯỚC

Trong 8.1 và 8.7 đã nêu các loại trạm bơm cấp nước và đặc điểm kết cấu, xây dựng của nó. Để minh họa cho vấn đề đó, ở đây xin nêu lên một vài ví dụ chung nhất về kết cấu các loại trạm bơm cấp nước.

Hình 125 giới thiệu kết cấu của trạm bơm cấp một lấy nước ngầm, trang bị giếng khoan kiểu nửa chìm loại A (bơm Liên Xô). Trạm xây dựng theo kiểu nổi. Khác với các loại trạm bơm khác, trong những trạm bơm loại này chỉ đặt một tổ máy: Phần bơm đặt dưới giếng còn động cơ điện đặt trên mặt đất. Bệ bê tông xung quanh miệng giếng vừa có tác dụng bảo vệ giếng lại vừa là bệ đỡ động cơ điện.

Hình 124

Hình 125 Trạm bơm cấp một đặt bơm giếng khoan loại A
1- Phần giếng khoan; 2- Động cơ điện; 3- Bảng điều khiển
4- Đường xả nước tháu rửa; 5- Lưu lượng kế màng chắn
6- Aùp kế vị sai; 7- Van thoát nước

Điện cung cấp cho động cơ có thể lấy từ một trạm biến thế gần đó, nếu không được như vậy thì phải đặt máy biến áp riêng cho nhóm bơm giếng khoan. Trường hợp này ở đây đặt phòng máy biến áp kết hợp với trạm bơm.

Trên ống đẩy đặt van xả khí để xả khí khi bơm bắt đầu làm việc. Ngoài ra còn có van một chiều, khóa đồng hồ lưu lượng, ... Trên mái nhà trạm bố trí cửa lắp ráp để sử dụng khi lắp ráp, sửa chữa. Để phục vụ cho việc lắp ráp trạm dùng cần cẩu di động có sức nâng khoảng 10 tấn. Trong trạm đặt bảng điện, bảng điều khiển, thiết bị theo dõi mực nước trong giếng.

Nếu trạm bơm lấy nước ngầm trang bị bơm giếng khoan kiểu chìm hoặc trạm xây dựng kiểu chìm cũng có các trang bị tương tự như trên.

Các trạm bơm giếng khoan thướng không bố trí công nhân phục vụ. Việc theo dõi, quản lý các trạm bơm này thường do cán bộ, công nhân của trạm bơm cấp hai đảm nhiệm.

Hình 126 giới thiệu kết cấu của trạm bơm cấp một lấy nước mặt. Kiểu kết hợp với công trình thu nước. Trạm xây dựng nửa chìm.

Phần nhà trạm dưới mặt đất có dạng tròn, xây dựng bằng bêtông cốt thép, thi công theo phương pháp đánh tụt và đổ bêtông toàn khối. Tường ngăn chữ U phân gian máy ra thành hai phần: gian máy và công trình thu nước. Nước được dẫn vào ngăn thu, theo hai cửa, kích thước 2,5*2m. Tại đây lưới chắn rác kiểu quay. Phía trên lưới chắn rác đặt palăng ray kéo tay tải trọng nặng 3 tấn. Trong gian máy bố trí bơm ly tâm trục đứng loại 32B-12. Ngoài ra trong gian máy còn đặt hai bơm nước bẩn để bơm bùn hoặc bơm rửa ngăn hút của công trình thu, đặt một bơm ly tâm cỡ nhỏ để bơm lượng nước thấm ra khỏi gian máy. Hiện tại, trạm có hai bơm công tác và một bơm dự trữ nhưng để tính đến trường hợp hệ thống cấp nước mở rộng trong tương lai nên trong gian máy chừa sẵn một chỗ để đặt thêm bơm thứ tư khi cần.

Hình 126
1- Bơm; 2- Động cơ điện; 3- Bơm cặn; 4- Bơm nước thấm
5- Lưới chắn rác; 6- Tổ máy dự trữ

Phần trên mặt đất của nhà trạm có dạng chữ nhật xây bằng gạch và chia ra làm nhiều phòng. Phòng thuộc gian máy bố trí động cơ điện, bảng điện khiển và dụng cụ kiểm tra, đo lường trong

phòng này bố trí pa lăng ray kéo tay tải trọng nâng 10 tấn để phục vụ cho việc tháo lắp các tổ máy. Phòng phía phải để theo dõi, quản lý công trình thu nước.

Đồng hồ lưu lượng bố trí ngoài trạm bơm. Trạm biến áp và thiết bị phân phối cũng đặt cách biệt so với trạm bơm.

Hình 127 giới thiệu kết cấu trạm bơm cấp hai xây dựng theo kiểu nổi, trang bị bốn bơm ly tâm (trong đó có một bơm dự trữ) loại 12HAC lưu lượng 250 l/s cột áp 51 m. Mặt bằng nhà trạm có kích thước 9*24m, gồm: gian máy trong bố trí các tổ máy bơm, bảng điều khiển, cụm thiết bị vệ sinh, phòng máy biến áp, phòng đặt thiết bị phân phối điện.

Nhà trạm có máng bê tông, sàn nhà bằng các tấm panen lớn ghép lại trát ximăng. Mái nhà cuốn ba lớp. Tường xây gạch.

Trạm bơm đặt hai ống hút và hai ống đẩy, đường ống trong nhà trạm đặt dưới hành lang bê tông sâu 3 m, rộng 1 m. Tại những chỗ đường ống đổi hướng, những chỗ có van, khóa đặt các gối đỡ bằng bê tông.

Hình 127

Tại đây đặt lưới chắn kiểu quay. Phía trên lưới chắn rác đặt pa lăng ray kéo tay tải trọng nâng 3 tấn. Trong gian máy bố trí ba bơm ly tâm trục đứng loại 32B-12. Ngoài ra, trong gian máy còn đặt hai bơm nước bẩn để bơm bùn hoặc bơm rửa ngăn hút của công.

Hình 128 giới thiệu kết cấu trạm trạm bơm cấp hai trang bị bốn bơm ly tâm độc khối 6 KM - 8 (trong đó có một bơm dự trữ và một bơm chữa cháy). Trạm xây dựng theo kiểu nửa chìm. Phần dưới đất bố trí ở cao trình -2,65m bằng bê tông. Phần trên mặt đất xây dựng gạch, sàn gian máy

bố trí bốn bơm cấp nước sinh hoạt và chữa cháy, một bơm nhỏ bơm tiêu nước thấm, đường ống bố trí ngay trên sàn gian máy.

Sàn trên ở cao trình 0 , 0 chiếm một phần nhà trạm.Trong đó bố trí các bảng điều khiển, bảng phân phối điện và sàn lắp máy. Trong trạm đặt pa lăng ray kéo tay để lắp ráp các thiết bị.

Điện cung cấp cho trạm bơm có điện áp 380 / 220v lấy từ hai nguồn không phụ thuộc nhau.

Hình 128 Trạm bơm cấp nước nửa chìm

CHƯƠNG 9
TRẠM BƠM THOÁT NƯỚC

Trong một khu dân cư hay xí nghiệp công nghiệp hệ thống cấp nước cần thiết như thế nào thì hệ thống thoát nước cũng cần thiết như vậy. Nó có nhiệm vụ vận chuyển lượng nước thải sinh hoạt hoặc sản xuất ra khỏi khu vực qua công trình xử lý (cũng có những trường hợp không cần qua công trình xử lý). Trong hệ thống thoát nước, trạm bơm giữ vai trò vô cùng quan trọng.

Đặc điểm cấu tạo và yêu cầu về khả năng vận chuyển, độ tin cậy làm việc của trạm bơm thoát nước có nhiều điểm khác với trạm bơm cấp nước.

9.1 KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI TRẠM BƠM THOÁT NƯỚC

Hình 129 Sơ đồ trạm bơm thoát nước
1- Ống góp chung tự chảy; 2- Bể thu có song chắn rác; 3- Gian máy
4- Máy bơm; 5- Ống đẩy; 6- Công trình làm sạch

Trạm bơm thoát nước được đặt để bơm nước thải sản xuất hoặc sinh hoạt lên công trình làm sạch hay ống góp chính khi điều kiện địa hình không cho phép bố trí đường ống tự chảy. Trạm bơm thoát nước cũng được đặt khi cần giảm độ sâu đặt ống thoát nước. Khi đó trạm bơm được bố trí để bơm nước thải từ đoạn ống góp bố trí ở vị trí thấp lên đoạn ống kế tiếp bố trí ở vị trí cao hơn.

Trạm bơm thoát nước thường gồm các bộ phận chủ yếu là bể thu, song chắn rác và gian máy. Sơ đồ cấu tạo trạm bơm thoát nước giới thiệu trên hình 129.

Trạm bơm thoát nước có nhiều loại: có thể phân loại chúng theo một số cách sau:

* *Theo quy mô làm việc*
Chia ra: trạm bơm thoát nước chính, trạm bơm thoát nước vùng và trạm bơm cục bộ.

Trạm bơm thoát nước chính bơm toàn bộ lượng nước thải của khu dân cư hoặc xí nghiệp công nghiệp lên công trình làm sạch.

Trạm bơm vùng dùng để bơm lượng nước thải của một lưu vực thoát nước trong khu dân cư hay xí nghiệp công nghiệp vào thẳng công trình làm sạch hay lên ống góp chung ở vị trí cao hơn.

Trạm bơm cục bộ để bơm lượng nước thải của một cơ sở (trường học, khu nhà, ...) lên mạng lưới thoát nước chung khi mạng lưới thoát nước của cơ sở ấy không tự chảy ra mạng lưới thoát nước chung được.

* *Theo loại nước thải*
Chia ra: trạm bơm bơm nước thải sản xuất và sinh hoạt, trạm bơm nước mưa, trạm bơm bùn,…

** Theo vị trí bể thu*

So với gian máy chia ra trạm bơm phân ly (H-130a) và trạm bơm kết hợp (H-130b). Trạm bơm phân ly là loại có gian máy bố trí trong một nhà, còn bể thu bố trí trong một nhà khác. Trạm bơm kết hợp, gian máy và bể thu cùng đặt trong một nhà.

Ngoài ra, người ta cũng có thể phân loại trạm bơm theo vị trí của máy bơm so với mực nước trong bể thu. Theo cách này, trạm bơm cũng được chia làm hai loại: loại đặt ngập (trục bơm bố trí thấp hơn mực nước trong bể thu) và loại đặt không ngập (trục bơm bố trí cao hơn mực nước trong bể thu).

Hình 130 Sơ đồ bố trí trạm bơm
a- Trạm bơm kiểu phân ly; b- Trạm bơm kiểu kết hợp
1- Bể thu; 2- Song chắn rác; 3- Gian máy

** Theo cách điều khiển*

Chia ra: trạm bơm điều khiển thủ công, mọi thao tác trong trạm do con người thực hiện; trạm bơm điều khiển bán tự động, một số thao tác do con người thực hiện còn một số thao tác do các thiết bị điều khiển thực hiện; trạm bơm điều khiển tự động, mọi thao tác đều do các thiết bị điều khiển thực hiện.

Tuy nhiên, các cách phân loại trạm bơm như trên chỉ là tương đối. Trong thực tế, một trạm bơm có thể mang nhiều hình vẻ. Ví dụ: trạm bơm thoát nước chính, bố trí kết hợp, máy bơm đặt thấp hơn mực nước trong bể thu và điều khiển theo phương pháp bán tự động.

9.2 LƯU LƯỢNG MÁY BƠM VÀ THỂ TÍCH BỂ THU

Nước thải chảy đến trạm thường không đều theo các giờ trong ngày, có giờ nước chảy đến với lưu lượng rất lớn, có giờ với lưu lượng rất nhỏ, thậm chí có trường hợp vào những giờ về ban đêm hầu như khônt có nước chảy đến. Đôi khi trạm bơm bơm nước thải sản xuất có nước thải chảy đến điều hòa. Chế độ thải nước không đều như vậy có ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ làm việc của trạm bơm.

Chế độ thải nước thay đổi theo từng giờ, từng phút nên không thể chọn chế độ làm việc của trạm bơm hoàn toàn phù hợp với chế độ thải nước. Để đảm bảo cho chế độ làm việc của trạm

bơm tương đối điều hòa ở phía trước trạm bố trí bể thu. Thể tích bể thu xác định phụ thuộc vào chế độ nước chảy đến, lưu lượng máy bơm và chế độ làm việc của trạm bơm.

Lưu lượng máy bơm và số bơm đặt trong trạm được chọn dựa vào chế độ nước chảy đến trạm bơm, nhất là lưu lượng đến lớn nhất Q_{max} và ít nhất Q_{min}.

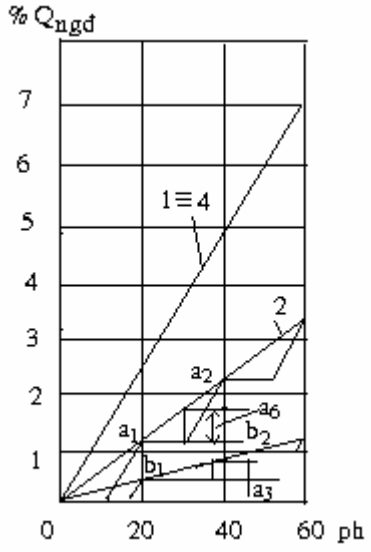
Ở những trạm bơm nhỏ, lưu lượng nước đến trong một ngày đêm $Q_{ngđ} \leq 5000$ m^3 thì trong trạm nên đặt một bơm công tác và một bơm dự trữ (ngoài ra nên có thêm một bơm dự trữ nữa ở trong kho). Nên chọn lưu lượng máy bơm $Q_b \geq Q_{max}$.

Ở những trạm bơm có lưu lượng chảy đến Q = 10.000 - 40.000 m^3/ngđ có thể chọn hai (hoặc ba) bơm công tác, một bơm dự trữ (và một bơm nữa cất trong kho). Lưu lượng của trạm bơm nên chọn $Q_T \geq Q_{max}$. Không nên chọn lưu lượng trạm bơm nhỏ hơn lưu lượng của giờ nước chảy đến lớn nhất Q_{max} vì dễ gây ngập ống góp chính (ống dẫn đến trạm bơm). Tuy nhiên nếu chọn lưu lượng trạm bơm lớn hơn Q_{max} nhiều quá cũng không lợi vì ống đẩy và trạm xử lý (ở sau trạm bơm) sẽ lớn quá. Tốt nhất là chọn: $Q_T = Q_{max}$.

Số bơm dự trữ chọn phụ thuộc vào số bơm công tác và khả năng xả sự cố. Thông thường khi số bơm công tác có từ ba trở lên thì đặt hai bơm dự trữ, còn thì chỉ đặt một bơm dự trữ.

Trong một giờ các bơm có thể đóng, mở nhiều lần để chế độ bơm gần với chế độ thải nước. Chế độ bơm lại liên quan đến tuổi thọ của máy và cường độ lao động của công nhân phục vụ. Khi trạm bơm điều khiển thủ công, nên đóng mở máy không quá ba lần trong một giờ, còn thì điều khiển tự động thì không quá 6 lần (trường hợp đặc biệt, cho phép mở máy tới tám lần trong một giờ).

Thể tích bể thu cần chọn nhỏ để tránh lắng cặn thối rữa nhưng cũng không được nhỏ hơn lượng nước do một trong các tổ máy bơm được trong 5 phút.
Thể tích bể thu có thể chọn theo biểu đồ tích lũy nước chảy đến và bơm đi trong ngày đêm. Do thường xuyên đóng mở máy nên đường bơm đi rất gần với đường chảy đến. Vì vậy việc xác định dung tích bể thu theo biểu đồ tích lũy này phức tạp và không chính xác. Người ta thường xác định thể tích bể theo biểu đồ tích lũy nước giờ.



Hình 131 Biểu đồ tích lũy nước chảy đến và bơm đi
1- Giờ nước đến lớn nhất, 7,1 % $Q_{ngđ}$
2- Giờ nước đến trung bình 3,55 % $Q_{ngđ}$
3- Giờ nước đến ít nhất 1,25 % $Q_{ngđ}$
4- Giờ bơm đi, lưu lượng 7,1 % $Q_{ngđ}$

Hình 131 giới thiệu biểu đồ tích lũy nước chảy đến và bơm đi trong một giờ. Trục hoành biểu diễn thời gian bằng phút. Trục tung biểu diễn lưu lượng nước chảy đến và bơm đi tính bằng phần trăm lưu lượng ngày đêm (% $Q_{ngđ}$). Khi tính thể tích bể thu người ta thường chọn lưu lượng của các máy bơm bằng lưu lượng giờ nước chảy đến lớn nhất, và tính với lưu lượng giờ nước chảy đến ít nhất. Cho rằng dòng chảy đến điều hòa nên biểu đồ tích lũy nước giờ có dạng đường thẳng. Trên đồ thị hình 131 xét trạm bơm làm việc trong hệ thống thoát nước có hệ số không điều hòa $K_{dùng}$ = 1,7, và lưu lượng đặc trưng $Q_{hmax} = 7,1Q_{ngđ}$; $Q_{min} = 1,25\%\ Q_{ngđ}$. Trong giờ thải nước lớn nhất, đường biểu diễn lượng nước bơm đi và lượng nước đến trùng nhau, giờ này bơm làm việc liên tục. Các giờ khác, lượng nước chảy đến ít hơn, bơm làm việc gián đoạn. Giả sử trong một giờ đóng mở máy ba lần. Khi nước chảy đến ít, bể cạn nước và máy bơm được ngắt ra (điểm a_1, a_2 và b_1, b_2). Khi bể đầy đến mức cho phép, bơm được đóng lại làm việc. Đường biểu diễn chế độ bơm sau mở máy song song với trục hoành, còn đường sau khi mở máy song song với đường 1. Hiệu tung độ giữa đường nước đến và đường bơm đi cho biết thể tích nước thải chứa trong bể ở mỗi thời điểm. Tính toán với đường nước đến ít nhất (Q_{min} = 1,25% $Q_{ngđ}$) xác định được dung tích cần thiết của bể thu là 0,3% $Q_{ngđ}$.

Bằng tính toán lý thuyết người ta thấy rằng sẽ nhận được dung tích bể thu lớn nhất khi lượng nước chảy đến bằng 50% lượng nước bơm đi lớn nhất chẳng hạn, trong trường hợp này lượng nước bơm đi lớn nhất bằng 7,1% còn lượng nước chảy đến bằng 3,55% thì xác định được dung tích bể thu bằng 0,6%.

Ở những trạm bơm điều khiển tự động hóa hoặc những trạm bơm lớn có nhiều bơm, trong đó một số bơm làm việc liên tục và số còn lại làm việc gián đoạn thì dung tích bể thu có thể giảm đi được rất nhiều. Trong những trường hợp như vậy thể tích bể thu lấy dựa vào thời gian cần thiết để mở máy dự trữ và việc bố trí ống hút, song chắn rác. Thường lấy thể tích bể thu bằng lượng nước chảy đến trung bình trong 3-5 phút.

Ở các khu dân cư nhỏ, lượng nước thải về ban đêm rất ít nên các trạm bơm thoát nước ở đó thường làm việc gián đoạn về ban đêm. Khi đó thể tích bể thu lấy tăng lên so với tính toán để đủ chứa lượng nước chảy đến ban đêm.

Ở các trạm bơm thoát nước sản xuất, thể tích bể thu cần tính đến cả lượng nước tắm sau mỗi ca sản xuất.

9.3 CỘT ÁP TOÀN PHẦN CỦA MÁY BƠM

Cột áp toàn phần của máy bơm chỉ xác định được sau khi đã hoàn thành việc tính toán mạng lưới thoát nước và xác định được vị trí, cao trình mực nước tính toán trên công trình làm sạch hoặc giếng thu nước đầu tiên. Cột áp toàn phần của máy bơm cũng xác định theo công thức (8.3) ở phần trên.

$$H = H_{đh} + h_h + h_đ$$

Trong đó

H_{dh} chiều cao bơm nước địa hình, bằng hiệu cao trình mực nước tính toán trên công trình làm sạch (hoặc giếng thu nước của đường ống góp chung ở cao hơn) và cao trình mực nước thấp nhất trong bể thu (nên lấy bằng cao trình mép trên của hố tập trung nước). Xem hình 129.

h_h tổn thất cột áp trên ống hút.

$h_đ$ tổn thất cột áp trên ống đẩy.

Do tính chất nước thải khác nước cấp cho sinh hoạt hoặc sản xuất, khi tính ống hút, ống đẩy của bơm thoát nước áp dụng công thức Nph jê- đô - lốp hoặc Páp lốp xlô với hệ số nhám của ống n = 0,13. Thông thường người ta tính theo bảng tính toán mạng lưới thoát nước đã lập sẵn.

9.4 KẾT CẤU VÀ CÁC TRANG BỊ CỦA BỂ THU

Bể thu có nhiệm vụ điều hòa lượng nước đến máy bơm trong một thời gian ngắn. Bể thu có thể bố trí kết hợp hoặc tách riêng so với trạm bơm (H-130a và 130b). Bể thu bố trí tách riêng mặc dù có điều kiện vệ sinh tốt nhưng giá thành xây dựng đắt hơn nhiều so với kiểu bố trí kết hợp; Vì vậy nếu chọn phương án này cần có sự so sánh kinh tế, kỹ thuật kỹ càng.

Bể thu gồm hai phần: phần công tác để chứa nước thải và phễu thu của máy bơm, phần sàn phục vụ để chứa thiết bị (cơ cấu vớt rác, máy nghiền rác ...) và phục vụ song chắn rác.

Chiều sâu phần công tác của bể thu lấy bằng 1,5 – 2 m, tính từ đáy ống dẫn nước vào đến đáy bể. Thể tích phần này lấy theo giá trị đã tính được ở trên (9.2). Ở phần bố trí phễu hút của máy bơm có hố thu nước sâu 0,5-0,7 m so với đáy bể. Đáy bể có độ dốc ít nhất 0,01 về phía hố thu nước (H-130)

Trong bể bố trí một nhánh ống dẫn nước có áp nối từ ống đẩy của bơm để khuấy đục lắng cặn và khi cần thì để tháo cạn nước trong ống đẩy. Ở đây cũng đặt một ống dẫn nước có áp nối từ hệ thống cấp nước kỹ thuật của trạm để rửa sàn và vách bể.

Sàn công tác cần có chiều rộng lớn hơn 1m và đủ che kín mặt bể. Sàn bố trí cao hơn mực nước cao nhất trong bể 0,5 m. Trừ mặt trước song chắn rác, mép sàn công tác phải có lan can bảo vệ cao 1 m.

Các trang bị chủ yếu của bể thu là song chắn rác, cơ cấu vớt rác và máy nghiền rác.

Song chắn rác đặt ở cửa ra của ống dẫn nước thải đến bể thu. Nó có nhiệm vụ giữ lại những rác rưởi lớn không cho cuốn vào máy bơm. Song chắn rác gồm các thanh thép tiết diện vuông, tròn hoặc chữ nhật ghép lại với nhau và đặt nghiêng một góc 60 - 80^0. Khe hở giữa các thanh theo tính toán lý thuyết thì phụ thuộc vào từng loại bơm đặt trong trạm. Tuy vậy, trong thực tế, nếu bơm đưa nước vào công trình xử lý thì khe hở này được lấy bằng 16 mm cho mọi loại bơm trong một vài trường hợp đặc biệt có thể lấy tới 40 mm.

Chiều rộng song chắn rác phải chọn sao cho vận tốc nước chảy qua song chắn không quá 0,8-1m/s và độ chênh mực nước qua song chắn không lớn hơn 5-10cm.

Tùy theo quy mô trạm bơm, có thể vớt rác bằng máy hoặc thủ công. Nếu khối lượng rác giữ lại ở song chắn ít hơn 0,1 m^3/ngày thì vớt rác bằng thủ công và vận chuyển ra khỏi trạm. Nếu khối lượng rác lớn hơn thì dùng máy vớt rác và máy nghiền rác. Rác rưởi vớt lên được đưa đến máy nghiền rác. Sau khi qua máy nghiền rác nó lại được xả xuống trước song chắn rác. Xung quanh máy nghiền rác cần có lối đi chiều rộng ít nhất là 0,7 m, còn trước cửa xếp liệu của máy phải có lối đi rộng ít nhất là 1,5 m.

Máy nghiền rác kiểu búa và kiểu lưới là hai loại được dùng rộng rãi hiện nay.

Hình 132 Máy nghiền rác kiểu búa

Hình 132 mô tả cấu tạo của máy nghiền rác kiểu búa. Rác rưởi được đưa qua cửa xếp liệu 1 vào máy. Sau đó nó được đưa đến rôtô quay 2. Rôto gồm các đĩa đặt song song với nhau, ngoài chu vi nó gắn với các búa 3. Khi rôto quay, các đĩa cuốn theo rác rưởi, đẩy chúng vào giữa các búa và bánh răng 4, rồi bị nghiền ra. Rác sau khi đã nghiền nát sẽ theo cửa xả 6 ở phía dưới quay lại phía trước song chắn rác. Tại đây rác nhỏ lọt qua song chắn vào bể thu cùng với nước thải, rác to được giữ lại. Người ta cũng có thể cho nước qua vỏ 5 của máy để xả sạch rác. Máy nghiền rác kiểu búa có năng suất nghiền 600-2000 kg/h.

Hình 133 Máy nghiền rác kiểu lưới
1- Trống quay; 2- Cơ cấu lọc; 3- Vỏ; 4- Dao cắt; 5- Lỗ đục trên ống

Hình 133 giới thiệu máy nghiền rác kiểu lưới. Nguyên tắc làm việc của loại máy này rất đơn giản. Nước thải theo đường ống vào máy đến trống quay 5 có các lỗ. Rác nhỏ qua các lỗ vào trong trống 5 và xả ra ngoài. Rác to bị giữ lại ở mặt ngoài trống và được di chuyển đến bộ phận vớt rác 2 gắn cố định với vỏ. Các dao cắt gắn ở trống phối hợp với cơ cấu vớt rác, nghiền nhỏ rác ra. Rác được nghiền nhỏ theo nước thải đi vào trong trống và vào bể thu.

Loại máy nghiền rác lưới mô tả trên hình 133 để đặt vào các ống dẫn nước. Ngoài ra cũng có loại kết cấu giống như vậy nhưng kích thước lớn hơn để đặt ở các kênh dẫn hở.

9.5 CÁC LOẠI TRẠM BƠM THOÁT NƯỚC

Về kết cấu, trạm bơm thoát nước có thể chia làm ba loại sau:

1. Trạm có mặt bằng dạng tròn hoặc chữ nhật.
2. Trạm bố trí kết hợp hoặc tách riêng so với bể thu.
3. Trạm có máy bơm đặt cao hơn hoặc thấp hơn mực nước trong bể thu.

Chọn loại trạm bơm nào phải căn cứ vào điều kiện địa hình khu vực, độ sâu đặt ống dẫn nước đến, điều kiện địa chất thủy văn, loại máy bơm sử dụng, phương pháp điều khiển máy bơm... Trên cơ sở đó so sánh kinh tế, kỹ thuật một số phương án, chọn phương án lợi nhấ.

Điều lưu ý trước tiên là phải chọn được vị trí đặt trạm bơm hợp lý. Chỗ đặt trạm bơm phải cách nhà ở và khu dân cư ít nhất là 24m và nên có cây xanh ngăn cách. Vị trí này nên chọn nơi mực nước ngầm không cao quá; điều kiện địa hình thuận tiện cho việc cấp điện, nước cho trạm bơm và có khả năng xả sự cố khi bị mất điện hoặc hư hỏng mạng lưới thoát nước để giảm được chiều dài đường ống tự chảy.

Hình 134 Sơ đồ kết cấu trạm bơm thoát nước
1- Bể thu; 2- Song chắn rác; 3- Gian máy; 4- Máy bơm

Hình 134a giới thiệu sơ đồ kết cấu trạm bơm dạng tròn kết hợp với bể thu nước, máy bơm đặt thấp hơn mực nước trong bể thu. Trạm bơm kiểu này rất thuận tiện khi thi công bằng phương pháp hạ chìm toàn khối, trạm bơm bố trí ở độ sâu lớn. Tuy nhiên, trạm bơm như vậy khó sắp xếp thiết bị. Khi số tổ máy lớn hơn bốn thì không nên chọn trạm bơm dạng này.

Hình 134b giới thiệu sơ đồ kết cấu trạm bơm mặt bằng dạng chữ nhật, máy bơm đặt thấp hơn mực nước trong bể thu. Trạm bơm kiểu này bố trí thiết bị và đường ống thuận tiện. Khi độ sâu bố trí máy bơm không lớn thì sử dụng trạm bơm kiểu này rất hợp lý. Sàn gian máy và đáy bể thu bố trí ở cùng một cao trình. Giữa bể thu và gian máy có tường bêtông cốt thép ngăn cách. Trong gian máy bố trí bốn bơm trục ngang đặt thấp hơn mực nước trong bể thu. Máy bơm bố trí như vậy không phải mồi khi làm việc. Khi điều kiện địa chất cho phép nên đặt máy bơm như vậy để tăng độ tin cậy làm việc của trạm. Trong ngăn bể thu, ngoài song chắn rác có thể bố trí

máy vớt rác, máy nghiền rác có thể bố trí máy vớt rác, máy nghiền rác và cơ cấu nông. Kết cấu trạm bơm kiểu này được sử dụng rộng rãi với các trạm bơm cỡ trung bình và lớn.

Hình 135 giới thiệu sơ đồ kết cấu trạm bơm bố trí tách riêng bể thu. Mặt bằng trạm hình chữ nhật. Mặt bể thu dạng tròn. Trong gian máy đặt bốn bơm ly tâm trục ngang. Máy bơm đặt cao hơn mực nước trong bể thu, trước khi cho bơm làm việc phải mồi. Oáng hút dùng ống thép và có thể đặt trực tiếp ngay trong đất, nếu nền đất yếu thì đặt trong hành lang bêtông hoặc bêtông cốt thép. Nếu ống hút đặt trong hành lang thì phải bố trí giếng thăm để lên xuống kiểm tra, sửa chữa ống hút. Cách bố trí trạm bơm như vậy đảm bảo điều kiện vệ sinh cho công nhân phục vụ tốt, lắp đặt các tổ máy chắc chắn, bố trí các phòng phụ tiện lợi. Nhà trạm xây dựng theo phương pháp thông thường. Bể thu xây dựng theo phương pháp hạ chìm toàn khối.

Trạm bơm xây dựng theo kiểu này có chiều dài ống hút lớn, giá thành xây dựng cao. Kết cấu trạm như vậy thường dùng khi lưu lượng nhỏ và trung bình, độ sâu ống dẫn nước đến lớn và nhất là khi trạm đặt trên nền đất yếu.

Hình 135

9.6 BỐ TRÍ MÁY BƠM VÀ ĐƯỜNG ỐNG

Số lượng bơm công tác đặt trong trạm bơm xác định theo lượng nước chảy đến (xem 9.2) loại máy bơm dự định dùng, số lượng và đường kính ống đẩy.

Số bơm dự trữ lại lấy phụ thuộc vào số bơm công tác. Nếu trong trạm đặt một hoặc hai bơm công tác thì phải có một bơm dự trữ. Nếu trong trạm đặt ba bơm công tác trở lên thì phải đặt hai bơm dự trữ (với điều kiện các bơm cùng loại).

Hầu hết các bơm thoát nước có đầu nối ống hút bố trí ở mặt mút của nó. Điều đó cho phép bố trí máy bơm, theo một dãy, ống hút bố trí thẳng.

Ở các trạm bơm bố trí sâu nên dùng bơm trục đứng. Vì như vậy sẽ cho phép giảm diện tích gian máy và tạo điều kiện cho việc quản lý tổ máy tốt hơn, điều kiện làm việc của động cơ điện cũng tốt hơn.

Theo quy định, mỗi bơm nên đặt một ống hút riêng, ống hút nên có độ dốc nâng dần về phía máy bơm. Đường kính ống hút chọn theo vận tốc nước chảy trong ống. Vận tốc này không nên chọn lớn quá vì sẽ tổn thất thủy lực nhiều, nhưng cũng không nên chọn nhỏ quá vì có thể gây lắng cặn trong đường ống. Theo kinh nghiệm nên lấy vận tốc nước chảy torng ống trong khoảng 0,8-1,5 m/s. Nếu ống hút ngắn (trường hợp bể thu và gian máy bố trí kết hợp) cho phép lấy vận tốc này đến 2 m/s.

Trên ống hút không đặt van thu một chiều, mà đặt phễu hút. Đường kính phễu hút lấy bằng 1,3-1,5 lần đường kính ống hút. Phễu hút đặt trong hố thu nước. Phễu cần bố trí sao cho khoảng cách từ mặt dưới phễu đến đáy hố thu nước ít nhất là bằng đường kính miệng vào của nó.

Nếu bơm đặt thấp hơn mực nước trong bể thu thì trên ống hút đặt khóa. Giữa khóa và đầu nối ống hút của máy bơm nên đặt một đoạn ống ngắn để khi cần có thể tháo nắp máy bơm mà không phải tháo bơm ra.

Đường kính ống đẩy trong phạm vi trạm bơm lấy xuất phát từ điều kiện vận tốc dòng chảy trong ống trong khoảng 1,5-2,5 m/s.

Trong gian máy đường ống có thể bố trí trên sàn nhà hoặc dọc theo tường phía trên các tổ máy.

Ống đường kính lớn có thể đặt trong rãnh dưới sàn gian máy. Các rãnh phải dốc dần về phía hố tập trung nước để thu nước rò rỉ. Từ đây lượng nước này lại được tháo vào bể thu bằng cách tự chảy hoặc bơm.

Tuy nhiên, cách đặt ống ngay trên sàn nhà hoặc trên các gối đỡ dọc theo tường vẫn là phương pháp được áp dụng rộng rãi hơn cả. Oáng kích thước lớn cần đặt trên một sàn riêng để thuận tiện cho việc lắp ráp đường ống và đóng mở, theo dõi van khóa cũng như các thiết bị khác bố trí trên đường ống. Sàn đặt ống cần bố trí sao cho nó không gây trở ngại đến việc vận hành các tổ máy. Khi cần kiểm tra sửa chữa đường ống trong phạm vi gian máy có thể tháo hết lượng nước chứa trong nó về bể thu.

Trong trạm bơm thoát nước, khóa nên đặt trên các đoạn ống nằm ngang để dễ đóng mở và tránh sự lắng cặn trên mặt đĩa khóa khi bơm dừng lại lâu. Van một chiều trên ống đẩy chỉ nên đặt ở những trạm bơm bơm nước thải sản xuất độ bẩn cơ học nhỏ và ở những trạm bơm có chiều cao bơm nước địa hình lớn. Van một chiều cũng nên đặt ở đoạn ống nằm ngang để tiện cho việc làm sạch.

9.7 ĐẶC ĐIỂM KẾT CẤU TRẠM BƠM THOÁT NƯỚC

Trạm bơm thoát nước thường đặt ở khu vực thấp nhất trong vùng. Tùy thuộc vào độ sâu ống góp dẫn nước đến và chiều cao hút cho phép của máy bơm mà trong từng trường hợp cụ thể sẽ xác định được cao trình đặt trạm bơm. Tuy nhiên trong hầu hết các trường hợp trạm bơm thoát nước đều được xây dựng theo kiểu chìm hoặc nửa chìm.

Phần nhà trạm dưới mặt đất xây dựng bằng bêtông hay bê tông cốt thép. Phần nhà trên mặt đất xây dựng bằng gạch có bậc chịu lửa I hoặc II. Nếu nhà trạm đặt trong vùng có nước ngầm thì sàn nhà và phần tường ngầm cần tính đến áp lực nước ngầm, và cần được phủ một lớp vật liệu chống thấm cao hơn mực nước ngầm ít nhất là 0,5m.

Nếu trạm bơm xây dựng theo kiểu kết hợp thì giữa bể thu và gian máy phải có tường ngăn không thấm nước. Gian máy phải có cửa ra vào riêng không liên hệ với bể thu.

Ở các trạm xây dựng theo kiểu chìm hoặc nửa chìm, cầu thang xuống gian máy nên bố trí theo chu vi nhà. Trong gian máy bố trí thiết bị chỉ mực nước ở bể thu, rãnh thu nước thấm, nước rò rỉ về hố tập trung nước. Nếu sàn gian máy bố trí cao hơn mực nước trong bể thu thì nước từ hố tập trung được xả vào bể thu bằng phương pháp tự chảy. Nếu sàn gian máy đặt thấp hơn mực

nước trong bể thu thì lượng nước này được hút đi bằng một bơm nhỏ hoặc bằng một ống nhánh nối với ống hút của bơm đặt trong trạm.

Trong trạm bơm cần bố trí một kho nhỏ để chứa các thiết bị và vật liệu dự trữ. Nếu trong trạm bố trí nhiều dụng cụ kiểm tra, đo lường và thiết bị điều khiển thì nên bố trí một phòng điều khiển riêng. Ngoài ra, tùy theo điều kiện cụ thể trong trạm có thể bố trí các thiết bị vệ sinh, phòng tắm, phòng ăn, tủ đựng quần áo của công nhân, vv...

Trong gian máy và bể thu cần có sự thông gió hợp lý. Nhiệt độ trong gian máy không được vượt quá 25-30^0. Trong bể thu nên bố trí quạt gió để xả bớt ra ngoài lượng khí có mùi độc hại bốc hơi từ nước thải.

9.8 ĐẶC ĐIỂM QUẢN LÝ TRẠM BƠM THOÁT NƯỚC

Do làm việc với nước bẩn nên việc quản lý trạm bơm thoát nước có nhiều điểm khác nhau với trạm bơm cấp nước.

So với bơm nước sạch, bánh xe công tác của bơm nước bẩn chóng bị mài mòn hơn. Khi bánh xe công tác bị mòn, lưu lượng của bơm bị giảm và hiệu suất của bơm cũng bị giảm đi. Mặt khác cặn bẩn có thể bơm vào bánh xe công tác và đường ống gây giảm lưu lượng của bơm. Khi lưu lượng giảm 5-10% thì nên dừng máy lại để kiểm tra, sửa chữa hoặc rửa bánh xe công tác và ống hút, ống đẩy.

Để tránh lắng cặn, thối rữa, ít nhất ba ngày phải rửa bể thu một lần. Nước rửa bể thu và song chắn rác lấy từ hệ thống cấp nước kỹ thuật của trạm.

Ở các trạm bơm lớn, lượng rác nhiều thì phải có công nhân phục vụ song chắn rác, cơ cấu vớt rác, vận chuyển rác và máy nghiền rác. Ở các trạm bơm cỡ nhỏ và trung bình nếu không phải thường xuyên vớt rác thì không nhất thiết phải bố trí công nhân phục vụ song chắn rác. Việc vớt rác định kỳ phải tính toán sao cho độ chênh mực nước ở trước và sau song chắn rác không quá 5-10 cm. Nếu độ chênh mực nước này lớn có thể làm cho rác rưởi lọt qua song chắn.

Máy bơm, song chắn rác, cơ cấu vớt rác và máy nghiền rác cần thường xuyên kiểm tra hàng ngày để kịp thời phát hiện những hư hỏng bất thường, hàng năm nên sửa chữa định kỳ 1-2 lần.

9.9 MỘT SỐ VÍ DỤ VỀ TRẠM BƠM THOÁT NƯỚC

Trạm bơm thoát nước thải gồm nhiều loại và có nhiều cách bố trí như đã giới thiệu trong 9.3. Ở đây chỉ nêu một vài ví dụ về kiểu trạm bơm được ứng dụng rộng rãi nhất. Kiểu gian máy bố trí kết hợp với bể thu.

Hình 136 giới thiệu cấu tạo của một trạm bơm thoát nước bố trí hai bơm 3ϕ-12. Độ sâu đặt ống góp dẫn nước đến bể thu vào khoảng 4-7 cm. Lưu lượng của trạm từ 20 đến 90 m^3/h. Trạm bơm kiểu này có thể dùng cho trạm bơm thoát nước chính hoặc trạm bơm thoát nước vùng.

Trạm bơm được xây dựng theo kiểu nửa chìm. Phần chìm dưới đất có dạng tròn, đường kính 8 m. Phần trên mặt đất, mặt bằng hình vuông, kích thước 9 * 9 m.

Phần nhà dưới mặt đất bố trí gian máy kết hợp với bể thu.

Phần nhà trên mặt đất bố trí các bảng điều khiển các dụng cụ kiểm tra đo lường và thiết bị tự động hóa, thiết bị thông gió, thiết bị vệ sinh, phòng phục vụ, sàn lắp máy và cơ cấu nông.

Bể thu có thể tích gần 35 m^3. Đáy bể có độ dốc 0,1 về phía hố thu nước có bố trí phễu hút của bơm. Trong ngăn bể thu đặt song chắn rác kiểu búa.

Hình 136 Trạm bơm đặt hai bơm 3ϕ-12
1- Bơm 3ϕ-12 ; 2- Bơm xoáy 18-0,9; 3- Song chắn rác có cơ cấu vớt rác;
4- Máng đục lỗ; 5- Máy nghiền rác; 6- Song chắn rác vớt thủ công; 7- Thùng
8- Palăng kéo tay; 9- Pa lăng kéo tay; 10- Thiết bị đo lưu lượng;
11- Ống góp xả nước đến

Ngoài ra, ở đây còn đặt dự phòng một song chắn rác vớt rác thủ công và một máng đục lỗ để giữ rác rưởi lại khi cần thiết. Lượng rác giữ lại hàng ngày vào khoảng 0,1-0,2 m^3. Trong máng xả phía dưới song chắn rác đặt một cửa van phẳng.

Trong gian máy bố trí hai bơm 3ϕ-12 (một bơm công tác, một bơm dự trữ).Việc đóng, ngắt bơm được tự động hóa và phụ thuộc vào mực nước trong bể thu. Khóa trên ống đẩy thường xuyên mở nó chỉ đóng lại khi sửa chữa bơm hoặc đường ống. Việc đóng, mở khóa thực hiện bằng tay.

Để khuấy đục lắng cặn và rửa song chắn rác, máy nghiền rác, dùng nước có áp dẫn từ ống đường kính 50mm. Lượng nước này và nước cấp cho các thiết bị vệ sinh do bơm xoáy 18-0,9 đảm nhiệm. Bơm xoáy lấy nước từ thùng 7.

Nước rò rỉ nước rửa sàn trong gian máy được chảy về bể thu nước. Từ đây lượng nước này lại được bơm đi nhờ ống đường kính 20mm nối với ống hút của bơm 3ϕ-12.

Hình 137 giới thiệu kết cấu trạm bơm cũng kiểu nửa chìm tương tự như trạm bơm đã giới thiệu trên hình 136. Phần dưới đất của nhà trạm đường kính 7,5m. Gian máy bố trí kết hợp với bể thu. Các trang bị của bể thu cũng tương tự như trên. Gian máy đặt hai bơm trục đứng 4ϕ-12-5M và gồm hai tầng.

Trạm bơm có lưu lượng 90-150 m^3/h. Do trang bị bơm trục đứng nên diện tích nhà trạm giảm đi so với trường hợp trên.

Hình 137 Trạm bơm đặt hai bơm trục đứng
1- Bơm 4ϕ12-5M ; 2- Động cơ điện; 3- Song chắn rác có cơ cấu vớt rác;
4- Máy nghiền rác; 5- Máy đục lỗ; 6- Song chắn rác vớt rác thủ công
7- Bơm xoáy 1,5B-1,3; 8- Thùng; 9-10- Cơ cấu nông

9.10 TRẠM BƠM NƯỚC THẢI DÙNG KHÍ ÉP

Trong thiết kế trạm bơm nước thải, nhiều khi gặp trường hợp cần bơm một lượng nước thải nhỏ của một ngôi nhà hoặc một nhóm nhà bố trí ở chỗ thấp. Trong trường hợp như vậy dùng bơm ly tâm thì không hợp lý vì lưu lượng và cột áp quá nhỏ và lại phải xây dựng thêm các công trình khác nữa. Khi đó người ta thường dùng thiết bị bơm nước nhờ sử dụng năng lượng khí ép.

Hình 138 giới thiệu một loại sơ đồ bố trí thiết bị bơm nước thải dùng khí ép được sử dụng rộng rãi hiện nay.

thiết bị như sau. Nước thải theo đường ống 5 vào thùng 1. Trong thùng đặt một phao báo mực nước. Nước chảy vào thùng phao sẽ được nâng dần lên. Khi thùng đầy nước, phao nâng lên đến vị trí giới hạn, nhờ hệ thống cần nối và tay đàn, thiết bị phân phối khí 4 mở ra, khí ép đi vào bể đẩy nước thải ra ngoài theo đường ống 6. Mực nước trong thùng hạ xuống, phao lại trở về vị trí ban đầu và thiết bị phân phối khí cũng đóng lại. Sau đó nước lại tiếp tục chảy vào thùng và quá trình làm việc như vậy cứ lặp đi lặp lại mãi.

Thông thường người ta đặt hai thùng thu bằng thép để chúng luân phiên nhau làm việc. Ngoài ra, khi cần có thể tạm thời ngắt một thùng ra để sửa chữa hoặc tháu rửa. Thường dùng loại thùng thu thể tích 0,25 m^3 , thùng chứa khí ép thể tích 1,5-2 m^3.

Thiết bị này có thể cho lưu lượng tới 20m^3/h và chiều cao bơm nước tới 7m.

So với bơm ly tâm, thiết bị bơm nước kiểu này có hiệu suất thấp hơn nhưng nó có ưu điểm là làm việc chắc chắn, tin cậy và đảm bảo điều kiện vệ sinh tốt.

Hình 138 Thiết bị dâng nước thải bằng khí ép
1- Thùng thu bằng thép; 2- Thùng chứa khí ép; 3- Máy nén khí;
4- Thiết bị phân phối khí ép; 5- Oáng dẫn nước thải; 6- Oáng đẩy nước thải;
7- Van một chiều

CHƯƠNG 10
LẮP RÁP VÀ QUẢN LÝ MÁY BƠM TRONG TRẠM BƠM

10.1 LẮP RÁP MÁY BƠM

Lắp ráp máy bơm trong trạm bơm là một việc phức tạp. Độ chính xác lắp ráp có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất làm việc của tổ máy. Nhìn chung công tác lắp ráp máy bơm có thể chia ra bốn giai đoạn chính:

** Kiểm tra máy bơm*

Trước khi đặt bơm nhất thiết phải kiểm tra bơm. Các bơm nhỏ thì không phải tháo rời mà chỉ cần lấy tay quay nhẹ nửa khớp nối hoặc nửa bánh đai lắp trên trục xem trong quá trình vận chuyển bánh xe công tác có bị cọ xát vào vỏ không, kiểm tra lại xem các lỗ bu tông đế có đủ không.

Nếu đặt các bơm lớn thì phải tháo rời kiểm tra kỹ từng chi tiết, nhất là các chi tiết quay trong ổ và các chi tiết cọ xát khác. Sau đó lau sạch các chi tiết.

Sau đó lau sạch các chi tiết bằng giẻ nhúng dầu hỏa, bôi dầu mỡ và lắp lại. Khi lắp lại bơm cần chú ý đến khe hở cần thiết giữa các chi tiết quay, đặc biệt là khe hở trong đệm chống thấm của bơm ly tâm, khe hở giữa bánh xe công tác và buồng bánh xe công tác bơm hướng trục.

** Kiểm tra các phụ tùng*

Các thiết bị phụ tùng của tổ máy thường gồm van một chiều, khóa, van thu, van an toàn. Trước khi lắp cần kiểm tra độ đóng, mở của van, khóa xem có bảo đảm không, kiểm tra lỗ trên các mặt bích xem có đủ không và đường kính lỗ có thích hợp để lắp bu tông không. Ngoài ra phải kiểm tra lại các chi tiết định hình để nối ống như tê, cút...

** Đặt tổ máy*

Tổ máy (gồm máy bơm và động cơ điện) thường đặt trên một bệ chung bằng gang đúc hoặc thép tròn (thép chữ I hoặc chữ U). Bệ máy lại được đặt trên mống bêtông hoặc bê tông cốt thép. Kích thước bề mặt của móng phải rộng dài hơn bệ máy 5-10cm. Chiều sâu móng ít nhất phải là 0,5-0,7m và không được nông hơn hào đặt ống trong trạm. Chiều cao móng so với sàn gian máy ít nhất là 0,1m. Thường thì móng tổ máy đổ bêtông nhưng nếu móng đặt thấp hơn mực nước ngầm thì đặt móng bê tông cốt thép đổ toàn khối, trường hợp này tổ máy có thể đặt trực tiếp lên máy. Khi thi công móng cần đặt sẵn các bu tông để lắp bệ máy hoặc máy.

Khi đặt tổ máy lên bệ cần đảm bảo đúng vị trí theo thiết kế (thẳng đứng hoặc nằm ngang). Sai số độ đồng tâm giữa trục bơm và trục động cơ không vượt quá giá trị đã ghi trong bản vẽ lắp những yếu tố này có ảnh hưởng lớn đến hiệu suất và độ bền của tổ máy.

** Nối bơm với ống hút và ống đẩy*

Công việc này được tiến hành sau khi đã lắp đặt chính xác tổ máy trên bệ móng. Các mối nối phải đảm bảo tuyệt đối khít kín. Những mối nối mặt bích phải có đệm cao su.

Sau khi hoàn thành việc lắp đặt tổ máy cần kiểm tra lại chiều quay của trục bơm (thường ghi trong lý lịch bơm hoặc chỉ bằng mũi tên trên vỏ bơm) và chiều quay của động cơ điện. Cuối cùng cho bơm chạy thử và kiểm tra các mối nối.

10.2 LẮP ĐƯỜNG ỐNG

Hầu hết các thiết bị phụ tùng của trạm bơm nằm trên đường ống. Vì vậy, việc lắp đường ống trong trạm bơm chiếm rất nhiều thời gian. Như đã trình bày trong 8.6, tùy theo thiết kế cụ thể của từng trạm bơm mà đường ống trong trạm có thể đặt trên sàn gian máy hay dưới hào, những chỗ đặt van, khóa, ống đổi chiều nhất thiết phải có gối đỡ. Theo qui định, việc lắp ống tiến hành sau khi đã hoàn thành việc xây dựng nhà trạm. Tuy nhiên, trong một vài trường hợp có thể tiến hành lắp đường ống trước khi kết thúc việc xây dựng nhà trạm bơm, những móng đặt tổ máy và những nơi có đường ống đi qua phải xây dựng xong trước khi đặt ống.

Đường ống có thể lắp trực tiếp ngang trong gian máy hoặc lắp thành cụm ở sàn lắp máy hay ngoài nhà trạm rồi đưa vào vị trí đặt ống và nối các cụm ống lại với nhau. Lắp ống theo cách thứ hai rút ngắn được thời gian thi công, nhất là đối với trạm có nhiều tổ máy.

Lắp ống có thể chia làm hai giai đoạn: chuẩn bị và lắp ráp

- Chuẩn bị: là công tác phức tạp và chiếm tới 2/3 thời gian thi công. Thời gian này cần kiểm tra lại tất cả các chi tiết ống, hàn các chi tiết định hình (nếu có) và nếu cần thì lau chùi sạch van, khóa, ống, thử nghiệm thủy lực thiết bị, phụ tùng và các đoạn ống sau cùng, lắp các đoạn ống thành cụm. Khi lắp ống thành cụm phải đảm bảo sao cho các cụm ống chắc chắn, gọn nhẹ, để vận chuyển. Sau khi lắp ống thành cụm cần thử nghiệm thủy lực để kiểm tra lại các mối nối.

- Lắp ống: là công tác được tiến hành sau khi hoàn thành bước chuẩn bị. Các cụm ống lúc này được vận chuyển đến vị trí đặt ống, nối với các thiết bị, phụ tùng và máy bơm.

10.3 VÀI NÉT VỀ QUẢN LÝ TRẠM BƠM

Quản lý trạm bơm tức là theo dõi, bảo quản các tổ máy để thực hiện tốt việc cấp nước hoặc thoát nước. Việc theo dõi bảo quản các tổ máy đã được trình bày kỹ ở phần máy bơm, trong phần này chỉ nêu sơ lược một vài nét về quản lý chung toàn bộ trạm bơm.

Trong trạm bơm cần có biểu đồ bơm (lưu lượng cột áp, sơ đồ tổ máy làm việc trong từng thời gian) theo tính toán về biểu đồ bơm thực tế, biểu đồ công suất tiêu thụ bảng theo dõi nhiệt độ và áp suất của các bộ phận công tác.

Cần đảm bảo cho tổ máy làm việc ở chế độ lợi nhất. Điều này được quyết định ngay từ khi chọn bơm. Tuy vậy, trong quá trình quản lý, chế độ làm việc thực tế của bơm có thể khác so với tính toán nên vẫn phải tìm mọi biện pháp để nâng cao hiệu suất làm việc của tổ máy.

Cán bộ, công nhân quản lý phải triệt để tuân theo quy trình vận hành của trạm, thực hiện đúng các quy tắc an toàn lao động. Thường xuyên kiểm tra tình trạng làm việc của từng tổ máy nhờ các thiết bị kiểm tra, đo lường.

Trong quản lý trạm bơm, nghiêm cấm cho bơm làm việc trong những trường hợp sau:

a) Trục bơm bị dao động.
b) Xuất hiện những tiếng kêu loảng xoảng khác với tiếng ồn do bị xâm thực.
c) Nhiệt độ ở ổ trục vượt quá giới hạn quy định.
d) Tổ máy bị hư hỏng một chi tiết nào đấy.

Khi xảy ra những hiện tượng trên phải lập tức dừng máy, kiểm tra tìm nguyên nhân và có biện pháp sửa chữa, khắc phục ngay. Nếu cứ tiếp tục cho tổ máy làm việc trong tình trạng như vậy sẽ dẫn đến hư hỏng tổ máy.

Ngoài ra, những trường hợp hư hỏng đột xuất có tiến hành sửa chữa dự phòng sửa chữa nhỏ và sửa chữa lớn. Sửa chữa dự phòng tiến hành ngay từ khi tổ máy còn làm việc bình thường, chẳng hạn như điều chỉnh lại khe hở của đệm chống thấm, độ láng của cụm, nắp bít, vv.... Sửa chữa nhỏ tiến hành đối với một vài chi tiết riêng biệt của tổ máy. Sửa chữa lớn tiến hành với toàn bộ tổ máy. Cứ sau 5000- 10000 giờ làm việc cần tiến hành sửa chữa lớn. Khi sửa chữa lớn phải tháo bơm ra, kiểm tra lại các chi tiết nhất là các chi tiết quay để phát hiện hư hỏng có biện pháp sửa chữa hoặc thay thế. Trước khi sửa chữa lớn cần xem lại sổ trực trạm bơm, tập hợp các hỏng hóc của tổ máy trong thời gian làm việc trước khi sửa chữa để nhanh chóng tìm ra chi tiết hư hỏng.

Ngoài ra, cần cố gắng điều khiển tự động hóa một phần hoặc toàn bộ trạm bơm, tùy theo quy mô và nhiệm vụ của trạm.

Trong quá trình quản lý nên nghiên cứu bổ xung, sửa đổi những điều chưa hợp lý để có một quy trình vận hành tốt nhất, nâng cao hiệu suất làm việc của trạm, giảm lao động nặng nhọc của công nhân, giảm chi phí vận hành, đạt được giá thành bơm hạ.

Trên đây là một vài nét sơ lược về quản lý trạm bơm nói chung. Tuy nhiên đối với trạm bơm thoát nước, do bơm làm việc với nước bẩn nên ngoài những điều đã nêu việc quản lý trạm bơm thoát nước yêu cầu có một số điểm khác biệt. Do làm việc với nước bẩn nên bánh xe công tác chóng bị bẩn và chóng bị mài mòn. Phải theo dõi thường xuyên tình trạng bánh xe công tác. Ít nhất là ba ngày phải bơm lắng cặn trong bể thu ra một lần. Sau khi bơm cặn phải rửa bể thu, có thể kết hợp rửa cả máy bơm và ống hút một năm vài ba lần. Nước rửa lấy từ hệ thống cấp nước kỹ thuật của trạm bơm. Cần thường xuyên vớt rác ở song chắn rác sao cho độ chênh mực nước ở trước và sau song chắn không quá 5-10cm. Nếu trong trạm đặt máy vớt rác, máy nghiền rác thì phải kiểm tra chúng thường xuyên hàng ngày và tiến hành sửa chữa định kỳ hàng năm.

CHƯƠNG 11
CẤP ĐIỆN CHO TRẠM BƠM

Để đảm bảo cho trạm bơm làm việc được, cần có sự truyền tải và phân phối điện đến trạm.

Độ tin cậy của nguồn điện cấp cho trạm bơm phụ thuộc vào loại trạm bơm. Trạm bơm loại một điện được lấy từ hai nguồn không phụ thuộc nhau. Trạm bơm loại hai chỉ cần lấy điện từ một nguồn. Trạm bơm công suất lớn lấy điện theo tuyến điện áp cao 3-10kv và cần đặt trạm biến áp, nếu động cơ dùng điện điện áp cao thì lấy điện theo tuyến 3-6kv.

Trạm bơm công suất nhỏ và trung bình có thể lấy điện theo tuyến điện áp thấp từ mạng điện thành phố hoặc từ một trạm biến áp gần đó.

11.1 ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Động cơ điện có nhiều loại, loại dùng cho trạm là động cơ đồng bộ và động cơ không đồng bộ xoay chiều.

** Động cơ điện không đồng bộ*

Động cơ điện không đồng bộ là loại được dùng rộng rãi trong trạm bơm nói riêng và với mọi loại máy nói chung. Động cơ điện không đồng bộ là loại có kết cấu gọn nhẹ, cách mở máy đơn giản.

Tùy theo kết cấu rôto, động cơ điện không đồng bộ chia làm hai loại: lồng sóc và rôto dây quấn.

Động cơ điện không đồng bộ kiểu lồng sóc, dây quấn là những thanh đồng hoặc nhôm đặt trên các rãnh lõi thép rôto, hình thành một cái lồng.

Cách mở máy của động cơ lồng sóc đơn giản mở máy trực tiếp hoặc giảm điện áp xtato rồi mở máy. Mở máy trực tiếp rất đơn giản, chỉ việc đóng trực tiếp động cơ vào lưới điện nhờ cầu dao hoặc bộ khởi động từ. Nhưng cách mở máy này làm tụt điện áp của mạng điện rất nhiều nếu quán tính của máy lớn có thể gây cháy cầu chì nên chỉ dùng khi công suất mạng điện đủ lớn. Hầu hết các trạm bơm đều mở máy theo phương pháp này.

Trường hợp không mở máy trực tiếp được thì mở bằng cách giảm điện áp xtato, do đó giảm được dòng điện mở máy. Các phương pháp giảm điện áp.

- Mắc nối tiếp điện kháng vào mạch xtato. Khi động cơ đã quay ổn định thì ngắt mạch điện kháng.

- Dùng máy biến áp cho dòng điện qua máy tự biến áp trước khi vào động cơ để giảm điện áp. Thay đổi vị trí con chạy để điện áp đặt vào động cơ lúc mở máy nhỏ rồi dần dần nâng lên bằng định mức.

- Phương pháp đổi nối sao -tam giác. Phương pháp này chỉ sử dụng được khi làm việc bình thường dây quấn xtato đấu hình tam giác.

Động cơ điện không đồng bộ kiểu rôto dây quấn, trong các rãnh của lõi thép đặt dây quấn ba pha. Ba đầu ra của nó nối với vành trượt bằng đồng. Ba chổi than nối với mạch biến trở ngoài

(để mở máy hoặc điều chỉnh tốc độ) tỳ lên ba vành trượt này. Cách mở máy động cơ không đồng bộ rôto dây quấn cũng đơn giản. Người ta thường dùng biến trở ngoài nối với dây quấn rôto. Cách mở máy này làm giảm dòng điện và tăng mô men mở máy nhưng làm cồng kềnh thêm kết cấu của động cơ.

** Động cơ điện đồng bộ*

Động cơ điện đồng bộ so với động cơ không đồng bộ ưu điểm hơn ở chỗ mô men quay ít phụ thuộc điện áp lưới, hệ số cosφ = 1. Nếu công suất như nhau thì hiệu suất động cơ đồng điện cao hơn 1-3% và nó làm việc ổn định hơn động cơ không đồng bộ khi điện áp lưới thay đổi.

Cách mở máy của động cơ đồng bộ phức tạp hơn nhiều so với động cơ không đồng bộ. Bản thân động cơ không tự mở máy được phải dùng động cơ phụ trợ hoặc cấu tạo của động cơ có thêm dây quấn mở máy. Quá trình mở máy gồm hai giai đoạn mở máy không đồng bộ và đưa vào đồng bộ. Giai đoạn đầu động cơ được mở máy như một động cơ không đồng bộ lồng sóc. Sau khi động cơ đã quay với tốc độ @ gần đồng bộ @ thì được nối với dòng điện kích thích một chiều để đưa động cơ vào làm việc đồng bộ. Do cách mở máy phức tạp như vậy nên động cơ đồng bộ chỉ nên dùng khi công suất lớn (từ 300 kw trở lên).

** Chọn động cơ điện*

Chọn động cơ điện bao gồm những công việc là chọn kiểu loại, điện áp và công suất động cơ.

Trong các loại động cơ thì động cơ lồng sóc có giá thành rẻ, cấu tạo đơn giản hơn cả nên được dùng rộng rãi khi công suất dưới 100 kw. Động cơ rôto dây quấn thì đắt hơn, kích thước lớn hơn cách vận hành phức tạp hơn và hệ số công suất cosφ cũng thấp hơn. Tuy nhiên có ưu điểm là dòng điện mở máy không đặt động cơ lồng sóc được.

Động cơ đồng bộ có hệ số công suất cosφ cao phí tổn vận hành nhỏ nhưng đắt và cách mở máy phức tạp. Nó chỉ sử dụng thích hợp khi công suất lớn và yêu cầu không điều chỉnh tốc độ.

Trong các loại động cơ kể trên người ta lại chế tạo theo hai kiểu. Kiểu kín và kiểu hở. Ở các trạm bơm cấp và thoát nước thường dùng động cơ kiểu kín.
Chọn đúng công suất động cơ có ý nghĩa kinh tế, kỹ thuật lớn. Nếu chọn công suất bé hơn yêu cầu, động cơ sẽ chóng hỏng. Nếu chọn lớn quá, sẽ không kinh tế. Công suất động cơ điện chạy máy bơm tính theo công thức (2.41).

Điện áp xoay chiều được dùng phổ biến là hệ thống 380/220v. Hệ thống này vừa dùng cho mạng động lực, vừa dùng cho mạng thắp sáng. Động cơ có công suất trung bình có thể dùng điện áp 500v. Những động cơ công suất lớn có thể sử dụng trực tiếp điện áp 6-10kv. Tuy nhiên động cơ sử dụng điện áp cao thì thiết bị điều khiển phức tạp, giá thành cao, vận hành khó.

11.2 MÁY BIẾN ÁP VÀ THIẾT BỊ PHÂN PHỐI

Hình 138 giới thiệu sơ đồ bố trí trang bị điện của trạm bơm bố trí bốn tổ máy, động cơ dùng điện điện áp thấp, còn dẫn đến trạm bơm là điện cao áp.

Sơ đồ điện tải đến trạm bơm là điện cao áp (H-139) được áp dụng rộng rãi, đôi khi điện dẫn đến trạm bơm là điện áp thấp. Trường hợp sau sơ đồ bố trí trang bị điện đơn giản đi nhiều.

Nhìn chung, trạm biến áp và thiết bị phân phối gồm các trang bị chủ yếu là máy biến áp động lực, ngắt dần, bộ phận tải lưu, máy biến dòng điện và điện áp, dao ngắt, sứ cách điện, dụng cụ đo lường ro le,... Trong phần này chỉ giới thiệu sơ lược một vài thiết bị chủ yếu.

** Máy biến áp động lực*

Máy biến áp đặt ở các trạm bơm là máy hạ áp dùng để biến dòng điện xoay chiều điện áp cao thành dòng điện xoay chiều điện áp thấp cung cấp cho các động cơ điện và mạng lưới chiếu sáng.

Công suất yêu cầu của máy biến áp xác định theo công thức:

$$S = \sum KP / \cos\varphi\, \eta_{đc} + P_{cs} \qquad (11.1)$$

Nếu dùng máy mua của Liên Xô hoặc các nước châu Aâu thì tính theo công thức:

$$S^{/} = 1{,}23\, S \qquad (11.2)$$

Trong đó

$\sum P$	tổng công suất của các thiết bị dòng điện (không kể thiết bị dự trữ)
K	hệ số yêu cầu công suất
$\eta_{đc}$	hiệu suất động cơ điện
$\cos\varphi$	hệ số công suất của động cơ điện
P_{cs}	tổng công suất chiếu sáng
1,23	hệ số kể đến sự thay đổi nhiệt độ so với thiết kế.

Khi làm việc máy biến áp bị nóng lên. Nhiệt độ phát nóng lớn nhất cho phép là 105^0C. Tuy nhiên, nếu cứ cho máy biến áp làm việc như vậy thường xuyên thì tuổi thọ của nó sẽ giảm 8-10 lần. Các máy biến áp công suất nhỏ chế tạo kiểu khô, làm nguội bằng không khí. Máy công suất trung bình (7500 kv trở lại) được làm nguội bằng dầu. Máy công suất lớn được làm nguội bằng dầu và tăng cường làm nguội bằng nước hoặc không khí. Do đặc điểm cấu tạo và làm việc như vậy đôi khi có thể xảy ra cháy máy biến áp. Trong trạm bơm, để an toàn máy biến áp thường đặt trong một phòng riêng xây ghé vào với trạm bơm. Tường và sàn phòng này phải bằng vật liệu không cháy được.

** Máy ngắt dầu*

Thiết bị đóng cắt mạch điện điện áp cao có nhiều loại. Máy ngắt dầu, máy ngắt sinh khí thối, máy ngắt kiểu không khí. Trong các loại này máy ngắt dầu được sử dụng rộng rãi hơn cả.

Máy ngắt điện dầu là một bộ phận chính của thiết bị phân phối điện áp cao. Nhiệm vụ của nó là để đóng ngắt điện điện áp cao khi có dòng điện phụ tải cũng như khi ngắt mạch. Máy ngắt điện dầu có thể điều khiển bằng tay hoặc tự động ngắt mạch khi có dòng điện ngắn mạch. Vì vậy, nó không những là thiết bị dòng ngắt mạch điện mà còn là thiết bị bảo vệ đường dây khi bị ngắn mạch.

Máy ngắt điện dầu được sản xuất có hai loại: loại nhiều dầu và loại ít dầu. Máy ngắt nhiều dầu, dầu vừa làm nhiệm vụ dập tắt hồ quang vừa làm nhiệm vụ cách điện. Trong máy ngắt ít dầu, dầu chỉ làm nhiệm vụ dập tắt hồ quang cần cách điện thì dùng sử hoặc ba kê lít.

Trong máy ngắt nhiều dầu điện áp 10kv trở lại cả ba pha được đặt trong một thùng, giữa các pha có tấm ngắn cách điện. Nếu điện áp lớn thì mỗi pha đặt trong một thùng riêng. Thùng làm bằng thép hàn. Mặt trong thùng lót giấy hoặc gỗ để cách điện. Máy ngắt điện nhiều dầu có ưu điểm ngắt được dòng điện điện áp lớn nhưng kết cấu cồng kềnh, trọng lượng lớn, có thể bị nổ gây cháy nên phải đặt trong một phòng riêng. Loại máy ngắt này được sản xuất ở điện áp 35-500 kv.

Máy ngắt ít dầu, mỗi pha được đặt trong một thùng riêng. Trọng lượng máy ngắt ít dầu nhỏ hơn máy ngắt nhiều dầu rất nhiều. Chẳng hạn ở điện áp 10kv công suất cắt 250kva máy ngắt nhiều dầu có 250 kg dầu còn máy ngắt ít chỉ có 10kg. Vì ít dầu nên cấu tạo máy ngắt này đơn giản, chắc chắn và an toàn về mặt chống nổ, chống cháy, với máy ngắt nhiều dầu, máy ngắt ít dầu giá thành hạ nhưng bị hạn chế vì một điện áp (sử dụng rộng rãi ở điện áp 6-10 kv còn điện áp 35-110 kv thì bị hạn chế).

Hình 139 Sơ đồ mạng điện của trạm bơm
1- Mạch cao áp; 2- Đường dây cao áp; 3- Đường dây thấp áp; 4- Động cơ chạy bơm
5- Điện thắp sáng; 6- Dao ngắt; 7- Cái ngắt dầu; 8- Máy biến dòng điện
9- Máy biến điện áp; 10- Máy biến áp động lực; 11- Công tắc; 12- Tụ điện;
13 - Cầu chì ống

Dao ngắt: dao ngắt cũng là một thiết bị đóng ngắt mạch điện. Dao ngắt dùng ở điện áp cao thường gọi là dao cách ly, còn dùng ở điện áp thấp gọi là cầu dao.

Theo quy định, dao ngắt cách ly chỉ được sử dụng khi không có dòng điện, tức là khi đã ngắt máy biến áp hoặc sau máy ngắt dầu để tránh hồ quang. Dao cách ly dùng để cách ly các thiết bị hoặc đường dây đang kiểm tra, sửa chữa.

Cầu dao dùng để ngắt các động cơ điện các thiết bị, phụ tùng ra khỏi nguồn điện. Đây là một thiết bị dùng để đóng cắt mạch điện công suất nhỏ và không đóng ngắt nhiều lần. Nếu sơ đồ điều khiển tự động hoặc mạch điện đóng cắt nhiều thì dùng công tắc tơ cầu dao khi đó chỉ làm nhiệu vụ cách ly thiết bị với mạng điện khi cần sửa chữa. Trong hệ thống điện của trạm bơm thường dùng cầu dao ba lá có hộp bảo vệ. Cầu dao thường dùng với điện áp 380v hoặc 220v nhưng được chế tạo với điện áp định mức đến 500v và dòng điện định mức đến 1000A.

* *Máy biến điện áp*

Máy biến điện áp cũng là một loại máy biến áp hạ áp để cung cấp điện cho các dụng cụ đo lường và rơ le bảo vệ. Cuộn dây sơ cấp có nhiều vòng nối song song với mạng điện cần đo. Cuộn thứ cấp có ít vòng dây và nối song song với các dụng cụ đo hoặc các rơ le bảo vệ. Điện áp của máy biến áp được chế tạo định mức là 100v hoặc 100√2v dù điện áp sơ cấp là bao nhiêu.

** Máy biến dòng điện*

Máy biến dòng điện cũng là một loại máy biến áp dùng để biến dòng điện có trị số cao xuống trị số thấp để thuận tiện cho việc đo lường và nối với các thiết bị bảo vệ. Ngược lại với máy biến điện áp, máy biến dòng điện có cuộn sơ cấp ít vòng dây mắc nối tiếp với mạng điện cần đo, còn cuộn thứ cấp nhiều vòng dây và cũng mắc nối tiếp với dụng cụ đo.

Máy biến dòng điện được chế tạo với dòng điện thứ cấp định mức là 5A hoặc 1A mặc dù dòng điện sơ cấp là bao nhiêu.

Ngoài những thiết bị đã nêu trên, thiết bị phân phối còn gồm các thiết bị bảo vệ (cầu chì, rơ le ...) và các dụng cụ đo lường.

Trong trạm biến áp, các thiết bị phân phối được chia làm ba nhóm: thiết bị phân phối điện áp cao, thiết bị phân phối điện áp thấp và bảng điều khiển.

Thiết bị phân phối điện áp cao được chế tạo theo hai loại: lắp riêng và trọn bộ. Thiết bị phân phối điện áp cao loại trọn bộ được lắp sẵn trong một tủ thép nên rất gọn nhẹ. Thiết bị phân phối loại lắp riêng các thiết bị được lắp trong từng ở riêng tùy theo thiết kế trang bị điện của trạm bơm.

Thiết bị phân phối điện áp thấp thường được lắp trên một bảng chung gồm cầu dao, thiết bị bảo vệ máy biến dòng điện các dụng cụ đo lường.

Bảng điều khiển đặt các dụng cụ kiểm tra, đo lường, các rơ le bảo vệ và tín hiệu, sơ đồ điều khiển động cơ điện và các trang bị các thiết bị điều khiển thiết bị phân phối điện áp cao.

CHƯƠNG 12
TỰ ĐỘNG HÓA TRẠM BƠM

Hiện nay trên thế giới, điều khiển tự động hóa là một vấn đề được nghiên cứu ngày càng hoàn thiện và được áp dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực sản xuất. Ở nước ta vấn đề này hiện nay mới chỉ được áp dụng ở một số khâu của một số ngành sản xuất. Trong cấo thoát nước thì vấn đề tự động hóa hầu như chưa được áp dụng. Nhiệm vụ của chúng ta là phải đi sâu nghiên cứu quy trình sản xuất tự động hóa để góp phần đẩy mạnh cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật trong sản xuất, nâng cao hiệu quả sản xuất và chất lượng sản phẩm, giảm giá thành sản xuất.

12.1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ CÔNG TÁC TỰ ĐỘNG HÓA TRẠM BƠM

Điều kiện cơ bản để tiến hành điều khiển tự động hóa trạm bơm là phải có tình trạng tổ máy và các thiết bị phụ tùng tốt, máy bơm nối trực tiếp với động cơ điện, nguồn cấp điện cho trạm bơm tin cậy (điện lấy từ hai nguồn không phụ thuộc nhau).

Theo mức độ tự động hóa, trạm bơm chia làm ba loại: bán tự động, tự động hoàn toàn và điều khiển từ xa.

Ở trạm bơm điều khiển bán tự động thao tác đóng, ngắt máy bơm do con người thực hiện còn tình trạng làm việc của máy móc, thiết bị và công trình thì được báo bằng các tín hiệu.

Trạm bơm điều khiển tự động hoàn toàn, tất cả các thao tác như mở máy, tắt máy và kiểm tra tình trạng làm việc của máy bơm cũng như các trang bị được thực hiện bằng các thiết bị tự động hóa mà không có sự tham gia của con người. Vai trò của con người ở đây chỉ là tổ chức hệ thống điều khiển và kiểm tra định kỳ các máy móc, thiết bị của trạm bơm, kể cả thiết bị điều khiển tự động.

Điều khiển từ xa cũng là một dạng của điều khiển tự động nhưng trạm bơm điều khiển đặt tách riêng so với trạm bơm. Mỗi tổ máy có một đường liên hệ với trạm điều khiển có thể điều khiển một số trạm bơm.

Hệ thống điều khiển tự động gồm mạch chính mạch điều khiển và mạch tín hiệu.

Mạch chính gồm cơ cấu dẫn điện đến các máy bơm, các khóa đệm, các công tắc, cầu dao điều khiển sự làm việc của các thiết bị phụ tùng đóng và ngắt mạch điện.

Mạch điều khiển gồm các công tắc, rơ le, dây dẫn điều khiển, nút bấn và các công tắc đóng, ngắt mạch điều khiển.

Mạch tín hiệu tạo nên bởi các công tắc, tín hiệu, đường dây liên lạc và thiết bị tín hiệu. Tín hiệu về sự làm việc bình thường của các tổ máy được chỉ ra bằng đèn mầu. Tín hiệu sự cố được báo bằng còi hoặc chuông kết hợp ánh sáng nhấp nháy.

Các yếu tố tác động lên thiết bị điều khiển tự động hóa gây tín hiệu đóng, ngắt máy là sự thay đổi cột áp, lưu lượng trên ống đẩy; sự thay đổi mực nước trên đài, trong bể chứa, hoặc bể thu của trạm bơm thoát nước, sự thay đổi quá mức nước nhiệt đổ ở trục.

Bơm ly tâm chỉ làm việc được khi chúng được mồi. Vì vậy sơ đồ điều khiển tự động sẽ phức tạp. Nếu dùng bơm tự mồi thì việc điều khiển sẽ đơn giản rất nhiều. Nhưng những bơm này giá thành cao và kết cấu tương đối cồng kềnh nên cũng ít được sử dụng. Nếu điều kiện xây dựng cho phép thì nên đặt bơm thấp hơn mực nước trong bể hút, điều đó đảm bảo cho tổ máy làm việc chắc chắn, sơ đồ điều khiển đơn giản.

Khóa đặt trên đường ống dùng loại dẫn động điện hoặc thủy lực.

Quá trình điều khiển tự động trạm bơm thường được tiến hành theo trình tự sau: đầu tiên tín hiệu mở máy được truyền từ các dụng cụ kiểm tra mực nước, áp lực hoặc lưu lượng trong mạng lưới, các trang bị mở máy, hệ thống mồi bơm làm việc. Một thiết bị đặc biệt gọi là rơ le mồi bơm được dùng để kiểm tra sự mồi bơm. Khi bơm mồi xong, dụng cụ này phát tín hiệu ngắt bơm chân không và khởi động những trang bị điện chủ yếu của bơm như bộ khởi động, thiết bị tự động, động cơ điện để đưa nó vào làm việc. Máy bơm bắt đầu chạy và khi cột áp đạt giá trị khởi động thì rơ le áp lực phát tín hiệu mở khóa điện. Khi khóa đã được mở hoàn toàn thì ngắt tín hiệu mở máy. Bơm bắt đầu làm việc ở chế độ bình thường.

Tín hiệu dùng máy để sửa chữa, kiểm tra được phát ra khi có sự vi phạm lớn đến chế độ công tác bình thường của trạm như cột áp bị giảm quá mức, lưu lượng giảm, ở trục bị nung nóng quá giới hạn, v v... Khi chế độ làm việc bị vi phạm đến giới hạn sự cố thì tín hiệu sự cố được phát ra.

Ở trạm bơm điều khiển tự động cần đặt đầy đủ các thiết bị kiểm tra tình trạng tổ máy như: cột áp, lưu lượng của bơm, nhiệt độ ổ trục, mực nước trong bể hút (hoặc trong giếng, trên đài), bơm chân không, cường độ dòng điện của động cơ, điện áp của mạng điện v v... Các dụng cụ này có nhiều sơ đồ phát tín hiệu, tùy theo quá trình điều khiển tự động trạm bơm mà những sơ đồ riêng phù hợp.

12.2 NHỮNG BỘ PHẬN CHÍNH CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

Theo mục đích sử dụng các thiết bị chính của hệ thống điều khiển tự động hóa trạm bơm có thể chia làm ba nhóm đác-tríc, rơ le và công tắc từ.

Đác tríc là những thiết bị đầu tiên có nhiệm vụ kiểm tra hoặc điều chỉnh chính các tham số trong những tín hiệu đưa ra để thuận tiện cho việc vận chuyển và nhận.

Đác tríc gồm các loại điện, khí nén, thủy lực. Trong hệ thống điều khiển tự động, đác tríc kiểu điện là loại được dùng rộng rãi hơn cả.

Rơ le là những thiết bị mà dưới tác dụng của các yếu tố bên ngoài (cơ khí, thủy lực, điện, vv...) nó làm thay đổi dòng tín hiệu đưa ra để điều khiển mạch điện.

Trong hệ thống điều khiển tự động trạm bơm thường dùng những loại rơ le sau:

- Rơ le áp lực để điều khiển cụm hoặc mạch tự động hóa khi áp lực trong ống đẩy thay đổi.
- Rơ le mực nước phát các tín hiệu đóng, ngắt tổ máy khi mực nước trong đài hoặc bể chứa thay đổi.

- Rơ le tia dùng để kiểm tra sự mồi bơm. Tín hiệu được phát ra phụ thuộc vào hướng chuyển động của chất lỏng trong đường ống dẫn.
- Rơ le khóp không xác định độ chân không trong ống hút hoặc thùng chân không.
- Rơ le thời gian có động tác mở tiếp điểm không tức thời mà phải qua một thời gian ngắn để chọn lọc động tác. Chẳng hạn khi cùng một lúc có hai tín hiệu: lưu lượng giảm và chi tiết quay của tổ máy bị kẹt thì rơ le thời gian sẽ chọn tín hiệu sự cố (tổ máy bị kẹt) để đóng mạch thao tác.
- Rơ le trung gian thường mắc nối tiếp với rơ le khác để chuyển tín hiệu mạch riêng vào hệ thống chung điều khiển mạch điện.
- Rơ le nhiệt để kiểm tra và phát tín hiệu nhiệt độ ổ trục và vòng chèn.
- Rơ le điện áp để đảm bảo cho tổ máy làm việc ở một điện áp nhất định.
- Rơ le sự cố đóng hoặc ngắt các tổ máy khi chế độ làm việc bị vi phạm nghiêm trọng.

Công tắc là loại thiết bị đóng hoặc ngắt mạch do tác dụng của lực điện từ và mạch xung quang dòng điện. Tùy theo công suất thiết kế công tắc từ có cỡ khác nhau.

12.3 SƠ ĐỒ CẤU TẠO VÀ NGUYÊN TẮC LÀM VIỆC CỦA MỘT SỐ RƠLE

** Rơ le mực nước kiểu phao*

Hình 140 giới thiệu kết cấu của rơ le mực nước kiểu phao. Cấu tạo của nó gồm phao 1 thả trong bể nối với đối trọng 2 qua một dây mềm. Dây này lại vắt qua ròng rọc 3. Khi mực nước trong bể lên, xuống đến vị trí giới hạn thì cũng được nâng lên, hạ xuống theo làm quay hệ thống tay đòn 4 và cặp tiếp điểm 5 hoặc 6 sẽ đóng lại, điều khiển đóng hoặc ngắt máy bơm.

** Rơ le mực nước kiểu điện cực*

Hình 141 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của rơ le mực nước kiểu điện cực. Nguyên tắc làm việc của nó dựa vào tính dẫn điện của nước.

Các bộ phận chính của rơ le này là cuộn dây rơ le điện từ 1 và hai cặp tiếp điểm 2, 3. Rơ le loại này được đặt trong bể thu của trạm bơm thoát nước hoặc bể áp lực của trạm bơm cấp nước.

Khi mực nước dâng lên đến điện cực 6 thì mạch của cuộn dây 1 được đóng kín, cặp tiếp điểm 2 và 3 được đóng lại cho tín hiệu thao tác đóng hoặc ngắt máy bơm. Khi mực nước hạ xuống dưới điện cực 5 thì tiếp điểm 2 mở ra, tổ máy tương ứng được ngắt ra hoặc đóng lại. Mực nước xuống dưới điện cực 4 hiện tượng cũng xảy ra như vậy.

Trong bể có thể bố trí hai hay nhiều điện cực. Các điện cực có thể đặt theo phương thẳng đứng hoặc nằm ngang.

Điện cực dùng các thanh thép hoặc đồng. Dòng điện ở đây là dòng điện xoay chiều.

Hình 140 Rơ le mực nước kiểu phao Hình 141 Rơ le mực nước kiểu điện cực

** Rơ le áp lực*

Rơ le áp lực có nhiều kiểu như: kiểu ống đàn hồi, kiểu màng mỏng, kiểu pít tông và kiểu chất lỏng. Rơ le kiểu ống đàn hồi là loại được dùng rộng rãi trong hệ thống điều khiển tự động trạm bơm.

Hình 142 Rơ le áp lực kiểu ống đàn hồi

Hình 142 giới thiệu cấu tạo của rơ le áp lực kiểu ống đàn hồi. Cấu tạo của nó gồm kim 4 và hai tiếp điểm 1 và 2, tiếp điểm di động 1 gắn trên kim 4. Mạch điện được khép kín khi áp lực tăng lên hoặc giảm đi quá giới hạn qui định.

** Rơ le kiểm tra sự mồi bơm*

Rơ le này được sử dụng khi mồi bằng bơm chân không (H-143). Rơ le đặt cao hơn máy bơm 0,3-0,5m, khi mực nước chứa đầy máy b7m, màng 3 bị cong lên. Do đó cần 2 cũng nâng lên, công tắc 1 đóng lại, báo hiệu bơm đã được mồi.

** Rơ le nhiệt*

Rơ le nhiệt có nhiều loại: nhiệt kế thủy ngân, hai tấm kim loại ghép, kiểu áp kế nhiệt kế điện trở, tùy theo điều kiện cụ thể mà có thể áp dụng loại này hay loại kia.

Rơ le nhiệt kiểu hai tấm kim loại ghép đơn giản hơn cả. Cấu tạo chính của nó gồm hai tấm kim loại khác nhau ghép chặt lại với nhau. Do hệ số nở về nhiệt khác nhau, khi nhiệt độ tăng, tấm kim loại ghép bị cong lên đóng tiếp điểm báo tín hiệu về phòng điều khiển.

Hình 143 Rơ le kiểm tra mồi bơm Hình 144 Rơ le điện từ

* Rơ le điện từ

Loại rơ le này được dùng rộng rãi trong hệ thống điều khiển tự động. Sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của nó giống công tác điện từ nhưng được tính với dòng điện yếu hơn nhiều. Hình 144 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của rơ le điện từ. Cấu tạo của nó gồm cuộn dây 1 có lõi là thanh thép tiết diện tròn hoặc vuông, neo cảm ứng 2, cặp tiếp điểm 3 và hai thanh thép đàn hồi 4. Khi có dòng điện chạy qua cuộn dây, lõi sắt bị nhiễm từ, hút neo cảm ứng 2 gắn cố định trên vỏ rơ le. Vì vậy, đầu trên của neo cong lên, đẩy cặp tiếp điểm 3 đóng lại kép kín mạch.

12.4 THÍ DỤ VỀ SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG TRẠM BƠM

Sơ đồ điều khiển tự động trạm bơm phụ thuộc vào một loạt yếu tố như số lượng tổ máy, các trang bị của trạm bơm, công suất của chúng và sự cấp điện cho trạm bơm, loại rơ le, đác tríc dùng trong trạm bơm, vị trí đặt máy bơm so với mực nước trong bể hút, việc bảo vệ sự cố và điều khiển các khóa, vv...

Hình 145 giới thiệu sơ đồ đơn giản điều khiển tự động tổ máy trang bị động cơ điện không đồng bộ ba pha, máy bơm đặt thấp hơn mực nước trong bể hút.

Trong hệ thống dùng rơ le phao và bộ khởi động từ tín hiệu đóng ngắt tổ máy được truyền thẳng từ rơ le phao đến đóng, ngắt tổ máy. Rơ le mực nước làm việc với điện áp chạy động cơ điện. Các tiếp điểm của nó tính với cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây khởi động từ ĐT. Trong hệ thống đặt thiết bị chuyển việc C để khi cần thì chuyển hệ thống từ điều khiển tự động sang điều khiển bằng tay.

Khi bể chứa đầy nước, rơ le phao ngắt mạch có khởi động từ làm nó mất từ tính, ngắt dòng điện chạy vào động cơ điện (mở các tiếp điểm 1, 2, 3), tổ máy ngừng làm việc. Khi mực nước trong bể hạ xuống dưới mức quy định, rơ le phao đóng mạch cuộn dây khởi động từ và tổ máy sẽ làm việc trở lại.

Sơ đồ trên không bố trí thiết bị kiểm tra sự làm việc của tổ máy và các đác tríc mà chỉ đặt rơ le nhiệt để bảo vệ động cơ khỏi quá tải (R.V).

Hình 146 giới thiệu sơ đồ điều khiển tự động trạm bơm thoát nước, trạm bố trí bốn tổ máy. Trong sơ đồ bố trí máy hạ áp 220v/240 bộ chỉnh lưu đi ốt AΓφ-1 và các rơ le mực nước kiểu điện cực RD rơ le điện từ.

Khi mực nước dâng lên đến điện cực 1D, 2D, 3D, 4D. Thì mạch điều khiển lần lượt phát tín hiệu và đóng mạch đưa tổ máy số 1, 2, 3, 4 vào làm việc. Ngược lại, khi mực nước trong bể hạ xuống dưới điện cực ngắt 4N, 3N, 2N, 1N, thì các tổ máy 4, 3, 2, 1 cũng lần lượt được ngắt ra.

Điện cực SC để báo tín hiệu khi mực nước trong bể lên đến giới hạn sự cố.

Trong trạm bơm nếu điều khiển tự động cả cơ cấu vớt rác thì phải đặt rơ le thời gian và sơ đồ điều khiển cũng phức tạp hơn nhiều. Tuy nhiên không nên tự động hóa cả máy nghiền rác vì nó không làm việc liên tục và kết cấu không thích hợp với việc điều khiển tự động.

Các trạm bơm thoát nước cỡ nhỏ và trung bình sơ đồ điều khiển đơn giản nên thường được tự động hóa hoàn toàn. Các trạm bơm cỡ lớn, sự bố trí đường ống và các thiết bị phức tạp nên thường điều khiển bán tự động với các bảng điều khiển đặt trong trạm bơm hoặc trong phòng điều khiển gần trạm bơm.

Hình 145 Sơ đồ điều khiển trạm bơm cấp nước
RP:Rơ le mực nước kiểu phao; 1,2, 3, 4: cấp tiếp
RN: Rơ le nhiệt; ĐT: Cái khởi động từ

Hình 146 Sơ đồ điều khiển trạm bơm thoát nước
RD: Rơ le mực nước kiểu điện cực, Đ: điện cực đóng;
N: Điện cực ngắt; SC: Điện cực sự cố

CHƯƠNG 13
TÍNH TOÁN CÁC CHỈ SỐ KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA TRẠM BƠM

Khi thiết kế trạm bơm nên đưa ra một số phương án rồi tiến hành so sánh kinh tế-kỹ thuật để rút ra phương án lợi nhất. Các chỉ tiêu kinh tế được xác định trong quá trình kinh tế là cơ sở cuối cùng để tiến hành so sánh chọn phương án.

Nội dung tính toán kinh tế-kỹ thuật có thể gồm những vấn đề sau:

- Chọn kiểu loại trạm bơm
- Chọn số tổ máy và loại máy bơm, số bơm dự trữ.
- Định số lượng ống đẩy và cách bố trí đường ống trong trạm bơm.
- Tính kết cấu và kích thước nhà trạm.

Tính kinh tế cần xác định được hai chi phí chủ yếu: vốn đầu tư và chi phí quản lý hàng năm.

Vốn đầu tư cơ bản gồm toàn bộ chi phí về xây dựng nhà trạm, mua sắm thiết bị, máy móc, chi phí cho công tác lắp đặt máy móc, thiết bị và đường ống, chi phí phụ như vận chuyển, dọn mặt bằng, làm lán trại, đường sá, ...

Chi phí quản lý hàng năm gồm chi phí trực tiếp và chi phí khấu hao công trình, trang bị. Chi phí trực tiếp bao gồm lượng cho công nhân phục vụ, chi phí về năng lượng, chi phí bôi trơn, thắp sáng, sửa chữa máy móc và nhà trạm, với trạm bơm thoát nước còn có chi phí về vận chuyển rác, cào rác và chi phí cho hệ thống cấp nước kỹ thuật. Ngoài ra còn có chi phí phụ và có thể có những chi phí không lường trước.

Giá thành chi phí điện hàng năm tính dựa vào công suất các tổ máy và thời gian làm việc của nó. Nếu trạm bơm làm việc một bậc à suốt ngày đêm thì chi phí điện năng tính theo công thức:

$$C_1 = 10^3 QH2*24*365 / 102\eta_b\, \eta_{đc} * a \qquad (13.1)$$

Trong đó

Q	lưu lượng trung bình của trạm bơm tính bằng m^3/s
H	cột áp trung bình của trạm bơm tính bằng m
a	giá tiền điện tính theo 1 kw/h
η_b	hiệu suất bơm
$\eta_{đc}$	hiệu suất động cơ điện

Nếu trạm bơm làm việc theo chế độ bậc thang

$$C_1 = \sum_{i=1}^{n} Q_i H_i T_i\, 365\, 10^3 / 3600\, 102\, \eta_b\, \eta_{đc} * a \qquad (13.2)$$

Trong đó

Q_I	lưu lượng của trạm ở bậc thứ i tính bằng m^3/h
H_i	cột áp của bơm ở bậc thứ i.

T_i thời gian bơm làm việc ở bậc thứ i, tính bằng giờ.

Nếu bơm dẫn động bằng động cơ đốt trong thì chi phí chất đốt tính theo công thức:

$$C_1 = \sum_{i=1}^{n} Q_i H_i T_i \, 365 \, 10^3 / 3600 \, 102 \, \eta_b \, \eta_{đc} * \alpha \, \beta \qquad (13.3)$$

Ở đây

α chi phí chất đốt cho 1 kw/h tính bằng kg.
β giá tiền 1 kg chất đốt.

Trong trạm bơm thường bố trí một số bơm cùng làm việc. Khi đó cần tín hiệu suất chung của các bơm cùng làm viêc. Nếu các bơm làm việc song song thì hiệu suất chung của chúng khi cùng làm việc tính theo công thức:

$$\eta_{ch} = (Q_1 + Q_2 + ... + Q_n) / (Q_1/\eta_1 + Q_2/\eta_2 + ... + Q_n / \eta_n) \qquad (13.4)$$

Nếu các bơm ghép nối tiếp thì:

$$\eta_{ch} = (H_1 + H_2 + ... + H_n) / (H_1/\eta_1 + H_2/\eta_2 + ... + H_n / \eta_n) \qquad (13.5)$$

Trong đó Q_1, Q_2, ...; H_1, H_2, ... và η_1, η_2, ... là lưu lượng, cột áp, hiệu suất của bơm thứ nhất, thứ hai,… khi chúng cùng làm việc.

Chi phí sửa chữa hàng năm lấy dựa vaò giá thành trang thiết bị: với nhà trạm lấy bằng 1-3% giá thành của chúng, với các tổ máy bơm và trang bị lấy bằng 3-5% giá thành của chúng.

Chi phí khấu hao lấy tùy theo thời gian bù vốn. Sau khi dự tính được chi phí quản lý và vốn đầu tư cơ bản cần tính các chỉ số kinh tế-kỹ thuật sau:

- Vốn đầu tư cho 1kw công suất lắp máy:

$$K^{/} = K / \sum N \qquad (13.6)$$

Trong đó

K tổng số vốn đầu tư cơ bản.

$\sum N$ tổng công suất của các tổ máy (kể cả tổ máy dự trữ đặt trong trạm bơm)

- Giá thành 1 m^3 nước bơm lên:

$$C^{/} = C / \sum W \qquad (13.7)$$

Trong đó

C tổng chi phí quản lý hàng năm

$\sum W$ tổng lượng nước bơm được hàng năm tính bằng m^3.

- Giá thành tấn-mét nước bơm lên

$$C^{//} = C / \sum Q_i H_i T_i \qquad (13.8)$$

- Hệ số sử dụng công suất

$$K_N = N_{tc} / \sum N \qquad (13.9)$$

Với N_{tc} công suất tiêu thụ thực tế mà các tổ máy lấy từ lưới điện.

$$N_{tt} = \sum E / \sum T \qquad (13.10)$$

Trong đó

$\sum E$ tổng lượng điện liên tục trong năm tính bằng kw/h.

$\sum T$ tổng thời gian làm việc thực tế trong năm của trạm.