

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình môn học " **Máy bơm và Trạm bơm** " được biên soạn nhằm phục vụ cho nhu cầu học tập của sinh viên ngành Xây dựng Thủy lợi - Thủy điện của Trường Đại học Kỹ thuật Đà Nẵng.

Nội dung của giáo trình được biên soạn dựa trên cơ sở "Đề cương môn học Máy bơm và Trạm bơm " đã được nhà trường phê duyệt, nội dung 75 tiết bài giảng lý thuyết (5 học trình), bao gồm 13 chương trong hai phần: Máy bơm và Trạm bơm. Khi biên soạn giáo trình này, trước tiên chúng tôi cố gắng theo sát nội dung của đề cương đã được duyệt để sinh viên dễ đối chiếu giữa bài giảng và giáo trình khi học và có đưa thêm một số vấn đề máy bơm và trạm bơm có liên quan, bổ sung nhiều hình vẽ với mong muốn làm cho sinh viên dễ hình dung hơn về máy bơm và trạm bơm.

Với mong muốn có một tài liệu chính thức viết riêng cho sinh viên ngành Thủy lợi - Thủy điện của trường ĐHKTDN học và tham khảo, chúng tôi đã mạnh dạng biên soạn giáo trình này. Chắc rằng còn nhiều hạn chế nhưng dầu sao vẫn là việc nên làm. Mong được đồng nghiệp và anh chị em sinh viên góp ý để giáo trình ngày một tốt hơn lên.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các bạn đồng nghiệp trong nhóm Thủy điện - Trạm bơm và Khoa Xây dựng Thủy Lợi - Thủy Điện đã đóng góp ý kiến trong quá trình biên soạn và phê duyệt Giáo trình này. Xin cảm ơn một số anh em giáo viên trong trường đã giúp đỡ thêm tài liệu về Máy bơm và Động cơ điện cho chúng tôi khi viết giáo trình.

Tác giả.

TÓM LƯỢC VỀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VÀ SỬ DỤNG MÁY BƠM CẤP VÀ THÁO NƯỚC

Ngay từ thời cổ xưa, do điều kiện sản xuất và đời sống đòi hỏi, con người đã biết dùng những công cụ thô sơ như coong quay, xe đạp nước ..v.v.. để đưa nước lên các thửa ruộng có độ cao chênh lệch. Những công cụ này vận chuyển chất lỏng dưới áp suất khí quyển. Sau đó người ta đã biết dùng những pitông đơn giản như ống thụt làm bằng tre gỗ để chuyển nước dưới áp suất dư ...Các máy bơm thô sơ hoạt động dưới tác động của sức người và sức kéo của động vật do vậy năng lực bơm không cao, hiệu suất thấp.

Vào thế kỷ một, hai trước công nguyên, người Hy Lạp đã sáng chế ra pitông bằng gỗ. Tới thế kỷ 15, nhà bác học người Ý là D. Franxi đã đưa ra những khái niệm về bơm li tâm. Sang thế kỷ 16 lại xuất hiện loại máy bơm rô to mới. Cho đến thế kỷ 17, một nhà vật lý người Pháp áp dụng những nghiên cứu của D. Franxi chế tạo ra được một máy bơm li tâm đầu tiên. Tuy nhiên do chưa có những động cơ có vòng quay lớn kéo máy bơm, nên năng lực bơm nhỏ, do vậy loại bơm li tâm vẫn chưa được phát triển, lúc bấy giờ bơm rô to chiếm ưu thế trong các loại bơm.

Đến thế kỷ 18, hai viện sỹ Nga là: Euler đã đề xuất những vấn đề lý luận có liên quan đến máy thủy lực và Zucôpsky đề xuất lý luận về cơ học chất lỏng, kể từ đó việc nghiên cứu và chế tạo máy bơm mới có cơ sở vững chắc. Thời kỳ này máy hơi nước ra đời tăng thêm khả năng kéo máy bơm. Đầu thế kỷ 20 các động cơ có số vòng quay nhanh ra đời thì máy bơm li tâm càng được phổ biến rộng rãi và có hiệu suất cao, năng lực bơm lớn

Ngày nay máy bơm được dùng rất rộng rãi trong đời sống và các ngành kinh tế quốc dân. Trong công nghiệp, máy bơm được dùng để cung cấp nước cho các lò cao, hầm mỏ, nhà máy... bơm dầu trong công nghiệp khai thác dầu mỏ...Trong kỹ nghệ chế tạo máy bay, trong nhà máy điện nguyên tử ... đều dùng máy bơm. Trong nông nghiệp, máy bơm dùng để bơm nước tưới và tiêu úng. Trong đời sống máy bơm dùng cấp nước sạch cho nhu cầu ăn uống của con người, gia súc ...

Hiện nay đã ra đời của những máy bơm rất hiện đại, có khả năng bơm hàng vạn m³ chất lỏng trong một giờ và công suất động cơ tiêu thụ tới hàng nghìn kW. Ở Nga đã chế tạo được những máy bơm có lưu lượng $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$, công suất động cơ $N = 14.300 \text{ kW}$ và có dự án chế tạo động cơ điện kéo máy bơm với công suất $N = 200.000 \text{ kW}$.

Ở nước ta, từ thời Pháp thuộc đã xây dựng một số trạm bơm tưới nhỏ, lớn nhất là trạm bơm ở Sơn La có năng suất 38.000 m³/h, lưu lượng mỗi máy bơm $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$. Sau ngày miền Bắc giải phóng hàng loạt các trạm bơm lớn nhỏ đã được xây dựng, trong đó các trạm bơm lớn chủ yếu phục vụ cho tưới tiêu. Chúng ta đã xây được những trạm bơm lớn có năng lực bơm từ 65.000 đến 209.000 m³/h như Trịnh Xá, Linh Cảm, Cổ Đàm, Cốc Thành, Hữu Bị ..., lưu lượng mỗi máy bơm đã lắp đặt đạt đến 8,3 m³/s. Chúng ta đã có một số nhà máy chế tạo bơm như: Công ty chế tạo bơm Hải Dương, Công ty cơ khí điện thủy lợi, Nhà máy cơ khí Duyên Hải ... sản xuất máy bơm phục vụ cho đất nước.

Trong sự nghiệp xây dựng đất nước phồn vinh, việc chế tạo các máy bơm và xây dựng các trạm bơm ở nước ta sẽ ngày càng thu được những thành tựu to lớn hơn.

Chương I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY BƠM VÀ TRẠM BƠM

A. KHÁI NIỆM VỀ MÁY BƠM, PHÂN LOẠI MÁY BƠM

Máy bơm là một loại máy thủy lực, nhận năng lượng từ bên ngoài (cơ năng, điện năng, thủy năng ..vv..) và truyền năng lượng cho dòng chất lỏng, nhờ vậy đưa chất lỏng lên một độ cao nhất định hoặc dịch chuyển chất lỏng theo hệ thống đường ống.

Người ta chia máy bơm ra nhiều loại dựa vào những đặc điểm như: nguyên lý tác động của cánh bơm vào dòng nước, dạng năng lượng làm chạy máy bơm, kết cấu máy bơm, mục đích bơm, loại chất lỏng cần bơm ... Trong đó thường dùng đặc điểm thứ nhất để phân loại máy bơm; theo đặc điểm này máy bơm được chia làm hai nhóm: Bơm động học và Bơm thể tích.

Bơm động học: Trong buồng công tác của máy bơm động học, chất lỏng được nhận năng lượng liên tục từ cánh bơm truyền cho nó suốt từ cửa vào đến cửa ra của bơm. Loại máy bơm này gồm có những bơm sau :

Bơm cánh quạt (gồm bơm: li tâm, hướng trục, cánh chéo) : Trong loại máy bơm này, các cánh quạt gắn trên bánh xe công tác (BXCT) sẽ truyền trực tiếp năng lượng lên chất lỏng để đẩy chất lỏng dịch chuyển. Loại bơm này thường có lưu lượng lớn, cột áp thấp (trong bơm nước gọi cụ thể là cột nước) và hiệu suất tương đối cao, do vậy thường được dùng trong nông nghiệp và các ngành cấp nước khác;

Bơm xoắn: Chất lỏng qua các rãnh BXCT của máy bơm sẽ nhận được năng lượng để tạo dòng chảy xoắn và được đẩy khỏi cửa ra BXCT. Người ta dùng máy bơm này chủ yếu trong công tác hút nước hồ thấm, tiêu nước, cứu hỏa... ;

Bơm tia: Dùng một dòng tia chất lỏng hoặc dòng khí bên ngoài có động năng lớn phun vào buồng công tác của bơm nhờ vậy hút và đẩy chất lỏng. Loại bơm này bơm được lưu lượng nhỏ, thường được dùng để hút nước giếng và dùng trong thi công;

Bơm rung: Cơ cấu công tác của bơm này là pít tông-van giao động qua lại với tầng số cao gây nên tác động rung cơ học lên dòng chất lỏng để hút đẩy chất lỏng. Loại bơm này có lưu lượng nhỏ, thường được dùng bơm nước giếng và giếng mở;

Bơm khí khí ép: Loại bơm này nhờ tạo hỗn hợp khí và nước có trọng lượng riêng nhỏ hơn trọng lượng riêng của nước để dâng nước cần bơm lên cao. Loại bơm này thường dùng để hút nước bẩn hoặc nước giếng;

Bơm nước va (bơm Taran) : Lợi dụng hiện tượng nước va thủy lực để đưa nước lên cao. Loại bơm này bơm được lưu lượng nhỏ, thường được dùng cấp nước cho vùng nông thôn miền núi.

Bơm thể tích: Nguyên lý làm việc của loại bơm này là thay đổi có chu kỳ thể tích của buồng công tác truyền áp lực hút đẩy chất lỏng. Bơm này có những loại sau:

Bơm pít tông: Pít tông chuyển động tịnh tiến qua lại có chu kỳ trong buồng công tác để hút và đẩy chất lỏng. Loại bơm này tạo được cột áp cao, lưu lượng nhỏ nên trong nông nghiệp ít dùng, thường được dùng trong máy móc công nghiệp;

Bơm rô to: Dùng cơ cấu bánh răng hoặc bánh vít, cánh trượt đặt ở chu vi phần quay của bơm để đẩy chất lỏng. Bơm này gồm có: bơm răng khía, bơm pít tông quay, bơm tấm trượt, bơm vít, bơm pít tông quay, bơm chân không vòng nước ... Bơm rô to có lưu lượng nhỏ thường được dùng trong công nghiệp;

Ngoài ra còn có rất nhiều loại bơm động học và bơm thể tích khác được sử dụng trong thực tế sản xuất và đời sống, sinh viên có thể tham khảo trong các tài liệu về máy bơm được xuất bản trong và ngoài nước. Trong giáo trình này chúng ta chỉ nghiên cứu loại máy bơm được dùng phổ biến cho bơm nước tưới tiêu trong thủy lợi, đó là các loại máy bơm cánh quạt còn các bơm khác xin xem bổ sung ở chương VII.

B. CÁC THÔNG SỐ NĂNG LƯỢNG CHÍNH VÀ VÙNG SỬ DỤNG BƠM

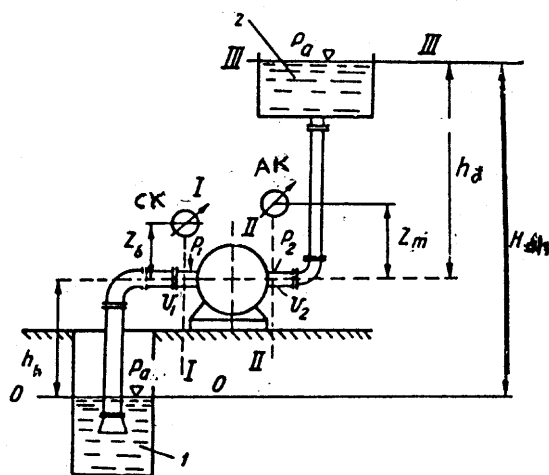
Thông số năng lượng chính của máy bơm là những số liệu chủ yếu biểu thị đặc tính cơ bản của máy bơm bao gồm: lưu lượng Q , cột nước H , công suất N , số vòng quay n và độ cao hút nước cho phép h_s ... Những thông số này nhà máy chế tạo bơm đã ghi sẵn trên nhãn hiệu máy. Sau đây là những thông số chính:

I. Lưu lượng Q

Lưu lượng là thể tích khối chất lỏng được máy bơm bơm lên trong một đơn vị thời gian Q (l/s, m³/s, m³/ h). Thể tích có thể là m³ hoặc lit, còn thời gian có thể tính là giây - thường đối với máy bơm lớn, hoặc giờ - thường dùng đối với máy bơm nhỏ hoặc thường dùng lưu lượng cho toàn trạm.

II. Cột nước H

Cột nước là năng lượng mà máy bơm truyền cho một đơn vị khối lượng chất lỏng qua nó. Năng lượng đó bằng hiệu số năng lượng đơn vị của chất lỏng ở cửa ra và cửa vào của bơm:



Hình 1-1.

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \Delta Z \quad (1-1)$$

Trong (1-1): p_1, p_2 - áp suất tuyệt đối ở các điểm đặt thiết bị đo;

v_1, v_2 - tốc độ nước trong ống hút và ống đẩy;

$\Delta Z = Z_m - Z_b$, khi Z_m cao hơn Z_b thì $\Delta Z > 0$, ngược lại thì $\Delta Z < 0$.

Thiết bị đo chân không chỉ ra độ cao chân không H_{ck} ở ống hút, bởi vậy trị số của nó là :

$$H_{ck} = \frac{p_a}{\gamma} - \frac{p_1}{\gamma} \quad \text{hoặc} \quad \frac{p_1}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} - H_{ck};$$

Thiết bị đo áp lực chỉ ra áp lực dư trong ống đẩy:

$$H_{ak} = \frac{p_2}{\gamma} - \frac{p_a}{\gamma} \quad \text{hoặc} \quad \frac{p_2}{\gamma} = H_{ak} + \frac{p_a}{\gamma}.$$

Đặt các giá trị trên vào công thức (1 - 1) ta có :

$$H = H_{ak} + H_{ck} + \Delta Z + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad (1 - 2)$$

Cần hiểu rằng khi đặt áp kế thấp hơn chân không kế thì giá trị Δh sẽ âm. Tổng ba thành phần $H_{ak} + H_{ck} \pm \Delta Z = H_M$ đọc được từ áp kế, chân không kế, biểu thị bằng mét cột nước và khoảng cách thẳng đứng giữa các điểm đặt dụng cụ đo, H_M được gọi là "cột nước áp kế của máy bơm". Tổng cột nước mà máy bơm cần phải sản ra sẽ là:

$$H = H_M + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad (1 - 3)$$

Trong trường hợp ống hút và ống đẩy có cùng đường kính, nên $v_1 = v_2$, thì cột nước toàn phần của bơm bằng cột nước áp kế của bơm. Nếu áp suất trên bề mặt chất lỏng ở hai bể là khác nhau thì máy bơm cần phải khắc phục hiệu số áp suất $\Delta p = p_2 - p_1$ và các tổn thất thủy lực trên 2 ống, khi đó tổng cột nước máy bơm cần phải sản ra là:

$$H = h_h + h_d + h_{tth} + h_{tđ} + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} \quad (1 - 4)$$

III. Công suất N

Trên nhãn hiệu máy bơm thường ghi công suất trục máy bơm. Đó là công suất động cơ truyền cho trục của máy bơm N :

$$N = \frac{9,81QH}{\eta}, \quad (KW) \quad (1 - 5)$$

η là hiệu suất của máy bơm.

Ngoài công suất trục máy bơm còn có công suất thực tế máy bơm truyền cho chất lỏng để nâng một lưu lượng $Q(m^3/s)$ lên một độ cao $H(m)$ gọi là công suất hữu ích N_{hi} :

$$N_{hi} = 9,81QH, \quad (KW) \quad (1 - 6)$$

IV. Hiệu suất η (%)

Máy bơm nhận công suất trục do động cơ truyền tới N nhưng một phần công suất này bị tiêu hao trong lúc máy bơm chuyển vận, phần còn lại mới là công suất truyền trực tiếp cho chất lỏng. Vậy hiệu suất của bơm :

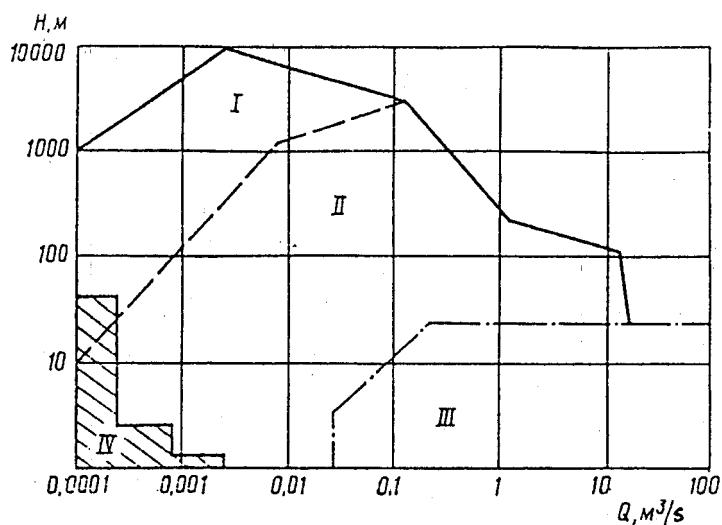
$$\eta = \frac{N_{hi}}{N} \times 100\% \quad (1 - 7)$$

V. Vòng quay n (v/p)

n là số vòng quay của máy bơm trong một phút (v / p)

VI. Độ cao chân không (H_{ck}) và độ dự trữ khí thực (Δh) dùng để biểu thị tính năng hút nước và vấn đề an toàn khí thực của bơm sẽ được đề cập cụ thể sau này.

Máy bơm cần phải vận hành ở chế độ có hiệu suất gần với giá trị cực đại. Bơm được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân: cung cấp nước cho vùng thiếu nước và đưa nước lên khu không chế tưới tự chảy, bơm tiêu nước cho vùng bị ngập, hạ mực nước ngầm ..v.v.. Trong lĩnh vực tưới tiêu, bơm cánh quạt được dùng rộng rãi. Việc sử dụng đúng loại máy bơm cho phép nâng cao hiệu quả kinh tế, giảm đáng kể chi phí năng lượng tiêu thụ vận hành máy bơm. Vì vậy khuyên dùng các loại máy bơm theo biểu đồ Hình 1-2 sau đây:



Hình 1 - 2. Vùng sử dụng các loại máy bơm.

I- Bơm pít tông, II- Bơm li tâm, III- Bơm hướng trục,
IV- Bơm xoắn, bơm tia, bơm rung ...

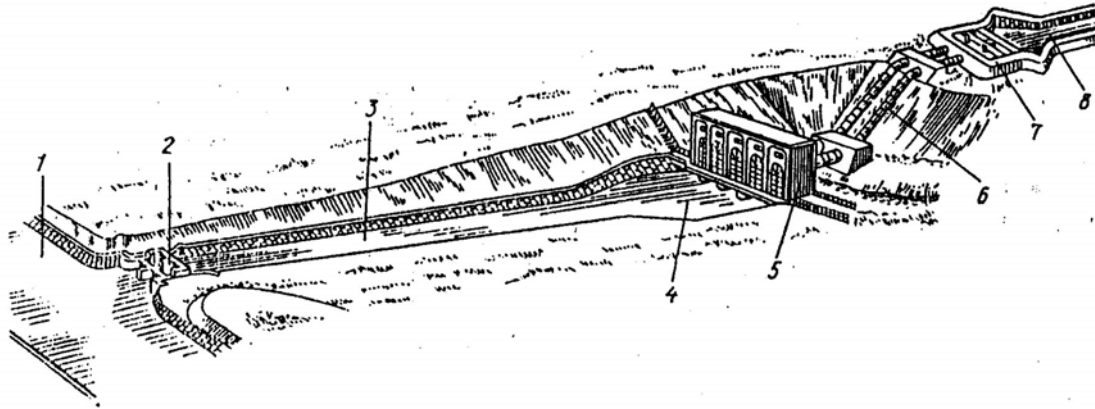
C. TỔ MÁY BƠM VÀ TRẠM BƠM

Máy bơm, động cơ kéo bơm và các thiết bị để truyền công suất từ động cơ đến máy bơm hợp lại thành " tổ máy bơm ".

Tổ máy bơm được nối với các ống hút và ống đẩy tạo thành tổ hợp " thiết bị bơm ". Trên ống hút và ống đẩy có thể trang bị không chế điều chỉnh nó như: các van điều tiết, van một chiều, bộ lắp ... và các dụng cụ đo như: chân không kế, áp kế, lưu lượng kế ...

Trạm bơm là tập hợp các công trình và các thiết bị bơm tạo thành, xem Hình 1- 3. Trong trạm bơm thông thường bố trí một số thiết bị bơm với khả năng đóng mở theo yêu cầu về lưu lượng nước cần bơm. Trạm bơm cũng có thể gồm chỉ một thiết bị bơm đơn lẻ đặt trên giá đỡ di động hoặc đặt trên phao có kèm theo thiết bị khởi động và điều chỉnh chế độ công tác của tổ máy bơm. Trạm bơm được phân loại theo những đặc điểm sau: theo công dụng của trạm, theo lưu lượng, theo vị trí bố trí tương đối so với nguồn lấy nước (lấy nước bờ, lấy nước lòng sông, lấy nước kênh chính, trạm bơm cố định, trạm

bơm di động), theo đặc điểm công trình (lấy nước dưới sâu, lấy nước mặt, kết hợp hoặc không kết hợp giữa công trình lấy nước và tháo nước) ..v.v..



Hình 1 - 3. Sơ đồ trạm bơm

1- nguồn nước; 2- công trình lấy nước; 3, 8- kênh dẫn và tháo nước; 4- bể tập trung nước;
5- nhà máy bơm; 6- ống đẩy; 7- bể tháo.

Trạm bơm trong lĩnh vực nông nghiệp có thể được chia ra những loại: trạm bơm tưới, trạm bơm tiêu, trạm bơm cấp nước nông thôn, trạm bơm tiêu nước mưa, trạm bơm hạ mực nước ngầm, trạm bơm phục vụ chăn nuôi ..v.v..

Trong khuôn khổ của Giáo trình này chúng tôi chỉ đề cập đến máy bơm và trạm bơm phục vụ cho tưới tiêu nông nghiệp dùng cho sinh viên ngành Thủy lợi - Thủy điện. Với kiến thức chung được trang bị, khi làm việc ở một số lĩnh vực máy bơm liên quan khác ngoài ngành, sinh viên có thể tự đọc thêm để làm việc.

Chương II. CẤU TẠO BƠM CÁNH QUẠT

A. PHÂN LOẠI BƠM CÁNH QUẠT

Bơm cánh quạt do có tính kinh tế cao, an toàn, tiện lợi trong vận hành, kích thước nhỏ và giá thành tương đối thấp, do vậy nó được sử dụng nhiều trong cuộc sống của xã hội hiện đại nói chung và cho tưới tiêu, nói riêng. Phân loại bơm cánh quạt như sau:

Phân loại theo hình dạng BXCT: bơm li tâm, bơm hướng trục, bơm hướng chéo;

Phân loại theo việc đặt trục: bơm trục ngang, bơm trục đứng, bơm trục xiên;

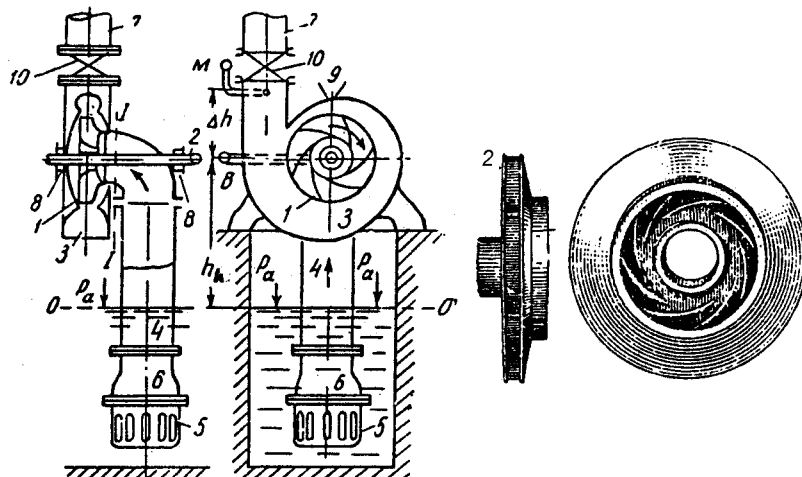
Phân loại theo số lượng BXCT trên 1 trục: bơm một cấp, bơm đa cấp;

Phân loại theo cột nước: Bơm cột nước thấp ($H < 20 \text{ m}$), bơm cột nước trung bình ($H = 20 \dots 60 \text{ m}$), bơm cột nước cao ($H > 60 \text{ m}$);

Phân theo loại chất lỏng cần bơm và công dụng: bơm nước có hàm lượng hạt rắn nhỏ và hỗn hợp chất xâm thực hóa học ít, nhiệt độ nhỏ hơn 100°C ; bơm chất lỏng chứa nhiều bùn cát và đất hạt cứng; bơm nước bẩn; bơm chất lỏng hóa học; bơm giếng khoan.

B. MÁY BƠM LI TÂM

I. Sơ đồ và nguyên lý hoạt động của bơm li tâm (Hình 2 - 1):



Hình 2 - 1. Bơm một BXCT, trục ngang.

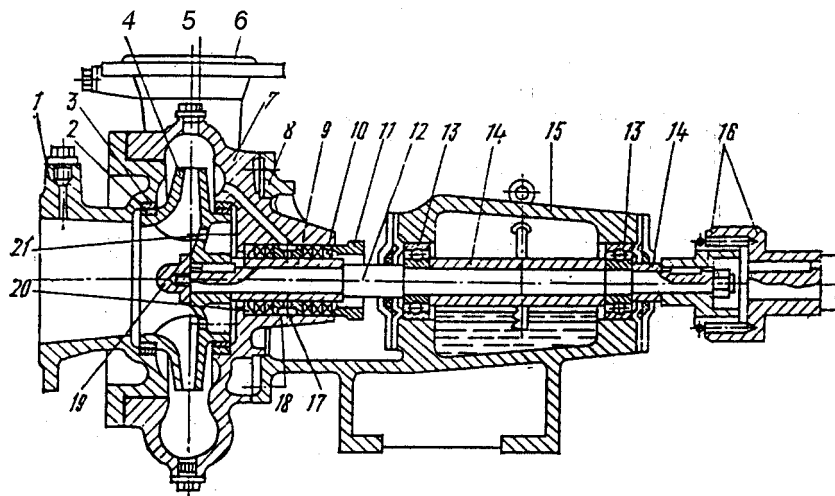
Chúng ta nghiên cứu sơ đồ bơm 1 BXCT để từ đó nắm các bộ phận chính và nguyên lý hoạt động chung của bơm ly tâm. Các bộ phận chính của bơm li tâm gồm: BXCT 1 được nối với trục 2. BXCT gồm những cánh cong gắn vào đĩa đặt trong buồng xoắn 3. Chất lỏng được dẫn vào máy bơm theo ống hút 4, đầu ống hút có van ngược 6 để giữ nước khi bơm ngừng làm việc và có lưới 5 ngăn rác vào bơm. Nước sau khi qua bơm sẽ được đẩy theo ống đẩy 7 lên bể trên. Để làm BXCT quay, trục bơm được nối với trục động cơ. Ở phần tiếp giáp giữa trục với vỏ bơm ta đặt vòng đệm chống rò 8 để chống rò nước và chống không khí vào ống hút. Lắp thiết bị đo chân không B và áp kế M và van mở nước 9, van điều tiết 10 đặt trên ống đẩy để điều chỉnh lưu lượng và ngắt máy

bơm khỏi tuyến ống đẩy. Ngoài ra trên ống đẩy thường đặt van ngược để tự động ngăn không cho nước chảy ngược từ ống đẩy về lại bơm. Trước khi khởi động bơm li tâm, cần đổ đầy nước trong ống hút và buồng công tác (mỗi nước).

Sau khi toàn bộ máy bơm, bao gồm ống hút đã tích đầy nước (hoặc chất lỏng) ta mở máy động cơ để truyền mô men quay cho BXCT. Các phần tử chất lỏng dưới tác dụng của lực li tâm sẽ được dịch chuyển từ cửa vào đến cửa ra của bơm và theo ống đẩy lên bể trên (bể tháo), còn trong ống hút nước được hút vào BXCT nhờ tạo chân không.

II. Các loại máy bơm li tâm

1. Bơm công xôn (bơm 1 cấp) (Hình 2 - 2):



Hình 2- 2. Cấu tạo bơm li tâm công xôn trục ngang.

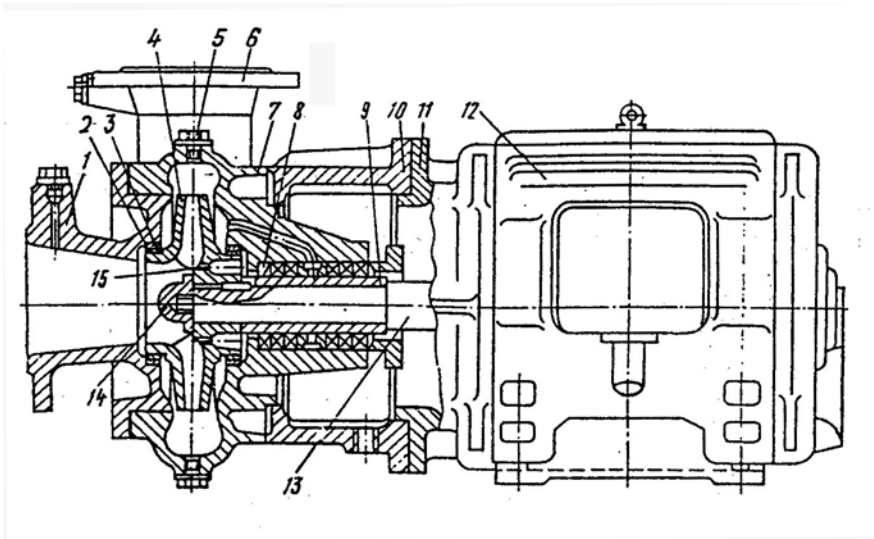
1,6- chụp ống hút và ống đẩy; 2,3,17- vòng chống lún trượt: vòng làm chặt, vòng bảo vệ, vòng kín nước; 4- BXCT; 5- nút mỗi nước; 7- vỏ máy với buồng xoắn; 8- giá góc; 9,14- ống lồng bảo vệ và đẩy; 10- vật chèn; 11,18- bích động và vỏ của vật chèn; 12- trục; 13- ổ trục bi cầu; 15- bộ tựa chứa hộp dầu; 16- nửa khớp nối trục; 19- êcu; 20- nắp ép; 21- lỗ cân bằng áp lực dọc trục.

Bơm li tâm công xôn và bơm công xôn kiểu toàn khối dùng để bơm nước sạch hoặc nước ít xâm thực, nhiệt độ bơm không vượt quá 85°C . Lưu lượng của các loại bơm này khoảng từ $4,5 \dots 350 \text{ m}^3/\text{h}$, cột nước $9 \dots 95 \text{ m}$, hiệu suất $45 \dots 80\%$. Bơm và động cơ được nối với nhau bằng khớp nối đàn hồi và tổ máy bơm được gắn trên một tấm hoặc giá khung. Riêng loại bơm công xôn kiểu toàn khối (Hình 2 - 3) thì trục của bơm và động cơ là một và vỏ bơm nối bích với vỏ động cơ thành một khối.

Trục của bơm công xôn thường đặt ngang (Hình 2 - 2). BXCT của bơm làm bằng gang gồm hai đĩa để gắn cánh. Đĩa sau gắn với trục thép 12. Ổ trục định hướng bi hình cầu 13 của trục được đặt trong giá tựa gang 15. Tải trọng dọc trục truyền từ bánh xe công tác 4 lên trục 12 được giảm nhờ lỗ cân bằng áp lực 21 làm tăng tuổi thọ của ổ 13. Vỏ gang 7 của bơm có rãnh xoắn bên trong để dẫn nước sau khi ra khỏi BXCT đến đoạn

hình nón khuếch tán nối tiếp với ống đẩy. Để làm chặt vòng chống rò, giảm rò nước qua các khe dùng bích động 11 để siết. Nút 5 dùng để mở nước trước khi khởi động máy bơm.

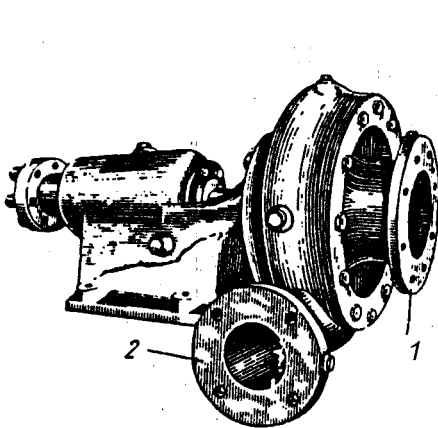
Nhược điểm cơ bản của bơm công xon là phải tháo đứng thân bơm. Khi tháo bơm loại này phải tách bơm ra khỏi ống hút và ống đẩy. Điều này làm tăng khối lượng công tác vận hành. Khi tháo và lắp thiết bị bơm này khó đảm bảo độ chặt cần thiết của các mối nối.



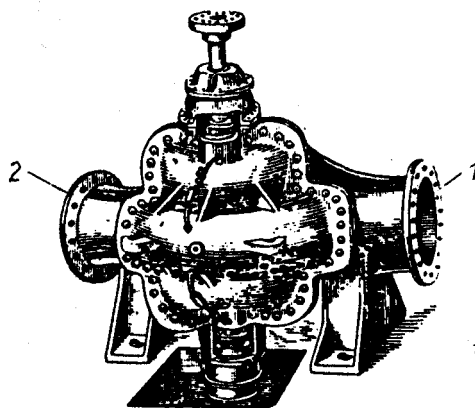
Hình 2 - 3. Cấu tạo bơm li tâm công xon kiểu toàn khối.

1,6- nối ống hút, ống đẩy; 11,13- tấm bích và trục kéo dài của động cơ điện;
9-vòng bảo vệ; 12- động cơ điện; 15- lỗ cân bằng lực dọc trục.

2. Bơm li tâm hai cửa vào (bơm song hướng) (Hình 2 - 5)

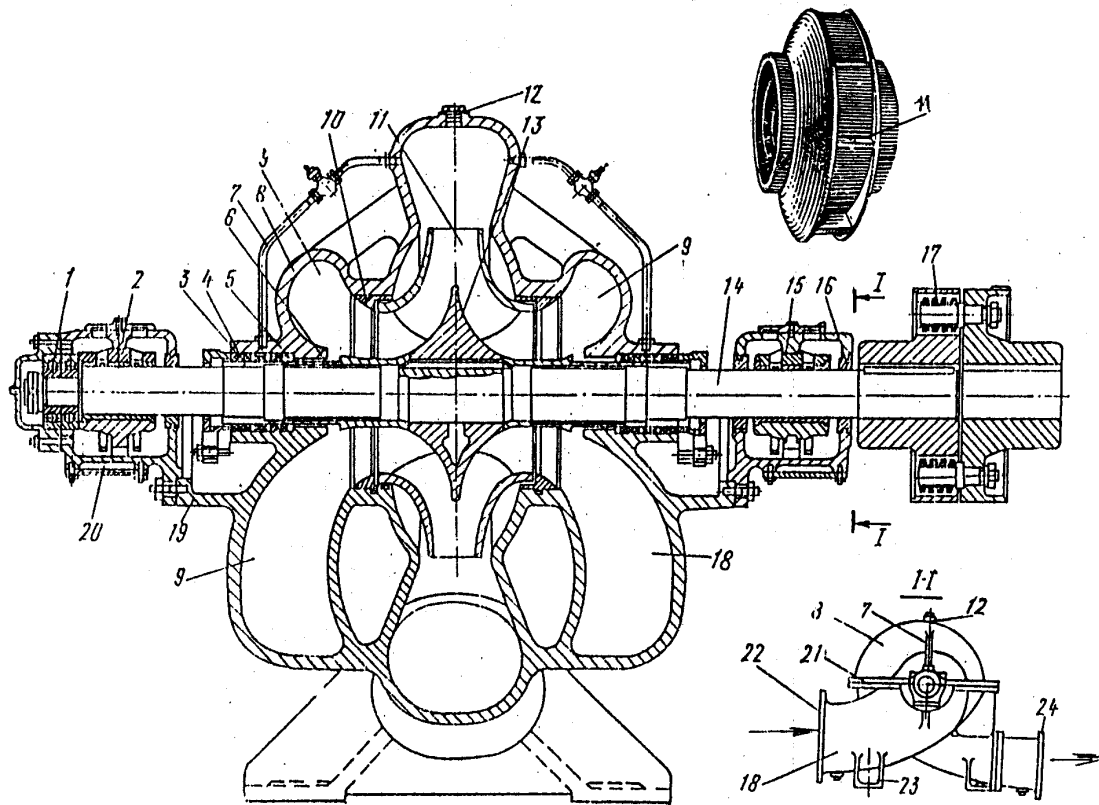


Hình 2 - 4. Nhìn ngoài bơm công xon
1- cửa hút vào; 2- cửa ra



Hình 2-5. Nhìn ngoài bơm song hướng
(trực đứng) 1- cửa vào; 2- cửa ra.

Bơm li tâm hai cửa nước vào dùng để bơm nước tương đối sạch. Lưu lượng của bơm này từ 40 ... 12500 m³ / h, cột nước từ 8 ... 130 m, hiệu suất từ 70 ... 90 %. Máy bơm có lưu lượng đến 1250 m³ / h thường động cơ điện và máy bơm đặt chung trên một giá khung chung. Khi lưu lượng lớn hơn 1250 m³ / h có thể phải đặt máy bơm và động cơ điện trên các giá đỡ riêng. Hình 2 - 6 trình bày cấu tạo của bơm hai cửa trực ngang.



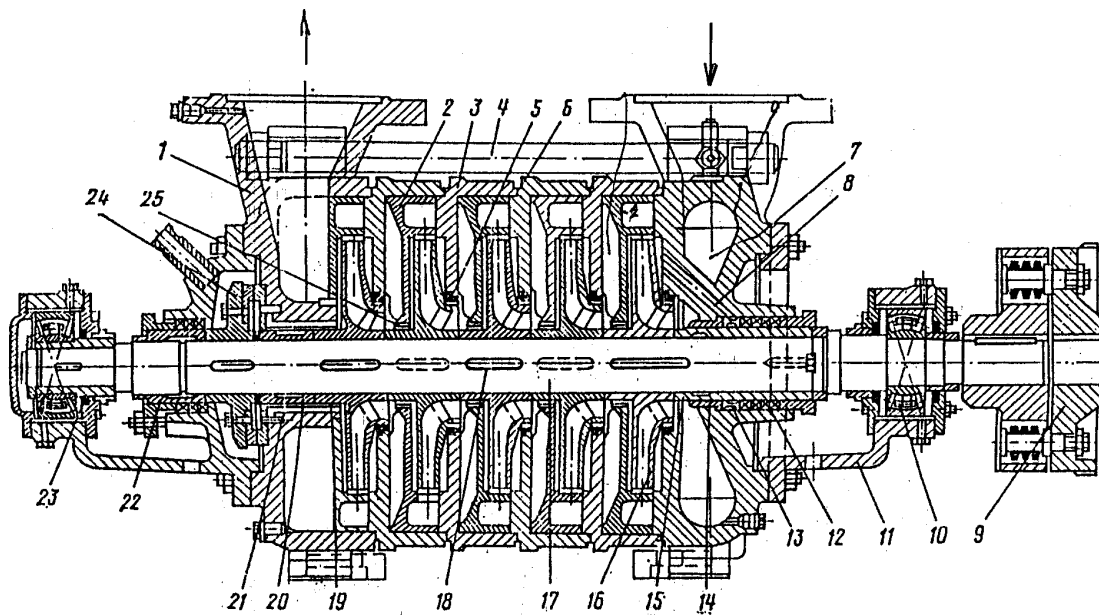
Hình 2- 6. Cấu tạo máy bơm hai cửa vào trực ngang.

Trục máy bơm kiểu này thường đặt nằm ngang. Chất lỏng được bơm, sau khi ra khỏi ống hút được phân thành hai dòng và tịnh tiến vào tâm BXCT 11 từ hai phía, nghĩa là một BXCT làm việc như hai máy bơm đơn. BXCT 11 gắn trên trục thép 14 có vòng lót bảo vệ 6 và đai ốc 4. Trục 14 có chiều quay ngược chiều kim đồng hồ, nếu nhìn từ phía truyền động. Ống hút nằm bên trái, ống đẩy phía phải. Cả hai đoạn ống có phương nằm ngang và nằm dưới trục búa bơm. Ổ cửa vào, BXCT 11 được đặt vòng làm chặt và bảo vệ 10 làm giảm nước rò và bảo vệ thân máy 18 và nắp 8 khỏi bị mài mòn. Việc làm giảm nước rò từ máy bơm và ngăn ngừa cuốn không khí từ ngoài vào nhờ các vòng bít cộng với nước có áp dẫn từ ống 7. Khối liên giữa thân máy 18 và giá chia 19 tạo chỗ tựa cho các ổ định hướng 1, 2 và 15. Ngăn 20 dẫn không khí làm nguội đến ổ 2, 15 với vòng bôi trơn. Lực dọc do nước tác dụng đối xứng từ hai phía BXCT 11 do vậy bị triệt tiêu

lẫn nhau. Do vậy tải trọng hướng trục không lớn. Các lực không cân bằng còn lại do ổ 1 chịu.

So với bơm một cấp (công xôn) thì bơm hai cửa vào có nhiều ưu điểm: cân bằng được lực dọc trục tác dụng lên trục, có hiệu suất cao hơn, BXCT đặt ở giữa trục do đó có độ dịch hướng kính nhỏ; có thể tháo thân bơm 21 mà không cần phải tách bơm với ống hút ống đẩy, điều này làm giảm khối lượng công việc bảo hành và sửa chữa. Vỏ 18, nắp 8 và BXCT 11 làm bằng gang, trục bơm bằng thép.

3. Bơm li tâm đa cấp (Hình 2 - 7):



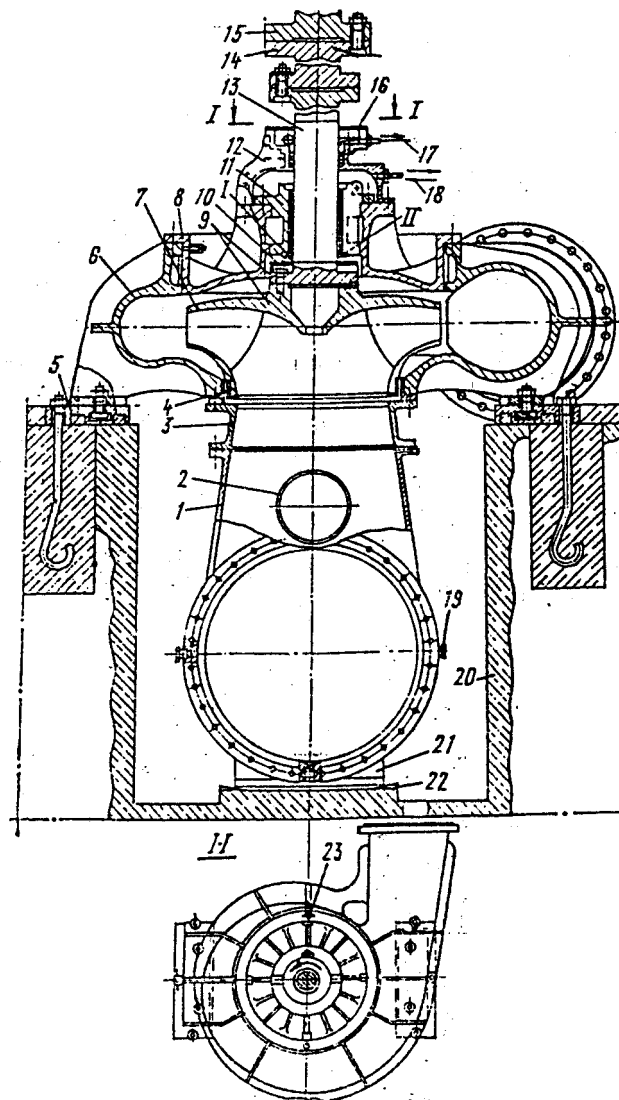
Hình 2- 7. Cấu tạo bơm li tâm đa cấp.

Bơm li tâm đa cấp dùng để bơm chất lỏng có tạp chất cơ học kích thước đến 0,1 mm với hàm lượng không quá 0,1 %. Bơm có từ 3 đến 11 BXCT ghép lại trên một trục và có thể tháo rời được. Chất lỏng được bơm lần lượt qua các BXCT, nhờ vậy cột nước tăng dần theo số lượng BXCT. Lưu lượng của bơm đa cấp từ 30 ... 350 m³ / h, cột nước từ 25 ... 800 m, hiệu suất từ 60 ... 73 %. Hình 2 - 7 là bơm có 5 cấp. Chất lỏng từ ống hút được vào nắp vào 7, sau đó vào BXCT 16 của cấp thứ nhất, tiếp đến chảy qua cơ cấu hướng 2 và kênh đặc biệt rồi vào phần vào của BXCT cấp thứ hai, và cứ thế đến BXCT cấp cuối cùng. Cấu tạo của các đoạn giống nhau trừ cấp cuối gắn với cửa ra nối ống đẩy. Muốn thay đổi độ cao cột nước cần bơm ta thay đổi số lượng BXCT lắp trên trục 17 và thanh nối 4. Lực dọc trục phát sinh khi BXCT hoạt động hướng về bên trái và khá lớn. Do vậy cần để giảm lực này ta dùng ngông tựa thủy lực gắn trên trục 17; khi chất lỏng từ cấp cuối cùng qua rãnh 19 vào ngăn của ngông tựa thủy lực 24 và ở đây tạo nên một áp lực lớn đẩy trục về bên phải, lực dọc trục được giảm nhỏ. Ở một số máy bơm đa cấp

người ta còn dùng cách lắp số lượng BXCT chẵn và đối xứng để cân bằng lực dọc trục do áp lực nước gây ra ở các cửa vào các BXCT.

Nguyên lý hoạt động của các bộ phận làm kín nước cũng tương tự như ở bơm công xôn và bơm hai cửa vào. Các ổ trục hướng 10 được đỡ bởi giá đỡ treo 11. Động cơ điện nối với BXCT qua khớp đàn hồi 9. Các chi tiết của bơm làm bằng gang, thép các bon và thép không rỉ. Máy bơm đa cấp có kích thước và khối lượng nhỏ. Nhược điểm chính của nó là tháo lắp theo phương thẳng đứng gây phức tạp cho việc sửa chữa và bảo hành; chất lỏng cần bơm phải tương đối sạch và hiệu suất không cao.

4. Bơm li tâm loại lớn, trục đứng (Hình 2 - 8)



Hình 2 - 8. Cấu tạo bơm li tâm trục đứng .

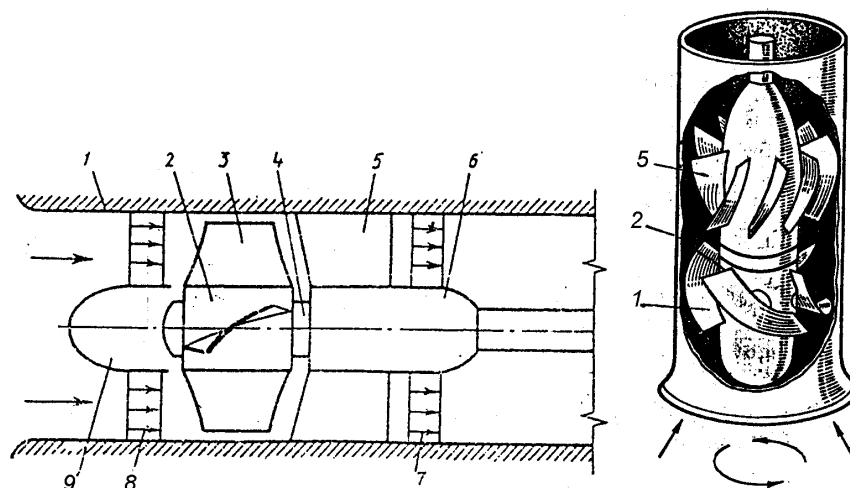
Bơm li tâm trục đứng dùng để bơm nước và các chất lỏng khác có độ nhớt và chất hóa học tương tự nước và chứa thành phần bùn cát có thành phần hạt kích thước đến 0,1

mm không quá 0,3 %, nhiệt độ đến 35°C. Lưu lượng bơm từ 1 ... 35 m³ / s, cột nước từ 15 ... 110 m, hiệu suất đến 90%.

Các bộ phận bơm li tâm trục đứng tương tự như bơm công xon. Các lực thủy lực dọc trục từ BXCT và trọng lực từ phần quay do ổ đỡ của động cơ điện trục đứng đặt ở trên máy bơm đảm nhận. Trục 13 của máy bơm được nối với trục động cơ 15. Khi trục dài hơn 3 m thì cần bố trí thêm ổ hướng để tránh cong vênh trục truyền tổ máy. Ổ tựa của trục 13 là ổ trượt định hướng 11 với bạc làm bằng gỗ ép và được bôi trơn bằng nước từ bơm cấp nước kỹ thuật hoặc nước sạch đủ áp lực lấy từ rãnh giữa ổ 11 và vòng bít 12. Trục 13 quay ngược chiều kim đồng hồ theo hướng nhìn từ trên xuống. Nước được hút từ dưới lên vào BXCT.

C. MÁY BƠM HƯỚNG TRỤC.

I. Sơ đồ và nguyên lý hoạt động của bơm hướng trục.



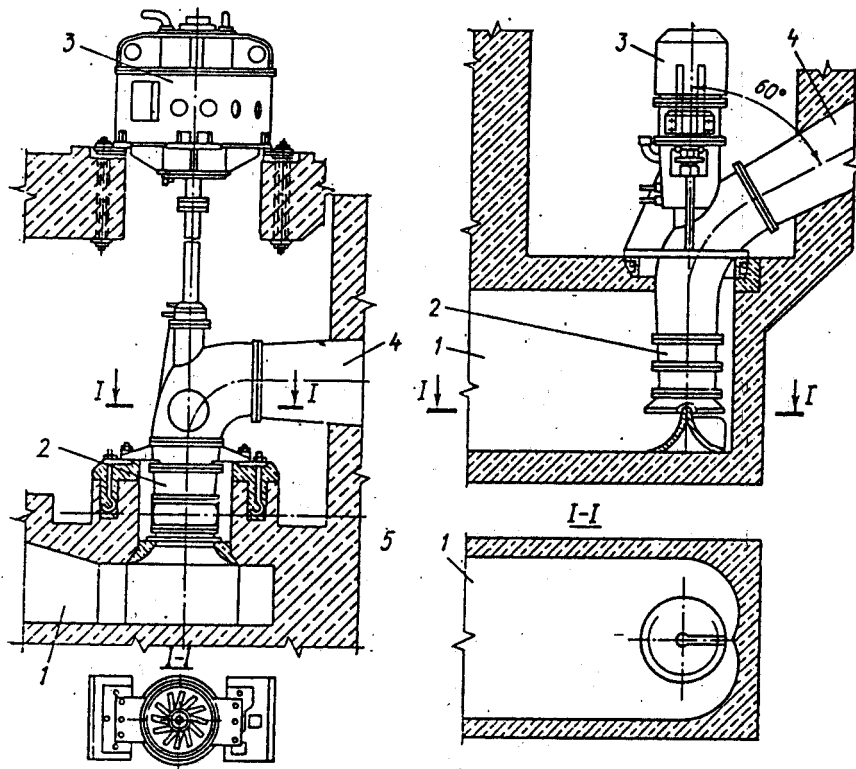
Hình 2 - 8*. Sơ đồ hoạt động của máy bơm hướng trục.

1,6- thân máy bơm và cụm ổ trục ; 2- BXCT; 3- cánh cửa BXCT; 4- trục; 5- cánh hướng dòng; 7,8- biểu đồ tốc độ dòng chảy $v = f(R)$ sau cửa ra cánh hướng dòng và trước cửa vào BXCT; 9- phần lưu tuyến.

Trong các máy bơm hướng trục (Hình 2 - 8*) chất lỏng chảy qua phần chảy dọc theo mặt hình trụ, trục quay của chất lỏng là trục quay. Trước cửa vào BXCT 2 và trên cửa ra từ cánh hướng dòng 5 hướng của dòng chảy trùng với hướng trục quay 4. Máy bơm trục được sản xuất hai kiểu: cánh gắn cố định với bầu BXCT và kiểu cánh có thể quay được quanh trục của chúng. Máy bơm hướng trục có thể trục đứng và trục ngang. Kiểu trục ngang thường dùng với trạm bơm nhỏ. Máy bơm hướng trục dùng để bơm nước có thành phần hạt lơ lửng kích thước đến 0,1 mm hàm lượng lớn hơn 0,3 %, làm việc với nhiệt độ không lớn hơn 35°C. Có thể đặt làm loại bơm này có khả năng làm việc trong môi trường nhiệt độ cao hơn và chịu được hàm lượng bùn cát lớn hơn quy

định trên. Bơm hướng trục là bơm có khả năng lưu lượng lớn, cột nước thấp, hiệu suất cao.

Tổ máy bơm hướng trục trực đứng gồm : bơm 2, động cơ điện 3, buồng dẫn nước 1, ống đẩy 4, (xem hình vẽ Hình 2 - 9).



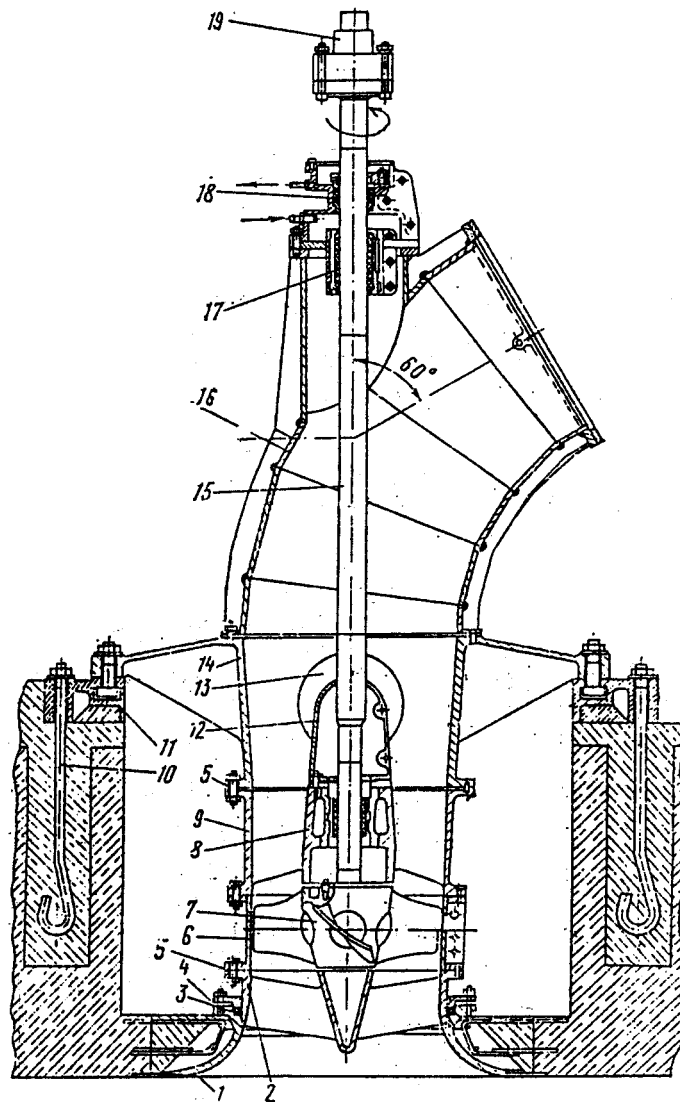
Hình 2 - 9. Các sơ đồ bố trí các bộ phận bơm hướng trục trực đứng.

II. Các bộ phận của bơm hướng trục.

Dùng Hình 2 - 10 là cấu tạo của bơm hướng trục kiểu cánh cố định để mô tả các bộ phận cấu tạo bơm hướng trục và cách hoạt động của nó. Nước từ nguồn qua vòng đặt 1 và phân hướng chảy vòng 2 để vào cánh của BXCT 7. Áp lực thủy tĩnh trong máy tăng lên, phát sinh vận tốc tiếp tuyến theo phía quay của BXCT. Cơ cấu hướng 9 biến đổi vận tốc tiếp tuyến thành áp lực tĩnh và hướng dòng chảy song song với trục bơm.. Sau đó nước chảy qua đoạn khuếch tán 14 vào đoạn cong 16, thường đoạn này quay dòng chảy 60° rồi nối với ống đẩy. Trục 15 có hai ổ tựa kiểu trượt 8 và 17 bạc bằng gỗ ép, bôi trơn bằng nước. Vòng chống rò 18 có tác dụng ngăn nước rò từ máy bơm ra. Động cơ điện quay ngược chiều kim đồng hồ, nhìn từ trên xuống.

Bơm hướng trục cánh quay khác với bơm cánh cố định là có kích thước lớn hơn và bơm được lưu lượng lớn hơn. Cánh của BXCT quay được quanh trục riêng của nó nhờ cơ cấu truyền động. Với BXCT có đường kính đến 1,1 m thì thường dùng nguyên lý dẫn động điện, còn đối với đường kính 1,85 ... 2,6 m dùng dẫn động điện thủy lực để làm

xoay góc cánh. Nhờ thế mà khi máy bơm làm việc ở chế độ khác thiết kế máy bơm thay đổi góc đặt để đưa bơm về trạng thái làm việc gần thiết kế, vùng hiệu suất cao sẽ rộng.

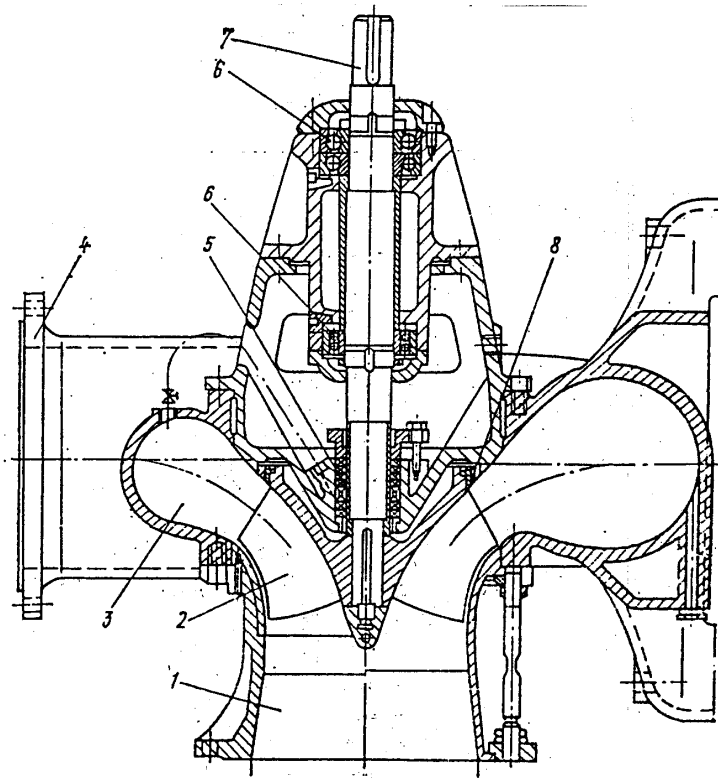


Hình 2 - 10. Cấu tạo bơm trục kiểu cánh cố định.

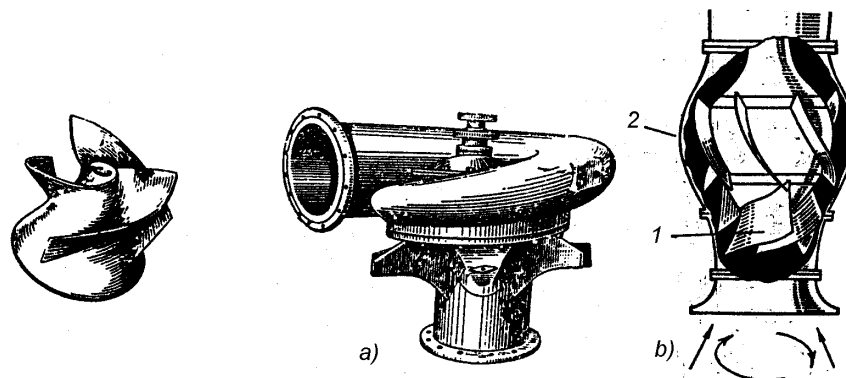
1- vòng đặt; 2- chỉnh hướng; 3- vòng cao su; 4- nắp; 5- buloong; 6,15- thân và trục bơm; 7- BXCT; 8,17- ổ trục hướng dưới và trên; 9- vỏ chứa cánh hướng dòng; 10- buloong; 11- khung đỡ; 12- bộ phân chảy vòng; 13- nắp quan trắc; 14- nón khuếch tán; 16- đoạn dẫn nước vào ống đẩy; 18- vòng bít; 19- trục động cơ điện.

D. MÁY BƠM HƯỚNG CHÉO

Về các thông số cột nước, lưu lượng và hiệu suất thì máy bơm hướng chéo chiếm vị trí trung gian giữa hai loại bơm li tâm và hướng trục (xem Hình 2 - 11). Chất lỏng từ nguồn chuyển động theo hướng trục dọc ống hút 1 vào BXCT 2. Trong BXCT 2 dòng nước quay một góc nhỏ hơn 90^0 so với trục quay 7 rồi tịnh tiến trong buồng xoắn 3, sau đó qua đoạn côn khuếch tán vào ống đẩy 4.



Hình 2 - 11. Cấu tạo bơm hướng chéo trục đứng.



a) Loại có đường dẫn ra xoắn.

b) Loại có cơ cấu hướng dòng.

Hình 2 - 12. Nhìn ngoài bơm hướng chéo.

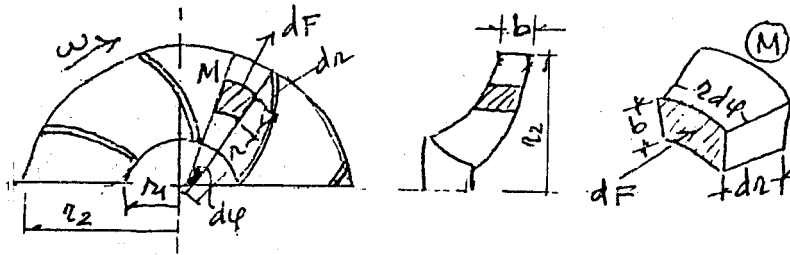
Máy bơm hướng chéo được chế tạo hai loại: loại dùng với cột nước thấp ($< 20\text{ m}$) và loại dùng bơm cột nước trung bình ($H = 20 \dots 60\text{ m}$) một cấp hoặc đa cấp, trục ngang hoặc trục đứng. Sau cửa ra BXCT có hai dạng kết cấu: loại sau cửa ra là đường dẫn xoắn (cấu tạo và làm việc gần nguyên lý của bơm li tâm hơn) và loại sau cửa ra là cơ cấu hướng dòng (cấu tạo và làm việc gần nguyên lý bơm hướng trục hơn).

Chương III. ĐẶC TÍNH CỦA BƠM CÁNH QUẠT.

A. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY BƠM LI TÂM.

I. Nguyên lý làm việc của bơm li tâm.

Khi động cơ quay truyền mô men quay làm quay BXCT của máy bơm, cánh bơm truyền năng lượng cho chất lỏng đẩy chất lỏng dịch chuyển. Vậy ta hãy lấy một mẫu điểm chất lỏng M để nghiên cứu, xem Hình 3 - 1:



Hình 3 - 1.

Chất điểm M được xét ở cách tâm quay một đoạn r, vậy mẫu M có kích thước là $b.dr.rd\varphi$ và khối lượng $dm = \rho.b.dr.rd\varphi$. Khi BXCT quay với tốc độ góc ω sẽ sinh lực li tâm $dF = dm.\omega^2.r$. Chia dF cho diện tích $b.dr.d\varphi$ ta được lực li tâm đơn vị $dp = \frac{dF}{b.dr.d\varphi} = \rho.\omega^2.r$. Vậy áp suất chênh lệch giữa cửa ra và cửa vào BXCT sẽ là:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \int_{r_1}^{r_2} dp = \int_{r_1}^{r_2} \frac{dF}{b.dr.d\varphi} = \int_{r_1}^{r_2} \omega^2 \rho r dr = \rho \omega^2 \int_{r_1}^{r_2} r dr = \rho \frac{\omega^2 (r_2^2 - r_1^2)}{2}; \quad (3 - 1)$$

Từ công thức (3 - 1) ta rút ra nhận xét:

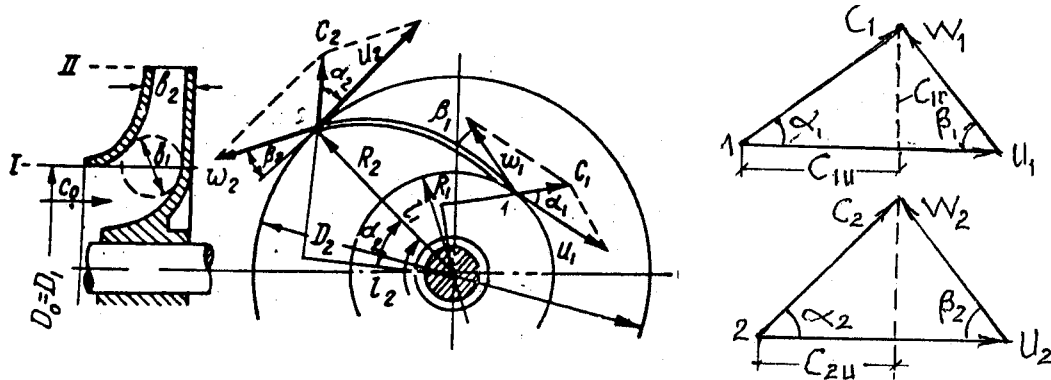
- Chênh lệch áp lực giữa cửa ra và cửa vào ΔP tỷ lệ thuận với bình phương tốc độ góc và đường kính cửa ra D_2 , tỷ lệ nghịch với đường kính cửa vào D_1 của BXCT. Do vậy, tăng vòng quay của bơm (n) hoặc tăng đường kính cửa ra, giảm đường kính cửa vào sẽ tăng được áp lực chất lỏng cần bơm;

- Do ngoại vi BXCT không bị bịt kín nên áp lực ở ngoại vi nhỏ hơn áp lực cửa ra P_2 do vậy nước sẽ văng ra khỏi BXCT để vào ống đẩy. Đó cũng chính là nguyên lý làm việc của bơm li tâm là nhờ tạo ra lực li tâm khi BXCT quay để bơm nước.

- Ngoài những nhận xét trên ta còn nhận thấy: ΔP còn phụ thuộc vào khối lượng riêng ρ của lưu chất. Ở điều kiện chuẩn, khối lượng riêng của không khí chỉ bằng $\frac{1}{830}$ khối lượng riêng của nước, vì vậy để bơm được nước thì trước khi chạy máy bơm cần phải đổ đầy nước trong buồng công tác của máy bơm (môi nước).

II. Thành lập phương trình cơ bản của máy bơm li tâm

Quan sát sự chuyển động của chất lỏng trong BXCT ta thấy chất lỏng vào cửa vào theo hướng song song với trục bơm và đi ra theo hướng thẳng góc với trục (Hình 3 -2). Chất lỏng trong BXCT chuyển động theo không gian phức tạp: vừa quay theo BXCT với vận tốc theo $\vec{U}$ vừa chuyển động tương đối theo khe cánh với vận tốc tương đối $\vec{W}$.



Hình 3 - 2. Dạng cánh và tam giác tốc độ.

Tổng hợp hai thành phần vận tốc này lại chúng ta có vận tốc tuyệt đối $\vec{C} = \vec{U} + \vec{W}$, biểu diễn chúng thành một tam giác khép kín gọi là " tam giác tốc độ ". Ở cửa vào ta ký hiệu các thành phần với chỉ số 1, ở cửa ra ký hiệu chỉ số 2.

Các thành phần vận tốc hướng kính : $C_{1r} = C_1 \sin \alpha_1$ và $C_{2r} = C_2 \sin \alpha_2$;

Các hình chiếu vận tốc lên vận tốc theo: $C_{1u} = C_1 \cos \alpha_1$ và $C_{2u} = C_2 \cos \alpha_2$.

Việc thành lập phương trình cơ bản của máy bơm li tâm với chuyển động không gian phức tạp của dòng chảy là rất khó thực hiện, do vậy viện sỹ Nga Euler đã đưa ra một số giả thiết sau đây cho dễ thiết lập:

- Coi dòng chảy trong khe cánh quạt là tập hợp nhiều dòng nguyên tố hợp thành. Từ đó suy ra: quỹ đạo của chất điểm dòng chảy sẽ song song tuyệt đối với hình cong cánh quạt, tốc độ tương đối của chất điểm dòng chảy sẽ tiếp tuyến với cánh quạt và có cùng giá trị khi chúng cùng nằm trên một vòng tròn đồng tâm, dòng chảy sẽ là dòng đối xứng qua trục bơm.

Để phù hợp với giả thiết này ta tưởng tượng BXCT phải có số lượng cánh quạt là vô cùng ($Z = \infty$), cánh quạt vô cùng mỏng và khe cánh rất hẹp và dài.

- Chất lỏng qua cánh quạt mà ta nghiên cứu là chất lỏng lý tưởng. Nghĩa là chất lỏng không nhớt nên không có ứng suất tiếp sinh ra giữa các lớp chất lỏng và như vậy sẽ không có tổn thất ma sát thủy lực

- Chất lỏng chảy ổn định. Giả thiết này có thể tìm được sau khi khởi động bơm một thời gian trong trường hợp môi trường bên ngoài không đổi.

Với giả thiết của Euler ta tiến hành thành lập phương trình cơ bản cho máy bơm giả tưởng có số cánh vô hạn, cánh có bề dày vô cùng mỏng, bơm chất lỏng lý tưởng. Để rút ra phương trình ta áp dụng định luật về sự thay đổi mô men động lượng. Trong trường hợp này có thể phát biểu là: Độ biến thiên mô men động lượng ΔL của chuyển động

chất lỏng trong một đơn vị thời gian dọc theo trục quay của BXCT bằng mô men ngoại lực, nghĩa là bằng mô men xoắn ΔM của cánh tác dụng lên chất lỏng: $\Delta L = L_2 - L_1 = \Delta M$.

Xét một khối chất lỏng có khối lượng riêng ρ chuyển động từ cửa vào 1 đến cửa ra 2 với lưu lượng ΔQ (xem Hình 3 - 2) ta có:

Mô men động lượng ở cửa vào 1 là: $L_1 = \rho \cdot \Delta Q \cdot C_{1u} \cdot l_1 = \rho \Delta Q C_{1u} r_1 \cos \alpha_1 = \rho \Delta Q C_{1u} r_1$

Mô men động lượng ở cửa ra 2 là : $L_2 = \rho \cdot \Delta Q \cdot C_{2u} \cdot l_2 = \rho \Delta Q C_{2u} r_2 \cos \alpha_2 = \rho \Delta Q C_{2u} r_2$

Vậy độ biến thiên mô men động lượng tương ứng sẽ là:

$$\Delta L = L_2 - L_1 = \rho \Delta Q (C_{2u} r_2 - C_{1u} r_1) \text{ và } = \Delta M.$$

Mở rộng cho toàn BXCT ta có: $\Sigma \Delta L = \rho Q (C_{2u} r_2 - C_{1u} r_1) = \Sigma \Delta M = M$.

Nhân hai vế của công thức trên với cùng tốc độ góc ω , ta có:

$$\rho Q (C_{2u} r_2 \omega - C_{1u} r_1 \omega) = M \quad (*)$$

Vì $r \cdot \omega = U$ và vì công suất $N = M\omega$ và $= \rho g Q H_{\infty 1}$, trong đó ký hiệu $H_{\infty 1}$ biểu thị cột nước của bơm có số cánh vô hạn, chất lỏng lý tưởng, cho nên công thức (*) sẽ là:

$$\rho Q (C_{2u} U_2 - C_{1u} U_1) = \rho g Q H_{\infty 1} \quad (**)$$

Chuyển vế và giản ước (**) ta rút ra được phương trình cơ bản (phương trình Euler) như sau:

$$\boxed{H_{\infty 1} = \frac{1}{g} (U_2 C_{2u} - U_1 C_{1u})} \quad (3 - 1)$$

Nhận xét phương trình cơ bản Euler (3 - 1)

- Phương trình Euler không có mật trọng lượng riêng γ nghĩa là không phụ thuộc vào một lưu chất cụ thể nào, vậy nó dùng chung cho nước và mọi lưu chất khác như xăng, dầu, không khí ..v.v...

- Khi lập phương trình ta chỉ xét hai điểm cửa vào và cửa ra mà không xét đến hình dạng cánh, do vậy phương trình (3 -) dùng được chung cho mọi loại bơm cánh quạt.

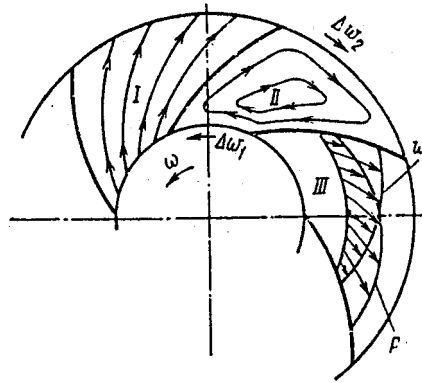
- Để tăng cột nước của bơm $H_{\infty 1}$ thì có thể có những biện pháp như: tăng U_2 (hay cũng chính là tăng ω hay vòng quay n hoặc D_2 của bơm), tăng C_{2u} nhưng tăng C_{2u} cũng có nghĩa là giảm góc α_2 , trường hợp $\alpha_2 = 0$ thì $Q = \Pi D_2 b_2 C_{2u} = \Pi D_2 b_2 C_{2u} \sin \alpha_2 = 0$ là không được. Do vậy trong chế tạo thường lấy $\alpha_2 = 8 \dots 15^\circ$ là tốt nhất.

- Thiết kế cửa vào khe cánh BXCT không xảy ra dòng chuyển động xoay nghĩa là thành phần $C_{1u} = C_{1u} \sin \alpha_1 = 0$ để nâng cao cột nước, do vậy người ta chế tạo bơm li tâm có góc $\alpha_1 = 90^\circ$. Trường hợp này phương trình (3 - 1) sẽ là:

$$\boxed{H_{\infty 1} = \frac{1}{g} (U_2 C_{2u})} \quad (3 - 2)$$

III. Phương trình (3 - 1) áp dụng cho bơm thực tế

Phương trình Euler (3 - 1) được thành lập trên cơ sở những giả thiết đã nêu là cơ sở để áp dụng vào chế tạo máy bơm thực tế. Hiện nay các máy bơm li tâm có số cánh từ 6 ... 12, khe cánh ngắn, cánh có độ dày nhất định mới chịu được lực ... do vậy dòng chảy không thể bám sát vào cánh vì vậy có xoáy nước hướng trục phát sinh. Người ta đã có nhiều nghiên cứu so sánh kết quả giữa lý thuyết và thực nghiệm.



Hình 3 - 3. Sơ đồ chuyển động tương đối của chất lỏng trong các rãnh BXCT có cánh quạt hữu hạn.

I,II- chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay; III- biểu đồ phân bố vận tốc tương đối W và áp suất tĩnh p_{cm} trong mặt cắt ngang ở các rãnh giữa các cánh BXCT.

Mỗi cánh của BXCT bơm li tâm đều "áp" vào chất lỏng làm cho chất lỏng chảy vòng. Bởi vậy áp lực tĩnh ở mặt trước sẽ lớn hơn ở mặt sau. Trên cơ sở của phương trình Bernulli đối với chuyển động tương đối thấy rằng dọc mặt trước cánh, chất lỏng chuyển động với vận tốc tương đối sẽ nhỏ hơn mặt sau của cánh. Chuyển động tuyệt đối của rãnh giữa các cánh, nhìn bình đồ là chuyển động quay với tốc độ góc bằng tốc độ góc của BXCT, đồng thời do có lực quán tính sinh ra chuyển động tịnh tiến của chất lỏng chống lại chuyển động quay này. Tổng hợp hai dạng chuyển động trên chúng ta nhận được biểu đồ gần đúng của vận tốc tương đối W . Chuyển động quay tương đối của chất lỏng trong rãnh có khác tốc độ tương đối trung bình: ở cửa ra: W_2 quay ngược với chiều quay của BXCT, còn ở cửa vào lại quay cùng chiều với BXCT (xem II, Hình 3 - 2).

Hiện tượng thủy động xảy ra trong BXCT rất phức tạp và chưa có lời giải thỏa đáng cuối cùng. Bởi vậy chưa thể thành lập được phương trình đúng về sự phụ thuộc của cột nước vào số lượng cánh. Người ta vẫn phải sử dụng phương trình Euler với số cánh vô hạn nhưng đưa thêm vào hệ số hiệu chỉnh K có kể đến thực tế là số cánh Z hữu hạn. Trong thực tế thường dùng công thức của K. Pồplâyder sau đây để tính cột nước lý tưởng H_l số cánh hữu hạn:

$$H_l = K H_{\infty l} \quad (3 - 3)$$

Trong đó hệ số hiệu chỉnh K được xác định như sau:

$$K = \frac{1}{1 + 2 \frac{0,6(1 + \sin \beta_2)}{Z[1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}]}} \quad (3 - 4)$$

Hệ số K cũng có thể lấy gần đúng theo tài liệu sau đây, tùy thuộc vào tỷ tốc n_s :

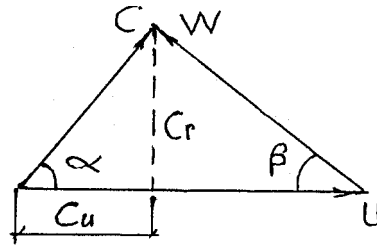
n_s (v/ph)	40	50	75	100	125	150	175	200	250
K	0,78	0,8	0,81	0,82	0,805	0,77	0,715	0,675	0,55

IV. Ảnh hưởng của góc β_2 đối với việc chọn hình dạng cánh quạt

1. Ý nghĩa vật lý của phương trình cơ bản (3 - 1)

Để tìm hiểu vấn đề này ta biến đổi phương trình (3 - 1) theo các đơn giản sau:

Từ tam giác tốc độ



ta viết các công thức lượng giác về thành phần vận tốc cho cửa vào và cửa ra BXCT sau:

$$W_1^2 = C_1^2 + U_1^2 - 2C_1U_1\cos\alpha_1 \text{ và rút ra } C_1U_1$$

$$W_2^2 = C_2^2 + U_2^2 - 2C_2U_2\cos\alpha_2 \text{ và rút ra } C_2U_2, \text{ sau đó thay các giá trị này vào}$$

phương trình cơ bản (3 - 1) ta có dạng mới của nó:

$$H_{\infty l} = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} \quad (3 - 5)$$

Ta xem xét ý nghĩa của các thành phần vận tốc trong công thức (3 - 5):

- Từ dạng chung của phương trình Bernulli viết cho dòng nguyên tố bất kỳ của chuyển động ta có: $\frac{p}{\gamma} + \frac{C^2}{2g} = \text{hằng số}$, trong đó thành phần thứ nhất là tĩnh năng (ký

hiệu là H_t), còn thành phần thứ hai là động năng (ký hiệu là H_d). Từ đây suy ra :

$$\text{Áp lực toàn phần của một đơn vị chất lỏng trước khi vào BXCT là } H_1 = H_{t1} + \frac{C_1^2}{2g};$$

Tương tự, áp lực toàn phần sau khi ra khỏi BXCT là $H_2 = H_{t2} + \frac{C_2^2}{2g}$. Vậy cột nước toàn phần do cánh quạt của bơm li tâm tạo ra là:

$$H_{\infty l} = H_2 - H_1 = (H_{t2} - H_{t1}) + \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} \quad (3 - 6)$$

Vậy thành phần thứ nhất của phương trình (3 - 5) là *áp lực động* hay *cột nước động* còn $(H_2 - H_1)$ là *áp lực tĩnh* hay *cột nước tĩnh*.

- Giả sử bít cửa ra của BXCT, vậy khi bánh xe công tác quay với vận tốc U (m/s) sẽ sinh ra lực li tâm $T = m \frac{U^2}{r} = m \omega^2 r$. Trong đó khối lượng đơn vị $m = \frac{1}{g}$ và lực li tâm trên sẽ bằng $T = \frac{\omega^2 r}{g}$. Khi lực li tâm T dịch chuyển theo hướng bán kính một đoạn dr sẽ sinh ra một công tương ứng $dA = T dr$. Vậy công A sinh ra khi chuyển từ cửa vào đến cửa ra là:

$$A = \int_{r_1}^{r_2} dA = \frac{\omega^2}{g} \int_{r_1}^{r_2} r dr = \frac{\omega^2}{2g} (r_2^2 - r_1^2) = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} \quad (3 - 7)$$

Vậy thành phần thứ hai của phương trình (3 - 5): $\Delta H_u = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g}$ là công do lực li tâm của một đơn vị trọng lượng chất lỏng sinh ra khi chuyển từ cửa vào đến cửa ra. Nó cũng là *áp lực tĩnh* của ra BXCT.

- Cũng áp dụng phương trình Bernulli cho năng lượng toàn phần của một đơn vị trọng lượng chất lỏng lí tưởng: năng lượng ở cửa vào $(H_1 + \frac{W_1^2}{2g})$ bằng năng lượng toàn phần ở cửa ra $(H_2 + \frac{W_2^2}{2g})$, từ đó chuyển về ta có :

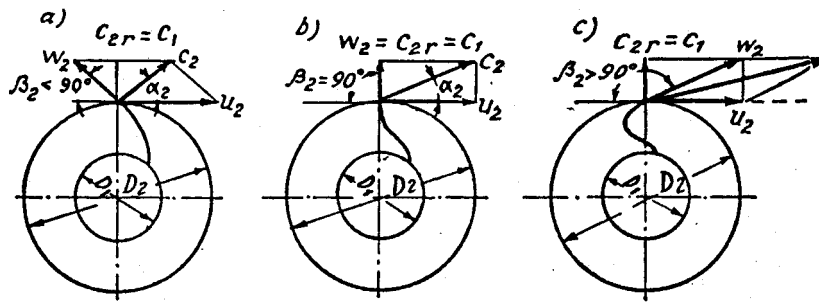
$$H_2 - H_1 = \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} \quad (3 - 8)$$

Vậy thành phần thứ ba của phương trình (3 - 5): $\Delta H_w = \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g}$ biểu thị *động năng giảm dần từ cửa vào đến cửa ra BXCT để tĩnh năng tăng dần từ cửa vào đến cửa ra* và tại cửa ra nó biến thành áp năng để đẩy chất lỏng.

Khảo sát ba thành phần trên ta thấy: Cột nước $H_{\infty l}$ gồm có một thành phần động năng $\frac{C_2^2 - C_1^2}{2g}$ và hai thành phần là tĩnh năng $H_t = \Delta H_u + \Delta H_w$. Trong đó áp lực động trong quá trình chuyển hóa thành áp lực tĩnh thì sinh tổn thất thủy lực cột nước. Do vậy muốn tăng hiệu suất của máy bơm phải tìm cách giảm giá trị thành phần áp lực động của dòng chảy và tăng H_t bằng cách tăng D_2 hoặc tăng vòng quay n .

2. Chọn hình dạng cánh quạt (chọn góc β_2)

Có ba dạng cánh quạt trong máy bơm: Cánh uốn cong về phía sau, ngược với chiều quay ($\beta_2 < 90^\circ$); Cánh uốn cong về phía sau nhưng nơi cửa ra có hướng trùng với li tâm



Hình 3 - 4. Hình dạng cánh quạt ở máy bơm li tâm

a) khi $\beta_2 < 90^\circ$; b) khi $\beta_2 = 90^\circ$; c) khi $\beta_2 > 90^\circ$

($\beta_2 = 90^\circ$); Cánh uốn cong về phía trước ($\beta_2 > 90^\circ$). Dạng cánh có ảnh hưởng rất lớn đối với khả năng sản sinh cột nước của máy bơm bởi vì mỗi dạng cánh có quan hệ rõ nét đến tỷ lệ giữa các thành phần cột nước động hoặc tĩnh của bơm. Ta tìm hiểu tỷ lệ đó để tìm ra dạng cánh có khả năng giảm cột nước động và tăng cột nước tĩnh nhằm nâng cao cột nước của bơm.

Trong chế tạo máy bơm, người ta chọn góc ở cửa vào $\alpha_1 = 90^\circ$ để thành phần hình chiếu vận tốc $C_{1u} = C_1 \cos \alpha_1 = 0$, như vậy thành phần hướng li tâm $C_{1r} = C_1 \sin \alpha_1 = C_1$ và ở cửa ra cố gắng giữ cho $C_{2r} = C_1$ để giảm tổn thất. Điều kiện này dẫn đến phương trình (3 - 2) đã trình bày ở trước, cụ thể:

$$H_{\infty l} = H_t + H_d = \frac{1}{g} C_{2u} U_2 \quad (3 - 9)$$

Trong ba dạng cánh trên, dạng nào cho ta thành phần H_t chiếm phần lớn còn H_d ít nhất thì dạng cánh đó được chọn. Cần biến đổi công thức tính H_d với $C_{2r} = C_1$ ta có:

$$H_d = \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} = \frac{C_2^2 - C_{2r}^2}{2g} = \frac{C_{2u}^2}{2g} \quad (3 - 10)$$

- Khi $\beta_2 > 90^\circ$, nhìn vào Hình 3 - 4, c ta thấy $C_{2u} > U_2$ do vậy thay vào (3 - 10)

ta có $H_d = \frac{C_{2u}^2}{2g} > \frac{U_2 C_{2u}}{2g} = \frac{1}{2} H_{\infty l}$, nghĩa là với dạng cánh này thành phần động năng chiếm hơn một nửa của cột nước $H_{\infty l}$, vậy tổn thất lớn.

- Khi $\beta_2 = 90^\circ$, nhìn vào Hình 3 - 4, c ta thấy $C_{2u} = U_2$ thay vào (3 - 10) ta có:

$$H_d = \frac{C_{2u}^2}{2g} = \frac{U_2 C_{2u}}{2g} = \frac{1}{2} H_{\infty l}, \text{ dạng cánh này cho ta cột nước động và tĩnh bằng nhau.}$$

- Khi $\beta_2 < 90^\circ$, nhìn Hình 3 - 4, a ta thấy $C_{2u} < U_2$, thay vào (3 - 10) ta có:

$$H_d = \frac{C_{2u}^2}{2g} < \frac{U_2 C_{2u}}{2g} = \frac{1}{2} H_{\infty l}, \text{ dạng cánh này cho ta cột nước động nhỏ hơn một nửa cột}$$

nước $H_{\infty l}$. Vậy tổn thất thủy lực trong bơm là nhỏ nhất trong ba dạng cánh.

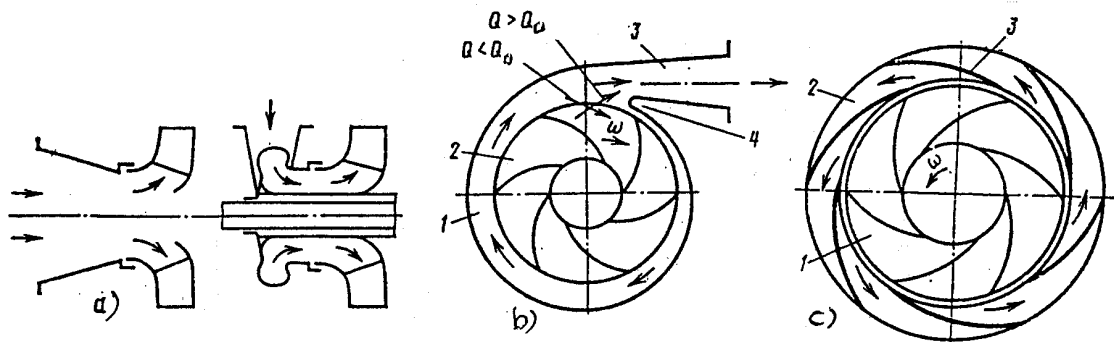
Từ những tính toán trên và nhận xét những mặt khác ta chọn dạng cánh có $\beta_2 < 90^\circ$ làm dạng cánh để chế tạo, vì nó có những ưu điểm sau:

- Khi $\beta_2 < 90^\circ$ sẽ tạo phần lớn cột nước tĩnh ngay trong cánh quạt, giảm tổn thất thủy lực;
- Khe cánh quạt uốn ra sau nên mở rộng đều đặn hơn so với $\beta_2 > 90^\circ$ và chỉ một lần cong cũng giảm tổn thất thủy lực trong cánh quạt và dễ chế tạo hơn;
- Sự thay đổi công suất thủy lực tương đối ít khi lưu lượng thay đổi, do vậy tạo điều kiện cho động cơ làm việc thuận lợi. Chế độ làm việc ít thay đổi thì hiệu suất bơm cũng cao hơn.

Phần lớn người ta chọn góc β_2 từ $15 \dots 40^\circ$ để chế tạo bơm.

V. Quá trình làm việc trong phần tĩnh của bơm li tâm

Phần tĩnh của máy bơm li tâm gồm: đoạn từ mặt bích ống hút vào cửa vào BXCT, phần xoắn ốc bao quanh BXCT và đoạn nối hình nón khuếch tán với bích cửa ra.



a) Sơ đồ phân dẫn ; b) Sơ đồ bơm có rãnh xoắn ; c) Sơ đồ phần ra có cánh hướng.

Hình 3 - 5. Các sơ đồ chất lỏng chảy qua phần tĩnh.

Phân dẫn cần đảm bảo nước chuyển động tịnh tiến vào BXCT với vận tốc phân bố đều đặn nhất, thường được làm ở dạng hình nón cụt thu hẹp hoặc dạng hình nửa xoắn bên (Hình 3 -2, a). Mặt cắt ngang của phân dẫn co hẹp dần khoảng $10 \dots 20\%$ diện tích.

Phản xoắn ốc (Hình 3 - 5,b) thu nước từ BXCT ra, mặt cắt ngang của nó thường có dạng quả lê, tròn hoặc dạng chữ nhật và tăng dần theo tỷ lệ góc quay từ "lưỡi gà" 4 đến tiết diện tròn của cửa ra của nón khuếch tán 3. Dòng chảy trong phản xoắn có đặc tính không gian phức tạp. Nếu mô hình dòng chảy là đơn giản thì ở chế độ thiết kế $Q = Q_0$ có thể coi vận tốc trung bình của dòng chảy dọc theo phản xoắn là không đổi và bằng:

$$C_x = \frac{Q}{F_x} = (0,65 \dots 0,8) K \cdot C_{2u} \quad (3 - 11)$$

Khi $Q < Q_0$: ở đoạn trước " lưỡi gà " có một phần chất lỏng từ phản xoắn 1 sẽ quay ngược vào lại BXCT. Khi $Q > Q_0$: ở đoạn này có một lượng nước từ BXCT thêm vào phản xoắn. Nếu ở trạng thái thiết kế áp lực tĩnh dọc phần bao BXCT thực tế là hằng số, thì khi $Q \neq Q_0$ thì áp lực này sẽ thay đổi nhiều. Bởi vậy bơm li tâm khi làm việc ở trạng thái khác thiết kế áp lực trong nó sẽ không còn đối xứng nữa dẫn đến gây rung động và lực hướng bán kính tác động lên nó sẽ tăng.

Giữa " lưỡi gà " của phần xoắn và BXCT có phần rãnh hở, thường bằng 0,03 ... 0,05 D₂. Để giảm mức độ rung động rãnh này đôi khi làm rộng ra. Góc bao phần xoắn khoảng 360°. Phần xoắn nối dần vào phần côn khuếch tán. Nhờ đoạn khuếch tán sẽ biến đổi động năng thành áp năng ngay trong phần xoắn.

Với mục đích giảm kích thước và khối lượng, người ta chế tạo máy bơm đa cấp có thêm cơ cấu dẫn dòng (xem Hình 3 - 5,c). Trong vỏ bơm, bao quanh BXCT 1 lắp những cánh dẫn dòng 3, nhờ vậy tạo nên những dòng xoắn thành phần 2 đưa chất lỏng vào các rãnh hình nón cụt khuếch tán vòng. Dòng chất lỏng đi ra từ các rãnh của cánh BXCT cấp thứ nhất sẽ hợp lại và qua đường dẫn vòng vào BXCT cấp tiếp theo ... Các lực hướng bán kính tác dụng lên BXCT được giảm nhỏ do đối xứng trong quá trình xảy ra trong rãnh xoắn ốc mà các cánh dẫn dòng 3 tạo nên. Nhược điểm của cơ cấu dẫn dòng ở đây là làm cho kết cấu phức tạp hơn buồng xoắn thông thường và giảm hiệu suất.

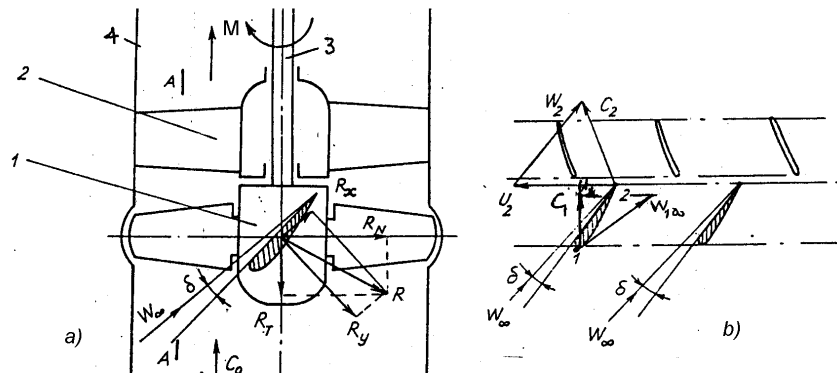
B. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA BƠM HƯỚNG TRỰC

Chúng ta đã nghiên cứu dòng chảy trong bơm hướng trục (Hình 2 - 8) . Mỗi dòng nguyên tố của chất lỏng sẽ dịch chuyển theo mặt hình trụ có trục là trục máy bơm. Trong bơm hướng trục không có chuyển động chất lỏng theo phương bán kính ở bất kỳ mặt cắt ngang nào của BXCT và cơ cấu hướng dòng, nghĩa là không có lực li tâm. Đặc trưng này là gần đúng có thể, nếu cột nước dọc theo bán kính ở bất kỳ mặt cắt ngang nào ở trên là không đổi, tuy nhiên do tính phức tạp của dòng chảy nên thực tế có khác so với mô hình đặc trưng đã mô tả. Cánh BXCT 3 truyền mô men quay cho chất lỏng làm cho dòng chất lỏng ngoài chuyển động tịnh tiến dọc trục còn có chuyển động quay so với trục trong đoạn từ cửa vào BXCT đến cửa vào cơ cấu hướng. Cơ cấu hướng dòng 5 có tác dụng biến chuyển động quay của chất lỏng trở lại chuyển động tịnh tiến dọc trục.

Nguyên lý làm việc của bơm hướng trục là dùng nguyên lý cánh nâng, thường được trong thiết kế cánh máy bay. Sơ đồ nguyên lý làm việc của bơm hướng trục (H 3 - 6):

Hình 3 - 6, b thể hiện khai triển mặt cắt hình trụ đi qua mặt cắt A-A của BXCT, đây dưới là biên dạng cánh bơm còn đây trên là biên dạng cánh hướng dòng có hướng ngược nhau. Tam giác tốc độ cửa vào là $\vec{C}_1 = \vec{W}_1 + \vec{U}_1$, ở cửa ra BXCT là $\vec{C}_2 = \vec{W}_2 + \vec{U}_2$.

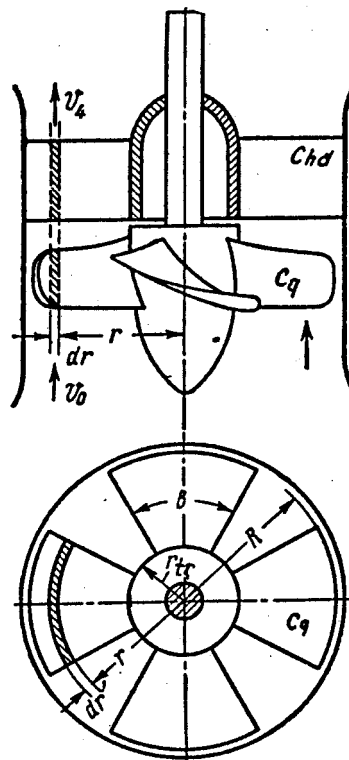
Khi BXCT quay dưới tác dụng của mô men quay nước sẽ được hút lên và đẩy lên qua cơ cấu hướng dòng (cánh tĩnh). Cơ cấu hướng dòng có tác dụng biến động năng của chất lỏng khi rời BXCT thành thế năng.



a) Nguyên lý cấu tạo bơm hướng trục; b) Khai triển mặt trụ qua A-A và tam giác tốc độ cửa vào, cửa ra.

Hình 3 - 6. Nguyên lý cấu tạo bơm hướng trục.

1- bánh xe công tác; 2- cơ cấu hướng dòng; 3 - trục; 4- vỏ bơm .



Hình 3 - 7. Sơ đồ dòng chảy qua mặt trụ cánh.

Dựa vào sự phân tích tam giác tốc độ cửa vào và cửa ra BXCT và áp dụng định luật biến thiên mô men động lượng ta có thể thành lập được phương trình cơ bản của bơm hướng trục. Tuy nhiên phương trình Euler (3 - 1) như đã nhận xét ở phần trước vẫn

đúng cho mọi bơm cánh quạt, do vậy ta áp dụng nó trực tiếp cho bơm hướng trục. Từ Hình 3 - 3 ta nhận thấy khi BXCT quay quanh trục thì dòng nguyên tố chuyển động từ cửa vào đến cửa ra theo vòng tròn có cùng bán kính r , nghĩa là $U_1 = U_2 = \omega r = U$. Vì vậy thay vào (3 - 1) ta có phương trình cơ bản của bơm hướng trục:

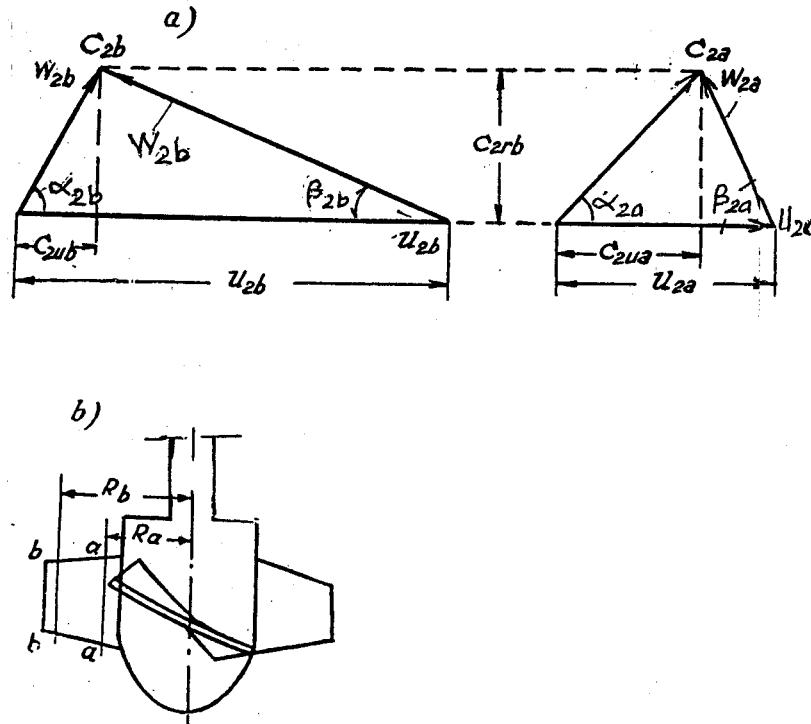
$$H_{\infty l} = \frac{U (C_{2u} - C_{1u})}{g} \quad (3 - 12).$$

Và cũng cũng như máy bơm li tâm, nếu chất lỏng trước khi vào BXCT không có chuyển động vòng $C_{1u} = 0$ thì cột nước của bơm lúc này sẽ là:

$$H_{\infty l} = \frac{U \cdot C_{2u}}{g} \quad (3 - 13).$$

Cũng từ công thức (3 - 13) ta có nhận xét : nếu góc nghiêng của cánh quạt giữ không thay đổi theo phương bán kính thì cột nước càng xa tâm sẽ càng lớn do cùng tốc độ góc nhưng bán kính càng tăng. Xét hai mặt cắt $a - a$ và $b - b$ (xem Hình 3 - 4) rõ

ràng $H_b = \frac{U_b C_{2ub}}{g} > H_a = \frac{U_a C_{2ua}}{g}$.



Hình 3 - 8. Tam giác tốc độ của ra BXCT và độ nghiêng cánh.

Muốn cho cột nước bằng nhau trên toàn cánh thì vì $U_b > U_a$ nên phải làm sao cho $C_{2ub} < C_{2ua}$ để cân bằng $H_a = H_b$, mặt khác do lưu lượng tại a và b bằng nhau, nghĩa là thành phần hướng trục $C_{2ra} = C_{2rb}$ (xem tam giác tốc độ của ra). Vậy ta thấy góc nghiêng cánh quạt tại chỗ ra $\beta_{2a} > \beta_{2b}$. Chính vì vậy mà phải chế tạo cánh bơm hướng trục có góc nghiêng nhỏ dần từ trong ra ngoài.

C. ĐẶC TÍNH CỦA BƠM CÁNNG QUẠT

I. Tổn thất trong máy bơm và hiệu suất máy bơm

Các phương trình cơ bản của máy bơm chưa xét đến những tổn thất sinh ra trong các cơ cấu làm việc của bơm. Việc xét đầy đủ đến các tổn thất này đến nay còn chưa thực hiện được, ngoài các công thức lý thuyết người ta còn phải dựa vào thí nghiệm để bổ sung. Trong máy bơm có ba dạng tổn thất : tổn thất thủy lực, tổn thất dung tích, tổn thất cơ khí. Chúng ta lần lượt xem xét các tổn thất, hiệu suất và công suất liên quan :

1. Tổn thất thủy lực : Tổn thất này sinh ra khi chất lỏng chuyển qua tất cả các cơ cấu công tác động hoặc tĩnh tại của máy bơm, bao gồm:

- Tổn thất ma sát giữa chất lỏng tiếp xúc với vật thể rắn (gồm tổn thất dọc đường và cục bộ): $h_{ms1} = SQ^2$, trong đó S là hệ số dọc đường và cục bộ;

- Tổn thất xung kích h_{ms2} sinh ra ở những nơi như mép cánh, cửa vào, cửa ra ... do tạo xoáy nước khi chế độ dòng chảy không giữ được ở trạng thái làm việc đã thiết kế. Lưu lượng qua bơm càng xa lưu lượng thiết kế (Q_{tk}) thì xoáy càng lớn do vậy tổn thất này càng lớn: $h_{ms2} = S_2 (Q - Q_{tk})^2$, trong đó S_2 là hệ số tổn thất xung kích.

Tổng hai thành phần trên lại ta được tổn thất thủy lực : $h_{ms} = h_{ms1} + h_{ms2}$. Hình 3 - 5, a biểu thị dạng các tổn thất thủy lực trong máy bơm. Cột nước thực tế của máy bơm H bằng cột nước lý thuyết H_l trừ đi h_{ms} : $H = H_l - h_{ms} = K \cdot H_{0l} - h_{ms}$.

Hiệu suất thủy lực của máy bơm : $\eta_{tl} = H / H_l = (H_l - h_{ms}) / H_l$ (3 - 14).

Giá trị của hiệu suất thủy lực phụ thuộc vào độ nhám tương đối của bề mặt phần chảy và, chế độ làm việc của bơm và kích thước máy bơm. A.I. Mikhailov và V.V. Maliusenکو đưa ra công thức thực nghiệm xác định hiệu suất thủy lực khi bơm làm việc ở chế độ thiết kế:

$$\eta_{tl} = 0,7 + 0,0835 \log D_0. \quad (3 - 15)$$

D_0 là đường kính cửa vào BXCT (mm).

Công suất tiêu hao để khắc phục tổn thất thủy lực:

$$N_{tl} = 9,81 (Q + \Delta Q) h_{ms} \quad (3 - 16)$$

2. Tổn thất dung tích ΔQ :

Là lượng nước rò rỉ qua các khe rãnh giữa các phần quay và phần tĩnh của bơm do chênh lệch áp lực giữa ống đẩy và ống hút, làm giảm lưu lượng bơm và hiệu suất chung của bơm. Việc giảm khe hở giữa các phần là cần thiết để hạn chế ΔQ tuy vậy về điều kiện kết cấu và vận hành việc giảm này không phải trường hợp nào cũng làm được.

Hiệu suất dung tích: $\eta_d = Q / (Q + \Delta Q)$ (3 - 17)

A.A. Lomankin đã đưa ra công thức thực nghiệm xác định hiệu suất dung tích khi bơm làm việc ở chế độ thiết kế:

$$\eta_d = 1 / (1 + 0,68 n_s^{-2/3}), \quad n_s \text{ là tỷ tốc của bơm} \quad (3 - 18).$$

Công suất tiêu hao để khắc phục tổn thất dung tích là:

$$N_d = 9,81 (H + h_{ms}) \Delta Q \quad (3 - 19).$$

3. Tổn thất cơ khí ΔN_{ck} : Tổn thất cơ khí trong máy bơm bao gồm: tổn thất do ma sát giữa chất lỏng và 2 mặt ngoài của đĩa BXCT, giữa chất lỏng với vỏ của bơm và ma sát trong các vật chèn kín nước, ma sát giữa trục và ổ trục. Tổn thất do ma sát giữa chất lỏng và các mặt ngoài đĩa BXCT (kW): $\Delta N_{msd} = 113 \cdot 10^{-5} \cdot U_2^3 \cdot D_2^2$ (3 - 20).

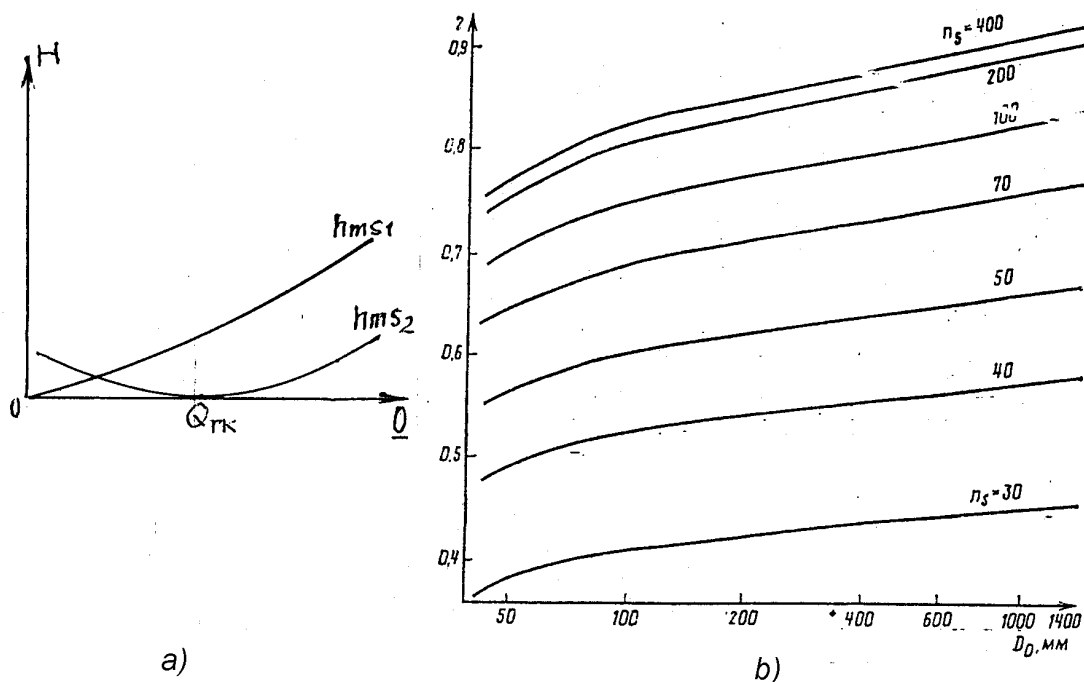
Tổn thất ma sát ở vật chèn kín nước và ổ trục thường chiếm 2 ... 4% công suất yêu cầu của bơm (N), bơm càng lớn thì tổn hao này càng bé.

$$\text{Hiệu suất cơ khí của bơm: } \eta_{ck} = 1 - \Delta N_{ck} / N \quad (3 - 21).$$

A.A. Lômankin cũng đưa ra công thức xác định hiệu suất cơ khí khi máy bơm làm việc ở chế độ thiết kế: $\eta_{ck} = \frac{0,97}{1 + 820 / n_s^2}$ (3 - 22).

Để nâng cao hiệu suất cơ khí của bơm cần gia công bề mặt đĩa BXCT và vỏ bơm, đặc biệt đối với bơm tỷ tốc thấp.

$$\text{Hiệu suất chung của máy bơm: } \eta = \frac{N_{hi}}{N} = \eta_{tl} \cdot \eta_d \cdot \eta_{ck} < 1 \quad (3 - 21).$$



Hình 3 - 9. Quan hệ giữa hiệu suất máy bơm và tỷ tốc n_s và D_0

Hiệu suất của máy bơm phụ thuộc vào tỷ tốc n_s và đường kính của vào BXCT. Xem Hình 3 - 9, b. Từ hình vẽ ta thấy: hiệu suất cao của máy bơm chỉ đạt được khi tỷ tốc $n_s > 100$. Tất nhiên mỗi máy bơm có đặc tính riêng về kết cấu của nó, một hoặc hai vòng chống rò, bộ phận giảm lực dọc (có ảnh hưởng đến hiệu suất bơm), mức độ gia công

nhấn bề mặt đĩa hoặc phần chảy ..v.v.. . Tất cả đều có ảnh hưởng đến trị số các tổn thất và hiệu suất tương ứng của máy bơm.

II. Đường đặc tính của máy bơm cánh quạt

Đường đặc tính của máy bơm là đồ thị biểu thị quan hệ phụ thuộc giữa các thông số cột nước H , công suất N , hiệu suất η ... vào lưu lượng Q với vòng quay n không đổi của rô to tổ máy bơm. Đường đặc tính của máy bơm thường được vẽ từ kết quả của thực nghiệm trên các giá thí nghiệm chuyên ngành và điều kiện thí nghiệm.

1. Đường đặc tính của bơm li tâm vẽ theo lý thuyết

Do số lượng cánh bơm là hữu hạn và chất lỏng không phải là lý tưởng và khi làm việc có tổn hao ... do vậy các giá trị Q , H , N lý thuyết và thực tế có khác nhau. Biểu thức xác định cột nước lý thuyết, cánh vô hạn và chất lỏng lý tưởng như đã biết (phương trình 3 - 1). Đa số trường hợp hướng vào của chất lỏng trên cánh BXCT có hướng bán kính bởi vậy $\alpha_1 = 90^\circ$, tương ứng $C_{1u} = C_1 \cos \alpha_1 = 0$ nên :

$$H_{0l} = \frac{U_2 C_{2u}}{g} \quad (3 - 2)$$

Sau đây trình bày cụ thể cách vẽ đường đặc tính của bơm li tâm theo lý thuyết:

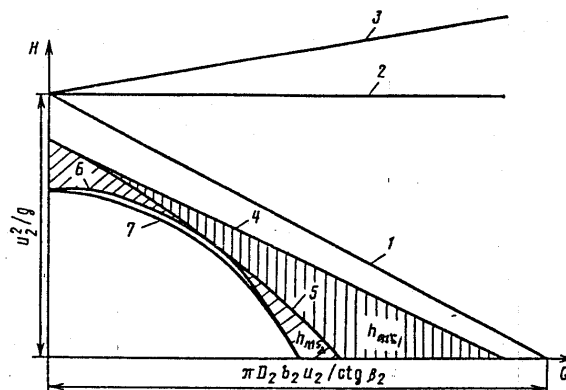
a. Vẽ đường đặc tính $Q - H$

Dùng phương trình (3 - 2) ta tiến hành vẽ các đường đặc tính của bơm li tâm. Từ tam giác tốc độ của ra BXCT ta thấy : $C_{2u} = U_2 - W_{2u}$, còn $W_{2u} = C_{2r} \cdot \operatorname{ctg} \beta_2$, lưu lượng lý thuyết $Q_l = \pi D_2 b_2 C_{2r}$. Vậy : $C_{2u} = U_2 - \operatorname{ctg} \beta_2 Q_l / (\pi D_2 b_2)$, thay vào (3 - 2)

ta có:

$$H_{0l} = \frac{U_2^2}{g} - \frac{U_2 \operatorname{ctg} \beta_2 Q_l}{g \pi D_2 b_2} \quad (3 - 22).$$

Biểu thức (3 - 22) là phương trình đường thẳng tùy thuộc vào góc β_2 : đường 2 và 3 là



Hình 3 - 10. Đường đặc tính cột nước $H - Q$ của bơm li tâm.

đường tương ứng với góc $\beta_2 = 90^\circ$ và $\beta_2 > 90^\circ$ còn đường 1 được vẽ ứng với $\beta_2 < 90^\circ$. Như đã phân tích chọn góc $\beta_2 < 90^\circ$ làm góc thiết kế, do vậy ta vẽ đường $H - Q$ theo góc này như sau:

Khi $Q_1 = 0$ thì $H_{\infty} = \frac{U_2^2}{g}$, khi $H_{\infty} = 0$ thì $Q_1 = \pi D_2 b_2 U_2 / \operatorname{ctg} \beta_2$, ta vẽ được đường 1

Để xác định cột nước lý thuyết của bơm có số cánh hữu hạn một số tác giả đề nghị dùng công thức hiệu chỉnh $H_1 = K \cdot H_{\infty}$ để vẽ đường 4. Tuy nhiên nếu lấy K là số không đổi thì giá trị H_1 chỉ là gần đúng vì rằng khi $H_1 = 0$ thì Q_1 sẽ bằng khi $H_{\infty} = 0$. Trong thực tế đường $H_1 - Q$ (đường 4) gần như song song với đường thẳng $H_{\infty} - Q$ (đường 1), nghĩa là giá trị Q_1 tương ứng trên đường 4 sẽ nhỏ hơn so với khi $H_{\infty} = 0$.

Trong thực tế chất lỏng chảy qua bơm sẽ có tổn thất, do vậy:

Lấy đường 1 trừ cột nước tổn thất ma sát $h_{ms1} = \left(\lambda \frac{l}{4R} + \xi \right) \frac{C^2}{2g} = S F^2 C^2 = S Q^2$, với

F là diện tích qua nước, S hệ số tổn thất ma sát ta được đường 5.

Lấy đường 5 trừ cột nước tổn thất xung kích ta được đường 6

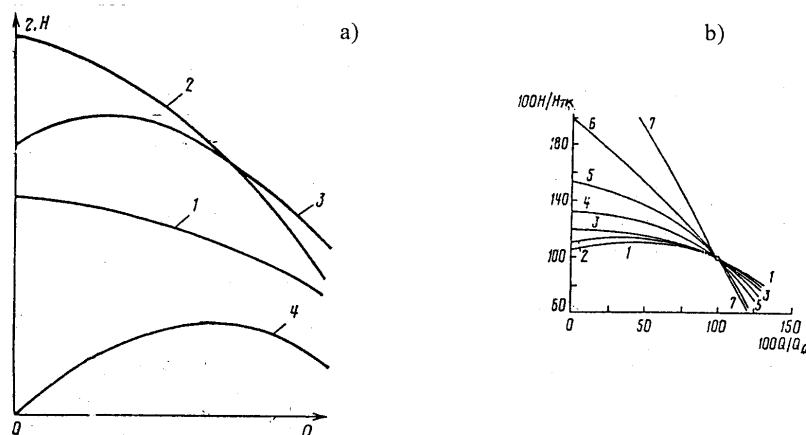
Đường đặc tính thực tế 7 dịch về trái ứng với lượng tổn thất dung tích từ máy bơm.

Đường đặc tính thực tế $H - Q$ của máy bơm cánh quạt có nhiều đặc trưng khác nhau, ta gọi tỷ số K_d là đặc trưng độ dốc:

$$K_d = 100 (H_0 - H_{\eta_{\max}}) / H_{\eta_{\max}} \quad (3 - 23)$$

Trong đó H_0 là cột nước khi $Q = 0$; $H_{\eta_{\max}}$ - cột nước ứng với hiệu suất cực đại.

Khi $K_d \approx 10\%$ thì đường $H - Q$ có độ dốc thoải (Hình 3-11, a) đường 1); khi $K_d \approx 30\%$ thì đường $H - Q$ có độ dốc lớn (đường 2). Nếu cột nước lớn nhất không rơi vào lưu lượng $Q = 0$ thì đường $Q - H$ sẽ có đoạn dốc ngược (đường 3). Độ dốc của đường $H - Q$ phụ thuộc vào nhiều vào hệ số tỷ tốc n_s (xem Hình 3 - 11, b); tỷ tốc càng lớn thì đường càng dốc.

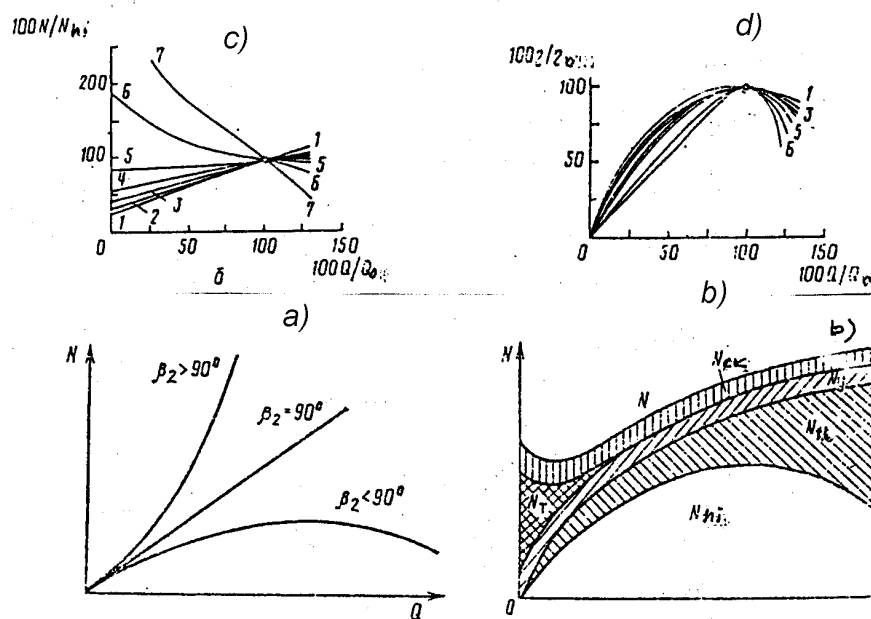


Hình 3 - 11. Đường đặc tính cột nước của bơm li tâm

a) Các dạng đường $H - Q$; b) Sự phụ thuộc $H - Q$ vào tỷ tốc n_s : 1... 7 : tương ứng với $n_s = 64, 106, 155, 212, 282, 402, 650$ (vòng / ph)

b. Vẽ đường đặc tính công suất $N - Q$

Góc β_2 có ảnh hưởng đến dạng của đường đặc tính công suất $N - Q$ của máy bơm li tâm (xem Hình 3 - 12 a): Khi $\beta_2 \geq 90^\circ$ thì công suất lý thuyết tăng lớn khi lưu lượng tăng, còn khi $\beta_2 < 90^\circ$ thì công suất tăng chậm và đạt giá trị lớn nhất ở một giá trị Q nào đó $Q < Q_{H_{01}=0}$. Trong chế tạo máy bơm ta chỉ dùng góc $\beta_2 < 90^\circ$, do vậy ta sẽ vẽ đường đặc tính công suất cho $\beta_2 < 90^\circ$. Để bơm lưu lượng Q lên độ cao H_1 ta dùng công thức tính công suất lý thuyết số cánh hữu hạn $N_1 = 9,81 QH_1$ và vẽ $N_1 - Q$, sau đó ta tiến hành tính các công suất tiêu thụ để khắc phục các tổn thất về thủy lực (N_{tl}), tổn thất cơ khí (N_{ck}), tổn thất dung tích (N_d) rồi cộng tung độ các công suất khắc phục tổn thất trên ta nhận được công suất máy bơm yêu cầu $N - Q$ (xem Hình 3 - 12, b). Đường đặc tính $N - Q$ của các bơm cánh quạt khác nhau nhiều hơn đường $H - Q$. Dạng đường đặc tính $N - Q$ cũng phụ thuộc vào tỷ tốc ns (Hình 3 - 12, c).

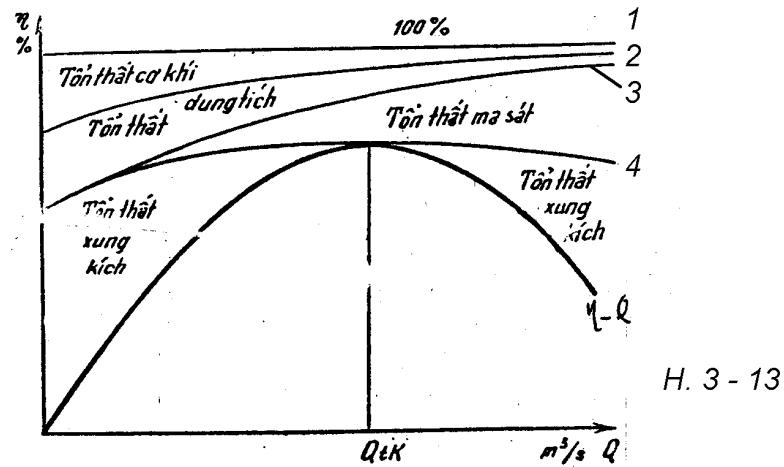


a) Quan hệ phụ thuộc của N_{H1} vào β_2 ; b) Vẽ đường đặc tính $N - Q$.

Hình 3 - 12. Đường đặc tính công suất $N - Q$ bơm li tâm.

Công suất của bơm li tâm có tỷ tốc không lớn tăng theo Q một cách đáng kể hơn là đối với bơm tỷ tốc cao. Tuy vậy, điều này chỉ đúng khi tăng lưu lượng đến một giá trị nào đó thì công suất bắt đầu giảm. Khi $N = 0$ thì bơm li tâm làm việc như turbin với vòng quay không đổi. Công suất của bơm cánh quạt có $ns = 300$ v/p (xem đường 5 Hình 3 - 12, c). Khi $ns > 300$ v/p thì công suất tăng khi lưu lượng giảm (xem Hình 3 - 12, c đường 6 và 7).

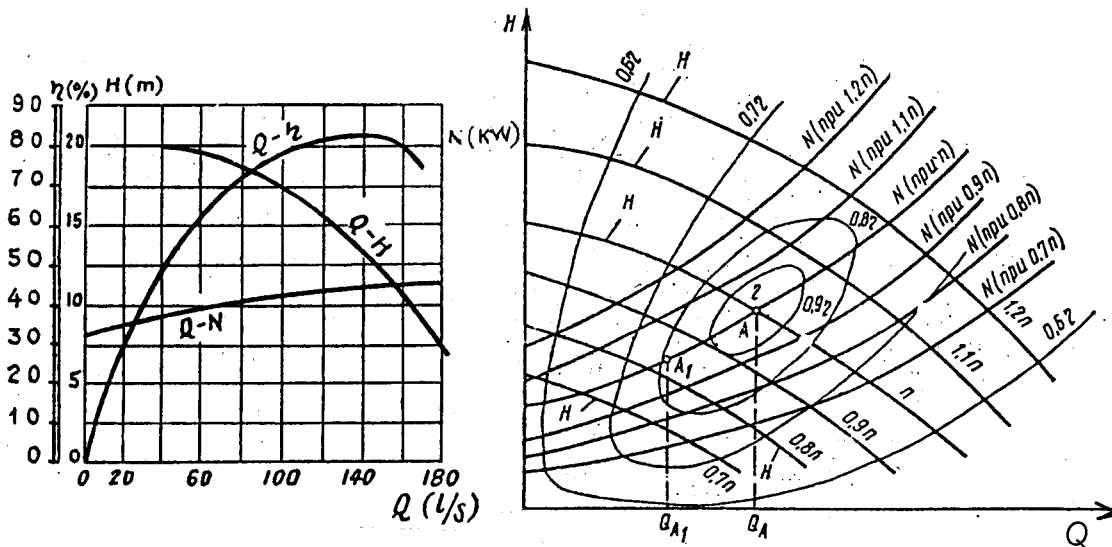
c. Vẽ đường đặc tính hiệu suất $\eta - Q$



Hình 3 - 13. Vẽ đường đặc tính hiệu suất $\eta - Q$ bơm li tâm.

Trên Hình 3 - 13, đường 100% biểu thị công suất hữu ích bằng công suất trục máy bơm (đường 1). Đường 2 biểu thị hiệu suất sau khi trừ tổn hao cơ khí. Đường 3 là hiệu suất sau khi trừ tổn hao dung tích. Đường 4 là hiệu suất sau khi trừ tổn hao ma sát thủy lực h_{ms1} . Cuối cùng lấy đường 4 trừ tổn thất xung kích h_{ms2} ta được hiệu suất $\eta - Q$.

Đưa các đường đặc tính $H - Q$, $N - Q$ và $\eta - Q$ lên chung một tờ giấy ta được đường đặc tính của bơm li tâm (ví dụ Hình 3 - 14, a). Trên đường đặc tính đầy đủ còn có thêm đường biểu thị độ chân không cho phép [Hck] theo Q.



Hình 3 - 14. Dạng đường đặc tính của bơm li tâm .

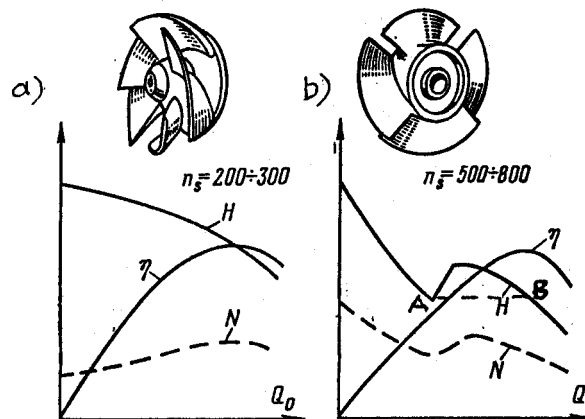
a) Đường đặc tính đơn; b) Đường đặc tính tổng hợp của bơm li tâm.

Việc lựa chọn máy bơm chính xác với các thông số Q và H thường là khó có thể, trường hợp này cần phải thay đổi đường đặc tính của nó. Một trong những cách thay đổi đường đặc tính của máy bơm là thay đổi số vòng quay n nhờ động cơ truyền tới, đối với bơm li tâm tỷ tốc thấp còn dùng cách gọt bớt D_2 để mở rộng phạm vi công tác của máy bơm. Những cách làm này chúng ta sẽ nghiên cứu ở các chương sau. Đường đặc tính tổng hợp chủ yếu ở Hình 3 - 14, b biểu thị quan hệ $H - Q$ khi công suất và vòng quay thay đổi.

Từ Hình 3 - 14, a ta có nhận xét về tính năng làm việc của bơm li tâm: Công suất yêu cầu của bơm tăng dần khi lưu lượng tăng, do vậy muốn công suất khởi động nhỏ ta nên đóng van trên ống đẩy trước khi khởi động vì khi $Q = 0$ thì công suất khởi động nhỏ nhất. Mặt khác công suất yêu cầu lại tăng khi cột nước giảm, nghĩa là khi máy bơm làm việc với cột nước quá thấp động cơ kéo bơm có thể bị quá tải, do vậy ta cần kiểm tra quá tải động cơ với trường hợp này. Và hiệu suất bơm cánh quạt nói trên đều phụ thuộc vào tỷ tốc n_s , như đã thấy trên Hình 3 - 12, d : tỷ tốc càng lớn (đường 5, 6) thì dạng đường quan hệ hiệu suất $\eta - Q$ càng dốc, vùng làm việc có hiệu suất cao bị thu hẹp lại.

Tuy nhiên trên thực tế hiện nay người ta dùng thí nghiệm để vẽ đường đặc tính cho các loại máy bơm mới bảo đảm thực tế, phần này sẽ trình bày ở phần sau.

2. Đường đặc tính của bơm hướng trục và hướng chéo

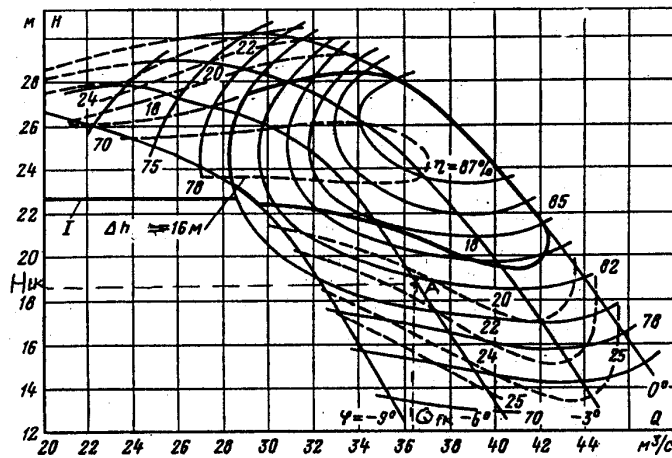


Hình 3 - 15. Đường đặc tính của bơm hướng trục và hướng chéo.

a) Khi tỷ tốc $n_s = 200 \dots 300$; b) khi $n_s = 500 \dots 800$ (v / p)

Đường đặc tính của bơm hướng trục và hướng chéo $H - Q$ và $N - Q$ (Hình 3 - 15) phụ thuộc nhiều vào tỷ tốc; khi tỷ tốc $n_s < 300$ v/p thì bơm hướng chéo gần giống với bơm li tâm, còn khi tỷ tốc cao thì giống bơm hướng trục. Hình 3 - 11, b đặc trưng cho bơm hướng trục, thường có điểm uốn ở vùng làm việc với lưu lượng nhỏ, nghĩa là cột nước và công suất thay đổi khi Q tăng; đầu tiên thì giảm, sau đó tăng, rồi lại giảm. Vùng A - B trên đường đặc tính cột nước $H - Q$ bơm làm việc không ổn định, bởi vậy vùng này gọi là "vùng không làm việc". Hiệu suất quyết định vùng làm việc của máy bơm, thường vùng làm việc từ $0,9 \eta_{\max} \dots \eta_{\max}$. Đường đặc tính đầy đủ của bơm hướng trục

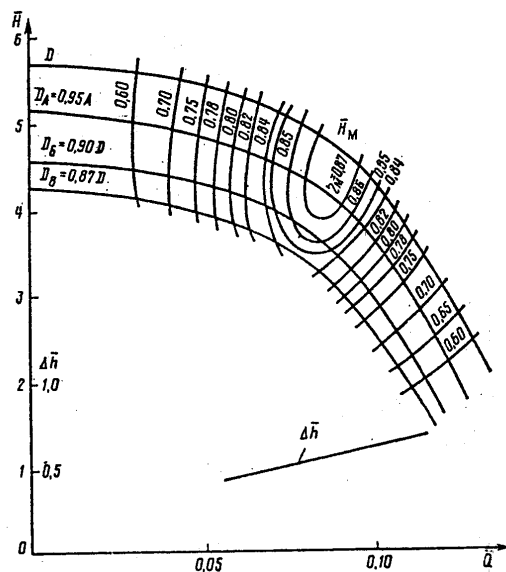
còn có đường dự trữ khí thực $\Delta h - Q$. Đường đặc tính tổng hợp của bơm trục cũng có thể thay đổi góc xoay cánh quạt φ của BXCT (xem Hình 3 - 16).



Hình 3 - 16. Đường đặc tính tổng hợp của máy bơm ОП10 - 260.

Từ dạng đường đặc tính bơm trục ta nhận thấy rằng: Khi Q nhỏ thì cột nước và công suất tăng vọt, do vậy rất bất lợi khi khởi động máy bơm, vậy để giảm công suất khi khởi động thì trước lúc khởi động phải tăng Q bằng cách mở toàn bộ ống đẩy (nếu có van ống đẩy). Mặt khác công suất yêu cầu của bơm cũng cao khi cột nước làm việc lớn, do vậy có thể dẫn tới quá tải động cơ kéo bơm nên ta phải kiểm tra công suất quá tải này

Ngoài các đường đặc tính ở trên, trong thực tế người ta cũng còn xây dựng những đường đặc tính máy bơm không thứ nguyên dùng chung cho một kiểu máy bơm. Để vẽ loại đường đặc tính này ta dùng các công thức đồng dạng và các đại lượng không thứ nguyên sau: $\bar{Q} = \frac{Q}{nD^3}$, $\bar{H} = \frac{gH}{n^2D^2}$, $\bar{\Delta h} = \frac{g\Delta h}{n^2D^2}$. Sau đây là ví dụ:



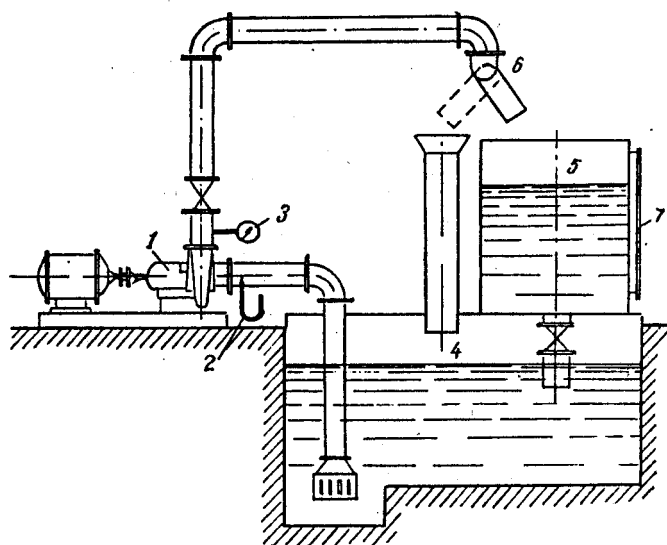
Hình 3 - 17. Đường đặc tính không thử nguyên của 1 kiểu bơm li tâm.

3. Vẽ đường đặc tính máy bơm bằng thực nghiệm

Đường đặc tính vẽ theo công thức lý thuyết còn có sai khác so với thực tế vì chưa đề cập đầy đủ và chính xác những các yếu tố có ảnh hưởng, do vậy thực tế vẫn phải dùng thực nghiệm để đo, tính toán và vẽ các đường. Sau đây trình bày một trong những sơ đồ thí nghiệm được dùng. Qua sơ đồ Hình 3 - 14, các bộ phận chính và quy trình thử nghiệm như sau:

Đóng động cơ điện kéo máy bơm 1 quay ở trị số n không đổi, nước được hút từ bể 4 vào BXCT và được đẩy lên ống thoát 6 chảy vào bể đo lưu lượng 5 về lại bể 4 và lại được bơm lên ... Ta dùng van đặt trên ống đẩy để thay đổi lưu lượng từ 0 đến $Q_{\max}$. Ứng với từng độ mở của van, tiến hành :

- Đo lưu lượng Q nhờ bể đo 5. Có nhiều cách đo lưu lượng: khi lưu lượng nhỏ



Hình 3 - 18. Thiết bị thí nghiệm đơn giản vẽ đặc tính máy bơm.

thường dùng thùng để đo rồi chia cho thời gian tương ứng khối nước trong thùng; khi lưu lượng lớn hơn có thể dùng các thiết bị đo như văng tu ri, diaphoram ... đặt trực tiếp trên ống đẩy hoặc dùng đập tràn thành mỏng, vận tốc kế ..v.v.. để đo.

- Đo cột nước H và vẽ đường $H - Q$: dùng chân không kế 2 đặt ngay ở gần cửa vào BXCT để đo độ chân không H_{ck} , dùng áp lực kế 3 để đo cột nước áp lực H_{ak} ở ngay sau cửa ra BXCT, tính ra cột nước H theo công thức sau:

$$H = H_{ak} + H_{ck} + Z + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}, \text{ trong đó } Z - \text{ khoảng cách hai điểm đo giữa áp kế và}$$

chân không kế, v_1, v_2 - vận tốc nước ở hai điểm đo tương ứng.

Mỗi lần thí nghiệm phải giữ vòng quay n không đổi. Điều chỉnh độ mở van trên ống đẩy để có lưu lượng khác nhau. Đọc chân không kế và áp kế tương ứng với các lưu lượng rồi tính ra cột nước H . Dùng tọa độ Đề các, tung độ biểu diễn H , hoành độ biểu diễn Q vẽ ra đường $H - Q$ với n không đổi.

- Đo công suất N và vẽ đường $N - Q$: Tương ứng với các điểm đo Q tiến hành đo các công suất N . Có các cặp Q, H ta vẽ được đường $N - Q$ với n không đổi.

Có thể có những cách đo công suất. Trong phòng thí nghiệm, để đo công suất động cơ có công suất nhỏ nối trực tiếp vào máy bơm có thể dùng điamômet xoắn hoặc động cơ treo để xác định mô men xoắn M_x tại trục máy bơm, và tính ra công suất trục máy bơm $N = M_x \cdot \omega$ với tốc độ góc $\omega = \frac{\pi n}{30}$; Trong sản xuất đo công suất trục động cơ N_{dc} bằng ampe kế, vôn kế và oát kế (phương pháp này kém chính xác hơn) rồi tính ra công suất trục máy bơm $N = N_{dc} \cdot \eta_{dc} \cdot \eta_{td}$.

- Vẽ đường $\eta - Q$: với từng Q, H, N đã đo ta tính ra $\eta = \frac{N_{hi}}{N} = \frac{9,81 Q \cdot H}{N} \cdot 100\%$ và vẽ ra đường $\eta - Q$.

Chương IV. ĐỊNH LUẬT ĐỒNG DẠNG CỦA MÁY BƠM VÀ ỨNG DỤNG

A. LUẬT ĐỒNG DẠNG VÀ CÁC CÔNG THỨC ĐỒNG DẠNG, TỶ TỐC

Khi thiết kế và thử nghiệm máy bơm, người ta sử dụng rộng rãi lý thuyết về luật đồng dạng của chúng. Ví dụ, khi sử dụng các mô hình máy bơm đồng dạng (tương tự) có các đặc tính được nghiên cứu đầy đủ ta có thể tìm ra các đặc tính của máy bơm đồng dạng đang được thiết kế, hoặc sau khi nhận được các đặc tính của máy bơm ở một số trạng thái công tác bằng thực nghiệm, thông qua các công thức của lý thuyết đồng dạng ta có thể tính ra những đặc tính tương tự ở những trạng thái công tác khác mà không cần phải tiến hành thí nghiệm. Như vậy lý thuyết đồng dạng giúp ta sử dụng những kinh nghiệm về thiết kế và thử nghiệm ở một số máy bơm này cho việc thiết kế máy bơm đồng dạng khác.

Vậy những máy bơm thế nào được gọi là đồng dạng (hay còn gọi là tương tự)?

I. Các tiêu chuẩn đồng dạng:

Để đơn giản và dễ hiểu ta nghiên cứu hai máy bơm: một máy bơm có kích thước nhỏ có thể đưa vào thí nghiệm để đo được các thông số của nó, máy bơm này ta gọi nó là *máy bơm mẫu hoặc mô hình* và các thông số đo được của nó có ghi chỉ số "m", ví dụ D_{2m} , H_m ... và một máy bơm lớn hơn đang thiết kế hoặc tính toán gọi là *máy bơm thật* và không ghi chỉ số. Muốn sử dụng kết quả đo được của máy bơm mẫu để tính cho máy bơm thật thì máy bơm thật phải đồng dạng với máy bơm mẫu. Hai máy bơm được coi là đồng dạng, theo luật nó phải thỏa mãn ba tiêu chuẩn đồng dạng sau đây:

Đồng dạng về hình học: nghĩa là tỷ lệ các kích thước dài của các bộ phận tương ứng giữa máy bơm thật và máy bơm mẫu phải là hằng số: $l / l_m = i_l = \text{hằng số}$, trong đó l , l_m là kích thước dài tương ứng của bơm thật và bơm mẫu; i_l là số tỷ lệ dài.

Các kích thước dài trong máy bơm thật và mẫu thường là kích thước BXCT, vậy:

$$\frac{D_2}{D_{2m}} = \frac{D_0}{D_{0m}} = \frac{b_2}{b_{2m}} = \dots = \text{hằng số} \quad (4-1)$$

Đồng dạng về động học: nghĩa là vận động của dòng chảy ở các điểm tương ứng trong máy bơm thật và máy bơm mẫu phải tương tự, cụ thể các thành phần vận tốc tương ứng phải tỷ lệ và góc của các véc tơ vận tốc phải bằng nhau (tam giác tốc độ đồng dạng)

$$\frac{U_2}{U_{2m}} = \frac{C_2}{C_{2m}} = \frac{W_2}{W_{2m}} = \frac{C_{2r}}{C_{2rm}} = \frac{C_{2u}}{C_{2um}} = \text{hằng số} \quad (4-2)$$

Đồng dạng về động lực học: nghĩa là các lực quán tính, lực dính, lực ma sát và trọng lực của dòng chảy trong máy bơm thật và máy bơm mẫu phải tỷ lệ. Thường điều kiện động lực học tương tự thể hiện qua các số Raynol (Re), Froude (Fr) và Strukha (Sh):

$$\left. \begin{array}{l} Re = Re_m \\ Fr = Fr_m \\ Sh = Sh_m \end{array} \right\} \quad (4-3)$$

Trong ba tiêu chuẩn đồng dạng trên, tiêu chuẩn đồng dạng động lực học rất khó đạt do trình độ gia công bề mặt bộ phận qua nước của máy bơm khó đạt tỷ lệ mong muốn,

mặt khác lực dính và độ nhớt không tùy thuộc kích thước các bộ phận. Do vậy đồng dạng cũng chỉ là tiêu chuẩn gần đúng. Ở máy bơm cánh quạt, tiêu chuẩn Phơ rút và Strukha được coi là bằng nhau giữa hai bơm thật và mẫu khi bảo đảm đồng dạng về động học, còn tiêu chuẩn Rây nol cần tính đến độ nhớt của chất lỏng. Với máy bơm cánh quạt dùng để bơm nước thì ảnh hưởng về độ nhớt không lớn do vậy mà có thể bỏ qua. Như vậy, nghiên cứu bơm cánh quạt dùng để bơm nước thì trong nhiều trường hợp khi hai máy bơm đảm bảo tiêu chuẩn đồng dạng về hình học và động học thì có thể coi chúng đồng dạng nhau.

II. Thành lập các công thức đồng dạng.

Cho hai máy bơm thật và mẫu đồng dạng về hình học và động học ta lập công thức :

1. Công thức đồng dạng về vận tốc:

Từ hai công thức (4 - 1) và (4 - 2) ta có thể lập tỷ số:

$$\frac{U_2}{U_{2m}} = \frac{C_2}{C_{2m}} = \frac{W_2}{W_{2m}} = \frac{C_{2r}}{C_{2rm}} = \frac{C_{2u}}{C_{2um}} = \frac{60\pi D_2 n}{60\pi D_{2m} n_m} = \frac{D_2 \cdot n}{D_{2m} \cdot n_m} = i_D \cdot i_n = \text{hằng số}$$

do vậy:
$$\frac{U_2}{U_{2m}} = \frac{C_2}{C_{2m}} = \frac{W_2}{W_{2m}} = \frac{C_{2r}}{C_{2rm}} = \frac{C_{2u}}{C_{2um}} = i_D \cdot i_n \quad (4 - 4)$$

Trong đó $i_D = \frac{D_2}{D_{2m}}$, $i_n = \frac{n}{n_m}$ là tỷ lệ về đường kính và tỷ lệ về vòng quay.

Từ (4 - 4) ta viết tách các tỷ số vận tốc và khai triển i_D , i_n rồi chuyển về ta có các quan hệ giữa vận tốc với đường kính và vòng quay:

$$\left. \begin{aligned} \frac{C_2}{D_2 \cdot n} &= \text{hằng số 1} \\ \frac{U_2}{D_2 \cdot n} &= \text{hằng số 2} \\ \frac{W_2}{D_2 \cdot n} &= \text{hằng số 3} \end{aligned} \right\} \quad (4 - 5)$$

Công thức (4 - 5) biểu thị chỉ số Strukha của máy bơm thật và mẫu bằng nhau.

2. Công thức đồng dạng về lưu lượng:

Từ công thức tính lưu lượng qua máy bơm là : $Q = \pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot C_{2r} \cdot \eta_d$, đặt tỷ số Q/Q_m

và vì hai máy bơm đồng dạng nên hiệu suất dung tích $\eta_d = \eta_{dm}$, vậy ta có:

$$\frac{Q}{Q_m} = \frac{D_2}{D_{2m}} \cdot \frac{b_2}{b_{2m}} \cdot \frac{C_{2r}}{C_{2rm}} = i_D \cdot i_D \cdot (i_D \cdot i_n), \text{ từ đây rút ra:}$$

$$\frac{Q}{Q_m} = i_D^3 \cdot i_n \quad (4 - 6)$$

Cũng tiến hành khai triển i_D , i_n rồi chuyển về ta có : $\frac{Q}{D_2^3 \cdot n} = \text{hằng số} \quad (4 - 7).$

3. Công thức đồng dạng về cột nước:

Từ công thức $H = \frac{U_2 \cdot C_{2u}}{g} \eta_{tl}$ ta lập tỷ số giữa H / H_m và vì $\eta_{tl} = \eta_{tlm}$ ta có:

$$\frac{H}{H_m} = \frac{U_2}{U_{2m}} \cdot \frac{C_{2u}}{C_{2um}} = (i_D \cdot i_n) \cdot (i_D \cdot i_n), \text{ từ đây rút ra:}$$

$$\boxed{\frac{H}{H_m} = i_n^2 \cdot i_D^2} \quad (4-8)$$

Cũng khai triển i_D và i_n và chuyển về ta được: $\frac{H}{D_2^2 \cdot n} = \text{hằng số} \quad (4-9)$.

4. Công thức đồng dạng về công suất:

Công suất máy bơm được tính theo công thức: $N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta}$, lập tỷ số N / N_m :

$$\frac{N}{N_m} = \frac{\gamma}{\gamma_m} \cdot \frac{Q}{Q_m} \cdot \frac{H}{H_m} \cdot \frac{\eta_m}{\eta} = \frac{\gamma}{\gamma_m} \cdot (i_D^3 \cdot i_n \cdot \frac{\eta_d}{\eta_{dm}}) \cdot (i_D^2 \cdot i_n^2 \cdot \frac{\eta_{tl}}{\eta_{tlm}}) \cdot (\frac{\eta_{tlm} \cdot \eta_{dm} \cdot \eta_{ckm}}{\eta_{tl} \cdot \eta_d \cdot \eta_{ck}}) \text{ và}$$

cũng vì hai máy bơm đồng dạng nên $\gamma_m = \gamma$, hiệu suất cơ khí $\eta_{ck} = \eta_{ckm}$, vậy ta có:

$$\boxed{\frac{N}{N_m} = i_D^5 \cdot i_n^3} \quad (4-10)$$

Và cũng như trên suy ra: $\frac{N}{D_2^5 \cdot n^3} = \text{hằng số} \quad (4-11)$

III. Công thức đồng dạng trong những trường hợp đặc biệt

Trong thiết kế và vận hành máy bơm ta thường gặp nhiều trường hợp cụ thể sử dụng các công thức đồng dạng trên, để tiện sử dụng ta viết riêng cho những trường hợp đó

1. Trường hợp giữ vòng quay không đổi, chỉ thay đổi kích thước máy bơm:

Từ công thức (4-6), (4-8) và (4-10) thay $i_n = 1$ ta có các công thức:

$$\frac{Q}{Q_m} = i_D^3; \quad \frac{H}{H_m} = i_D^2; \quad \frac{N}{N_m} = i_D^5 \quad (4-12)$$

2. Trường hợp giữ nguyên kích thước máy bơm, chỉ vòng quay thay đổi:

Từ các công thức (4-6), (4-8) và (4-10) thay $i_D = 1$ ta có:

$$\frac{Q}{Q_m} = i_n; \quad \frac{H}{H_m} = i_n^2; \quad \frac{N}{N_m} = i_n^3 \quad (4-13)$$

Các công thức này hay được dùng khi xác định điểm công tác của máy bơm trong vận hành máy bơm đã có.

3. Xác lập quan hệ giữa i_n và i_D khi cả n và D đều thay đổi:

Từ (4-6) ta rút ra được $i_n = \frac{Q}{Q_m \cdot i_D^3}$, (*) và:

Từ (4-8) ta rút ra được $i_n = \frac{1}{i_D} \cdot \sqrt{\frac{H}{H_m}}$, (**), từ (*) và (**) ta có được:

$$i_D = \sqrt{\frac{Q}{Q_m}} \cdot 4 \sqrt{\frac{H_m}{H}} \quad (4-14)$$

$$i_n = \sqrt{\frac{Q_m}{Q}} \cdot 4 \sqrt{\left(\frac{H}{H_m}\right)^3} \quad (4-15)$$

Hai công thức này hay dùng trong thiết kế mới bánh xe công tác của máy bơm.

4. Hiệu chỉnh hiệu suất máy bơm thật theo máy bơm mẫu.

Do không thể thỏa mãn đầy đủ các chỉ tiêu đồng dạng như đã phân tích ở phần trước do vậy hiệu suất của máy bơm thật và máy bơm mẫu sẽ có khác nhau. Để xác định hiệu suất của máy bơm thật ta cần phải tiến hành hiệu chỉnh lại những số đo thực tế của máy bơm mẫu. Việc hiệu chỉnh hiệu suất cho từng trạng thái rất khó thực hiện, trong thực tế thường dựa vào công thức của Môđi để xác định hiệu suất của máy bơm thật η theo hiệu suất máy bơm mẫu η_m tuy rằng công thức này chưa có lập luận đầy đủ:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_m) \cdot i_D^{-0,45} \cdot i_n^{-0,2} \quad (4 - 16)$$

5. Hiệu chỉnh độ dự trữ khí thực Δh và độ chân không $[H_{ck}]$ khi D và n thay đổi:

$$\Delta h = \Delta h_m \cdot i_D^2 \cdot i_n^2 \quad (4 - 17)$$

$$[H_{ck}] = H_a - [H_a - (H_{ck})_m] \cdot \left(\frac{n}{n_m}\right)^2 \quad (4 - 18).$$

Các kí hiệu trong công thức (4 - 17) và (4 - 18) sẽ được trình bày kỹ ở chương V.

IV. Tỷ tốc n_s của máy bơm.

1. Định nghĩa tỷ tốc:

Tỷ tốc n_s là số vòng quay của một máy bơm mẫu đồng dạng hình học với máy bơm ta đang xét, có hiệu suất bằng nhau, làm việc với cột nước $H_m = 1$ m, tiêu hao công suất N_m bằng một mã lực (hay $N_m = 736$ kW, hay bơm được $Q_m = 0,075$ m³/s).

2. Thành lập công thức n_s :

Từ công thức (4 - 10): $\frac{N}{N_m} = i_D^5 \cdot i_n^3 \Rightarrow \frac{N}{1} = \left(\frac{D}{D_m}\right)^5 \cdot \left(\frac{n}{n_s}\right)^3, (*)$

Từ công thức (4 - 8): $\frac{H}{H_m} = i_2^2 \cdot i_D^2 \Rightarrow \frac{H}{1} = \left(\frac{n}{n_s} \cdot \frac{D}{D_m}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{D}{D_m}\right) = \frac{n_s}{n} \cdot \sqrt{\frac{H}{1}}, (**)$

Thay (**) vào (*) sắp xếp lại ta có công thức tính tỷ tốc theo công suất là mã lực:

$$n_s = \frac{n \sqrt{N}}{H^{5/4}} \quad (4 - 19)$$

Nếu công suất trong (4 - 19) tính bằng đơn vị kW thì tỷ tốc n_s sẽ là:

$$n_s = 1167 \frac{n \sqrt{N}}{H^{5/4}} \quad (4 - 20)$$

Nếu thay định nghĩa n_s theo lưu lượng $Q_m = 0,075$ m³/s thì:

Từ công thức (4 - 15) ta có:

$$i_n = \frac{n}{n_s} = \sqrt{\frac{Q_m}{Q}} \cdot 4 \sqrt{\left(\frac{H}{H_m}\right)^3} = \sqrt{\frac{0,075}{Q}} \cdot 4 \sqrt{\frac{H}{1}} \text{ chuyển về ta có :}$$

$$n_s = 3.65 \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (4 - 21)$$

Sử dụng công thức (4 - 21) cho bơm hai cửa vào và đa cấp như sau :

- Tỷ tốc tính cho máy bơm hai cửa :
$$n_s = 3.65 \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad (4 - 22)$$

- Tỷ tốc tính cho bơm đa cấp (Z cấp):
$$n_s = 3.65 \frac{n \sqrt{Q}}{\left(\frac{H}{Z}\right)^{3/4}} \quad (4 - 23)$$

3. Ý nghĩa của tỷ tốc:

Tỷ tốc là một thông số tổng hợp của một kiểu máy bơm, nó không thay đổi đối với các trị số góc α_2 , β_2 , η_{tl} , K. Bởi vậy dùng nó để phân loại bơm cánh quạt (xem bảng phân loại bơm cánh quạt dưới đây), n_s được tính với trạng thái thiết kế.

Loại máy bơm	Bơm ly tâm			Bơm hướng chéo	Bơm hướng trục
	Tỷ tốc nhỏ	Tỷ tốc trung bình	Tỷ tốc lớn		
Tỷ tốc	50 ~ 80	80 ~ 150	150 ~ 300	300 ~ 500	500 ~ 1000
Sơ đồ mặt cắt bánh xe cánh quạt					
Tỷ lệ kích thước	$\frac{D_2}{D_1} \approx 2,5$	$\frac{D_2}{D_1} \approx 2,0$	$\frac{D_2}{D_1} \approx 1,8 \sim 1,4$	$\frac{D_2}{D_1} \approx 1,2 \sim 1,1$	$\frac{D_2}{D_1} = 1,0$
Dạng đường đặc tính					

Trong thiết kế chế tạo máy bơm, người ta cố gắng tăng n_s để giảm kích thước của máy bơm, vì rằng tỷ tốc tỷ lệ nghịch với đường kính theo công thức đã biến đổi sau đây:

$$n_s = \frac{60}{\pi \cdot D_m} \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\alpha_2 \div \beta_2)}{K \cdot \eta_{tl} \cdot \sin \beta_2 \cdot \cos \alpha_2}}$$

Tỷ tốc phản ảnh dạng đường đặc tính của các loại máy bơm. Khi tỷ tốc nhỏ, đường đặc tính H - Q có cực trị; trị số n_s càng lớn thì H - Q từ giảm dần đến dốc. Khi tỷ tốc nhỏ, đường N - Q tăng khi Q tăng; tỷ tốc càng lớn thì đường N - Q sẽ giảm khi Q tăng. Đường η - Q sẽ nhọn khi tỷ tốc lớn, dẫn đến vùng làm việc với hiệu suất cao sẽ bị thu hẹp lại bơm sẽ không thích hợp với trạng thái làm việc thay đổi nhiều.

B. ỨNG DỤNG CỦA LUẬT ĐỒNG DẠNG

Luật đồng dạng có một số ứng dụng sau đây:

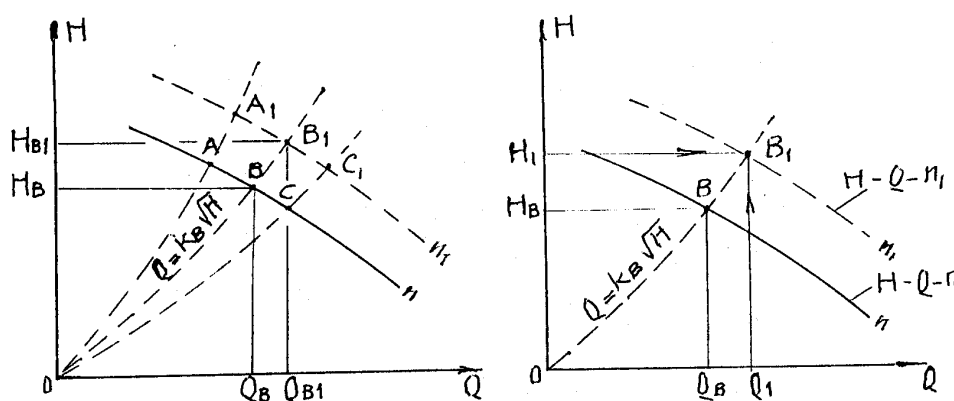
- Từ điều kiện làm việc của bơm mẫu xác định điều kiện làm việc của bơm thực;
- Dựa vào số liệu thí nghiệm từ một máy bơm mẫu để thiết kế máy bơm mới lớn hơn;
- Dùng định luật đồng dạng để vẽ lại các đường đặc tính của máy bơm đã lắp đặt khi vòng quay thay đổi ..v.v...

Sau đây trình bày cách vận dụng luật đồng dạng để vẽ lại đường đặc tính của bơm và cách gọt BXCT của máy bơm mà thực tế sản xuất thường gặp.

I. Vẽ lại các đường đặc tính của máy bơm khi vòng quay thay đổi

Trong vận hành máy bơm đã lắp đặt, tức là máy bơm đã có kích thước do vậy $i_D = 1$ ta chỉ thay đổi vòng quay từ n sang vòng quay mới n_1 cho phù hợp với điểm công tác mới. Để vẽ lại đường đặc tính mới ta dựa vào các đường đặc tính đã có của bơm và dùng các công thức đồng dạng để vẽ.

1. Vẽ lại đường đặc tính cột nước $H - Q$ ứng với n_1



Hình 4 - 1. Vẽ lại đường cột nước $H - Q - n_1$.

Với máy bơm đã chọn ta có đường $H - Q - n$, ta cần vẽ lại đường $H - Q - n_1$ mới với vòng quay mới là n_1 như sau:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Từ các công thức (4 - 13) ta có: } \frac{Q_1}{Q} = i_n = \frac{n_1}{n} \text{ vậy } Q_1 = i_n \cdot Q \\ \text{và: } \frac{H_1}{H} = i_n^2 \text{ vậy } H_1 = i_n^2 \cdot H \end{array} \right\} (*)$$

Trên đường $H - Q - n$ ta lấy một số điểm A, B, C, ... Với mỗi điểm đó ta xác định được các tọa độ điểm tương ứng: A (Q_A, H_A), B (Q_B, H_B), C (Q_C, H_C) ... sau đó dùng công thức (*) tính ra các điểm A_1 (Q_{A1}, H_{A1}), B_1 (Q_{B1}, H_{B1}), C_1 (Q_{C1}, H_{C1}) ... thuộc đường $H - Q$ ứng vòng quay n_1 , nối các điểm này lại ta được đường $H - Q - n_1$ cần vẽ lại.

Cũng từ hai công thức trong (4 - 13) ta rút ra công thức tính i_n theo Q và H và cân bằng i_n ta có tỷ số: $\frac{Q_1}{Q} = \sqrt{\frac{H_1}{H}}$ hay $\frac{Q}{\sqrt{H}} = \frac{Q_1}{\sqrt{H_1}} = \text{hằng số} = k$, tổng quát rút ra quan hệ

$$Q = k \sqrt{H} \quad (4 - 24)$$

Công thức (4 - 24) biểu diễn một parabol qua gốc tọa độ. Khi biết hằng số k , giả thiết H có thể tính ra Q tương ứng. Ứng dụng parabol này ta dễ dàng tìm ra vòng quay n_1 của đường $H - Q - n_1$ đi qua một điểm nào đó. Giả sử có điểm công tác là B_1 có tọa độ $B_1 (Q_1, H_1)$, điểm này thuộc đường $H - Q - n_1$, nhưng chưa biết giá trị n_1 là bao nhiêu. Vậy ta cần tìm giá trị này theo cách sau:

Biết điểm B_1 vậy ta tính được hằng số $k_B = \frac{Q_1}{\sqrt{H_1}}$, dùng công thức (4 - 24):

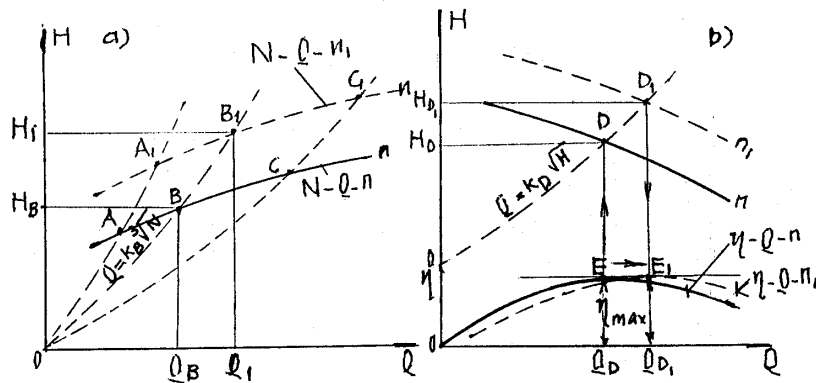
$Q = k_B \cdot \sqrt{H}$ ta vẽ được đường parabol qua gốc tọa độ (xem Hình 4 - 1, b). Đường này đi qua B_1 và giao với đường $H - Q - n$ tại điểm $B (Q_B, H_B)$. Áp dụng công thức đồng dạng $i_n = \frac{n_1}{n} = \frac{Q_1}{Q}$ tính ra vòng quay n_1 cần tìm : $n_1 = n \frac{Q_1}{Q} = n \sqrt{\frac{H_1}{H}}$.

Khi đã có n_1 ta tiến hành vẽ lại đường $H - Q - n_1$ như đã trình bày.

2. Vẽ lại đường đặc tính công suất $N - Q - n_1$ với vòng quay mới n_1 .

Việc vẽ lại đường đặc tính công suất $N - Q - n_1$ cũng dựa trên đường đặc tính công suất đã có $N - Q - n$ (Hình 4 - 2, a). Từ công thức (4 - 13) ta có:

$$\left. \begin{aligned} \frac{Q_1}{Q} = i_n &\Rightarrow Q_1 = i_n \cdot Q \\ \frac{N_1}{N} = i_n^3 &\Rightarrow N_1 = i_n^3 \cdot N \end{aligned} \right\} (**)$$



Hình 4 - 2. Vẽ lại đường đặc tính $N - Q - n_1$ và $\eta - Q - n_1$.

Cách vẽ đường đặc tính công suất $N - Q$ ứng với vòng quay mới n_1 cũng tương tự như đã trình bày cách vẽ đường $H - Q - n_1$, nghĩa là trên đường $H - Q - n$ đã có chọn một số điểm $A, B, C \dots$ sau đó dùng công thức (**) tính ra các điểm $A_1, B_1, C_1 \dots$ tương ứng, nối các điểm này lại ta sẽ được đường đặc tính $H - Q - n_1$ cần vẽ lại ứng với n_1 .

Cũng từ hai công thức tính i_n theo Q và theo N ta tính ra được: $\frac{Q_1}{Q} = \sqrt[3]{\frac{N_1}{N}} = k = \text{h.số}$ và tính ra phương trình parabol qua gốc tọa độ:

$$Q = k \sqrt[3]{N}$$

(4 - 25)

3. Vẽ lại đường hiệu suất $\eta - Q - n_1$ ứng với vòng quay mới n_1 .

Vì máy bơm không đổi nên coi như là hai máy bơm đồng dạng nên hiệu suất không đổi $\eta = \text{hằng số}$. Do vậy khi chuyển vòng quay từ n sang n_1 ta chỉ cần tịnh tiến đường $\eta - Q - n$ theo cách sau (xem Hình 4 - 2,b):

Tại điểm có hiệu suất $\eta_{\max}$ trên đường $\eta - Q - n$ dóng lên đường $H - Q - n$ được điểm D và tính ra $k_D = \frac{Q_D}{\sqrt{H_D}}$. Qua D ta vẽ parabol $Q = k_D \sqrt{H}$ và đường này giao với đường $H - Q - n_1$ tại D_1 , từ D_1 hạ đoạn thẳng đứng. Ta tịnh tiến đường $\eta - Q - n$ từ E về E_1 ta thu được đường $\eta - Q - n_1$ cần vẽ lại ứng với vòng quay mới là n_1 .

II. Gọt bánh xe công tác để mở rộng phạm vi làm việc của bơm li tâm

Trong việc chọn máy bơm có lúc ta không chọn ra được máy bơm thỏa mãn lưu lượng và cột nước thiết kế, trường hợp này có thể dùng một máy bơm gần với thông số thiết kế của bơm, sau đó giữ nguyên vòng quay và gọt bớt đường kính D_2 của BXCT ta được một máy bơm mới để sử dụng.

1. Các công thức đồng dạng khi gọt BXCT.

Máy bơm đã gọt này không còn đồng dạng với máy bơm cũ nữa và hiệu suất có thấp hơn, tuy nhiên nhờ gọt BXCT mà thay đổi được phạm vi công tác của nó. Việc gọt máy bơm phải tuân theo những quy định sau:

- Chỉ cho phép gọt đối với bơm li tâm tỷ tốc vừa và nhỏ;
- Kích thước gọt bớt không lớn quá phạm vi cho phép.

Với lưu lượng gọt nhỏ có thể gần đúng cho rằng:

- Tiết diện qua nước của vào, của ra và góc tạo bởi cánh bơm với tiếp tuyến của nó trước và sau khi gọt bằng nhau, nghĩa là tam giác tốc độ vẫn đồng dạng.

Lưu lượng sau khi gọt BXCT là: $Q_g = F_g \cdot C_{2rg}$;

Lưu lượng trước khi chưa gọt là: $Q = F \cdot C_{2r}$, trong đó Q_g, F_g, C_{2rg} là lưu lượng, diện tích qua nước và thành phần vận tốc hướng kính của bơm đã gọt.

Vì coi rằng tiết diện qua nước trước và sau khi gọt không đổi nên có thể viết: $F = F_g$.

Lập tỷ số Q/Q_g ta có: $\frac{Q_g}{Q} = \frac{F_g}{F} \cdot \frac{C_{2rg}}{C_{2r}} = \frac{C_{2rg}}{C_{2r}}$ và vì tam giác tốc độ đồng dạng cho nên:

$$\frac{C_{2rg}}{C_{2r}} = \frac{U_{2g}}{U_2} = \frac{\omega \cdot D_{2g}}{\omega \cdot D_2} = \frac{U_{2g}}{U_2}. \text{ Vậy rút ra công thức quan hệ về lưu lượng:}$$

$$\frac{Q_g}{Q} = \frac{D_{2g}}{D_2} = i_D \quad (4 - 26)$$

- Khi gọt đường kính của ra BXCT một lượng nhỏ coi $b_{2g} = b_2$ và giữ nguyên vòng quay $n_g = n$ hay $i_n = 1$. Áp dụng công thức đồng dạng (4 - 12) ta có :

$$\frac{H_g}{H} = i_D^2 = \left(\frac{D_2 g}{D_2}\right)^2 \text{ và } \frac{N_g}{N} = i_D^5 = \left(\frac{D_2 g}{D_2}\right)^5.$$

Qua tổng kết thực tế nhận thấy rằng kết quả lý luận ở trên chưa phù hợp với thực tế. Khuyến lấy theo kết quả thực tế sau đây khi gọt BXCT li tâm với $n_s < 200$ (v/ph) :

$$\left. \begin{aligned} \frac{Q_g}{Q} &= i_D = \frac{D_2 g}{D_2} \\ \frac{H_g}{H} &= i_D^2 = \left(\frac{D_2 g}{D_2}\right)^2 \\ \frac{N_g}{N} &= i_D^3 = \left(\frac{D_2 g}{D_2}\right)^3 \end{aligned} \right\} \quad \left(\text{Dùng với } n_s < 200 \text{ v / ph} \right) \quad (4 - 27)$$

Cũng từ công thức (4 - 27) ta rút ra quan hệ Q và H:

$$Q = k_g \cdot \sqrt{H} \quad (4 - 28)$$

là một parabol qua gốc tọa độ, có hằng số $k_g = \frac{Q_g}{\sqrt{H_g}} = \frac{Q}{\sqrt{H}}$.

Việc hiệu chỉnh hiệu suất bơm gọt dùng công thức (4 - 16):

$$\eta_g = 1 - (1 - \eta) \cdot \left(\frac{D_2 g}{D_2}\right)^{-0,45} \quad (4 - 29).$$

Những công thức vừa được trình bày tuy không chính xác nhưng vẫn đang được sử dụng rộng rãi để tính đường kính cần gọt $D_2 g$ và vẽ lại các đường đặc tính của bơm gọt.

Kinh nghiệm thấy rằng:

- Khi gọt đường kính D_2 10% và $n_s < 200$ thì hiệu suất chỉ giảm 1%;
- Khi gọt đường kính D_2 10% và $n_s = 200 - 300$ thì hiệu suất giảm 4%.

Lượng gọt đường kính D_2 không được vượt quá những kinh nghiệm sau:

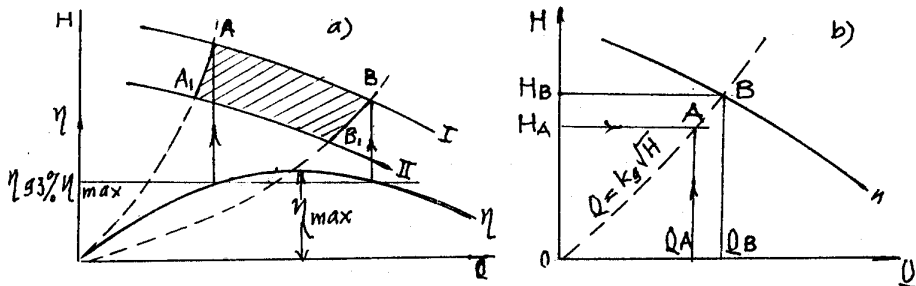
Khi $60 < n_s < 120$ thì chỉ gọt 15 ... 20% đường kính BXCT;

Khi $120 < n_s < 200$ thì chỉ gọt 11 ... 15% đường kính BXCT;

Khi $200 < n_s < 300$ thì chỉ gọt 7 ... 11% đường kính BXCT;

Khi $n_s > 300$ không cho phép gọt BXCT.

Nên sử dụng bơm đã gọt làm việc trong khu vực hiệu suất $\eta_g \geq 93\% \eta_{\max}$. Vùng làm việc nằm trong đa giác giới hạn bởi đường H - Q chưa gọt và H - Q gọt (đường II) và hai đường parabol qua A và B vẽ ứng với $\eta_g = 93\% \eta_{\max}$ (xem Hình 4 - 3,a).



Hình 4 - 3. Vẽ đường đặc tính và vùng làm việc của bơm gọt.

2. Xác định D_{2g} và vẽ lại các đường đặc tính của máy bơm khi gọt.

a. Xác định đường kính D_{2g} của bơm sau khi gọt:

Điểm A (Q_A, H_A) là điểm được xác định ứng với lưu lượng và cột nước yêu cầu, điểm này nằm ngoài đường đặc tính $H - Q - n$ của máy bơm đã chọn, ta cần gọt đường kính của BXCT từ D_2 xuống còn D_{2g} để nó quay với vòng quay n như cũ nhưng đảm bảo bơm được lưu lượng Q_A lên độ cao H_A . Ta tiến hành các bước sau (Hình 4 - 3,b):

Vẽ parabol theo phương trình (4 - 28): $Q = k_g \cdot \sqrt{H}$ với $k_g = \frac{Q_A}{\sqrt{H_A}}$ đi qua điểm A;

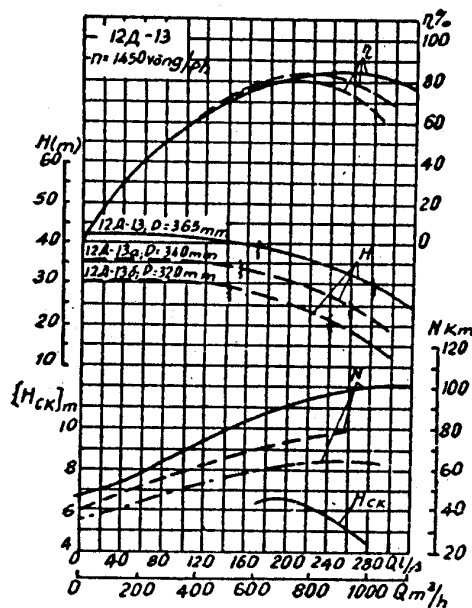
Đường parabol trên giao với đường $H - Q - n$ tại điểm B (Q_B, H_B), từ đây ta tính ra

đường kính bơm sau khi gọt: $D_{2g} = \frac{Q_A}{Q_B} \cdot D_2$ hoặc $D_{2g} = \sqrt{\frac{H_A}{H_B}} \cdot D_2$.

b. Vẽ lại các đường đặc tính của máy bơm đã gọt:

Cách vẽ các đường đặc tính $H - Q - D_{2g}$, $N - Q - D_{2g}$, $\eta - Q - D_{2g}$ tiến hành các bước tương tự như đã làm ở trên với $i_n = 1$ và sử dụng các công thức (4 - 27). Riêng đường $\eta - Q - D_{2g}$ vẽ đơn giản hơn, lấy các tung độ đường $\eta - Q - n$ của bơm chưa gọt trừ đi lượng hiệu suất bị giảm theo số liệu kinh nghiệm (đã nêu ở trên) thì được kết quả.

Hình 4 - 4 là ví dụ về các đường đặc tính của máy bơm ứng với các đường kính gọt khác nhau.



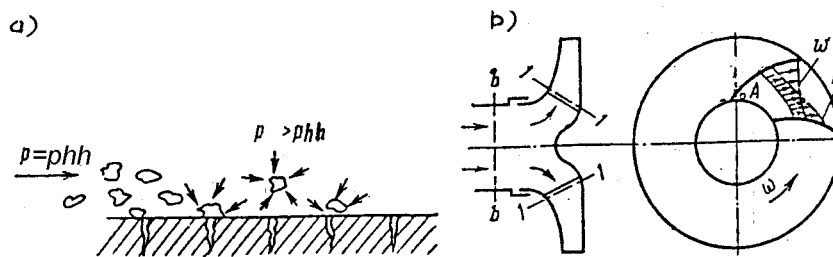
Hình 4 - 4. Đường đặc tính máy bơm đã gọt.

Chương V. KHÍ THỰC TRONG MÁY BƠM CÁN QUẠT

A. HIỆN TƯỢNG KHÍ THỰC VÀ NGUYÊN NHÂN PHÁT SINH .

I. Hiện tượng khí thực, quá trình và nguyên nhân phát sinh khí thực.

Hiện tượng khí thực trong dòng chất lỏng phát sinh trong trường hợp, khi áp suất thủy tĩnh ở một vùng nào đó (p) của dòng chảy giảm đến bằng hoặc nhỏ hơn áp suất hóa hơi (p_{hh}). Đối với nước thường, áp suất hóa hơi thực tế chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ và không vượt quá 0,4 m cột nước đối với nhiệt độ $t \leq 30^{\circ}\text{C}$. Ở nơi áp suất giảm thấp này chất lỏng bị sôi và xuất hiện túi hổng chứa đầy hơi nước và khí, ta gọi là bọt khí. Bọt khí này bị kéo theo dòng chất lỏng đến vùng có áp suất thủy tĩnh cao hơn áp suất hóa hơi thì hơi nước trong các bọt khí đột ngột ngưng tụ lại, tạo nên độ chân không sâu và chất lỏng xung quanh có xu thế lao vào tâm bọt khí để chiếm chỗ. Quá trình xâm thực lặp đi lặp lại trong lòng chất lỏng. Tốc độ lao vào tâm bọt khí của các hạt chất lỏng đủ cao, bởi vậy kéo theo va đập thủy lực cục bộ gây nên tiếng ồn và rung động. Ở nơi xảy ra khí thực áp suất có thể đạt hàng nghìn atm và làm tăng tổn thất thủy lực dòng chảy. Nếu các bọt khí bị phá vỡ cạnh bề mặt tiếp xúc thì do va đập thủy lực cục bộ với tần số cao sau một thời gian sẽ bắt đầu phá hoại bề mặt tiếp xúc của bơm, hình thành những "nêm thủy lực" bóc bề mặt vật liệu làm bơm (xem Hình 5 - 1,a).



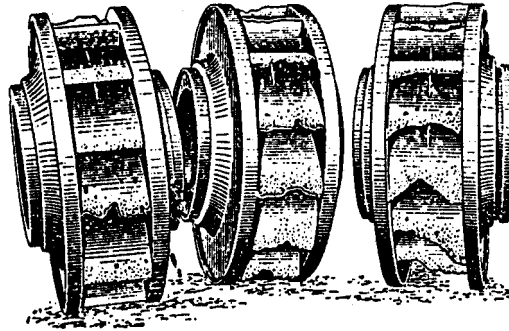
Hình 5 - 1. Sơ đồ khí thực phá hoại bề mặt tiếp xúc.

Một lượng nhỏ chất khí tách ra từ chất lỏng vào bọt khí do quá trình tiếp xúc quá nhanh không kịp hòa tan, do vậy chất khí bị nén và do nhiệt độ tăng đột ngột phát sinh quá trình điện phân ... Tất cả những nguyên nhân trên dẫn tới phát sinh các tác nhân cơ học, điện phân, nhiệt và hóa học tăng tác động phá hoại của khí thực đối với bề mặt tiếp xúc giữa thành máy bơm và chất lỏng. Bề mặt thành máy bơm bị rỗ, nặng hơn nữa sẽ bị thủng lỗ chỗ. Hình thức phá hoại này gọi là " sự ăn mòn khí thực ".

Từ phân tích nguyên nhân của sự ăn mòn khí thực ở trên ta nhận thấy rằng tác động phá hoại của khí thực có thể giảm nhỏ nếu dùng vật liệu chế tạo máy bơm có độ bền về hóa học cao, vật liệu có tính đàn hồi và dẻo cao và gia công bề mặt tiếp xúc nhẵn .

Trong máy bơm cánh quạt, khí thực xảy ra ở vùng qua nước, ở những nơi áp suất thủy tĩnh trong chất lỏng đạt trị số nhỏ nhất đó là: mặt sau rãnh cửa vào (điểm A, Hình 5 - 1,b) khe cánh BXCT, sau điểm A áp suất sẽ tăng lên nhờ áp lực từ cánh quạt truyền cho chất lỏng nên khả năng khí thực giảm dần. Trong máy bơm li tâm, vùng thường có khả năng khí thực là cánh quạt và đĩa BXCT, trong máy bơm hướng trục thường xảy ra

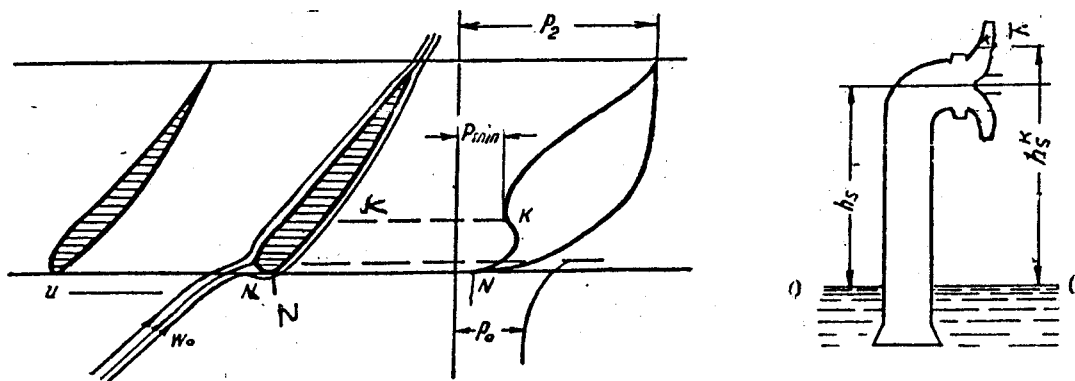
ở phần trong vỏ máy và đặc biệt ở phía sau mút cánh. Khi khí thực phát sinh thường làm thay đổi (thường giảm) cột nước, công suất yêu cầu và hiệu suất của bơm. Khi hiện tượng khí thực phát sinh mạnh chế độ làm việc của bơm sẽ bị phá hoại. Khí thực trong máy bơm kéo theo tiếng ồn và làm rung máy.



Hình 5 - 2. Các bánh xe cánh quạt bị khí thực phá hoại.

II. Những yếu tố có liên quan đến hiện tượng khí thực.

Điều kiện xảy ra khí thực tại một nơi nào đó là áp suất tại đó nhỏ hơn hoặc bằng áp suất hóa hơi. Như vậy việc nghiên cứu khí thực đưa về việc nghiên cứu những nguyên nhân dẫn tới việc làm giảm áp lực. Đo áp suất ở cánh máy bơm từ cửa vào đến cửa ra người ta nhận thấy áp suất tại điểm N ở cửa vào BXCT có áp suất nhỏ nhất. Tuy nhiên do phạm vi N rất hẹp, chất lỏng vượt qua quá nhanh, không kịp hình thành những bọt khí, do vậy khả năng phát sinh khí thực tại K sẽ nhiều hơn, tuy rằng áp suất tại K đo được lớn hơn tại A. Vì rằng áp suất tại K là nhỏ nhất đủ để phát sinh ra hiện tượng khí thực, cho nên ta coi $p_K = p_{\min}$ (xem Hình 5 - 3). Viết phương trình Becnully cho 0-0 và K ta có:



Hình 5 - 3.

$$\frac{p_a}{\gamma} = \frac{p_K}{\gamma} + \frac{C_K^2}{2g} + (h_s^k + h_{msh} + h_{msvk})$$

Trong đó : h_{msh} là tổn thất thủy lực trong ống hút;

h_{msvk} là tổn thất thủy lực từ cửa vào đến điểm K;

C_k là vận tốc dòng chảy tại điểm K.

Chuyển về công thức trên ta có áp suất tại điểm K ta cần nghiên cứu:

$$\frac{p_k}{\gamma} = \frac{p_a}{\gamma} - \frac{C_k^2}{2g} - h_s - h_{msh} - h_{msvk} \quad (5-1)$$

Phân tích (5-1) có thể rút ra được những nhân tố gây nên giảm áp suất tại K:

- Nơi đặt máy bơm càng cao so với mực nước biển (tức cao trình đặt máy ∇_{dm}) hoặc nhiệt độ môi trường cao thì áp suất khí quyển p_a sẽ giảm, tức là trạm bơm ở miền núi dễ có nguy cơ bị khí thực hơn trạm bơm ở miền đồng bằng.

- Vận tốc dòng chảy C_k qua máy bơm càng lớn do vòng quay tăng, cột nước vận hành thấp cũng là nguyên nhân gây giảm áp suất.

- Độ cao đặt máy bơm càng cao so với mực nước bể hút cũng là nguyên nhân gây giảm áp suất trong máy bơm. Việc hạ cao trình ∇_{dm} càng thấp càng có lợi về khí thực.

- Tổn thất ống hút h_{msh} càng lớn càng có nguy cơ sinh hiện tượng khí thực.

- Thiết kế dạng cánh và gia công bề mặt tiếp xúc với dòng chảy thích hợp sẽ giảm nguy cơ giảm áp và giảm nguy cơ khí thực.

- Trong vận hành nếu hãm máy đột ngột hay đổi hướng dòng chảy sẽ phát sinh nước va thủy lực làm tách dòng khỏi cánh cũng dễ phát sinh khí thực.

- Khi máy làm việc phát sinh rung động cũng gây tách dòng tạo bọt khí. Bọt khí vỡ tăng giảm áp lực có chu kỳ, tăng tần số gây nên khí thực càng ác liệt hơn.

Những kết luận rút ra được ở trên cần chú ý áp dụng trong thiết kế, vận hành máy bơm để tránh hoặc ngăn ngừa hiện tượng khí thực.

III. Những dấu hiệu của hiện tượng khí thực và biện pháp ngăn ngừa.

1. Những dấu hiệu và tác hại của hiện tượng khí thực

Khi vận hành trạm bơm, nhất là vận hành ở trạng thái khác với trạng thái thiết kế, nếu nghe có tiếng nổ đòn, máy bị rung động là có thể có khí thực phát sinh, vì rằng khi có hiện tượng khí thực các bọt khí ngưng tụ lại nên phát sinh tiếng ồn. Nếu nghe thấy tiếng nổ có chu kỳ tức là các bọt khí nhỏ hợp thành các bọt khí lớn.

Khi mở máy ra quan sát, nếu thấy các bộ phận qua nước bị rỗ tổ ong, có nghĩa là hiện tượng khí thực đã gây phá hoại bề mặt các bộ phận đó, thường các mặt phía sau cánh bị rỗ nặng hơn. Khi $Q > Q_{tk}$ thì có thể rỗ cả mặt trước của cánh. Những nơi thường bị rỗ nhất là: mép ra cánh, khe hở giữa cánh và vỏ, mặt cánh nơi tách dòng với vận tốc tương đối W . Khi vận hành lưu lượng quá lớn trong thời gian dài thì ngay phần vỏ xoắn cũng có thể bị rỗ.

Trong vận hành còn có dấu hiệu: Khi bơm lâm vào khí thực thì do chất lỏng phát sinh bọt khí làm cho cột nước giảm. Bọt khí nhiều dễ sinh tách dòng. Lúc này cả H , N , η đều giảm. Tuy nhiên tùy thuộc vào tỷ tốc mà độ giảm có mức độ khác nhau: Ở bơm li tâm tỷ tốc thấp, vì khe cánh hẹp do vậy khi phát sinh khí thực thì khí thực sẽ nhanh chóng phát triển toàn khe, dẫn tới H , N , η giảm nhanh ở một lưu lượng nào đó. Ở máy

bơm hướng trục, tỷ tốc cao, do khe cánh quá rộng do vậy khí thực chỉ có ở một phần tiết diện qua nước, do vậy H , N , η giảm từ từ, không có điểm gián đoạn như bơm li tâm vì vậy khó phát hiện hơn. Tuy nhiên khi phát sinh khí thực thì đường đặc $\eta - Q$ giảm trước hai đường $H - Q$ và $N - Q$, do vậy thường bơm hướng trục dùng việc giảm đường $\eta - Q$ để nhận biết sự xuất hiện của hiện tượng khí thực.

2. Các biện pháp phòng ngừa hiện tượng khí thực.

Việc phòng ngừa hiện tượng khí thực phải được tiến hành ở mọi giai đoạn.

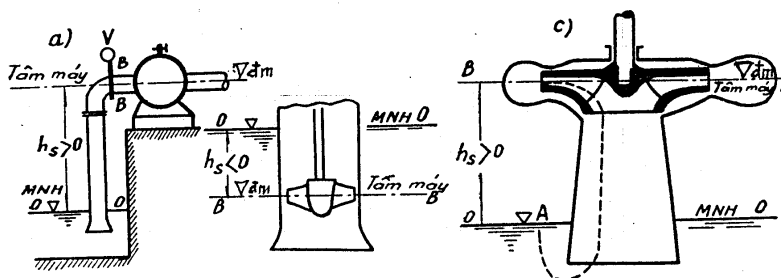
Trong việc chế tạo máy bơm, để tăng khả năng kháng chịu của máy bơm khi có xảy ra khí thực, người sử dụng thép không rỉ có hàm lượng crôm từ 12 ... 14% và kền từ 0,5 ... 0,8%. Thiết kế dạng cánh hợp lý, mặt sau cánh có sự giảm áp lực đồng đều, không giảm đột ngột. Góc β_1 ở cửa vào có giá trị nhỏ để độ dự trữ khí thực yêu cầu sẽ nhỏ do đó ít có khả năng phát sinh khí thực hơn. Dòng chảy vào BXCT không làm ngoặt đột ngột. Dùng bơm li tâm hai cửa vào để giảm vận tốc hoặc mở rộng đường kính vào D_1 , nhưng việc mở rộng này không nên làm cho tỷ số D_2/D_1 quá nhỏ để chiều dài khe cánh không quá nhỏ mới không sinh khí thực.

Về thiết kế công trình: Không chọn h_s quá cao so với bề hút, nhưng cũng không chọn quá thấp để tránh xây lắp khối lượng lớn không kinh tế. Đối với máy bơm nhỏ có thể tăng đường kính và giảm chiều dài ống hút, giảm số lượng chỗ ngoặt, nên bỏ van trên ống hút để dòng chảy phân bố đều ... nhằm giảm tổn thất h_{msh} . Đối với bơm hướng trục lớn việc chọn hình thức và kích thước ống hút, buồng hút hợp lý cũng là một biện pháp chống khí thực.

Trong giai đoạn vận hành: Cho máy chạy phải đảm bảo độ cao hút nước nhỏ hơn độ cao hút nước cho phép. Khi mực nước trong bể hút thấp hơn mực nước cho phép thì phải dừng ngay máy. Tìm biện pháp giảm tổn thất thủy lực trong ống hút và bể hút. Có thể nghiên cứu việc dùng van phá chân không để phá khí thực. Tuy nhiên việc phá chân không có thể làm giảm khả năng hút của máy bơm mà việc chống khí thực chưa chắc có tác dụng tốt.

B. ĐỘ CAO ĐẶT MÁY BƠM

Độ cao đặt máy bơm (∇_{dm}) phải thỏa mãn yêu cầu về kỹ thuật là phòng tránh khí thực và phải thỏa mãn yêu cầu kinh tế là khối đào đắp phải không lớn. Quy định chọn cao trình ∇_{dm} ở nơi phát sinh khí thực nguy hiểm nhất đối với từng loại bơm và phương thức đặt máy bơm, cụ thể như Hình (5 - 4) sau đây:



Hình 5 - 4. Vị trí ∇_{dm} theo từng loại máy bơm.

Qua hình vẽ trên ta nhận thấy ∇_{dm} cũng chính là độ cao hút địa hình h_S , để an toàn lấy $h_S \leq [h_S]$ trong công thức (5 - 2), cao trình đặt máy bơm :

$$\nabla_{dm} = Z_{bh} + [h_S] \quad (5 - 2)$$

trong đó $[h_S]$ có thể lấy dấu dương hoặc âm tùy điều kiện cụ thể. Để xác định $[h_S]$ thường có hai cách, sẽ được trình bày sau đây:

I. Tính độ cao hút theo độ chân không cho phép $[H_{ck}]$.

Viết phương trình Bernoulli cho hai mặt cắt 0 - 0 và B - B (xem Hình 5 - 3,a):

$$\frac{p_a}{\gamma} = h_S + \frac{p_b}{\gamma} + \frac{C_b^2}{2g} + h_{msh}, \text{ trong đó } h_{msh} \text{ là tổn thất thủy lực trong ống hút.}$$

Chuyển về công thức trên ta có : $h_S = \frac{p_a - p_b}{\gamma} - h_{msh} - \frac{C_b^2}{2g}$, vì $H_{ck} = \frac{p_a - p_b}{\gamma}$ vậy

$$h_S = H_{ck} - h_{msh} - \frac{C_b^2}{2g}, \quad (*)$$

Khi H_{ck} đạt tới giới hạn cho phép $[H_{ck}]$ thì độ cao hút h_S cũng đạt đến độ hút cho phép $[h_S]$. Vậy thay vào (*) ta có:

$$[h_S] = [H_{ck}] - h_{msh} - \frac{C_b^2}{2g} \quad (5 - 3)$$

Độ cao $[H_{ck}]$ có thể tra trên đường đặc tính của máy bơm. Sử dụng trị số này từ đường đặc tính cần chú ý hiệu chỉnh cho phù hợp với thực tế vì rằng thí nghiệm mô hình đã tiến hành trong điều kiện chuẩn: với cột áp khí quyển $H_a = \frac{p_a}{\gamma} = 10$ mét cột nước, nhiệt độ không khí nơi thí nghiệm $t = 20^\circ\text{C}$ ($H_{hh} = \frac{p_{hh}}{\gamma} = 0,24$ mét cột nước) và vòng quay máy bơm thí nghiệm bằng vòng quay định mức (n_{tk}). Cách hiệu chỉnh như sau:

Trong công thức (5 - 3) khi hiệu chỉnh thay $[H_{ck}]$ bởi kí hiệu $[H'_{ck}]$:

- Khi $H_a \neq 10$ m thì: $[H'_{ck}] = [H_{ck}] - 10 \div H_a$;
- Khi $H_a \neq 10$ m và $t \neq 20^\circ\text{C}$ thì: $[H'_{ck}] = [H_{ck}] - 10 \div H_a \div 0,24 - H_{hh}$;
- Khi $n \neq n_{tk}$ thì: $[H'_{ck}] = \left\{ H_a - (H_a - [H_{ck}]) \left(\frac{n}{n_{tk}} \right)^2 \right\}$;
- Khi đặt máy bơm ở độ cao $\nabla \neq 0$ thì: $H_a = 10,33 - \frac{\nabla}{900}$.

Ta còn có thể tra H_a ở các cao độ theo bảng (5 - 1) và H_{hh} theo bảng (5 - 2):

Bảng (5 - 1)

Độ cao so mặt chuẩn	0	100	200	300	400	500	600
H_a (m)	10,33	10,2	10,1	10	9,8	9,7	9,6
Độ cao so mặt chuẩn	700	800	900	1000	1500	2000	
H_a (m)	9,5	9,4	9,3	9,2	8,6	8,4	

Bảng (5 - 2)

Nhiệt độ môi trường °C	5	10	20	30	40	50
H _{hh} (m cột nước)	0,09	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25
Nhiệt độ môi trường °C	60	70	80	90	100	
H _{hh} (m cột nước)	2,02	3,17	4,82	7,14	10,33	

Bơm li tâm sử dụng độ chân không [H_{ck}] để xác định độ cao hút cho phép [h_s].

II. Tính độ cao hút theo độ dự trữ khí thực Δh :

Bơm hướng trục dùng độ dự trữ khí thực tối hạn cho phép Δh để tính độ cao hút cho phép [h_s]. Hình 5 - 3, ta đã viết phương trình Bernoulli cho hai mặt cắt 0 - 0 và điểm K và đã có được công thức (5 - 1), chuyển về ta có:

$$\frac{p_a}{\gamma} = \frac{p_k}{\gamma} + \frac{C_k^2}{2g} + h_s + h_{msh} + h_{msvk}$$

nếu đặt $H_s = h_{msh} + h_s$. trong đó như đã biết h_s là độ cao hút từ mực nước bể hút đến điểm K đang nghiên cứu, còn h_{msh} là tổn thất cột nước trong ống hút. Vậy ta có:

$$\frac{p_a}{\gamma} = \frac{p_k}{\gamma} + \frac{C_k^2}{2g} + H_s + h_{msvk} \quad (*)$$

Thành phần tổn thất thủy lực từ cửa vào BXCT đến điểm K (h_{msvk}) với khoảng cách ngắn do đó chỉ xét đến tổn thất cục bộ, nên :

$$h_{msvk} = \lambda \cdot \frac{W_k^2}{2g}$$

Trong đó : W_k là vận tốc tương đối của chất lỏng tại điểm K trên BXCT; λ là hệ số tính đến việc giảm áp lực thủy tĩnh, hệ số này phụ thuộc vào biên dạng cánh, hệ số tỷ tốc và các yếu tố khác, thường vào khoảng 0,2 ... 0,4 .

Thay trị số h_{msvk} vào (*) rồi chuyển đổi công thức ta có ta có :

$$H_s = \frac{p_a}{\gamma} - \frac{p_k}{\gamma} - \frac{C_k^2 + \lambda W_k^2}{2g} = H_a - H_k - \frac{C_k^2 + \lambda W_k^2}{2g} \quad (**)$$

Điều kiện phát sinh khí thực tại K khi $H_k = H_{hh}$ và lúc này H_s đạt tới hạn (H_s)_{th}

$$(H_s)_{th} = H_a - H_k - \left(\frac{C_k^2 + \lambda W_k^2}{2g} \right)_{th} = [h_s] + h_{msh} \quad (***)$$

Thành phần $\left(\frac{C_k^2 + \lambda W_k^2}{2g} \right)_{th} = \Delta h_{th}$, được gọi là " độ dự trữ khí thực tối hạn". Điều

kiện để không phát sinh khí thực là độ dự trữ khí thực được chọn phải lớn hơn Δh_{th} . Từ công thức (***) ta rút ra được [h_s] theo độ dự trữ cho phép Δh = k. Δh_{th} như sau:

$$[h_s] = H_a - H_{hh} - \Delta h - h_{msh} \quad (5 - 4)$$

Trong công thức (5 - 4), độ dự trữ khí thực cho phép Δh tra được từ đường đặc tính của máy bơm và cũng chú ý rằng trị số này vẽ ra từ thực nghiệm ở điều kiện chuẩn, do vậy cũng phải tiến hành hiệu chỉnh cho điều kiện thực tế, cách hiệu chỉnh cũng giống như đã trình bày trong công thức tính đối với bơm li tâm.

Trị số Δh là độ dự trữ khí thực cho phép nhỏ nhất để không sinh khí thực. Để an toàn hơn còn yêu cầu nhân Δh_{th} với hệ số an toàn $k \geq 1,15$. Để hiểu thêm về Δh ta hãy xem thí nghiệm khí thực qua các giai đoạn như Hình (5 - 6) phần cuối chương này.

Trường hợp trong đường đặc tính của máy bơm không vẽ đường $\Delta h - H - Q$ ta có thể dùng công thức của C.C. Rút nhép (Nga) sau Đây:

$$\Delta h = 10 \cdot \left(\frac{n \cdot \sqrt{Q}}{C_{th}} \right)^{4/3} \quad (5 - 5)$$

C_{th} : là hệ số tỷ tốc khí thực, đối với máy bơm li tâm thông thường, lấy như sau:

n_s	50 ... 70	70 ... 80	80 ... 150	150 ... 250
C_{th}	600 ... 750	800	800 ... 1000	1000 ... 1200

Ngoài ra, Tôm còn đưa ra công thức gần đúng khác:

$$\Delta h = \sigma_{th} \cdot H \quad (5 - 6)$$

Trong đó: hệ số khí thực σ_{th} xác định theo các công thức thực nghiệm sau:

- Theo Stêpanốp: $\sigma_{th} = 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot n_s^{4/3}$;

- Theo Escher - Wyss: $\sigma_{th} = 2,16 \cdot 10^{-4} \cdot n_s^{4/3}$

Đối với bơm hai cửa vào: $\sigma_{th} = 1,37 \cdot 10^{-4} \cdot n_s^{4/3}$;

- Theo Viện nghiên cứu thủy lực Liên Xô (cũ):

$$\sigma_{th} = 2,05 \cdot 10^{-4} \cdot n_s^{4/3} .$$

Sau khi tính Δh ta nhân thêm hệ số $k = 1,15$.

Bổ sung thêm công thức đồng dạng về độ dự trữ khí thực:

$$\frac{\Delta h}{\Delta h_m} = i_D^2 \cdot i_H^2 \quad (5 - 7)$$

III. Xác định cao trình đặt máy bơm (∇_{dm})

Cao trình đặt máy bơm phải thỏa mãn yêu cầu an toàn khí thực trong mọi chế độ vận hành và cũng không đặt quá thấp để tránh tăng khối lượng công trình. Để chọn cao trình đặt máy trước tiên ta dùng lưu lượng và cột nước thiết kế để tính, sau đó kiểm tra trạng thái làm việc khác phải bảo đảm chống được khí thực.

1. Xác định cao trình đặt máy theo trạng thái thiết kế:

Từ công thức (5 - 2) ta viết:

$$\nabla_{dm} \leq Z_{bhmin} \div [h_s] \quad (5 - 8)$$

Trong đó: Z_{bhmin} là mực nước thấp nhất trong bể hút.

2. Kiểm tra cao trình đặt máy ở các chế độ làm việc khác:

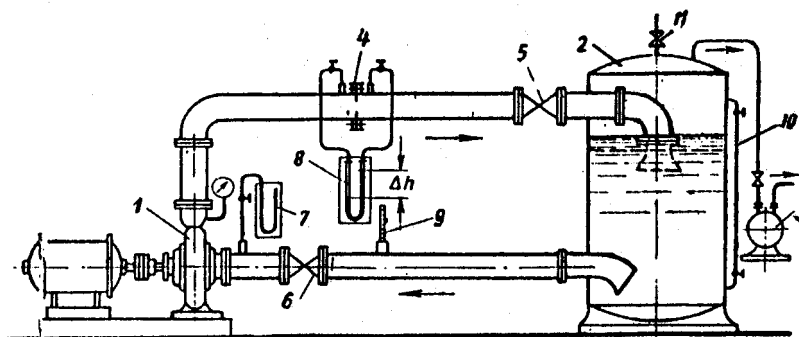
Xác định $\nabla \text{đm}$ theo công thức (5 - 8) đảm bảo không sinh

Gọi cao trình đặt máy bơm không sinh khí thực ở chế độ cột nước $H_{\max}$ là ∇'_{dm} :

Gọi cao trình đặt máy bơm không sinh khí thực ở chế độ cột nước $H_{\min}$ là ∇_{dm} :

Cao trình đặt máy bơm theo trạng thái thiết kế nếu $\nabla_{dm} \leq \nabla'_{dm}$ và $\leq \nabla''_{dm}$, đồng thời thỏa mãn yêu cầu của nhà máy chế tạo về độ nhúng BXCT dưới mực nước thấp nhất ở bề hút một độ sâu $h_s < 0$ (đối với bơm hướng trục) thì ∇_{dm} được chọn an toàn.

Có hai loại thiết bị thí nghiệm khí thực là thiết bị thí nghiệm hở (như đối với thí nghiệm xác định H, Q, N trình bày phần trước) và thiết bị thí nghiệm kín (Hình 5 - 5) :



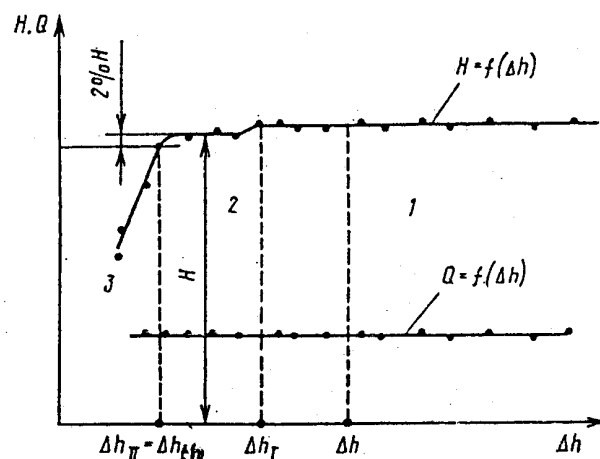
<http://nuoc.com.vn>

Trong thiết bị thí nghiệm khí thực kiểu hở, ta dùng cửa van đặt trên ống hút để tăng dần tổn thất trên ống hút, làm áp suất cửa vào máy bơm giảm nhỏ dần cho đến khi sinh khí thực. Thiết bị này đơn giản nhưng kém chính xác.

Thiết bị thí nghiệm kiểu kín chính xác hơn thí nghiệm hở, nó là một hệ thống trong đó nước chảy theo vòng khép kín, gồm có : máy bơm 1, ống hút, van điều chỉnh 6, ống đẩy, thiết bị đo lưu lượng 4, van ống đẩy 5, bình kín 2 chứa đầy khí bên trên, bơm chân không 3, nhiệt kế để 9, van thông với khí trời 11... Bơm chân không 3 được nối với bình kín 2 để hút không khí trong bình nhằm làm giảm áp suất trong hệ thống mà không phá hoại chế độ làm việc của máy bơm. Dùng van ống đẩy 5 để điều chỉnh lưu lượng Q, không chế lưu lượng không đổi cho từng mức thí nghiệm. Dùng chân không kế 7 để đo chân không trong ống hút.

Tiến hành thí nghiệm, với mỗi mức Q cho ta một trị số dự trữ khí thực Δh , với nhiều mức lưu lượng Q tương ứng có nhiều Δh ta vẽ ra được đường đặc tính $\Delta h - Q$ (cho máy bơm hướng trục), và từ từng cặp $\Delta h - Q$ ta cũng có thể tính ra $[H_{ck}]$:

$$[H_{ck}] = \frac{p_a - p_{hh}}{\gamma} - \frac{C_1^2}{2\alpha} - \Delta h$$



Hình 5 - 6. Diễn biến $H = f(\Delta h)$.

và vẽ đường đặc tính độ chân không cho phép $[H_{ck}] - Q$ (cho máy bơm li tâm).

Các bước tiến hành thí nghiệm khí thực như sau:

- Dùng van ống đẩy 5 để mở một mức lưu lượng không đổi $Q = \text{hằng số}$ và giữ cho máy bơm làm việc với trị số vòng quay không đổi suốt quá trình;
- Dùng bơm chân không 3 để tăng độ chân không trong bình kín 2, chân không kế 7 đo được các trị số chân không thay đổi.
- Dùng áp lực kế vi sai 8 đo Δh .

Từ kết quả thí nghiệm (Hình 5 - 6) ta thấy:

- + Trong phạm vi vùng 1 chỉ số chân không thay đổi nhưng $H = f(\Delta h)$ vẫn không thay đổi, vùng này chưa phát sinh khí thực;

+ Tiếp tục giảm áp suất trong bình tới một trị số nào đó (ứng với Δh_I) xuất hiện tiếng động, biểu hiện của khí thực, tuy nhiên H (và kéo theo N) chưa thay đổi rõ rệt. Tiếp tục làm việc lâu với tình trạng này sẽ có xói mòn khí thực (vùng 2). Do vậy chỉ cho phép kéo dài tình trạng này trong thời gian rất ngắn. Ta lấy $\Delta h = \Delta h_I$ làm chế độ tối hạn thứ nhất;

+ Tiếp tục giảm áp suất, khi Δh giảm đến $\Delta h_{II} = \Delta h_{th}$ (giữa vùng 2 và 3) thì H bắt đầu giảm mạnh. Không cho phép máy bơm làm việc trong vùng này. Lấy độ dự trữ khí thực $\Delta h_{II} = \Delta h_{th}$ làm chế độ tối hạn thứ hai, và Δh_{II} được gọi là " độ dự trữ khí thực tối hạn " với dấu hiệu cột nước giảm đột ngột 2% H.

Độ dự trữ khí thực cho phép được tính theo công thức:

$$\Delta h = A \cdot \Delta h_{th} = a \cdot k_{\sigma} \cdot k_l \cdot \Delta h_{th} \quad (5 - 11)$$

Trong đó A là hệ số an toàn, $A = a \cdot k_{\sigma} \cdot k_l$ theo bảng sau đây:

Δh_{th}	0	2	4	6	7	8	10	12	14	16
a	1,60	1,37	1,20	1,13	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06

Hệ số k_{σ} phụ thuộc vào tỷ tốc , gần đúng có thể tra bảng sau:

D_2/D_0	1,0	1,25	1,50	2,0	2,5	3,0
k_{σ}	1,1	1,1	1,094	1,052	1,014	1,0

Hệ số $k_l = 1$ đối với chất lỏng cần bơm là nước.

Với mỗi mức Q = hằng số ta vẽ được đường $H = f (\Delta h)$ và chọn ra được một trị số Δh_{th} rồi tính ra được độ dự trữ khí thực cho phép Δh theo công thức (5 - 11) $\Rightarrow$ được một cặp Q, Δh . Với nhiều mức Q khác làm tương tự cũng sẽ được các cặp Q, Δh khác . Nối các điểm ấy lại ta vẽ được đường đặc tính độ dự trữ khí thực (hoặc độ chân không cho phép).

Chương VI. CÁC TRƯỜNG HỢP LÀM VIỆC CỦA MÁY BƠM

A. MÁY BƠM LÀM VIỆC CHUNG VỚI ĐƯỜNG ỐNG, ĐIỂM CÔNG TÁC.

Đường đặc tính $H - Q$ biểu thị quan hệ giữa lưu lượng và cột nước mà bơm tạo ra, trên đường này xác định một điểm cùng làm việc giữa bơm và đường ống gọi là điểm công tác. Lấy trường hợp đơn giản nhất là một máy bơm bơm nước cho một ống đầy có đường kính không đổi suốt chiều dài để xác định điểm công tác của tổ máy làm việc chung với đường ống. Để bơm được một lưu lượng Q từ bể hút lên bể tháo (gọi là cột nước địa hình $H_{dh} = \text{mực nước bể tháo} - \text{mực nước bể hút}$), máy bơm còn cần phải sản ra thêm cột nước h khắc phục tổn thất thủy lực đường dài (h_l) và tổn thất cục bộ (h_{cb}) trên đường ống hút và ống đẩy. Như vậy cột nước mà bơm cần tạo ra là H :

$$H = H_{dh} + h_l + h_{cb} = H_{dh} + h$$

$$\text{Trong đó: } h_{cb} = \frac{\sum \zeta v^2}{2g}$$

$$h_l = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} = A l v^2 (\pi d^2 / 4)^2.$$

Trong hai công thức trên: λ : hệ số ma sát; l : chiều dài ống; d : đường kính trong của ống; v : vận tốc trung bình trong ống; A : sức kháng đơn vị của ống; $\sum \zeta$: tổng hệ số sức kháng cục bộ. Nếu gọi d_h, d_d tương ứng là đường kính trong của ống hút và ống đẩy, các hệ số ghi chỉ số h, d tương ứng với ống hút và ống đẩy thì ta có tổng tổn thất chung cho cả đường ống là:

$$h = \left(\lambda_h \frac{l_h}{d_h} \div \sum \zeta_h \right) \cdot \frac{v_h^2}{2g} \div \left(\lambda_d \frac{l_d}{d_d} \div \sum \zeta_d \right) \cdot \frac{v_d^2}{2g} = \frac{8}{\pi^2 g} \left(\frac{\lambda_h l_h}{d_h^5} \div \frac{\sum \zeta_h}{d_h^4} \div \frac{\lambda_d l_d}{d_d^5} \div \frac{\sum \zeta_d}{d_d^4} \right) Q^2 = S Q^2$$

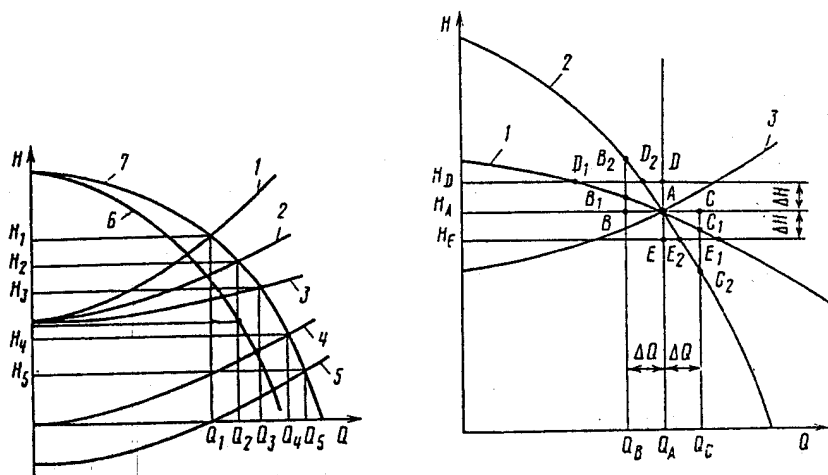
Thay các giá trị trên ta có cột nước H là:

$$H = H_{dh} + h = H_{dh} + S Q^2 \quad (6 - 1)$$

Đường cong mô tả theo công thức (6 - 1) gọi là *đường đặc tính ống*, còn điểm giao của nó với đường đặc tính của máy bơm $H - Q$ gọi là *điểm công tác*. Đường đặc tính đường ống 1 (Hình 6 - 1, a) ứng với cột nước địa hình $H_{dh} > 0$; đường đặc tính ống 2, 3 có sức cản thủy lực nhỏ hơn đường 1; đường đặc tính ống 4 ứng với $H_{dh} = 0$, đường 5 ứng với $H_{dh} < 0$. Rõ ràng là khi có cùng cột nước địa hình H_{dh} nhưng nếu tăng sức cản thủy lực sẽ dẫn đến giảm lưu lượng Q và tăng cột nước H (đường 1 ... 3): $Q_3 > Q_2 > Q_1$ và $H_3 < H_2 < H_1$. Khi giảm cột nước địa hình sẽ làm tăng lưu lượng (đường 2, 4, 5): $Q_2 < Q_4 < Q_5$; $H_2 > H_4 > H_5$.

Với những giá trị cột nước H_{dh} khác nhau, muốn xác định các điểm công tác cần phải tiến hành vẽ những đường đặc tính ống $H_0 - Q$ tương ứng, vẽ như vậy sẽ gây phức tạp. Bởi vậy, trên thực tế để đơn giản người ta lấy tung độ của đường đặc tính $H - Q$ trừ đi tổn thất đường ống $h = S Q^2$ ta được đường địa hình $H_{dh} - Q$ (đường 6). Như vậy khi

biết cột nước địa hình H_{dh} ta kẻ đường ngang qua nó cắt đường 6, tìm được lưu lượng bơm Q và cột nước H của bơm.



Hình 6 - 1. Đặc tính để xác định điểm công tác của máy bơm

a) 1 ... 5 - các đường $H_0 - Q$; 6 - đường $H_{dh} - Q$; 7 - đường $H - Q$.

b) Các đường đặc tính của bơm (1, 2); của đường ống (3).

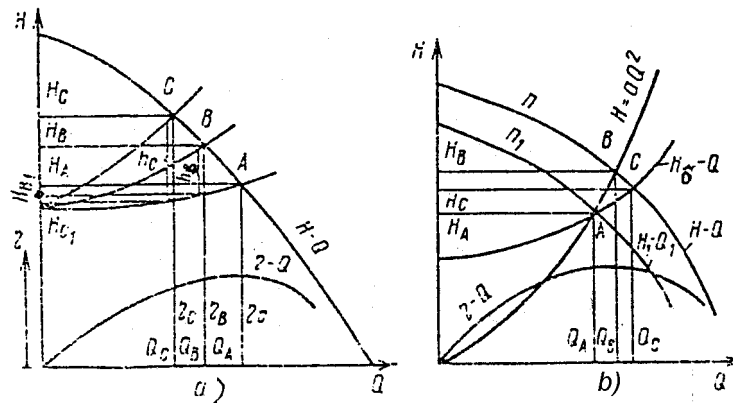
Chúng ta xét thêm độ dốc của đường đặc tính $H - Q$ có ảnh hưởng thế nào đến sự làm việc kết hợp giữa máy bơm và đường ống. Trên (Hình 6 - 1, b) đưa ra hai đường đặc tính có độ dốc khác nhau: đường 1 thoải, đường 2 dốc. Điểm công tác A trùng chung cho hai đường. Giả sử ta cần thay đổi lưu lượng bơm một trị số ΔQ , từ Q_B đến Q_C . Việc tăng hoặc giảm lưu lượng trong phạm vi này không ảnh hưởng nhiều đối với cột nước của máy bơm có đường $H - Q$ thoải (B - B₁ và C - C₁), nhưng lại có ảnh hưởng lớn đối với máy bơm có đường đặc tính dốc (B - B₂ và C - C₂). Trong trường hợp đã nêu, máy bơm có đặc tính thoải thích hợp hơn. Ta lại nghiên cứu trường hợp cột nước của máy bơm cần thay đổi một lượng ΔH , từ H_D đến H_E . Sự giao động này của cột nước dẫn đến thay đổi lớn về lưu lượng đối với máy bơm có đặc tính thoải (D - D₁ và E - E₁) còn đặc tính dốc thì ít thay đổi (D - D₂ và E - E₂). Trường hợp này bơm có đặc tính dốc lại thích hợp hơn.

B. ĐIỀU CHỈNH ĐIỂM CÔNG TÁC CỦA MÁY BƠM.

Điểm công tác của máy bơm là giao điểm giữa đường đặc tính máy bơm $H - Q$ và đường đặc tính đường ống $H_0 - Q$. Do vậy có thể điều chỉnh 2 đường này để đạt được điểm công tác mới thỏa mãn được lưu lượng cho trước và cột nước cần bơm. Mặc khác trong quá trình vận hành trạm bơm, đôi khi cũng cần thay đổi lưu lượng hoặc giữ nguyên lưu lượng nhưng thay đổi cột nước địa hình cần bơm. Trong những trường hợp này cần phải điều chỉnh điểm công tác của bơm.

Một trong những biện pháp điều chỉnh sự làm việc của bơm là làm tăng sức cản, nghĩa là thay đổi độ mở của các van hoặc các thiết bị chuyên dùng trên ống đẩy. Biện pháp điều chỉnh này, nói chính xác hơn là biện pháp về lượng. Ở chế độ làm việc định

mức, máy bơm cung cấp lưu lượng Q_A với cột nước H_A (xem Hình 6 - 2,a). Để tăng lưu lượng lên Q_B , cần mở thêm cửa van trên ống đẩy đến độ mở cần thiết nào đó để tổn thất cột nước tăng thêm một đoạn h_B từ H_{B1} đến H_B . Công suất hữu ích của máy bơm $N_{hi} = \gamma \cdot Q_B H_{B1}$, công suất ở trục bơm là $N = \gamma \cdot Q_B H_B / \eta_B = \gamma \cdot Q_B (H_{B1} + h_B) / \eta_B$. Hiệu suất của bơm là $\eta = H_{B1} \eta_B / (H_{B1} + h_B)$, nghĩa là hiệu suất của bơm sẽ giảm khi tổn thất h_B tăng. Khi lưu lượng tiếp tục giảm, ví dụ xuống Q_C , tổn thất trong cửa van tăng đến trị số h_C thì hiệu suất của bơm càng nhỏ: $\eta = H_{C1} \eta_C / (H_{C1} + h_C)$.



Hình 6 - 2. Biểu đồ điều chỉnh điểm công tác máy bơm.

a) Thay đổi độ mở của van trên ống đẩy; b) Thay đổi vòng quay của bơm.

Như vậy rõ ràng rằng phương pháp điều chỉnh về lượng mặc dầu rất đơn giản, dễ làm lại có nhược điểm lớn là làm giảm hiệu suất của bơm, phải tăng công suất tiêu thụ để khắc phục tổn thất cột nước tăng thêm qua van. Do vậy biện pháp điều chỉnh này sử dụng có lợi chỉ với bơm li tâm nhỏ. Đối với máy bơm hướng trục, khi lưu lượng giảm thì công suất tăng, nếu dùng biện pháp điều chỉnh này sẽ có thể gây quá tải động cơ. Do vậy không nên dùng van để điều chỉnh mà luôn mở toàn bộ ống đẩy khi làm việc, chỉ đóng toàn bộ ống khi có sự cố hoặc sửa chữa.

Điểm công tác của máy bơm còn có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi vòng quay của động cơ truyền động bơm. Để vẽ lại đường đặc tính của bơm từ vòng quay n sang n_1 ta dùng các công thức đồng dạng, như đã làm ở chương IV. Từ Hình (6 - 2,b), ta giả sử máy bơm đang làm việc tại điểm công tác C (Q_C, H_C), cần chuyển sang làm việc với lưu lượng Q_A , cột nước H_A ứng với vòng quay n_1 . Ta cần xác định trị số vòng quay n_1 và vẽ lại đường $H_1 - Q_1 - n_1$, bằng cách sau: có H_A, Q_A ta lập tỷ số $a = H_A / Q_A^2$ lập và vẽ parabol $H = aQ^2$ đi qua A và gốc tọa độ (Hình 6 - 2, b), cắt đường $H - Q$ tại điểm B (Q_B, H_B), vì $i_n = \frac{n_1}{n} = \frac{Q_A}{Q_B}$, nên tính được $n_1 = i_n \cdot n$, sau đó vẽ đường $H_1 - Q_1$

như đã biết ở chương V. Trong vận hành chỉ cho đổi n trong phạm vi nhỏ, nhìn hình vẽ ta thấy: sự khác biệt hiệu suất $\eta_A, \eta_B, \eta_C \dots$ không đáng kể, do vậy biện pháp điều chỉnh điểm công tác bằng cách thay đổi vòng quay có hiệu quả lớn hơn biện pháp dùng van trên ống đẩy. Tuy nhiên hạn chế phổ biến của biện pháp này là phần lớn dùng động cơ

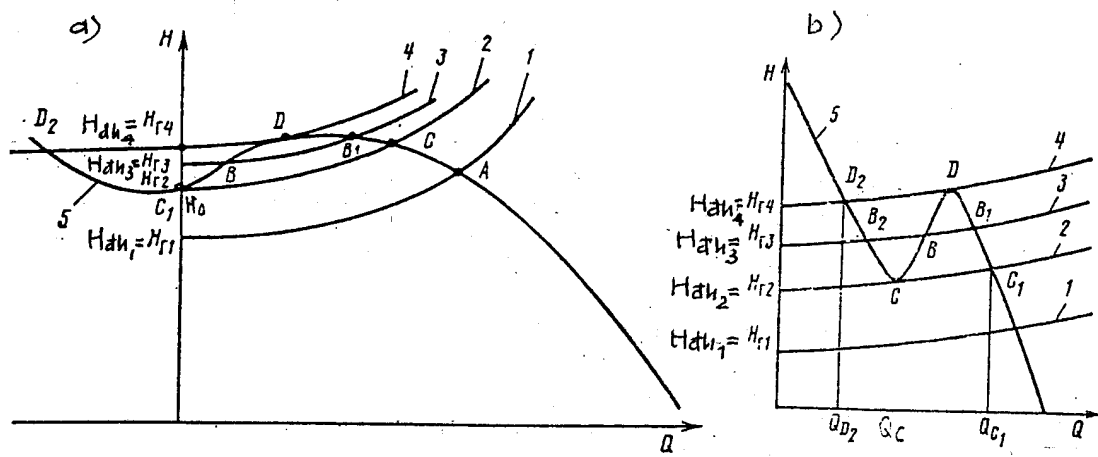
điện xoay chiều để truyền động máy bơm (động cơ đồng bộ và dị bộ), nhưng ngày nay chỉ mới thay đổi được vòng quay đối với động cơ dị bộ rô to dây quấn và động cơ có điều chỉnh vòng quay rất đắt tiền.

Người ta còn có thể điều chỉnh vòng quay máy bơm bằng khớp nối thủy lực hoặc khớp nối điện từ, hiệu quả và có nhiều ưu điểm. Đối với bơm hướng trục và hướng chéo cánh quay, khi quay góc đặt của cánh BXCT cũng điều chỉnh rất hiệu quả điểm công tác của máy bơm (Xem cụ thể ở chương IX).

C. VÙNG LÀM VIỆC KHÔNG ỔN ĐỊNH CỦA MÁY BƠM

Để bảo đảm chế độ làm việc bình thường, máy bơm và trạm bơm cần được chọn làm việc ở vùng ổn định, nghĩa là sau những dịch chuyển ngẫu nhiên khỏi điểm công tác ban đầu, điểm công tác ấy phải được phục hồi trở lại.

Như đã thấy ở chương IV, ở bơm li tâm tỷ tốc thấp đường $H - Q$ ban đầu có nhánh đi lên $C_1 - D$ (xem Hình 6 - 3,a); ở máy bơm hướng trục (xem Hình 6 - 3,b) cùng với chiều tăng dần của lưu lượng, cột nước thay đổi: lúc đầu giảm, sau đó tăng rồi lại giảm. Như vậy, trên đường đặc tính cột nước $H - Q$ có những vùng mà ở đó với cùng một giá trị cột nước lại có hai trị số lưu lượng (bơm li tâm) hoặc ba (với bơm hướng trục). Những vùng đó gọi là *vùng làm việc không ổn định* của máy bơm.



Hình 6 - 3. Đặc tính của bơm và đường ống khi làm việc không ổn định.

- a) Với bơm li tâm: 1,2,3,4 tương ứng $H_{01} - Q$, $H_{02} - Q$, $H_{03} - Q$, $H_{04} - Q$; 5- $H - Q$.
b) Với bơm hướng trục: 1,2,3,4 tương ứng $H_{01} - Q$, $H_{02} - Q$, $H_{03} - Q$, $H_{04} - Q$; 5- $H - Q$.

Chúng ta nghiên cứu sự làm việc không ổn định ở máy bơm li tâm (xem Hình 6 - 3,a) Khi cột nước địa hình là H_{dh1} ta có đường đặc tính đường ống là đường 1, ta có điểm công tác là A; đường đặc tính này khi $H_{dh1} < H_0$ (cột nước của máy bơm khi $Q = 0$). Giả sử vào một lúc nào đó lưu lượng trong đường ống tăng lên ngẫu nhiên, dẫn tới tổn thất cột nước tăng, kéo theo cột nước trong đường ống H_0 tăng, ngược lại khi lưu lượng tăng thì cột nước H của máy bơm giảm nhỏ hơn H_0 tương ứng . Sự thiếu hụt cột áp này làm

giảm lưu lượng tạo điều kiện làm cho điểm công tác bị lệch về lại điểm ban đầu A. Ngược lại, khi ngẫu nhiên giảm lưu lượng thì cột nước trong đường ống giảm, còn cột nước trong máy bơm lại tăng. Sự chênh lệch cột áp tăng lúc này sẽ làm tăng lưu lượng, như vậy điểm công tác bị lệch sẽ chuyển về điểm ban đầu A. Như vậy điểm A là điểm làm việc ổn định.

Bây giờ ta xét đường đặc tính đường ống 3, ứng với cột nước địa hình $H_{dh3} > H_0$. Điểm công tác lúc này là B và B_1 . Nếu điểm công tác là B thì nếu tăng ngẫu nhiên lưu lượng và cột nước trong đường ống sẽ dẫn tới tăng cột nước trong máy bơm lớn hơn. Độ chênh lệch cột áp lúc này sẽ làm tăng thêm lưu lượng, kết quả đẩy điểm làm việc ra xa điểm B, về phía điểm B_1 . Như vậy điểm B là điểm làm việc không ổn định.

Bây giờ ta chuyển sang xem xét sự làm việc không ổn định của máy bơm hướng trục. Chế độ làm việc ổn định của máy bơm này tương ứng với đường đặc tính đường ống 1 ở Hình (6 - 3, b) ta không cần nghiên cứu vì nó tương tự như ở máy bơm li tâm. Nếu điểm công tác là B thì , nếu ngẫu nhiên tăng lưu lượng và cột nước trong đường ống, cột nước H của máy bơm cũng tăng và tăng lớn hơn. Sự chênh lệch cột áp này làm dịch chuyển điểm làm việc khỏi điểm B về phía điểm B_1 . Ngược lại nếu giảm ngẫu nhiên lưu lượng và cột nước trong đường ống, do cột nước trong máy bơm giảm nhanh hơn, sự chênh lệch cột áp dẫn tới lưu lượng bị giảm và điểm chế độ làm việc rời khỏi B theo hướng về B_2 . Như vậy điểm B ở nhánh này làm việc không ổn định.

Điều kiện máy bơm làm việc ổn định là:

$$dH / dQ < dH_0 / dQ.$$

Ở đây dH / dQ và dH_0 / dQ là tiếp tuyến đối với đường $H - Q$ và $H_0 - Q$ tương ứng .

Sự làm việc không ổn định của máy bơm sẽ dẫn tới một hiện tượng bất lợi đối với hệ thống áp lực, đó là hiện tượng " *Bompar* " - là một trong những dạng tự giao động. Trước tiên ta nghiên cứu hiện tượng này ở máy bơm hướng trục. Vì hiện tượng pompar có liên quan với sự thay đổi mực nước trong bể tháo, do đó các đường đặc tính đường ống 1, 2, 3, 4 (Hình 6 - 3, b) lấy tương ứng với các mực nước nhất định trong bể . Nước vào bể và dẫn đi với lưu lượng Q_C . Ta chọn điểm công tác là B. Khi lưu lượng nước trong đường ống Q_0 tăng ngẫu nhiên sẽ làm tăng các cột nước trong nó, trong máy bơm. Khi $Q_0 > Q_C$ mực nước trong bể tháo bắt đầu tăng, và tiếp tục tăng cho tới đường 4. Vì mực nước trong bể tháo tiếp tục tăng, đường đặc tính đường ống tăng, điểm chế độ làm việc tách khỏi đường đặc tính của bơm tại D để nhảy về điểm D_2 ứng với $Q < Q_C$. Mực nước trong bể bắt đầu giảm và tiếp tục giảm cho đến C. Ở điểm C chế độ bơm lại thay đổi và điểm chế độ làm việc sẽ chuyển từ C sang C_1 tương ứng với $Q > Q_C$, lại gây tăng mực nước trong bể tháo và dịch chuyển điểm chế độ làm việc từ C_1 về D. Sau đó quá trình được mô tả sẽ tự động lặp lại, nghĩa là điểm chế độ làm việc sẽ không ngừng dịch chuyển trong theo vòng kín $D - D_2 - C - C_1 - D$, mực nước trong bể thay đổi từ H_{dh2} đến H_{dh4} , còn lưu lượng thay đổi từ Q_{D2} đến Q_{C1} .

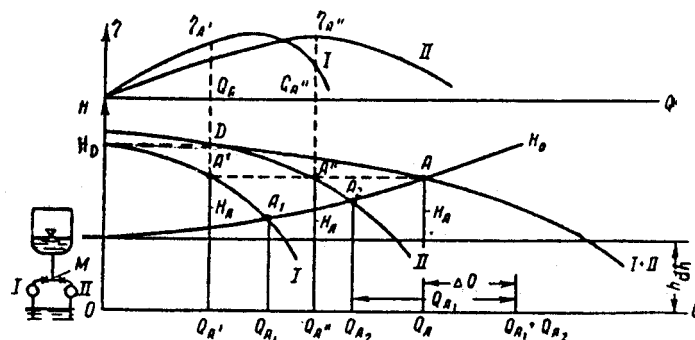
Hiện tượng pompar cũng xảy ra ở máy bơm li tâm, có khác một ít. Chúng ta xem phần đường đặc tính $H - Q$ (Hình 6 - 3,a) khi $Q < 0$ (ở góc phần tư thứ hai của đường đặc tính), lúc này nước chảy qua bơm ngược hướng với vòng quay rô to . Chúng ta vẫn dùng những đường đặc tính đường ống tương ứng với các mực nước trong bể tháo. Lấy điểm ban đầu là B. Khi tăng lưu lượng ngẫu nhiên trong ống và tăng cột nước tương ứng, cột nước của máy bơm tăng nhiều hơn dẫn đến tăng lưu lượng và nâng cao mực nước trong bể. Điểm chế độ làm việc dịch về bên phải. Khi đường đặc tính đường ống đạt đến điểm D, chế độ làm việc của bơm thay đổi và điểm chế độ về điểm D_2 . Nước bắt đầu chuyển qua bơm theo hướng ngược lại, mực nước trong bể bắt đầu giảm, điểm chế độ làm việc từ D_2 về C_1 . Sau đó lưu lượng nước lại dương, mực nước trong bể lại bắt đầu tăng, điểm chế độ từ C_1 chuyển về B, và quá trình trên tự động lặp lại theo vòng kín B - D - D_2 - C_1 - B, lưu lượng của bơm thay đổi từ Q_{D_2} đến Q_{B_1} còn mực nước trong bể từ H_{dh2} đến H_{dh4} .

D. CÁC MÁY BƠM LÀM VIỆC GHÉP SONG SONG.

Một vài máy bơm cùng nối cửa ra với một hoặc vài đường ống nối song song để tăng lưu lượng gọi là các máy bơm ghép và làm việc song song. Việc ghép và làm việc song song là cần thiết do yêu cầu của biểu đồ dùng nước thay đổi nhiều trong năm và trong ngày. Dưới đây ta xem xét các trường hợp ghép song song và cách xác định điểm công tác chung và riêng cho mỗi trường hợp.

I. Ghép song song các máy bơm làm việc chung một đường ống

Lấy trường hợp ghép song song hai máy bơm có đường đặc tính khác nhau vào làm việc chung một đường ống đẩy để xét (Hình 6 - 4):



Hình 6 - 4. Sơ đồ làm việc và đường đặc tính công tác 2 bơm có đặc tính khác nhau làm việc song song cùng 1 ống đẩy.

Hai máy bơm I , II có đường đặc tính cột nước là I và II khác nhau cùng nối chung đường ống để bơm nước lên cùng một bể tháo. Theo nguyên tắc cân bằng áp lực tại điểm nối chung M, cột nước của hai bơm phải bằng nhau và chúng chỉ làm việc chung khi máy bơm II có cột nước nhỏ hơn hoặc bằng H_D . Để tìm điểm công tác phải vẽ đường đặc tính cột nước $H - Q$ chung của hai máy (đường I + II) và đường đặc tính đường ống

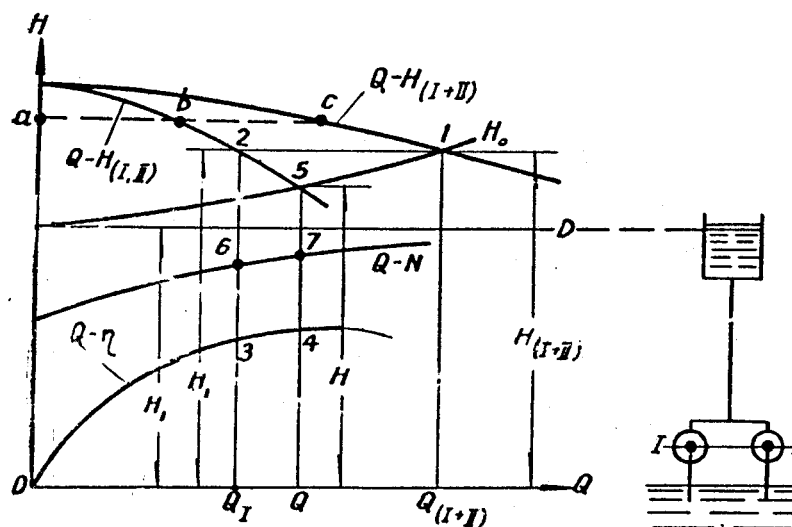
H_0 . Để vẽ đường I + II ta định các trị số cột nước, tương ứng với từng trị số cột nước kẻ đường ngang cắt qua I và II, tìm được lưu lượng tương ứng của mỗi máy, cộng hoành độ lưu lượng hai máy lại ta được lưu lượng chung $Q_{I+II} = Q_I + Q_{II}$. Với nhiều trị số cột nước làm như trên rồi nối các điểm lại ta được đường đặc tính chung của hai máy làm việc song song I + II. Vẽ đường đặc tính đường ống H_0 theo cách đã biết. Giao điểm A của hai đường I + II và H_0 chính là điểm công tác chung cần tìm.

Cách ghép bơm làm việc song song có những điểm cần chú ý sau:

Từ điểm A kẻ đường ngang, gặp đường I và II tại A' và A'' tương ứng, lưu lượng của từng bơm khi làm việc song song tương ứng là $Q_{A'}$, $Q_{A''}$ và cột nước bằng nhau, bằng H_A . Từ giao điểm của đường H_0 với các đường I và II ta tìm được lưu lượng và cột nước tương ứng của từng bơm khi chúng không làm việc chung là Q_{A1} , H_{A1} và Q_{A2} , H_{A2} .

Qua hình vẽ ta thấy: Khi hai bơm làm việc song song có chung cột nước $H_A = H_{A'} = H_{A''}$ còn lưu lượng chung $Q_A = Q_{A'} + Q_{A''}$. Lưu lượng của hai máy làm việc song song nhỏ hơn tổng lưu lượng của hai máy này khi nó làm việc riêng lẻ, tức là $Q_A < (Q_{A1} + Q_{A2})$, và lưu lượng của từng máy bơm khi chúng làm việc song song cũng nhỏ hơn từng cặp khi làm việc riêng lẻ ($Q_{A'} < Q_{A1}$ và $Q_{A''} < Q_{A2}$). Tuy nhiên để bơm được Q_{A2} lại phải sản ra cột nước $H_A > H_{A1}$ và H_{A2} có nghĩa là hiệu suất chung của hai bơm làm việc song song nhỏ hơn hiệu suất của từng bơm làm việc riêng lẻ hoặc của từng bơm cùng làm việc song song.

Từ cách tiến hành xác định điểm công tác chung A đối với hai bơm có đường đặc tính khác nhau ta dễ dàng suy ra cách xác định điểm công tác của 2, 3, ..., n máy bơm có các đường đặc tính khác nhau hoặc giống nhau làm việc song song nối vào một ống đẩy chung. Cách vẽ đường đặc tính cột nước H - Q chung của các máy bơm làm việc song song trong mọi trường hợp đều giống nhau theo nguyên tắc: cộng hoành độ lưu lượng của các bơm thành phần tại từng trị số cột nước bằng nhau (đối với các máy bơm khác đặc tính) hoặc lấy hoành độ lưu lượng của một bơm nhân với số máy bơm thành phần (đối với các máy bơm có đặc tính giống nhau). Hình 6 - 5 là ví dụ áp dụng để xác định



Hình 6 - 5. Hai máy bơm giống nhau làm việc song song.
điểm công tác A của hai máy bơm có đặc tính giống nhau làm việc chung một ống .

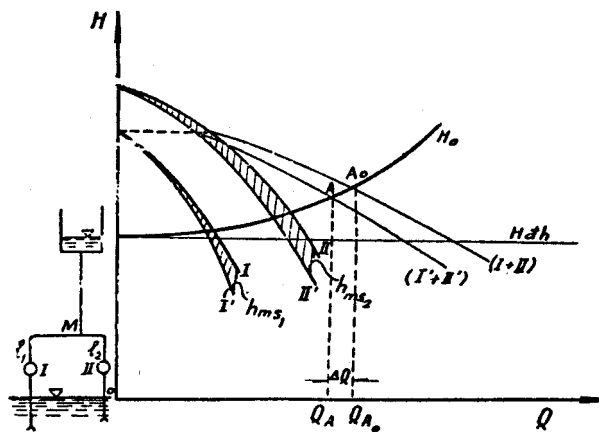
Sau đây là một số nhận xét chung cho các máy bơm làm việc song song cùng 1 ống:

- Các máy bơm ghép song song có lưu lượng chung nhỏ hơn tổng lưu lượng của các máy bơm đó khi chúng làm việc riêng lẻ, độ chênh lệch lưu lượng nhiều hay ít tùy thuộc vào mức độ thoải hay dốc của đường đặc tính cột nước máy bơm và của đường đặc tính ống, đường kính ống càng lớn và gia công nhẵn thì đường đặc tính ống càng thoải, tuy nhiên đầu tư sẽ tăng, do vậy khi ghép song song phải so sánh chọn đường kính ống kinh tế;

- Khi các máy bơm ghép song song điểm công tác chọn sao cho hiệu suất của từng máy bơm thành phần cùng đạt trị số cao nhất;

- Vì công suất của máy bơm tỉ lệ thuận với lưu lượng, do vậy để an toàn khi kiểm tra công suất trục máy bơm ta nên đưa về trường hợp máy bơm làm việc riêng lẻ để k.tra

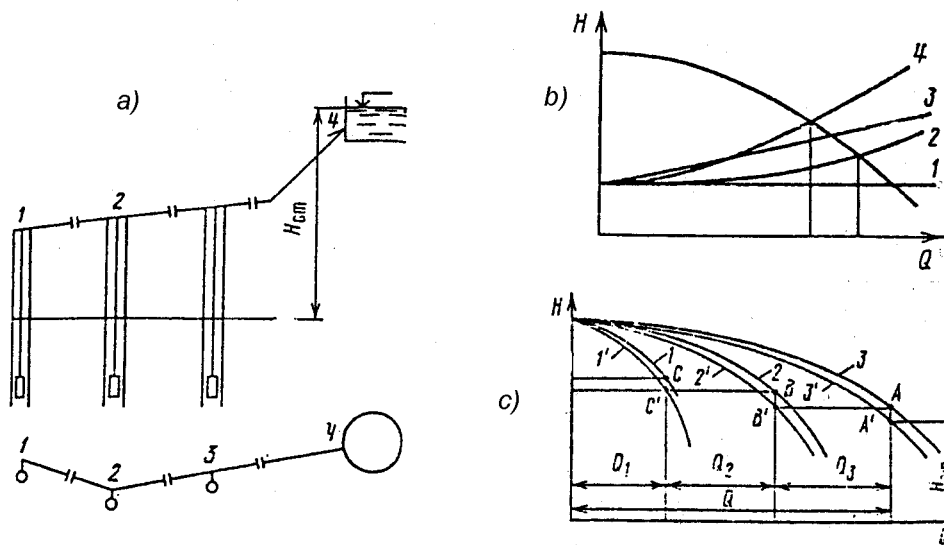
- Trong tính toán tổn thất đường ống chung để tìm điểm công tác chung ta chưa kể đến tổn thất thủy lực trên đường ống riêng của từng máy từ bể hút đến điểm nối chung M. Để kể đến tổn thất này ta lấy tung độ từng đường đặc tính cột nước $H - Q$ của từng máy trừ đi tổn thất tương ứng khi lưu lượng thay đổi của từng ống (xem Hình 6 - 6) rồi mới tiến hành vẽ đường đặc tính chung $(I + II)'$ và tìm điểm A theo cách đã biết.



Hình 6 - 6. Đặc tính của 2 máy bơm khi kể đến tổn thất ống riêng.

Sau đây là nêu một ứng dụng xác định điểm công tác khi ống áp lực dài và khác nhau. Hình 6 - 7,a trình bày việc bơm nước giếng khoan bằng ba máy bơm nhúng. Trong trường hợp này ngoài tổn thất cột nước trên ống đẩy còn cần phải tính đến việc hạ mực nước tĩnh và động trong giếng khoan, việc hạ mực nước này xem như phụ thuộc vào lưu lượng. Đường đặc tính $H - Q$ của máy bơm nhúng có tính đến việc giảm mực

nước trong giếng khoan và tổn thất cột nước được thể hiện trong Hình (6 - 7,b), còn đường đặc tính của ba máy bơm làm việc song song thể hiện trên Hình (6 - 7,c). Đường 1 là đặc tính $H - Q$ của máy bơm đã có kể tới việc giảm mực nước trong giếng, đường 1' là đặc tính cột nước của bơm khi trừ tổn thất cột nước ở đoạn 1 - 2; đường 2 là đường đặc tính tổng của hai máy bơm 1 và 2 lấy đối với điểm 2, đường 2' là đường 2 đã trừ tổn thất cột nước trên đoạn 2 - 3; đường 3 là đường đặc tính tổng của ba máy bơm lấy đối với điểm 3, đường 3' là đường 3 đã trừ tổn thất cột nước trên đoạn 3 - 4. Theo các đường đặc tính đã xây dựng có thể xác định được lưu lượng và cột nước của mỗi bơm. Độ cao H_{cm} biểu thị độ chênh mực nước từ bề tháo đến mực nước tĩnh trong giếng khoan. Đoạn ngang từ gốc tọa độ đến điểm A' biểu thị lưu lượng Q của ba máy bơm, cột nước của máy bơm 3 bằng $H_{cm} + A'A$ ($A'A$ là tổn thất cột nước trên đoạn 3-4). Đường



- a) Sơ đồ ba máy bơm ghép song song; 1, 2, 3 là tên các máy bơm; 4 - bể tháo;
b) Đặc tính $H - Q$ của bơm đã tính đến việc hạ mực nước trong giếng khoan và tổn thất cột nước: 1,3 - mực nước tĩnh và động; 2,4 - các đường đặc tính ống chứa và đã kể đến việc giảm mực nước trong giếng khoan; c) Đường đặc tính tổng của ba máy bơm làm việc song song.

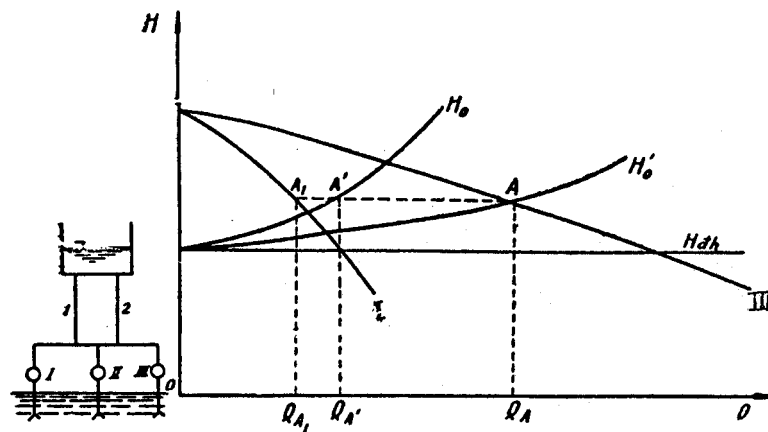
ngang kẻ qua điểm A cắt đường 2' tại B', điểm này tương ứng với tổng lưu lượng của hai máy bơm 1 và 2 và cột nước của máy bơm 2 bằng $H_{cm} + A'A + B'B$ ($B'B$ là tổn thất cột nước trong ống 2 - 3). Lưu lượng của máy bơm 3: $Q_3 = Q - Q_1 - Q_2$. Làm tương tự ta có điểm C', điểm này xác định lưu lượng của máy bơm 1 là Q_1 và cột nước của nó bằng $H_{cm} + A'A + B'B + C'C$, lưu lượng của máy bơm 2 là $Q_2 = Q - Q_1 - Q_3$.

II. Ghép song song các máy bơm khi làm việc chung nhiều ống đẩy.

Ta lấy trường hợp ba máy bơm giống nhau ghép song song, bơm nước vào hai đường ống như nhau (xem Hình 6 - 8) để làm ví dụ nghiên cứu chung. Ba máy bơm giống nhau có chung đường đặc tính (đường I) và hai đường ống giống nhau nên mỗi ống có

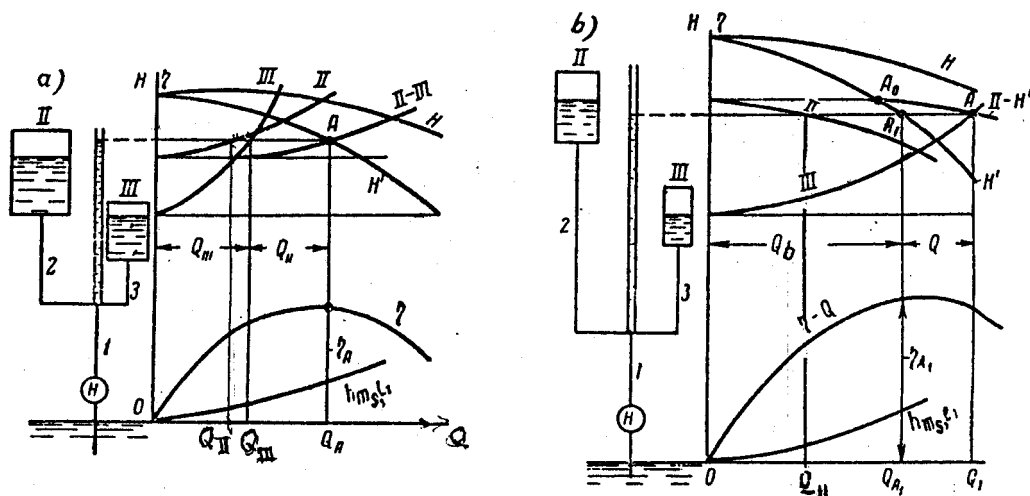
đường đặc tính đường ống (đường H_o). Để tìm điểm công tác chung của chúng ta cần phải vẽ đường đặc tính chung (đường III) của ba máy bằng cách lấy đường I nhân ba hoành độ và vẽ đường đặc tính đường ống chung của hai đường ống (đường H_o') bằng cách lấy đường H_o của một ống nhân đôi hoành độ. Giao điểm của hai đường III và H_o' là điểm công tác A cần xác định. Trên hình vẽ ta xác định lưu lượng $Q_{A'} = Q_A / 2$ là lưu lượng qua một đường ống và lưu lượng của một máy bơm $Q_{A1} = Q_A / 3$.

Khi ghép song song các máy bơm với 3, 4, ..., n đường ống ta cũng làm tương tự: Nếu các máy bơm không giống nhau ta cộng hoành độ các đường đặc tính của các máy bơm thành phần tương ứng với các mức cột nước giống nhau để vẽ ra đường đặc tính chung. Nếu số đường ống lớn hơn hai, mỗi ống có đường đặc tính khác nhau ta cũng cộng các hoành độ của chúng tương ứng với các mức cột nước giống nhau để vẽ ra đường đặc tính đường ống chung. Việc xác định điểm công tác chung và các lưu lượng mỗi ống, mỗi bơm cũng tiến hành cách như trên.



Hình 6 - 8. Sơ đồ và đường đặc tính chung của 3 bơm giống nhau làm việc với 2 ống giống nhau bơm nước lên một đài nước.

Sau đây là một ví dụ bơm nước từ một máy bơm lên hai đài nước II và III có cao trình đài khác nhau (xem Hình 6 - 9). Đường đặc tính máy bơm sau khi trừ tổn thất cột nước



Hình 6 - 9. Sơ đồ bơm nước lên hai đài nước.

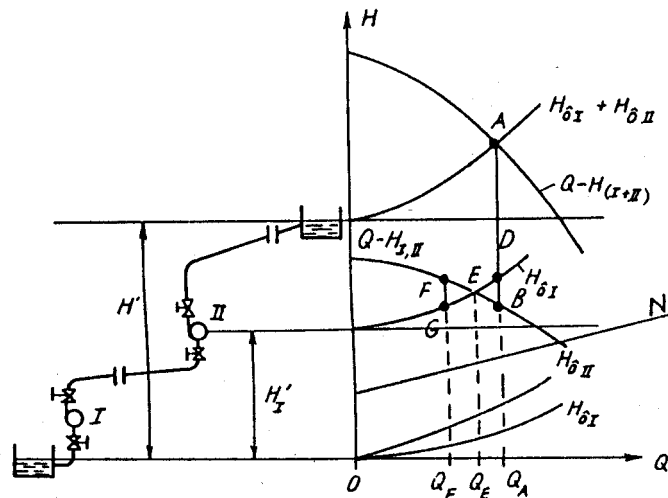
trong đường ống 1 sẽ là đường H' . Vẽ hai đường tổn thất cột nước trong ống 2 và 3 là đường II và III. Đường đặc tính đường ống chung cho hai ống là đường II + III, vẽ theo nguyên tắc chung ở trên. Giao điểm A cho ta lưu lượng của máy bơm Q_A , lưu lượng này phân phối cho ống II là Q_{II} , cho ống III là Q_{III} , hiệu suất máy bơm là η_A . Cột nước H_A biểu thị bằng mực nước trong ống đo áp đặt tại điểm phân nhánh hai ống.

Trường hợp mực nước trong ống đo áp thấp hơn đài II và cao hơn đài III, lúc này nước từ đài II sẽ chảy về đài III (Hình 6 - 9,b), lúc này đài II đóng vai trò một máy bơm giả. Do vậy nếu ta quay ngược đường II xuống, như hình vẽ b, ta có đường đặc tính của máy bơm giả II. Dùng đường đặc tính II mới và đường đặc tính bơm thật H' ta vẽ được đường đặc tính chung II + H' xuất phát từ điểm Ao. Giao điểm giữa đường đặc tính đường ống III với đường II + H' chính là điểm công tác A trong trường hợp này. Lúc này Q_1 là lưu lượng cung cấp cho đài III, trong đó do bơm cấp là Q_{A1} , do đài II cấp là Q_{II} . Hiệu suất máy bơm là η_{A1} . Sơ đồ cấp nước Hình (6 - 9) thường gặp trong cấp nước đô thị, công nghiệp hoặc tưới tiêu kết hợp.

E. CÁC MÁY BƠM LÀM VIỆC GHÉP NỐI TIẾP.

Khi cần đưa nước lên cao hoặc tạo ra chất lỏng có áp suất lớn hơn áp suất của một máy bơm thì phải đấu nối tiếp các máy bơm. Ghép nối tiếp nghĩa là nước từ cửa ra (hoặc từ ống đẩy) của máy bơm đầu được nối vào ống hút của máy bơm tiếp theo; trình tự nối như vậy sẽ làm tăng cột áp của hệ thống đường ống. Việc ghép nối tiếp các bơm tại một trạm hoặc nhiều trạm, không nên nối quá hai máy bơm trong cùng một trạm. Nối trực tiếp hai bơm trong một trạm tuy đỡ tốn kém khối lượng nhà bao che, lợi cho vận hành nhưng có nhược điểm lớn là việc bịt kín phía hút cho máy bơm tiếp theo là khó khăn. Việc chọn máy bơm đa cấp thay cho ghép nối tiếp sẽ đơn giản và hiệu quả hơn.

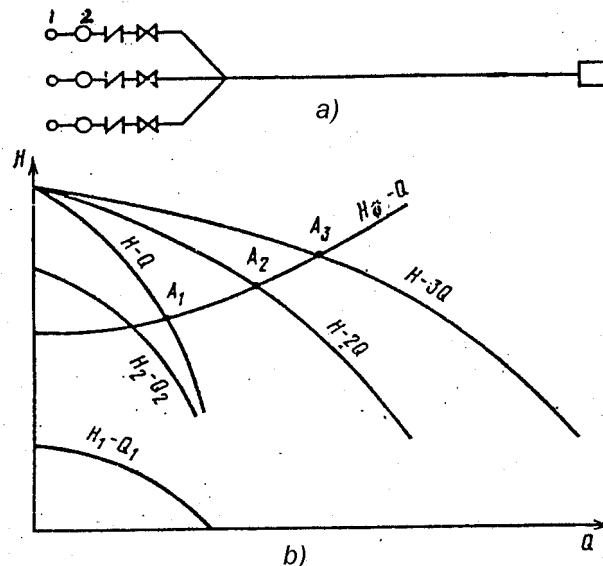
Sau đây ta nghiên cứu sơ đồ ghép nối tiếp hai máy bơm giống nhau đặt ở độ cao địa



Hình 6 - 10. Hai máy bơm giống nhau làm việc nối tiếp.

lý khác nhau. Chiều cao cột nước của bơm I là H_I' , chiều cao địa hình chung là H' . Hai máy bơm giống nhau có đường đặc tính bơm là $Q - H_{I,II}$, đường tổn thất đường ống I là H_{0I} , tổn thất đường ống II là H_{0II} , đường đặc tính đường ống I là H_{0I} gặp đường đặc tính máy bơm $Q - H_{I,II}$ tại điểm E - điểm công tác của máy bơm I. Để xác định điểm công tác của hai máy bơm trên ta cần vẽ được đường đặc tính chung của hai ống I và II và đường đặc tính chung của hai máy bơm ghép nối tiếp. Đường đặc tính đường ống chung được vẽ bằng cách cộng tung độ $H_{0I} + H_{0II}$. Đường đặc tính chung của hai máy bơm được vẽ theo nguyên tắc cộng tung độ đường đặc tính của hai máy bơm khi có cùng lưu lượng (hoành độ), ở đây do bơm giống nhau nên ta nhân đôi tung độ của đường $Q - H_{I,II}$ được đường $Q - H_{(I+II)}$. Điểm A là điểm công tác chung của hai bơm, lưu lượng và cột nước tương ứng với điểm công tác là Q_A và H_A . Lưu lượng Q_A có thể lớn hoặc nhỏ hơn Q_E . Nếu $Q_A > Q_E$ (như hình vẽ) thì máy bơm I không đủ khả năng đẩy Q_A lên bơm II mà cần có sự giúp sức của bơm II. Giá trị thiếu hụt đó của bơm I thể hiện ở đoạn BD. Khi $Q_A < Q_E$, chẳng hạn $Q_A = Q_F$ thì ta nói bơm II hút chất lỏng có áp suất dư, biểu thị đoạn GF, bơm II cần được kiểm tra xâm thực. Cần chú ý khi đầu nối tiếp hai bơm như trên, nếu điểm B dịch nhiều sang phải ($Q_A \gg Q_E$) thì sẽ làm cho hiện tượng xâm thực xảy ra trong BXCT của máy bơm II và động cơ của máy bơm I dễ bị quá tải. Do vậy nên hướng về trường hợp $Q_A < Q_E$ nếu như Q_A không bằng được Q_E .

Trong thực tế, ở một số trạm bơm người ta còn ghép nối tiếp từng cặp (hai máy bơm một), các cặp này lại nối song song với nhau. Hình (6 - 11, a) là ví dụ trạm có ba cặp ghép song song, mỗi cặp gồm hai máy bơm 1 và 2 ghép nối tiếp để đưa nước lên đài.

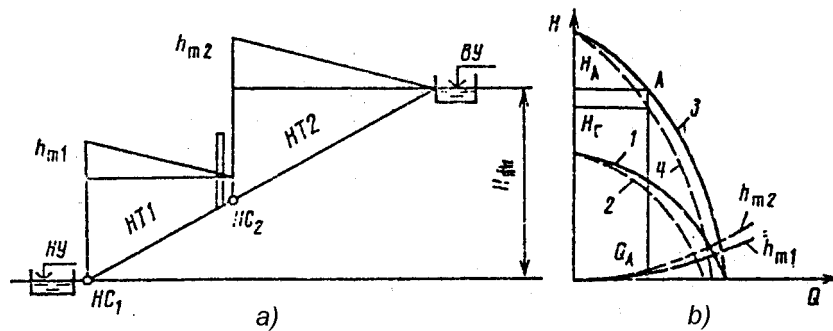


Hình 6 - 11. Sơ đồ ghép a) và đường đặc tính b) của 3 cặp nối tiếp ghép song

song vào 1 ống, bơm lên một đài.

Sơ đồ trên thực chất là sơ đồ "ghép nối tiếp - song song". Trên mỗi cặp, máy bơm 1 và 2 làm việc nối tiếp, bơm 1 có đường đặc tính $H_1 - Q_1$, máy bơm 2 có đường đặc tính $H_2 - Q_2$ (xem Hình 6 - 11,b), dùng quy tắc ghép nối tiếp vẽ được đường đặc tính chung của mỗi cặp là đường $H - Q$. Có đường chung của một cặp ta vẽ các đường đặc tính chung của hai cặp $H - 2Q$, của ba cặp $H - 3Q$ theo nguyên tắc ghép song song. Các giao điểm A_1, A_2, A_3 của các đường trên với đường đặc tính ống $H_0 - Q$ xác định lưu lượng của một, hai và ba cặp máy bơm. Đường đặc tính $H_0 - Q$ cũng cắt đường đặc tính máy bơm hai $H_2 - Q_2$, nhưng giao điểm này không nên coi là điểm công tác vì máy bơm thứ 2 cần phải có nước dâng ở cửa vào do máy bơm 1 cung cấp, nếu vắng máy bơm 1 thì trong máy bơm 2 sẽ xuất hiện khí thực dẫn đến đường $H_2 - Q_2$ giảm thấp hoặc máy bơm 2 phải ngừng làm việc.

Trong nhiều trường hợp, cột nước địa hình lớn hoặc chiều dài đường ống quá dài tuyến nối giữa các máy bơm làm việc nối tiếp sẽ rất lớn. Lúc này thay việc nối tiếp các máy bơm bằng việc ghép nối tiếp các trạm bơm. Đầu tiên ta hãy xem hai trạm bơm ghép nối tiếp khi cột nước địa hình H_{dh} khá lớn (Hình 6 - 12,a). Các đường đặc tính trên hai



Hình 6 - 12.

- a) Sơ đồ nối tiếp hai trạm bơm.
- b) Đường đặc tính chung của 2 trạm bơm làm việc nối tiếp tạo cột nước địa hình lớn: 1,2 - Các đường đặc tính $H - Q$ chưa trừ và đã trừ tổn thất cột nước h_{m1} ; 3,4 - đường đặc tính chung khi chưa trừ và đã trừ tổn thất cột nước.

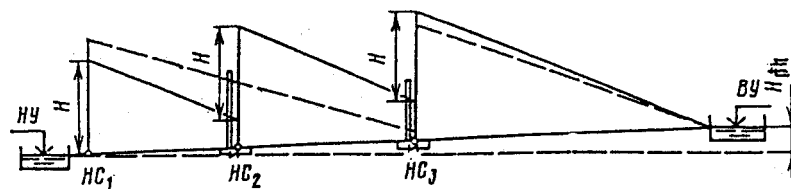
hai trạm giống nhau, bởi vậy $H_1 = H_2 = H$ và $2H = H_{dh} + h_{t1} + h_{t2}$, ở đây h_{t1}, h_{t2} là tổn thất cột nước trên ống nối và ống dẫn của trạm bơm thứ hai.

Việc tăng lưu lượng trong đường ống gây nên việc tăng tổn thất cột nước trong đó, có thể làm cho giảm áp lực ở cửa vào trạm bơm thứ hai. Trị số giảm áp lực này có đạt đến mức không cho phép hay không, ta cũng không thể biết trước được, để ngăn ngừa trường hợp này, ngay trước trạm bơm thứ hai người ta đặt một tháp nước áp lực. Lúc ngẫu nhiên tăng lưu lượng thì một phần nước từ tháp sẽ bổ sung vào ống làm cho áp lực nước ở cửa

vào máy bơm hai tầng lên, ngược lại, khi giảm lưu lượng thì một phần nước từ ống sẽ vào tháp làm giảm bớt áp lực ở cửa vào máy bơm thứ hai.

Đường đặc tính chung của hai trạm bơm nối tiếp được chỉ dẫn ở Hình (6 - 12,b). Dùng đường 4 ta dễ dàng xác định lưu lượng và cột nước đối với bất kỳ cột nước địa hình nào tương ứng với mực nước trong bể. Ví dụ ứng với cột nước địa hình H_F ta xác định được điểm công tác A, lưu lượng của các máy bơm Q_A và cột nước chung H_A .

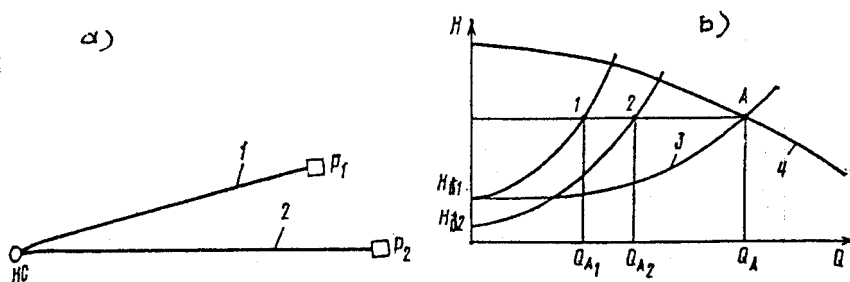
Bây giờ ta xem xét sự làm việc của ba trạm bơm ghép song song (Hình 6 - 13) có cột nước địa hình không lớn, cột nước do các trạm tạo ra bị tổn hao nhiều để khắc phục tổn thất cột nước do đường ống quá dài. Ở cuối các đoạn ống áp lực của trạm bơm số một và số hai người ta đặt tháp nước áp lực, tháp được thông với ống qua van ngược chiều, van này đóng khi chế độ làm việc của các trạm ở trạng thái bình thường. Khi ngắt sự cố trạm số hai (hoặc số ba), áp lực ở cửa vào của nó tăng vượt quá áp lực trong tháp, cửa van ngược sẽ tự động mở đưa một phần nước vào tháp để giảm bớt áp lực cửa vào.



Hình 6 - 13. Sơ đồ ghép nối tiếp ba trạm bơm.

G. CÁC MÁY BƠM LÀM VIỆC TRONG MẠNG ĐƯỜNG ỐNG.

Hệ thống đường ống có một điểm phân nhánh đặt tại một trạm bơm là một mạng đường ống. Ta nghiên cứu sự làm việc của dạng cấp nước này thông qua sơ đồ mạng gồm có hai đường ống có chiều dài khác nhau, đưa nước lên hai đài P1 và P2 có cao độ mực nước khác nhau (xem Hình 6 - 14).

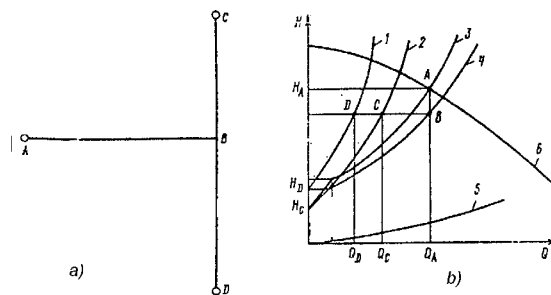


Hình 6 - 14. a) Sơ đồ mạng cấp nước lên hai đài; Đường đặc tính b)

1 - $H_{01} - Q$; 2 - $H_{02} - Q$; 3 - đặc tính chung $H_{01+2} - Q$; 4 - $Q - H$.

Cột nước địa hình của ống 1 là H_{d1} , của đường ống 2 là H_{d2} . Đường đặc tính tổng (đường 3) được vẽ theo nguyên tắc làm việc song song. Điểm công tác chung là A với lưu lượng Q_A , lưu lượng trên ống 1 là Q_{A1} , trên ống 2 là Q_{A2} ; $Q_A = Q_{A1} + Q_{A2}$.

Trên hình (6 - 15) là sơ đồ mạng đường ống cấp nước cho các điểm lấy nước C và D. Cao độ điểm B nơi phân nhánh bằng cao độ điểm A. Cao độ điểm B cao hơn điểm C và hai điểm này cao hơn điểm D. Trên sơ đồ b) : Đường đặc tính ống AB là đường 5, đường đặc tính ống BD là đường 1, đường đặc tính ống BC là đường 2, cộng hoành độ tương ứng của hai đường 1 và 2 là đường 4. Cộng tung độ tương ứng của hai đường 4 và 5 ta được đường đặc tính của mạng (đường 3) . Đường 6 là đặc tính máy bơm. Ta xác định được điểm công tác của máy bơm là A, tương ứng lưu lượng Q_A , cột nước H_A .



Hình 6 - 15.

Cột nước ở điểm B nhỏ hơn ở điểm A một đoạn bằng AB, lưu lượng tương ứng trong ống BD, BC là Q_D và Q_C và $Q_A = Q_D + Q_C$. Vì cột nước do bơm sinh ra để cấp nước đến C và D đã tiêu hao vào việc nâng cột nước H_C và H_D và khắc phục tổn thất cột nước trong các đường ống đến các điểm này do vậy áp lực sau các điểm này bằng không, nghĩa là nước sẽ tràn ra ngoài không khí. Như vậy, lưu lượng ở C và D phụ thuộc vào cao độ các điểm lấy nước và sức kháng thủy lực của đường ống, bao gồm cả sức kháng của các cửa van trên ống. Bởi vậy tiến hành điều chỉnh của van cũng thay đổi sức kháng thủy lực. Để tránh làm phức tạp việc vẽ đường đặc tính tổng của các đường ống cấp nước vào các điểm lấy nước, thường coi rằng lưu lượng ở các nút của mạng ống là cố định, không phụ thuộc vào áp lực. Khi đó lưu lượng của máy bơm bằng tổng lưu lượng ở các nút. Và điều này chỉ đúng trong điều kiện áp lực ở các nút bằng hoặc lớn hơn áp lực cần thiết để lấy được nước bình thường ở các điểm lấy nước, cột nước thừa sẽ được tiêu hao trong các thiết bị điều chỉnh ống.

Trong thực tế việc ghép máy bơm và đường ống rất đa dạng và phải vận dụng những cách đã biết ở trên trong những điều kiện cụ thể để giải quyết những yêu cầu gặp phải trong nhiều lĩnh vực sản xuất và đời sống yêu cầu.

Chương VII. CÁC LOẠI MÁY BƠM KHÁC.

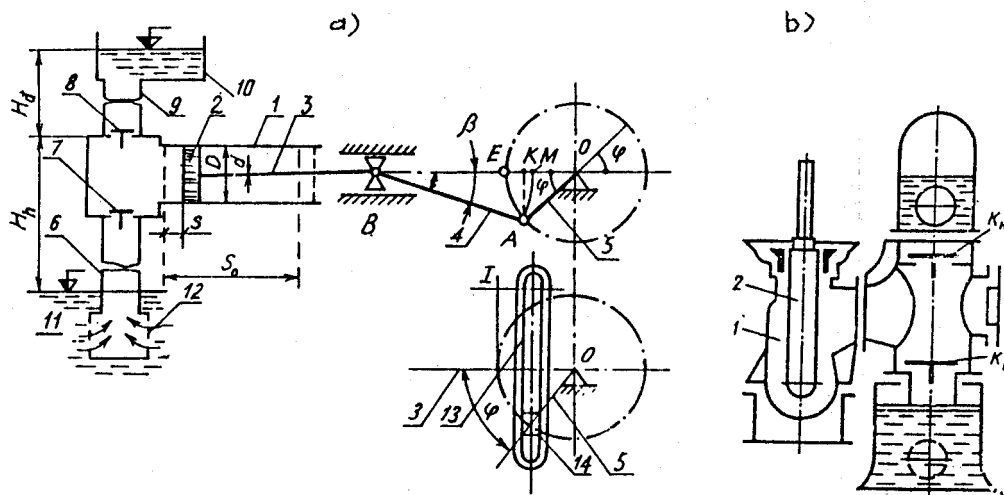
Trong chương II chúng ta đã đề cập về máy bơm cánh quạt, là loại máy bơm được dùng phổ biến trong tưới tiêu nông nghiệp, ở chương này chúng ta tìm hiểu thêm một số loại máy bơm khác được dùng trong nhiều lĩnh vực khác mà cả trong nông nghiệp cũng có khi phải dùng đến.

A. BƠM PITTÔNG VÀ PITTÔNG TRỤ.

Căn cứ vào cấu tạo và hoạt động của bơm pittông chúng ta có thể chia chúng thành các loại: bơm pittông tác dụng đơn và bơm pittông tác dụng kép, bơm sai động, bơm pittông quay ... Trong đó nếu căn cứ vào cấu tạo của pittông lại có thể phân hai loại là pittông thường (Hình 7 - 1,a và 7 - 2, a) và pittông trụ (Hình 7-1,b). Bơm pittông bơm được lưu lượng nhỏ (từ 0,01 ...250 m³/h) nhưng cột nước cao (từ 0,25 ...250 at).

I. Bơm pittông tác dụng đơn.

Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của loại bơm này thể hiện ở Hình (7 - 1,a): Pittông 2 tịnh tiến qua lại trong xi lanh 1 nhờ cơ cấu động gồm trục O, biên 5 và thanh truyền 4, con trượt. Dung tích xi lanh nằm giữa hai điểm chết của pittông bằng dung tích chất lỏng trong mỗi lần hoạt động của pittông ở điều kiện lý thuyết (không có tổn thất dung tích) Khi pittông chuyển động sang phải thì van 8 đóng, van 7 mở, chất lỏng từ bể hút 11 hút lên lòng xi lanh. Khi pittông đến điểm chết bên phải thì hoàn thành quá trình hút. Sau đó pittông chuyển động ngược lại thì van 7 đóng, van 8 mở, chất lỏng được đẩy lên bể 10. Pittông đến điểm chết trái thì quá trình đẩy hoàn thành. Như vậy cứ mỗi vòng quay của trục O thì bơm thực hiện được một chu trình hút và đẩy. Khi trục O quay một góc φ



Hình 7 - 1. Sơ đồ máy bơm pittông tác dụng đơn.

a) Bơm pittông thường: 1- xi lanh; 2- pittông; 3- cán pittông.

b) Bơm pittông trụ: 1- buồng công tác; 2- pittông trụ.

thì pittông dịch được một quãng $S = r (1 - \cos \varphi) \pm l (1 - \cos \beta)$; trong đó r - bán kính quay, l - độ dài thanh truyền; dấu cộng khi pittông tịnh tiến từ trái sang phải, dấu trừ khi ngược lại. Từ hai tam giác BAK và OKA ta có $l \sin \beta = r \sin \varphi$ và đặt $r/l = \lambda$ ta có :

$$S = r (1 - \cos \varphi \pm \frac{\lambda}{2} \sin^2 \varphi) \quad (*)$$

Trường hợp thanh truyền có nằm ngang thì $\beta = 0$; khi đó $(*)$ trở thành:

$$S = r (1 - \cos \varphi) \quad (**)$$

Cơ cấu culit 13 đáp ứng điều kiện $(**)$ (Cơ cấu 13 chỉ dùng cho máy nhỏ). Từ $(**)$ tính được vận tốc của pittông:

$$v = \frac{dS}{dt} = \frac{dS}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = r \cdot \omega \cdot \sin \varphi \quad (7-1)$$

Gia tốc của pittông a là:

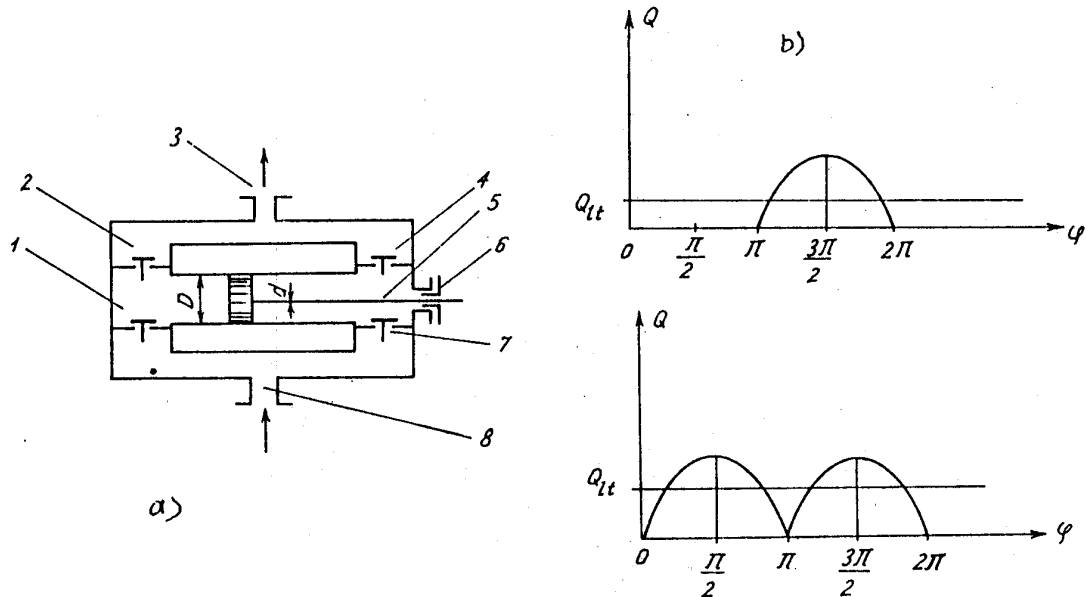
$$a = \frac{d^2 S}{d\varphi^2} \cdot \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = r \cdot \omega^2 \cos \varphi \quad (7-2)$$

Khoảng cách hai điểm chết là S (m) gọi là khoảng chạy của pittông, đường kính trong của xi lanh là D (m), số vòng quay của trục chính là n (v/ph). Vậy lưu lượng lý thuyết của bơm pittông tác dụng đơn là:

$$Q_l = \frac{F \cdot S \cdot n}{60}; \text{ (m}^3/\text{s)} \quad (7-3)$$

Pittông thường có dạng tấm tròn có kích thước đường kính ngoài lớn hơn chiều dài nhiều lần, còn pittông trụ có đường kính ngoài nhỏ hơn chiều dài của nó.

II. Bơm pittông tác dụng kép.



Hình 7 - 2. Sơ đồ máy bơm pittông tác dụng kép

- a) Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý hoạt động của pittông tác dụng kép.
- b) Đồ thị lưu lượng lý thuyết của pittông tác dụng đơn và tác dụng kép

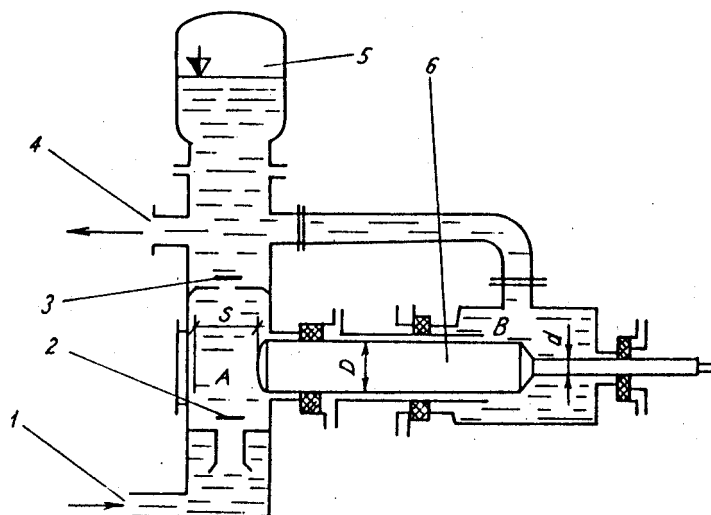
Bơm pittông tác dụng kép có dạng (Hình 7 - 2,a). Khi pittông chuyển từ trái sang phải thì phía trái thực hiện quá trình hút, phía phải thực hiện quá trình đẩy và ngược lại. Như vậy với mỗi vòng quay của trục chính thì bơm thực hiện được hai lần hút và hai lần đẩy. Lưu lượng lý thuyết của bơm này theo công thức:

$$Q_l = \frac{(2F - f) \cdot S \cdot n}{60}; (m^3/s) \quad (7 - 4)$$

Trong đó F, f - diện tích tiết diện ngang trong của xi lanh, diện tích tiết diện ngang của cần pittông (m^2); S- quãng đường của pittông (m); n - vòng quay trục chính (v/ph).

Nhược điểm của loại bơm này là chiều dài lớn, lực ép của pittông lên hai phía khác nhau, hộp chèn kín phức tạp và hay hỏng, nhiều van. Tuy nhiên ưu điểm chính của nó có năng suất cao hơn loại tác dụng đơn, dòng chất lỏng ít biến động hơn (xem Hình 7 - 2,b). Nếu bỏ qua tiết diện ngang của cần pittông (f) thì từ công thức (7 - 4) có thể coi lưu lượng của bơm tác dụng kép gấp đôi bơm tác dụng đơn (công thức 7 - 3). Trong thực tế bao giờ cũng có tổn thất dung tích do van không đóng kịp thời hoặc không kín, do hộp đệm không tốt ... do vậy lưu lượng thực tế sẽ nhỏ hơn trị số lý thuyết tính ở trên.

III. Bơm pittông trụ sai động.



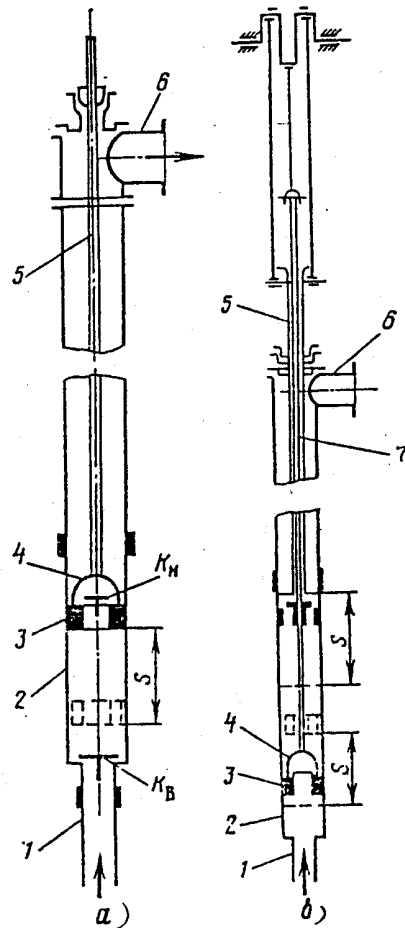
Hình 7 - 3. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý hoạt động bơm trụ sai động.

Về cấu tạo bơm pittông trụ sai động gần giống bơm pittông tác dụng kép nhưng lưu lượng mà nó hút, đẩy trong mỗi chu kỳ lại giống bơm tác dụng đơn (Hình 7 - 3). Khi pittông chuyển động sang phải, chất lỏng từ khoang B chảy vào ống đẩy với thể tích V_1 $V_1 = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \cdot S$, khoang A hút chất lỏng với thể tích $V_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot S$. Trong đó: D, d là đường kính pittông và đường kính cần (m); S - quãng chạy của pittông (m). Khi pittông chuyển từ phải về trái, chất lỏng chảy vào khoang B với thể tích V_1 và đẩy vào ống đẩy thể tích ($V_2 - V_1$). Vậy mỗi chu kỳ bơm hút và đẩy được chất lỏng lý thuyết:

$$Q_l = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot \frac{n}{60}; (m^3/s) \quad (7-5)$$

Đối với loại bơm này, nếu tiết diện ngang của cán pittông f bằng 0,5 tiết diện ngang của pittông F thì lượng chất lỏng chảy vào ống đẩy khi pittông chuyển động sang phải hay sang trái đều bằng nhau, động cơ chịu tải đều. Bơm pittông trụ sai động được dùng với lưu lượng nhỏ và vừa, cột áp không lớn.

IV. Bơm pittông cân (Hình 7 - 4)



Hình 7 - 4. Sơ đồ máy bơm pittông cân.

a) Bơm kết cấu thường; b) Bơm sai động.

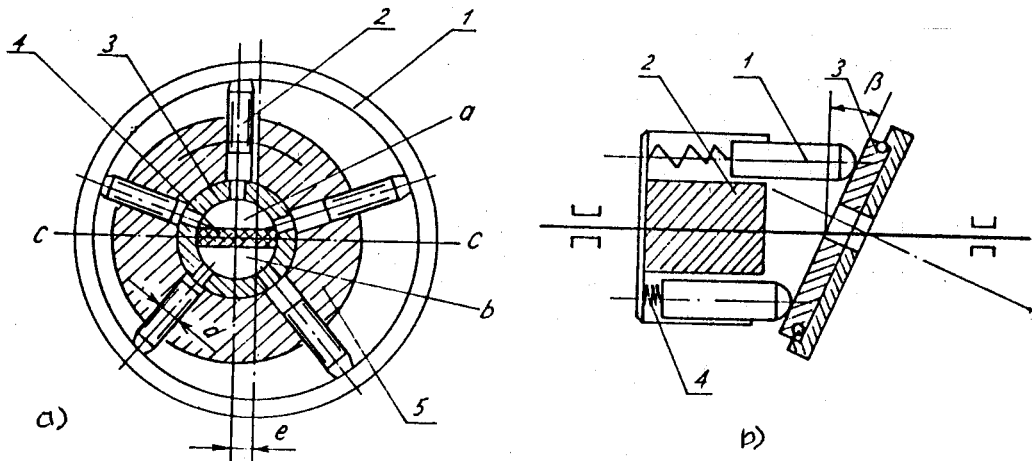
1- ống hút; 2- xi lanh; 3- pittông; 4- đĩa ; 5- cân ; 6 - ống đẩy; 7 - trụ.

Để nâng nước từ giếng người ta dùng máy bơm pittông cân kết cấu thông thường hoặc loại sai động. Loại máy bơm pittông cân kết cấu thông thường (Hình 7 - 4,a) hoạt động như sau: Khi nâng pittông lên, van đẩy K_H đóng lại, còn van hút K_B mở đưa nước vào xi lanh, đồng thời đưa nước vào ống đẩy 6. Khi hạ pittông xuống, van K_B đóng, còn van K_H mở đưa nước vào không gian trên pittông, trong thời gian này lối nước vào 6 bị đóng. Máy bơm làm việc giống như máy bơm pittông tác dụng đơn. Máy bơm pittông cân sai động (Hình 7 - 4,b) phần trên có trụ 7 đường kính lớn hơn đường kính của cân

Khi nhấc pittông, lượng nước chảy vào ống đẩy 6 bằng $(F - f) \cdot S$, (ở đây f là diện tích của tiết diện trụ), còn thể tích nước hút qua van K_B là FS . Khi hạ trụ 7 xuống, nước sẽ được đẩy vào ống đẩy 6 một lượng bằng fS . Như vậy, sau hai lần dịch chuyển thể tích nước mà bơm cấp được cho ống là $V = FS$.

V. Bơm pittông quay.

Bơm pittông quay là loại có cột áp rất cao và có hai loại bơm pittông quay hướng kính và pittông quay hướng trục, dùng trong công nghiệp, nguyên tắc hoạt động của nó để đơn giản ta lấy loại bơm pittông quay hướng kính để mô tả (Hình 7 - 5,).



Hình 7 - 5. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của bơm pittông quay.

Phần cố định của bơm này gồm vành trụ 1 và vách ngăn 4. Phần quay gồm rô to 5 có tâm quay lệch tâm e với trục của vành trụ 1, các pittông 2 dịch chuyển trong các rãnh (các xi lanh) của 5, ống lót 3 ép vào 5 và có thể thay thế khi bị mòn. Khi rô to 5 quay theo chiều kim đồng hồ thì các pittông 2 cũng quay theo, đồng thời tịnh tiến qua lại trong xi lanh tạo ra quá trình hút và đẩy chất lỏng. Vách ngăn 4 đứng yên. Không gian trong ống lót 3 chia làm hai phần: phần trên vách 4 là cửa hút, phần dưới là cửa đẩy của bơm. Khi pittông đến phần trái của đường C-C là vừa hoàn thành quá trình đẩy và bắt đầu quá trình hút, còn khi đến vị trí bên phải thì ngược lại. Quảng chạy của mỗi pittông là $S = 2e$. Bơm này có ưu điểm là tạo cột áp rất cao, có thể đạt đến 350 at khi vòng quay lớn $n = 6500$ v/ph (dùng trong các động cơ máy bay) và lưu lượng đồng đều; nhược điểm chính của nó là cấu tạo phức tạp và lưu lượng nhỏ (từ $0,2 \dots 25 \text{ m}^3/\text{h}$).

B. MÁY BƠM RÔ TO VÀ BƠM XOÁY

I. Bơm rô to.

Khác với bơm pittông, bơm rô to hút và đẩy chất lỏng nhờ chuyển động quay bộ phận công tác của nó. Có nhiều loại máy bơm rô to, ở đây ta chỉ nghiên cứu bơm bánh răng, bơm trục vít, bơm vòng nước và bơm xoáy.

1. Bơm bánh răng (Hình 7 - 6).

Bơm bánh răng có lưu lượng từ 0,2 ... 140 m³/h và áp lực từ 4 ... 25 at. Cơ cấu quay của nó có số bánh răng bằng 1, 2 hoặc lớn hơn hai. Hình 7 - 6 là loại có hai bánh răng, trong đó bánh 1 là bánh dẫn động được nối với trục động cơ, truyền chuyển động quay cho bánh bị dẫn 4. Các rãnh của bánh xe 1 và 4 đưa chất lỏng từ vùng hút 5 về vùng đẩy 3. Ưu điểm của bơm bánh răng là cấu tạo đơn giản, nhược điểm là gây rung động và tiếng ồn. Nó dùng bơm chất lỏng sạch, nhiệt độ không quá 250°C, hay dùng nhất là để bơm dầu. Lưu lượng thật của bơm này có thể tính theo công thức sau đây của T.M. Bac:

$$Q = 2\pi\eta_d D m b n / 60 ; (l / s) \quad (7 - 6).$$

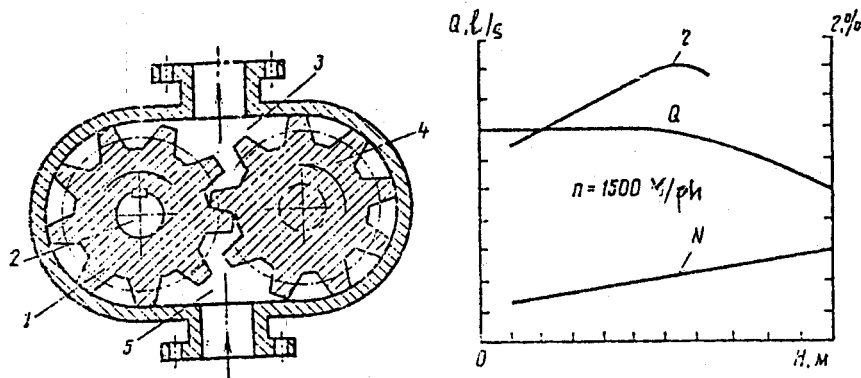
Trong đó η_d - hiệu suất dung tích, lấy từ 0,8 ... 0,9.

D - đường kính chia của hai bánh răng (dm).

m - mô đun của răng (dm).

b - chiều rộng bánh răng (dm)

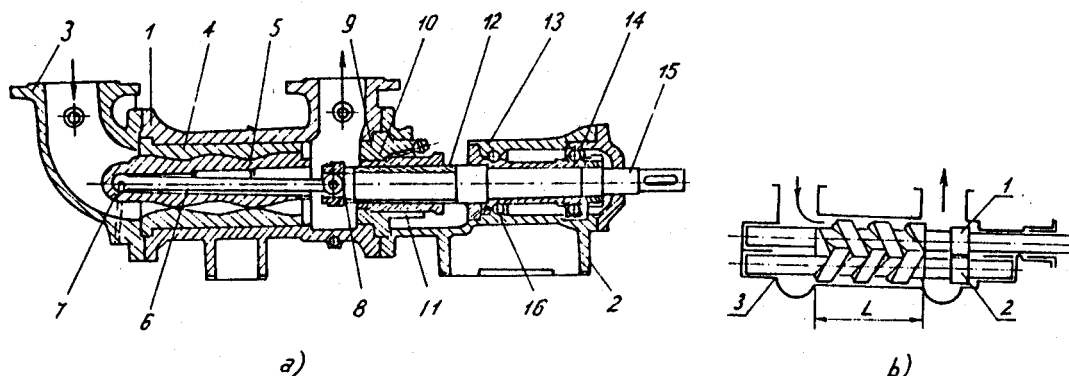
n - vòng quay (v/ph).



Hình 7 - 6. Sơ đồ cấu tạo và hoạt động của bơm bánh răng.

2. Bơm trục vít.

Bơm trục vít có lưu lượng từ 0,3 ... 800m³/h, áp lực từ 0,5 ... 25 at. Bơm này làm việc êm, ổn định, tuổi thọ cao. Vì vậy nó được dùng rộng rãi trong các máy ép thủy lực. Nhược điểm của nó là khó chế tạo vì đòi hỏi độ chính xác cao, khó sửa chữa phục hồi.



Hình 7 - 7. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của bơm trục vít.

a): 1- vỏ; 2- giá đỡ; 3- cửa hút; 4- xi lanh; 5- trục vít; 6- trục cacđăng; 7,8- khớp nối; 9- hộp đệm kín; 10- đệm kín; 11- hộp chén; 12- ống lót; 13- thân ổ đỡ; 14,16- ổ bi; 14- trục chính. b) bơm hai trục vít: 1- bánh dẫn động; 2- bánh bị dẫn; 3- thân bơm.

Bơm một trục vít (Hình 7 - 7,a) bơm này có ưu điểm là bơm được cả dung dịch đặc như bùn, mật, đường, hoa quả nghiền ... Chính vì vậy nó được dùng rộng rãi trong công nghiệp hóa, thực phẩm ...Ngoài ra ta còn có bơm 2 trục vít (Hình 7-7,b) hoặc 3 trục vít. Lưu lượng thật của bơm được tính theo công thức sau:

$$Q = \frac{3}{240} \cdot \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot t \cdot n \cdot \eta ; \quad (l/s) \quad (7 - 7)$$

Trong đó: D, d- đường kính đỉnh và chân của trục vít nằm giữa, dm ;

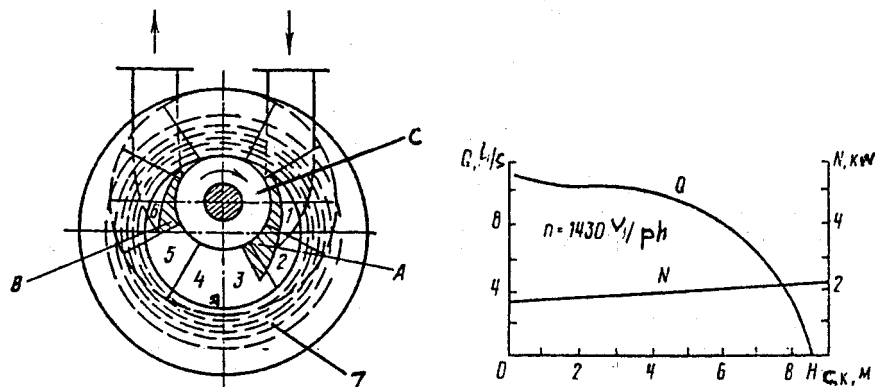
t - bước vít, dm;

n- số vòng quay, v/ph;

$\eta = 0,6 \dots 0,95$ - hiệu suất chung của bơm.

Từ công thức (7 - 7) ta thấy muốn thay đổi Q của bơm vít chỉ có cách thay đổi n .

3. Bơm vòng nước.



Hình 7 - 8. Sơ đồ cấu tạo và nguyên lý làm việc bơm vòng nước.

Bơm vòng nước thuộc loại bơm thể tích. Nó thường dùng để tích nước trước khi khởi động máy bơm li tâm có h_s dương, hoặc để hút khí duy trì một độ chân không nào đó trong thiết bị. Độ chân không nó tạo được từ - 0,8 ... - 0,9 át. BXCT của máy bơm này đặt lệch tâm với tâm vỏ trụ. Nguyên tắc hoạt động của nó như sau: Đầu tiên đổ nước vào trong trụ (khoảng chừng một nửa). Khi bánh xe quay, nước sẽ bắn ra chu vi vỏ trụ tạo thành một vòng nước 7. Vòng nước này phần trên tiếp xúc với đỉnh ống lót C của BXCT, phần dưới của ống lót tạo thành các ngăn không khí 1, 2, 3, 4, 5, 6. Các ngăn 1, 2, 3 là ngăn hút; các ngăn 4, 5, 6 là ngăn đẩy. Khi BXCT quay theo chiều kim đồng hồ thì thể tích các ngăn tăng dần, trong nó chân không được tạo thành, hút không khí từ ống hút qua khe cửa lưới liềm A vào khoang. Đồng thời thể tích các ngăn 4, 5, 6 giảm

dẫn, không khí từ chúng bị đẩy qua cửa ra dạng lưới liềm B vào ống đẩy. Khi BXCT quay, một phần nước bị đẩy vào ống đẩy, do vậy để duy trì vòng nước cần cần liên tục bổ sung đủ nước cho bơm, đồng thời cũng cần tản nhiệt cho bơm khi nó hoạt động.

Lưu lượng không khí hoặc ga được bơm khi nhúng cánh BXCT sâu vào vòng nước một độ sâu a và đỉnh trên của ống lót tiếp xúc với vòng nước sẽ là:

$$Q = \left\{ \frac{\pi}{4} [(D_1 - 2a)^2 - D_0^2] - Z(l_1 - a) \cdot s \right\} \cdot b \cdot \frac{n}{60} \eta_q m; (m^3/s) \quad (7-8)$$

Trong đó: D_1 , D_0 - đường kính BXCT và đường kính ống lót C, m;

Z - số cánh BXCT; b - bề rộng cánh, m;

s, l_1 - bề dày và chiều dài cánh, m;

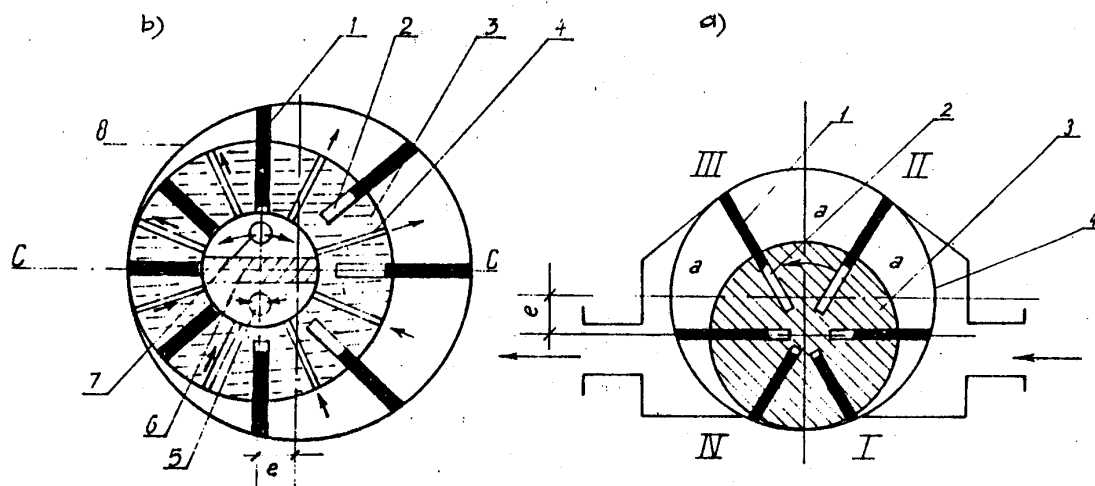
n - vòng quay, v/ph;

η_q - hiệu suất dung tích, bằng 0,7 ... 0,8. Hiệu suất chung của máy bơm

chân không vòng nước rất thấp (0,2 ... 0,3).

4. Bơm cánh trượt.

Bơm rô to cánh trượt thường có lưu lượng từ 0,25 ... 20 m³/h, áp suất từ 1,5 ... 10 at. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động của bơm này thể hiện ở Hình 7 - 9.



Hình 7 - 9. Nguyên lý cấu tạo và hoạt động bơm rô to cánh trượt

Hoạt động của bơm rô to cánh trượt như sau (Hình 7 - 9, a): Khi rô to quay với vòng quay đủ lớn để các cánh 1 dưới tác dụng của lực li tâm sát cạnh ngoài vào mặt trụ của stator 4 có lệch tâm với rô to 3 là e . Các cánh 1 vừa quay theo rô to 3 vừa dịch chuyển qua lại trong rãnh 2 của rô to 3. Khi cánh 1 bắt đầu rời vị trí I thì quá trình hút bắt đầu. Cánh 1 đến vị trí II rồi III thì quá trình hút của mỗi khoang a nằm giữa hai cánh đã hoàn thành. Khi cánh rời vị trí III thì quá trình đẩy bắt đầu kết thúc khi cánh đến vị trí IV.

Lưu lượng thực tế của bơm sẽ là:

$$Q = \frac{2e \cdot b \cdot n \cdot (2\pi \cdot R - Z \cdot e)}{60} \eta_q; (l/s) \quad (7-9)$$

Trong đó: R- bán kính vỏ, dm;

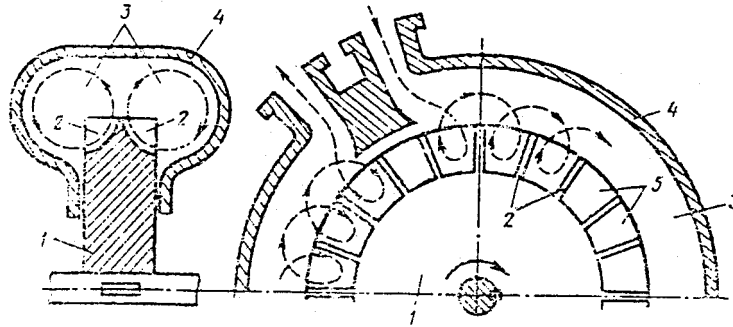
b, ε- bề rộng và bề dày cánh, dm;

e- độ lệch tâm, dm;

Z- số cánh; η_q - hiệu suất dung tích bằng 70 ... 95%.

II. Máy bơm xoáy.

Máy bơm xoáy bơm được lưu lượng từ 1 ... 50 m³/h , cột nước từ 25 ... 100 m. Hình 7 - 10 dưới đây trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy bơm xoáy:



Hình 7 - 10. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của bơm xoáy.

Cấu tạo của bơm xoắn có phần giống bơm li tâm, tuy nhiên nguyên lý làm việc lại khác, chúng dùng ma sát để hút, nén và đẩy chất lỏng. Bánh xe công tác của bơm xoáy có các cánh phẳng hướng kính 2 tạo nên những rãnh guồng 5. Bao quanh chu vi BXCT là rãnh dẫn vòng 3 bị chia cắt của vào và ra bởi vách ngăn. Khi BXCT 1 quay các phần tử chất lỏng bị cuốn vào rãnh guồng 5, nhận thêm năng lượng, rồi lại bị lực li tâm đẩy văng trở lại vòng dẫn 3, tiếp đến lại bị cuốn vào rãnh guồng động để nhận thêm năng lượng mới ... Quá trình cứ lặp đi lặp lại trên toàn đoạn đường đi của chất lỏng tạo nên dòng chuyển động xoáy. Bởi vậy so với bơm li tâm có cùng đường kính BXCT và cùng vòng quay cột nước do bơm xoáy tạo ra tăng lên 2 đến 4 lần. Cột nước của bơm xoáy được tính theo công thức sau:

$$H = \Psi u^2 / 2g; \text{ (m)} \quad (7 - 10)$$

Trong đó: Ψ là hệ số cột nước, bằng 3,3 ... 4,5;

$u = \pi D n / 60$ là vận tốc theo, m/s;

D đường kính bánh xe công tác, m;

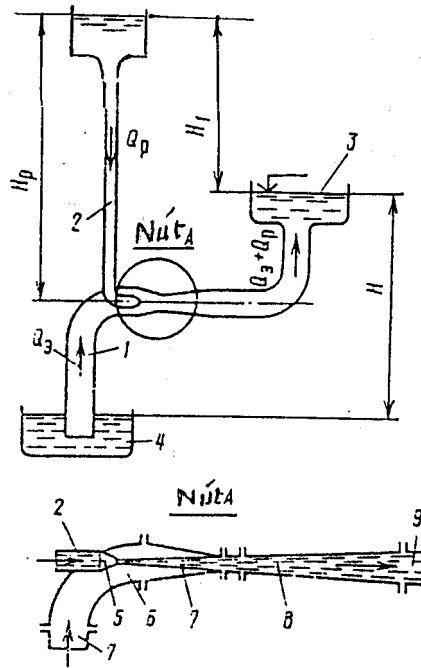
n là vòng quay BXCT, v/ph.

Do bị tổn hao do ma sát lớn nên hiệu suất của loại máy bơm này thấp $\eta = 25 \dots 48\%$.

C. MÁY BƠM TIA

Máy bơm tia thuộc loại bơm ma sát. Nguyên lý làm việc của nó là dùng một nguồn tia chất lỏng bên ngoài, gọi là chất lỏng công tác, truyền động năng của nó để kéo chất lỏng cần bơm. Hình 7 - 11 trình bày nguyên tắc cấu tạo và làm việc của bơm tia. Nguồn chất lỏng công tác được lấy ở trên cao, dẫn theo ống 2 qua vòi phun 5 đưa vào buồng

hỗn hợp 7, cung cấp năng lượng để hút nước cần bơm từ bể hút 4 qua ống hút 1, đẩy nước lên bể tháo 3. Trong vòi 5, tốc độ chất lỏng công tác và động năng tăng, còn thế năng và áp năng bị giảm. Khi tốc độ đạt tới trị số xác định thì áp suất trong buồng hút 6 giảm nhỏ hơn áp suất không khí và xuất hiện chân không. Dưới tác dụng của chân không nước sẽ được hút lên từ bể 4 theo ống 1 vào buồng hút 6 rồi buồng hỗn hợp 7. Ở trong buồng hỗn hợp, dòng chất lỏng công tác và dòng chất lỏng cần bơm trộn vào nhau, khi đó chất lỏng công tác truyền một phần năng lượng của mình cho chất lỏng cần bơm. Sau đó dòng chất lỏng hỗn hợp chuyển vào đoạn khuếch tán 8, tại đây vận tốc dòng chảy giảm dần và cột nước tĩnh tăng, dòng chất lỏng được đưa lên bể 3.



Hình 7 - 11. Sơ đồ thiết bị bơm tia.

Nếu bỏ qua tổn thất cột nước thì công suất tiêu phí của bơm tia để bơm nước từ bể 4 lên bể 3 là:

$$N = \gamma_p Q_p H_1 \quad (7 - 11)$$

công suất hữu ích là:

$$N_{hi} = \gamma Q_3 H \quad (7 - 12)$$

Trong đó : Q_p - lưu lượng của chất lỏng công tác, m^3/s ;

Q_3 - lưu lượng của bơm tia, m^3/s ;

H_1 - cột nước công tác, m;

H - chiều cao nâng, m;

γ_p - trọng lượng riêng của chất lỏng công tác, kN/m^3 .

Hiệu suất của máy bơm tia khi chất lỏng công tác và chất lỏng cần cùng là nước :

$$\eta = Q_3 H / (Q_p H_1) \quad (7 - 13)$$

Tỷ số giữa lưu lượng của chất lỏng cần bơm và chất lỏng công tác, gọi là hệ số pha trộn $\alpha = Q_{\text{đ}} / Q_{\text{p}}$, còn tỷ số giữa chiều cao nâng chất lỏng và cột nước công tác gọi là hệ số cột nước $\beta = H / H_1$. Vậy hiệu suất của máy bơm tia $\eta = \alpha\beta$. Thường hiệu suất máy bơm tia rất thấp, từ 15 ... 25%.

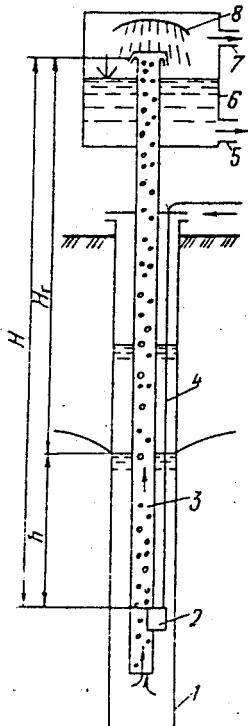
Lưu lượng chất lỏng công tác qua vòi phun 5 là:

$$Q_p = Q_{\text{đ}} H / [\eta (H_1 - H)] \quad (7 - 14)$$

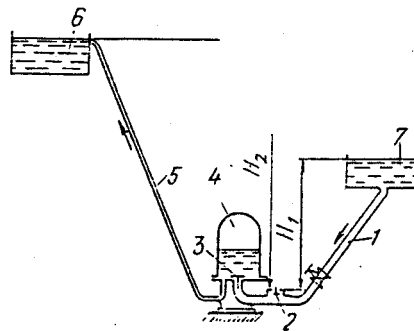
Bơm tia được sử dụng rộng rãi để bơm nước từ các hố đào, dâng và vận chuyển bùn quặng, tháo nước trong thi công, tháo nước mưa, tách khí trong ống hút bơm li tâm trước khi khởi động bơm li tâm. Ưu điểm chính của máy bơm tia là kết cấu đơn giản, kích thước nhỏ, an toàn. Nhược điểm của nó là hiệu suất rất thấp và cột nước công tác có áp lực cao.

D. MÁY BƠM DÂNG BẰNG KHÍ NÉN.

Máy bơm dâng bằng khí nén, còn gọi là bơm sục khí, có thể dâng nước từ các lỗ khoan. Loại bơm này được sử dụng rộng rãi hơn cả là bơm nước chứa bùn cát từ các lỗ khoan trước khi đặt đặt máy bơm nhúng li tâm, hoặc dâng nước từ lỗ khoan nếu có yêu cầu tách ga khỏi nước. Nguyên tắc hoạt động của bơm này là dùng quy tắc bình thông nhau. Hình 7 - 12, mô tả về cấu tạo của máy bơm sục khí. Khí nén được dẫn theo ống theo ống 4 vào miệng phun 2 vào ống dâng 3. Trong ống 3 nước và khí nén tạo nên hỗn



Hình 7 - 12. Bơm sục khí.



Hình 7 - 13. Bơm nước va.

hợp khí và nước (nhũ tương). Hố khoan đầy nước và ống dâng đầy hỗn hợp khí và nước tạo thành những bình thông nhau. Vì tỷ trọng của hỗn hợp nhỏ hơn tỷ trọng nước, do

vậy nước đẩy hỗn hợp lên mặt nước, đó cũng chính là nguyên tắc làm việc của loại máy bơm này. Nhũ tương khí nước theo đường ống sẽ được dâng lên độ cao H_{dh} , nếu :

$$\gamma \cdot h = \gamma_{hh}(H_{dh} + h) \quad (7 - 15)$$

Trong đó: γ, γ_{hh} là trọng lượng riêng của nước và của hỗn hợp, N/m^3 ;

h là độ ngập sâu của miệng phun dưới mực nước động, m.

Như vậy có nghĩa là chiều cao dâng nước phụ thuộc vào quan hệ tỷ trọng nước, tỷ trọng hỗn hợp khí nước và độ sâu đặt miệng phun.

Khi đạt đến nút ống 3, hỗn hợp sẽ vào bể 6, từ đây khí và nước sẽ được tách ra: phần nước sẽ theo ống 5 đến nơi dùng, còn khí sẽ thải ra ngoài theo ống 7.

Từ (7 - 15) rút ra được $\gamma(H - H_{dh}) = \gamma_{hh}H$; ở đây H là độ sâu nhúng của miệng phun, mét. Cũng từ đây biến đổi tiếp, ta có kết quả:

$$H = H_{dh} \cdot \gamma / (\gamma - \gamma_{hh}) = KH_{dh}, m; \quad (7 - 16)$$

Ở đây K là hệ số nhúng miệng phun, nó nói lên rằng H lớn hơn H_{dh} bao nhiêu lần.

Bảng sau đây cho ta quan hệ giữa K và hiệu suất của bơm nhúng η_3 theo H_{dh} .

Chỉ số	Chiều cao dâng của hỗn hợp H_{dh} , m				
	<15	15 ... 30	30 ... 60	60 ... 90	90 ... 120
K	3,0 ... 2,5	2,5 ... 2,2	2,2 ... 2,0	2,0 ... 1,75	1,75 ... 1,65
η_3	0,59 ... 0,57	0,57 ... 0,54	0,54 ... 0,5	0,5 ... 0,41	0,41 ... 0,40

Đầu cuối của ống dâng cần thấp hơn miệng phun từ 3 ... 6 mét.

Tiêu hao cần thiết của không khí gọi là suất tiêu hao q (tính bằng m^3), để dâng 1 m^3 nước với hiệu suất và áp suất khí trời đã cho:

$$q = \frac{H_{dh}}{23 \eta_3 \lg[(H - H_{dh} + 10)/10]} \quad (7 - 17)$$

Công thức (7 - 17) nhận được trên cơ sở phân tích công tiêu hao trên máy nén để nén khí theo chu trình đẳng nhiệt.

Hiệu suất của bơm dâng bằng khí nén tính theo công thức:

$\eta_3 = \gamma \cdot Q H_{dh} / A$. Ở đây Q là lưu lượng nước cần bơm lên độ cao H_{dh} , m^3/s . A là năng lượng khí nén ở từ cửa ra miệng phun vào ống nâng, kW. Vậy lượng khí cần thiết để dâng lưu lượng Q trong điều kiện nhiệt độ không khí 15 ... 20°C là :

$$W = q \cdot Q / 60, m^3/ph \quad (7 - 18)$$

Khi nhiệt độ khác 15 ... 20°C thì phải nhân thêm hệ số hiệu chỉnh k (ở vùng trung Á Liên Xô cũ $k = 1,2$).

Áp suất không khí cần cần thiết để nâng được nước là: $p = 0,01 (H - H_{dh} + h_t)$, trong đó h_t là tổn thất cột áp trong ống dẫn khí ở đoạn từ máy nén khí đến miệng phun, thường $h_t < 5 m$.

Máy bơm dâng bằng khí nén có ưu điểm là đơn giản, an toàn, có khả năng dâng nước từ các hố đứng sâu. Nhưng nhược điểm của nó là hiệu suất rất thấp (20 ... 25 %) và chỉ dâng được nước ở hố sâu, điều này gây nên yêu cầu đặt sâu ống dưới mực nước động.

E. BƠM NƯỚC VA (BƠM TA RAN).

Bơm nước va, đó là loại bơm lợi dụng hiện tượng nước va trong đường ống áp lực để bơm nước. Hình 7 - 13 thể hiện sơ đồ cấu tạo và nguyên lý hoạt động của loại máy bơm này. Để bơm nước từ nguồn 7 lên bể 6 ta đặt thiết bị bơm thấp hơn nguồn 7 một độ cao không dưới 1 mét và phải tháo qua bơm nước va một lưu lượng lớn hơn lưu lượng cần bơm một vài lần. Trước khi máy bơm nước va làm việc, van trên đường ống cấp nước 1 đóng. Van tháo 2 do sức nặng bản thân hạ xuống và có thể xả nước từ ống cấp ra ngoài, van 3 đóng. Khi mở van trên ống 1, dưới tác dụng của cột nước H_1 nước từ nguồn 7 theo ống cấp 1 bắt đầu chảy ra ngoài trời qua van 2 với vận tốc tăng. Dưới tác dụng của áp lực thủy động bên dưới, van 2 được nâng lên làm ngừng dòng nước đang chảy ra ngoài. Vận tốc dòng nước trong ống 1 đột nhiên giảm dần đến xuất hiện hiện tượng nước va thủy lực, kéo theo tăng áp đột ngột. Khi áp lực trong ống cung cấp nước vượt quá áp lực trong buồng khí 4, nắp van 3 mở và nước tràn vào. Sau đó dưới tác dụng của áp lực dư, nước từ buồng không khí 4 theo ống đẩy 5 đẩy lên bể 6 với cột nước H_2 . Áp lực trong ống cung cấp 1 bắt đầu giảm, van đẩy 3 bắt đầu đóng lại, nước từ nguồn theo đường ống 1 lại qua van va đập 2 thoát ra ngoài, và quá trình lại lặp lại từ đầu ... Bơm nước va hoạt động tự động. Để an toàn làm việc của nó chiều dài ống cung cấp nước 1 cần khoảng từ 5 ... 8 lần chiều cao cột nước H_1 .

$$\text{Hiệu suất của máy bơm nước va thủy lực: } \eta = \frac{qH_2}{QH_1} \quad (7 - 19)$$

Trong đó: q là lưu lượng của bơm. m^3/s , còn Q là lưu lượng công tác, m^3/s .

Hiệu suất của máy bơm nước va, lưu lượng q , lưu lượng nước công tác Q và tỷ số H_2/H_1 có liên quan với nhau theo bảng sau:

H_2/H_1	η	q/Q	H_2/H_1	η	q/Q
2	0,84	0,29	12	0,43	0,034
4	0,72	0,152	16	0,32	0,0196
6	0,63	0,118	20	0,23	0,0112
10	0,49	0,046			

Bơm nước va có lưu lượng từ 5 ... 18 l/s và cột nước đến 150 mét.

Trên đây đã trình bày thêm những loại máy bơm thông dụng trong thực tế của nhiều lĩnh vực sản xuất và đời sống, còn nhiều loại bơm khác chưa đề cập đến, người đọc có thể tìm hiểu thêm trong các tài liệu chuyên ngành khi gặp phải ứng dụng của chúng.

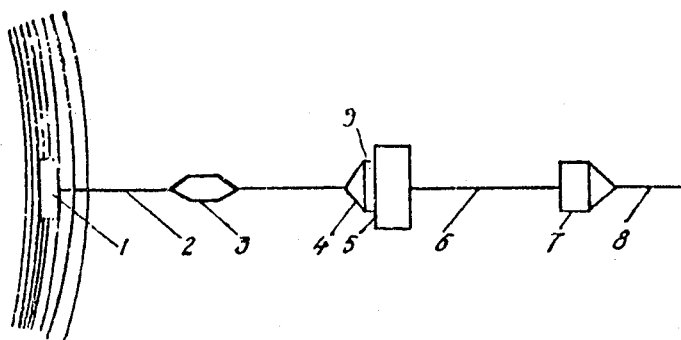
Chương VIII. HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH TRẠM BƠM

A. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH TRẠM BƠM

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

I. Các thành phần công trình của hệ thống trạm bơm.

Trên hình (1 - 3) ở cuối chương I đã trình bày khái niệm về hệ thống một trạm bơm. Sau đây chúng ta hãy xét thành phần đầy đủ của một hệ thống trạm bơm, như Hình 8 - 1 dưới đây để hiểu vị trí và công dụng của mỗi thành phần tạo nên hệ thống trạm bơm:



Hình 8 - 1. Sơ đồ bố trí hệ thống các công trình trạm bơm.

- Công trình của lấy nước 1, lấy nước từ nguồn (lấy từ sông, hồ, kênh dẫn ...) ;
- Công trình dẫn nước 2, có nhiệm vụ đưa nước từ cửa lấy nước về bể tập trung nước trước nhà máy bơm. Công trình dẫn nước có thể là kênh dẫn, đường ống dẫn hoặc xi phông. Trên công trình dẫn có thể có bể lắng cát 3, nếu có luận chứng thỏa đáng ;
- Bể tập trung nước 4 nằm trước nhà máy bơm, nó có nhiệm vụ nối tiếp đường dẫn với công trình nhận nước (bể hút) của nhà máy sao cho thuận dòng;
- Công trình nhận nước 9 (bể hút) lấy nước từ bể tập trung và cung cấp nước cho ống hút hoặc ống tự chảy vào máy bơm ;
- Nhà máy bơm 5, đây là nơi đặt các tổ máy bơm và các thiết bị phụ cơ điện ;
- Đường ống áp lực (ống đẩy) 6, đưa nước từ máy bơm lên công trình tháo 7;
- Công trình tháo 7 (bể tháo) nhận nước từ ống đẩy, làm ổn định mực nước, phân phối nước cho kênh dẫn 8 hoặc công trình nhận nước .

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

II. Phân loại trạm bơm

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

Phân theo mục đích sử dụng của trạm bơm:

- Trạm bơm tưới, mục đích làm việc của nó là cung cấp nước tưới cho nông nghiệp ;
- Trạm bơm tiêu, mục đích của nó là đưa nước thừa vào vùng nhận nước tiêu ;
- Trạm bơm tháo nước, nhằm chuyển nước mưa, nước sinh hoạt và nước công nghiệp;
- Trạm bơm cấp nước nông thôn, nhằm cấp nước cho các hộ dùng nước nông thôn;

Phân loại theo sơ đồ bố trí hệ thống các công trình của trạm:

- Bố trí kết hợp hay riêng biệt giữa nhà máy và công trình lấy nước ;
- Bố trí kết hợp hay riêng biệt giữa nhà máy với công trình tháo nước ;
- Bố trí toàn khối.

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

- Nguồn cấp nước là sông, ta có:
 - + Bố trí kết hợp bên bờ sông (xem Hình 8 - 2, a).
 - + Bố trí riêng biệt bên bờ sông (xem Hình 8 - 2, b và 8 - 4, b).
 - + Bố trí kết hợp ở lòng sông (xem Hình 8 - 4, a).
 - + Bố trí riêng biệt, cửa lấy nước ở lòng sông (xem Hình 8 - 3).
- Nguồn cấp nước là hồ chứa, ta có:
 - + Bố trí kết hợp ở thượng lưu hồ chứa (xem Hình 8 - 5).
 - + Bố trí riêng biệt ở hạ lưu hồ chứa (xem Hình 8 - 6).
 - + Bố trí kết hợp ở giữa thân đập (xem Hình 8 - 7).
- Nguồn cấp nước là kênh chính, ta có:
 - + Bố trí kết hợp (xem Hình 8 - 8);
 - + Bố trí riêng biệt (xem Hình 8 - 2, b).

Phân loại theo quy mô lưu lượng và cột nước :

- Trạm bơm nhỏ (lưu lượng trạm : $Q \leq 1 \text{ m}^3/\text{s}$); trạm trung bình ($1 < Q \leq 10 \text{ m}^3/\text{s}$); trạm lớn ($10 \text{ m}^3/\text{s} < Q \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$) và trạm cực lớn ($Q > 100 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Trạm bơm cột nước thấp ($H \leq 20 \text{ m}$); trạm cột nước trung bình ($20 < H \leq 60 \text{ m}$); trạm cột nước cao ($H > 60 \text{ m}$).

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

III. Một số lời khuyên về việc bố trí công trình trạm bơm.

Khi nghiên cứu thiết kế hệ thống trạm bơm cho nhu cầu cải tạo đất và cấp nước nông thôn, điều trước tiên cần giải quyết hai nhiệm vụ: Xác định tuyến công trình và xác định tối ưu số lượng trạm bơm và vị trí đặt các trạm. Để giải quyết những nhiệm vụ này có thể dựa vào những kinh nghiệm sau đây:

- Tùy thuộc vào điều kiện địa hình, chiều dài công trình dẫn nước và địa điểm của các kênh dẫn nước tưới và cấp nước nông thôn của vùng, có thể xây dựng một hoặc

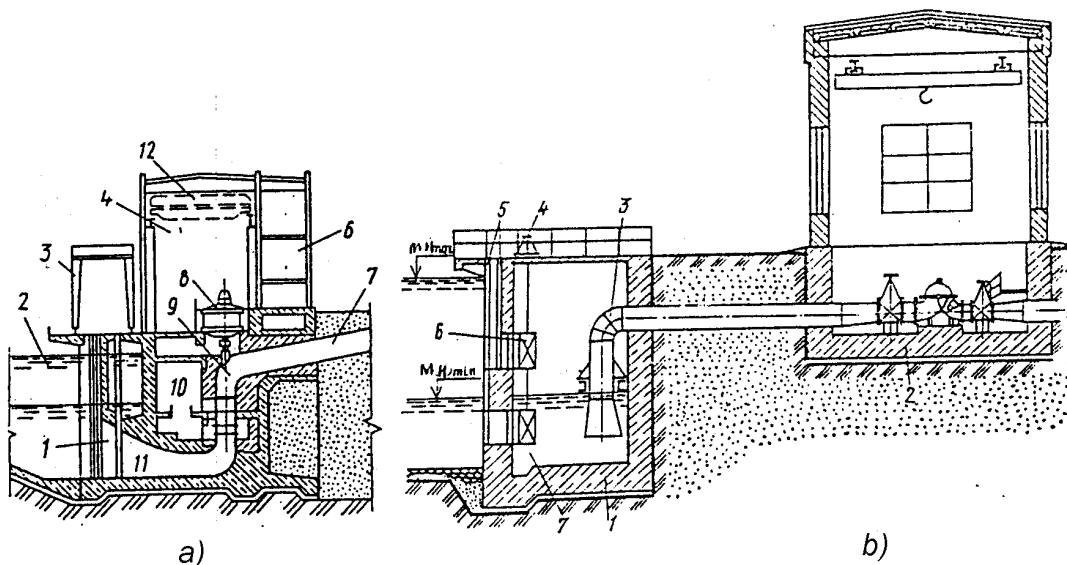
vài bậc trạm, nghĩa là một hoặc vài trạm bơm. Số lượng bậc cần được quyết định theo tiêu chuẩn tính toán kinh tế - kỹ thuật. Khi các chi phí quy đổi cân bằng giữa các phương án thì người ta ưa chọn phương án có số bậc nhỏ nhất;

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

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

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

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

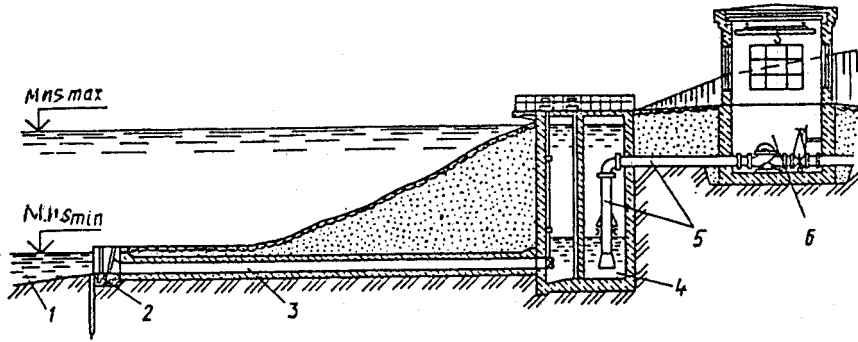


Hình 8 - 2. Sơ đồ bố trí nhà máy - cửa lấy nước bên bờ sông.

a) Bố trí kết hợp: 1- nguồn nước; 2- phần cửa lấy nước; 3,5 - cầu trục cửa lấy nước và cầu trục gian máy; 4- gian máy chính; 7- nửa tầng cáp điện; 9- van đĩa; 10- động cơ

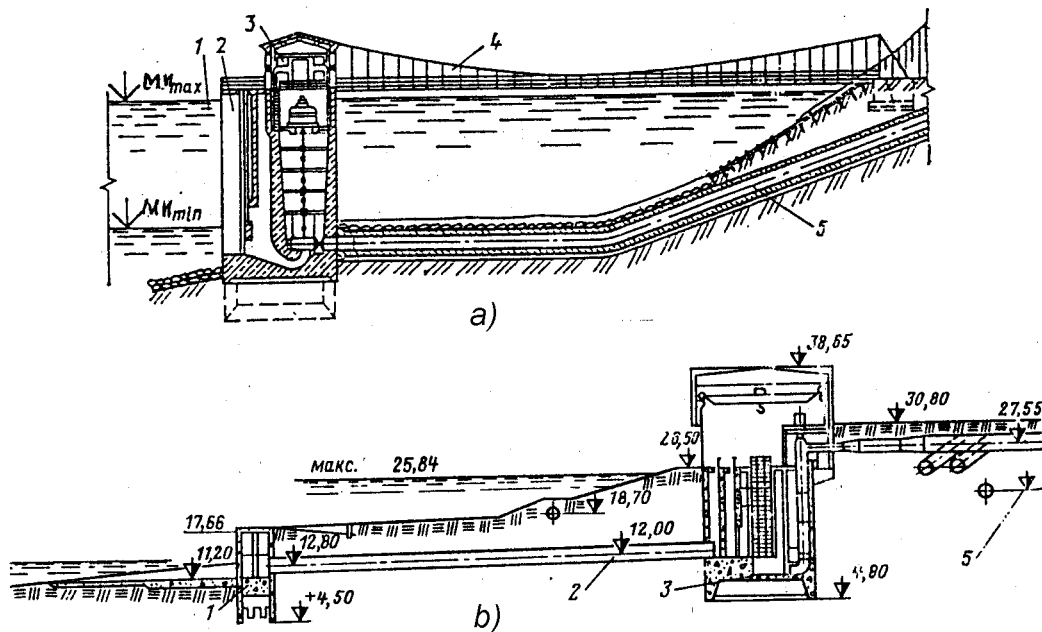
điện; 11- bơm li tâm trục đứng; 12 - ống hút cong; 13- MBA.b) Bố trí riêng lẻ bên bờ:
1- giếng bờ; 2- nhà máy; 3- ống hút; 5- rãnh lưới chắn rác; 6- van lấy nước.

- Khi bãi sông rộng, mực nước sông giao động ít (dưới 4 m), trường hợp này nên chọn sơ đồ bố trí loại riêng biệt trên bãi sông : công trình lấy nước đặt ở mép nước lớn nhất, còn nhà máy đặt trên bãi sông, công trình dẫn nước là kênh hở hoặc ống dẫn tự chảy (xem Hình 8 - 3)



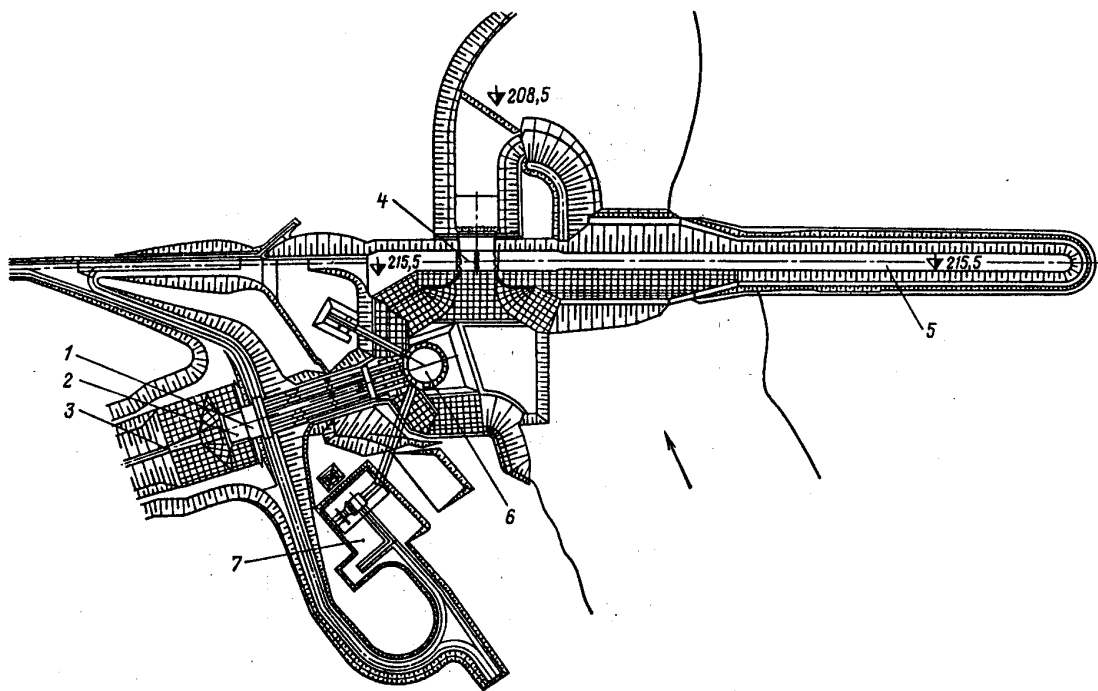
Hình 8 - 3. Sơ đồ bố trí riêng biệt, ống dẫn tự chảy.

- Khi mực nước sông giao động lớn (từ 10 - 20 m), để bảo đảm ổn định công trình và giảm giá thành xây dựng nên áp dụng sơ đồ bố trí kết hợp nhà máy với công trình lấy nước ở lòng sông (xem Hình 8 - 4,a). Chú ý điều kiện vận tải thủy trên sông. Hoặc có thể chọn sơ đồ bố trí riêng biệt: cửa lấy nước ở lòng sông còn nhà máy trên bờ (xem Hình 8 - 4,b).



Hình 8 - 4. Sơ đồ lấy nước ở lòng sông.

- Trong trường hợp lưu lượng hồ nhỏ, mực nước giao động trong phạm vi chiều cao hút nước hs cho phép của máy bơm thì có thể đặt ống hút trên giá đỡ gỗ hoặc trên khung bê tông cốt thép để lấy nước trực tiếp từ sông hồ một cách đơn giản, kinh tế.
- Đối với trạm bơm lấy nước từ hồ chứa, nếu mực nước giao động không lớn lắm (đến 8 m) nên chọn sơ đồ kết hợp ở thượng lưu (xem Hình 8 - 5).

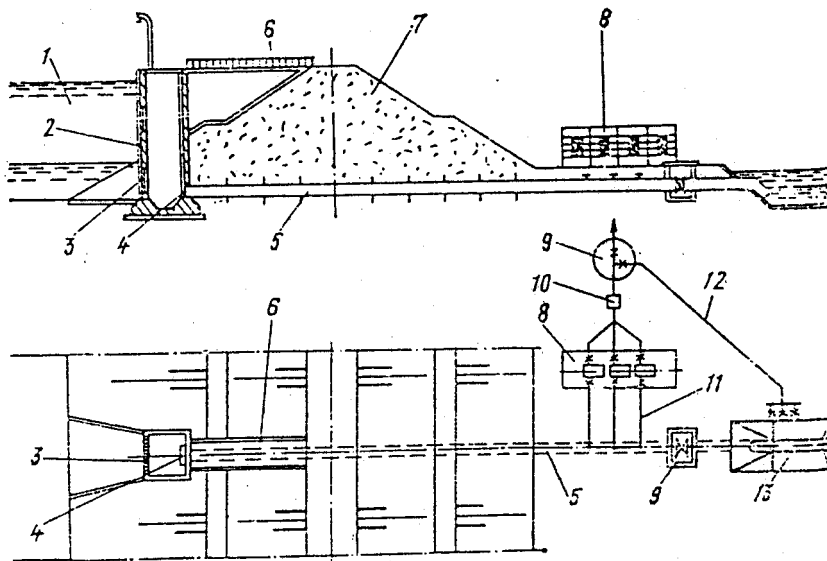


Hình 8 - 5. Sơ đồ kết hợp lấy nước thượng lưu hồ chứa.

- 1- bể tháo; 2 - bể áp lực; 3- kênh tháo; 4 - tháo nước thừa; 5 - đập đất;
6 - nhà máy; 7 - trạm phân phối điện.

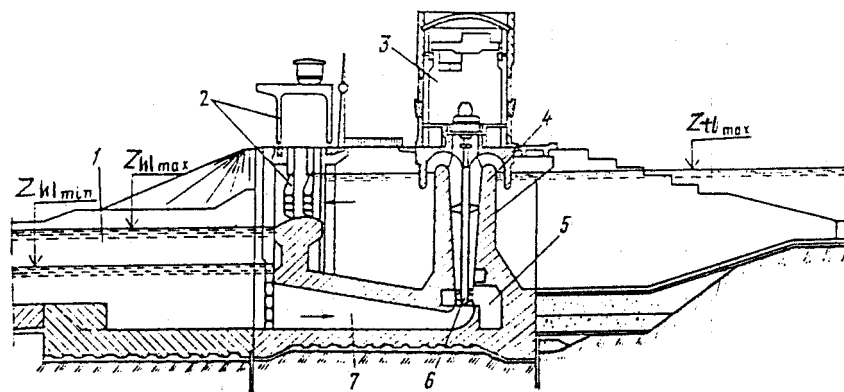
- Khi mực nước hồ giao động lớn, nếu đặt trạm ở thượng lưu hoặc trên đập thì khó bảo đảm lấy nước thường xuyên quanh năm mà vận hành phức tạp và tốn kém đầu tư , trường hợp này nên chọn sơ đồ bố trí riêng biệt phía sau đập (xem Hình 8 - 6). Cách bố trí này làm cho công trình trạm bơm đơn giản hơn nhiều vì không trực tiếp chịu áp lực nước thượng lưu. Thường người ta chọn vị trí lấy nước trực tiếp từ cống ngầm. Trường hợp nếu không cho phép lấy nước qua cống ngầm mà phải xây dựng một đường ống riêng qua thân đập thì sẽ phải tăng vốn đầu tư. Lúc này cần so sánh phương án lấy nước này với phương án đặt nhà máy ở thượng lưu, qua so sánh kinh tế - kỹ thuật để chọn phương án có lợi.

- Trường hợp lấy nước từ hồ chứa có giao động mực nước nhỏ (dưới 3 m), đập thấp và điều kiện ổn định đập cho phép ta có thể chọn cách bố trí nhà máy bơm ngang đập, như Hình 8 - 7 dưới đây.



Hình 8 - 6. Sơ đồ trạm bơm bố trí phía hạ lưu đập.

1- hồ chứa; 2- tháp lấy nước; 3- cửa lấy nước ; 4- van sữa chữa; 5- cống tháo đáy;
6- cầu công tác; 7- đập đất; 8- nhà máy bơm; 9, 10- cửa van và th.bị đo lưu lượng;
11- ống hút; 12- xả nước; 13- kênh tháo tiêu năng.

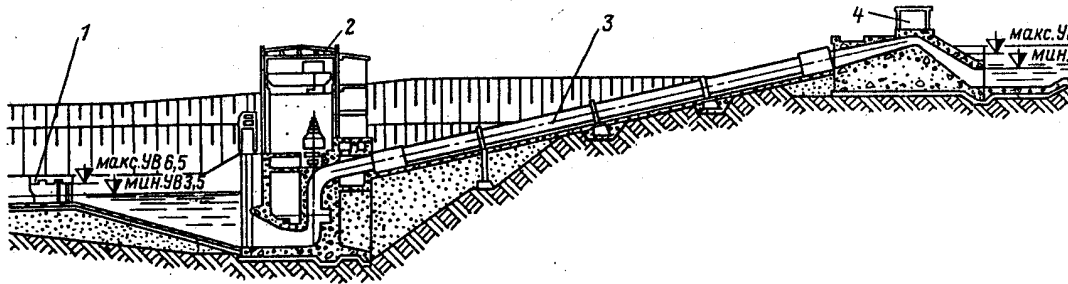


Hình 8 - 7. Sơ đồ trạm bơm kết hợp với đập.

1- hạ lưu đập; 2- cầu trực và cửa van đập tràn; 3- gian máy; 4- đỉnh xi phông tháo; 5- hành lang lưu thông; 6- BXCT bơm hướng trục; 7- ống hút cong.

- Các trạm bơm lấy nước trên kênh thường chọn sơ đồ bố trí kết hợp nhà máy bơm với công trình lấy nước (xem Hình 8 - 8). Sơ đồ này, nhà máy và cửa lấy nước thường liền khối . Dưới đây là trạm bơm lấy nước từ kênh chính, đưa nước vào bể tháo

bằng hình thức xi phông, giảm được các cửa van chặn nước chảy ngược từ bể tháo ngược về ống đẩy.

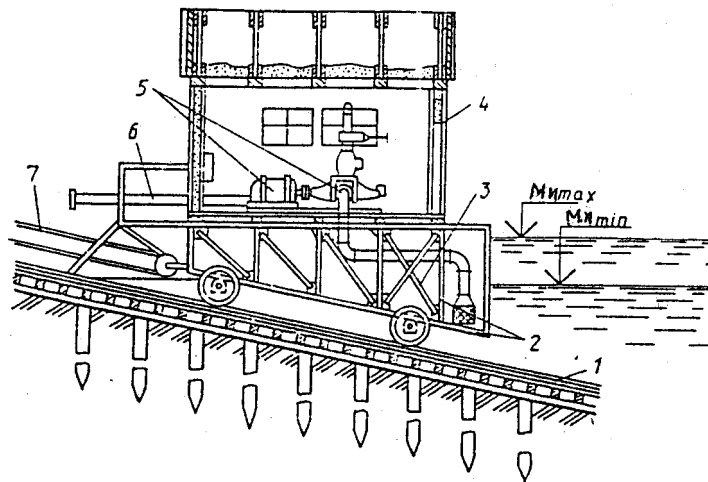


Hình 8 - 8. Sơ đồ bố trí kết hợp, lấy nước trên kênh chính.

1- công trình chắn rác; 2- nhà máy; 3- ống đẩy; 4- xi phông tháo.

- Những vùng tưới nhỏ ven sông, ven hồ chứa có mực nước thay đổi nhiều, địa hình, địa chất phức tạp, lưu lượng không lớn (dưới $5 \text{ m}^3/\text{s}$) nên dùng các trạm bơm đặc biệt, như: trạm bơm thuyền, trạm bơm đặt trên ray (xem Hình 8 - 9) ...

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



Hình 8 - 9. Trạm bơm đặt trên ray.

1- đường ray; 2- khung; 3- giá tựa; 4- kết cấu phần trên;
5- tổ máy bơm; 6- ống đẩy; 7- dây kéo.

B. TRẠM BƠM TƯỚI.

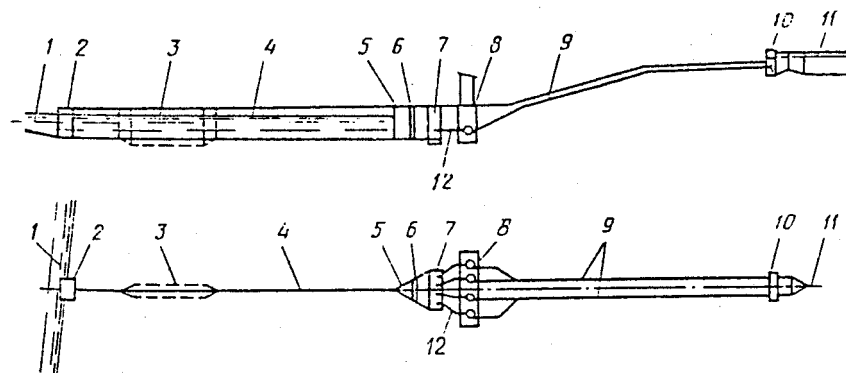
Trạm bơm tưới có những đặc điểm sau đây:

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

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

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

Việc bố trí trạm bơm tưới lấy nước mặt rất đa dạng; kiểu bố trí hay gặp nhất như Hình 8 - 9. Ngoài những công trình chính còn có những nhà máy phụ, đường xá, cầu, công trình dẫn nước, tiêu nước, phần xây áp để đặt thiết bị điện, tường chắn ..v.v...



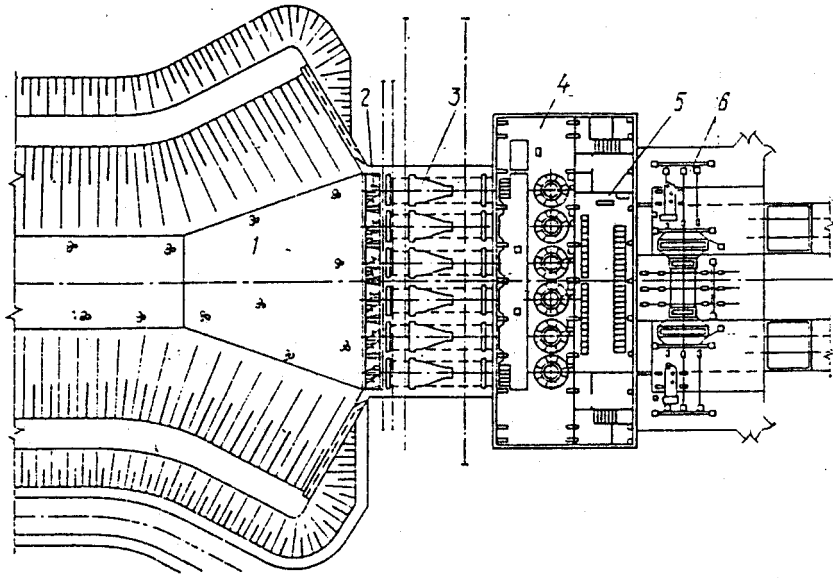
Hình 8 - 9. Sơ đồ các công trình của trạm bơm lấy nước mặt.

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

Việc lựa chọn thành phần công trình tùy thuộc vào điều kiện thực tế. Ví dụ, cống điều tiết đầu nút cửa vào của kênh dẫn chỉ có mặt khi có nhu cầu điều chỉnh mực nước hoặc yêu cầu làm khô để sửa chữa các bộ phận công trình nằm dưới mực nước kênh.

Cùng với cống điều tiết thường có bố trí công trình bảo vệ cá. Bể lắng cát được đưa vào thành phần trạm khi trong nước có chứa nhiều bùn cát lơ lửng và các hạt có hại cho an toàn của máy bơm và làm lắng đọng mạng lưới tưới. Để làm sạch nước khỏi bùn cát có thể xây những túi bắt cát và dùng rãnh tháo cát đi.

Hình 8 - 10 thể hiện việc bố trí các phần diện tích xây áp sát nhà máy để đặt các thiết bị phân phối điện và trạm máy biến áp, mối quan hệ về vị trí giữa nhà máy và thiết bị của trạm bơm tưới loại lớn.



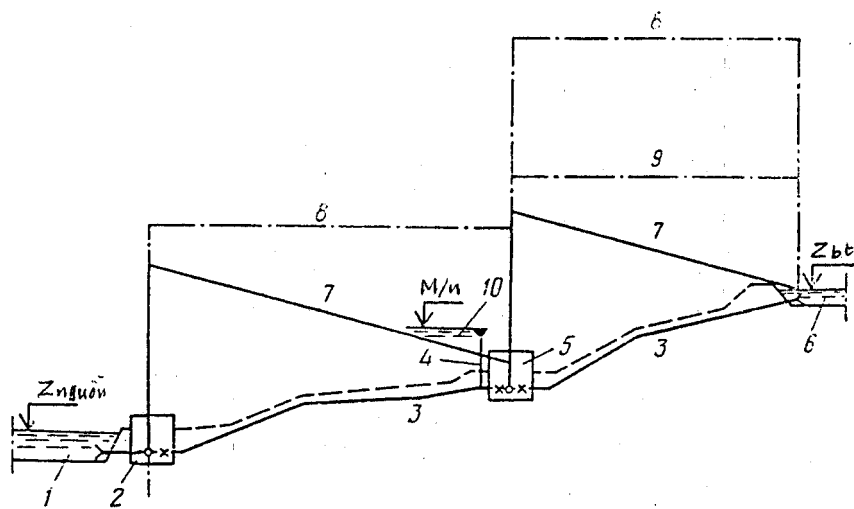
Hình 8 - 10. Mặt bằng các diện tích xây áp của một trạm bơm lớn.

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

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

Trạm bơm tưới có thể được bố trí bên cạnh đập, nhà máy của trạm thường được đặt ở các trụ của đập tràn hoặc ở hạ lưu. Trong trường hợp này kích thước phần khối dưới của nhà máy thường lấy theo kích thước đập và nhà máy trở thành một phần của đập hoặc bị cắt ra khỏi mái hạ lưu đập. Thông thường nhà máy như thế thích hợp với bơm trực đứng lưu lượng lớn (xem Hình 8 - 7 đã trình bày ở trên).

Trường hợp khác, khi cột nước cần bơm lớn hơn cột nước mà máy bơm có khả năng tạo ra, lúc này trên tuyến dẫn có thể xây dựng hai hoặc hơn hai trạm bơm nối tiếp. Khi đó trước trạm bơm số hai và các trạm bơm tiếp theo (nếu có) người ta xây dựng hoặc là một bể điều tiết hồ (như kênh hoặc bể điều tiết) hoặc tháp điều áp (xem Hình 8 - 11). Nhà máy của trạm bơm II và các trạm bơm nâng tiếp theo (khi làm việc cùng một đường ống) được bố trí theo cách nào đó để bảo đảm các máy bơm luôn làm việc ở chế độ nước dâng không lớn. Nhờ tháp điều áp 4 đặt trên ống áp lực nên áp lực nước tác động lên máy bơm không vượt quá trị số an toàn khi khởi động máy trạm bơm nâng số II (khi đó lưu lượng trạm bơm II bằng 0, cột nước do trạm bơm I tạo thành sẽ làm tăng cột nước của vào của trạm bơm II) và cũng nhờ có tháp điều áp 4 mà giảm được trị số áp lực nước và tác động lên máy bơm của trạm số II ...



Hình 8 - 11. Sơ đồ bố trí nối tiếp bậc thang các trạm bơm .

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

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

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

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

+ Giao động mực nước giữa hai mùa kiệt và lũ rất lớn , cao trình đặt máy lại cao so với cao trình bình, dòng chảy nhiều bùn cát ... việc chọn cao trình đặt máy cần phải đảm bảo chống khí thực ..v.v..

Có những cách bố trí sau đây áp dụng với trạm bơm tưới vùng cao (Hình 8 - 12):

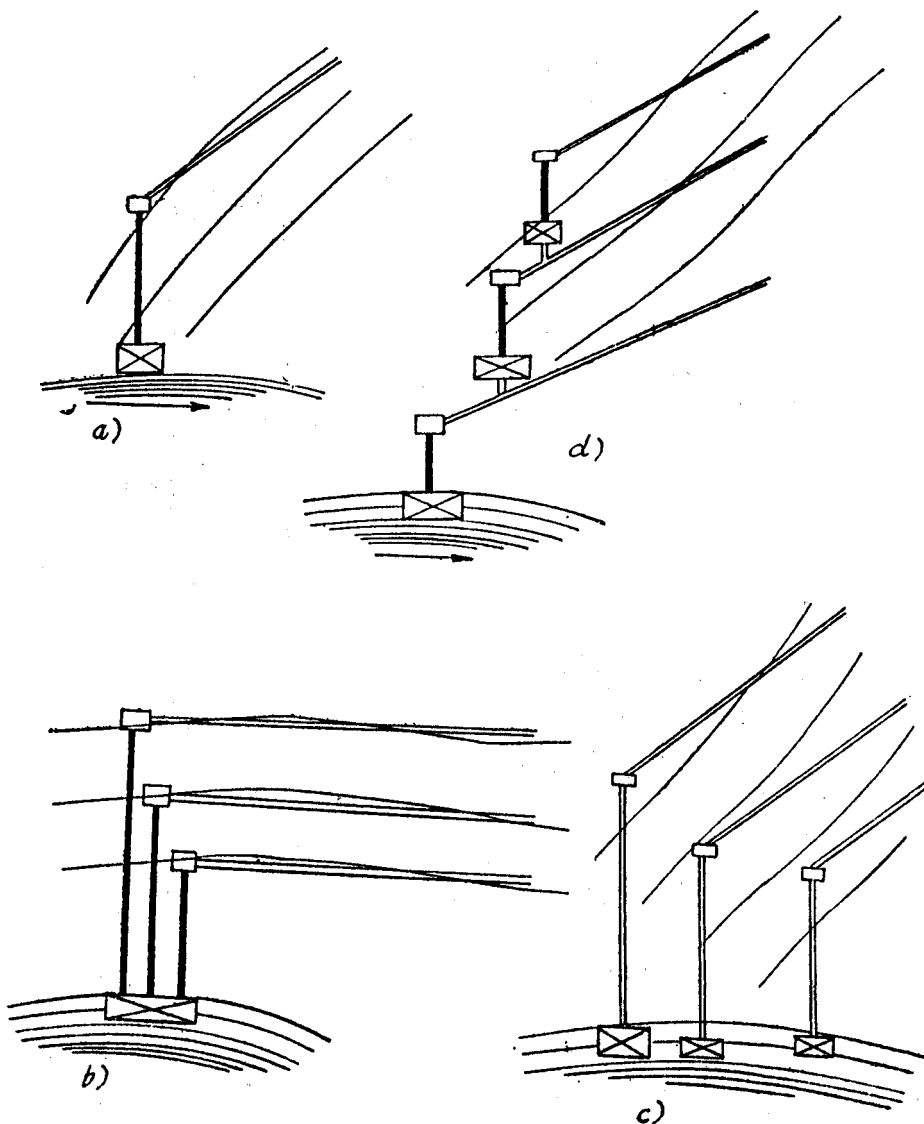
Bố trí trạm bơm một cấp (Hình 8 - 12,a): Dùng một trạm bơm có bể tháo đặt ở cao trình khống chế toàn bộ diện tích tưới. Sơ đồ này thường thích hợp với vùng đồi ven sông, khu tưới rải thành những rẻo nhỏ;

Bố trí cùng một trạm bơm bơm lên nhiều bể tháo có cao trình khác nhau , mỗi bể tháo khống chế một khu tưới (Hình 8 - 12,b):có thể dùng ống đẩy chung rồi phân nhánh đưa nước về các bể tháo ở các cao độ khống chế;

Bố trí nhiều trạm bơm riêng biệt cung cấp nước cho từng khu tưới có cao trình khống chế khác nhau (Hình 8 - 12,c). Cách bố trí này thường được áp dụng khi khu tưới trải dọc theo bờ nguồn nước;

Bố trí trạm bơm nhiều cấp, nối tiếp từ trạm cấp 1 lên đến trạm cấp cuối cùng . Ở tại mỗi cấp sẽ cấp nước tưới tương ứng và bơm tiếp lên trạm trên (Hình 8 - 12,d).

Những cách bố trí sau đem lại lợi ích kinh tế hơn so với việc dùng một trạm tưới cho cả vùng có cao trình khác nhau.



Hình 8 - 12. Một số sơ đồ bố trí trạm bơm tưới vùng cao.

- a) Trạm bơm một cấp ; b) Một trạm bơm nhiều bể tháo ;
c) Nhiều trạm riêng biệt ; d) Trạm bơm nhiều cấp.

C. TRẠM BƠM TIÊU VÀ TRẠM BƠM TUỚI TIÊU KẾT HỢP

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

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

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

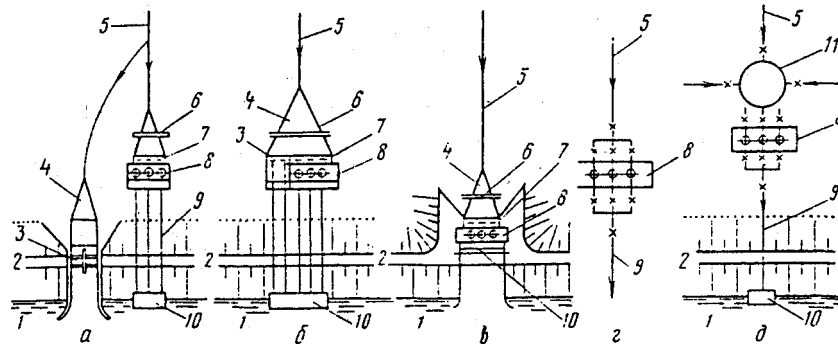
- Lưu lượng bơm rất không đều và rất lớn. Mức độ không đều tùy thuộc nhiều vào sự giao động của nước mặt và nước ngầm.
- Làm việc gián đoạn. Thời gian trạm không làm việc tùy thuộc vào sức chứa của dung tích điều tiết và thời gian ngập cho phép của khu vực. Thời gian trạm bơm tiêu làm việc trong năm tuy ít nhưng rất căng thẳng.
- Cột nước cần bơm thấp nhưng thay đổi liên tục.
- Lưu lượng tính toán của các máy bơm chính trong trạm bơm tiêu được chọn cần phải tính đến ngập cục bộ có thể xảy ra trong thời gian ngắn. Bởi vậy phần trên của kết cấu dưới nước nhà máy và sàn phần trên nhà máy cần phải đặt cao hơn từ $\geq 0,5$ m so với cao trình nền hoặc mực nước tính toán lớn nhất khi có sóng dâng.

Trong điều kiện vào thời điểm nào đó các kênh tiêu có khả năng tháo tự chảy thì cần xem xét tính hợp lý việc xây dựng công trình tháo tự chảy. Công trình tháo tự chảy đặt tách biệt với nhà máy bơm nếu lưu lượng tháo tự chảy lớn hơn lưu lượng của trạm bơm; hoặc công trình tự chảy kết hợp với nhà máy nếu như lưu lượng này không vượt quá lưu lượng của trạm bơm và không được mở rộng phần dưới nước của nhà máy. Để mái dộc kênh tháo không bị phá hoại thì lưu lượng của trạm cần được thay đổi một cách đều đặn.

Yêu cầu này sẽ đạt được ở các trạm bơm có số lượng tổ máy bơm chính nhiều hoặc có đặt các máy bơm " thay thế " hoặc các máy bơm có khả năng thay đổi số vòng quay. Một số trạm bơm tiêu do chênh lệch lưu lượng và cột nước tiêu nhiều có thể phải chọn một số máy bơm khác loại trong một nhà máy để tránh việc chọn quá nhiều máy bơm chính không kinh tế. Tuy nhiên chọn như vậy sẽ gây khó khăn cho quản lý, vận hành.

Kênh tiêu thường mang một lượng rác và vật trôi lớn bởi vậy trạm bơm tiêu phải trang bị lưới chắn rác an toàn. Hình 8 - 13 dưới đây trình bày các sơ đồ chung của trạm bơm tiêu. Thành phần của trạm phụ thuộc vào các thông số của trạm và điều kiện thiên nhiên nơi đặt trạm:

- Khi cột nước trạm tương đối nhỏ (đến 5 m) và với việc dùng máy bơm lớn, nhà máy bơm có thể làm kết hợp với công trình tháo (Hình 8 - 13,b). Thường dùng đường ống dẫn để đưa nước cần tiêu đến nhà máy bơm. Khi đường ống làm chức năng kênh chính vận chuyển nước thì trạm bơm được thiết kế như trạm bơm nâng cấp II thông thường. Còn nếu như đường ống làm việc với chế độ thường xuyên không đầy, thì trước nhà máy đặt một bể điều tiết lấy mực nước lớn nhất trong bể thấp hơn tâm đường ống (xem Hình 8 - 13, ,đ).



Hình 8 - 13. Các sơ đồ trạm bơm tiêu.

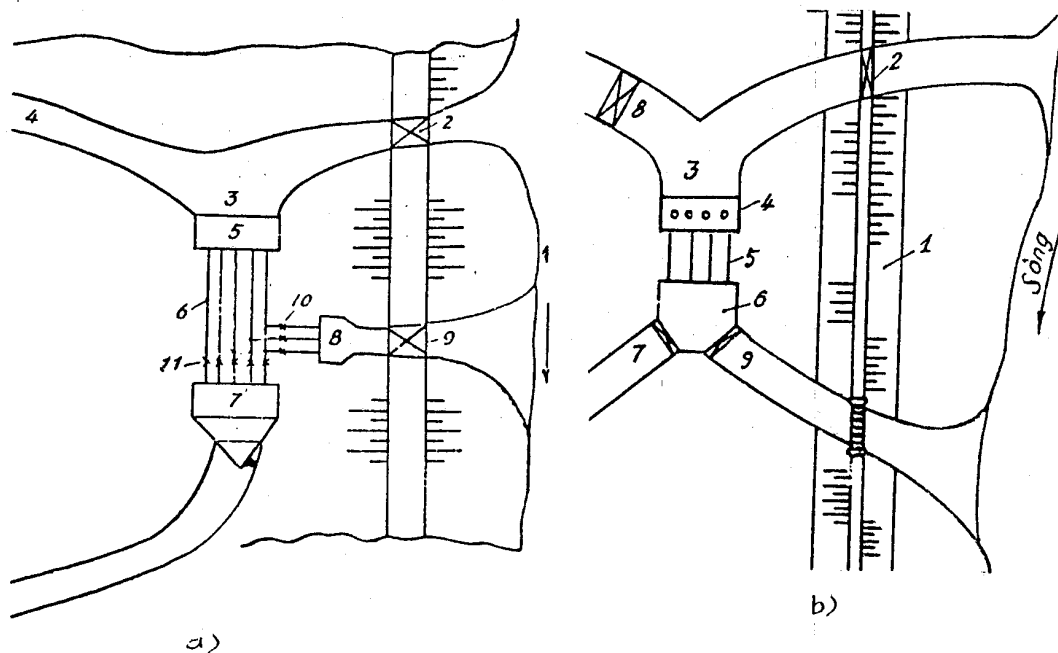
a),) - Sơ đồ bố trí tách biệt và kết hợp nhà máy với công trình tháo tự chảy ; b) - sơ đồ trạm không có công trình tháo tự chảy ;) - trạm bơm bố trí trên ống tiêu ; đ) - trạm bơm lấy nước từ giếng tháo: 1- sông (hoặc hồ chứa); 2- đê; 3- công trình tháo tự chảy; 4- bể tập trung; 5- kênh dẫn; 6,10 - lưới chắn rác và bể tháo; 7 - bể hút; 8 - nhà máy; 9 - ống đẩy; 11- giếng góp nước tiêu.

Ở nước ta việc tưới và tiêu nước cho một vùng sản xuất nông nghiệp là một trong những đặc điểm thường gặp của công tác thủy lợi vì canh tác nông nghiệp có hai ba vụ trong năm, mưa nắng lại bất thường gây nên lúc úng lúc hạn xen kẽ nhau. Do vậy, xây trạm bơm tưới tiêu kết hợp sẽ nâng cao hiệu quả sử dụng máy và công trình, hạ giá thành hơn so với việc xây các trạm bơm tưới và trạm bơm tiêu riêng. Vì lợi ích này nên

khi có điều kiện cho phép cần quan tâm hơn đến việc chọn sơ đồ trạm tưới tiêu kết hợp. Với loại trạm bơm này khi bố trí các công trình cần chú ý đến chất lượng nước bơm lên khi tiêu để bố trí công trình ngăn sự chua hóa đồng ruộng. Phương pháp thiết kế công trình và lựa chọn thiết bị đối với trạm bơm tưới tiêu kết hợp nói chung không có gì khác như đối với trạm bơm thông thường mà chỉ cần làm sao bảo đảm hai nhiệm vụ tưới, tiêu.

Các công trình trong trạm bơm tưới tiêu kết hợp nên tận dụng sử dụng chung cho hai mục đích để giảm đầu tư và chú ý yếu tố thuận tiện cho quản lý. Sự khác biệt nhiều hay ít giữa hai mực nước ở hai bể tháo khi tưới và khi tiêu cũng có ảnh hưởng nhiều đến việc chọn sơ đồ bố trí các thành phần công trình của trạm. Dưới đây giới thiệu một số sơ đồ bố trí của trạm khi mực nước ở hai chế độ có mức độ chênh lệch khác nhau và cách làm việc của một trạm bơm tưới tiêu kết hợp (xem Hình 8 - 14).

Hình 8 - 14,a là sơ đồ bố trí các công trình khi chênh lệch mực nước ở bể tháo tưới 7 và bể tháo tiêu 8 chênh lệch nhau nhiều và lưu lượng tiêu nhỏ hơn lưu lượng tưới, phải dùng hai bể tháo có cao trình khác nhau. Mực nước bể tháo tưới cao hơn mực nước bể tháo tiêu và dùng ống rẽ để đưa nước về bể tháo tiêu. Hoạt động của trạm tưới tiêu theo sơ đồ này như sau:



Hình 8 - 14. Các sơ đồ bố trí trạm bơm tưới tiêu kết hợp.

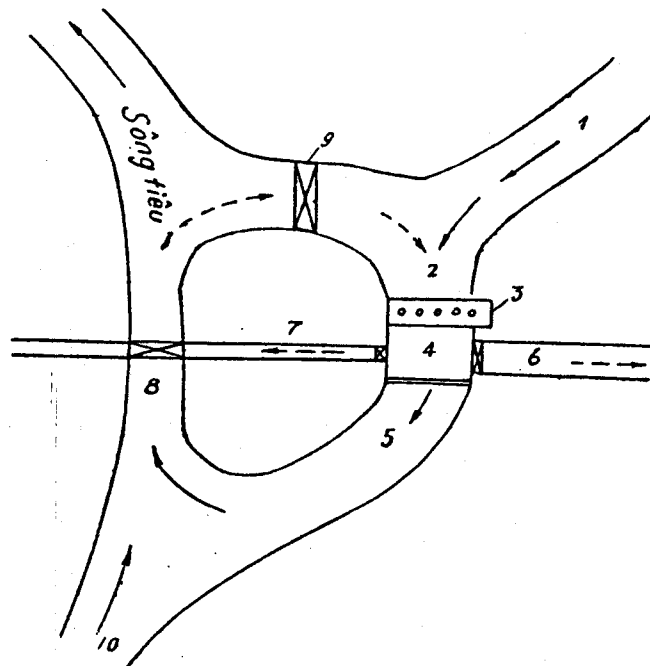
- a) Sơ đồ trạm khi mực nước hai bể tháo chênh lệch nhiều;
- b) Sơ đồ trạm khi mực nước hai bể tháo ít chênh lệch.

Thời đoạn tưới: mở cổng 2 để lấy nước từ sông vào bể hút 3, các van khác trên đường ống rẽ 10 được đóng lại. Nước được bơm lên bể tháo tưới 7 và dẫn vào kênh tưới chính

đến nơi cần tưới. Thời đoạn tiêu nước từ kênh tiêu 4 ra sông: đóng cống 2 và các van 11, mở các van 10, nước từ kênh tiêu 4 về bể hút 3 và được bơm vào bể tháo tiêu 8, mở cửa tháo 9 để dẫn nước tiêu ra sông. Hình thức bố trí này được áp dụng khi lưu lượng của trạm bơm nhỏ, khi lưu lượng lớn thì đường kính các đường ống 10 và 11 sẽ phải lớn, yêu cầu các cửa van khóa phải lớn làm phức tạp và việc điều khiển van sẽ khó khăn nhiều hơn. Mặt khác khi lưu lượng tiêu lớn hơn lưu lượng tưới nhiều thì phải bố trí thêm một số máy bơm tiêu riêng, như vậy việc kết hợp chỉ có được ở một số hạng mục công trình còn hiệu quả sử dụng máy sẽ giảm thấp, tính ưu việt của loại hình tưới tiêu kết hợp bị giảm.

Hình 8 - 14,b trình bày sơ đồ bố trí và hoạt động của trạm bơm tưới tiêu kết hợp khi mực nước yêu cầu ở hai bể tháo tưới và tiêu chênh lệch nhau rất ít (dưới 1 m), trường hợp này có thể dùng tường chắn để dâng mực nước trong bể tháo khi yêu cầu mực nước cao hơn và dùng bể tháo 6 chung cho hai mục đích. Hoạt động của trạm như sau: Thời đoạn tưới: mở cống 2 lấy nước tưới từ sông vào bể hút 3(các cửa van của kênh tiêu 8 và van 9 của kênh tháo tiêu ra sông đã bị đóng) và được bơm lên bể tháo chung 6, theo kênh dẫn 7 đưa đi tưới. Thời đoạn tiêu nước: đóng các cống lấy nước tưới 2 và kênh tháo tưới 7, mở cửa van kênh tiêu 8 đưa nước về bể hút 3, bơm nước lên bể tháo chung 6 và dẫn nước tiêu ra sông qua cửa tháo 9 đã mở.

Hình 8 - 15 trình bày sơ đồ bố trí trạm bơm tưới tiêu kết hợp ở vùng bắc sông Đuống



Hình 8 - 15. Sơ đồ khác về bố trí trạm bơm tưới tiêu kết hợp.

1- kênh tiêu; 2- bể hút; 3- nhà máy bơm; 4- bể tháo; 5- kênh tháo tiêu; 6- kênh tưới nam; 7- kênh tưới bắc; 8- cầu máng; 9- cống lấy nước tưới; 10- kênh dẫn lấy nước tưới.

D. TRẠM BƠM CẤP NƯỚC NÔNG THÔN

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

- Phân theo vị trí tuyến bơm nước: Trạm bơm nâng đầu nút I, trạm bơm nâng chuyển tiếp II và các trạm bơm nâng tiếp theo.

- Phân theo công dụng của trạm: Trạm bơm cấp nước uống trang trại, trạm bơm cấp nước sản xuất;

- Phân theo đặc điểm công nghệ: Trạm bơm bờ sông, trạm bơm lòng sông;

- Phân theo đặc điểm kết cấu: Trạm bơm tách riêng, trạm bơm kết hợp.

Đặc điểm của trạm bơm cấp nước nông thôn là thời gian làm việc tiến hành cả năm.

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

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

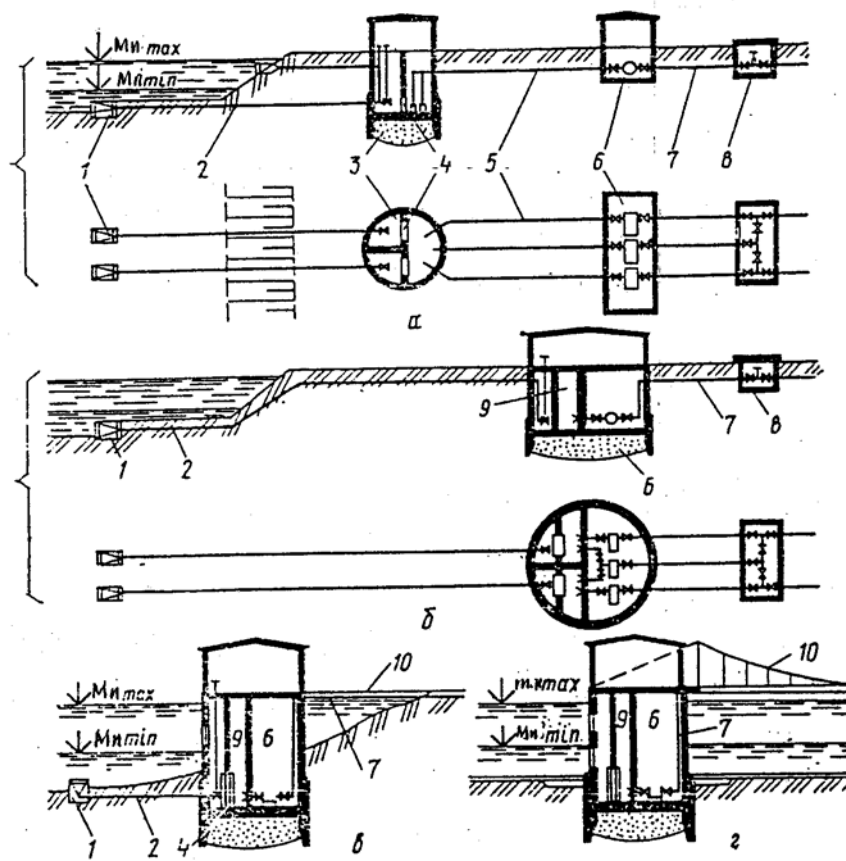
Đảm bảo yêu cầu vệ sinh cao. Xung quanh trạm bơm cần bảo đảm vệ sinh, bên trong nhà máy cần có các công trình vệ sinh và bố trí các phòng cho nhân viên trực ban nghỉ.

Cần có mức tự động hóa cao;

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

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

I. Lấy nước từ nguồn nước mặt



Hình 8 - 16. Các sơ đồ trạm bơm đầu nút của trạm bơm cấp nước nông thôn.

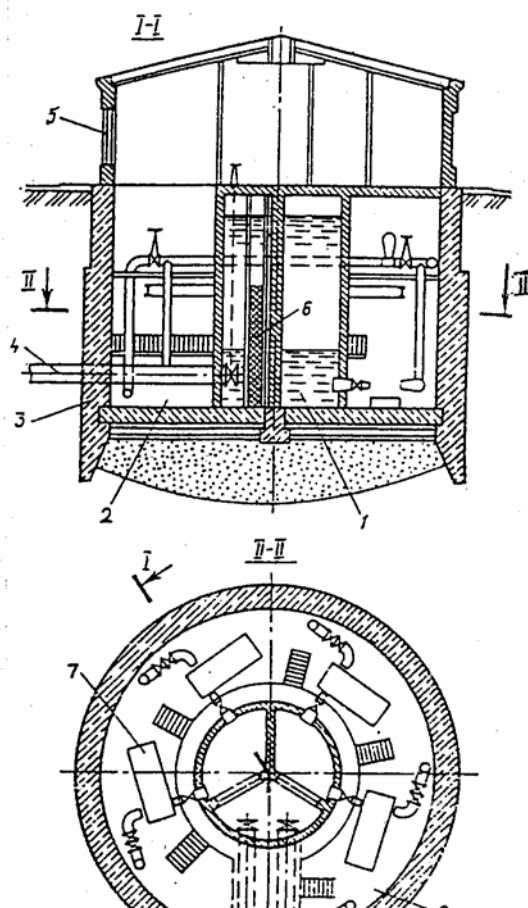
a, , , - nhà máy bơm tương ứng: đứng tách riêng, kết hợp với giếng bờ, nằm trong vùng giếng bờ, kiểu lòng sông : 1- đầu nút ngập; 2- ống tự chảy (hoặc xi phông); 3- giếng bờ 4- hai dây lưới phẳng; 5,7 - ống hút và ống đẩy; 6- nhà máy bơm; 8,9- buồng cửa van và ngăn hút; 10 - cầu công tác.

Công trình lấy nước của trạm bơm nâng đầu nút I được xây dựng trên nền đất yếu bảo hòa nước đặt ở bãi bồi sông và hồ chứa khi mực nước giao động lớn rất phức tạp trong việc bố trí (xem Hình 8 - 16).

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

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

Nhà máy của trạm bơm đặt ở lòng sông hoặc trong bãi bồi ngập nước thường được làm ở dạng giếng chìm (xem Hình 8 - 16).



Hình 8 - 16. Kết cấu công trình lấy nước đầu nút kết hợp trạm nâng I
 1- giếng lấy nước; 2- buồng bơm; 3- tường giếng chìm; 4- ống dẫn tự chảy; 5- phần trên;
 6- lưới mịn lọc nước; 7- máy bơm chính.

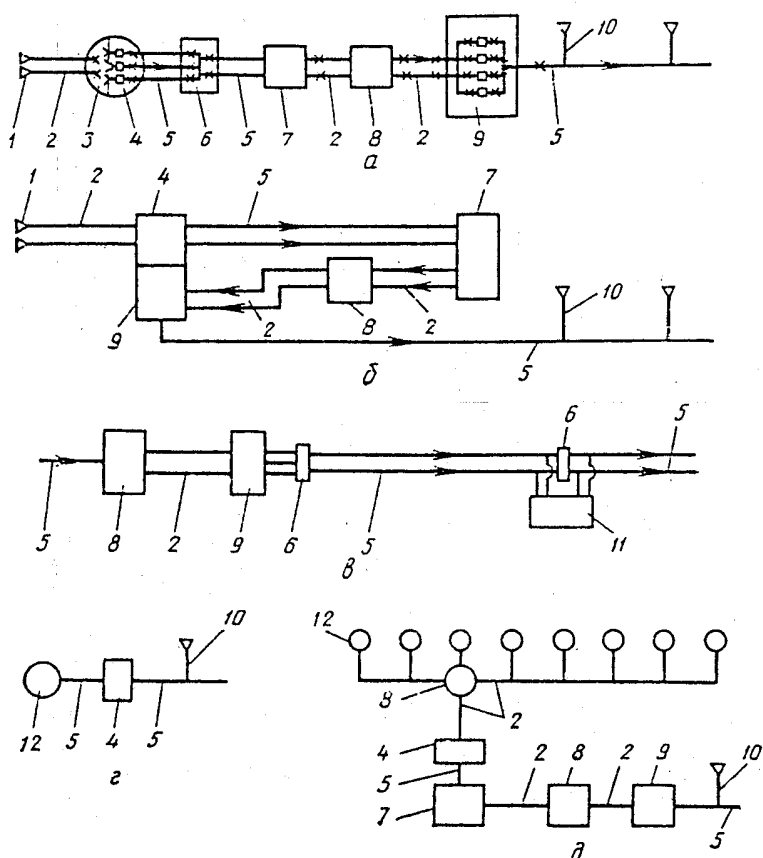
Để đảm bảo việc cấp nước không bị phá hoại, khi thiết kế trạm bơm cần chú ý đến:

- Việc phân đoạn của công trình lấy nước (số lượng các đoạn làm việc độc lập của công trình lấy nước, tuyến tự chảy và các phân đoạn lưới của giếng bờ không được nhỏ hơn hai);

- Đối với công trình cấp 1, xây dựng hai công trình lấy nước với hai cách lấy nước khác nhau .

Các sơ đồ trạm bơm nâng chuyển nước II đơn giản hơn trạm bơm dâng đầu nút I.

Sơ đồ tổng hợp giữa công trình lấy nước và làm sạch nước khi bố trí kiểu nhà máy tách rời của trạm bơm I và II được trình bày ở Hình 8 - 17,a.Trạm bơm nâng I bơm nước



Hình 8 - 17. Các sơ đồ tổng hợp công trình của trạm bơm cấp nước nông thôn. a,δ - bố trí tách biệt và kết hợp nhà máy cuat trạm nâng I và II; b- bố trí các công trình của trạm bơm II và III; , ∂ - khi lấy nước ngầm: 1- nút nhận nước; 2- ống dẫn; 3- phần nhận nước của nhà máy trạm nâng I; 4- gian máy; 5- ống áp lực; 6- buồng van; 7- công trình làm sạch nước; 8- dung tích điều tiết; 9,11- nhà máy của trạm nâng II và III; 10- tháp áp lực; 12- lấy nước ngầm (từ hố khoan hoặc giếng lò).

đến công trình làm sạch nước 7, nước sạch đã được khử nhiễm được đưa đến bể nước sạch. Từ bể này, nước sạch được trạm nâng II bơm vào mạng ống áp lực hoặc vào tháp áp lực.

Máy bơm của trạm nâng II còn có thể được đặt trong nhà của trạm bơm nâng I (xem Hình 8 - 17, δ). Nước từ công trình làm sạch quay lại về trạm nâng I. Trang thiết bị của trạm nâng II cũng được đặt trong nhà máy bơm của trạm nâng I.

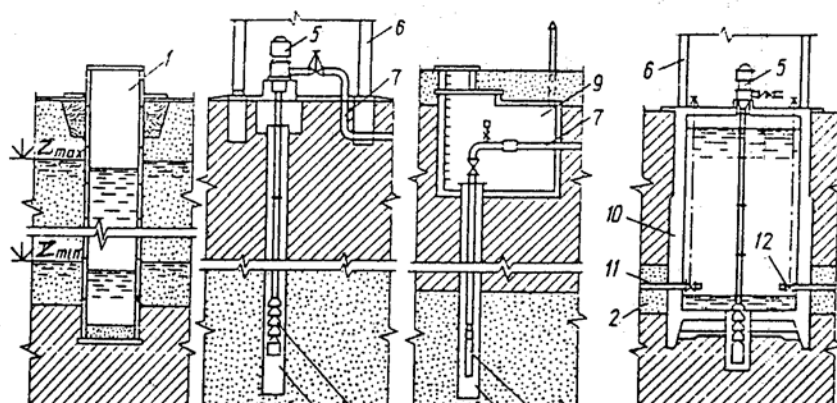
Các sơ đồ công trình của các trạm bơm II và III được chỉ dẫn trên Hình 8 - 17,b. Nhà máy của trạm III được bố trí bên cạnh ống áp lực mà không đặt trực tiếp trên ống, điều này có lợi trong giai đoạn tháo nước nhỏ và tổn thất cột nước nhỏ khi ngắt và cấp nước chỉ một mình trạm nâng II.

II. Lấy nước từ nguồn nước ngầm

Khi thiếu nguồn nước mặt có thể lấy nước ngầm. Nếu chất lượng nước ngầm đúng quy cách nước uống thì không cần phải xử lý nước (xem Hình 8 - 17,). Nếu nước ngầm cần phải xử lý thêm thì trong thành phần công trình của trạm bơm cấp nước nông thôn cần đưa vào công trình xử lý nước (như Hình 8 - 17,∂). Công trình lấy nước ngầm được chia làm các dạng: lấy nước ngang, lấy nước đứng và lấy nước dạng tia:

- Lấy nước ngang: thường được áp dụng khi mực nước ngầm không sâu (đến 5 m) và lớp nước không dày. Cửa lấy nước này gồm những hành lang thu nước hoặc những ống có đục lỗ đặt trong lớp thấm cuội cát, chúng tập trung nước vào giếng thu, trong giếng đặt tổ máy bơm để bơm lấy nước. Các ống thu nước đặt dọc lòng sông hoặc ngang dòng nước ngầm.

- Lấy nước đứng được áp dụng khi lớp nước ngầm sâu hơn 5 m. Thường chúng có dạng giếng lò hoặc hố khoan (xem Hình 8 - 18). Để ngăn ngừa trôi đất, người ta dùng các lưới lọc và dây kim loại quây trong giếng khoan hoặc đổ sỏi trong giếng lò.



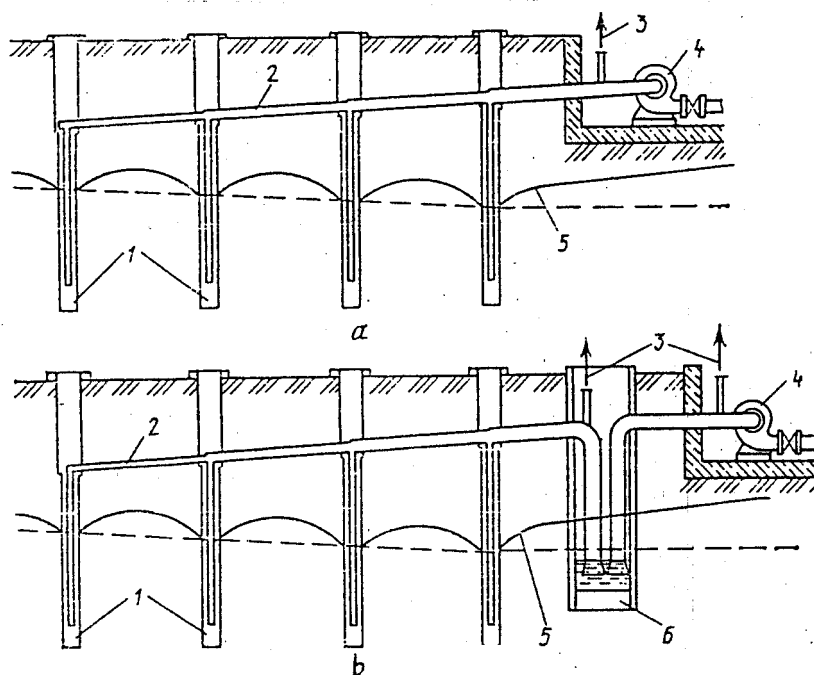
Hình 8 - 18. Các sơ đồ công trình lấy nước ngầm.

a) giếng lò; δ, b) hố khoan đặt bơm nhúng ;) lấy nước dạng tia .

1- giếng lò; 2- đất ngầm nước; 3- giếng khoan; 4- máy bơm giếng phun; 5- động cơ điện
6- gian trên; 7- ống áp lực; 8- máy bơm nhúng; 9,10- giếng ngầm và giếng chìm; 11- ống lọc nằm ngang - tia; 12- van và cần điều khiển van.

Công trình lấy nước đứng có thể gồm từ 1 đến 30 chiếc giếng lò hoặc giếng khoan và thường được bố trí thành tuyến song song với tuyến lỗ lấy nước bờ, đặt vuông góc hoặc tạo một góc với dòng chảy để thu được nước dưới lòng sông hoặc để phân bố đều trên một diện tích nhất định sao cho các giếng không gây hỗn loạn lẫn nhau khi hoạt động.

Hình 8 - 19 thể hiện một hình thức khác về lấy nước đứng từ các giếng khoan. Nước được lấy từ cụm các giếng khoan 1 theo ống tập trung 2 và được bơm 4 bơm đến nơi dùng. Bơm chân không 3 để tạo chân không liên tục trong ống hút của bơm.



Hình 8 - 19. Sơ đồ lấy nước từ các giếng khoan.

- a) Nối ống tập trung nước trực tiếp với ống hút của bơm chính.
- b) Đặt nút cuối ống tập trung nước dưới mực nước thấp nhất của giếng.
 - 1- giếng khoan; 2- ống tập trung nước; 3- đến bơm chân không;
 - 4- bơm chính; 5- mực nước động; 6- giếng góp.

- Lấy nước dạng tia, thông thường được áp dụng để lấy nước ngầm từ những lớp nước mỏng trong trường hợp khoan số lượng lớn giếng khoan là không kinh tế. Loại tia thường được làm từ dạng giếng lò 10 thông thường hoặc giếng chìm, các giếng này được sử dụng làm giếng tập trung nước (xem Hình 8 - 18,). Theo hướng bán kính của giếng tập trung đặt các ống lọc nước nằm ngang 11 cắm sâu vào đất thấm chứa nước. Nước thu được từ các ống này được tập trung về giếng tập trung và được bơm lên .

Chương IX. CÁC THIẾT BỊ CƠ ĐIỆN CHÍNH CỦA TRẠM BƠM

A. THÀNH PHẦN THIẾT BỊ CHÍNH VÀ YÊU CẦU ĐỐI VỚI MÁY BƠM.

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

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

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

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

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

- Đảm bảo cấp đủ lưu lượng nước theo biểu đồ đã định trong suốt mùa với mức an toàn và kinh tế cao;
- Làm việc với hiệu suất cao trong mọi chế độ làm việc;
- Có kích thước và khối lượng nhỏ nhất;
- Có khả năng phòng chống khí thực tốt nhất để cao trình đặt máy bơm cho phép việc xây dựng trạm bơm với chi phí nhỏ nhất;
- Tiện lợi trong lắp đặt và vận hành, dễ sửa chữa;
- Có khả năng chống được nước xâm thực;
- Máy bơm đã được sản xuất hàng loạt nhằm giá rẻ và tiến độ lắp ráp nhanh.

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

B. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ VÀ CHỌN MÁY BƠM CHÍNH.

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

I. Tính toán các cột nước.

1. Cột nước thiết kế H_{tk}

Cột nước thiết kế của máy bơm cũng chính là cột nước của trạm bơm, nó được xác định bằng tổng của chiều cao bơm nước địa hình bình quân (H_{bqdh}) và tổn thất cột

nước từ bể hút đến bể tháo (gồm tổn thất cục bộ h_{cb} và tổn thất dọc đường h_d):

$$H_{tk} = H_{bqdh} + h_{cb} + h_d \quad (9 - 1)$$

Trong công thức (9 - 1), các thành phần cột nước tính như sau:

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

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

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

từ đây rút ra cột nước bình quân gia quyền địa hình:

$$H_{bqdh} = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i \cdot H_i \cdot t_i)}{\sum_{i=1}^n (Q_i \cdot t_i)} \quad (9 - 2)$$

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

Các trị số cột nước địa hình H_i là hiệu số mực nước ở bể tháo và mực nước bể hút, do vậy nó phụ thuộc vào chế độ mực nước trong hai bể. Cụ thể:

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

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

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

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

- Nếu trạm bơm tiêu triệt để, nghĩa là tiêu hết toàn bộ nước trong khu tiêu, thì mực nước lớn nhất trong kênh tiêu đến nhà máy phải được ấn định để tiêu hết khu tiêu, mực nước thay đổi phụ thuộc vào trị số lưu lượng được tải trong kênh . Nếu trước trạm

bơm có xây bể điều tiết thì mực nước trong bể hút sẽ do khả năng điều tiết của bể quyết định. Tuy nhiên việc xây bể điều tiết phải thông qua tính toán kinh tế mà quyết định.

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

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

$$H_{bqdh} = (H_{dhmax} + H_{dhmin}) / 2 \quad (9-3)$$

Công thức (9-3) cũng còn được dùng khi giao động mực nước hai bể nhỏ hơn 2 m.

2. Cột nước lớn nhất và nhỏ nhất

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

Cột nước lớn nhất được tính theo công thức:

$$H_{max} = H_{dh.max} + h_{cb} + h_d \quad (9-4)$$

Cột nước nhỏ nhất được tính theo công thức:

$$H_{min} = H_{dh.min} + h_{cb} + h_d \quad (9-5)$$

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

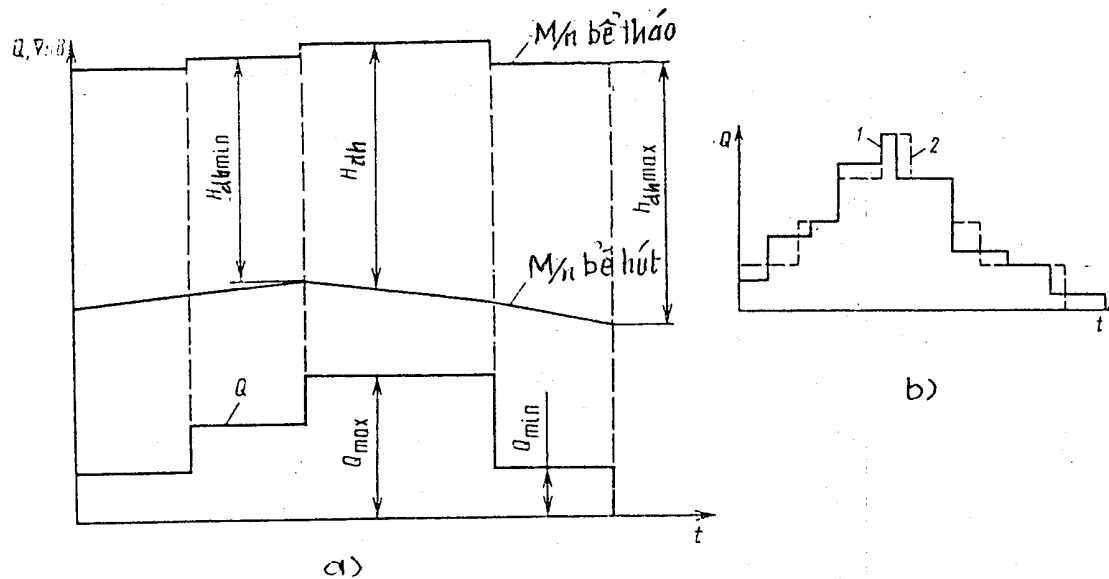
$$H_{dh.max} = Z_{bt.max} - Z_{bh.min}$$

$$H_{dh.min} = Z_{bt.min} - Z_{bh.max}$$

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

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

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



Hình 9 - 1. Các dạng biểu đồ yêu cầu nước $Q - t$.

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

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

Nếu biểu đồ lưu lượng yêu cầu có dạng bậc thang và lưu lượng của các bậc đều là bội (số nguyên) của lưu lượng $Q_{\min}$ nào đó (như Hình 9 -1, a) thì Q_{tk} lấy bằng $Q_{\min}$ ($Q_{tk} = Q_{\min}$). Trường hợp $Q_{\min}$ này quá lớn, vượt quá lưu lượng của máy bơm đã sản

xuất, ta có thể chia $Q_{\min}$ cho 2, 3 .. cho phù hợp và lúc này $Q_{tk} = \frac{Q_{\min}}{2}, \frac{Q_{\min}}{3}, \dots$ và số lượng máy bơm trường hợp này là $a = \frac{Q_{\max}}{Q_{tk}}$. Với số lượng máy bơm chọn được thì

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

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

$$Q_{tk} = \frac{Q_{\max}}{a} \quad (9 - 6)$$

Biểu đồ yêu cầu dùng nước (hoặc tiêu nước) đã cho tương ứng với lưu lượng Q_{tk} được tính theo công thức (9 - 6) được xây dựng lại thành sơ đồ bậc sao cho giữ được dung tích tổng của lượng nước cần (ứng với đường 1) bằng dung tích tổng mà bơm cung cấp được (ứng với đường 2), nghĩa là $\Sigma Q_{\text{yêu cầu}} \cdot \Delta t = \Sigma Q_{\text{bơm}} \cdot \Delta t$. Cách chọn lưu lượng thiết kế và số máy theo (9 - 6) mới thỏa mãn được yêu cầu về lưu lượng lớn nhất và yêu cầu về tổng lượng nước yêu cầu mà chưa bảo đảm về mặt lưu lượng của từng giai đoạn (từng bậc) tưới. Do vậy cần dựa vào biểu đồ yêu cầu, so sánh giữa yêu cầu lưu lượng và khả năng bơm của từng giai đoạn để điều chỉnh máy bơm làm việc sau này, chú ý đến việc chạy máy bảo đảm hiệu suất cao và đảm bảo năng suất cây trồng.

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

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

Chọn phương án số tổ máy cuối cùng phải thông qua tính toán và so sánh các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật của các phương án số máy. Khi tính toán kinh tế thường các công trình ngoài nhà máy ít thay đổi như : bể tháo, ống dẫn, kênh dẫn ..v.v.. nên có thể không cần đưa vào tính đầu tư phương án. Thường dùng phương pháp hoàn vốn chênh lệch để so sánh : $T_{hv} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} \leq [T_{hv}] = 8 \dots 10$ năm, mà chúng ta đã biết. Trong công thức

này K_1, K_2 là vốn đầu tư có bản của phương I và phương án II. C_1, C_2 là tổng chi phí quản lý hàng năm của phương án I và II, bao gồm: tiền trích ra để sửa chữa công trình và thiết bị hàng năm, tiền chi phí năng lượng hàng năm, tiền lương hàng năm của biên chế cán bộ quản lý trạm, tiền chi phí vật liệu bôi trơn, lau chùi máy móc, tiền chi phí hành chính quản trị và các chi phí khác.

III. Chọn máy bơm chính

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

1. Máy bơm do Việt Nam chế tạo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. Máy bơm chế tạo tại Liên Xô cũ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Máy bơm song hướng trục đứng. Kí hiệu dãy số đầu và cuối theo cách trên còn chữ H CB là bơm li tâm song hướng trục đứng.

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

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

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

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

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

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

Ví dụ **OΠ6 - 87**, nghĩa là máy bơm hướng trục cánh quay trục đứng, số hiệu BXCT là 6 và đường kính BXCT là 87 cm.

3. Tài liệu tra cứu máy bơm và cách chọn máy bơm.

Nhà máy chế tạo máy bơm công bố sản phẩm máy bơm mà họ đã chế tạo bằng bảng liệt kê hoặc bằng các biểu đồ sản phẩm. Dựa vào cột nước và lưu lượng thiết kế, khách hàng có thể tra tìm máy bơm mà mình muốn dùng. Sau đây trình bày tài liệu ở dạng bảng và biểu đồ sản phẩm đã được công bố và cách sử dụng chúng để chọn máy bơm.

Bảng tra máy bơm công xôn và hỗn lưu.

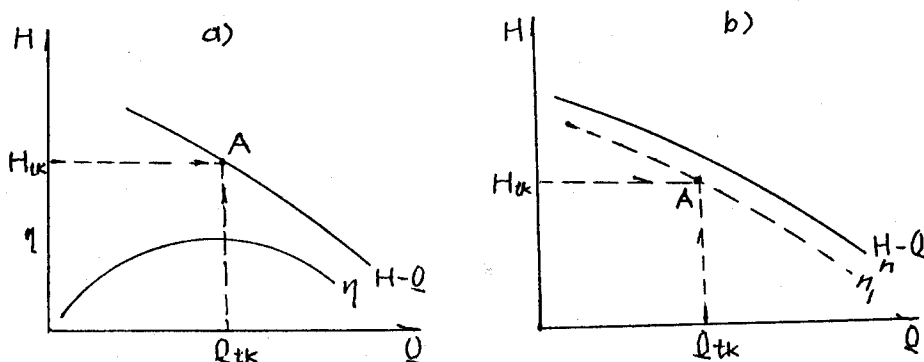
Kí hiệu bơm	Thông số kỹ thuật và kích thước cơ bản					
	Q (m ³ /h)	H (m)	n (v/ph)	Nđ/cơ (kW)	Dhút (mm)	Dxả (mm)
LT 400 - 16	300 - 400	20 - 16	960	30	250	200
LT 450 - 16	300 - 500	17,5 - 15	1460	33	200	200
LT 500 - 50	500	50	1450	100	250	200
HL 800 - 9	700 - 1000	9,5 - 7	960	30	300	300
HL 900 - 9	750 - 1000	9,5 - 7	980	33	300	300
HL 1000 - 12	800 - 1200	15 - 7,8	1450	55	300	300

Chọn kiểu máy bơm tùy thuộc vào lưu lượng, cột nước thiết kế (Q_{tk} , H_{tk}) và loại chất lỏng cần bơm, ở đây chất lỏng cần bơm là nước, và các yếu tố khác. Bơm được chọn phải làm việc ổn định, hiệu suất cao, trong mọi chế độ làm việc với giao động lưu lượng từ nhỏ nhất đến lớn nhất không phát sinh khí thực. Trạm bơm có máy bơm được chọn cần phải thỏa mãn biểu đồ yêu cầu tưới (hoặc tiêu nước).

Khi lưu lượng thiết kế của máy bơm $Q_{tk} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$ thường máy bơm li tâm trục ngang được ưa dùng vì tính an toàn cao, kết cấu đơn giản và nhẹ.

Trong các bảng tra, đối với mỗi kiểu máy bơm đều có đặc tính gốc $H - Q$ mà theo đó khi có Q_{tk} và H_{tk} ta dễ dàng xác định nhãn hiệu và vòng quay của trục máy bơm cũng như các thông số về đường kính nối ống hút, ống đẩy, công suất động cơ điện cần có để kéo bơm. Ví dụ ta cần chọn máy bơm làm việc với $Q_{tk} = 500 \text{ m}^3/\text{h}$ và cột nước $H_{tk} = 50 \text{ m}$, tra bảng trên ta chọn loại bơm li tâm công xôn nhãn hiệu LT 500 - 50, có số vòng quay $n = 1450 \text{ v/ph}$, công suất động cơ $N_d/\text{cơ} = 100 \text{ kW}$...

Trên biểu đồ sản phẩm mỗi nhãn hiệu máy bơm, ví dụ bơm công xôn K (KM), có một hình chữ nhật cong tương ứng (xem Hình 9 - 2). Cạnh cong trên và dưới của hình chữ nhật cong là các đường đặc tính cột nước $H - Q$ của máy bơm vẽ với các đường kính BXCT cho phép lớn nhất và nhỏ nhất. Các cạnh bên của hình là lưu lượng giới hạn mà máy bơm có thể làm việc với hiệu suất cao (thường lớn hơn hoặc bằng $0,9 \eta_{\max}$) và bảo đảm an toàn. Khi biết lưu lượng và cột nước thiết kế, ví dụ $Q_{tk} = 45 \text{ m}^3/\text{h}$ và $H_{tk} = 13,5 \text{ m}$, ta tra được điểm A nằm trong hình chữ nhật cong của nhãn hiệu 3K- 13 có $n = 2900 \text{ v/ph}$. Nhãn hiệu máy bơm vừa chọn (ví dụ 3K- 13) có đường đặc tính của nó, từ Q_{tk} và H_{tk} ta đóng tìm được điểm A trên đường đặc tính $H - Q$. Nếu điểm A nằm đúng trên đường $H - Q$ thì máy bơm được chọn với vòng quay đã có đảm bảo hiệu suất cao (xem Hình 9 - 4, a). Nếu điểm A nằm ngoài $H - Q$, ta cần đóng tương ứng trên đường đặc tính $\eta - Q$ để kiểm tra xem nếu bơm vẫn sử dụng vòng quay đó thì hiệu suất có đảm bảo $\eta \geq 0,9 \eta_{\max}$ hay không (xem Hình 9 - 4, b), nếu hiệu suất thấp thì cần tính vòng quay mới hoặc gọt BXCT (nếu là bơm li tâm tỷ tốc vừa và thấp). Cách tính lại n_1 và vẽ lại các đường đặc tính mới như đã trình bày ở chương IV. Trường hợp nếu điểm A không nằm



Hình 9 - 4. a- Điểm A nằm trên đường $H - Q$; b- Điểm A nằm ngoài đường $H - Q$.

trong một hình chữ nhật cong nào cả, nghĩa là không có máy bơm nào được chế tạo thỏa mãn Qtk và Htk mà ta cần. Trường hợp này cần đặt hàng chế tạo máy bơm mới hoặc cũng có thể chọn máy bơm nào đó nằm gần điểm A, lấy các đường đặc tính của máy bơm này (coi nó là máy bơm mẫu) rồi dựa vào đó tính ra vòng quay mới tương ứng với Qtk và Htk, rồi vẽ lại các đường đặc tính mới, như đã biết ở chương IV.

Biểu đồ sản phẩm của máy bơm hướng trục O và OII có dạng phức tạp hơn so với của bơm li tâm (xem Hình 9 - 3). Đường đặc tính cột nước yêu cầu H - Q của điểm A với tọa độ Qtk, Htk có thể nhận được bằng cách chọn góc quay cánh φ của BXCT (xem Hình 3 - 12, chương III). Không cho phép gọt BXCT của loại máy bơm này.

Tóm lại nội dung chọn máy bơm chính như sau:

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

C. ĐỘNG CƠ ĐIỆN KÉO MÁY BƠM VÀ CHỌN ĐỘNG CƠ ĐIỆN

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

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

Động cơ điện được sử dụng rộng rãi trên trạm bơm do tính ưu việt của nó so với các loại truyền động khác: khối lượng xây lắp được giảm nhỏ, nền móng và thiết bị truyền năng lượng từ động cơ đến máy bơm đơn giản hơn (trực động cơ và trực máy bơm có thể được nối qua khớp nối trực), dễ tự động hóa khi khởi động hoặc dừng máy, chi phí vận hành nhỏ, điều kiện làm việc tốt nhất, gian máy sạch sẽ ..v.v...

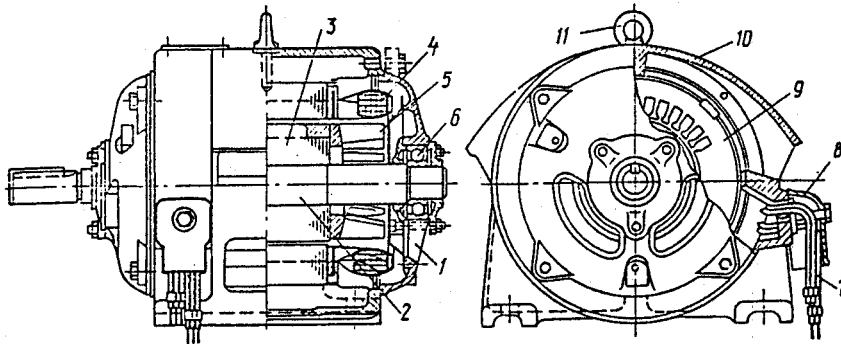
Trong trạm bơm thường sử dụng động cơ điện xoay chiều ba pha dị bộ và đồng bộ.

I. Động cơ điện dị bộ

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

Số đôi cực	Động cơ điện		Số đôi cực	Động cơ điện	
	Dị bộ	Đồng bộ		Dị bộ	Đồng bộ
1	2900	3000	5	585	600
2	1450	1500	6	485	500
3	960	1000	8	368	375
4	730	750	10	290	300

Động cơ dị bộ có hai loại là động cơ rô to ngắn mạch (còn gọi là động cơ lồng sóc) và động cơ quấn dây. Động cơ rô to ngắn mạch (xem Hình 9 - 5) so với động cơ quấn dây thì có kết cấu đơn giản hơn, kích thước và khối lượng nhỏ hơn, giá thành rẻ hơn. Nó có thể được đấu trực tiếp vào mạng điện qua cầu giao đơn giản hoặc điều khiển từ xa bằng khởi động từ. Tuy nhiên cần thấy rằng khi đấu trực tiếp động cơ này vào mạch thì dòng điện mở máy tăng 5 ... 7 lần so với dòng điện định mức, và điều này gây bất lợi đối với các hộ dùng điện khác cùng mạng. Động cơ rô to ngắn mạch có thể trực đứng hoặc trục ngang.



Hình 9 - 5. Cấu tạo động cơ điện dị bộ rô to ngắn mạch.

1- cửa nhận không khí; 2- trục; 3- rô to; 4- cuộn dây; 5- nắp thông gió; 6- ổ hướng; 7- dây ra của stator; 8- nắp bảo vệ đầu dây ra; 9- phần tĩnh ép vào giá đỡ; 10- giá đỡ bằng gang; 11- vòng để móc nâng hạ.

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

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

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

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

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

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

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

- Loại lớn (có công suất lớn hơn 300 kW). Động cơ dị bộ loại lớn Liên Xô chế tạo có các loại: AMCO là loại động cơ kiểu ngắn mạch, loại Φ AMCO là loại động cơ dị bộ kiểu quấn dây. Loại động cơ lớn này có điện áp 3000 V và 6000 V. Loại BAH là động cơ dị bộ trục đứng. Kí hiệu loại động cơ này như sau: Sau chữ BAH lần lượt là cỡ thân máy, cỡ chiều cao lõi thép từ, số cực từ. Ví dụ **BAH 14 - 49 - 6** là động cơ dị bộ trục đứng có cỡ thân máy là 14, cỡ chiều cao lõi thép từ là 49 và có 6 cực từ.

II. Động cơ điện đồng bộ

Động cơ điện đồng bộ là động cơ có số vòng quay của rô to bằng số vòng quay của từ trường stator. Khi động cơ kéo máy bơm có công suất lớn hơn 200 kW và làm việc trong thời gian dài liên tục thì thường dùng động cơ điện đồng bộ để kéo. Số đôi cực p và tần số tiêu chuẩn $f = 50$ Hz quyết định số vòng quay của động cơ: $n = 60f / p$.

Kết cấu của động cơ đồng bộ (xem Hình 9 - 6) phức tạp hơn kết cấu của động cơ dị bộ. Từ thông trong động cơ đồng bộ được tạo thành do bộ kích từ riêng, đó là một máy phát một chiều nhỏ. Để đưa động cơ điện vào làm việc, rô to cần phải quay với vòng quay gần với vòng quay từ trường của stator. Bởi vậy rô to của phần lớn các động cơ điện đồng bộ có đặt cuộn ngắn mạch khởi động phụ, tương tự như cuộn dây rô to của động cơ dị bộ.

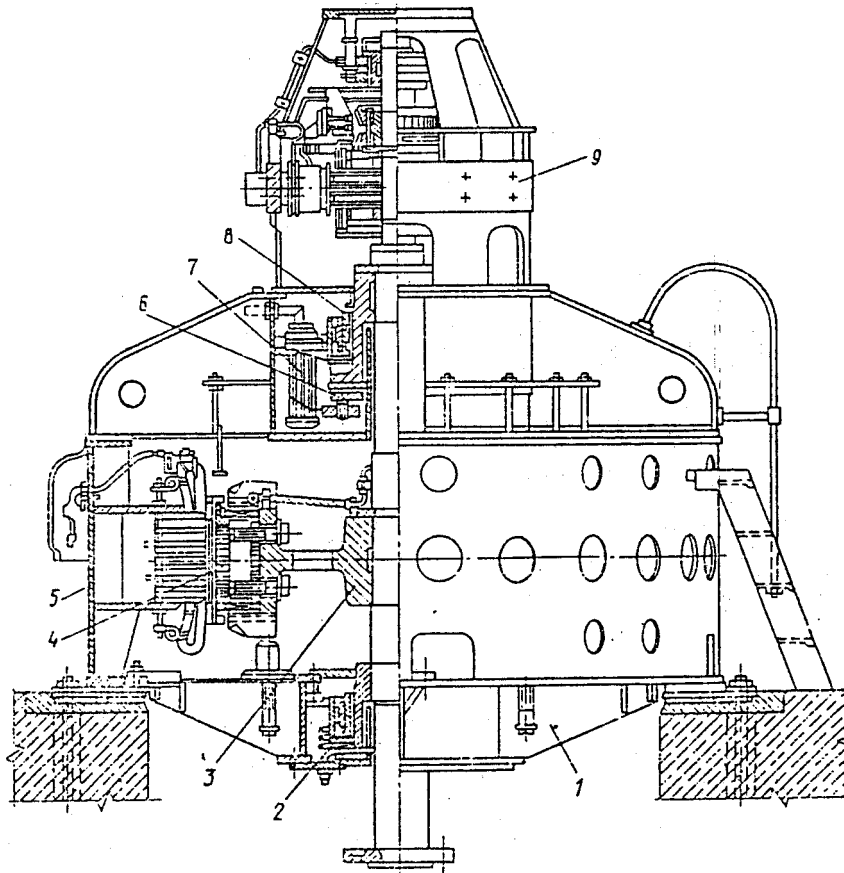
Động cơ điện đồng bộ có điện áp 3.000 V, 6.000 V, 10.000 V và hơn. Liên Xô đã chế tạo loại động cơ đồng bộ loại MC, B, B C, BC H ..v.v...

Loại B C (xem Hình 9 - 6 trang sau) có kí hiệu như sau: B là động cơ trục đứng, chữ là động cơ, chữ C là đồng bộ, dãy số tiếp theo là đường kính stator (cm), dãy số sau dấu gạch chéo là chiều cao lõi thép từ (cm), chữ số sau gạch ngang là số cực từ. Loại động cơ này hiện nay đã chế tạo có công suất đạt đến 200.000 kW.

Ví dụ **B C 325 / 44 - 16** là động cơ điện đồng bộ trục đứng có đường kính stator là 325 cm, chiều cao lõi thép từ là 44 cm, có 16 cực từ (8 đôi cực).

Loại BC H là loại động cơ đồng bộ trục đứng dùng cho máy bơm nước. Kí hiệu các số sau dãy chữ lần lượt là: cỡ thân máy, dãy số tiếp sau gạch ngang là cỡ chiều cao lõi

thép từ, con số sau gạch ngang cuối là số cực từ. Ví dụ **BC H 15 - 31 - 8** là động cơ điện đồng bộ trục ngang cỡ thân máy là 15, cỡ chiều cao lõi thép từ là 31 và có 8 cực từ.



Hình 9 - 6. Cấu tạo của động cơ điện đồng bộ B C- 325/44 - 16.

1- giá đỡ dưới; 2,8 - ổ trục định hướng ; 3- rô to; 4- cực từ; 5- stator; 6- ổ đỡ;
7- thiết bị làm nguội; 9 - kích từ.

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

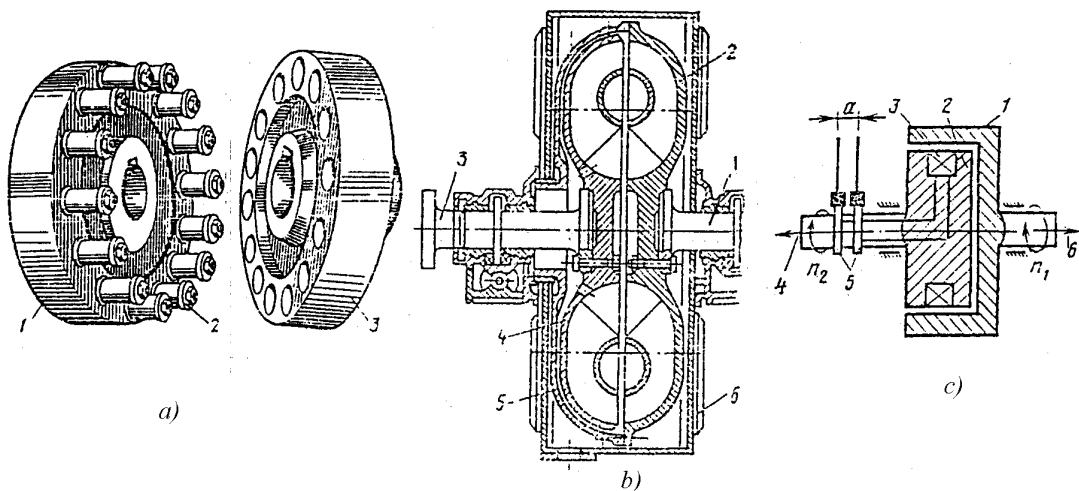
- Có khả năng làm việc với hệ số công suất ($\cos\varphi$) đạt tới 1, do vậy nâng cao được hệ số công suất của mạng và tạo khả năng sử dụng điện kinh tế;
- Hệ số công suất không phụ thuộc vào vòng quay định mức của rô to;
- Động cơ làm việc ổn định khi điện áp trong mạng giao động;
- Góp phần tăng hệ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

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

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

1. Khớp nối đĩa (Hình 9- 7,a).

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



Hình 9 - 7. Các loại khớp nối trục động cơ và trục máy bơm.

a- khớp nối đĩa; b- khớp nối thủy lực; c- khớp nối điện từ.

2. Khớp nối thủy lực (Hình 9 - 7,b):

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

thuộc vào mức độ trượt. Nếu mức độ trượt là 2 ... 3 % thì hiệu suất của khớp thủy lực đạt 0,96 ... 0,98, khi mức độ trượt lớn hơn 50% thì hiệu suất khớp nối giảm đến 0,6.

3. Khớp nối điện từ (Hình 9 - 7,c):

Khớp nối điện từ được dùng cũng giống điều kiện của khớp nối thủy lực. Cấu tạo của nó gồm phần cảm 2 được gắn với trục máy bơm và phần ứng 1 gắn với trục động cơ. Khi dòng điện một chiều qua vòng tiếp xúc 5 dẫn vào cuộn kích thích 3 thì giữa phần ứng 1 và phần cảm 2 xuất hiện quan hệ điện từ. Quan hệ này làm cho phần cảm phải quay theo vòng quay của phần ứng với một mức độ trượt nào đó. Khi dòng điện thay đổi đều đặn thì mức độ trượt cũng thay đổi đều đặn và do vậy cũng làm cho vòng quay của máy bơm thay đổi. Ưu điểm chính của khớp nối điện từ là đơn giản cho việc điều khiển, sửa chữa và công việc dự phòng, các chi tiết ít bị mòn, có khả năng điều khiển từ xa và tự động hóa. Nhược điểm của nó là khối lượng và kích thước của nó lớn, khi nhiệt độ môi trường thay đổi thì làm việc kém ổn định. Hiệu suất của khớp nối này phụ thuộc vào mức độ trượt của phần cảm.

4. Truyền động bằng đai truyền.

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

5. Truyền động bánh răng (bộ biến tốc).

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

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

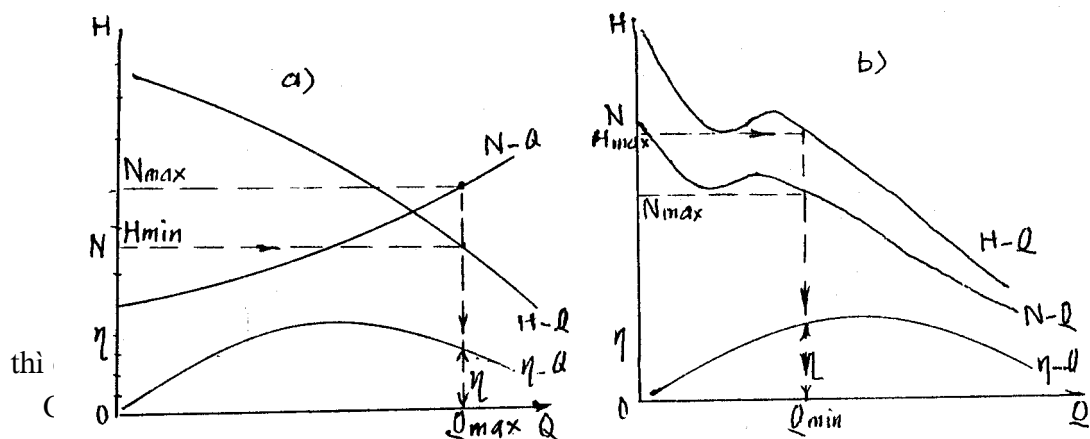
IV. Chọn động cơ điện cho máy bơm.

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

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

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

Trong đó: Q, H, η là lưu lượng (m³/s), cột nước (m) và hiệu suất máy bơm lấy với công suất yêu cầu lớn nhất. Đối với máy bơm li tâm tỉ tốc vừa và nhỏ thì công suất lớn nhất xảy ra khi Q = Q_{max} và H = H_{min} (Hình 9 - 8,a) . Đối với máy bơm hướng trục



Trong đó: η_{td} là hiệu suất truyền động. Lấy $\eta_{td} = 1$ với khớp nối đĩa.

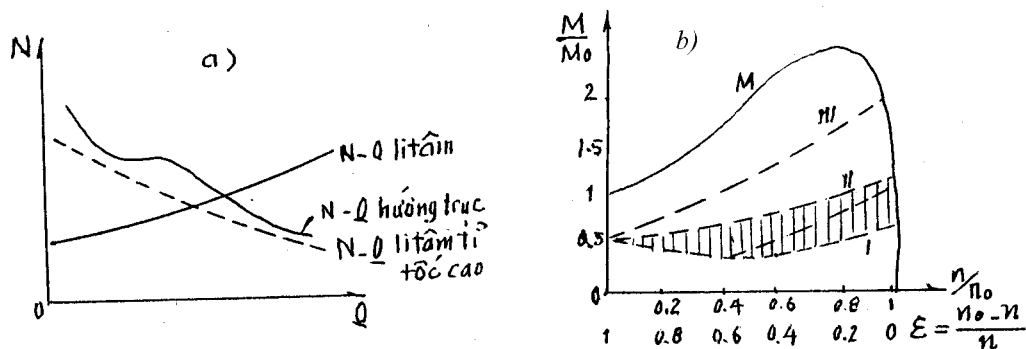
k là hệ số an toàn công suất, lấy theo bảng sau:

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

Có thể tham khảo thêm tài liệu của Liên Xô cũ: Khi $N_{dc} \leq 20$ kW thì $k = 1,25$; khi $N_{dc} = 21 \dots 50$ kW thì $k = 1,21$; khi $N_{dc} = 51 \dots 300$ kW thì $k = 1,15$; khi $N_{dc} > 300$ kW thì $k = 1,1$.

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

Ngoài việc chọn động cơ theo công suất và vòng quay đã nêu trên, khi chọn động cơ điện còn phải xét đến vấn đề khởi động của từng loại máy bơm mà động cơ kéo. Từ đường N - Q của máy bơm (xem Hình 9 - 9,a) ta thấy rằng: bơm li tâm tỉ tốc vừa và thấp khi khởi động (khi Q nhỏ) thì có công suất yêu cầu thấp; còn bơm li tâm tỉ tốc cao



Hình 9 - 9. So sánh đường đặc tính công suất các loại bơm.

a - Dạng đường $N - Q$ của các loại máy bơm khác nhau.

b - Biểu đồ thay đổi công suất động cơ khi khởi động.

và bơm hướng trục khi khởi động (Q nhỏ) thì công suất rất lớn. Như vậy bơm hướng trục và bơm li tâm tỉ tốc cao ($n_s > 300$ v/ph) phải có công suất khởi động lớn, cần phải rất chú ý vấn đề khởi động khi chọn động cơ điện cho hai loại máy bơm này.

Trong mọi trường hợp, mô men quay do động cơ tạo ra phải luôn lớn hơn mô men cản khi máy bơm làm việc, nhất là khi mở máy. Giá trị của các mô men này có thể tra được trong các bảng tra động cơ. Xét khái quát về các loại động cơ điện ta thấy (xem Hình 9 - 9,b): Trục tung biểu thị tỷ số giữa mô men và mô men định mức (M/M_0), trục hoành biểu thị tỉ số vòng quay và vòng quay định mức (n/n_0) đồng thời cũng biểu thị độ trượt $\varepsilon = (n_0 - n) / n_0$, khi khởi động thì $\varepsilon = 1$, khi vòng quay đạt đến vòng quay định mức thì $\varepsilon = 0$. Từ biểu đồ trên Hình 9 - 9,b ta thấy:

- Đối với máy bơm li tâm sử dụng động cơ dị bộ rô to ngắn mạch. Khi khởi động nếu đóng kín van ống đẩy thì mô men cản diễn biến theo đường I và cao nhất chỉ chiếm 0,35 ... 0,5 mô men định mức. Nếu lúc khởi động mở hết van ống đẩy thì mô men cản diễn biến theo đường II và cũng chỉ đạt đến bằng mô men định mức. Đối với bơm li tâm tỉ tốc cao, công suất khi $Q = 0$ xấp xỉ công suất định mức do vậy đường diễn biến của nó cũng tương tự đường II. Điều này cho thấy đối với máy bơm li tâm nói chung nếu dùng động cơ điện dị bộ rô to ngắn mạch thì vấn đề khởi động không có gì đáng ngại.

- Đối với máy bơm hướng trục, nếu có dùng van ống đẩy khi khởi động thì đường mô men cản sẽ lên cao theo đường III, do đó có khả năng quá tải động cơ. Do vậy cần tiến hành kiểm tra quá tải khi mở máy trong nội dung chọn động cơ.

Hiện nay ở các trạm bơm nhỏ, động cơ dị bộ rô to ngắn mạch được dùng rất phổ biến và dùng cầu giao trực tiếp mở máy. Với cách khởi động này dòng điện khởi động đột tăng đến 5 ... 7 lần dòng điện định mức. Các động cơ điện phải có cách mở máy thích hợp với điều kiện công suất nguồn cung cấp cho nó và công suất trạm biến áp. Trong việc mở máy ta cần tìm biện pháp giảm dòng điện và điện áp mở máy. Có thể dùng biện pháp đấu sao - tam giác (Y/Δ) để khởi động động cơ có cuộn dây stator đã đấu tam giác. Có thể dùng biến áp tự ngẫu hạ điện áp xuống còn 0,6 đến 0,8 điện áp định mức rồi đóng máy để khởi động, cách này giảm được điện áp mở máy nhưng lại làm giảm mô men mở máy, nên nó được dùng cho các động cơ có mô men cản nhỏ, không nên dùng với động cơ có mô men cản lớn vì có khả năng động cơ không kéo nổi máy bơm.

Động cơ điện đồng bộ có mô men quay tỉ lệ bậc nhất với điện áp (trong khi động cơ điện dị bộ có mô men quay tỉ lệ bậc hai với điện áp), do vậy sự thay đổi điện áp trong dây dẫn ít ảnh hưởng đến mô men quay. Đó là một ưu điểm lớn của nó so với động cơ dị bộ. Động cơ đồng bộ cũng thường khởi động bằng các phương pháp khởi động của động

cơ dị bộ. Trong các trạm thủy điện tích năng, để khởi động "tổ máy ba máy" động cơ đồng bộ, khi chuyển chế độ người ta có thể dùng turbin gáo nhỏ để quay tổ máy về chế độ đồng bộ rồi mới đóng máy vào lưới.

Tóm lại nội dung chọn động cơ điện như sau:

- Dựa vào công suất động cơ tính theo công thức (9 - 8) và vòng quay của máy bơm đã biết, hình thức trục tổ máy, tra được động cơ điện và các thông số cơ bản của động cơ được chọn (trong đó có công suất định mức N_{dc} và vòng quay định mức).

- Kiểm tra điều kiện quá tải động cơ với cột nước lớn nhất hoặc nhỏ nhất xảy ra trong hai trường hợp thiết kế và trường hợp kiểm tra. Yêu cầu công suất quá tải phải nhỏ hơn hoặc bằng công suất định mức của động cơ N_{dc} đã chọn. Kiểm tra độ chênh lệch vòng quay giữa động cơ và máy bơm không được quá 5 %.

- Xem xét tính năng khởi động của động cơ có phù hợp với máy bơm hay không và dùng biện pháp khởi động nào cho thích hợp.

D. MÁY BIẾN ÁP VÀ CHỌN MÁY BIẾN ÁP CHO TRẠM BƠM

Trạm bơm tiêu tiêu thường được xây dựng ở vùng nông thôn và thường lấy điện từ những nguồn điện và sơ đồ nối dây khác nhau. Nếu trạm bơm đặt trong khu vực có trạm hạ áp của nông trang, của trang trại hay của nhà máy thì có thể lấy điện từ trạm hạ áp. Nếu trạm bơm lấy điện từ đường dây cao áp có cấp điện áp cao hơn điện áp động cơ cần phải xây trạm hạ áp ngay cạnh trạm bơm. Máy biến áp được bố trí hoặc cạnh nhà máy bơm hoặc đặt trong một gian độc lập của nhà máy. Nếu trạm bơm được trang bị những động cơ có điện áp cao (trên 1.000 V) thì để có điện tự dùng (để chạy động cơ nhỏ của các thiết bị phụ hay chiếu sáng ...v.v..) cần phải đặt thêm các máy biến áp nhỏ phụ trong nhà máy. Nếu có một số trạm bơm nằm gần nhau thì có thể xây dựng một trạm hạ thế riêng phục vụ chung cho chúng.

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

Chọn sơ đồ cấp điện nào cũng phải qua tính toán và so sánh kinh tế - kỹ thuật để quyết định. Việc chọn máy biến áp cho trạm bơm nhỏ thường chọn một máy còn trạm lớn có thể nhiều hơn. Để chọn máy biến áp ta phải biết công suất yêu cầu của trạm (S_{yc}), điện áp của nguồn điện (U₁), điện áp động cơ (U_{dc}), số máy biến áp ...

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

$$S_{yc} = (105 \dots 11) \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot N_{dc}}{\eta_{dc} \cdot \cos \varphi} + K_3 \cdot \frac{N_{td}}{\cos \varphi} \quad (kVA) \quad (9 - 9)$$

Trong công thức:

$$K_1 = \frac{N_{\max}^{tk}}{N_{dc}} = \frac{\text{công suất lớn nhất trên trục động cơ với chế độ thiết kế}}{\text{công suất định mức của động cơ}}, \text{ là hệ số phụ tải ;}$$

$$K_2 = \frac{\text{số máy làm việc}}{\text{tổng số máy trong trạm}}, \text{ gọi là hệ số sử dụng đồng thời ;}$$

$K_3 = 0,7 \dots 10$, gọi là hệ số thấp sáng ;

η_{dc} là hiệu suất của động cơ.

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

Chương X. CÁC THIẾT BỊ PHỤ TRONG TRẠM BƠM

Trong trạm bơm, ngoài những thiết bị động lực chính trực tiếp làm nhiệm vụ bơm nước mà chúng ta đã biết, còn có những thiết bị phụ. Nhóm thiết bị phụ gồm có: các trang thiết bị cơ khí, hệ thống cấp nước kỹ thuật, hệ thống tiêu nước, hệ thống cấp dầu, hệ thống cấp khí nén, thiết bị tạo chân không, hệ thống cứu hỏa, hệ thống cấp nước uống và sản xuất, hệ thống thông gió, các thiết bị kiểm tra - đo lường ... Các thiết bị này có nhiệm vụ đảm bảo cho trạm bơm làm việc bình thường, tránh sự cố, kiểm tra bảo vệ công trình và thiết bị làm việc tránh quá tải ..vv..

Các thiết bị phụ cần thỏa mãn những yêu cầu sau:

- Bảo đảm vận hành tiện lợi và an toàn, giá thành rẻ;
- Khi tiến hành sửa chữa công trình và các tổ máy chính cũng như các cụm thiết bị của hệ thống thiết bị phụ thì việc vận hành trạm vẫn bình thường không bị trở ngại.

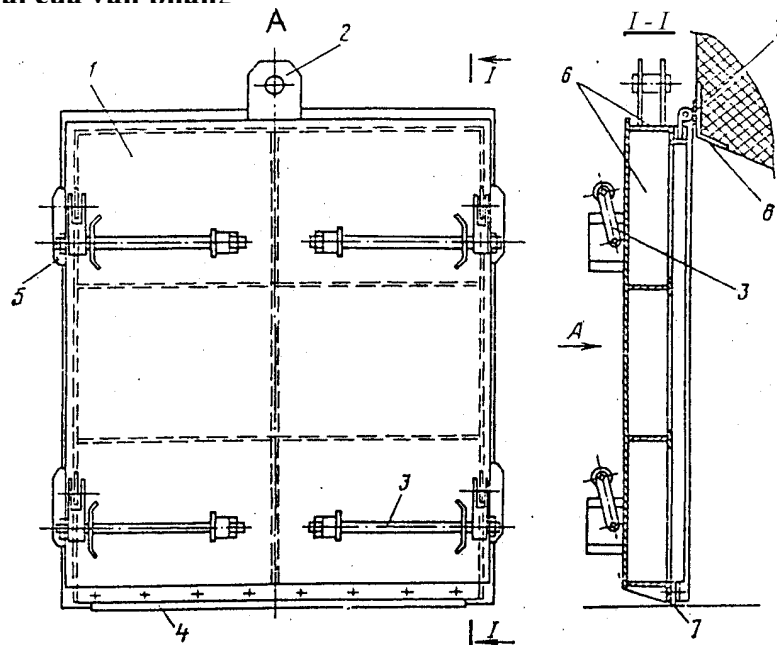
A. TRANG THIẾT BỊ CƠ KHÍ

Các trang thiết bị cơ khí của trạm bơm gồm những loại sau:

- Các cửa van, lưới chắn cùng với phần chi tiết lắp đặt, dịch chuyển chúng;
- Các thiết bị nâng hạ tĩnh tại hoặc di động với các móc, cần kéo và dầm ngang;
- Các máy vớt rác và dọn rác để làm sạch lưới chắn rác;
- Các xe con chuyển thiết bị và vật liệu.

Thành phần và kết cấu của các thiết bị cơ khí chủ yếu phụ thuộc vào quy mô của trạm bơm, biên độ giao động mực nước nguồn và khả năng tồn đọng của vật nổi.

I. Các loại cửa van phẳng



Hình 10 - 1. Kết cấu cửa van phẳng sửa chữa.

1- bản chắn nước; 2- móc treo; 3,5- phần tựa truyền tải trọng lên chi tiết đặt sẵn; 4- tấm chắn; 6- dầm ngang bằng thép; 7- viền chắn nước; 8- tường ngực.

Trong trạm bơm thường dùng cửa van dưới sâu (mép trên van ngập dưới mực nước). Theo công dụng ta chia các cửa van này làm các loại:

Cửa van chính (cửa van công tác) dùng để điều chỉnh mực nước trong kênh hoặc điều chỉnh cột nước của bơm (ví dụ dùng khi khởi động máy bơm hướng trục và bơm hướng chéo). Cửa van này cần phải có khả năng nâng, hạ trong dòng nước đang chảy và cho phép nước chảy bên dưới mép dưới của van .

Cửa van sữa chữa (Hình 10 - 1) được dùng để chắn tạm thời dòng chảy ở cửa nước vào khi cần sữa chữa máy bơm hoặc sữa chữa cửa van chính. Kết cấu của nó đơn giản hơn của cửa van chính vì nó được nâng hạ trong điều kiện nước tĩnh .

Cửa van sự cố được dùng trong trường hợp cửa van chính hoặc đường ống áp lực hay máy bơm chính bị sự cố. Khi đó cửa van này sẽ hạ nhanh chắn dòng nước trong điều kiện nước đang chảy. Việc nâng cửa van này thực hiện trong điều kiện dòng nước tĩnh .

Cửa van sữa chữa - sự cố làm cả hai chức năng sữa chữa và sự cố. Nó được đặt trước cửa van chính.

Các cửa van sữa chữa dưới sâu thường làm dạng trượt phẳng, còn cửa van chính và sữa chữa - sự cố thường làm dạng phẳng có bánh xe di động. Ngoài ra còn có thể dùng cửa van đĩa hoặc cửa van xoay thay cho cửa van phẳng.

II. Lưới chắn rác và máy dọn rác.

Lưới chắn rác được đặt ở trước tất cả các cửa lấy nước để ngăn rác và vật nổi vào máy bơm. Thông thường lưới được đặt ngay trước ống hút của máy bơm, tuy nhiên cũng có trường hợp đặt lưới chắn rác ở nơi tách biệt cách xa bể hút (xem Hình 8 - 8).

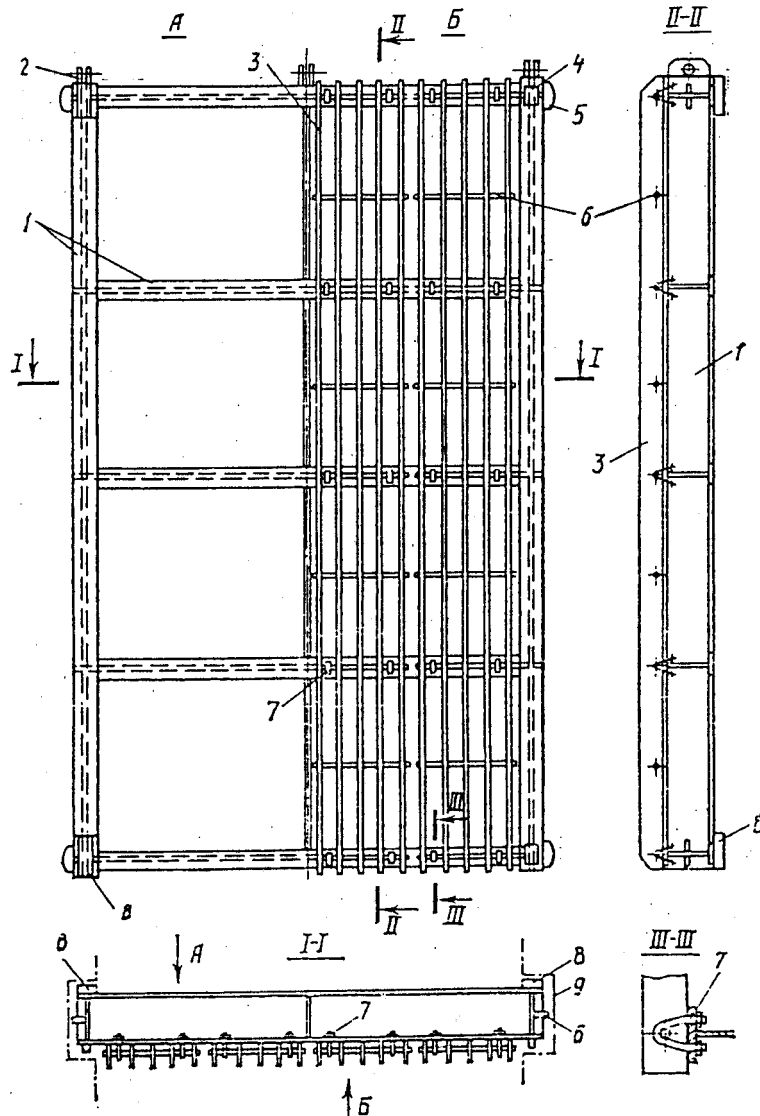
Cấu tạo của lưới chắn rác gồm có: khung chịu lực 1 và các thanh đứng 3(xem Hình 10 - 2). Khung chịu lực gồm có hai hoặc nhiều dầm, gồm có các cột và các cột chắn đứng (nếu chiều rộng lưới lớn hơn 2 m). Kích thước lưới chắn rác được xác định theo vận tốc cho phép của dòng nước qua lưới. Khi vớt rác bằng các biện pháp thủ công và nước ít rác thì vận tốc cho phép $V \leq 0,5$ m/s; khi vớt rác bằng phương tiện cơ giới với điều kiện dòng rác như trên thì $V \leq 1,2$ m/s, còn khi trong nước nhiều rác thì $V \leq 1$ m/s. Khi lấy nước từ kênh chính thì vận tốc cho phép V có thể được giảm 20 %.

Các thanh lưới được làm từ những thanh thép dày 4 ... 16 mm, rộng 50 ... 140 mm. Nếu lưới dùng cho máy bơm hướng trục hoặc cánh chéo thì khoảng trống giữa hai thanh lưới lấy $t \leq 0,05D_2$ và nằm trong khoảng $30 \leq t \leq 150$ mm ; còn đối với máy bơm li tâm lấy $t \leq 0,03D_2$ và nằm trong khoảng $30 \leq t \leq 100$ mm. Trường hợp vớt rác bằng phương pháp thủ công yêu cầu khoảng cách $t \leq 60$ mm.

Lưới chắn rác có thể đặt nghiêng một góc $\alpha = 70 \dots 80^\circ$ để dễ vớt rác, có thể đặt thẳng đứng đối với vớt rác bằng cơ giới. Lưới có thể đặt cố định hoặc có thể tháo lắp được và được đặt trong rãnh tựa khung lưới.

Lưới chắn rác nhỏ dọn rác bằng thủ công nên đặt nghiêng để dễ cào rác và chiều cao lưới không nên quá 2,5 m, khi vớt rác bằng cơ giới có thể đặt lưới thẳng đứng trong

rãnh. Lưới chắn rác dưới sâu chỉ nên sử dụng khi chiều cao phần làm việc của lưới nhỏ hơn 50 % chiều cao của lấy nước. Việc dọn sạch lưới có thể tiến hành cả khi máy đang vận hành . Ít khi cho phén nâng lưới để dọn rác hoặc kiểm tra khi lưới đang bị đọng rác.



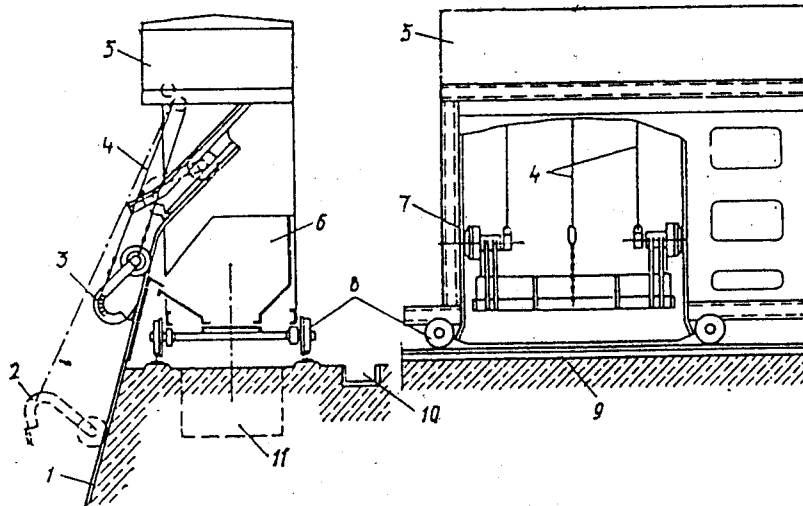
Hình 10 - 2. Kết cấu lưới chắn rác.

1- khung; 2- tai kéo; 3- thanh lưới; 4,5,8 - chặn ngược, chặn mút, chặn đứng;
6 - thanh giằng; 7- đai gia cố; 8 - rãnh tựa lưới.

Máy dọn rác dùng để dọn sạch rác bị dòng nước ép vào lưới (Hình 10 - 3) chúng gồm có các loại như cào tay, cào truyền động điện ..v.v... Còn các vật nổi trước lưới được gầu ngoạm treo trên cầu trục chữ môn bốc dỡ (xem Hình 10 - 5).

Hình 10 - 3 biểu thị các bộ phận của một loại máy dọn rác kiểu gầu gồm các bộ phận chính : xe di động, trên đó lắp cơ cấu kéo rác (vị trí 2 khi hạ, 3 khi nâng), cơ cấu quay gầu đặt trong buồng 5 và thùng nhận rác 6. Xe di động chạy dọc theo đường ray 9 đến vị

trí cần vớt rác. Khi xe đến đúng vị trí vớt rác, các động cơ điện đặt trong buồng 5 sẽ được hoạt động để hạ gàu 3 xuống vị trí 2 rồi kéo lên trên để gom rác đưa vào thùng 6. Giếng gom rác 11 nhận rác từ thùng 6 sau đó rác được đưa đi nơi khác.



Hình 10 - 3. Kết cấu máy dọn rác kiểu gàu loại PH - 2000.

1- lưới chắn rác; 2,3- vị trí gàu khi hạ và khi nâng; 4- dây cáp; 5- buồng đặt các cơ cấu điều khiển gàu ; 6 - thùng chứa rác; 7 - bánh xe định hướng; 8- phần di động; 9- ray; 10- rãnh đặt cáp điện; 11- giếng gom rác.

Ở những nơi tiếp xúc giữa cửa van hoặc lưới chắn rác với phần bê tông còn đặt sẵn những kết cấu thép để tựa, làm kín nước hay tạo hướng cho van di động. Chôn dầm thép chữ I vào phần bê tông ngưỡng để đỡ cửa van hoặc đỡ lưới chắn rác. Chôn thép tẩm vào phần che tường ngực để làm chỗ tựa và làm kín nước phần trên cửa van. Ốp thép góc hình chữ U dọc rãnh đứng để làm rãnh hướng cho xe lăn hay trượt khi nâng hạ cửa van hoặc lưới chắn rác. Tùy thuộc vào kích thước cửa van mà bề rộng rãnh có thể thay đổi từ 0,25 ... 1,5 m và độ sâu tương ứng của rãnh khoét vào trụ pin từ 0,2 ... 0,9 m.

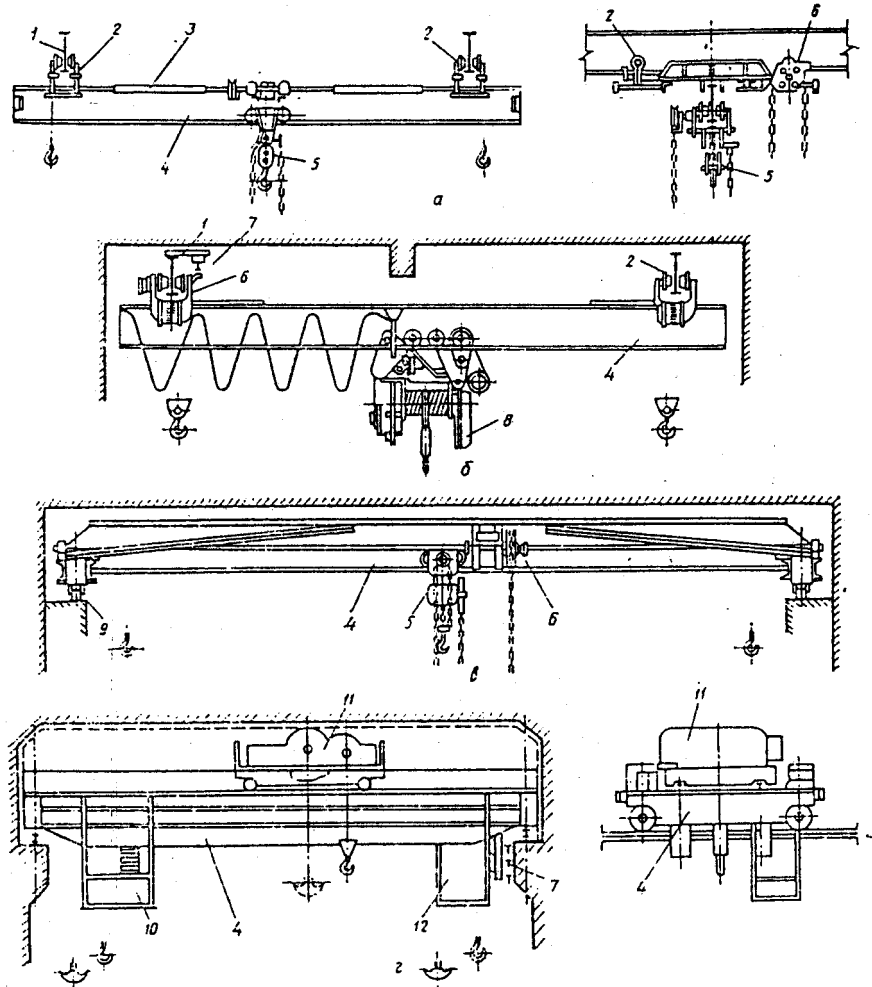
III. Thiết bị nâng - vận chuyển.

Thiết bị nâng - vận chuyển trong nhà máy và ngoài nhà máy gồm có: pa lăng, cầu trục dầm treo, cầu trục cầu, cần trục chữ môn (cầu trục chân dê), cần trục ô tô, máy nâng trục vít, máy nâng thủy lực, máy tời ... Các thiết bị này làm tăng tốc độ và giảm nhẹ lao động khi lắp ráp, sửa chữa các trang thiết bị trong gian máy cũng như vận chuyển các cửa van và lưới chắn rác ngoài nhà máy. Số lượng và kích thước của thiết bị nâng - vận chuyển tùy thuộc vào chức năng, cường độ sử dụng và khối lượng kích thước của vật cần nâng. Sau đây chúng ta tìm hiểu một số loại thường gặp.

1. Pa lăng và cầu trục dầm treo

Pa lăng dùng để nâng hạ vật có trọng lượng ≤ 1 tấn theo phương thẳng đứng và để dịch chuyển các cửa van sửa chữa nặng ≤ 4 tấn. Trường hợp đơn giản, pa lăng được treo

trên giá ba chân (gọi là cái tó) để nâng hạ vật nhỏ đặt riêng lẻ. Trong gian máy pa lăng được treo và dịch chuyển theo dầm ray 4 (xem Hình 10 - 4,a). Còn ray 4 lại được treo và dịch chuyển dọc theo hai dầm ray 1, hai dầm này được treo vào mái nhà máy, do vậy kết cấu mái cần phải đảm bảo chịu lực do vật nâng và kết cấu pa lăng truyền đến.



Hình 10 - 4. Các loại cầu trục trong gian máy.

a, δ- các cầu trục dầm treo có sức nâng đến 5 tấn, điều khiển bằng tay và bằng điện;
b, - cầu trục một dầm có sức nâng đến 8 tấn (điều khiển tay) và đến 250 tấn điều khiển bằng điện. 1- ray đơn; 2- con trượt dẫn động và bị động; 3- trục truyền động; 4- cầu chạy; 5,8- pa lăng; 6- cơ cấu di chuyển; 7- dây cáp lấy điện; 9- đường ray; 10- cabin điều khiển; 11- xe tời; 12- thiết bị và nôi điện của đường dây lấy điện chính.

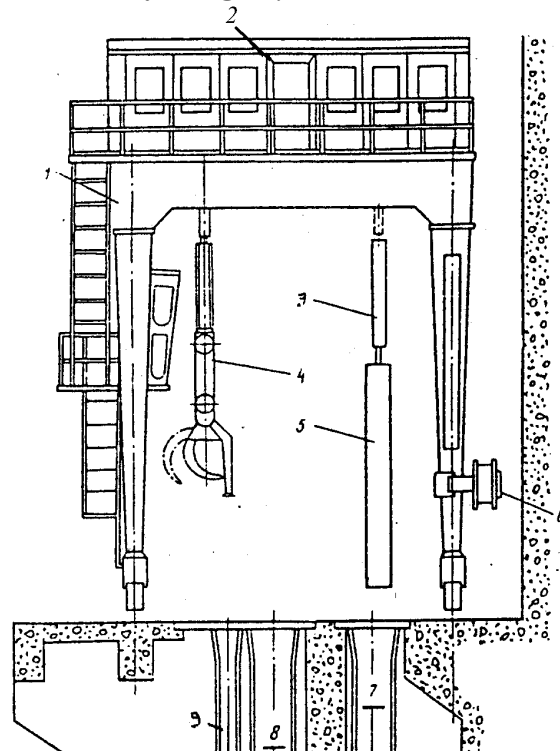
Dầm 4 chuyển dịch theo phương dọc trục nhà máy, còn pa lăng dịch chuyển qua lại theo dầm 4 không chế vị trí hướng ngang gian máy. Nhờ vậy có thể nâng hạ và đưa vật cần tháo lắp đến vị trí mong muốn trong gian máy. Nhược điểm của thiết bị nâng pa lăng này là để dịch chuyển vật nâng theo phương nằm ngang thì cần phải có trang bị xe

tời hoặc con lăn và khi dùng pa lăng nâng vật nặng nếu vật treo lệch với trục ray chữ I thì các bánh xe tời trên 4 sẽ bị bứt khỏi ray. Điều khiển chuyển dịch của pa lăng sức nâng nhỏ thường dùng xích kéo tay. Loại này rẻ và cũng dễ sử dụng. Ngoài ra để giảm sức người và nâng cao hiệu quả sử dụng còn có pa lăng điều khiển bằng điện (Hình 10-4,δ).

2. Cầu trục cầu trong gian máy

Trong gian máy có yêu cầu nâng tải lớn thường dùng cầu trục cầu, loại này có sức nâng và chiều cao nâng lớn thích hợp với trạm bơm vừa và lớn. Các bộ phận chính của cầu trục cầu là dầm chạy 4 hai đầu gắn với hai hệ thống bánh xe lăn trên đường ray dọc gian máy, bộ phận cầu vật nặng gồm có xe tời 11 chạy trên ray của cầu 4. Khi sức nâng ≤ 8 tấn cầu chạy 4 có kết cấu một dầm, có thể điều khiển bằng tay hoặc bằng điện và bộ phận cầu vật thường dùng pa lăng (xem Hình 10 - 4,b). Khi sức nâng lớn hơn, cầu chạy 4 có kết cấu dàn thép và dùng xe tời 11 dịch chuyển qua lại theo hướng ngang gian máy để thao tác cầu vật. Trên xe tời đặt động cơ điện, tời và móc chính móc phụ để nâng hạ vật, móc chính dùng để thao tác các vật nặng có tốc độ nâng hạ chậm còn móc phụ dùng để nâng hạ vật nhẹ với tốc độ thao tác nhanh hơn và phạm vi hoạt động rộng hơn (xem Hình 10 - 4,). Hai đường ray của cầu chạy 4 đặt trên dầm đỡ cầu trục bằng bê tông cốt thép hoặc là dầm thép chữ I lớn, các dầm này tựa trên cột của khung nhà máy. Treo dưới cầu chạy 4 là ca bin 10 điều khiển cầu trục và nôi đường dây điện 12.

3. Cầu trục chữ môn và máy nâng trục vít.

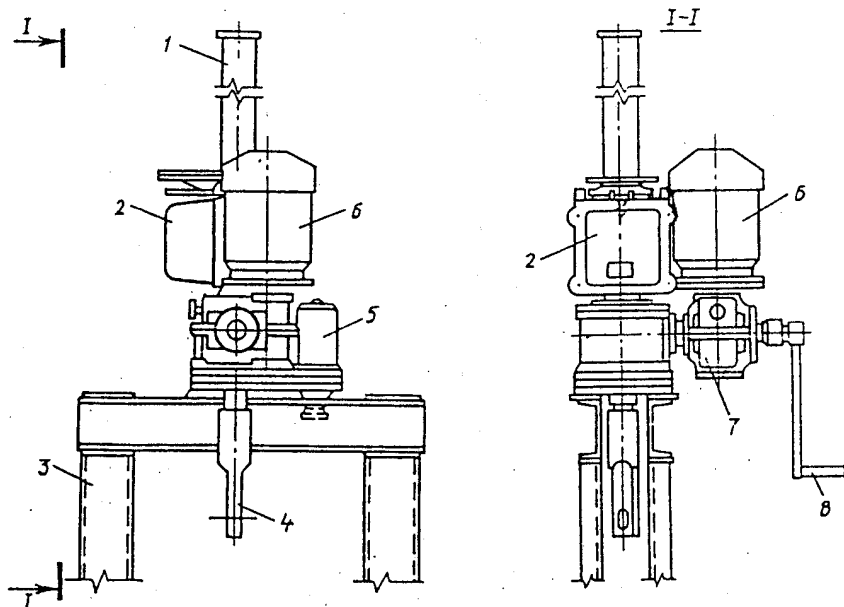


Hình 10 - 5. Cầu trục thủy công chữ môn

1- cầu trục; 2- buồng thiết bị nâng hạ; 3- dầm kẹp; 4- gàu ngoạm vớt rác; 5- cửa van ;
6- trống quần cáp; 7,8,9- các rãnh của: van sửa chữa, lưới chắn rác, máy dọn rác.

Cầu trục chữ môn thường được dùng để thao tác các cửa van và lưới chắn rác của cửa lấy nước và đập tràn. Nó dùng chung cho một số cửa do vậy giảm bớt giá thành mua sắm và tăng thời gian làm việc của nó. Các bộ phận chính của cầu trục này gồm có: khung của cầu trục 1 (xem Hình 10 - 5) gồm có 4 chân và buồng đặt thiết bị nâng hạ 2, buồng 2 chứa các động cơ điện và tời nâng hạ các móc cầu trục. Khung 1 di chuyển qua lại dọc đường ray nhờ hệ thống bánh xe lăn để đến nơi cần thao tác. Máy vớt rác 4 thường dùng đi kèm với cầu trục này là gàu ngoạm treo, để cầu van hoặc lưới chắn rác thường dùng dầm kẹp trung gian để nối.

Máy nâng trục vít thường được dùng để thao tác cửa van, nó đặt tĩnh tại. Trạm nhỏ thường thao tác bằng quay tay với lực quay nhỏ, còn trạm trung bình dùng động cơ điện 6 để quay (xem Hình 10 - 6) trục vít.



Hình 10 - 6. Máy nâng trục vít có sức nâng 3 tấn, truyền động điện.

1- vỏ vít ; 2- cái cảm biến vị trí của van; 3- khung đỡ; 4,5- vít nâng và rele;
6- động cơ điện; 8- tay quay.

4. Máy nâng thủy lực và máy tời.

Máy nâng thủy lực và máy nâng tời là máy nâng đặt tĩnh tại, nó được dùng để thao tác các cửa van chính, cửa van sự cố - sửa chữa của công trình tháo lũ. Ưu điểm của các loại máy nâng này là có khả năng điều chỉnh tốc độ mở van, nhược điểm của chúng là giá thành đắt, phức tạp và cần phải có các cơ cấu nâng phụ để lắp đặt và sửa chữa. Kết cấu các loại máy nâng này có thể xem ở Giáo trình Trạm Thủy điện và các tài liệu khác.

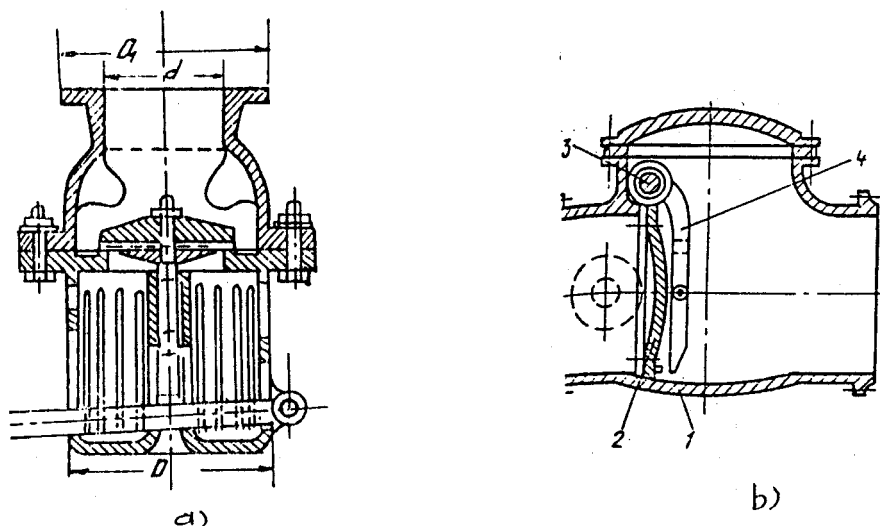
Trọng lượng cần nâng lớn nhất phải dựa vào trọng lượng vật nâng lớn nhất cộng với dầm kẹp và trọng lượng dây thừng treo vật, rồi nhân với hệ số an toàn từ 1,1 ... 1,15. Đối với máy bơm hướng trục trực đứng thì vật nâng lớn nhất là rô to động cơ điện, thường lấy gần đúng bằng 60 % tổng trọng lượng động cơ.

IV. Các loại van trên đường ống

Trên đường ống ta hay gặp một số cửa van: van chặn, van điều tiết, van đáy, van một chiều, các thiết bị tháo không khí, thiết bị điều chỉnh áp lực ..v.v.. ta đề cập sau đây.

1. Van đáy và van một chiều

Van đáy được lắp vào miệng ống hút của bơm li tâm để giữ nước trong ống hút khi mỗi nước vào máy bơm li tâm với đường kính ống hút ≤ 400 mm, nó làm việc như van một chiều mặc dầu điều này gây tổn thất cột nước. Hình 10 - 7, a trình bày cấu tạo của một loại van đáy: nó gồm một nắp đáy hình chóp, nắp được mở ra do dòng chảy đẩy lên và được đóng kín lại khi dòng chảy chảy ngược lại. Phía ngoài van có lưới chắn để ngăn không cho rác rưởi vào ống. Để giảm tổn thất thủy lực người ta đặt thêm một thanh chống để đỡ cánh van cho bớt nặng, nước dễ chảy vào hơn.



Hình 10 - 7. Cấu tạo van đáy và van một chiều.

a - Cấu tạo van đáy ; b - Cấu tạo van một chiều.

Van một chiều (van ngược) được đặt giữa máy bơm và van điều tiết, có nhiệm vụ ngăn không cho nước chảy ngược khi dừng máy bơm. Trong trường hợp nước va lớn có thể đặt nó trong hầm bên ngoài nhà máy cho an toàn và giảm kích thước nhà máy. Van một chiều có một số loại, ở đây ta xem xét loại đơn giản (xem Hình 10 - 7, b) : cánh van dạng đĩa 2 dùng chặn dòng chảy, van 2 quay xung quanh trục 3. Nhờ vậy khi máy bơm làm việc nước đẩy cánh van 2 để dẫn nước vào ống, ngược lại khi bơm ngừng làm việc dưới tác dụng của dòng chảy ngược van sẽ bị đẩy về trạng thái đóng.

2. Van điều tiết.

Technical drawings of various types of valves and actuators, labeled a through g.

- a**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the open position. Dimensions D_y and L are indicated.
- б**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the closed position. Dimensions D_y and L are indicated.
- в**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the open position. Dimensions D_y and L are indicated.
- г**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the open position. Dimensions D_y and L are indicated.
- д**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the open position. Dimensions D_y and L are indicated.
- е**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the open position. Dimensions D_y and L are indicated.
- ж**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the open position. Dimensions D_y and L are indicated.
- з**: Cross-section of a valve with a handwheel (6), stem (5), and body (4). The valve is shown in the open position. Dimensions D_y and L are indicated.

141

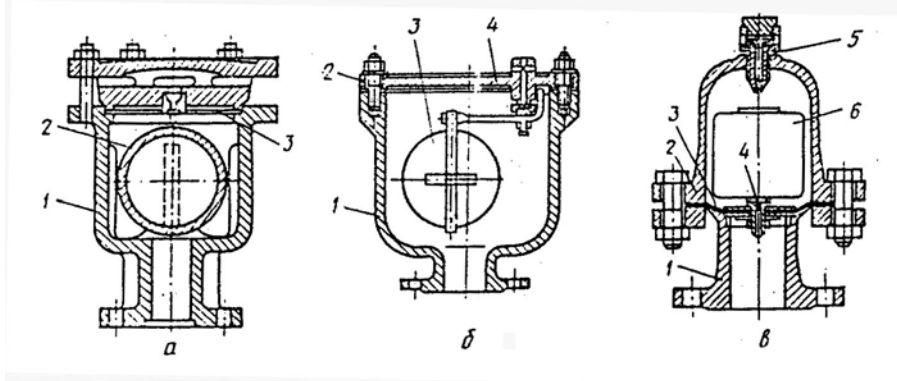
a,δ - van phẳng: điều khiển tay với trục chính tịnh tiến và trục chính xoay; b - van hình nêm điều khiển tay với trục chính xoay ; ,δ - van phẳng: truyền động điện và thủy lực; 1 - đĩa chắn nước ; 2 - thân van; 3- nắp; 4 - trục chính ; 5- vòng chống rò; 6 - vô lăng; 7- truyền động điện; 8- vô lăng tay; 9- trụ; 10- pittông..

e- sơ đồ nguyên lý hoạt động của van truyền động thủy lực; g - van đĩa quay quanh trục.

biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến (Hình 10 - 8,a,) để nâng hạ van, hoặc truyền chuyển động quay cho trục chính để nâng hạ van (Hình 10 - 8, δ,b, δ). Van điều khiển bằng điện (Hình 10 - 8,) dùng động cơ điện để điều khiển trục chính. Hình 10 - 8,e là sơ đồ điều khiển việc nâng hạ van bằng thủy lực (cấu tạo Hình 10 8- δ) chế độ I là mở van còn chế độ II là đóng van. Van phẳng dạng đĩa tròn quay quanh trục đứng nhờ chuyển động quay của động cơ điện (Hình 10 - 8,g). Loại van phẳng quay có kích thước và giá thành nhỏ, đặc trưng thủy lực tốt, tính an toàn cao hơn các loại van nói ở trên. Tuy nhiên chỉ nên mở hoặc đóng hoàn toàn nếu mở với độ mở khác 90^0 thì mạch dòng lớn gây tổn thất thủy lực lớn và rung động.

3. Van thoát không khí

Van thoát khí dùng để thoát không khí định kỳ khỏi đường ống khi hệ thống cấp nước vận hành bình thường, còn van nạp khí dùng để đưa khí vào nơi dòng chảy trong ống bị gián đoạn hoặc đưa không khí vào để giảm áp lực ở thời kỳ quá trình quá độ.



Hình 10 - 9,a: Khi vắng không khí trong đường ống, nước sẽ dâng lên đẩy quả cầu 2 đẩy lỗ 3. Khi không khí tụ lại ở phần trên của van thì nước và quả cầu hạ xuống, lỗ 2 mở ra và không khí thoát ra ngoài.

Hình 10 - 9, δ là loại van thoát khí có tay đòn. Khi không khí tích trong ống thì mực nước trong thân van 1 hạ xuống, van phao 3 cũng hạ xuống dưới tác dụng của trọng lượng, tay đòn một đầu ngàm ở nắp 2 cũng quay theo. Đĩa 4 mở lỗ đưa khí ra ngoài, khi không khí trong ống đã thoát hết thì phao cầu 3nâng lên và đĩa 4 đóng lỗ tháo lại.

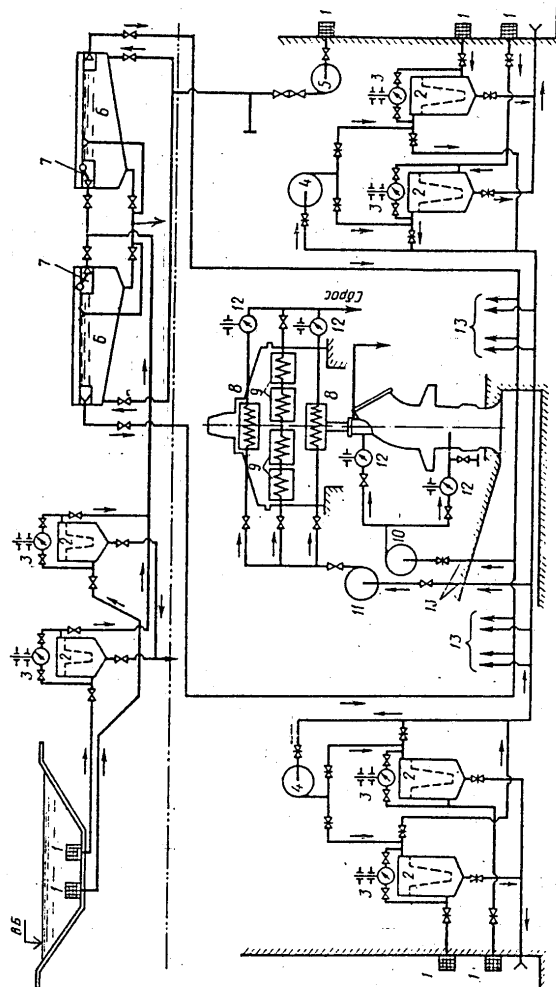
Hình 10 - 9,b là van thoát khí loại có màng dùng để vừa thoát khí khỏi đường ống ở chế độ vận hành vừa để nạp không khí vào ống khi có chân không phát sinh trong ống. Khi tích nước đường ống, không khí bị đẩy ra sẽ nâng màng 3 và không khí thoát ra

ngoài. Nước sẽ qua ống nối 1 vào buồng công tác của van, từ ống nối 1 qua lỗ được tạo thành để tràn ra ngoài. Phao 6 đóng lỗ tiết lưu 5 lại. Áp lực trong buồng công tác dần cân bằng với áp lực trong đoạn ống dẫn, diện tích của màng ở phía buồng công tác lớn hơn ở phía ống nối do đó màng hạ xuống và van thoát đóng lại. Ở chế độ làm việc bình thường, khí từ từ qua lỗ 4 vào buồng công tác làm cho mực nước trong đó hạ, van 6 hạ và lỗ 5 mở ra. Khi chân không tạo thành trong ống, van đóng trong buồng công tác tạo chân không, dưới tác dụng của khí trời màng 3 nâng lên đưa không khí vào đường ống.

B. HỆ THỐNG CẤP NƯỚC KỸ THUẬT

Hệ thống cấp nước kỹ thuật của trạm bơm gồm có: thiết bị đo lường - kiểm tra, đường ống dẫn nước và lọc nước để cung cấp nước sạch cho ổ trục hướng của máy bơm và làm nguội máy nén khí, làm nguội máy bơm và động cơ điện lớn ...

Hình 10 - trình bày ví dụ về một sơ đồ lấy nước và cấp nước kỹ thuật cho một tổ máy bơm hướng trục cỡ lớn. Theo sơ đồ này, nước lấy từ nguồn 1, dẫn qua các thiết bị lọc thô 2, sau đó qua buồng lắng 6 để làm sạch lần nữa trước khi bơm dẫn nước đến các bộ phận của tổ máy. Hệ thống cấp nước kỹ thuật còn cấp nước cho sinh hoạt của trạm.



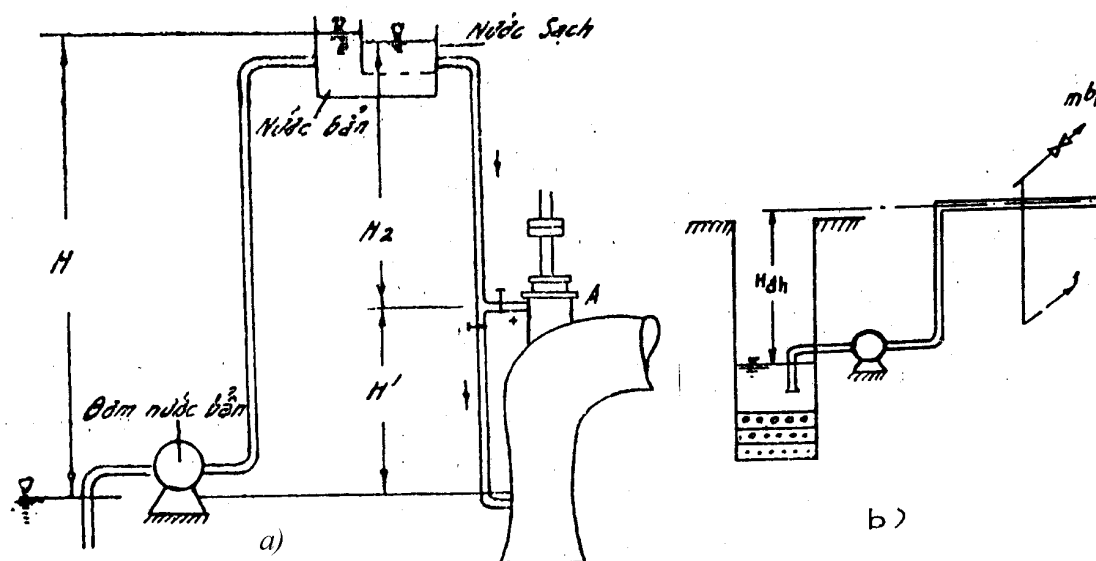
Hình 10 - 10. Sơ đồ hệ thống cấp nước kỹ thuật của máy bơm trục lớn.

1- nút lấy nước; 2- lưới lọc thô; 3- cái cảm biến để đo chênh lệch mực nước; 4,5,10,11- là các máy bơm của thiết bị: lọc nước, tích và xối rửa buồng lắng, cấp nước để bôi trơn ổ hướng, cấp nước để làm nguội động cơ điện; 6- buồng lắng; 7- van phao; 8- thiết bị làm nguội dầu; 9- thiết bị làm nguội không khí; 12- rôlê dòng; 13- đến tổ máy bơm chính.

Ở trên chúng ta được biết một hình thức lấy nước và cấp nước kỹ thuật đối với tổ máy lớn, sau đây chúng ta xét một số hình thức lấy nước khác nữa vẫn hay dùng dùng:

Nếu trạm đặt ở thành phố có đường ống dẫn nước sạch đi qua, nếu nước đủ áp lực yêu cầu (thường áp lực trong khoảng 12 ... 60 m cột nước) và đảm bảo độ sạch cần thiết cho thiết bị thì ta có thể lấy trực tiếp đến các tổ máy để làm mát và bôi trơn tổ máy.

Nếu nước không đủ sạch và không đủ áp lực ta có thể dùng đài nước lọc (xem Hình 10 - 11,a), giếng lọc (xem Hình 10 - 11,b), bể lọc để cấp nước cho trạm ...



Hình 10 - 11. Hệ thống nước kỹ thuật kiểu đài nước và kiểu giếng lọc.

a - kiểu đài nước ; b - kiểu giếng lọc.

Dùng đài nước lọc. Khi dùng đài nước lọc để cấp nước kỹ thuật, muốn nước sạch phải qua lưới lọc nước rồi mới dẫn đến tổ máy. Theo sơ đồ trên, cột nước mà máy bơm cấp nước kỹ thuật phải đưa lên đài là:

$$H = H_2 + H' + h_{ms} + h_1 \quad (10 - 1)$$

Trong đó : $H_2 = H_1 + h_{ms1} + \Delta h$, với H_1 là cột nước áp lực tại cổ thân bơm (m), h_{ms1} là cột nước tổn thất đường ống dẫn từ đài đến máy bơm xa nhất (m), Δh là cột nước dự trữ

H' , h_{ms} , h_1 lần lượt là độ cao từ cổ thân bơm đến mực nước ở bể hút của máy bơm cấp nước kỹ thuật, cột nước tổn thất trong ống hút và ống đẩy của máy bơm cấp nước kỹ thuật, cột nước tổn thất qua tầng lưới lọc.

Lưu lượng của bơm cấp nước kỹ thuật bằng tổng lưu lượng nước sạch cần thiết. Khi đã có lưu lượng và cột nước việc chọn máy bơm cấp nước kỹ thuật cũng tiến hành giống như việc chọn máy bơm chính.

Dùng đài nước có ưu điểm là công việc sửa chữa và quản lý dễ vì đài ở trên mặt đất, tuy nhiên nhược điểm là nếu đài lớn và cột nước cao thì việc xây dựng sẽ khó khăn.

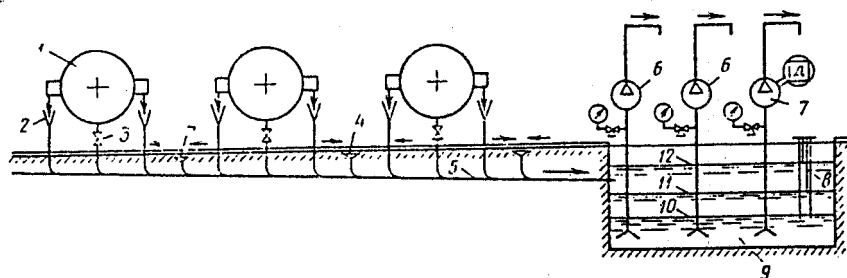
Hệ thống cấp nước kỹ thuật dùng giếng lọc. Giếng lọc được đào sâu dưới mặt đất, ở đáy có đổ các tầng lọc để lọc nước cho sạch, sau đó dùng máy bơm để bơm trực tiếp nước sạch từ giếng và dùng đường ống có áp dẫn nước đến các tổ máy bơm chính. Giếng cần có đủ độ sâu và đủ kích thước để bảo đảm lấy đủ nước, tường giếng thường được xây bằng gạch hoặc bằng bê tông. Giếng lọc nên bố trí gần nhà máy để giảm khối lượng đường ống đồng thời khi thi công có thể kết hợp việc đào móng nhà máy với đào giếng và xây giếng. Các máy bơm cấp nước kỹ thuật thường đặt trong tầng máy bơm chính sẽ tiện cho quản lý vận hành hơn.

Hình thức dùng giếng lọc để cấp nước kỹ thuật có nhược điểm là sửa chữa khó, nhất là việc tiến hành thay rửa khó khăn do tác động phun lên của nước ngầm.

Hệ thống cấp nước kỹ thuật dùng bể lọc. Thường bơm hoặc lấy nước bằng ống từ bể hút vào bể lọc, nước sau khi đã lọc sẽ được bơm tới tổ máy bơm chính. Bể lọc nên xây thành hầm dưới mặt đất và có cấu tạo theo nguyên lý tầng lọc ngược để kết cấu đơn giản. Cấu tạo bể tương tự phần đài nước (Hình 10 - 8, a), nghĩa là bể nước chứa lấy từ bể hút xây có kích thước lớn, còn bể nước lọc xây bên trên có kích thước nhỏ hơn, phần tiếp liền giữa hai bể đặt tầng lọc. Do vậy nên bùn cát lẫn trong nước đã được lắng đọng xuống đáy bể ngoài trước khi chảy qua tầng lọc vào bể nhỏ. Do vậy nên ít phải thay rửa.

C. HỆ THỐNG TIÊU NƯỚC THẨM VÀ THÁO NƯỚC TRONG NHÀ MÁY

Hệ thống nước thấm bao gồm phần chứa nước thấm, máy bơm, đường ống và các thiết bị khác dùng để tiêu nước thấm từ các buồng của trạm bơm. Hệ thống tháo nước gồm phần chứa, đường ống dẫn, máy bơm, các cửa van trên ống, thiết bị đo lường - kiểm tra dùng để tiêu nước từ các buồng, từ ống hút cong của máy bơm hoặc tiêu nước từ buồng bảo vệ cá, tiêu nước từ buồng xoắn của máy bơm trực đứng và từ ống áp lực. Thường hai hệ thống này nối chung với nhau (xem Hình 10 - 12). Nước thấm qua tường



Hình 10 - 12 Sơ đồ nối chung hai hệ thống đối với trạm nhỏ và vừa.

1- vỏ máy bơm chính; 2- tháo nước từ vòng bít bơm chính; 3- cửa van trên ống tháo để tháo nước phần chảy của bơm và đường ống; 4- máng hứng tháo nước; 5- ống góp; 6,7- bơm thấm với truyền động điện và từ động cơ đốt trong; 8- cảm biến điện để đo mực nước; 9- giếng thấm; 10,11,12- các mực nước ứng với: ngắt tất cả máy bơm, đóng một máy bơm thấm, đóng máy bơm dự phòng (truyền tín hiệu cho trực ban).

và qua đáy nhà máy và từ đệm chống rò của bơm 1 được tháo vào máng hứng 4, từ máng theo ống góp 5 vào giếng thấm 9. Mở van 3 tháo nước trong phần qua nước của máy bơm và đường ống. Máy bơm tự hút 6 và 7 bơm tiêu nước từ giếng thấm. Các bơm nước thấm đóng hoặc ngắt tự động nhờ tác động của bộ cảm biến điện căn cứ vào mực nước thay đổi trong giếng thấm 9.

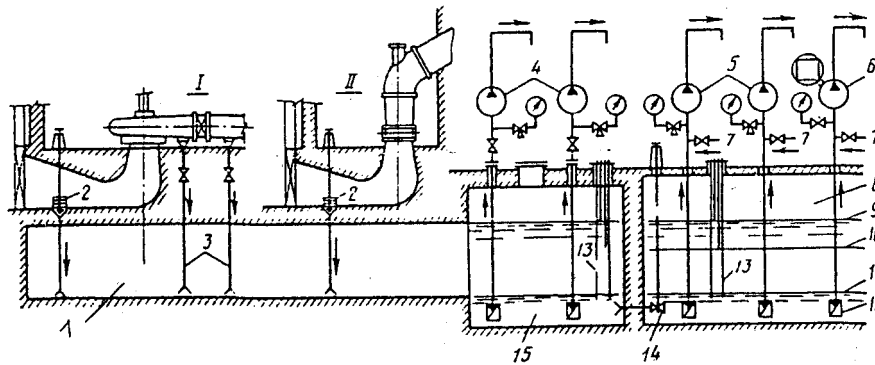
Lưu lượng nước thấm có thể lấy bằng lưu lượng thấm của các trạm bơm tương tự đã có hoặc tính theo công thức sau:

$$\Sigma Q_{th} = (15 \dots 2)(q_1 + q_2) \quad (10 - 2)$$

Trong đó; q_1 , q_2 là lưu lượng thấm qua đệm chống rò của máy bơm và lưu lượng thấm qua tường và đáy nhà máy (l/s); $q_2 = 1,5 + 0,0002 W$, W - thể tích phần trong nhà máy bơm nằm dưới mực nước lớn nhất (m³).

Hệ thống tiêu nước thấm chọn không ít hơn 2 máy bơm (máy bơm thứ hai dùng dự phòng, được đóng nhanh tự động khi máy thứ nhất ngừng sự cố). Trong trạm bơm nhỏ và trung bình có thể dùng bơm li tâm trục ngang để bơm tiêu nước thấm, còn trạm bơm lớn trục đứng thường dùng bơm phun. Các bơm nước thấm cần phải đặt cao hơn sàn bằng hoặc lớn hơn 0,7 m và cao hơn mực nước ngập. Nếu ở trạm bơm hay mất điện thì nên có thêm máy bơm phụ có nguồn dẫn động riêng ví dụ như dùng động cơ đốt trong.

Hình 10 - 13 là một sơ đồ hệ thống thấm và hệ thống tháo xây tách biệt để nâng cao tính an toàn cho trạm bơm lớn.



Hình 10 - 13. Sơ đồ hệ thống thấm và tiêu tách biệt, dùng cho trạm bơm lớn.

Nước thấm trong buồng nhà máy theo các máng và ống góp đổ vào giếng thấm 8, giếng thấm 8 và giếng của hệ thống tháo 15 xây tách riêng và có van 14 đóng hay mở khi cần. Ở giếng thấm 8 có đặt hai máy bơm 5 và 6 để bơm tháo nước về hạ lưu. Nước cần tiêu từ ống hút của bơm chính qua van tháo 2 và từ buồng xoắn ống đẩy theo ống 3 đổ vào hành lang 1, sau đó dẫn về giếng tiêu 15 và dùng bơm tháo 4 bơm về hạ lưu.

Lưu lượng cần tháo qua hệ thống bơm tháo 4 là:

$$Q_{tieu} = \frac{W}{T} + q \quad (m^3/h) \quad (10 - 3)$$

Trong công thức (10 - 3):

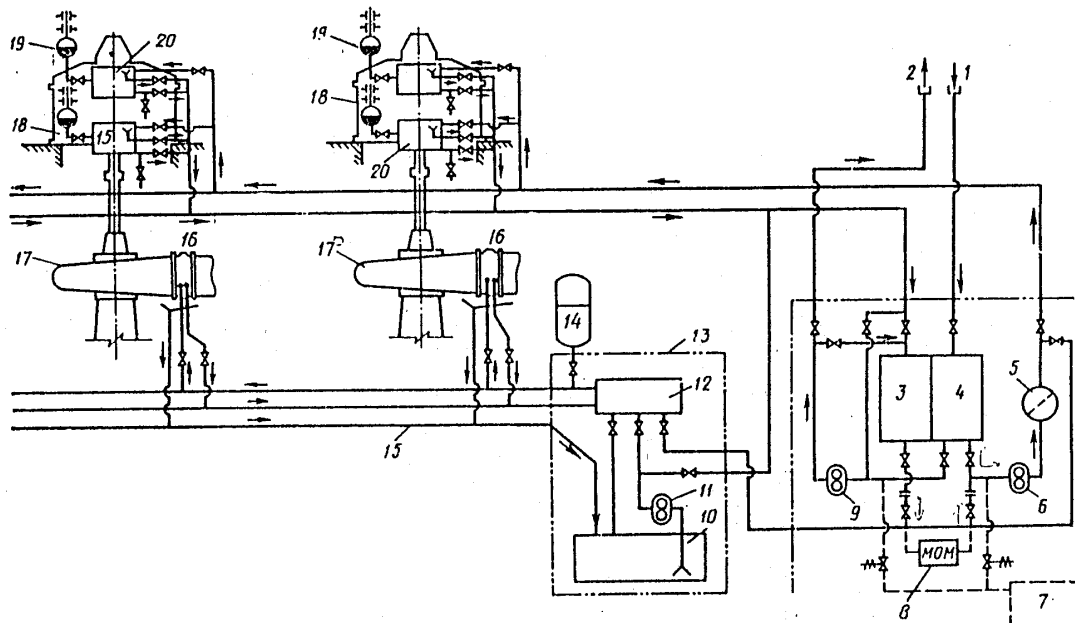
W là lượng nước cần tháo từ ống hút hoặc buồng hút, buồng xoắn và ống đẩy, theo yêu cầu cụ thể, khi mực nước ở bể hút là lớn nhất, (m³);

T là thời gian bơm nước tiêu (giờ), thường lấy 6 ... 8 giờ;

$q = 3,6.q_1.L$, (m³/h) với q_1 là lưu lượng rò rỉ trên 1 m dài khe hở van, trung bình lấy $q_1 = 0,5 \dots 1$ (l/s.m); L - chu vi của van hoặc chiều dài khe hở (m).

D. HỆ THỐNG CUNG CẤP DẦU

Hệ thống dầu trong trạm bơm dùng để cung cấp dầu bôi trơn các ổ trục, cấp dầu thao tác các van, làm quay cánh bơm cánh quạt và bơm hướng chéo, dầu dẫn tắt hồ quang



Hình 10 - 14. Sơ đồ hệ thống dầu của trạm bơm lớn, bơm li tâm.

1- ống nối; 2- dẫn dầu bơm; 3,4,7,10,12- các thùng dầu: dầu đã vận hành, dầu sạch, dầu tràn, thùng dầu, thiết bị dầu áp lực; 5- lọc dầu; 6,9,11- các máy bơm: dầu sạch, dầu đã vận hành, thùng dầu; 8- máy làm sạch dầu; 13- phạm vi thiết bị dầu áp lực; 14- két dầu áp lực; 15- ống tràn dầu van đĩa; 16- van đĩa truyền động thủy lực; 17- vỏ bơm chính; 18- động cơ điện trực đứng; 19- role phao; 20- hộp dầu ổ trục động cơ điện.

máy cắt điện kiểu dầu (gọi là dầu turbin) và dầu máy biếm áp để làm mát và cách điện trong máy biến áp ... Hai loại dầu này khác nhau về tính chất do vậy cần tách riêng. Hệ thống dầu bao gồm: máy bơm dầu, thiết bị đo lường kiểm tra, ống dẫn dầu, các thùng chứa dầu ..v.v...

Hình 10 - 14 trình bày sơ đồ hệ thống dầu turbin của một trạm bơm loại lớn, máy bơm chính là loại bơm li tâm trục đứng. Hoạt động của sơ đồ này như sau: Dầu được chổ từ xi téc đến và rót qua ống nối 1 vào thùng dầu sạch 4 (thường đặt ngay dưới gian máy bơm). Từ thùng 4, dầu được bơm bằng bơm bánh răng 6 để nâng áp và được lọc sạch hơn nhờ lọc 5 rồi mới dẫn đến nơi dùng (như ổ dầu 20, thùng dầu 12 và hai máy bơm đặt trên nắp thùng dùng để cấp dầu cho két dầu 14 và thao tác van đĩa 16 ...). Dầu qua sử dụng ở các hộp dầu của động cơ điện và từ van đĩa ... tự chảy về thùng dầu 3 và lại được làm sạch nhờ thiết bị 8, qua bơm 6 về nơi dùng ... Để kiểm tra mức tích dầu sử dụng rơle phao 19.

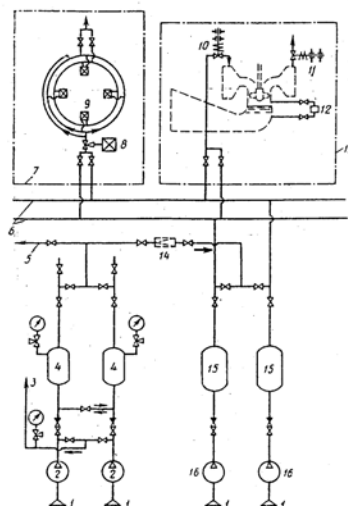
Cần có biện pháp phòng chống cháy cho nơi đặt thiết bị dầu, khoảng cách xuyên thông nơi đặt các thùng chứa dầu và thiết bị làm sạch dầu có bề rộng không được nhỏ hơn 0,7 m và có cửa thoát khí hỏa hoạn ...

E. HỆ THỐNG KHÍ NÉN

Hệ thống khí nén gồm có: máy nén khí, đường ống dẫn khí, các thiết bị kiểm tra - đo lường và những trang thiết bị khác nhằm đảm bảo yêu cầu khí nén cho trạm bơm.

Sơ đồ hệ thống khí nén của trạm bơm trục đứng có công suất lớn hơn 40 MW được chỉ dẫn trên Hình 10 - 15. Thành phần của hệ thống gồm: các máy nén cao áp (40 at) và thấp áp (7 at). Mỗi máy nén của trạm này nối với một bình khí nén. Nối đường ống khí nén cao áp với thấp áp qua van giảm áp 14. Hai máy nén cao áp 2 sản xuất khí nén cao áp (40 at) trữ vào bình cao áp 4 rồi dẫn theo ống 5 đến máy cắt không khí của trạm phân phối điện, khí nén cao áp từ 4 còn được dẫn theo ống 3 để cấp cho két dầu áp lực. Hai máy nén thấp áp 16 nối với các bình khí nén thấp áp 15, sau đó khí nén theo đường ống 6 đưa đến nơi tự dùng của trạm bơm (như các dụng cụ khí nén, thổi trang thiết bị), cũng như để hãm tổ máy bơm, nén nước ở buồng BXCT của máy bơm khi khởi động máy bơm, thổi rác lưới chắn rác ... Khi van hình xoắn 10 mở, khí nén được đưa vào buồng BXCT để nén nước trong buồng. Hệ thống 7 cung cấp lệnh đưa khí nén vào máy hãm rô to động cơ điện. Dùng đồng hồ đo mực nước 12 để đo mực nước trong buồng BXCT. Sau quá trình nén nước, việc tích nước trở lại BXCT máy bơm được tiến hành bằng cách đóng van 10 và mở van 11.

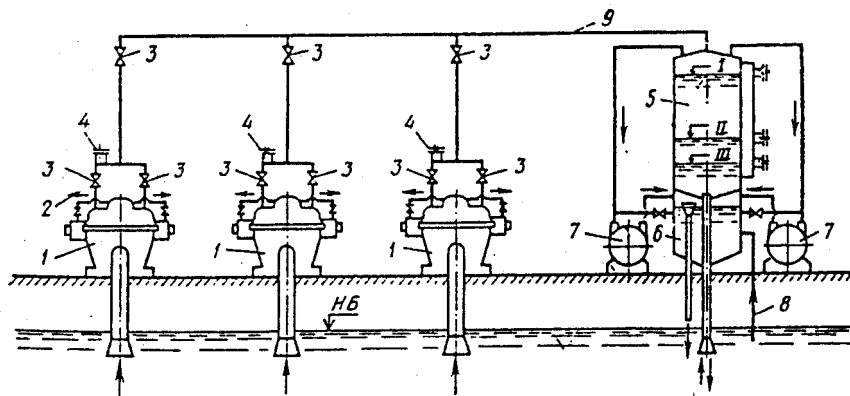
Hệ thống khí nén của trạm bơm nên bố trí trong những buồng riêng có tường và trần chịu lửa và bền vững khi có sự cố vỡ bình khí nén hay đường ống dẫn khí bị vỡ. Ống dẫn khí nén được làm từ đường ống thép kéo không nối, dùng mặt bích để tháo lắp. Trên đoạn ống thẳng cứ cách 40 ... 50 m cần đặt một khớp bù .



Hình 10 - 15. Sơ đồ hệ thống khí nén của trạm bơm.

E. HỆ THỐNG CHÂN KHÔNG

Hệ thống chân không đảm bảo tích đầy nước cho vỏ máy bơm. Hệ thống chân không phổ biến nhất là hệ thống chân không có két thùng chân không (xem Hình 10 - 16) :



Hình 10 - 16. Sơ đồ hệ thống chân không với thùng - chân không.

Phần dưới 6 của thùng 5 làm nhiệm vụ bổ sung nước cho máy bơm chân không 7, và nước được bơm tay qua ống 8 vào 6. Khi máy bơm chân không 7 làm việc sẽ hút không khí ở phần đỉnh của thùng 5 làm cho áp lực ở đây giảm nhỏ, do vậy áp lực trong ống 9 cũng giảm, ống này thông với vỏ máy bơm chính, do vậy hút nước từ bể hút lên trong vỏ bơm chính để làm đầy BXCT. Máy bơm chân không làm việc cho tới khi mực nước trong thùng chân không 5 đạt tới mức I thì ngắt. Kinh nghiệm vận hành hệ thống loại này cho thấy rằng khi mở một hoặc vài máy bơm chính thì chân không trong thùng 5 được duy trì nhờ chân không trong ống hút của máy bơm chính. Khi ngắt tất cả các máy bơm chính thì chân không trong thùng 5 giảm vì không khí xâm nhập vào qua vòng chống rò cho tới khi mực nước trong thùng dâng đến mức II và máy cảm biến 4 cho tín hiệu mở máy bơm chân không thứ nhất vào hoạt động. Khi mực nước trong thùng 5 đạt tới mức III thì mở sự cố tiếp máy bơm chân không thứ hai.

Chọn dung tích thùng chân không sao cho bơm chân không làm việc không quá 4 lần trong một giờ và dung tích thùng không được quá $1,6 \text{ m}^3$. Năng suất của bơm chân không (m^3/ph) được tính theo công thức sau:

$$Q = \frac{p_a \cdot W \cdot k}{T(p_a - 115 p_{ck})} \quad (10 - 4)$$

Trong đó: p_a - áp suất khí quyển (at);

p_{ck} - áp suất (chân không) cần được tạo ra trong phần chảy của bơm (at), một cách gần đúng lấy bằng hiệu số giữa trực BXCT và mực nước nhỏ nhất ở nguồn;

W - dung tích của ống hút và ống đẩy trước van cộng với dung tích vỏ bơm, (m^3);

T - thời gian cần để tạo chân không yêu cầu, $T = 2 \dots 10$ phút;

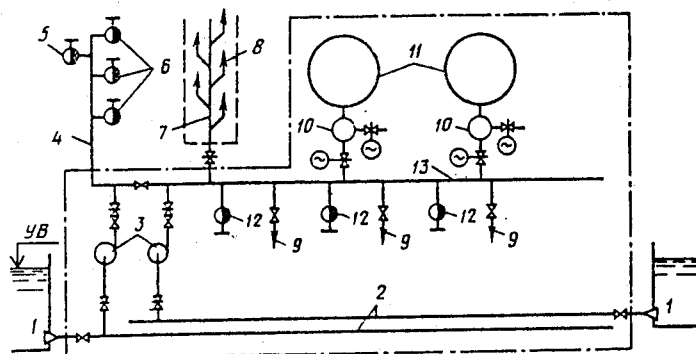
k - hệ số an toàn, $k = 1,1 \dots 1,15$.

Cần chọn số lượng bơm chân không không nhỏ hơn 2 (một để dự phòng). Hệ thống dẫn chân không không nên làm dạng nối và với số lượng chỗ nối bích ít nhất. Đường kính (mm) ống nên xác định theo công thức $d = (35 \dots 45) Q$ (Q là lưu lượng của bơm chân không, m^3/ph).

G. HỆ THỐNG CỨU HỎA

Hệ thống phòng cháy chữa cháy gồm các thiết bị phát hiện và dập tắt hỏa hoạn bằng nước (cung cấp nước chữa cháy cả trong lẫn ngoài nhà máy) hoặc bằng các phương tiện khác (dùng khí ga, dùng bột chữa cháy, dùng cát ..v.v.). Không cần đặt hệ thống cấp nước chữa cháy bên ngoài nhà máy của trạm bơm nhỏ và trung bình với thể tích nhà máy $\leq 1.000 \text{ m}^3$ và điều kiện kết cấu bao che được làm bằng vật liệu chịu lửa cấp I và II. Đối với trạm bơm lớn hơn, cần phải đặt bể chứa nước phụ bên ngoài nhà để chữa cháy.

Hình 10 - 17 là sơ đồ các đường ống của hệ thống cứu hỏa ở trạm bơm loại lớn. Nước chữa cháy do hai máy bơm 3 bơm từ bể chứa 1 hoặc bơm từ các đường ống 2 của hệ thống cấp nước kỹ thuật. Các máy bơm 3 đưa nước vào đường ống dẫn chính 13 đặt dọc theo cả nhà máy, đặt cùng cao trình tầng một bên ngoài các buồng máy điện chính. Nước từ đường ống 13 dẫn vào: vòi cứu hỏa 12 của các buồng máy điện; vào ống rót buồng cầu thang máy; vào các đường ống phân phối 7 của hệ thống vòi xối; vào các thiết bị tưới 8 để dập tắt lửa bằng tia phun bụi trong các hầm cáp, các tầng và kênh; vào ống 11 để dập tắt lửa trong các động cơ điện lớn; vào đường ống 9 để tích sơ bộ bể lắng hoặc bể lọc của hệ thống cấp nước kỹ thuật.



Hình 10 - 17. Sơ đồ các đường ống cấp nước cứu hỏa trong nhà máy.

1- Bể chứa; 2, 7, 9, 13- các đường ống: của hệ thống cấp nước kỹ thuật, phân phối dọc kênh dẫn cấp, để tích sơ bộ bể lắng hoặc hệ thống lọc nước của hệ thống cấp nước kỹ thuật, đường ống chính; 3- bơm cứu hỏa; 4- vòi cứu hỏa buồng thang máy; 5, 6, 12- các van cứu hỏa: bên ngoài, bên trong, buồng máy điện; 8- đến các thiết bị tưới; 10- tháo nước rò; 11- ống để dập tắt lửa của động cơ điện.

Cần có hai máy bơm cứu hỏa trở lên (có một dự phòng). Các bơm này cần đặt thấp hơn mực nước thấp nhất của nguồn. Thời gian khởi động máy bơm cứu hỏa không lớn hơn 5 phút sau khi nhận tín hiệu và cần phải có hai nguồn cấp điện độc lập hoặc dùng một bơm lấy điện từ lưới và một bơm với động cơ đốt trong.

Có thể sát nhập hệ thống cứu hỏa với hệ thống cấp nước uống - sản xuất và với hệ thống cấp nước kỹ thuật khi có luận chứng kinh tế - kỹ thuật thỏa đáng.

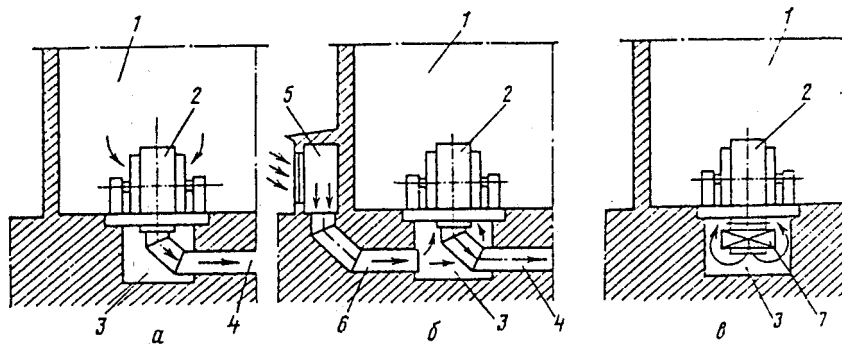
H. HỆ THỐNG THÔNG GIÓ

Hệ thống thông gió nhằm đảm bảo điều kiện sức khỏe cho nhân viên và tăng tuổi thọ cho trang thiết bị trong nhà máy. Trong gian điều khiển trung tâm và các phòng nghỉ của cán bộ nhân viên tốt nhất giữ nhiệt độ $20 - 25^{\circ}\text{C}$, tốc độ lưu chuyển không khí trong phòng không vượt quá $0,2 \text{ m/s}$. Trong gian động cơ, nhiệt độ động cơ tỏa ra có khi tới 50°C hoặc hơn nữa, do đó hiệu suất của động cơ giảm đi rõ rệt, như số liệu sau:

Khi nhiệt độ xung quanh động cơ là 35°C thì hiệu suất động cơ giảm	0%;
40°C	5%;
45°C	12,5%
50°C	25,5%.

Phải đảm bảo cho nhiệt độ trong nhà không cao hơn nhiệt độ ngoài trời $+ 5^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ cao nhất trong vùng có trang thiết bị điện kỹ thuật không vượt quá 45°C . Khi công suất động cơ điện kéo máy bơm chính lớn hơn 630 kW nên dùng hệ thống thông gió cưỡng bức. Việc làm nguội không khí cần phân phối đều theo chiều dài gian máy và tỷ lệ với nhiệt độ do máy sinh ra.

Hình 10 - 18 là hệ thống thông gió khi động cơ điện có công suất $\geq 630 \text{ kW}$, có thể thông gió kiểu xuyên hoặc kiểu khép kín. Kiểu xuyên dùng cho động cơ có công suất từ $630 \dots 1000 \text{ kW}$ (xem Hình 10 - 18): không khí được lấy từ ngoài nhà (Hình 10-18,đ) hoặc lấy từ gian máy (Hình 10 - 18,a), dùng quạt đặt trong các đường dẫn để thổi không khí nóng ra ngoài nhà máy. Thông gió kiểu khép kín dùng cho động cơ điện có công suất lớn hơn 1000 kW (Hình 10 - 18,b), một lượng không khí sạch được chuyển động tuần hoàn trong luồng kín và được làm nguội nhờ máy làm nguội chuyên dùng.



Hình 10 -18. Sơ đồ thông gió động cơ điện lớn.

a,δ- hệ thống thông gió kiểu xuyên: lấy không khí từ gian máy, lấy không khí từ ngoài;
b- hệ thống thông gió khép kín, làm nguội bằng thiết bị làm nguội. 1- gian máy; 2- động cơ điện trục ngang; 3- hố móng; 4,6- tháo và dẫn không khí; 5- cửa lấy không khí từ ngoài; 7- thiết bị làm nguội không khí.

Trong các gian ắc quy, trong đó nạp điện cho ắc quy với điện áp 2,3 V cho mỗi đơn vị, cần có thông gió riêng. Trong các buồng dẫn cáp và buồng máy cắt dầu cần đặt thông gió sự cố thổi ra. Trong các buồng dầu cần đặt thông gió thổi ra độc lập. Trong các phòng điều khiển trung tâm, phòng nghỉ, ở đó nhân viên có mặt thường xuyên, có thể đặt hệ thống điều hòa. Ở các trạm bơm nhỏ, lượng nhiệt tỏa ra ít, nhiệt độ trong gian máy luôn luôn bảo đảm trong phạm vi thích hợp hoặc sàn động cơ đặt cao hơn mặt đất xung quanh nhà máy có thể bố trí nhiều cửa sổ đối xứng để thông gió cho nhà máy. Mỗi giờ phải thay đổi lượng không khí trong nhà máy ít nhất là 2 đến 3 lần.

Khi lượng không khí cần thay đổi trong một giờ lớn hơn lượng không khí thay đổi của tự nhiên thì cần phải bố trí hệ thống thông gió. Thường chọn nhiệt độ lúc 13 giờ làm nhiệt độ tính toán. Gọi W là lượng không khí cần thông gió trong 1 giờ thì:

$$W = \frac{Q_{th}}{C(t_1 - t_2)\gamma_k}, (m^3/h) \quad (10 - 5)$$

Trong công thức (10 - 5) :

Q_{th} là nhiệt lượng thừa, (kcal/h) : $Q_{th} = \Sigma Q_t - \Sigma Q_{tt}$, (kcal/h), trong đó:

ΣQ_t là tổng lượng nhiệt tỏa ra từ động cơ (Q_{dc}) và từ dây dẫn (Q_{dd}), (kcal/h) :

$\Sigma Q_t = Q_{dc} + Q_{dd}$, (kcal/h);

$Q_{dc} = 860.N(1 - \eta_{dc}).\beta.n$, (kcal/h); với N - công suất định mức của động cơ (kW), η_{dc} là hiệu suất động cơ, β là hệ số phụ tải của động cơ, n - số tổ máy chạy đồng thời. Khi động cơ làm nguội bằng thông gió khép kín thì nhiệt lượng tỏa ra trong buồng chỉ còn 7,5 ... 10% của công thức tính ở trên, nghĩa là $Q'_{dc} = (0,075 \dots 0,1)Q_{dc}$.

$Q_{dd} = 2160.i^2$, (kcal/h), với i là cường độ trung bình của dòng điện qua 1 mm² tiết diện dây dẫn (A/mm²);

ΣQ_{tt} là tổng lượng nhiệt tổn thất xung quanh nhà máy: $\Sigma Q_{tt} = k.F.(t_1 - t_2)$, với F (m^2) là diện tích của tường, k là hệ số truyền nhiệt của $1^\circ C$, tính ra $kcal/m^2$ trong 1 giờ. Hệ số k lấy như sau:

Đặc tính của bề mặt	Hệ số k ($kcal/m^2.h$)	
	Đối với mặt trong	Đối với mặt ngoài
Cửa ra vào bằng gỗ	2,0	2,5
Cửa sổ:	-	5,0
Tường gạch dày 64 cm	0,91	0,91
Tường gạch dày 51 cm	1,10	1,10
Tường gạch dày 38 cm	1,38	1,38

C là tỷ nhiệt của không khí, bằng $0,24 kcal/kg$ cho $1^\circ C$;

t_1 là nhiệt độ cho phép lớn nhất của không khí trong buồng;

t_2 - nhiệt độ không khí bên ngoài đưa vào;

γ_k - trọng lượng riêng của không khí đưa vào: $\gamma_k = \frac{1293}{1 + \frac{t_2}{273}}$, (kg/m^3)

I. CÁC THIẾT BỊ ĐO LƯỜNG - KIỂM TRA

Dựa vào mức độ tự động hóa, trạm bơm nông nghiệp có thể chia làm ba nhóm:

- Nhóm điều khiển thủ công: Khi kiểm tra trạng thái trang thiết bị và các dạng đóng ngắt các tổ máy chính hay phụ đều thực hiện bằng tay tại nơi điều khiển, chỉ trừ khi có sự cố tổ máy bơm chính mới ngắt tự động. Trạm bơm điều khiển thủ công (thường là trạm bơm di động) thường dùng với diện tích tưới nhỏ, thường không có các dụng cụ kiểm tra và tín hiệu, nhân viên vận hành tiến hành kiểm tra bằng mắt thường, đôi khi để đề phòng sự cố trên trạm bơm họ dùng thiết bị bảo vệ đơn giản nhất như dùng dụng cụ điện để bảo vệ động cơ điện.

- Nhóm nửa tự động: Nhân viên vận hành từ phòng điều khiển trung tâm điều khiển các thiết bị (như khởi động hay ngắt tổ máy chính ở chế độ bình thường) dựa vào biểu đồ cấp nước hoặc điều khiển theo lệnh của lãnh đạo hệ thống tưới. Chỉ dừng tự động máy bơm chính khi sự cố và các hệ thống thiết bị phụ làm việc đảm bảo vận hành không bị sự cố. Trên các trạm bơm điều khiển nửa tự động, việc mở hay dừng tổ máy bơm chính từ xung lệnh, cần được tiến hành theo trình tự nghiêm ngặt. Ví dụ, ở trạm bơm mà các máy bơm chính được đặt cao hơn mực nước bể hút thì đầu tiên đóng thiết bị mỗi nước cho máy bơm, khi nước đã mỗi đủ thì cảm biến tiếp xúc điện tác động gửi tín hiệu khởi động động cơ điện và ngắt thiết bị chân không. Khi động cơ điện đạt vòng quay định mức thì cho tín hiệu mở van đường ống và khi van đã được mở toàn bộ thì cho tín hiệu hoàn thành mở máy. Việc ngắt tổ máy bơm làm thứ tự ngược lại.

Trong quá trình trạm bơm làm việc bình thường, cần tiến hành kiểm tra: mực nước ở thượng hạ lưu, ở các giếng thăm và giếng tháo; kiểm tra mực dầu ở các thùng dầu của

động cơ của két dầu áp lực, kiểm tra nhiệt độ ổ trục và ổ cuộn dây của động cơ điện, kiểm tra áp lực nước, áp lực dầu và không khí trong đường ống, kiểm tra dòng chảy trong hệ thống cấp nước kỹ thuật, kiểm tra độ chênh áp lực trước và sau lưới chắn rác và các công trình thiết bị khác ...

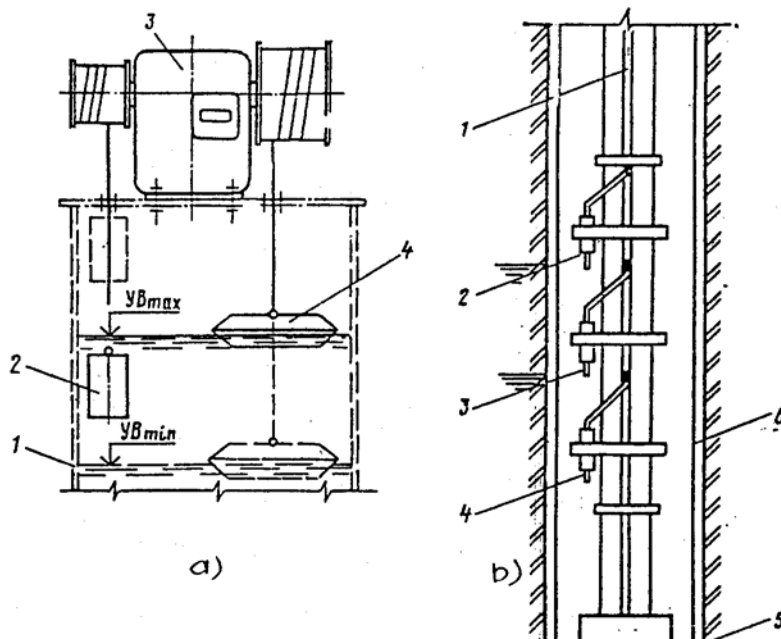
- Nhóm tự động: Máy móc làm việc theo chương trình lập sẵn, không có tác động của nhân viên vận hành.

Phương pháp điều khiển được phổ biến hơn cả là điều khiển từ xa, từ phòng điều khiển trung tâm thông qua thiết bị cơ học từ xa truyền và nhận số lượng thông tin lớn (về trạng thái thiết bị và công trình, về các tổ máy đã đóng ngắt, sửa chữa, các số đọc trên các thiết bị đo lường - kiểm tra, về phụ tải trên các động cơ điện, về lưu lượng và số lượng nước, về nhiệt độ ổ trục ..v.v...). Điều khiển từ xa được dùng cả trong các trạm bơm lớn riêng biệt hoặc nhóm các trạm bơm. Trạm bơm tự động hóa được dùng trong trường hợp khi có khả năng tổ chức tín hiệu đơn trị để mở hoặc dừng máy chính: khi cần duy trì mực nước đã cho trong kênh dẫn và kênh tháo hoặc trong tháp điều tiết, khi cấp nước vào các mạng lưới tưới kín ...

Thiết bị đo lường - kiểm tra trạng thái của trang thiết bị và thượng hạ lưu và cấp tín hiệu cho hệ thống tự động của trạm bơm gồm: thiết bị đo mực nước, tín hiệu dòng, thiết bị đo lưu lượng ..v.v... Sau đây ta nghiên cứu một số thiết bị đã nêu trên.

I. Thiết bị đo mực nước :

Thiết bị đo mực nước: phao, tiếp điểm điện, âm học, dùng để đo mực nước hoặc mực dầu trong các thùng hoặc bể hồ. Hình 10 - 19, a trình bày một sơ đồ cảm biến để đo từ xa mực nước trong giếng hở có giao động mực nước lớn (đến 20 m). Khi mực nước trong giếng 1 hạ xuống (hoặc tăng lên) thì phao 4 hạ xuống còn đối trọng 2 nâng lên, trục chính của tổ máy bơm chính quay một góc tỷ lệ với sự thay đổi mực nước. Sự thay đổi tương ứng này được chỉ ra trên máy đếm và tạo xung gửi đến dụng cụ đo thứ cấp. Để kiểm tra mực nước trong vỏ máy bơm, trong thùng chân không, trong các giếng thăm và giếng tháo ..v.v.. ta có thể dùng bộ truyền tín hiệu mực nước như Hình 10 - 19, b. Nguyên tắc hoạt động của dụng cụ này là sự thay đổi điện dung phụ thuộc vào sự thay đổi mực nước. Bộ role biến điện trở của các cảm biến 2, 3, 4 thành tín hiệu điện . Để đo mực nước hoặc mực dầu ở các trạm bơm người ta sử dụng các thước đo mực nước hoặc các ống thủy tinh đo nước.



Hình 10 - 19. Các sơ đồ đo mực nước.

a - Sơ đồ cảm biến để đo mực nước từ xa;

b - Sơ đồ tín hiệu - điều chỉnh mực nước:

Ký hiệu của sơ đồ b : 1- cáp ; 2, 3, 4- các cảm biến tương ứng với mực nước: trên, dưới, " khô " ; 5 - máy bơm chìm ; 6 - giếng khoan.

II. Tín hiệu dòng:

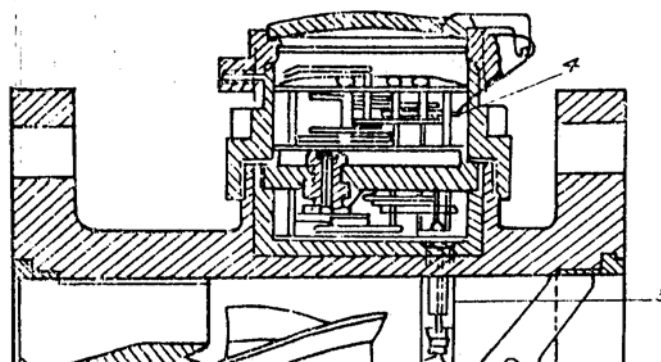
Tín hiệu dòng (role dòng) được đặt trong phần chảy ổn định của đường ống để báo tình trạng dòng chảy trong ống. Nguyên tắc hoạt động của tín hiệu dòng sự cân bằng mô men xoắn phát sinh trong dòng chất lỏng ổn định hoặc dựa vào sự chênh lệch áp lực ở hai phía của bộ phận cản cục bộ đặt trong phần dòng chảy ổn định.

III. Máy đo lưu lượng.

Thiết bị đo lưu lượng có nhiều loại: đập tràn tam giác thành mỏng, thước đo mực nước, đồng hồ đo nước kiểu turbin, ống Ven tu ri, vòi ven tu ri, ống đo khuỷu cong ...

1. Đồng hồ đo nước kiểu turbin

Đồng hồ đo nước kiểu turbin gồm: bánh xe xoắn 2 (xem Hình 10 - 20) đặt nằm ngang quay quanh một trục, số vòng quay tỷ lệ với lượng nước chảy qua nó, khi bánh xe quay sẽ truyền lên kim đồng hồ đo nước 4 qua trục truyền 3. Để biểu thị các đặc trưng thủy lực của đồng hồ đo lưu tốc người ta dùng lưu lượng đặc trưng. Khi chọn đồng hồ đo nước để sử dụng cần phải căn cứ vào những các điều kiện sau: Lưu lượng định đo lớn nhất không lớn hơn 50% lưu lượng đặc trưng, phụ tải sử dụng lớn nhất bằng 0,2 ... 0,25 lưu lượng đặt trưng và lưu lượng nhỏ nhất không nhỏ hơn 0,02 ... 0,05 lưu lượng đặc trưng để đảm bảo độ nhạy của đồng hồ đo. Lưu lượng đặc trưng tra trong bảng tra cứu của đồng hồ đo. Để đảm bảo độ chính xác của số liệu đo, quy định: trước đồng hồ đo nước phải có một đoạn ống thẳng bằng 5 ... 10 lần đường kính ống, phía sau đồng hồ có đoạn thẳng dài 3... 5 lần đường kính ống, van phải lắp xa đồng hồ một đoạn lớn hơn 0,5 m. Nhược điểm của đồng hồ đo nước kiểu này là không thể đo được lưu lượng tức thời.



Hình 10 -20. Thiết bị đo lưu lượng theo tốc độ kiểu turbin.

2. Ống Ven tu ri:

Ống Ven tu ri (Hình 10 -21,a) gồm hai đoạn nón cụt nối lại với nhau. Tỷ số giữa đường kính nhỏ và đường kính lớn thường là : $d/D = 0,3 \dots 0,7$. Lưu lượng chảy qua ống Ven tu ri được tính theo công thức sau:

$$Q = c. \alpha. d^2 \sqrt{\frac{h_n}{\gamma}} \quad (10 - 6)$$

Trong đó: d - đường kính ống nhỏ, (mm);

h_n - độ chênh áp lực của cột chất lỏng trong ống đo áp lực;

γ - dung trọng của nước, (kg/m^3);

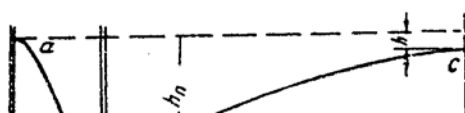
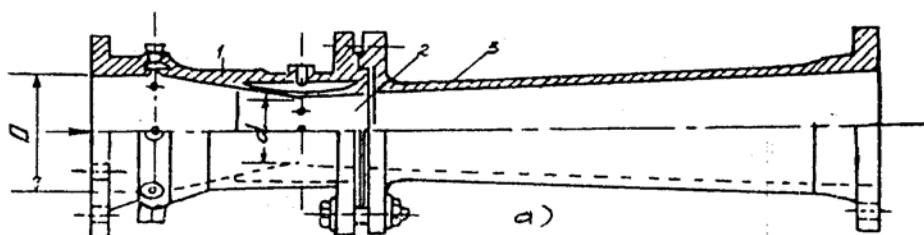
c - hệ số, lấy bằng 0,04445 khi nhiệt độ $t = 1 \dots 20^\circ\text{C}$, chất lỏng trong ống đo áp là thủy ngân và d tính bằng mm, γ tính bằng kg/m^3 ;

α - hệ số phụ thuộc tỷ số d/D , lấy như sau:

d/D	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
α	0,989	0,994	1,006	1,032	1,089

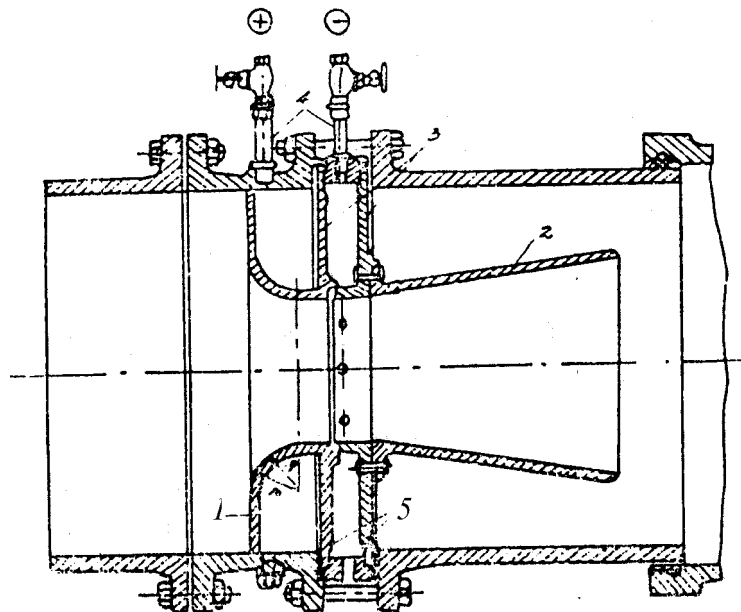
Tổn thất cột nước trong ống Ven tu ri có thể tính: $h = 0,22 h_n (1 - \frac{d^2}{D^2})$.

Ống Ven tu ri dùng để đo lưu lượng trong đường ống có đường kính ≥ 150 mm, ống phải được lắp giữa hai đoạn ống thẳng, đoạn ống thẳng trước Ven tu ri dài 13 lần đường kính ống, đoạn sau dài bằng 5 lần đường kính ống.



Hình 10 -21. Ống Ven tu ri.

3. Vòi Ven tu ri (xem Hình 10 - 22).

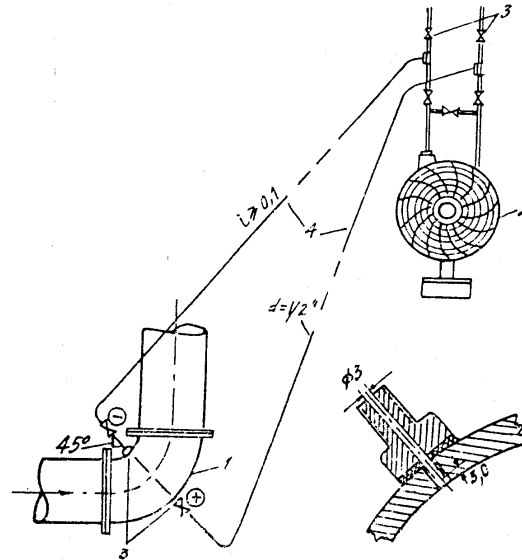


Vòi Ven tu ri về nguyên lý giống ống Ven tu ri chỉ khác là dùng vòi sẽ cho chiều dài ngắn hơn, do đó tổn thất cột nước cũng nhỏ hơn so với ống Ven tu ri.

Loại ống đo và vòi Ven tu ri có các ưu điểm : có thể dùng đo được chất lỏng bẩn, lưu lượng lớn, có thể đo được lưu lượng tức thời, tổn thất cột nước nhỏ (dưới 0,4 m). Nhưng nó cũng có nhược điểm là : chiều dài lớn (bằng 5 ... 8 lần D, vòi Ven tu ri nhỏ hơn) và

phải lắp bộ phận đo áp bằng thủy ngân ở ngoài. Để rút ngắn kích thước nhà máy, ống Ven tu ri có thể đặt trong hầm ngoài nhà máy.

4. Khuỷu cong đo nước:



Hình 10 - 23. Sơ đồ thiết bị đo nước khuỷu cong.

Tại chỗ uốn cong 1 của đường ống (xem Hình 10 - 23) ta khoan một lỗ ở chỗ lồi và một lỗ ở chỗ lõm có đường kính 10 mm và nối chúng với thiết bị đo áp lực hình chữ U hoặc một loại đồng hồ đo lưu lượng làm việc theo nguyên lý chênh lệch áp lực. Dựa vào độ chênh lệch áp lực giữa hai phía ta có thể tính được lưu lượng chảy qua ống. Tốc độ nước chảy qua ống cong có trị số sao cho độ chênh áp lực ở hai phía lồi và lõm không thấp hơn 10 mm thủy ngân, trị số đó khoảng 1 m/s.

Lưu lượng được tính theo công thức:

$$Q = 3,49 \cdot \mu D^2 \sqrt{\frac{R}{2D}} \sqrt{(S-1)\Delta h}, \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (10-7)$$

Trong đó: μ - hệ số lưu lượng, xét đến sự sai khác giữa lý luận và thực tế do lưu tốc trong ống khuỷu không đều;

D - đường kính trong của ống khuỷu, (m);

R - bán kính thủy lực của ống khuỷu, (m);

S - tỷ số giữa dung trọng chất lỏng đo áp trong ống đo chữ U và γ nước;

Δh - độ chênh của cột chất lỏng trong ống hình chữ U.

Công thức trên có thể tính khi thiết bị đo nước lắp ở đường ống hút hoặc ống đẩy.

Ngoài ra còn có thể dùng công thức tính lưu lượng sau:

$$Q = 0,0443 \alpha D^2 \sqrt{\frac{R}{2D}} \sqrt{\frac{\Delta h}{\gamma}} \quad (10-8)$$

Trong đó: γ - dung trọng của nước;

α - hệ số, bình quân bằng 1, nếu $R/D = 0,95 \dots 1,5$.

Độ chính xác của thiết bị đo khoảng 5 %.

Trước khi tính phải dùng các thiết bị đo lưu lượng khác để đo các lưu lượng khác nhau với độ chênh Δh và Q , sau này khi có Δh ta có thể đọc ngay ra được Q . Loại thiết bị đo này hiện được ưa dùng vì: giá thành rẻ lại dễ lắp, thuận tiện lại nhậy. Nếu dùng các phương pháp khác như điện hoặc cơ để đo Δh thì quản lý sẽ đơn giản đi nhiều. Khi đo dòng chảy nên đo ở bể hút hoặc ở kênh dẫn. Đo nước bằng hình thức này tổn thất cột nước nhỏ và dụng cụ đo này có thể tự làm lấy được. Dung trọng chất lỏng đo áp lực chọn tương đối lớn, có thể 2,5 ... 6,0.

Chương XI. NHÀ MÁY CỦA TRẠM BƠM

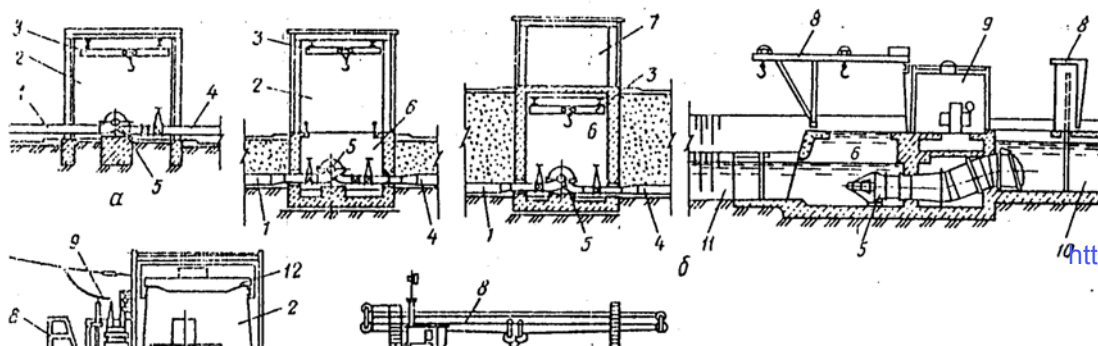
Nhà máy của trạm bơm là nơi đặt các thiết bị động lực (máy bơm, động cơ ...) và các trang thiết bị phụ (bơm chân không, các hệ thống thiết bị phụ cơ, điện ..v.v..) phục vụ cho việc bơm nước thuận lợi và an toàn.

A. CÁC LOẠI NHÀ MÁY BƠM

Dựa vào kiểu, hình thức kết cấu nhà máy, vùng sử dụng, điều kiện địa hình, loại nguồn nước ..v.v.. nhà máy bơm được chia ra theo nhiều cách:

- Theo cách lắp trực tổ máy bơm: nhà máy trực ngang hay trực đứng với ống tháo khuỷu hay ống tháo xoắn, loại cáp xuyn hay loại giếng ...
- Theo phương pháp dẫn nước đến máy bơm: nhà máy có ống hút hay tự chảy, loại buồng khô hay buồng ướt, loại ống hút cong đặt trong khối móng nhà máy ...
- Theo cao trình đặt máy bơm so với mực nước ở nguồn: nhà máy với máy bơm đặt cao hơn hay thấp hơn mực nước mực nước nguồn.
- Theo hình thức kết cấu phần trên và phần dưới nhà máy: nhà máy kết cấu phần trên cao, nhà máy có kết cấu phần trên thấp, nhà máy hở, nhà máy có phần dưới dạng khối, nhà máy buồng khô hay buồng ướt.
- Theo giải pháp bố trí công trình chính: Nhà máy tách riêng hay bố trí kết hợp với cửa lấy nước hoặc với công trình tháo.

Đối với trạm bơm phục vụ nông nghiệp việc phân loại nhà máy bơm thường theo điều kiện cấu tạo . Nhà máy của trạm bơm đặt cố định chia ba loại (Hình 11 - 1):



Hình 11 - 1. Các loại nhà máy bơm.

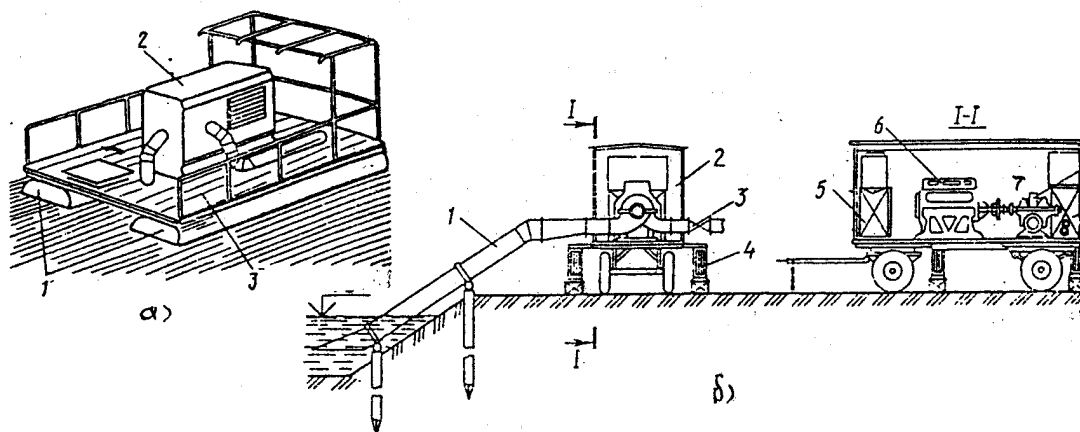
a - nhà máy lộ thiên móng tách; δ - nhà máy kiểu buồng; b - nhà máy khối tảng; - trạm bơm thuyền; 1,4 - ống hút, ống đẩy; 2- gian máy; 3- cầu trục dầm treo; 5- tổ máy bơm; 6- buồng nhà máy bơm; 7- gian phụ; 8,12- cần trục chữ môn và cầu trục cầu; 9- trạm biến áp; 10,11- kênh tháo, kênh dẫn; 13- trống bảo vệ cá; 14- cầu nổi; 15- nối cầu.

Nhà máy lộ thiên, móng tách : gian máy và máy bơm chính đặt trên mặt đất đã san ủi mặt bằng (xem Hình 11 - 1,a) móng tách rời với móng nhà máy;

Nhà máy kiểu buồng (hay gọi là nửa dưới đất): máy bơm chính đặt ở buồng thấp hơn mặt đất san ủi, thường nằm dưới mực nước trong kênh dẫn (xem Hình 11 - 1,δ);

Nhà máy khối tảng: buồng dưới nước có dạng khối, phần dẫn hoặc ống hút cong của máy bơm đặt trong khối bê tông móng nhà máy (xem Hình 11 - 1,b);

Ngoài những nhà máy bơm đặt cố định, trong nông nghiệp còn có những loại trạm bơm di động, trong đó nhà máy cũng là trạm, có đặc thù riêng (Hình 11 - 1, và 11 - 2):



Hình 11 - 2. Các sơ đồ trạm bơm di động.

a - trạm bơm bè: 1- phao; 2- vỏ tổ máy bơm; 3- boong.

đ - trạm bơm trên xe: 1- ống hút; 2- thùng xe; 3- van ống đẩy; 4- dầm chia; 5, 8- thùng dầu và nhiên liệu, nước; 6- động cơ diesel; bơm li tâm.

Trạm bơm nổi (Hình 11 - 1,) : tổ máy bơm chính đặt trên thuyền (tàu) riêng hoặc máy bơm chính đặt trên bè nổi hay cầu nổi (Hình 11 - 2, a);

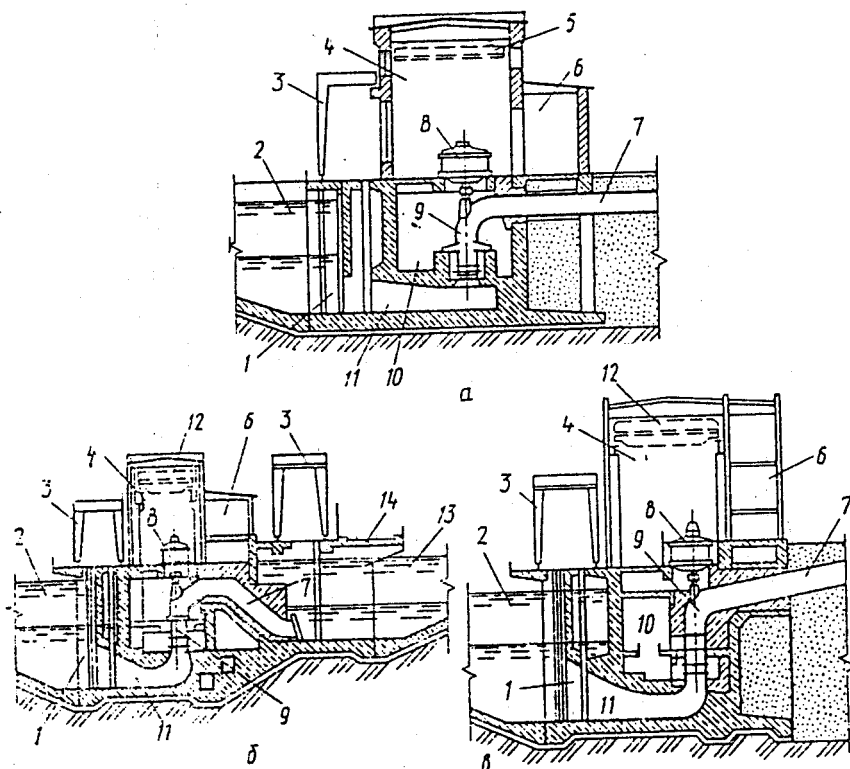
Trạm bơm đặt trên xe (Hình 11 - 2, đ) : máy bơm chính được lắp trên khung treo trên máy kéo, có thể di động dọc nguồn nước để hút nước;

Trạm bơm trên rây, bờ dốc (Hình 8 - 9) : tổ máy bơm được kéo dọc theo rây để ống hút đặt ngập dưới mực nước nguồn khi mực nước nguồn giao động lên xuống nhiều.

Sau đây trình bày những nguyên lý bố trí và thiết kế cơ bản của các loại nhà máy bơm đã đề cập đến ở trên.

B. NHÀ MÁY BƠM KHỐI TẢNG

Nhà máy bơm khối tầng có đặc điểm là sử dụng bê tông liền khối, trong đó ống hút và khối móng được đổ bê tông thành khối lớn, nhờ vậy mà nhà máy đảm bảo không bị trượt hoặc bị đẩy nổi ..v.v... Nhà máy này thường được sử dụng đối với trạm bơm trung bình, lớn và rất lớn với các loại máy bơm li tâm trục đứng (Hình 11 - 5); máy bơm trục, cánh chéo trục đứng (Hình 11 - 3) và trục ngang loại vừa và lớn (Hình 11 - 4). Lưu lượng mỗi máy bơm từ 0,5 đến hàng chục m^3/s , thường dùng với máy bơm có lưu lượng lớn hơn $2 m^3/s$ và lấy nước từ các nguồn nước hỏ, giao động mực nước bất kỳ.

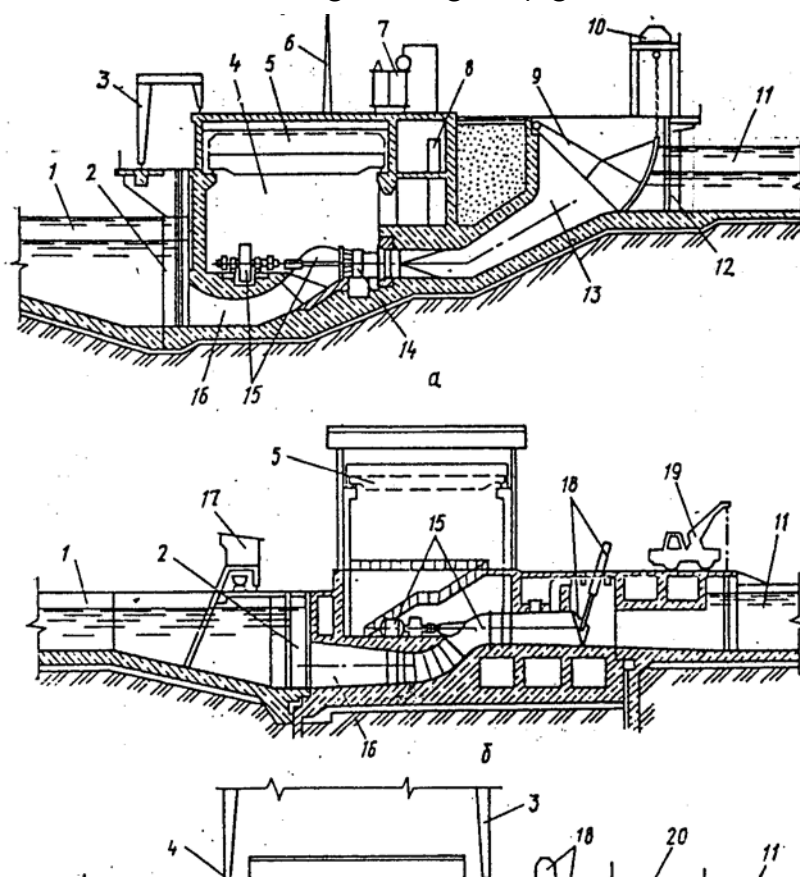


Hình 11 - 3. Nhà máy bơm khối tăng với máy bơm hướng trục trực đứng.

a - ống hút kiểu buồng; δ - nhà máy kết hợp với bể tháo; b - nhà máy toàn khối.
 1- cửa lấy nước của nhà máy; 2- nguồn nước; 3,12- cần trục chữ môn và cầu trục cầu;
 4- gian máy; 5- cầu trục dầm; 6- gian phụ; 7- ống đẩy; 8- động cơ điện; 9 - máy bơm
 trục; 10- buồng máy bơm; 11- buồng hút (hay ống hút); 13- kênh tháo; 14- cầu ô tô.

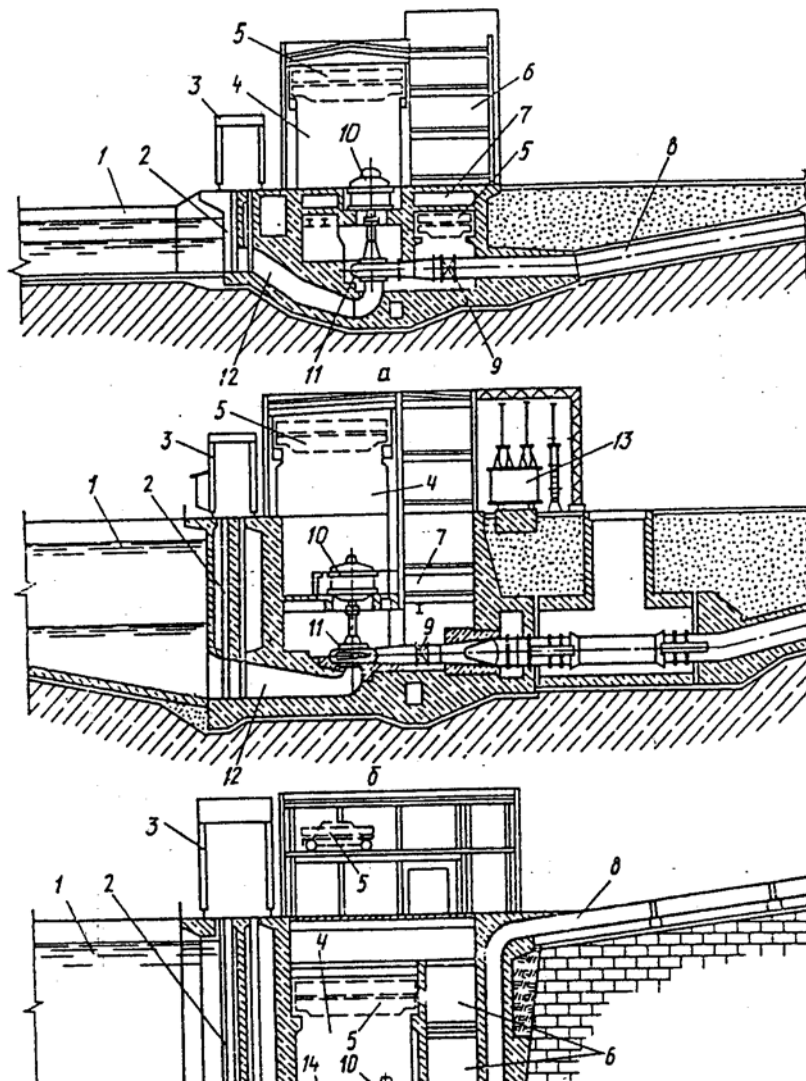
Hình 11 - 3 trình bày một số cách bố trí nhà máy bơm khối tăng dùng với máy bơm hướng trục trực đứng với các loại ống hút kiểu buồng (hình a), ống hút khuấy cong (xem hình δ và b), ống đẩy loại xi phong và nhà máy liền khối với bể xả (hình δ), hình b là một dạng đồ toàn khối phần móng và cả thân máy bơm. Phần trên của nhà máy bố trí gian máy chính và các phòng phụ về điện, các cần trục thao tác van thượng hạ lưu.

Hình 11 - 4 trình bày một số cách bố trí nhà máy bơm khối tăng dùng với các tổ máy bơm hướng trục trực ngang loại vừa và lớn. Đặc tính của loại trục ngang là động cơ điện đặt ở phần sàn khô, ngay trên ống hút khuấy cong (hình a và δ), riêng hình b có dạng đặc biệt: động cơ điện đặt trong buồng khô dưới mực nước, còn phần dẫn nước vào máy bơm gồm hai hành lang đối xứng hai phía của động cơ điện, giải pháp này cho phép rút ngắn chiều sâu khối dưới nước nhưng làm tăng bề rộng khối dưới nước.



Hình 11 - 4. Bố trí nhà bơm khối tảng với máy bơm hướng trục trục ngang.

1- nguồn nước; 2- phần cửa lấy nước của nhà máy; 3,5,19- các cần trục: cầu trục cầu và cần trục ô tô; 4- gian máy; 6- đường tải điện; 7- máy biến áp chính; 8- thiết bị phân phối điện; 9,14,18- các cửa van: van cung, van đĩa, van sửa chữa - sự cố; 10- máy tời; 11- kênh tháo; 12- rãnh van sửa chữa; 13- dung tích điều tiết; 15- tổ máy bơm; 16- ống hút khuấy cong; 17- máy dọn rác; 20- cầu ô tô.



Hình 11 - 5. Bố trí nhà máy bơm khối tăng với bơm li tâm trực đứng.

a, δ, b - xây dựng trên nền: đất chặt ($\text{lún} \leq 5 \text{ cm}$), nền đất yếu ($\text{lún} > 5 \text{ cm}$), nền đá (khi mực nước nguồn giao động lớn); 1- nguồn nước; 2- phần lấy nước của nhà máy; 3,5- cầu trục chữ môn và cầu trục cầu; 4- gian máy; 6- phòng phụ; 7- nửa tầng cáp; 8- ống đẩy; 9- van đĩa; 10- động cơ điện; 11,14- máy bơm li tâm và " máy bơm bổ sung"; 12- ống hút khuỷu cong; 13- trạm máy biến áp.

Hình 11 - 5 biểu thị một số sơ đồ bố trí nhà máy bơm li tâm trực đứng khối tăng tùy thuộc vào điều kiện tự nhiên nơi đặt nhà máy. Hình 11 - 5,a đặc trưng cho loại gian máy cao bên cạnh là trạm phân phối điện và những phòng phụ khác. Máy bơm chính và ống hút được đổ liền khối trong móng . Đoạn trên của đường ống đẩy làm bằng thép không có khớp co giãn nhiệt độ. Kết cấu đơn giản này chỉ được dùng khi chênh lệch độ lún giữa nhà máy và ống $\leq 2 \dots 5 \text{ cm}$, thường dùng khi nền chặt ít nén được (mô đun biến dạng không nhỏ hơn 500 kg/cm^2), đoạn đầu ống đẩy đặt trên nền đất nguyên dạng.

Sơ đồ Hình 11 - 5,δ phức tạp hơn sơ đồ a. Động cơ điện chính được đặt trên sàn tầng giữa nằm dưới mực nước lớn nhất, có đặt khớp nhiệt độ ở đoạn ra ống đẩy. Khối lượng kết cấu giếng khớp nhiệt độ và khối mố neo khá lớn gần bằng khối lượng phần dưới của nhà máy. Máy biến áp động lực đặt cạnh phòng phân phối điện có tác dụng giảm bớt chiều dài đường dẫn điện (cáp , cầu thanh góp). Nền giếng cần phải đặt trên nền đất nguyên dạng. Nhược điểm của sơ đồ này là phải dùng hai khớp biến dạng (giữa giếng và nhà máy với mố neo), trong điều kiện biến dạng lớn sẽ không bảo vệ được khớp nhiệt độ ngập nước ngầm, rất khó vận hành kết cấu dịch chuyển của khớp nhiệt ở giếng sâu khi thiếu thiết bị nâng tải trọng.

Sơ đồ Hình 11 - 5,b có tính đặc biệt là có thêm các tổ "máy bơm bổ sung" 14 dọc buồng bơm chính, gian máy đặt dưới mực nước hồ, và phần ra của ống đẩy lộ trên mặt đất. Ưu điểm chính của sơ đồ này là kết cấu đoạn ra ống đẩy đơn giản: khớp co giãn nhiệt độ có thể đặt cao hơn mặt đất mặc dầu điều đó làm tăng chiều dài ống đẩy và tổn năng lượng. Nhược điểm lớn của nó là khi xảy ra sự cố, nhân viên khó thoát thân. Đôi khi lúc giao động mực nước nhỏ hơn 10 m động cơ điện chính cao hơn cao trình không ngập làm tăng chiều dài trục tổ máy.

Sau đây chúng ta nghiên cứu chi tiết hơn về thành phần nhà máy.

I. Phần dưới nước của nhà máy bơm khối tảng

Phần dưới của nhà máy bơm khối tảng có kết cấu dạng khối lớn, kể từ sàn động cơ trở xuống đáy móng nhà máy. Phần này gồm phần cửa lấy nước, ống hút, buồng đặt máy bơm chính, ống đẩy và các van, hệ thống tháo nước thấm nước tháo ...

1. Ống hút của nhà máy bơm khối tảng

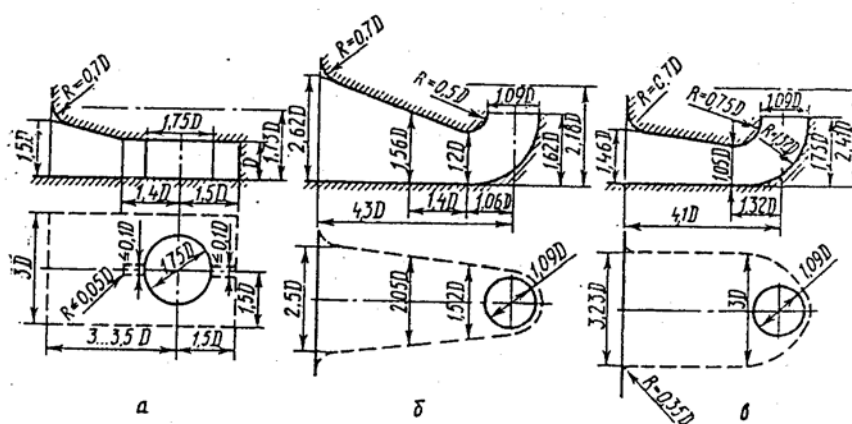
Ống hút trong nhà máy bơm khối tảng là bộ phận hướng dòng nước vào máy bơm một cách đều đặn giảm tổn thất cột nước. Người ta đổ bê tông ống hút trong khối bê tông móng nhà máy theo hình dạng thuận dòng bằng cách thay đổi dần tốc độ chảy trong ống hút. Thông qua những kết quả thí nghiệm để xác định kích thước và đưa ra ba dạng: ống hút loại buồng, hai dạng ống hút loại khuỷu cong. Kích thước ống hút do nhà máy chế tạo bơm cung cấp hoặc nếu chưa có ta có thể tham khảo sơ bộ theo Hình 11 - 6 trang sau. Để giảm tổn thất dòng chảy qua ống hút ta tăng kích thước của nó nhưng lại tăng kích thước khối móng nhà máy, làm tăng giá thành xây dựng và phí quản lý. Do vậy cần phải thiết kế hình dạng và kích thước ống hút hợp lý và dùng vữa xi măng số hiệu cao trát bề mặt hay lát thép mặt trong ống hút để giảm sức kháng thủy lực tăng hiệu suất ống hút, đồng thời giảm khối lượng công trình.

Theo tài liệu thí nghiệm ống hút do Liên Xô cũ cung cấp, ta có ba loại sau:

- Loại ống hút kiểu buồng (hay loại ống hút thẳng hình chữ nhật) hình 11 - 6,a, loại này có cấu tạo đơn giản, dùng cho máy bơm hướng trục trực đứng có lưu lượng không lớn và đường kính BXCT nhỏ hơn 87 cm. Hệ số sức cản của đường ống với buồng là $\zeta = 0,6$.

- Loại ống hút khuỷu cong có chiều cao lớn chiều rộng nhỏ (Hình 11 - 6,đ). Loại này dùng cho máy bơm li tâm và hướng trục có lưu lượng tương đối lớn. Do dạng cong nên tổn thất cột nước nhỏ hơn loại buồng. Vì cột nước do máy bơm tạo ra không cao mà lưu lượng lại lớn, hệ số sức cản giảm nhỏ ($\zeta = 0,5$) do đó loại này tiết kiệm đáng kể về năng lượng bơm và làm tăng hiệu suất của trạm .

- Loại ống hút khuỷu cong có chiều cao nhỏ nhưng chiều rộng tăng (H 11 - 6,b) Loại này dùng khi cao trình đặt máy bơm đặt thấp hơn đáy buồng nhận nước.



Hình 11 - 6. Hình dạng và kích thước ống hút của nhà máy khối tắng.

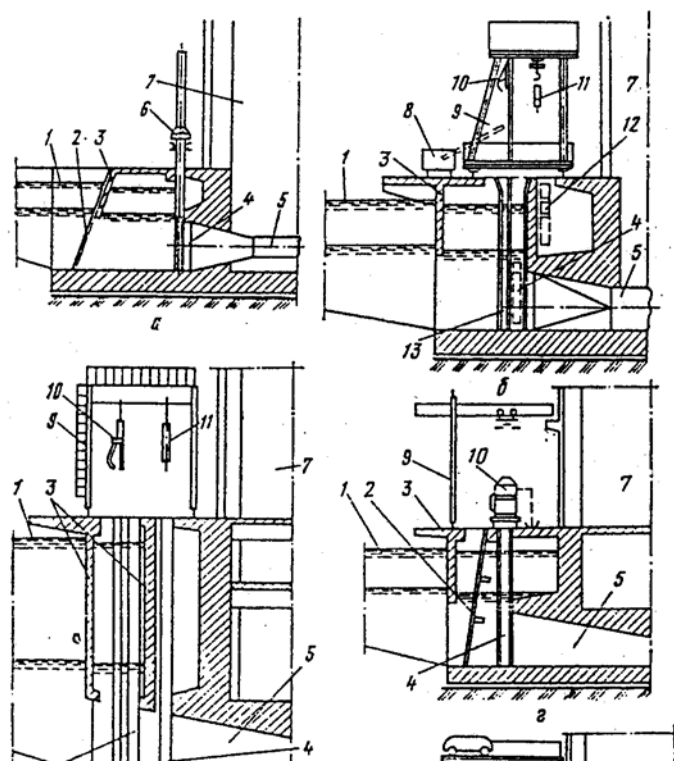
a - ống hút kiểu buồng ; δ - ống hút khuỷu cong cao; b- ống hút khuỷu cong thấp.

2. Phần cửa lấy nước của nhà máy bơm khối tắng.

Phần cửa lấy nước của nhà máy bơm khối tắng (và ở một số nhà máy loại buồng) được xây liền với nhà máy nhằm đảm bảo lấy đủ nước, ngăn chặn vật nổi và cá vào máy bơm, có khả năng ngắt dòng nước để tiến hành sửa chữa, giảm tổn thất cột nước và phân bố vận tốc đều đặn ở cửa vào ống hút.

Kết cấu phần cửa lấy nước của nhà máy loại khối tắng và loại buồng phụ thuộc vào lưu lượng của máy bơm chính và điều kiện lấy nước (biên độ mực nước, mức độ đọng rác của nguồn nước ...): Khi độ sâu nước trong kênh $\leq 2,5$ m nên dùng cửa lấy nước đơn giản gồm lưới chắn rác đặt nghiêng dọn rác bằng tay, dùng máy đóng mở van sữa chữa bằng máy nâng vít (xem Hình 11 - 7,a). Khi trạm bơm có lưu lượng ≤ 4 m³/s, lấy nước từ nguồn nước tương đối sạch có thể dùng cửa lấy nước hai rãnh kết hợp cho cửa van và lưới chắn rác và dọn rác bằng cào cơ khí đặt trên cầu trục chữ môn (Hình 11 - 7,δ). Khi trạm bơm có lưu lượng lớn hơn 4 m³/s dùng cửa lấy nước với hai rãnh van riêng cho cửa van và cho lưới chắn rác (Hình 11 - 7,b) hoặc lưới nghiêng không rãnh làm sạch bằng máy dọn rác tự di động (Hình 11 - 7, ι , ϑ). Ưu điểm của hai loại sau là :

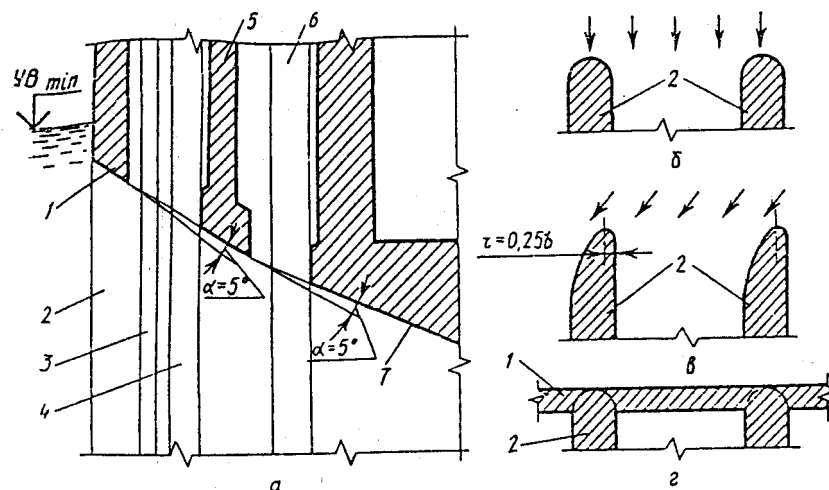
khi tốc độ dòng chảy trong cửa lấy nước đạt đến 1,5 m/s vẫn không phát sinh nước xoáy. Khi nước nguồn có độ đục lớn nên dùng cửa lấy nước xi phông vì loại này không cần phải đặt van sữa chữa, tuy nhiên giá thành xây dựng và chi phí vận hành lớn.



Hình 11 - 7. Các sơ đồ phân lấy nước của nhà máy khối tăng và buồng. a, δ - với tiết diện lỗ lấy nước $\leq 4 \text{ m}^2$; b, ,δ - tiết diện $> 4 \text{ m}^2$; 1- nguồn nước; 2- lưới chắn rác; 3- tường ngực; 4,13- các rãnh của van sửa chữa và rãnh lưới chắn rác; 5- ống hút; 6- máy nâng kiểu vít; 7- gian máy; 8- xe chuyển rác; 9- cầu trục chữ môn; 10- máy dọn rác; 11- dầm cặp; 12- nơi đường hộ van sửa chữa.

Rãnh van có thể đặt thép dẫn hướng hoặc không có thép dẫn hướng. Khi trong nước có vật nổi lớn cần phải đặt tường ngực, việc chọn cao trình tường ngực cần đảm bảo không sinh phễu xoáy ở mép dưới của tường, muốn vậy nên đặt mép dưới của tường ngực thấp hơn mực nước nhỏ nhất không nhỏ hơn 0,5 m.

Hình dạng phần vào của lấy nước và mép lượn của trụ van chỉ dẫn như ở hình 11 - 8. Đầu vào của trụ cần có dạng tròn hoặc ellipse. Khi hướng nước vào xiên góc cần tăng chiều dài trụ và làm không đối xứng để cho dòng chảy vào lưới chắn rác và lỗ vào ống hút đều đặn.



Hình 11 - 8. Sơ đồ phân vào của cửa lấy nước nhà máy khối tảng và buồng.
a - tường ngực và trần ống hút; δ, b - trụ thẳng và trụ xiên; - tường ngực 1; 1,5 - tường ngực thứ nhất và thứ hai; 2- trụ; 3,4,6 - các rãnh lần lượt của: máy dọn rác, lưới chắn rác, van sữa chữa; 7- trần ống hút của máy bơm.

3. Tầng dưới của nhà máy bơm khối tảng.

Tầng dưới của nhà máy bơm khối tảng tính từ sàn đặt động cơ chính trở xuống, thường đặt các ống hút, ống đẩy và các thiết bị phụ thủy lực khác. Các điều kiện ảnh hưởng đến kích thước tầng dưới nhà máy là: lưu lượng máy bơm, loại và kết cấu kích thước máy bơm, giao động mực nước và chiều sâu nước ở bể hút, độ vững chắc của nhà máy, cách tháo lắp thiết bị, vật liệu xây dựng và biện pháp thi công ...

a. Bố trí và kích thước khối móng:

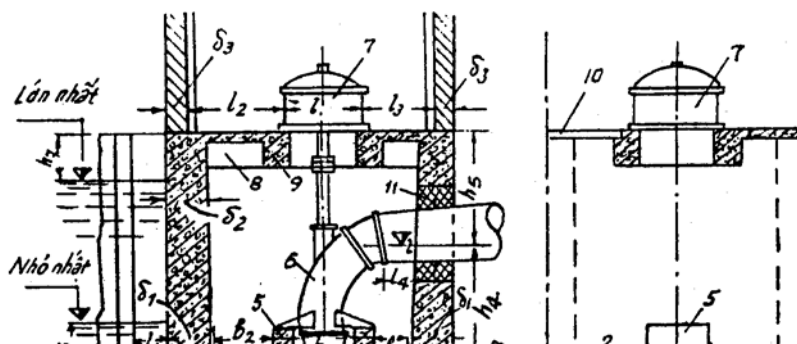
Khối móng của nhà máy bơm khối tảng được đổ bê tông liền khối. Khi nền là đất dưới khối móng cần một số lớp cấu tạo sau đây: lớp sát đáy móng là lớp nhựa đường dày 2 ... 3 cm có lưới thép với đường kính $\Phi = 5 \dots 6$ mm, đặt cách nhau 20 ... 30 mm để giữ cho nhựa khỏi bị chảy; dưới lớp nhựa đường là lớp bê tông thô số hiệu 40 ... 60 # dày 15 ... 20 cm; dưới cùng là lớp sỏi hoặc đá dăm dày 5 ... 10 cm và san bằng mặt. Khi nền yếu phải tính toán gia cố nền bằng các biện pháp: nền cao, thả giếng chìm ..v.v... Trong khối móng bố trí đường hầm tập trung nước 4 (xem Hình 11 - 9) từ ống hút khi sữa chữa và nước thấm từ sàn bơm chảy xuống (xem lại Hệ thống tiêu nước trong nhà máy chương X), đường hầm có cao trình đáy thấp hơn đáy ống hút từ 10 ... 20 cm và có đường ống 3 nối với ống hút. Kích thước ngang của đường hầm tối thiểu 1,8 x 0,8 m để đảm bảo đi lại khi sữa chữa các thiết bị dưới đường hầm. Dọc đường hầm có rãnh tập trung nước về hồ bơm tiêu nước trong nhà máy, độ dốc rãnh lấy từ 1/500 ... 1/1000. Kích thước khối móng (xem Hình 11 - 9) tính theo công thức:

$$h_m = h_1 + h_2, (m) \quad (11 - 1)$$

Trong đó: h_1 là chiều dày tấm đáy nhỏ nhất, xác định dựa vào tính toán cân bằng tĩnh. Trường hợp sơ bộ lấy từ 0,8 ... 1,2 m;

h_2 là chiều cao từ đáy đường hầm đến sàn bơm, nó bằng chiều cao ống hút h_o cộng với h_6 , chiều cao ống hút h_o tra được, còn chiều cao h_6 là độ chênh giữa đáy ống hút 2 và đáy đường hầm 4 để đảm bảo tháo tự chảy từ ống hút ra đường hầm thường lấy $h_6 = 0,2 \dots 0,3$ m $\Rightarrow h_2 = h_o + h_6$.

Độ cao móng h_m có quan hệ với cao trình đặt máy bơm như: $h_m = \nabla_{dm} - h_3$, với h_3 là độ chênh giữa cao trình đặt máy bơm và cao trình sàn bơm, thường sơ bộ lấy $h_3 = 0,6 \dots 0,8$ m, lấy chính xác từ tài liệu máy bơm.



Hình 11 - 9. Sơ đồ xác định kích thước nhà máy bơm khối tăng.
a - mặt cắt ngang nhà máy ; b - mặt cắt dọc nhà máy.

b. Bố trí và kích thước gian máy bơm.

Gian máy bơm chính là nơi đặt máy bơm chính, ống đẩy, thiết bị phụ và bộ đồ động cơ điện, yêu cầu phải khô ráo và sạch sẽ và đảm bảo đi lại vận hành. Gian máy bơm có thể ngăn thành từng buồng cho từng tổ máy bơm, cũng có thể không xây ngăn mà để thông giữa các tổ máy. Việc xây ngăn hay không tùy thuộc vào độ cứng của tường nhà máy. Khi chiều cao gian bơm lớn hơn 10 m người ta thường xây tường ngăn để rút ngắn chiều dài nhịp dầm đỡ, các dầm chính của động cơ chạy suốt dọc nhà máy, giảm khối lượng bê tông và thép dầm, nhưng cũng làm tăng chiều dài nhà máy tăng khối lượng bê tông của gian máy. Ngược lại, trong kết cấu không có tường ngăn thì chiều dài nhà máy sẽ giảm, nhưng tường thượng hạ lưu nhà máy sẽ dày hơn để đỡ dầm chính của động cơ. Vì vậy loại không có tường ngăn thường dùng khi chiều cao gian máy bơm từ 5 ... 8 m. Theo kinh nghiệm thường bề dày tường δ thượng hạ lưu lấy như sau: khi chiều cao tường 4 m thì lấy $\delta = 0,6\text{m}$; khi chiều cao tường 6 m lấy $\delta = 0,8\text{ m}$; cao 8 m lấy $\delta = 1\text{ m}$.

Để chống thấm nước vào gian máy bơm, khi xây dựng mặt ngoài tường ta trát lớp xi măng chống thấm cao hơn mực nước cao nhất một đoạn 0,5 m, phía tường có đắp đất phải quét thêm hai hoặc ba lớp nhựa đường và phủ ngoài bằng bao tải, mặt trong tường quét vôi chống ẩm.

Từ gian bơm xuống ống hút và đường hầm thường làm các cửa lên xuống và cầu thang ở vị trí thuận lợi. Lỗ cửa có kích thước đủ cho người lên xuống, thường lấy đường kính 0,8 m, nếu lỗ vuông thì lấy 0,8 x 0,8 m. Đậy lỗ bằng bằng thép tấm dày 1 ... 1,5 cm, để chống nước rò lên sàn ta đặt tấm đệm cao su dưới tấm nắp cho kín nước.

* Theo hình vẽ 11 - 9 chiều rộng đáy móng được tính như sau:

$$B_m = L_{oh} + b, (m) \quad (11 - 2)$$

Trong đó : $L_{oh} = l_1 + \delta_1 + b_2 + 0,5.b_1 ; (m)$

l_1, δ_1, b_2 lần lượt là: khoảng cách từ mép ngoài tường đến miệng vào ống hút (thường lấy 0,5 m); bề dày tường trước (thường lấy từ 0,6 ... 1 m); khoảng cách từ mép tường đến bộ máy bơm để đi lại an toàn (thường lấy 1 ... 1,2 m).

b_1 là kích thước ngoài của bộ đồ máy bơm, tra ở tài liệu máy bơm.

$$b = b_3 + \delta_2 + 0,5.b_1 ; (m)$$

b_3 là khoảng cách để đi lại khi cần, thường lấy bằng 0,7 m.

δ_2 là bề dày tường sau, lấy 0,6 ... 1,2 m.

Tính theo công thức trên nếu không đủ kích thước quản lý trong nhà máy thì có thể kéo dài ống hút ra phía bể hút. Và cũng cần chú ý bố trí kích thước sao cho tầng máy bơm và tầng động cơ phía trên khớp nhau để việc truyền trọng lượng phía trên xuống đúng đường tâm tường tầng dưới.

* Chiều cao toàn bộ tầng dưới sẽ là :

$$H_d = h_m + h_{gb} ; (m) \quad (11 - 3)$$

Trong đó: chiều cao gian bơm $h_{gb} = h_3 + h_4 + h_5 , (m)$

Các kích thước trên phải tra tài liệu máy bơm và dựa thêm vào mực nước lớn nhất ở bể hút. Căn cứ vào máy bơm đã chọn ta tìm cao trình đặt máy bơm (trên hình là ∇_1) và cao trình trung tâm miệng ra máy bơm (∇_2) và căn cứ vào mực nước lớn nhất lấy cao trình sàn động cơ cao hơn mực nước lớn nhất (Z_{max}) + độ cao sóng leo (h_{sl}) và một độ an toàn 0,5 m :

$$\nabla_{sdc} = Z_{max} + h_7 = Z_{max} + h_{sl} + 0,5 ; (m)$$

Khi xác định được các cao trình trên chúng ta sẽ tìm ra các trị số h_3, h_4, h_5 . Trong điều kiện mực nước trước trạm giao động lớn thì h_5 sẽ rất lớn và yêu cầu miệng ống hút phải ngập dưới mực nước nhỏ nhất một đoạn từ 0,5 ... 1 m lúc này có thể phải nối thêm trực giữa máy bơm và động cơ.

* Chiều dài tầng dưới nhà máy nếu có tường ngăn:

Chiều dài tổng cộng của tầng dưới nhà máy sẽ do số máy bơm và cách bố trí thiết bị phụ quyết định, thường lấy bằng chiều dài gian xây trên mặt đất để bảo đảm nhà máy ổn định và các gian đầu hồi tầng dưới sẽ đặt các thiết bị phụ như: bơm cấp nước kỹ thuật, bể lọc nước, hồ tiêu nước ... Do vậy chiều dài tổng cộng của tầng dưới tính như sau:

$$L_{td} = L_{tr}(n - 1) + l + D_{dc} + b_4 + 2\delta_t + 0,2 ; (m) \quad 11 - 4)$$

Trong công thức: n là số tổ máy bơm chính;

l - chiều dài sàn lắp ráp, thường lấy bằng một gian máy, yêu cầu đủ kích thước để đặt các bộ phận cần sửa chữa;

δ_t - chiều dày tường của gian xây trên mặt đất để đặt động cơ, thường lấy 0,25 ... 0,35 m;

0,2 - hai mép thừa giữa tầng dưới và tầng trên cho truyền lực đúng tâm tầng dưới.

D_{dc} - đường kính động cơ, (m);

b_4 - lối đi lại giữa vỏ động cơ và tường ngăn, lấy ít nhất 1m khi điện áp thấp và 1,5 m khi điện áp cao;

$L_{tr} = D_b + 2 a_4 + \delta$ là khoảng cách giữa hai trục tổ máy bơm, (m), trong đó δ là bề dày tường ngăn lấy theo tính toán.

Việc xác định kích thước tầng dưới nhà máy bơm li tâm trục đứng khối tảng cũng tương tự, cần chú ý thêm về kích thước tầng thêm do có van ống đẩy, kích thước bản thân máy bơm ... mà máy bơm hướng trục và hướng chéo không có. Cũng cần chú ý rằng trong thực tế thiết kế từ kích thước tổ máy cộng với những quy định về khoảng cách đi lại, yêu cầu về sửa chữa, về thiết bị phụ ...vv.. đặt lên giấy vẽ và điều chỉnh cho thích hợp để chọn ra kích thước nhà máy chứ không cần phải tính chi tiết theo các công thức trên một cách máy móc sẽ làm mất cân xứng về kích thước nhà máy.

Vật liệu để xây tầng máy bơm khối tảng thường là bê tông cốt thép số hiệu không nhỏ hơn 150 # , dùng bê tông chống thấm từ B4 trở lên, để xây dựng trong điều kiện nước ngầm có tính xâm thực thì phải dùng loại xi măng đặc biệt để chống xâm thực.

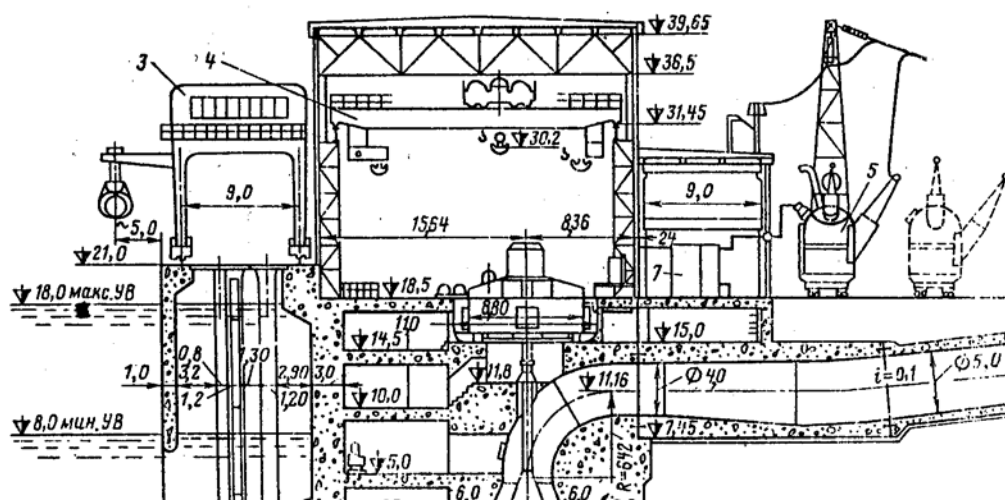
II. Phần trên của nhà máy bơm khối tảng và loại buồng.

1. Bố trí tổng thể phần trên của đầu mối nhà máy bơm

Phần trên thông thường bao gồm: gian máy chính, sàn lắp ráp và các nhà phụ xây ghé sát gian máy chính để đặt các thiết bị điện (thiết bị khởi động, điều khiển, thiết bị phân phối điện ...), trạm máy biến áp và các thiết bị phụ khác. Gian máy chính chứa động cơ điện, các tủ điều khiển tổ máy, bên trên có cầu trục di động để nâng hạ thiết bị nặng cần lắp ráp sửa chữa. Về cấu tạo, phần trên nhà máy là một nhà công nghiệp thông thường, kể từ cao trình sàn động cơ trở lên (xem khái quát Hình 11 - 10). Từ hình vẽ ta thấy quan hệ giữa phần trên và phần dưới của đầu mối nhà máy bơm khối tảng, máy bơm hướng chéo. Phần trên kể từ cao trình sàn động cơ ($\nabla 18,5$). Gian máy chính chứa phần trên của động cơ điện, phần bao che gồm có các cột đỡ (hoặc khung) mái đỡ dầm cầu trục và phần bao che, bên trên có bố trí cầu trục 4 chạy dọc gian máy, các cửa sổ và cửa ra vào ... Phía trái gian máy chính là phần cửa lấy nước gồm cần trục chữ môn 3 thao tác van, lưới chắn rác và thiết bị dọn rác. Xây ghé bên phải nhà máy chính có gian thiết bị phân phối điện và điều khiển 7 và trạm máy biến áp 5 hạ điện áp từ lưới điện và đưa điện về thiết bị phân phối điện của trạm. Đây là cách bố trí điển hình phần trên của đầu mối nhà máy bơm khối tảng và của nhà máy kiểu buồng.

a. Cấu tạo các kết cấu của gian máy chính.

Sau đây ta xem xét một số kết cấu trong gian máy chính của nhà máy bơm:



Hình 11 - 10. Bố trí đầu mỗi trạm bơm khối tảng.

1- van sửa chữa; 2- lưới chắn rác; 3- cần trục chữ môn vớt rác bằng gầu ngoạm; 4- cầu trục gian máy chính; 5- máy biến áp động lực; 6- máy bơm cánh chéo.

Kết cấu khung, cột nhà máy:

Kết cấu khung nhà máy gồm các cột đỡ hoặc khung nhà máy, là bộ phận chịu lực chủ yếu của phần trên nhà máy thường là kết cấu bê tông cốt thép số hiệu cao. Khi trọng lượng nặng nhất cần tháo lắp dưới 5 tấn thường ta dùng các hàng cột hai bên không có dầm nối hai hàng cột, nếu trọng lượng trên lớn hơn 5 tấn thì dùng khung cứng. Kích thước tiết diện cột hoặc khung và diện tích cốt thép trong kết cấu phải được tính toán xác định cụ thể. Tuy nhiên qua kinh nghiệm thiết kế ta có thể chọn sơ bộ ban đầu về tiết diện cột hay dầm, sau đó tính toán cụ thể.

Cột chia làm hai phần, lấy vị trí dầm đỡ cầu trục làm mốc: phần trên dầm đỡ cầu trục làm nơi tựa kết cấu mang lực mái; phần dưới dầm đỡ cầu trục chịu các lực và tải trọng: tải trọng truyền từ dầm đỡ cầu trục truyền tới, tải trọng của kết cấu mang lực mái, tải trọng cầu trục và tải trọng vật nâng, tải trọng cột ... Cột thường có tiết diện chữ nhật: phần trên có tiết diện 380x400, 600x400 mm; phần dưới thường 600 x 400, 400 x 800, 800 x 500 mm ... Khi thiết kế khung cột cần chú ý đến hình thức liên kết giữa tường, kết cấu liên kết giữa dầm đỡ cầu trục và cột, liên kết giữa đường ray trên dầm đỡ cầu trục và dầm đỡ ...

Mái nhà máy gồm :

Kết cấu mang lực mái (dầm hoặc dàn thép), kết cấu nền tựa mái, kết cấu bao che. Tiết diện mái bê tông cốt thép thường có dạng chữ T hay chữ nhật chiều rộng cánh chữ T thường lấy lớn hơn 1/50 ... 1/60 chiều dài của dầm, chiều cao giữa nhịp dầm thường

lấy bằng $1/10 \dots 1/15$ chiều dài nhịp dầm. Cần chú ý nếu dầm mái có nhiệm vụ giữ dầm treo cầu trục gian máy thì chọn tiết diện phải lớn và chịu lực lớn hơn.

Cửa sổ và cửa ra vào của nhà máy:

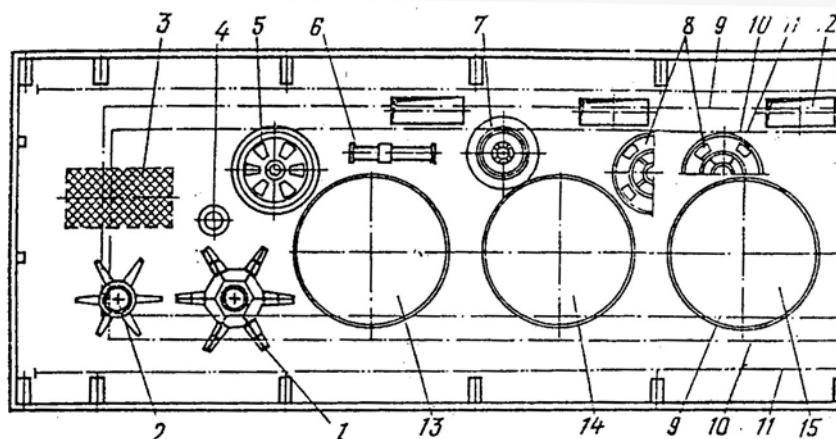
Vì tầng trên nhà máy xây trên mặt đất, để nhận đủ ánh sáng mặt trời và thông gió thoát nhiệt cho nhà máy diện tích cửa phải chọn đủ để đạt những yêu cầu trên. Theo kinh nghiệm ở gian máy chính thường lấy tổng diện tích cửa sổ bằng $1/3 \dots 1/5$ và không nhỏ hơn $1/8$ diện tích mặt sàn động cơ. Ở các gian phụ, diện tích này có thể lấy nhỏ hơn, thường lấy $1/10 \dots 1/12$ diện tích sàn của các gian đó. Trong các gian đặt tủ điện thường chỉ làm cửa sổ chiếu sáng và bọc lưới thép để ngăn rắn rết bò vào các tủ điện. Chiều rộng cửa sổ thường lấy bội của 500 mm: 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 6 m. Chiều cao cửa sổ thường lấy bội của 600 mm: 1,2; 1,6; 2,4; 3; 3,6; 4,8 m.

Các cửa lớn phục vụ ra vào thường đặt ở tường đầu hồi thuộc gian lắp ráp để tiện chuyển máy móc thiết bị từ ngoài vào nhà máy. Cửa lớn thường đóng hàng ngày. Kích thước cửa lớn chọn tùy thuộc kích thước phương tiện vận chuyển vào nhà máy và kích thước vật cồng kềnh nhất cần chuyển vào gian lắp ráp và lấy không nhỏ hơn 2,5 m, cao hơn 3 m. Nếu sửa chữa máy biến áp trên sàn lắp ráp thì phải làm đường rây vào nhà máy và bảo đảm đường rây nằm ngang xuyên qua cửa lớn mà độ cao sàn phải cao hơn mặt đất san ủi.

Cấu tạo và tính toán thiết kế kết cấu chi tiết phần trên nhà máy sinh viên cần xem ở các tài liệu và giáo trình kiến trúc, kết cấu ..v.v.. trong giáo trình này chỉ trình bày mang tính hệ thống và số liệu đúc kết kinh nghiệm có liên quan trực tiếp đến môn học mà thôi.

b. Sàn lắp ráp trong nhà máy.

Sàn lắp ráp thường đặt phía đầu hồi của gian máy chính, gần đường chỗ vật liệu máy móc. Yêu cầu diện tích của gian lắp ráp phải đủ để bố trí các cụm thiết bị để tiến hành lắp ráp, sửa chữa (các cụm thiết bị gồm có: máy biến áp, các giá đỡ trên và dưới của động cơ điện, rô to động cơ, trục, BXCT máy bơm, nắp máy bơm, ổ chịu lực ...). Cũng có thể kết hợp bố trí một số cụm thiết bị cần sửa chữa trong gian máy chính khi sàn không đủ diện tích nếu bảo đảm việc sửa chữa không ảnh hưởng xấu đến độ an toàn của tổ máy đang vận hành (xem ví dụ ở Hình 11 - 11). Bề rộng sàn lắp ráp nên lấy bằng bề rộng gian máy để tận dụng cầu trục gian máy để nâng và chuyển các cụm thiết bị, việc bố trí vị trí các cụm máy cần bảo đảm tâm nâng nằm trong vùng hoạt động của các móc cầu trục. Trên sàn gian máy chính cần bố trí các lỗ liên thông với tầng dưới để thả móc cầu trục kéo van và một số thiết bị bên dưới lên để sửa chữa.



Hình 11 - 11. Bố trí các cụm thiết bị sửa chữa trên sàn lắp ráp và gian máy. 1,2- giá đỡ trên và dưới của động cơ; 3- vùng đặt MBA sửa chữa; 4- ổ chịu lực; 5- rôto động cơ điện; 6- trục; 7,8- BXCT và nắp máy bơm; 9,10- ranh giới vùng làm việc của móc chính và móc phụ cầu trục; 11- trục dầm đỡ cầu trục; 12- lỗ nâng van đĩa; 13,14,15 - động cơ điện.

c. Các gian thiết bị phụ phần điện

Các gian thiết bị phụ phần điện thường được bố trí cùng tầng trên với gian máy, trong đó chứa các tủ điện điều khiển, các thiết bị phân phối cùng phía với trạm máy biến áp để rút ngắn đường dây dẫn điện và dễ quản lý. Nếu số lượng tủ điện quá nhiều thì thường các gian thiết bị điện xây ghé sát và thông với gian máy gian máy chính (xem Hình 11 - 10 ở trên), nếu diện tích gian máy có đủ để bố trí các thiết bị điện thì đặt đặt chúng luôn trong gian máy chính (xem Hình 11 - 13). Trường hợp không thể bố trí các gian điện liền với gian máy chính thì mới bố trí chúng ở khu riêng tách khỏi nhà máy, cách bố trí này sẽ không lợi về quản lý. Các gian đặt thiết bị điện phải đảm bảo khô ráo, thông gió tốt, an toàn điện, dùng vật liệu chống cháy để xây buồng .

2. Kích thước phần trên nhà máy bơm

Kích thước phần trên nhà máy phải chọn kết hợp chặt chẽ với các buồng của tầng dưới và có các cầu thang lên xuống thông thương nhau và có các lỗ trục vật để tận dụng các móc cầu trục của gian máy chính.

Kích thước bề rộng gian máy dựa vào yêu cầu đủ để đặt phần trên động cơ điện và các tủ điều khiển, đo lường, đủ khoảng cách để nhân viên đi lại vận hành an toàn, kết hợp với bề rộng nhịp cầu trục đã sản xuất sẵn để chọn, chú ý đến phạm vi hoạt động của các móc cầu trục để bảo đảm nâng hạ vật nặng đúng tâm an toàn. Khoảng cách trục gian động cơ lấy theo công thức sau và cân bằng khoảng cách trục phần dưới của nhà máy:

$$L_{tr} = D_{dc} + b_4, \text{ các ký hiệu như đã giải thích ở phần trước.}$$

Chiều cao tầng trên được xác định chủ yếu theo yêu cầu nâng được cụm thiết bị cao nhất và chuyển chúng qua các thiết bị khác đang làm việc không bị va chạm (chủ yếu rút BXCT + trục máy bơm hoặc rôto + trục động cơ điện) đồng thời rút được lõi máy biến áp khi sửa chữa MBA trên sàn lắp ráp.

Chiều cao tầng trên phụ thuộc chủ yếu vào cách bố trí thiết bị chính và điều kiện tháo lắp các cụm thiết bị tại nơi đặt máy và vận chuyển đến sàn lắp ráp để sửa chữa. Yêu cầu cao trình dầm đỡ cầu trục (∇_{dct}) phải đủ cao để rút các cụm thiết bị cao nhất

tại chỗ và cầu qua các tổ máy đang làm việc không bị va chạm. Theo hình vẽ 11 - 12 cao trình ∇_{dct} được xác định theo công thức sau:

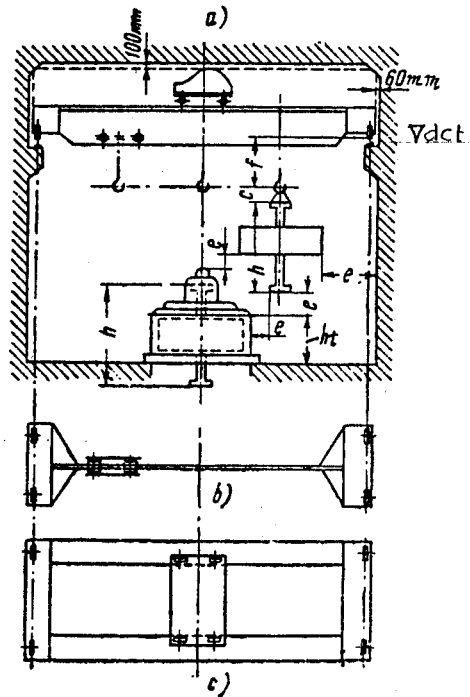
$$\nabla_{dct} \geq h_t + h + c + e + f, (m) \quad 11 - 5$$

Trong đó: h_t - là chiều cao phân tính của động cơ, (m);

h - là chiều dài trục động cơ, (m);

c - là chiều dài dây chằng buộc vật nâng , thường lấy 0,5 ... 0,7 m;

f - là khoảng cách tối thiểu từ móc cầu trục đến ∇_{dct} , tra bảng cầu trục.

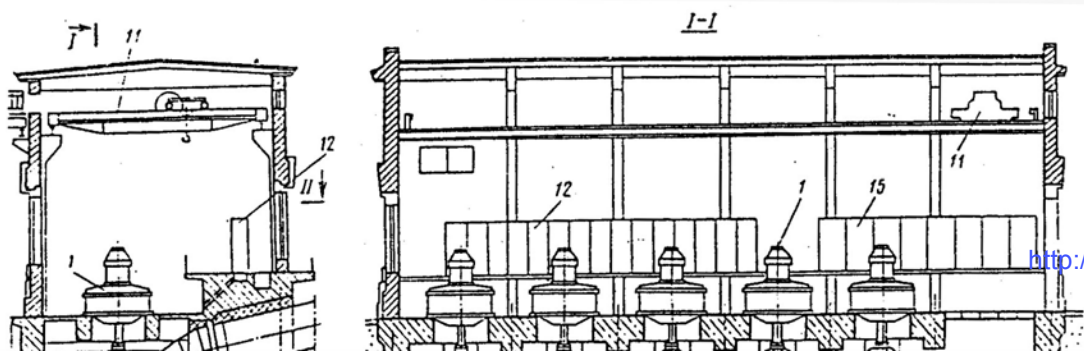


Hình 11 - 12. Sơ đồ xác định chiều cao tầng trên nhà máy.

a - cắt ngang nhà máy ; b - bình đồ cầu trục.

Từ cao trình ∇_{dct} và kích thước cầu trục, kết cấu mái... ta tính được chiều cao tầng trên nhà máy. Chú ý rằng cao trình dầm cầu trục còn có liên quan đến việc rút lõi máy biến áp khi sửa chữa MBA trong nhà máy, nếu cao trình xác định theo công thức 11 - 5 mà không bảo đảm sửa chữa MBA thì có thể nâng ∇_{dct} cao lên hoặc đào hố MBA ở sàn lắp ráp để thỏa mãn rút được lõi mà không phải nâng dầm.

Sàn động cơ điện đúc bằng bê tông cốt thép tại chỗ , chiều dày sàn khoảng 12 ... 15 cm, các dầm đỡ động cơ bố trí theo điều kiện cấu tạo của tầng dưới . Nếu buồng máy bơm không có tường ngăn giữa các máy bơm thì dầm chính đặt trên tường thượng hạ lưu nhà máy, nếu có các tường ngăn thì dầm chính đặt dọc nhà máy gối lên các tường ngăn.



Hình 11 - 12* Cắt dọc và bố trí mặt bằng gian động cơ nhà máy khối tăng.
1- động cơ điện; 2- máy bơm chính; 12- các tủ điện điều khiển; 14- ống tràn nước ;15- thiết bị phân phối điện; 16- các thùng dầu vận hành; 17- máy bơm tháo nước; giếng nước tháo; 13- đường hầm tập trung nước tháo và nước thấm; 11- cầu trục .

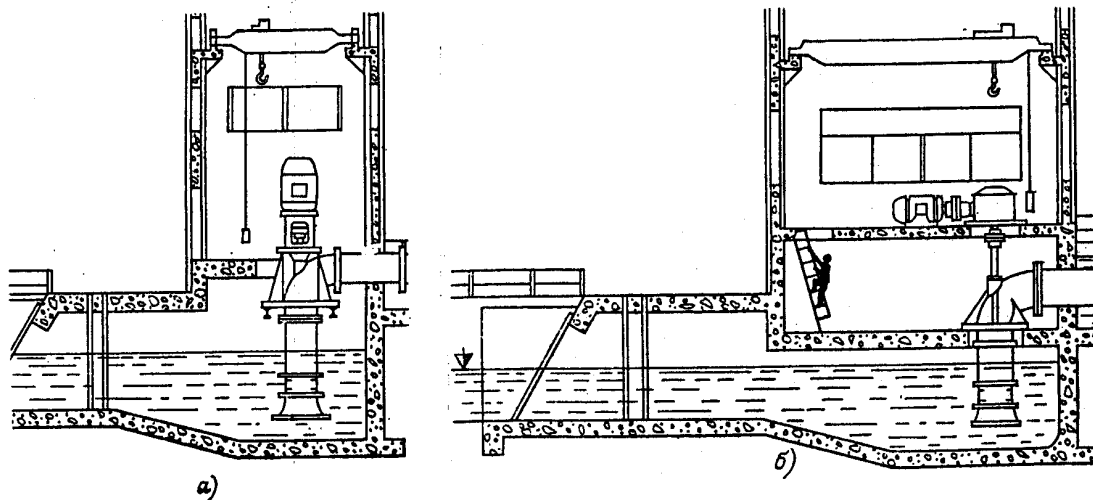
C. NHÀ MÁY BƠM KIỂU BUỒNG.

Nhà máy bơm kiểu buồng là nhà máy có móng đúc liền và các tổ máy bơm chính và gian máy nằm thấp hơn cao trình mặt bằng san ủi của khu nhà máy. Nhà máy bơm kiểu buồng thường dùng cho trạm bơm vừa và lớn, lấy nước từ nguồn nước hở đặt trên bờ ổn định khi giao động mực nước vượt quá khả năng hút của máy bơm. Nó thường được lắp máy bơm li tâm song hướng lớn và các loại bơm hướng trục và các bơm trục đứng. Lưu lượng lớn nhất đạt được của kiểu nhà máy này có thể tới $10 \text{ m}^3/\text{s}$, thường dùng nhà máy kiểu buồng với lưu lượng máy bơm $Q < 2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Nhà máy bơm kiểu buồng về kết cấu chia ra hai loại:

Nhà máy loại buồng khô : Máy bơm chính được đặt trong buồng khô ráo, liên hệ với nguồn nước thông qua ống hút dài khi nhà máy và cửa lấy nước đứng tách riêng (xem Hình 8 - 2,b ; Hình 11 - 1,δ ; Hình 11 - 15) hoặc ngay từ phần cửa lấy nước của nhà máy loại kết hợp giữa nhà máy và cửa lấy nước (xem Hình 11 - 7,a, δ). Chiều cao hút nước có thể bất kỳ (âm, dương hoặc bằng 0), do vậy được dùng rộng rãi.

Nhà máy loại buồng ướt : Khác với loại buồng khô, ở đây máy bơm được đặt chìm ngay trong nước (xem Hình 11 - 13), được xây dựng khi dùng bơm trực trực đứng, độ cao hút nước h_s âm. Trong một số trường hợp khi giao động mực nước trong buồng ướt



Hình 11 -13. Nhà máy bơm loại buồng ướt máy đặt chìm.

quá cao, để ổ trục trên của máy bơm không bị ngập nước người ta xây thêm tầng khô phía trên để đặt máy bơm, gọi là nhà máy bơm buồng ướt máy đặt ở tầng khô (hình δ). Loại nhà máy này đặt máy bơm trục hoặc li tâm có lưu lượng nhỏ hơn $2 \text{ m}^3/\text{s}$ và giao động mực nước trung bình (không quá 8 m).

Nhà máy bơm kiểu buồng có cấu tạo phần trên giống nhà máy khối tảng chỉ khác nhau về cấu tạo phần dưới nước. Sau đây ta đi sâu nghiên cứu cách bố trí và xác định kích thước buồng hút của phần dưới nước nhà máy bơm kiểu buồng nói chung.

I. Đặc điểm và cấu tạo nhà máy bơm loại buồng ướt

Về mặt cấu tạo, gian máy bơm của nhà máy loại buồng ướt giống như đối với nhà máy bơm khối tảng. Do vậy các yêu cầu về bố trí và xác định kích thước tầng máy bơm này có thể tham khảo theo cách làm của nhà máy bơm khối tảng. Cần chú ý thêm những vấn đề sau đây cần nghiên cứu khi thiết kế nhà máy kiểu buồng:

- Hiện tượng phát sinh xoáy nước xung quanh ống hút của máy bơm, do vậy cần tính toán lựa chọn kích thước và hình dáng buồng hút cho hợp lý, nhất là khi bơm lưu lượng

lớn thì khả năng sinh xoáy nước càng lớn. Do vậy nên đối với loại buồng này chỉ nên dùng với máy bơm có lưu lượng nhỏ hơn $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Kết cấu phần móng buồng ướt nhẹ, do vậy để chống trượt và lật cần phải tăng trọng lượng nhà máy và tính toán kiểm tra cân bằng lực với các tổ hợp lực đặc biệt.

- Nhà máy loại buồng ướt, do máy bơm đặt chìm trong nước nên việc bảo dưỡng tu sửa và quản lý không thuận lợi. Vì vậy cần nghiên cứu kiểm tu định kỳ khi trạm không làm việc.

- Nhà máy loại buồng ướt dễ thi công nên được dùng nhiều, nhất là đối với trạm bơm lấy nước trên kênh.

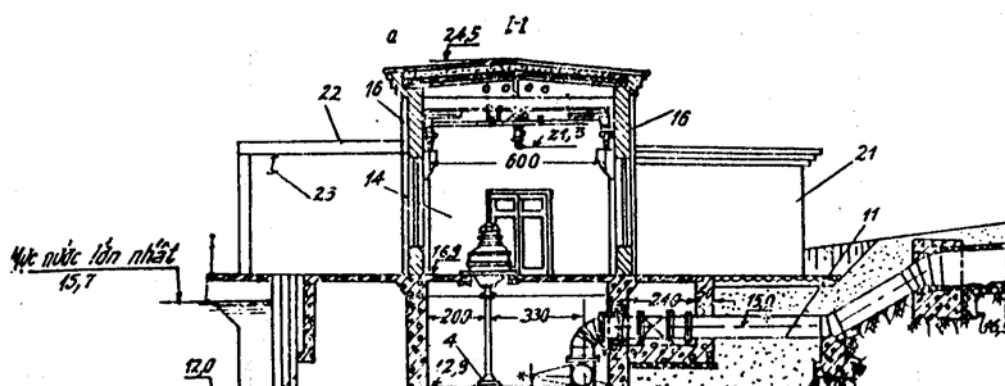
II. Nhà máy bơm loại buồng khô

Nhà máy bơm buồng khô khác với loại buồng ướt là máy bơm không đặt trong nước mà đặt trong buồng kín nước và đảm bảo khô ráo. Cũng như kiểu buồng nói chung loại này cũng ưa dùng với các loại máy bơm có lưu lượng nhỏ hơn $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Khi dùng máy bơm trục ngang thì nhà máy chỉ có một tầng (Hình 11 - 5) nhưng phần dưới mặt đất được đúc bằng bê tông cốt thép để đủ cứng và chống thấm nước, cách bố trí nhà máy cũng giống nhà máy bơm móng tách trên mặt đất mà ta sẽ học phần sau, trong chương này.

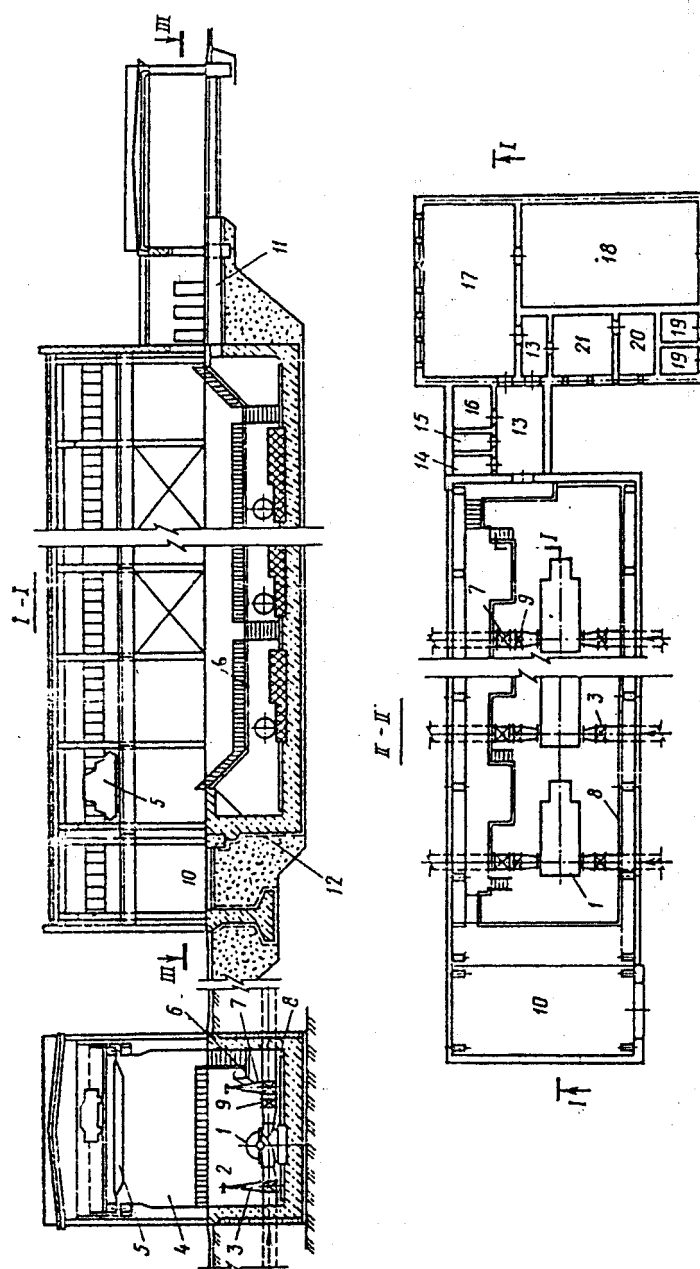
Khi dùng máy bơm trục đứng nhà máy sẽ có hai tầng: tầng trên đặt động cơ và thiết bị điện còn tầng khô bên dưới đặt máy bơm. Nước từ buồng hút được dẫn đến máy bơm bằng các đường ống kim loại đặt trong buồng khô, buồng khô còn đặt đoạn ống đẩy và các van trên ống đẩy. Thường đường ống lớn và thiết bị trên ống công kênh (xem Hình 11 - 14) ngăn trở việc đi lại trong buồng, do vậy cần xây cầu công tác trên các đường ống để đảm bảo đi lại và vận hành. Kích thước buồng khô xác định theo điều kiện bố trí các thiết bị và đường ống cũng như theo điều kiện cao trình đặt máy bơm. Tầm đáy buồng khô phải bảo đảm không thấm nước và có bố trí rãnh để tiêu nước rò rỉ, bề dày tấm móng đủ bảo đảm nhà máy ổn định và không thấm nước.

Hình 11 - 14 là nhà máy bơm kiểu buồng khô kết hợp với cửa lấy nước, dùng máy bơm song hướng trục đứng. Nhà máy này có hai tầng. Tầng trên 14 đặt động cơ điện, gian xây ghé đầu hồi trái đặt các thiết bị điều khiển và thiết bị phân phối điện, gian lắp ráp ổ đầu hồi bên phải gian động cơ, trên phần cửa lấy nước dùng giàn kéo van 22 có đặt ray 23 để móc cầu van và lưới chắn rác. Tầng dưới là buồng khô đúc bằng bê tông cốt thép, trong đó bố trí tổ máy bơm li tâm song hướng, các van 25, các đoạn ống nối 26, đoạn ống nối 9 nối các máy bơm làm việc ghép song song, có cầu công tác 2 đặt trên các ống để đi lại vận hành. Trên ống đẩy 11 đặt van và ống nối, đặt trong hầm có lỗ lên xuống. Phần cửa lấy nước 1 gồm có hai tầng cửa lấy nước 24 để lấy nước khi mực nước nguồn giao động lớn. Khi mực nước nguồn giao động quá 5 m, nhà máy cần nổi thêm trục, ổ trục hướng 4 đặt trên dầm sàn lửng để đi lại và thao tác van của ống nối 9.



Hình 11 - 4. Nhà máy buồng khô trực đứng, máy bơm li tâm song hướng.
a - cắt ngang nhà máy ; b - mặt bằng nhà máy.

Hình 11 - 15 biểu thị sơ đồ bố trí nhà máy bơm kiểu buồng khô, lấy nước từ nguồn nằm tách biệt với nhà máy, nhà máy dùng máy bơm li tâm song hướng trực ngang 1. Nhà máy một tầng , phần buồng khô đổ bê tông cốt thép, trong đó đặt máy bơm và ống hút 3 + van ống hút, ống đẩy + van một chiều 9 + van 7, đáy buồng có rãnh thấm 8. Đặt cầu công tác 6 trên ống để đi lại. Gian máy chính thông với một đầu hồi là sàn lắp ráp 10, còn đầu kia thông với các phòng phụ (nút vệ sinh 14, phòng tắm 15, hành lang thông thường 13, kho dụng cụ điện 16, phòng kỹ sư trưởng 20, phòng của trực ban 21, buồng MBA tự dùng 19, phòng điều khiển 17, phòng thiết bị phân phối 18). Dùng sàn đôi 11 để đặt cáp từ gian máy đến các phòng thiết bị phân phối và điều khiển ...



Hình 11 - 15. Sơ đồ bố trí cụm nhà máy bơm kiểu buồng khô.

III. Hình dạng và kích thước phần buồng hút của nhà máy kiểu buồng

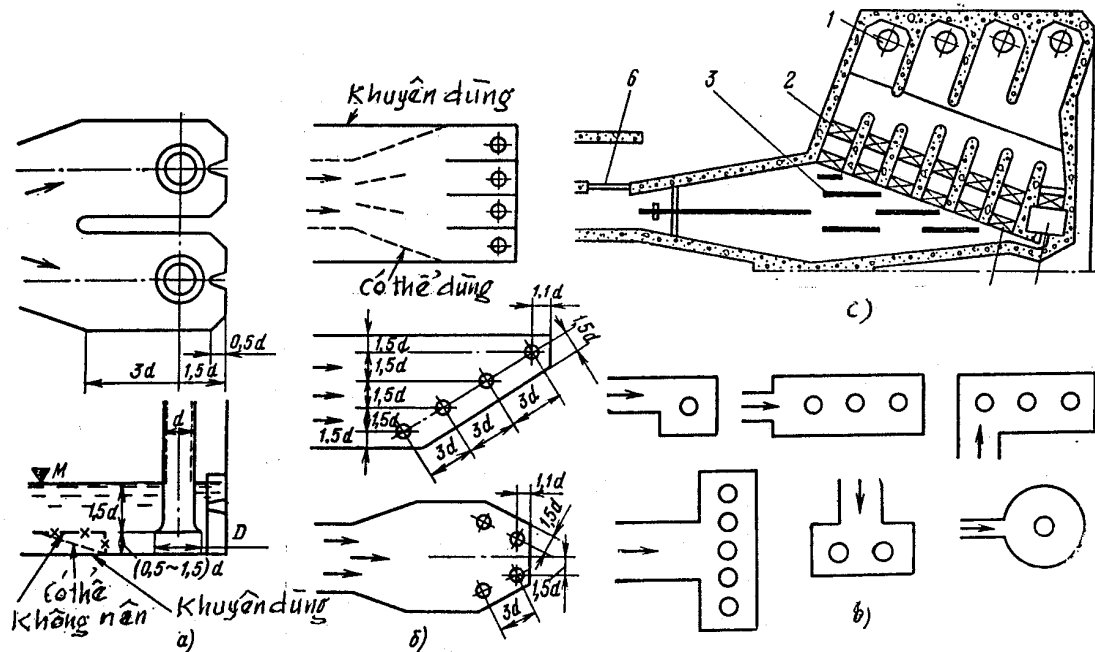
Buồng hút là nơi hút nước trực tiếp của bơm do đó yêu cầu nước chảy thật ổn định, không có xoáy nước để bảo đảm hiệu suất của bơm cao và tránh xâm thực cho máy bơm

1. Cách bố trí mặt bằng buồng hút

Trạm bơm vừa và nhỏ thường dùng buồng hút hình chữ nhật. Muốn cho các bơm có điều kiện thủy lực tốt thì tốt nhất mỗi bơm có một buồng hút riêng biệt, nếu trạm có nhiều máy bơm thì giữa các bơm có tường ngăn. Cố gắng nên bố trí dòng chảy vào máy

cùng hướng với dòng chảy đoạn kênh nối tiếp với nó, nếu khác hướng phải làm tường hướng dòng để cho dòng chảy điều hòa, giảm đến mức tối đa ảnh hưởng của dòng xiên (Hình 11 - 16,c). Để tránh cho khi bơm nước không tạo thành xoáy và chảy quẩn, làm giảm hiệu suất bơm, bơm được đặt sát vào tường sau một khoảng $\leq 0,75$ đường kính miệng vào ống hút D_v , đối với buồng hút hình tròn và nửa tròn không được đặt bơm có trục vào đúng tâm vòng tròn vì dễ tạo ra xoáy nước.

Một số cách bố trí không tốt như đã chỉ ra ở Hình 11 - 16,b.



Hình 11 - 16. Bố trí buồng hút máy bơm.

2. Độ ngập nước trong buồng hút:

Độ ngập nước trong buồng hút chia làm hai phần: phần từ đáy buồng đến miệng hút là h_1 và từ mực nước đến miệng hút là h_2 (xem Hình 11 - 17):

$$h = h_1 + h_2 \quad (11 - 6)$$

Căn cứ vào số liệu thí nghiệm và phân tích lý luận khi $h_1 \approx 0,5.D_v$ thì dòng chảy phân bố khá đều, nếu $h_1 = D_v$ thì dòng chảy có xoáy và khi $h_1 = 0,62.D_v$ là tốt nhất. Đề nghị dùng $h_1 = (0,62 \dots 0,8) D_v$, với máy bơm nhỏ dùng giới hạn trên, bơm lớn dùng giới hạn dưới và mọi trường hợp không được nhỏ hơn 0,5 m để dễ lắp ráp.

Độ ngập ống hút h_2 của đa số trường hợp được xác định do yêu cầu tránh có xoáy ở buồng hút. Đối với bơm trục đứng nhỏ độ ngập ống hút do yêu cầu của việc tránh xâm thực. Thực ra bơm bị xâm thực do nhiều nguyên nhân chưa xác định hết được, nên trong thực tế ta hoàn toàn có thể sử dụng những số liệu trên.

Khi độ ngập ống hút hoặc kích thước buồng hút không xác định đúng sẽ xảy ra những trường hợp bất thường như ở Hình 11 - 17* Từ kinh nghiệm cho thấy: bốn

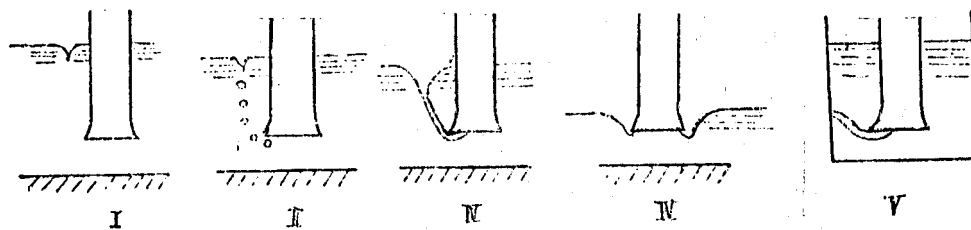


Hình 11 - 16. Kích thước buồng hút và sự phân bố dòng chảy khi h_1 thay đổi

dạng xoáy đầu là do h_2 nhỏ, muốn khắc phục chỉ cần tăng h_2 là được. Dạng xoáy I và II ảnh hưởng không đáng kể tới hiệu suất của bơm, vì vậy dạng II được gọi là mức thấp nhất cho phép tổ máy làm việc. Dạng xoáy III xuất hiện khi $h_2 < (0,6 \dots 0,8) D_v$, khi đó phải dừng máy. Tốt nhất độ sâu h_2 nên lấy:

$$h_2 = (1,3 \dots 1,5) D_v \text{ và } \geq 0,8 \dots 1,5 \text{ m} \quad (11 - 7)$$

Trước miệng vào ống hút có đặt lưới chắn rác, vì vậy phải thường xuyên vớt rác để bảo đảm h_2 không bị tụt và thiết kế vận tốc nước qua lưới khoảng từ $(0,3 \dots 0,5) \text{ m/s}$.



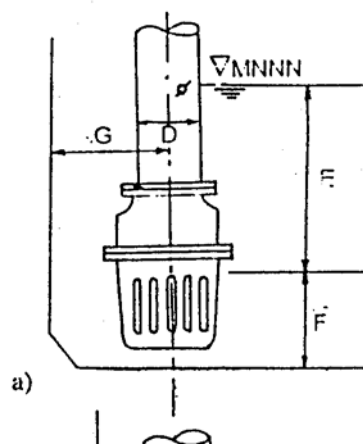
Hình 11 - 17*. Sơ đồ các dạng xoáy ở miệng hút.

Cũng chú ý không nên lấy h_2 lớn quá vì sẽ tăng vốn đầu tư xây dựng cơ bản.

Đối với máy bơm loại nhỏ hình dạng và kích thước bể hút cần có tỉ số $\frac{h_2}{D}$ tăng lên, đường kính ống hút D giảm để bảo đảm tránh xoáy nước và tạo bọt khí. Buồng hút tiêu chuẩn đối với máy bơm nhỏ có thể tra ở bảng sau đây:

Bảng 11-1. Kích thước bể hút tiêu chuẩn

Đường kính ống hút (mm)	Kích thước chính		
	E	F	G
a) Với ống hút có van đáy			
65	280	150	200
80	310	200	200
100	330	259	200
120	420	330	250
150	500	420	250
200	600	500	400



Khi ống hút đặt nằm ngang hoặc xiên và miệng vào ống hút đặt thẳng đứng (xem Hình 11 - 18) xác định độ ngập của miệng ống hút (S) như sau:

Hình 11 - 18. Sơ đồ xác định độ ngập miệng ống hút đặt đứng.

$$S \geq 0,75.V\sqrt{D} - a \text{ và } \geq 0,4 \text{ m} \quad (11 - 8)$$

Trong đó: V là vận tốc trong ống hút, (m/s);

D là đường kính ống hút, (m);

a là độ vượt cao của mép trên lỗ vào so với mép trên tiết diện đường kính D ,m.

Ngoài công thức (11 - 8) còn có thể xác định theo kinh nghiệm sau:

- Đối với ống hút nằm ngang, miệng vào đặt đứng thì: $S \geq (0,6 \dots 0,8).Dv \geq 0,4 \text{ m}$

- Đối với ống hút miệng vào đặt đứng hình chữ nhật thì $S \geq (0,6 \dots 0,8).h_{BX} \geq 0,4\text{m}$

3. Xác định chiều rộng buồng hút

Chiều rộng buồng hút phải đủ lớn để dòng chảy không sinh ra xoáy nước. Những trạm chỉ có một bơm chiều rộng buồng hút thường lấy $B = (2 \dots 2,5) D_v$ và $\leq 3 D_v$. Khoảng cách hai trục ống hút L_{tr} khi bố trí chung buồng $1,5 D_v \leq L_{tr} \leq 2 D_v$.

4. Xác định chiều dài buồng hút

Chiều dài buồng hút phải thích đáng, quá dài sẽ lãng phí, quá ngắn nước chảy gấp không lợi cho làm việc của máy bơm. Thường lấy chiều dài $L = (4 \dots 5) D_v$ (xem Hình 11-16). Có thể tính chiều dài nhỏ nhất theo công thức:

$$L_{\min} = \frac{kQ}{B(h_1 + h_2)} = \frac{kQ}{Bh} \quad (11 - 9)$$

Trong đó: Q là lưu lượng máy bơm, (m^3/s);

B là chiều rộng buồng hút, (m);

k là hệ số dung lượng nước, lấy như sau:

khi $Q < 0,5 m^3/s$ thì $k = 25 \dots 30$

khi $Q > 0,5 m^3/s$ thì $k = 15 \dots 20$.

k lớn dùng cho bơm hướng trục, k nhỏ dùng cho bơm li tâm.

5. Xác định chiều cao buồng ướt máy bơm đặt ở tầng khô:

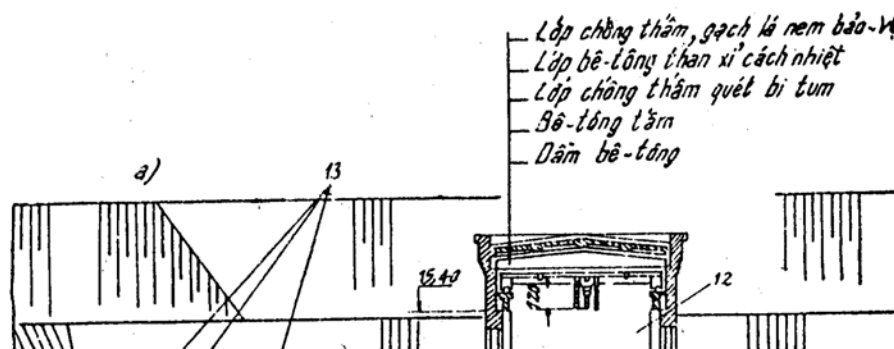
Chiều cao buồng ướt máy bơm đặt ở tầng khô lấy bằng chiều cao $h = h_1 + h_2$.

Trong thực tế xây dựng nhà máy bơm buồng ướt nhận thấy rằng có hiện tượng máy bơm bị rung động mạnh và phát ra tiếng ồn khi máy làm việc. Các nhà nghiên cứu cho rằng sở dĩ có hiện tượng này là do thiết kế buồng hút về mặt thủy lực không tốt gây ra. Để loại trừ các hiện tượng đó cần bảo đảm chảy thuận, cần xây tường hướng dòng nếu dòng chảy vào bị ngoặc, không nên bố trí kiểu buồng lấy nước một bên cho nhiều máy bơm (xem Hình 11 - 16,b).

D. NHÀ MÁY BƠM KIỂU MÓNG TÁCH ĐẶT LỘ THIÊN.

I. Đặc điểm và kết cấu nhà máy bơm kiểu móng tách đặt lộ thiên

Đặc điểm nổi bật của kiểu nhà máy này là hệ móng của tổ máy bơm chính đặt tách riêng khỏi móng nhà máy, hoặc nền nhà máy chỉ là tấm bê tông rất mỏng liên kết với móng máy chỉ để chống nước thấm. Kiểu nhà máy này chỉ có một tầng nằm trên mặt đất (xem Hình 11 - 1,a) và (Hình 11 - 19). Nhà máy kiểu này thường dùng cho trạm bơm nhỏ và trung bình với máy bơm trục ngang có tổng lưu lượng trạm đến $5 m^3/s$, lưu lượng máy bơm nhỏ hơn $1 m^3/s$. Tuy vậy cũng có một số trạm bơm với cột nước dư, dùng máy bơm lớn trục ngang loại song hướng sử dụng kiểu nhà máy này đạt tới lưu lượng $4 m^3/s$ mỗi máy. Do móng máy đặt tách riêng với các móng nhà do vậy sự rung động của máy không ảnh hưởng đến móng nhà máy và giảm khối lượng móng nhà máy. Kiểu nhà máy móng tách này có độ cao hút nước $h_s > 0$ nên yêu cầu giao động mực nước ở bể hút phải



Hình 11 - 19. Sơ đồ nhà máy bơm móng tách bơm li tâm trục ngang.

1- bể tập trung; 2- cửa lấy nước; 3- ống hút; 4,8,10- ống nối; 5- móng nhà máy; 6- máy bơm song hướng; 7- móng máy bơm; 9- van ống đẩy; 13- các ray ở dàn công tác.

nằm trong phạm vi chiều cao hút nước địa hình cho phép. Khi xây dựng cần chú ý mực nước ngầm phải thấp hơn nền nhà máy, nếu phải xây ở vùng có nước ngầm cao hơn nền nhà máy (như các trạm bơm tiêu ven đê về mùa lũ) phải xây móng nhà máy liền khối để bảo đảm không thấm nước lên nhà máy.

Việc bố trí nhà máy bơm nói chung và nhà máy bơm móng tách nói riêng cần phải:

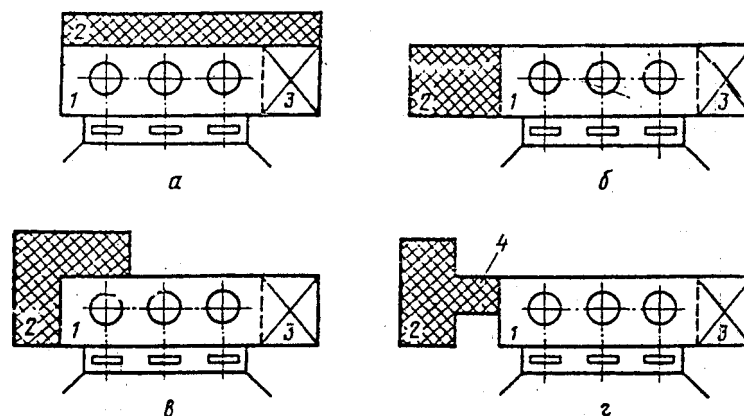
- Đảm bảo chăm sóc bảo dưỡng và vận hành máy móc thuận lợi và an toàn;
- Tạo điều kiện thuận lợi cho việc bố trí đường ống trong nhà máy;
- Khoảng cách giữa các máy bơm phải đủ rộng để vừa bảo đảm cho nhân viên vận hành đi lại thuận tiện, vừa đảm bảo an toàn (thường khoảng cách lưu thông 1 ... 1,5 m). Chiều rộng gian máy nên chọn kết hợp với quy cách nhịp cầu trục để tăng nhanh thời hạn xây lắp và giảm giá thành cầu trục.

- Khi tháo bơm theo chiều dọc trục để rút trục khoảng cách đối diện với phương rút trục phải lấy lớn hơn chiều dài trục.

- Bố trí cửa sổ phải đảm bảo ánh sáng và thông gió. Thường chiều cao từ sàn máy đến xà đỡ mái lấy không nhỏ hơn 3 m. Tường xây bằng loại gạch tốt.

- Các gian phụ về cơ điện và sàn lắp ráp nếu đủ diện tích thì nên đặt trong nhà máy, nếu không đủ thì đặt ở các buồng xây ghé với gian máy chính.

Sau đây là một số sơ đồ bố trí khu nhà máy kiểu móng tách (Hình 11 - 20):



Hình 11 - 20. Sơ đồ bố trí giữa gian máy chính và các gian phụ

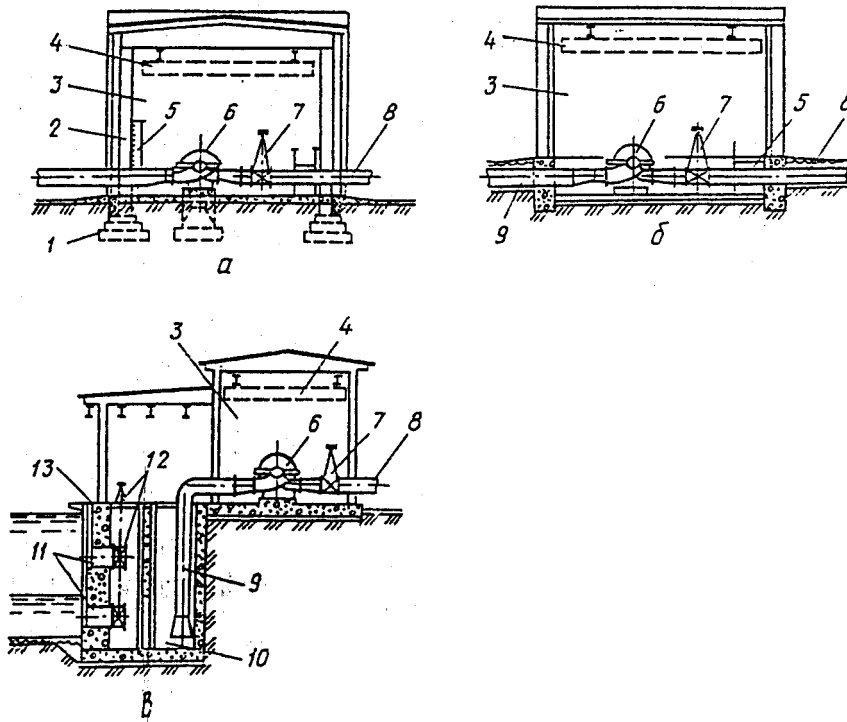
a, b - các gian phụ đặt dọc và đặt một đầu gian máy chính; c - các gian phụ đặt một đầu và một phần dọc gian chính; d - các gian phụ đặt tách khỏi gian chính. 1- gian máy chính; 2 - gian thiết bị phân phối; 3- sàn lắp ráp; 4- hành lang nổi.

Sơ đồ bố trí như Hình 11 - 20,a có lợi là giảm được chi phí cáp điện, nhưng có nhược điểm là vướng đoạn ra ống đẩy. Sơ đồ Hình 11- 20,b ngược lại làm tăng chi phí cáp động lực và cáp kiểm tra, khó quan sát bằng mắt khi tổ máy làm việc. Nhưng lại có ưu điểm ở chỗ là việc lắp ráp các thiết bị phụ cơ điện có thể tiến hành khi chưa kết thúc việc xây dựng nhà máy chính, giảm được tiếng ồn và rung động trong các gian máy phụ.

Sơ đồ Hình 11 - 20, được dùng trong điều kiện gian máy chính và các gian máy phụ khác

cao trình nhau. Các gian máy phụ đặt ở nhà riêng cạnh nhà máy chính và nối với gian máy chính bởi hành lang nối 4. Sơ đồ này có ưu điểm như ở sơ đồ δ, b, ngoài ra còn cho phép đơn giản về kết cấu móng.

Về kiểu nhà máy, tùy vào định hình của tổ máy bơm chính, tùy thuộc vào điều kiện thiên nhiên và vật liệu xây dựng mà có thể có một số sơ đồ sau:

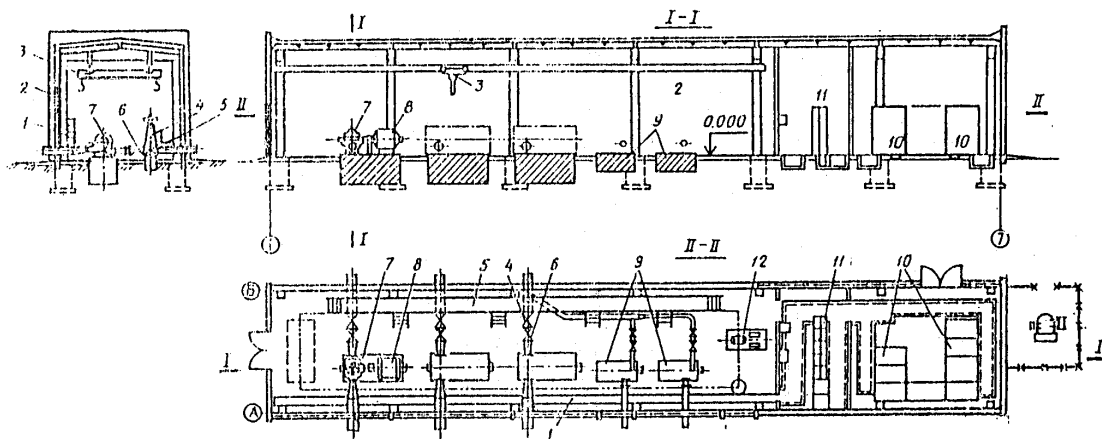


Hình 11 - 21. Các kiểu nhà máy bơm móng tách trên mặt đất.

a - dùng bơm song hướng; δ - bố trí tổ máy bơm trong buồng nhỏ; b - nhà máy đặt gần giếng bờ. 1- móng nhà máy; 2- khung; 3- gian máy; 4- cầu trục treo; 5- rãnh cáp; 6- máy bơm; 7- van; 8,9 - ống hút và ống đẩy; 10- giếng bờ; 11- lỗ lấy nước; 12- các cửa van và thiết bị điều khiển; 13- các rãnh cửa: lưới chắn rác, van sửa chữa.

Sơ đồ a được dùng phổ biến nhất trong trạm bơm tưới tiêu. Thông thường dùng các cấu kiện bê tông cốt thép đã đúc sẵn ở nhà máy và các trang thiết bị phụ như cầu trục treo hay cầu trục cầu đem đến và lắp ráp tại hiện trường. Sơ đồ δ phức tạp hơn sơ đồ a một ít. Nhà máy được xây dựng theo sơ đồ này đắt hơn theo sơ đồ a, nhưng lại có một loạt ưu điểm : đường ống đẩy có thể đặt trong đất mà không phải dùng ống khuỷu; gian lắp ráp và cầu công tác có thể đặt cùng một cao trình; chiều cao phần trên thấp hơn. Sơ đồ b chỉ được sử dụng trong trường hợp nếu nền công trình là đá cứng hoặc đất chặt nửa cứng, trong đó hố móng có thể đào mái dốc đứng.

Hình 11 - 21* biểu thị việc bố trí nhà máy bơm móng tách trên mặt đất cung cấp nước vào mạng lưới kín. Chiều dài gian máy được xác định bởi kích thước của máy bơm chính và máy bơm tăng áp (hoặc máy bơm "bổ sung ") đặt một dãy và kích thước máy nén khí. (Khi số máy bơm bằng hoặc nhiều hơn bốn máy có thể bố trí hai dãy. Cách bố trí hai dãy sẽ rút ngắn chiều dài nhà máy nhưng lại làm tăng bề rộng nhà máy và cầu trục). Trong nhà máy cần làm cầu công tác 5 để đi lại do đường ống đặt trên sàn ngăn trở. Sàn lắp ráp đặt ở một đầu nhà, đầu nhà đối diện là các phòng phụ đặt các tủ điều khiển 11 và các thiết bị phân phối điện 10, phòng phân phối đặt gần máy biến áp ngoài trời. Phần trên bố trí cầu trục dầm treo 3 để thao tác các thiết bị khi tháo lắp sửa chữa.



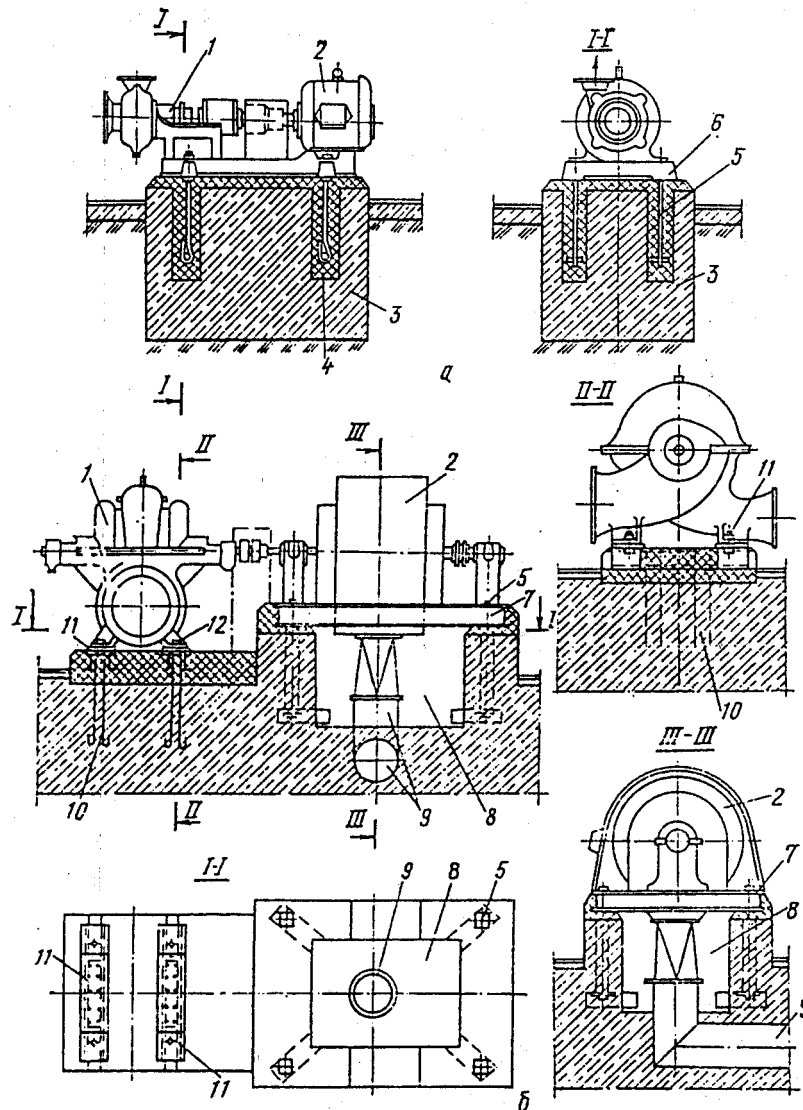
Hình 11 - 21* Bố trí trạm bơm móng tách trên mặt đất, bơm nước vào mạng ống kín.
 1- rãnh đặt cáp động lực và cáp kiểm tra; 2- gian máy; 3- cầu trục dầm treo; 4- van ; 5- cầu công tác; 6- van ngược; 7- máy bơm chính; 8- động cơ điện của bơm chính; 9,12- móng của bơm tăng áp và của máy nén khí; 10- tổ hợp thiết bị phân phối; 11-t.b.đ.khiển

II. Cấu tạo móng tổ máy bơm trục ngang.

Kết cấu móng của tổ máy bơm phụ thuộc vào kích thước máy. Trong nhà máy đặt trên mặt đất với tổ máy trục ngang thường làm móng bê tông cốt thép tách rời móng nhà máy, đáy móng máy đặt sâu xuống nền và phần bê tông nhô lên cao hơn mặt sàn gian máy một khoảng từ 10 ... 15 cm. Sơ đồ Hình 11 - 22 trình bày cách liên kết giữa máy và móng máy trục ngang. Móng máy bơm thường cấu tạo gồm có : khối móng bê tông cốt thép, lớp thép đệm có chiều dày 5 ... 20 mm lót dưới chân máy và các buloong néo một đầu chôn chặt vào móng còn đầu phía trên dùng êcu để siết khi lắp ráp. Lớp thép đệm được đặt trên mặt bê tông hoặc đặt trên khung được tạo từ thép chữ I hàn vào cốt thép của móng. Việc sử dụng khung thép làm tăng khối lượng thép nhưng lại có tác dụng giảm ứng suất cục bộ tác động lên mặt bê tông và làm đơn giản khâu lắp ráp và giảm khối lượng lắp đặt, việc thay thế buloong néo được giảm nhẹ hơn.

Hình 11 - 22,a là móng tách của tổ máy trục ngang bơm li tâm công xôn. Hình 11 - 22,δ là móng của máy bơm song hướng trục ngang phức tạp hơn, sự liên kết giữa thiết bị và móng có thể dùng cho cả móng tách hoặc móng kiểu buồng. Đối với loại móng kiểu buồng thì phần bê tông của móng máy được đúc liền khối với móng nhà, do vậy càng tăng mức ổn định và tính chịu lực của móng.

Đối với bơm li tâm trục đứng lưu lượng dưới 3,5 m³/s thì thân máy bơm có thể đặt hỗ trên các móng trụ, còn khi lưu lượng lớn hơn thì cần chôn một phần hay toàn bộ trong khối bê tông.



Hình 11 - 22. Các sơ đồ đặt tổ máy bơm trục ngang và móng tách.

a - khi công suất < 1000 kW; δ - khi công suất > 1000 kW; 1- máy bơm li tâm; 2- động cơ điện; 3- móng bê tông cốt thép; 4- bu lông ngàm vào bê tông ; 5- bu lông neo; 6,7,11- các khung của tổ máy bơm, của động cơ điện, của máy bơm; 8- hố của móng; 9- dẫn khí; 10- thép chôn; 12- ghép bu lông.

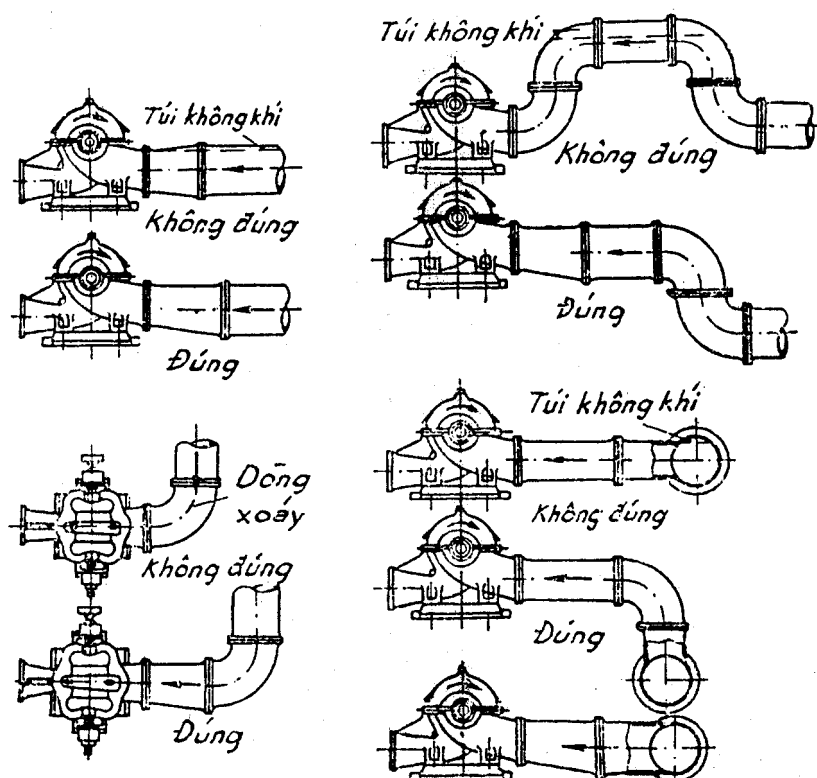
Móng dưới máy và đáy móng cần tính với những tải trọng sau: Tải trọng tĩnh gồm trọng lượng thiết bị kể cả nước và dầu trong nó, trọng lượng bản thân móng và sàn giữa hai tầng (nếu có), trọng lượng ống tựa trên máy bơm, áp lực nước lên cửa ra của bơm; Tải trọng động gồm trọng lượng rôto + trục của tổ máy, lực nước dọc trục lên BXCT, các tải trọng phát sinh ở chế độ quá trình quá độ và ngắn mạch cuộn stator động cơ điện.

III. Bố trí và ghép nối đường ống trong trạm bơm

1. Bố trí và ghép nối ống hút

Đường ống hút dùng để lấy nước từ công trình tập trung nước (bể hút, buồng hút) đến máy bơm. Việc bố trí và kích thước gian máy bơm phụ thuộc vào sơ đồ ghép nối đường ống hút và ống đẩy trong nhà máy. Yêu cầu cơ bản đối với ống hút là:

- Phải kín để không cho không khí lọt vào máy bơm, vì nếu không khí lọt vào sẽ làm giảm độ chân không, gây nên giảm lưu lượng và hiệu suất của máy bơm; cố gắng giảm tổn thất cột nước trong ống hút để độ cao hút địa hình h_s tăng. Hình 11 - 23 là một số cách bố trí và nối ống hút để tránh không khí lọt vào bơm và giảm tổn thất trên ống hút. Để tránh các túi khí cần làm đoạn ống nối từ miệng vào cửa máy bơm và đoạn ống hút có dạng hình nón lệch với tuyến trên của đoạn nối được đặt nằm ngang (xem hình), không làm đoạn ống nối lồi cao, đặt đầu ống hút chênh cao lên máy bơm với độ dốc $\geq 0,005$ để không khí bị tháo theo dòng nước ra khỏi ống hút khi dừng máy.



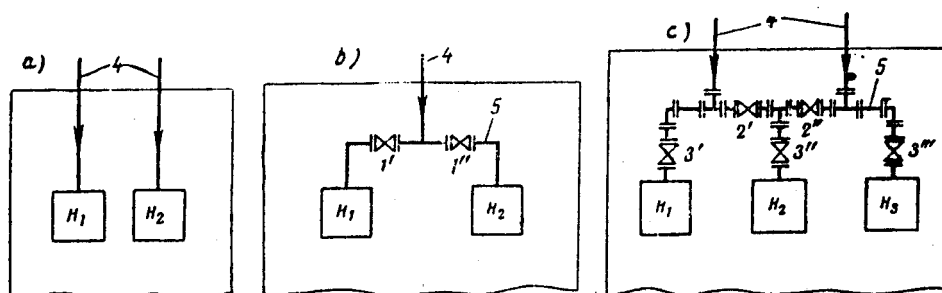
Hình 11 - 23. Cách nối ống hút đối với máy bơm li tâm.

- Độ sâu ngập miệng vào ống hút phải đảm bảo không sinh xoáy nước hình phễu khi dòng chảy vào máy bơm. Do vậy ở chỗ ống hút xoay góc trước khi vào máy bơm cần đặt đoạn nối thẳng để dòng xoáy bị cách li không trực tiếp vào trong bơm (xem hình).

Đường kính ống hút lấy theo tốc độ cho phép ở miệng vào ống hút $V = 0,8 \dots 1 \text{ m/s}$, còn vận tốc trong ống $V = 1 \dots 1,2 \text{ m/s}$. Độ ngập miệng ống hút h_2 lấy như đã trình bày ở trên, để tránh bùn cát vào máy bơm thì h_1 nên lấy $0,8 D_v$ trở lên. Khoảng cách giữa các trục ống hút khi dùng chung không ngăn bể hút lấy không nhỏ hơn $1,5 D_v$.

Đoạn ống hút gắn với bể tập trung nước nên có đai thép giữ cho khỏi rung và đoạn ống hút ở chỗ xuyên qua tường hút không nên gắn cứng để khi lún không đều thì ống hút không bị ứng lực do lún tác động. Đoạn ống hút đặt trên mặt đất có bệ đỡ, khoảng cách giữa các bệ đỡ xác định theo điều kiện làm việc tĩnh. Các chỗ nối bích giữa các đoạn ống không nên đắp đất vì sẽ làm hỏng bulông và khó quản lý sửa chữa.

Thông thường khi ống hút ngắn thường mỗi máy bơm dùng riêng một ống hút (xem Hình 11 - 24,a), khi đường ống hút dài và đường kính nhỏ hoặc vì xây bể tập trung nước quá rộng có thể bố trí một hoặc hai, ba ... ống hút chung cho các tổ máy (xem Hình 24,b,c). Số lượng ống hút ít sẽ giảm được thép và giảm kích thước bể hút, tuy nhiên sẽ làm tăng số lượng các van, tăng tổn thất cột nước và còn làm tăng kích thước mặt bằng nhà máy. Do vậy phải qua tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật để chọn sơ đồ.



Hình 11 - 24. Sơ đồ ghép ống hút với máy bơm.

4 - ống hút; 5- ống nối; H_1, H_2, H_3 là các máy bơm; $1', 2' \dots$ các van.

2. Ghép nối ống đẩy trong nhà máy bơm

Thông thường mỗi máy bơm có một ống hút và một ống đẩy riêng (xem Hình 11 - 24,a và Hình 11 - 25,a). Tuy nhiên khi đường ống đẩy ngoài nhà máy dài, nếu dùng mỗi máy một ống đẩy thì sẽ tăng khối lượng ống hoặc số ống đẩy nhiều phải mở rộng kích thước bể tháo, trường hợp này có thể ghép ống đẩy theo nhóm để giảm khối lượng ống và kích thước bể tháo (xem Hình 11 - 24 và 11- 25 : b, c). Các đoạn ống ghép nối đặt trong nhà máy để có thể bơm nước vào bất cứ đường ống nào ở ngoài nhà máy.

Sơ đồ hệ thống van ghép nối trên đường ống phụ thuộc vào điều kiện làm việc của trạm bơm và yêu cầu kỹ thuật của trạm bơm: Các trạm bơm tưới nếu cho phép tạm thời ngừng riêng từng máy hoặc ngừng toàn bộ các máy ít ngày để sửa chữa thì sơ đồ ghép

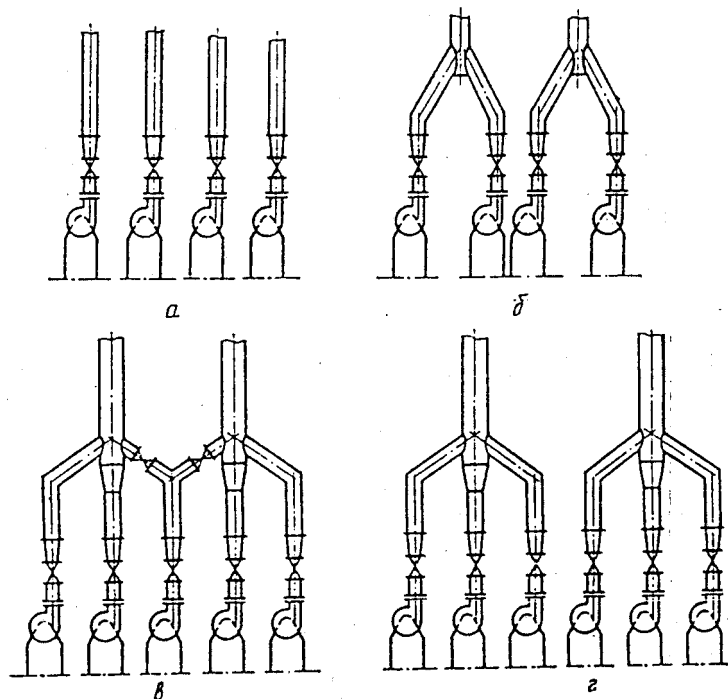
nối sẽ đơn giản, còn trạm bơm tiêu hoặc trạm bơm cấp nước phải hoạt động liên tục thì sơ đồ ghép nối sẽ phức tạp hơn do tăng các thiết bị trên sơ đồ.

Đường kính ống áp lực (ống đẩy) D_H xác định theo vận tốc cho phép của dòng nước trong ống: đối với $D_H \leq 250$ mm thì $V_H = 1,5 \dots 2$ m/s; với ống $D_H \geq 250$ mm thì $V_H = 2 \dots 2,5$ m/s. Vì vận tốc nước ở cửa ra máy bơm rất lớn $V = 5 \dots 7$ m/s, do đó phải lắp thêm đoạn ống mở rộng dần với góc ở chóp từ $8^\circ \dots 12^\circ$ để giảm dần vận tốc.

Cách ghép nối ống đẩy trong nhà máy cần thỏa mãn các điều kiện sau:

- Bảo đảm có thể sửa bất kỳ máy bơm nào mà không dừng hay làm ảnh hưởng đến sự làm việc của các máy khác.;
- Khi cần có thể tháo lắp nhanh các thiết bị, di lại quản lý thiết bị dễ dàng;
- Bảo đảm các điều kiện làm việc của các máy bơm với các ống đẩy bên ngoài.

Hình 11 - 24 trình bày một số sơ đồ ghép ống áp lực với bơm li tâm trục đứng. Trên tuyến ống áp lực chỉ đặt van chặn dòng, phía trước van chỉ đặt đoạn ống lắp ráp, phần lớn các trường hợp không lắp van ngược vì khi ngắt sự cố van ngược sẽ sinh áp lực nước



Hình 11 - 24. Sơ đồ ghép nối ống đẩy của trạm bơm li tâm trục đứng.

va rất lớn trong ống, bơm li tâm trục đứng và động cơ điện của nó cho phép quay ngược rôtor tạm thời, mặc khác loại van ngược có đường kính lớn hơn 1 m nói chung không được sản xuất . Sau đây ta phân tích một số sơ đồ ghép nối trên Hình 11 - 24:

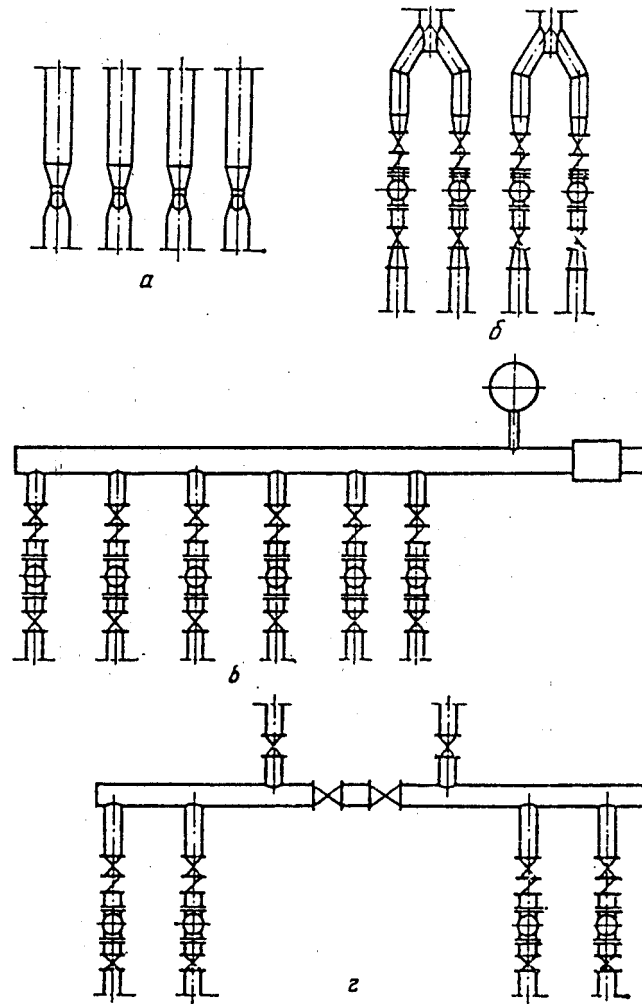
Sơ đồ a được dùng trong trường hợp chiều dài của ống áp lực (ống đẩy) nhỏ. Mỗi máy bơm cung cấp nước vào một ống, nghĩa là số ống bằng số máy bơm. Sơ đồ này đơn

giản, không yêu cầu chuyển đổi giữa các ống. Van lắp trên ống đẩy chỉ làm nhiệm vụ ngắt máy bơm khỏi đường ống.

Các sơ đồ δ và ϵ được dùng khi số lượng tổ máy bơm là chẵn (bốn và sáu) chiều dài ống tương đối lớn. Một nửa số tổ máy bơm nước vào một đường ống, nửa còn lại bơm vào ống thứ hai. Nhược điểm của các sơ đồ này là lưu lượng trong các ống nhánh không đều nhau khi số nhánh cùng làm việc là số lẻ; nhưng ưu điểm của các sơ đồ này là ghép nối đơn giản hơn so với sơ đồ b .

Sơ đồ b được dùng khi số lượng tổ máy là số lẻ, chiều dài ống lớn. Cả hai tuyến ống đặt van ngăn dòng nước và cho phép máy bơm giữa có thể đổi nối qua cả hai tuyến ống. Người ta bố trí thiết bị trên ống trong một giếng riêng ngoài nhà máy. Sơ đồ ghép nối này cho ta khả năng phân bố đều lưu lượng theo các ống khi số tổ máy bơm cùng làm việc là lẻ (với yêu cầu tổ máy giữa trong số các tổ máy phải làm việc).

Hình 11 - 25 trình bày các sơ đồ ghép nối ống đẩy của trạm bơm dùng các tổ máy bơm hướng trục và máy bơm li tâm trục ngang. Sau đây ta cũng phân tích các sơ đồ này:



Hình 11 - 25. Các sơ đồ ghép nối trạm bơm li tâm trục ngang và bơm trục.

Trên sơ đồ a chỉ dẫn cách ghép nối đơn giản nhất, dùng cho máy bơm hướng trục, không đặt van trên ống đẩy. Khi đoạn khuỷu cong ở phần ra BXCT có góc dẫn 60° thì ống đẩy nối trực tiếp vào đó và tạo một góc 30° với phương ngang rồi lắp tiếp đoạn mở rộng và nối với ống áp lực. Khi đoạn khuỷu cong ở phần ra BXCT có góc 90° thì lắp ống đẩy nằm ngang.

Sơ đồ δ được áp dụng rộng rãi ở trạm bơm tưới với bốn tổ máy bơm nước và hai ống áp lực. Trên tuyến ống áp lực có thể có hai phương án bố trí thiết bị :

phương án thứ 1: lần lượt đặt đoạn lắp ráp, van ngược, van chặn, đoạn mở rộng;

phương án thứ 2 : lần lượt: đoạn mở rộng, đoạn lắp ráp, van ngược, van chặn.

Việc đặt van ngược trước van chặn cho ta khả năng thay thế nó mà không phải tháo đường ống . Van ngược thường ít hỏng hơn van điều tiết. Vì kích thước van ngược loại đĩa treo tương đối lớn trong một số trường hợp riêng để giảm bề rộng nhà máy người ta đưa nó ra ngoài nhà máy và đặt trong giếng riêng.

Sơ đồ b được dùng trong trạm bơm tưới với bốn máy bơm chính và hai máy bơm phụ (bơm tăng áp) bơm nước vào đường ống kín đến các máy tưới kiểu phun mưa. Các ống đẩy của máy bơm ghép vào đoạn ống góp áp lực. Mỗi nhánh ống của tổ máy bơm đặt đoạn lắp ráp, van ngược và van điều tiết. Thường đường kính tuyến áp lực nhỏ do vậy lấy bằng đường kính đoạn nối của máy bơm, còn đường kính đoạn góp lấy không đổi và bằng đường kính ống áp lực. Đầu ống áp lực được nối với thùng không khí - nước. Để bảo đảm trạm bơm làm việc tự động, ta đặt dụng cụ đo lưu lượng kiểu cảm ứng.

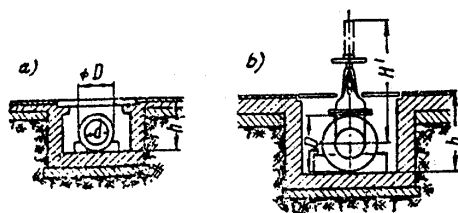
Sơ đồ ... đặc trưng cho trạm bơm cấp nước nông thôn. Bất cứ máy bơm nào trong sơ đồ này đều có thể đóng vào ống chính trái hoặc phải. Bởi vậy không chỉ đặt các van điều tiết trên ống đẩy của máy bơm mà còn đặt trên ống góp và trên các ống chính.

3. Bố trí ống áp lực trong nhà máy bơm

Trong nhà máy bơm kiểu buồng và kiểu móng tách đường ống có ảnh hưởng lớn đến việc bố trí và kích thước của gian máy. Khi đường kính ống nhỏ (thường không quá 400 mm) thường đặt ống trong các rãnh dưới sàn máy và đặt nắp rãnh để đi lại an toàn, khi đường kính ống lớn hơn 400 mm thì thường đặt ống trên sàn. Những chỗ có đặt thiết bị trên ống như van, van ngược ... cần xây bệ đỡ để ống khỏi bị võng. Khi đặt ống trên mặt sàn, việc đi lại vận hành sẽ gặp khó khăn do vậy cần xây cầu công tác (hay sàn lững) trên đường ống để đi lại, thao tác thiết bị và đặt thiết bị điện (nếu đặt thiết bị điện trong nhà máy, xem lại các Hình 11 - 14, và 11 - 15).

Hình 11 - 26* trình bày cách đặt ống dưới sàn máy. Kích thước rãnh lấy như sau:

$$h = D_{ng} + (0,15 \dots 0,3); (m); (D_{ng} \text{ là đường kính ngoài của ống, } m)$$

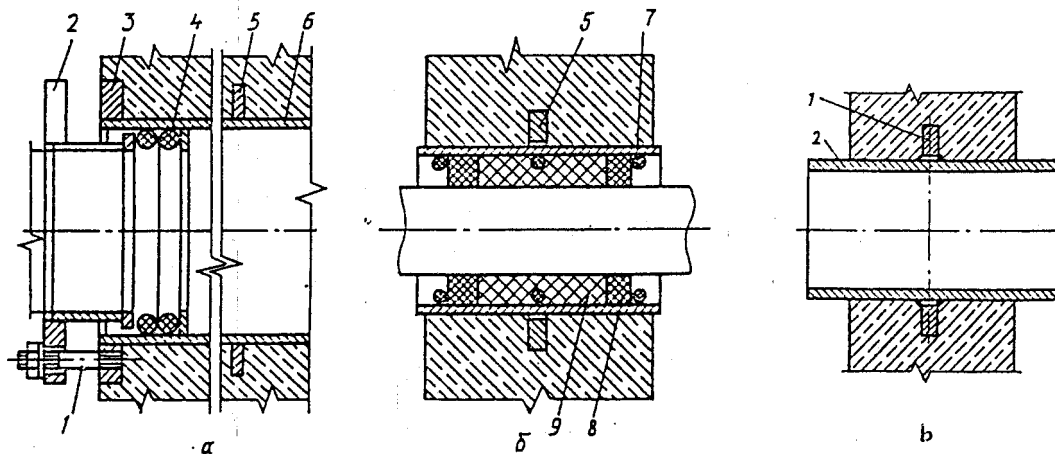


Hình 11 - 26*

Khi đường ống xuyên qua tường ra ngoài nhà máy bơm trục ngang kiểu buồng và nhà máy móng tách một phần nhỏ dưới mặt đất, để đảm bảo an toàn khi nhiệt độ thay đổi, khi lún không đều hoặc khi có động đất (ở vùng có cấp động đất cao), người ta dùng hình thức ngàm mềm vào tường (như Hình 11 - 27,a,đ) có vòng chống rò.

Hình 11 - 26,a là cấu tạo của vòng chống rò có vòng ép. Hình thức này được dùng khi điều kiện làm việc của đường ống ở nơi đất thấm nước và đất xốp. Đoạn ống 6 có gờ 5 được đổ bê tông chắc vào tường, dùng vòng ép 2 với các buloong 1 để điều chỉnh các vòng chống rò nước 4 bằng cao su hoặc dây gai tẩm nhựa sao cho không rò nước. Vòng chống rò kiểu trượt này có độ dẻo cao, an toàn và bảo đảm chống rò nước tốt.

Loại vòng chống rò không có vòng ép như Hình 11 - 26,đ có kết cấu đơn giản hơn loại a trên. Thân của nó là một đoạn ống có vòng gờ 5 làm bằng thép hàn. Bên trong đoạn thân ống có đặt hai vành tựa chắn 7 bằng dây dài 300 mm. Giữa hai vành chắn đặt các bó dây gai tẩm nhựa và đổ vữa xi măng a miăng và bi tum mát tíc.



Hình 11 - 26. Kết cấu của vòng chống rò ở chỗ ống xuyên tường.

Trên các trạm bơm nhà máy kiểu khối và kiểu buồng, tường của chúng được đổ bê tông khối, lắp máy bơm li tâm trục đứng và máy bơm hướng trục (trong trường hợp riêng còn dùng cả cho máy trục ngang), chỗ ống xuyên tường dùng ngàm cứng. Thường để chuyển ống qua tường ta dùng đoạn ống nối 2 được đổ bê tông chôn chặt trong tường và hàn vòng gờ 1 để giảm rò nước (xem Hình 11 - 26,b), đường ống xuyên qua tường có thể đặt ngang hoặc xiên một góc với đường ngang.

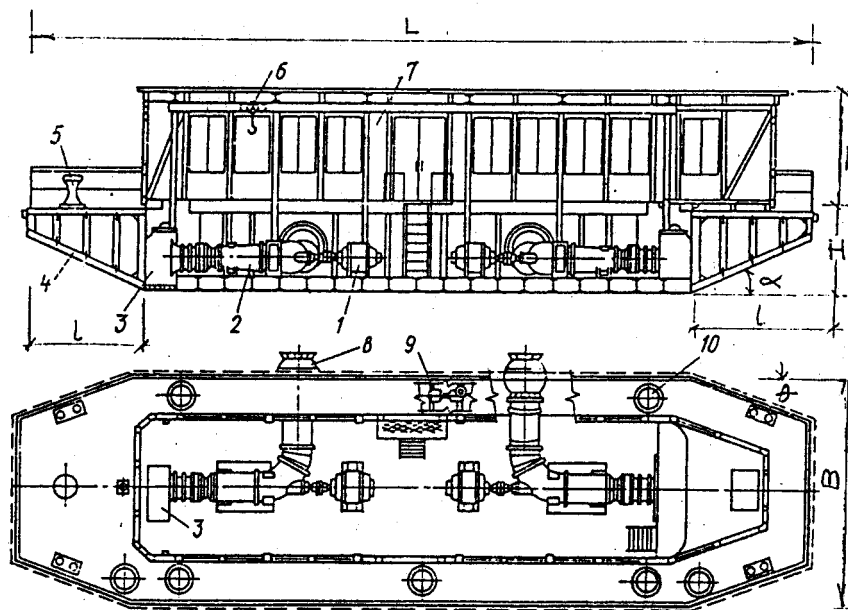
E. CÁC LOẠI NHÀ MÁY BƠM DI ĐỘNG

Như đã trình bày ở trước, nhà máy bơm loại di động có các loại: trạm bơm nổi (trạm bơm thuyền) và các loại di động trên đường bộ (trên rây, trên ô tô ...).

I. Trạm bơm thuyền

Thực chất trạm bơm thuyền thuộc loại nhà máy bơm kiểu buồng khô đặt trên nền nước. Ở những vùng có mạng lưới sông ngòi đi lại thuận tiện, mực nước lên xuống thường xuyên thì dùng loại bơm thuyền di chuyển trên các sông lạch để bơm nước tưới cho những khu tưới ven bờ sẽ rất lợi vì vốn đầu tư vào các công trình đường ống và các công trình đưa nước qua sông, kênh mương ...v.v.. sẽ nhỏ.

Trạm bơm thuyền có thể di chuyển bằng chèo hoặc dùng các phương tiện cơ giới để kéo. Vỏ thuyền có thể làm bằng bê tông cốt thép hoặc bằng thép hay bằng gỗ, tuy nhiên nên dùng làm bằng thép và bê tông cốt thép bền hơn và không thấm nước, khi bơm dùng động cơ điện thì không được làm bằng vỏ gỗ. Sau đây giới thiệu cấu tạo của bơm thuyền. Trạm bơm thuyền bao gồm cầu phao nổi được làm ở dạng xà lan hay tàu thuyền để neo đậu cạnh bờ sông hoặc trong bến nhỏ để tránh sóng. Lưu lượng của mỗi trạm bơm thuyền thường không quá $20 \text{ m}^3/\text{s}$ và cột nước dưới 100 m , khi cần bơm lưu lượng lớn hơn thì ghép vài trạm lại. Máy bơm chính có thể đạt $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ với công suất đến 2000 kW và được đặt ở khoang tàu. Phổ biến nhất là dùng phao nổi bằng thép có mặt cắt ngang chữ nhật, phần trước và phần đuôi thuôn (xem Hình 11 - 27). Tỷ số giữa chiều dài L và chiều rộng B vỏ thuyền khoảng $6 \dots 7$, giữa chiều rộng B và chiều cao H không lớn hơn 5 , chiều dài phần thuôn lấy bằng $l = 1/8 L$, góc thon trên mặt bằng lấy bằng $\theta = 14 \dots 15^\circ$, góc thon đứng $\alpha = 10 \dots 12^\circ$, chiều cao bộ phận che mưa h lấy không quá 4 m , chiều rộng lối đi lại lấy không nhỏ hơn 1 m . Hệ thống chịu lực là các sườn đặt cách nhau 600 mm (ở phần giữa tàu) và 500 mm (ở phần thuôn). Cách bố trí máy bơm như

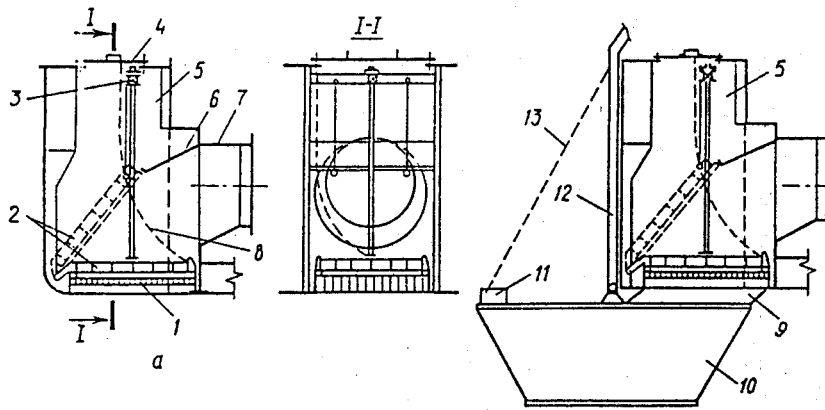


Hình 11 - 27. Sơ đồ trạm bơm thuyền.

1- động cơ điện; 2,9- máy bơm chính và máy bơm nước thấm trực ngang; 3- buồng lấy nước; 4- vỏ thuyền; 5- trục tời; 6- rây và pa lăng xích; 7- phần che mưa; 8- liên kết cầu; 10- cửa buồng.

chỉ dẫn trong hình vẽ. Phần cầu nổi của thuyền làm kiểu vách đôi, các vách ngăn không được thấm nước. Các tổ máy bơm chính trực ngang đặt trên các khung sườn ở đáy thuyền. Lỗ lấy nước (xem Hình 11 - 28) được trang bị lưới chắn rác và lưới ngăn cá. Để quan trắc buồng lấy nước và dọn sạch lưới người ta trang bị van nắp .

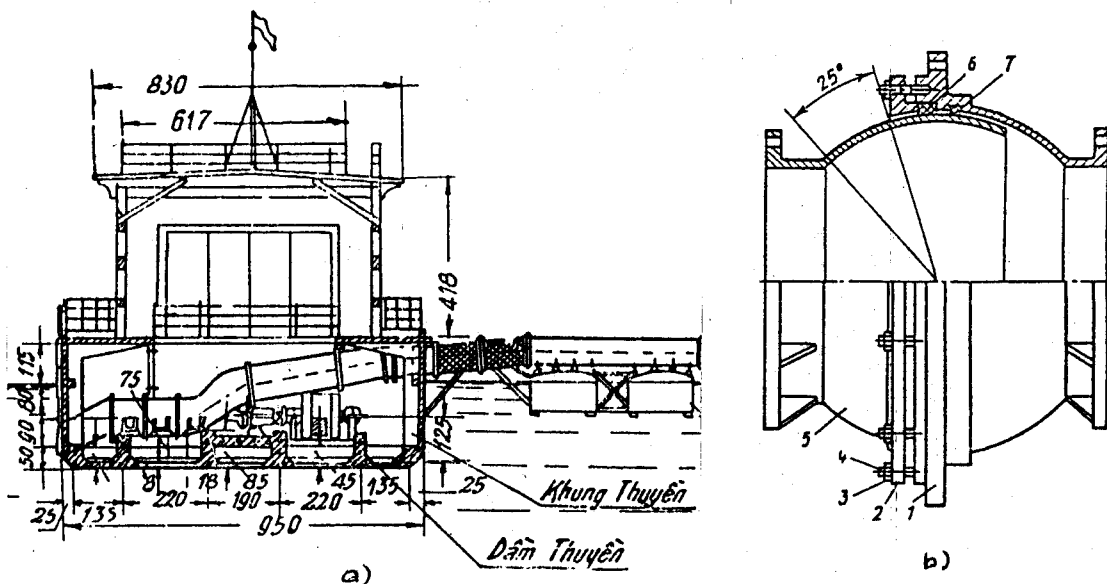
Gian máy thường có trang bị cầu trục kiểu dầm hoặc cần trục cầu điều khiển thủ công có sức nâng dưới 10 tấn. Để neo buột thuyền sử dụng ba dây cáp tời, mỗi đầu buộc vào cột cáp. Nối phần ra ống đẩy với đường ống áp lực đến nơi tưới bằng khớp nối cầu,



Hình 11 - 28. Cấu tạo buồng lấy nước của trạm bơm thuyền.

a- không có bộ phận bảo vệ cá; δ - có lưới ngăn cá; 1- lưới chắn rác; 2- cửa van; 3- vật giữ; 4- nắp kín; 5- buồng nhận nước; 6- tấm chắn định hướng; 7,9- ống nối tiếp; 8- xích; 10- lưới trống ngăn cá; 11- đối trọng; 12- rây định hướng để nâng trống; 13- dây chèo.

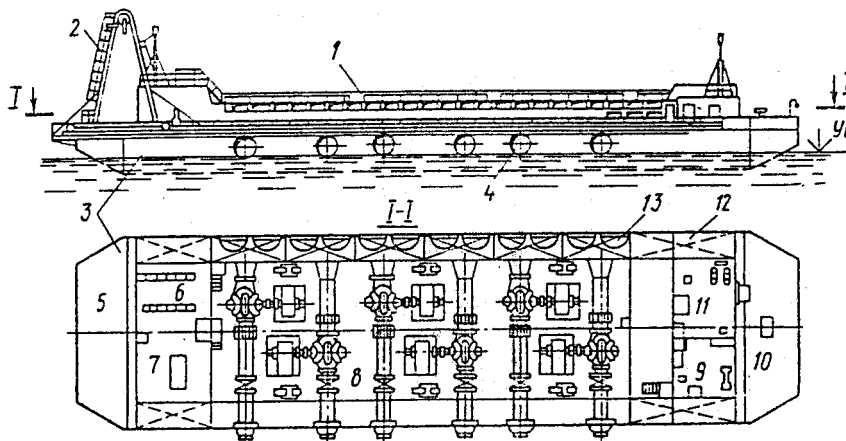
cách nối như thế cho phép trạm bơm dịch chuyển theo phương đứng mà ống không bị hỏng (xem cấu tạo khớp cầu ở Hình 11 - 29,a,b).



Hình 11 - 29. Cắt ngang thuyền bơm và khớp cầu.

- a - Cắt ngang thuyền bơm, máy bơm hướng trục trực ngang và nối với ống áp lực.
b - Cầu tạo khớp nối cầu: 1,5- phần tĩnh và phần động; 2- vòng ép; 3- êcu; 4- buloong;
6,7- vòng chống rò nước.

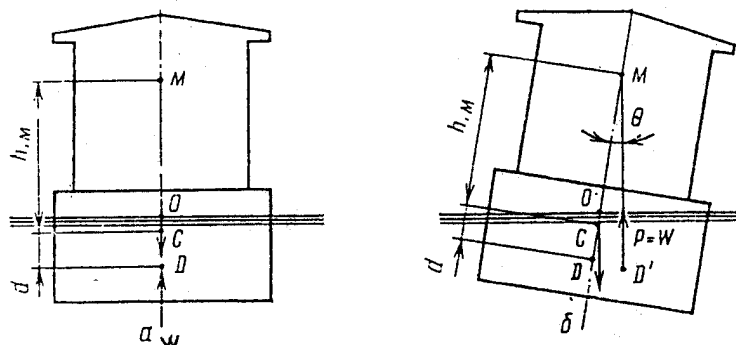
Hình 11 - 30 là một cách bố trí và cấu tạo khác của trạm bơm thuyền với quy mô lớn hơn, trong đó bố trí máy bơm li tâm song hướng tổ máy trực ngang, hai đầu của bơm thuyền bố trí các buồng thiết bị điện, máy biến áp ...v.v... và lấy nước ở bên hông của thuyền, phần trên (phần che mưa) có chiều cao thấp. Việc lấy nước ở hông được dùng với điều kiện độ sâu mớm nước cao hơn mép trên của lấy nước tối thiểu 0,8 m.



Hình 11 - 30. Bố trí trạm bơm thuyền có phần trên thấp.

- 1- phần trên; 2- cầu trục chữ môn; 3- vỏ thuyền; 4- nối khớp cầu; 6,7,11- các buồng tương ứng: động cơ điện, máy biến áp, các cơ cấu phụ; 8- gian máy; 9- xưởng cơ khí; 10- khoang mũi; 12,13- buồng đặc biệt để giữ cân bằng và buồng lấy nước.

Độ nổi của bơm thuyền, cũng như của các vật thể nổi khác, là khả năng cân bằng được dưới tác dụng của hai lực: trọng lượng bơm thuyền và các thiết bị trên nó G đặt tại trọng tâm C và áp lực đẩy nổi của nước W (ở đây W là thể tích nước bị phần thuyền bơm chiếm chỗ hay còn gọi là dung tích đẩy nổi) đặt tại trọng tâm D (xem Hình 11 - 31). Trường hợp lý tưởng (khi tải trọng bố trí đối xứng) thì đường nổi qua điểm C và D



Hình 11- 31. Sơ đồ lực tác dụng lên thuyền bơm.

(gọi là trục nổi) là thẳng đứng. Khi tải trọng đặt không đối xứng thì thuyền bị chòng chênh lực đẩy $P = W$ hướng lên trên, trọng tâm từ điểm D dịch sang điểm D' và có xu hướng quay trở về vị trí cân bằng ban đầu. Khi $\theta > 0$, cặp lực trên tạo mô men ổn định thuyền:

$$M_{\text{od}} = Gh_M \sin\theta = G (I_0 / P - d).\sin\theta \quad (11 - 10)$$

Ở đây: I_0 là mô men quán tính của mặt cắt ngang lấy với trục O, T_m ;

h_M là khoảng cách từ điểm C đến điểm M, nghĩa là tâm nghiêng (điểm giao của lực P với trục nổi), m ;

d là khoảng cách từ C đến D, m.

Phân tích công thức (11 - 10) và Hình 11 - 31 có thể rút ra kết luận rằng : Thuyền bơm sẽ nổi nếu $G = P$. Khi thuyền bị chòng chênh nó sẽ ổn định nếu $h_M > 0$ và $M_{\text{od}} > 0$ (thường $h_M > 0,5$ m). Thuyền vẫn ở trạng thái nghiêng nếu lực đẩy $P = W$ và qua điểm D' và C. Nếu $\theta > 2^\circ$ thì cần phải có những khoang đặc biệt ở mũi và đuôi thuyền hoặc ở hai mạn thuyền để điều chỉnh giữ cân bằng cho thuyền.

Ưu điểm của trạm bơm nổi nói chung là có thể làm việc trong điều kiện lấy nước khó khăn (giao động mực nước lớn hơn 5 m, lòng không ổn định, lượng bùn cát hơn 5 g/l), an toàn hơn trong vận hành, so với các trạm bơm tĩnh tại thì giá thành của nó rẻ hơn, đơn giản hơn và xây dựng nhanh hơn. Tuy nhiên nó có những nhược điểm là: phức tạp trong việc sửa chữa, yêu cầu phải tăng thêm biên chế phụ về thủy thủ, thời hạn phục vụ thấp (khoảng 2,5 lần ít hơn trạm bơm tĩnh tại), khối lượng sửa chữa lớn.

II. Trạm bơm di động trên bộ

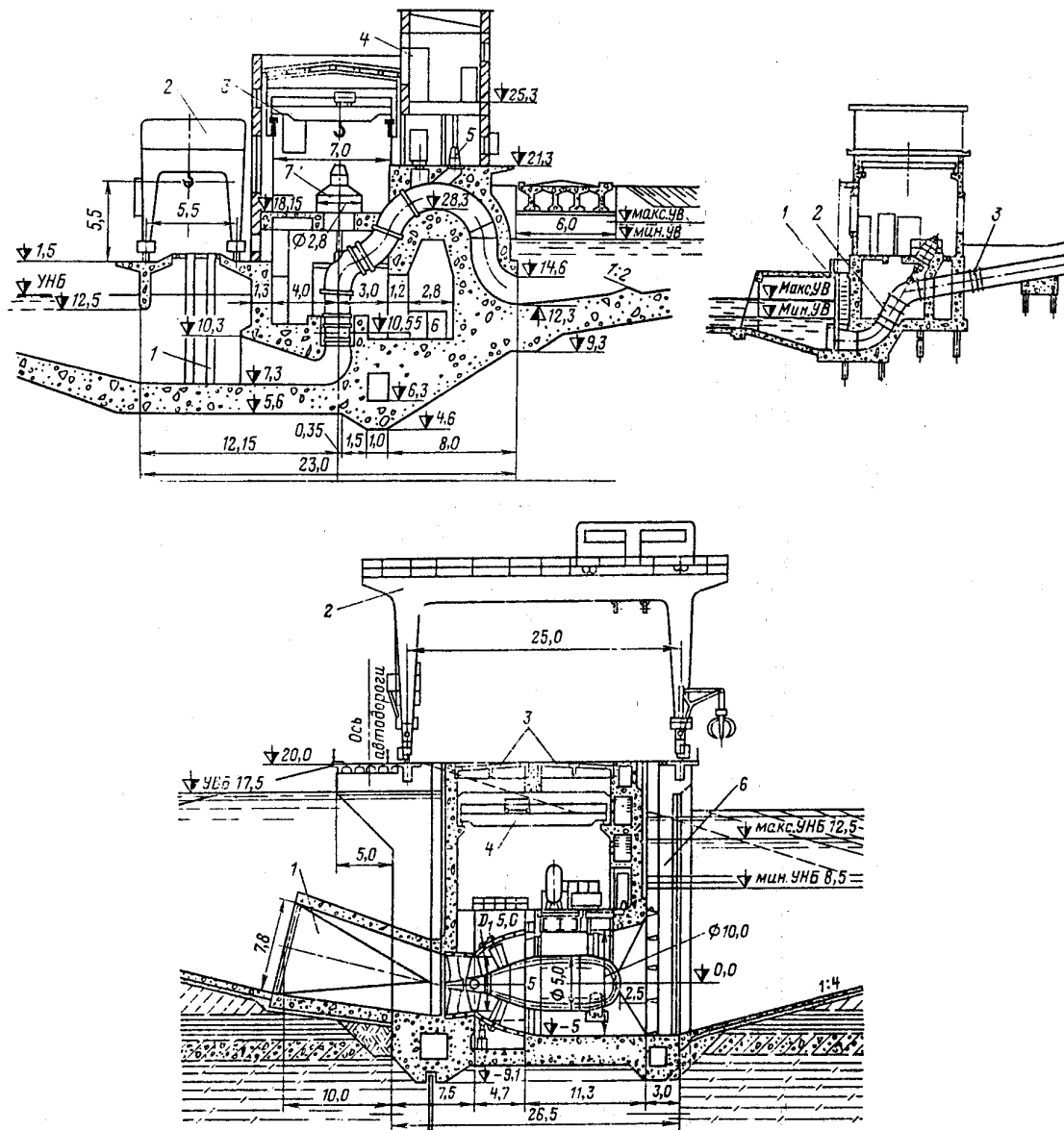
Loại trạm bơm này có một số cách như : trạm bơm chạy trên xe (xem Hình 11 - 2,δ) và trạm bơm đặt trên rây, bờ dốc (xem Hình 8 - 9). Thời gian gần đây việc tưới cho các loại cây trồng như rau xanh, cây công nghiệp nằm ven sông hoặc ven kênh dùng trạm bơm nước di động khá công dụng. Các trạm bơm này dùng cung cấp lượng nước không lớn theo mùa. Ưu điểm của trạm bơm di động là:

- Trong một thời gian ngắn có thể thay đổi vị trí trạm bơm khi mực nước nguồn thay đổi hoặc tưới luân lưu cho các khu tưới;
- Vào mùa lũ không phải lo công việc tháo lắp và di chuyển máy bơm;
- Có thể di chuyển từ công trình xây dựng này đến công trình xây dựng khác để bơm nước hồ móng và cấp nước cho các khu có nhu cầu (dùng trạm bơm trên xe kéo);

- Làm các trạm bơm di động sẽ giảm được giá thành xây dựng, chóng đưa trạm vào phục vụ sản xuất và tiết kiệm được vật liệu xây dựng.

Thường các trạm bơm di động có lưu lượng dưới 100 l/s, cột nước có thể lớn nhỏ, trạm tưới phun mưa có cột nước lên tới 100 m. Trạm bơm di động có thể sử dụng động cơ điện hoặc động cơ đốt trong. Đối với trạm bơm di động đường bộ sử dụng máy kéo để di chuyển thời gian không cần bơm có thể sử dụng máy kéo vào công việc khác.

Ngoài những kiểu nhà máy đã trình bày ở trên còn có nhiều kiểu nhà máy đặc biệt như : nhà máy bơm cấp xun, nhà máy thủy điện có turbin thuận nghịch (vừa bơm vừa là turbin), nhà máy bơm trục xiên, nhà máy bơm ống đẩy xi phông ..v.v...



Chương XII. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC VÀ THÁO NƯỚC CỦA TR. BƠM

Công trình lấy nước và tháo nước của trạm bơm bao gồm: công trình lấy nước, công trình dẫn nước, bể tập trung nước (lấy nước từ kênh), ống đẩy, bể tháo.

A. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC (CỬA LẤY NƯỚC)

Nhiệm vụ của công trình lấy nước là bảo đảm lấy nước từ nguồn cho phù hợp với biểu đồ dùng nước và không cho bùn cát, rác nổi trôi vào nhà máy bơm, ngoài ra còn bảo đảm chủ động ngừng dòng nước từng phần hoặc toàn bộ trong thời gian tu sửa, nạo vét hoặc có sự cố bất thường.

Có nhiều cách phân loại công trình lấy nước như sau:

- Phân loại theo mục đích sử dụng: công trình lấy nước tưới, công trình lấy nước cho trạm bơm tiêu, công trình lấy nước để cấp nước cho nông thôn, công trình lấy nước cho công nghiệp ..vv.. Công trình lấy nước cho tưới làm việc theo mùa - thời kỳ tưới. Công trình lấy nước để tiêu có đặc điểm là tháo tự chảy từ mạng lưới tiêu. Công trình lấy nước cho trạm bơm phục vụ nông thôn và công nghiệp yêu cầu chất lượng nước sạch và làm việc liên tục trong cả năm;

- Phân loại công trình lấy nước theo nguồn nước: công trình lấy nước từ sông, công trình lấy nước từ hồ, công trình lấy nước từ kênh ;

- Phân loại theo đặc điểm xây dựng công trình lấy nước: công trình lấy nước kết hợp với nhà máy, công trình lấy nước tách riêng nhà máy;

- Phân loại theo đặc tính di động hoặc tĩnh tại của công trình: công trình lấy nước tĩnh tại, công trình lấy nước di động (bơm thuyền, bơm trên xe ...);

- Phân loại theo quan hệ giữa công trình lấy nước và giao động mực nước: công trình lấy nước ngập, công trình lấy nước nửa ngập, công trình lấy nước không ngập ;

- Phân loại theo cách bố trí tương quan với nguồn nước: công trình lấy nước lòng sông (đặt ở lòng sông hoặc đặt trực tiếp ở hồ tự nhiên, hồ nhân tạo), công trình lấy nước bờ, công trình lấy nước hồ đào (gàu).

Khi chọn vị trí công trình lấy nước cần phải tính đến những yêu cầu sau:

- + Số lượng và chất lượng nước trong nguồn phải thỏa mãn yêu cầu dùng nước;
- + Bố trí công trình lấy nước không làm trở ngại đến các ngành dùng nước khác, không mâu thuẫn với kế hoạch dùng nước tổng hợp trong tương lai;
- + Cần bố trí gần nơi dùng nước.

Công trình lấy nước là thành phần quan trọng của trạm bơm, bởi vậy thành phần, kết cấu và vị trí đặt của các thành phần cần phải thông qua so sánh kinh tế - kỹ thuật một số phương án hợp lý có xét đến điều kiện tự nhiên và điều kiện khai thác các công trình tương tự và sử dụng tương lai của nguồn để chọn. Cách phân loại công trình lấy nước bờ và lấy nước lòng sông thường được dùng phổ biến nhất.

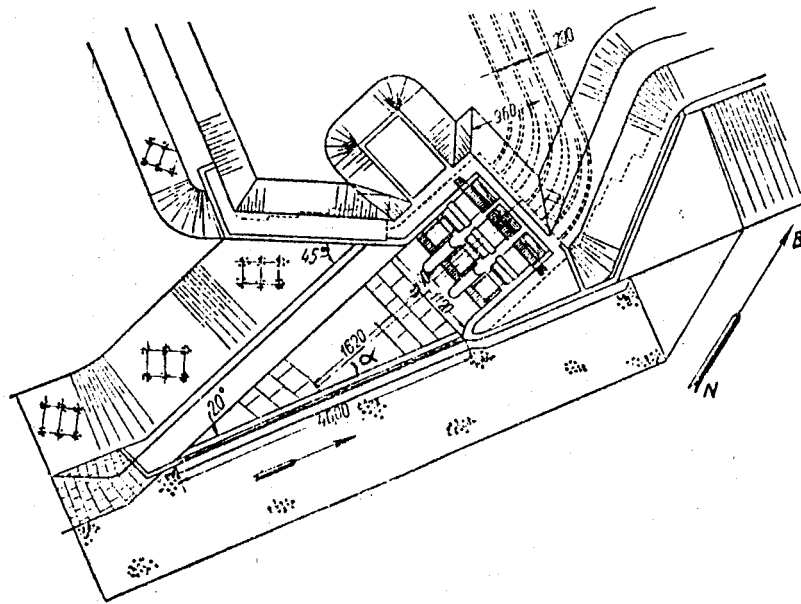
I. Công trình lấy nước từ sông

Việc xây dựng công trình lấy nước từ sông trước hết không được làm thay đổi một cách căn bản chế độ nguồn nước mà phải đảm bảo cho dòng chảy thuận dòng. Các công trình

xây dựng bên bờ hoặc giữa lòng sông không được làm hẹp quá 15 ... 20% tiết diện ướt của sông để bảo đảm tàu thuyền đi lại bình thường.

Khi đào phá bờ sông để xây dựng công trình phải tính toán chỉnh trị dòng sông, làm cho chế độ thủy lực ở chỗ lấy nước được tốt hơn, tiết diện và dòng chảy trong lòng sông diễn biến một cách đều đặn.

Lưu lượng lấy từ sông khi không có công trình điều tiết dòng chảy phải ít hơn từ 20 ... 25% lưu lượng kiệt của sông. Dòng chảy vào cửa lấy nước làm với hướng dòng chảy sông một góc $\alpha < 90^\circ$ thường 25 ... 30°, cùng lắm mới lấy 90° (xem Hình 12 - 1).



Hình 12 - 1. Bố trí bình đồ tuyến công trình lấy nước bờ.

Vị trí công trình lấy nước nên bố trí ở bờ lõm, tại 1/3 phía dưới của cung cong hoặc cùng lắm bố trí trên đoạn sông thẳng. Công trình lấy nước bố trí trên những đoạn sông ổn định yêu cầu không có hiện tượng lắng đọng bùn cát làm lấp cửa lấy nước. Tuyệt đối không bố trí công trình lấy nước ở bãi cát nông. Để đánh giá về ổn định lòng sông ta có thể dựa vào một thông số không thứ nguyên Π_y sau đây:

$$\Pi_y = \frac{138}{\varphi \cdot \sqrt{H}} \cdot \sqrt{\frac{d}{i}} \quad (12 - 1)$$

Trong đó: H - độ sâu dòng chảy, (m) ; d - độ thô trung bình trầm tích lòng sông, (m) ; i - độ dốc dòng chảy ; φ - thông số dòng rối, theo V. N. Gôn tra rốp lấy như sau:

d.10 ³ , m	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
φ	1,0	1,04	1,18	1,29	1,48	1,76	2,27	3,95	9,75

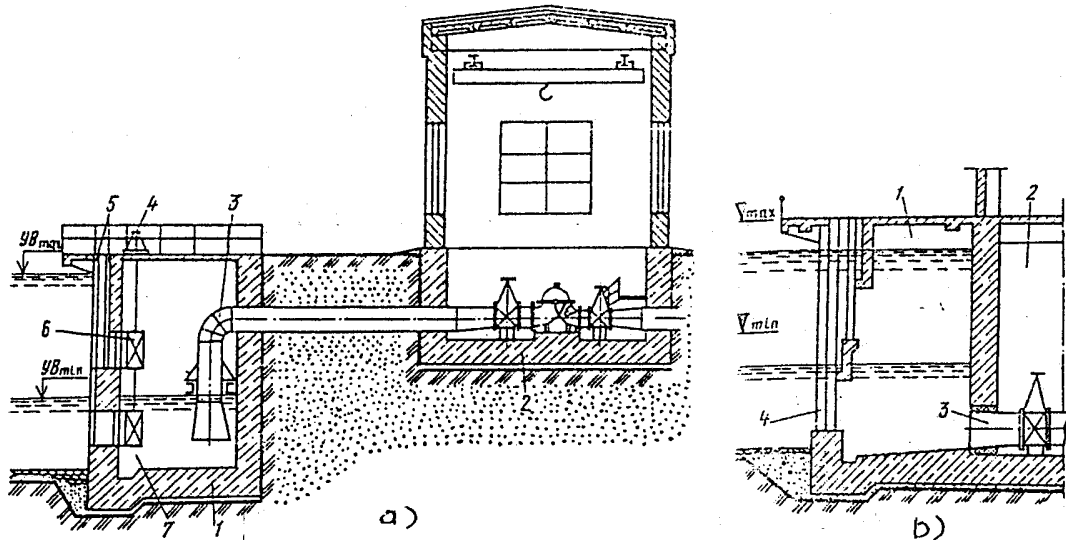
Khi tính toán khả năng tải cát của kênh cần bảo đảm nước trong trước khi vào máy bơm. Kinh nghiệm cho thấy một số trường hợp nếu làm tăng khả năng chống bào mòn

các bộ phận máy bơm thì sẽ kinh tế hơn làm bể lắng cát. Thường để hạn chế bùn cát đáy chảy vào công trình lấy nước người ta đặt các thiết bị tạo dòng chảy ngang nhân tạo, còn việc hạn chế bùn cát lơ lửng còn đang gặp nhiều khó khăn. Thực tế cho thấy công việc nạo vét cửa lấy nước và kênh dẫn vào trạm bơm rất tốn công sức và tiền của.

Công trình lấy nước sông có thể chia hai loại: lấy nước bờ và lấy nước lòng sông:

1. Công trình lấy nước bờ

Công trình lấy nước bờ thường gồm: cửa lấy nước (giếng bờ 1) và đoạn nối tiếp (bảo vệ chống xói cắt với bờ và kè) (xem Hình 12 - 1 và Hình 11 - 2):



Hình 12 - 2. Sơ đồ lấy nước bờ.

a - công trình lấy nước tách biệt với nhà máy;

b - công trình lấy nước kết hợp với nhà máy.

1- giếng bờ, 2- nhà máy ; 3- ống hút; 6- tầng lấy nước trên.

Với trạm bơm loại nhỏ và trung bình trang bị máy bơm li tâm trục ngang có $h_s > 0$ và biên độ giao động mực nước không quá 10 m thì cửa lấy nước thường đứng tách rời khỏi nhà máy (Hình 12 - 2,a). Khi trang bị máy bơm li tâm và hướng trục trục đứng (và đôi khi cả bơm trục ngang có h_s nhỏ) biên độ giao động mực nước trong sông lớn hơn 10 m mà nền nhà máy ổn định thì chọn kiểu công trình lấy nước bờ kết hợp với nhà máy là hợp lý (Hình 12 - 2,b).

Nước từ sông qua cửa vào để vào giếng bờ. Thường khi giao động mực nước lớn, để lấy nước trong người ta bố trí nhiều tầng cửa ở các cao trình. Việc chỉ đặt một tầng chỉ dùng khi nước sông tương đối sạch. Trên các cửa của tầng lấy nước đều đặt lưới chắn rác, van trượt phẳng hoặc van điều tiết.

Diện tích lỗ vào cửa lấy nước lấy theo công thức sau:

$$\omega = 125.K \cdot \frac{Q_{tk}}{v} \quad (12 - 2)$$

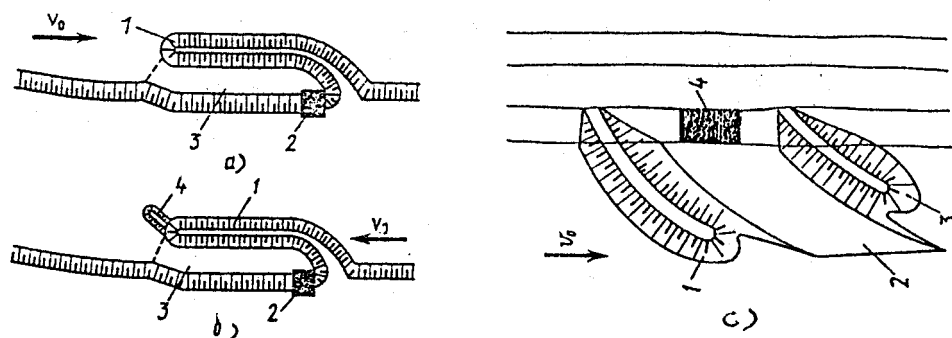
Trong đó: ω - diện tích toàn phần của lỗ cửa, (m^2); Q_{tk} - lưu lượng thiết kế của một cửa, (m^3/s); v - vận tốc cho phép qua lỗ, (m/s); K - hệ số co hẹp do lưới, ($K > 1$).

Vận tốc cho phép ở lỗ vào giếng bờ, nếu không tính đến yêu cầu bảo vệ cá và đối với điều kiện lấy nước trung bình và khó thì $v = 0,2 \dots 0,6 \text{ m/s}$; còn đối với nguồn có yêu cầu bảo vệ cá thì lấy v theo quy định của thiết bị bảo vệ cá.

Chiều cao của ngưỡng lỗ lấy nước thấp nhất phải đặt cao hơn mặt đất ít nhất 0,5 m để tránh bùn cát cuốn vào cửa lấy nước, mép trên của lỗ lấy nước trên cùng phải thấp hơn mực nước thấp nhất một đoạn để tránh rác và vật nổi trôi vào giếng. Vận tốc dòng nước hút vào ống hút có đường kính miệng hút D_v , lấy bằng $0,8 \dots 1 \text{ m/s}$, miệng vào ống hút đặt cách đáy từ $(0,8 \dots 1) D_v$, độ ngập miệng vào của ống hút thẳng đứng dưới mực nước nhỏ nhất bằng $2 D_v$ và không nhỏ hơn 0,5 m. Bề rộng mỗi ngăn buồng hút lấy trong giới hạn $(2 \dots 2,5) D_v$, thể tích nước nhỏ nhất ở ngăn buồng hút bằng $V_{\min} = Q.t$ (trong đó Q là lưu lượng máy bơm, m^3/s ; $t = 15 \dots 20$ giây). Cũng từ điều kiện này tính ra chiều dài ngăn buồng hút.

Chiều cao giếng bờ phụ thuộc vào giao động mực nước trong sông và đặc tính của đất. Để ngăn ngừa xói rửa đất nền cần để đáy móng thấp hơn cao trình xói rửa đất 2 m; khi nền yếu cần đóng cừ, đáy sông trong vùng cửa lấy nước cần được gia cố bằng đá đổ hoặc các tấm bê tông cốt thép. Phần trên giếng bờ cần nâng cao hơn mực nước lớn nhất cộng với chiều cao sóng và không nhỏ hơn 0,6 m.

Khi công trình lấy nước có nhiều bùn cát và lưu lượng trạm bơm nhỏ hơn $25 \text{ m}^3/\text{s}$ thì công trình lấy nước bờ có thể bằng cách lấy nước kiểu hố đào (gàu). Gàu là một cái vịnh nhân tạo được tạo thành nhờ các đê bao chia ra sông (xem Hình 12 - 3).



Hình 12 - 3. Sơ đồ lấy nước kiểu hố đào không ngập và ngập.

a - lấy nước tuyến trên; b - lấy nước tuyến dưới không ngập: 1- đê;

2- phần lấy nước; 3- gàu; 4 - kè chắn tuyến trên.

c - hố đào lấy nước ngập: 1,3 - kè tuyến trên và tuyến dưới; 2- đáy sâu cục bộ;

4 - phần lấy nước của công trình.

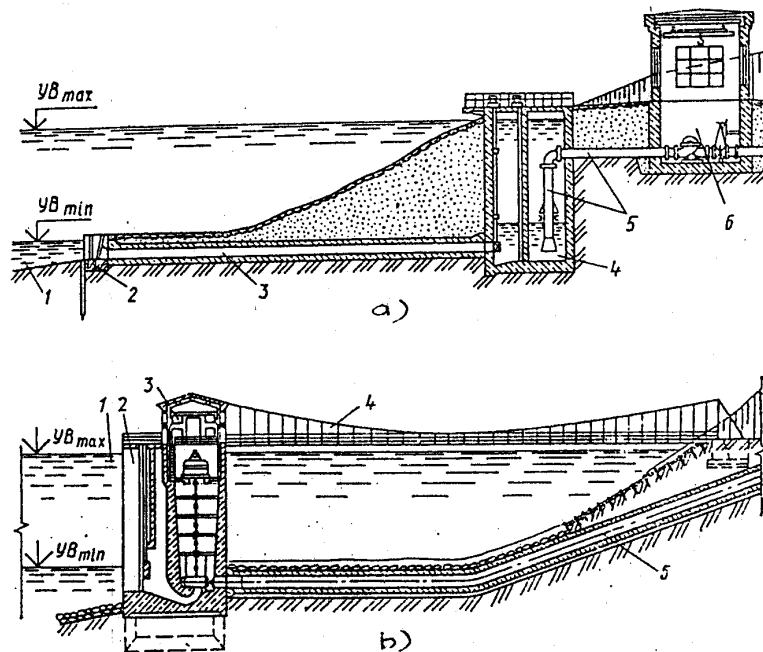
Khi lượng bùn cát đáy lớn dùng kiểu hố đào tuyến dưới, để rửa bùn cát lắng đọng nên thiết kế theo kiểu tự rửa. Tốc độ dòng chảy ở hố đào nên lấy trong phạm vi từ $0,05 \dots 0,3 \text{ m/s}$ và không được vượt quá tốc độ dòng chảy trong sông. Khi đáy sông cần có

độ ngập 1,5 ... 2 m ở giếng bờ và cần tạo một dòng chảy tuần hoàn để tạo độ sâu nhân tạo thì giếng được làm kiểu ngập tự rửa (Hình 12 - 3,c). Chiều rộng và chiều dài hố đào cần đủ thỏa mãn lắng đọng bùn cát hoặc tháo vật nổi.

2. Cửa lấy nước lòng sông

Công trình lấy nước lòng sông thường gồm có nút lấy nước đặt trực tiếp trong lòng sông, đường dẫn kín (tự chảy hoặc xi phông) nối nút lấy nước với giếng bờ hoặc với bể hồ trên bờ. Từ giếng bờ hoặc bể hồ nước sẽ được ống hút vào máy bơm. Việc xây dựng cũng như khai thác công trình lấy nước lòng sông phức tạp hơn loại bờ mà tính an toàn của nó lại kém hơn, vì khó quan trắc nút lấy nước và đường dẫn nước dễ bị đọng rác. Do vậy nó được xây dựng với trạm bơm nhỏ và trung bình, đôi khi cũng xây dựng đối với trạm bơm lớn khi điều kiện tự nhiên không cho phép xây dựng cửa lấy nước kiểu bờ.

Hình 12 - 4,a là *cửa lấy nước lòng sông loại ngập*, loại này nút lấy nước luôn bị ngập dưới mực nước sông . Cửa lấy nước nằm cách xa nhà máy, gọi là cửa lấy nước lòng sông tách riêng. Hình 12 - 4,b là loại *cửa lấy nước lòng sông không ngập*, nút lấy nước và nhà máy xây kết hợp đặt trong lòng sông và phần cửa lấy nước luôn cao hơn mực nước lớn nhất trong sông. Cửa lấy nước lòng sông kết hợp loại này có giá thành cao, vận hành phức tạp đặc biệt vào mùa lũ. Do vậy nó ít được sử dụng.



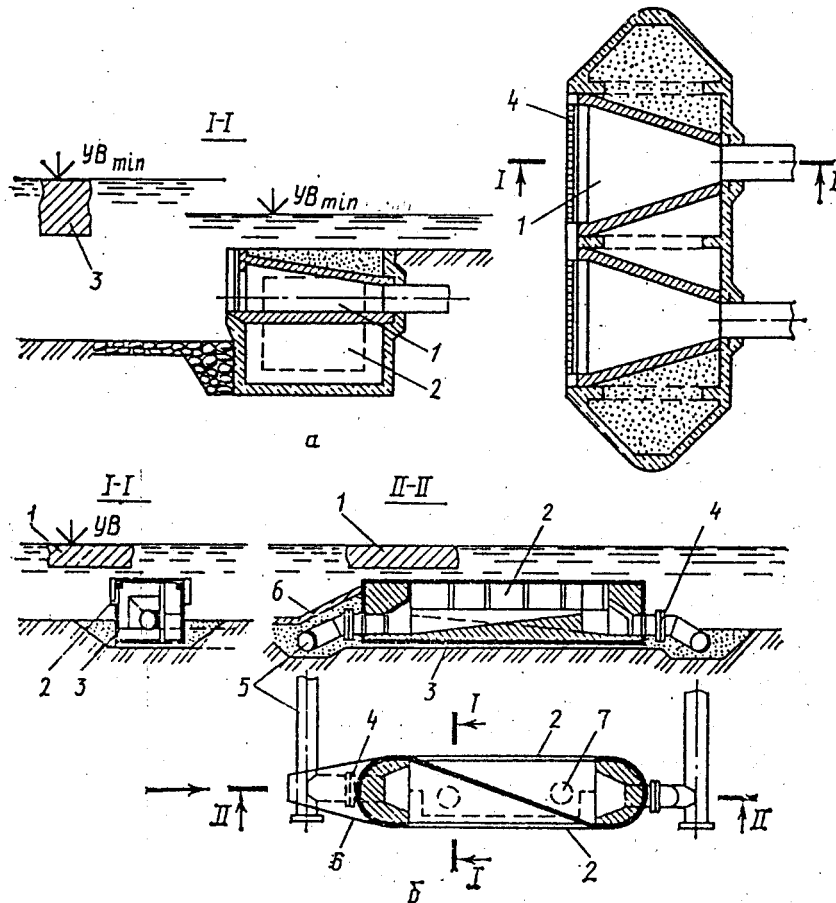
Hình 12 - 4. Sơ đồ công trình lấy nước lòng sông.

a - Nút lấy nước lòng sông ngập, kiểu tách riêng: 1 - sông; 2- nút lấy nước ngập; 3- ống tự chảy; 4- giếng bờ; 5- ống hút; 6- nhà máy bơm.

b - Nút lấy nước lòng sông không ngập, kiểu kết hợp : 1- sông; 2- phần lấy nước của công trình; 3- nhà máy; 4- cầu treo; 5- ống áp lực.

Nút lấy nước là phần quan trọng của công trình lấy nước sông, nó không chỉ lấy nước từ sông mà còn gia cố và bảo vệ phần đường dẫn kín (tự chảy hoặc xi phông). Nút lấy nước chia ba loại: nút ngập, nửa ngập và nút không ngập.

Hình 12 - 5 trình bày một số nút lấy nước ngập:



Hình 12 - 5. Sơ đồ nút lấy nước ngập.

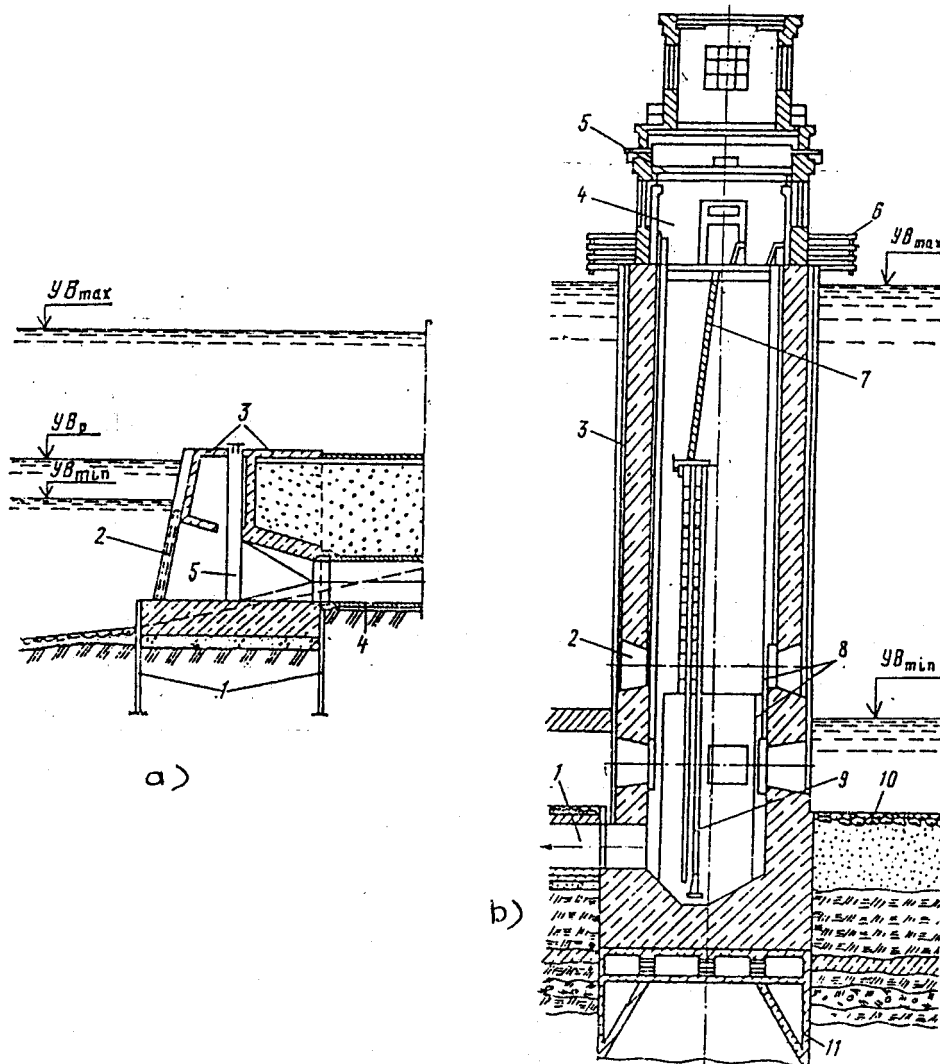
a - loại bê tông cốt thép : (1- đoạn lơ; 2- vỏ bê tông cốt thép, bên trong đổ đa học; 3- vật trôi; 4- lưới chắn rác). δ - dạng buồng xoắn hở : (1- vật trôi; 2- lỗ lấy nước; 3,6- vỏ bê tông và tấm; 4- khớp nối; 5- tuyến dẫn; 7- nắp để đổ bê tông đường dẫn).

Mép trên nút lấy nước ngập đặt dưới mực nước nhỏ nhất của sông một đoạn sao cho tránh vật trôi va chạm và đủ độ ngập lấy nước, thường lấy 0,5 m. Đây là loại rẻ nhất trong các loại cửa lấy nước lòng sông, tuy vậy loại lấy nước ngập không có khả năng quan trắc sự làm việc của nó và khó làm sạch lưới chắn rác. Lưới chắn rác được cấu tạo bởi những thanh thép dẹp với khoảng cách 30 ... 100 mm, đặt nghiêng một góc 135^0 so với hướng dòng nước chảy. Tốc độ dòng nước qua lưới từ 0,1 ... 0,3 m/s, khi lấy nước có yêu cầu bảo vệ cá thì vận tốc nước không lớn hơn 0,25 m/s. Nút lấy nước buồng xoắn hở (Hình 12 - 5, δ) bố trí phản đối xứng với trục của buồng nhận nước, do vậy dòng chảy

trong đó có chuyển động quay đảm bảo dòng nước chảy đều đến lưới lấy nước. Khi lưu lượng lấy vào dưới 2 ... 3 m³/s và mực nước sông lên xuống dưới 3 ... 4 m thì nên bố trí công trình lấy nước lòng sông kiểu ngập (xem Hình 12 - 4,a) .

2. Nút lấy nước nửa ngập

Nút lấy nước nửa ngập (Hình 12 - 5*a) về cấu tạo tương tự loại ngập, nhưng nút lấy nước đơn giản hơn và vì đỉnh nút cao hơn mực nước sông nhỏ nhất do vậy dọn rác dễ dàng. Diện tích lỗ nhận nước cũng tính theo công thức (12 - 2), tốc độ nước qua lưới lấy 0,1 ... 0,3 m/s. Nút lấy nước này trang bị lưới chắn rác và rãnh đặt van sữa chữa. Nhược điểm của loại nút lấy nước này là gây khó khăn cho tàu thuyền đi lại và làm thay đổi chế độ dòng sông, kém an toàn khai thác. Do vậy nó ít được sử dụng.



Hình 12 - 5* Sơ đồ nút lấy nước nửa ngập và không ngập.

a - Nút lấy nước nửa ngập: 1- cừ chắn; 2,5- các rãnh đặt lưới chắn rác và van sữa chữa; 3- nút lấy nước; 4- ống tự chảy. b - Nút lấy nước không ngập : 1- ống tự chảy; 2- lỗ

nhận nước; 3- lưới chắn rác; 4,6- gian phục vụ và cầu công tác; 5- cầu trục; 7- cầu thang

8- cửa van; 9- ống phun; 10- đá đổ; 11- giếng chìm.

3. Nút lấy nước không ngập

Cửa lấy nước kiểu lòng sông không ngập (xem Hình 12 - 5*b) đảm bảo lấy nước an toàn và khai thác thuận lợi hơn loại ngập. Về cấu tạo nó là công trình bê tông có hình lưu luyến dạng khối, như một trụ cầu nổi nhô lên khỏi mực nước lớn nhất. Nhược điểm của loại này là giá thành đắt, bởi vậy khuyên dùng loại này đối với trạm bơm trung bình và lớn, hoặc nếu khi xây dựng công trình lấy nước bờ thì điều kiện tự nhiên khó làm được hoặc xây dựng công trình lấy nước bờ không kinh tế.

Công trình lấy nước không ngập dưới tác động của áp lực thủy tĩnh và thủy động có thể không đảm bảo ổn định. Bởi vậy cần tính toán trượt, lật và đẩy nổi đối với nó. Khi xây dựng nút lấy nước không ngập sẽ gây co hẹp lòng dẫn và dẫn đến xói lòng dẫn. Để bảo vệ lòng dẫn khỏi bị xói cần dùng đá đổ hoặc các tấm bê tông để gia cố lòng. Đá tấm móng cần đặt thấp hơn cao trình xói lở một đoạn 2 m. Khi nền đất yếu cần phải đóng cừ chắn xuống nền. Để lấy nước sạch cần lấy nước nhiều tầng . Kích thước lỗ lấy nước cũng xác định theo công thức 12 - 2 ở trên, tốc độ dòng nước chỗ vào lấy 0,1 ... 0,3 m/s và đôi khi nhỏ hơn. Cửa lấy nước lòng sông không ngập trang bị thiết bị nâng vận chuyển cơ khí . Khi khoảng cách từ bờ đến cửa lấy nước lớn hơn 200 m thì dùng cầu phao, còn khi khoảng cách nhỏ hơn thì xây cầu để đi lại.

II. Công trình lấy nước từ hồ chứa.

Tất cả những điều đã trình bày ở phần công trình lấy nước sông đều áp dụng được cho công trình lấy nước từ hồ.

Các hồ chứa nước dùng để tưới bằng bơm thường là các vùng trũng tự nhiên được lợi dụng để trữ nước hoặc các hồ chứa nhân tạo được xây dựng. Khi xây dựng các công trình lấy nước cho trạm bơm ở hồ chứa cần nghiên cứu những vấn đề sau:

- Thời gian bồi lắng hồ chứa, chế độ chuyển động của bùn cát;
- Độ giao động của mực nước trong hồ trong quá trình điều tiết hồ;
- Điều kiện địa chất như: nền móng, chế độ bồi lắng, mức độ xói lở bờ hồ;
- Hướng sóng và độ lớn của sóng, hướng gió thổi ...

Công trình lấy nước nên đặt gần hệ thống tưới ở bờ hoặc trên kênh dẫn nếu ở hồ chứa tính toán được thời gian bồi lắng kéo dài và bùn cát lắng đọng ở phía nước đổ vào hồ. Khi lượng bùn cát nhiều nên bố trí công trình lấy nước ở gần đập. Khi mực nước trong hồ lên xuống nhanh nên xét bố trí các công trình lấy nước ở hạ lưu đập, dẫn nước đến nhà máy bơm bằng các ống bê tông cốt thép đặt trong thân đập. Cũng có thể sử dụng đường ống tháo bùn cát đáy của hồ chứa để dẫn nước đến nhà máy , tuy nhiên khi hồ chứa tiến hành tháo bùn cát đáy thì trạm bơm phải ngừng làm việc.

III. Công trình lấy nước trên kênh

Công trình lấy nước trên kênh thường xây kết hợp với nhà máy. Công trình lấy nước vừa là công trình tập trung nước xây liền với nhà máy, các máy bơm hút nước bằng ống hút đặt ngang hay thẳng đứng tùy điều kiện cụ thể. Những trạm bơm nhỏ thì công trình lấy nước thường không xây trụ pin, ống hút lấy nước thẳng từ bể tập trung nước. Ở trạm bơm làm việc theo mùa có thể tháo cạn kênh dẫn, để đơn giản đặt van ở miệng vào ống hút để ngăn dòng nước khi cần sửa chữa. Trị số vận tốc của vào lấy từ 0,7 ... 1,2 m/s, tốc độ qua lưới chắn rác có thể lấy từ 0,5 ... 0,7 m/s nhưng lớn hơn tốc độ trong kênh dẫn một ít. Các mép cửa vào làm lượn tròn để dòng chảy vào thuận, mặt cắt cửa vào nên làm hình chữ nhật lượn tròn góc để lợi về thủy lực.

Công trình lấy nước trên kênh được trình bày cụ thể ở mục C (Bể tập trung nước).

B. CÔNG TRÌNH DẪN NƯỚC TỚI NHÀ MÁY BƠM

Công trình dẫn nước từ cửa lấy nước đến nhà máy bơm có thể là đường dẫn kín hoặc kênh dẫn hở. Đường dẫn kín thường được dùng dẫn nước từ sông có bãi bồi rộng ngập nước vào mùa lũ và nằm trong đất yếu. Kênh dẫn hở nếu dùng trong điều kiện này sẽ không lợi vì mái dốc dễ bị sạt lở khi mực nước lên xuống nhanh và kênh dễ bị đọng cát trong quá trình khai thác.

I. Đường dẫn kín.

Trong đa số trường hợp đường dẫn kín dẫn nước từ cửa lấy nước lòng sông đến giếng bờ hoặc bể lắng cát. Đường dẫn này có thể là đường ống dẫn tự chảy hoặc xi phong. Để bảo đảm cấp nước an toàn thì số lượng đường dẫn không ít hơn hai. Đường dẫn tự chảy chia ra hai loại: tự chảy không áp và tự chảy có áp:

1. Đường dẫn tự chảy không áp:

Đường dẫn tự chảy không áp được dùng đối với lưu lượng $Q > 5 \text{ m}^3/\text{s}$ và giao động mực nước không vượt quá 0,5 m. Mặt cắt ngang của nó có thể hình tròn, chữ nhật hoặc ô van. Đỉnh của trần ống phải cao hơn mực nước trong ống không nhỏ hơn 0,2 m. Ống có thể làm bằng tấm lắp ghép, ống đúc và đặt trên nền với độ dốc dương không đổi.

2. Đường ống tự chảy có áp:

Đường ống tự chảy có áp (xem Hình 12 - 4,a) được dùng với lưu lượng và giao động mực nước nguồn bất kỳ. Mặt cắt ngang của nó có thể hình tròn hoặc chữ nhật, làm bằng bê tông cốt thép, bằng gang, pơlime ... các đường ống đặt trong các rãnh đào và có biện pháp thoát nước, biện pháp chống xói lở. Đường ống chạy dưới nơi có tàu thuyền qua lại phải đặt thấp hơn đáy tàu từ 0,8 ... 1,5 m; đặt ở nơi không có tàu thuyền qua lại thì thấp hơn đáy tàu 0,5 m.

3. Đường dẫn xi phong

Đường dẫn xi phong thường áp dụng với công trình dẫn nước quan trọng khi điều kiện địa chất và địa chất thủy văn không lợi và cũng không kinh tế cho việc đặt ống tự chảy. Diện tích mặt cắt ngang đường dẫn tự chảy và xi phong xác định theo kết quả tính toán. Vận tốc dòng chảy chọn đảm bảo tránh đọng bùn cát và đảm bảo tổn thất cột nước

là nhỏ nhất thường lấy 1 ... 2 m/s. Để kiểm tra mặt cắt ống tự chảy không bị bồi lắng, theo A. C. Obrazovski:

$$\rho \leq 0,11 \left(1 - \frac{\sigma C}{\sqrt{gv}} \right)^{4,3} \frac{v^3}{g \sigma D} \quad (12 - 3)$$

Trong đó: ρ là hàm lượng bùn cát của nước sông, kg/m^3 , σ - độ thô thủy lực trung bình của bùn cát, m/s; v - vận tốc tính toán của dòng nước trong ống, m/s; D - đường kính ống, m; C - hệ số sê di; g - gia tốc trọng trường, m/s^2 .

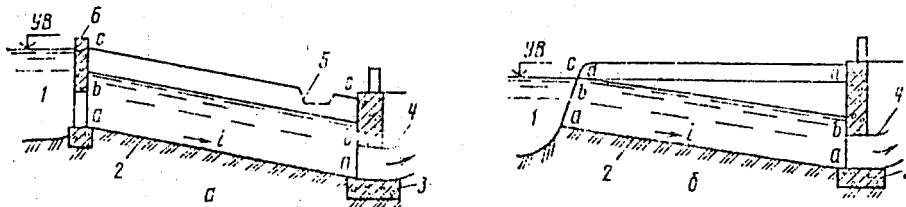
Nếu thỏa mãn bất đẳng thức (12 - 3) thì có thể coi rằng không lắng đọng trong ống. Để xử lý và quan trắc đọng cát trong ống cứ 75 ... 100 m đặt một giếng quan trắc.

II. Đường dẫn nước hở (kênh dẫn).

Loại này thường dùng để dẫn nước từ các nguồn nước mặt như sông, hồ và kênh khi điều kiện địa chất, thủy văn và địa hình thuận lợi. Kênh dẫn được sử dụng với điều kiện: có tính kinh tế, rút ngắn chiều dài ống áp lực, nước có ít bùn cát, tiến hành làm sạch bùn cát trong kênh mà vẫn bảo đảm lấy đủ lưu lượng theo biểu đồ lưu lượng yêu cầu, ổn định bờ của nguồn nước, biên độ giao động mực nước sông nhỏ và giao động chậm. Kênh dẫn có hai loại: không tự điều tiết và tự điều tiết.

1. Kênh không tự điều tiết

Kênh không tự điều tiết có đỉnh kênh thấp dần về nhà máy và song song với đáy kênh (xem Hình 12 - 6,a). Để tránh nước tràn qua đỉnh kênh, ở đầu kênh xây công trình lấy nước và có cửa van và ở cuối kênh xây công trình tràn nước thừa. Công trình này cần làm việc tự động tuân theo sự làm việc của trạm bơm.



Hình 12 - 6. Sơ đồ kênh tự và không tự điều tiết.

a - kênh không tự điều tiết; b - kênh tự điều tiết.

1- nguồn nước; 2- kênh; 3- nhà máy bơm; 4- ống hút; 5- tràn; 6- cửa lấy nước;
a - a: đáy kênh; b - b và d - d: đường mặt nước khi $Q_{\max}$ và khi $Q = 0$; c-c: bờ kênh.

2. Kênh tự điều tiết

Đặc điểm của kênh tự điều tiết là cao trình đỉnh kênh không thay đổi suốt chiều dài kênh, do vậy mặt cắt ngang của kênh càng gần nhà máy càng lớn (xem Hình 12 - 6,b). Do đỉnh kênh nằm ngang nên khi máy bơm không làm việc ($Q_k = 0$) thì nước không bị tràn ra ngoài, mực nước trong kênh ngang bằng mực nước nguồn, kênh tự điều tiết có khả năng trữ nước. Thiết kế kênh với dòng đều khi $Q_k = Q_{\max}$, lúc này mặt nước trong kênh song song với đáy kênh. Khi lưu lượng trong kênh Q_k nhỏ hơn hoặc lớn hơn $Q_{\max}$

thì dòng chảy trong kênh là dòng không đều: khi $Q_k < Q_{\max}$ thì đường mặt nước trong kênh là đường nước dâng, ngược lại - đường nước đổ. Đường nước dâng gây nên lắng đọng bùn cát trong kênh, còn dòng nước đổ trong kênh không cho phép vì làm tăng cột nước địa hình của máy bơm dẫn đến làm giảm lưu lượng và tăng xói lở nếu không có lớp

bảo vệ lòng kênh. Kênh tự điều tiết có chiều sâu lớn nên chi phí xây dựng lớn, bởi vậy nên chọn hình thức nửa đào nửa đắp. Loại kênh này thường được dùng khi lấy nước từ hồ và từ kênh. Khi khởi động hoặc dừng máy bơm trong kênh sẽ xuất hiện chuyển động sóng và khi trạm bơm lấy nước từ hồ chứa lớn cần phải tính đến một số đặc tính : xuất hiện dòng chảy dọc bờ, biến dạng bờ ... Ở phần đầu kênh có thể lắng đọng bùn cát và bị biến dạng.

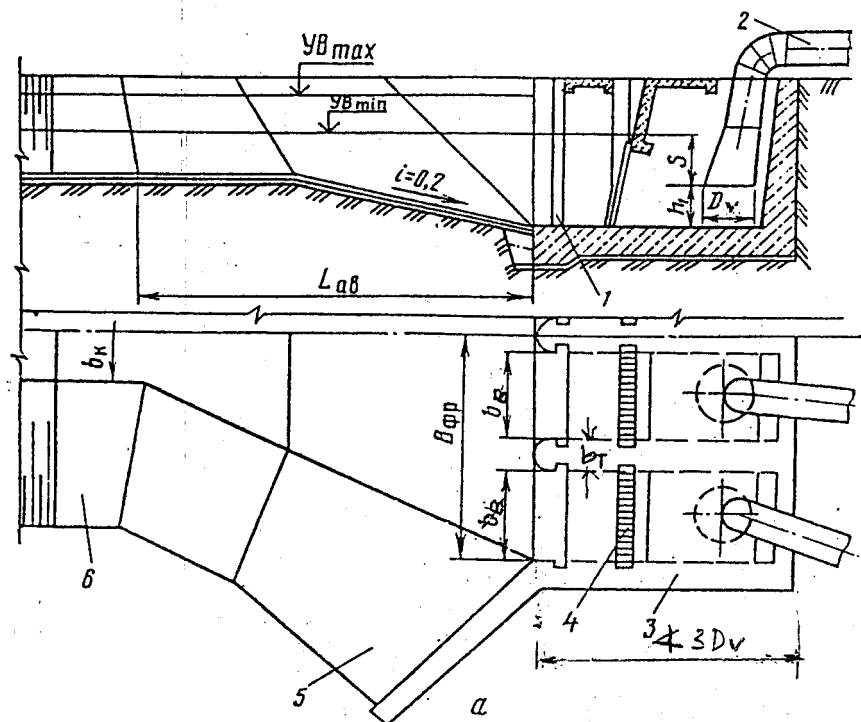
Mặt cắt ngang của kênh dẫn thường có dạng hình thang, dạng đa giác chỉ dùng khi nền đất yếu. Kích thước mặt cắt ngang xác định qua tính toán. Thường dùng biện pháp bảo vệ lòng kênh sau:

- Dùng đá đổ, tấm bê tông hay bê tông cốt thép để bảo vệ mái kênh dưới tác hại của sóng và vận tốc dòng chảy lớn;
- Dùng vật liệu ác phan và nhựa đường, bê tông khối lớn và tấm bê tông cốt thép để chống thấm nước từ kênh;
- Dùng lớp trát xi măng để giảm độ nhám lòng kênh (thường dùng khi đá cứng)

Sử dụng biện pháp nào cần thông qua tính toán kinh tế - kỹ thuật mà quyết định.

Tính toán thủy lực kênh dẫn theo dòng đều và kiểm tra điều kiện không xói không lắng trong kênh.

C. BỂ TẬP TRUNG NƯỚC TRƯỚC NHÀ MÁY BƠM

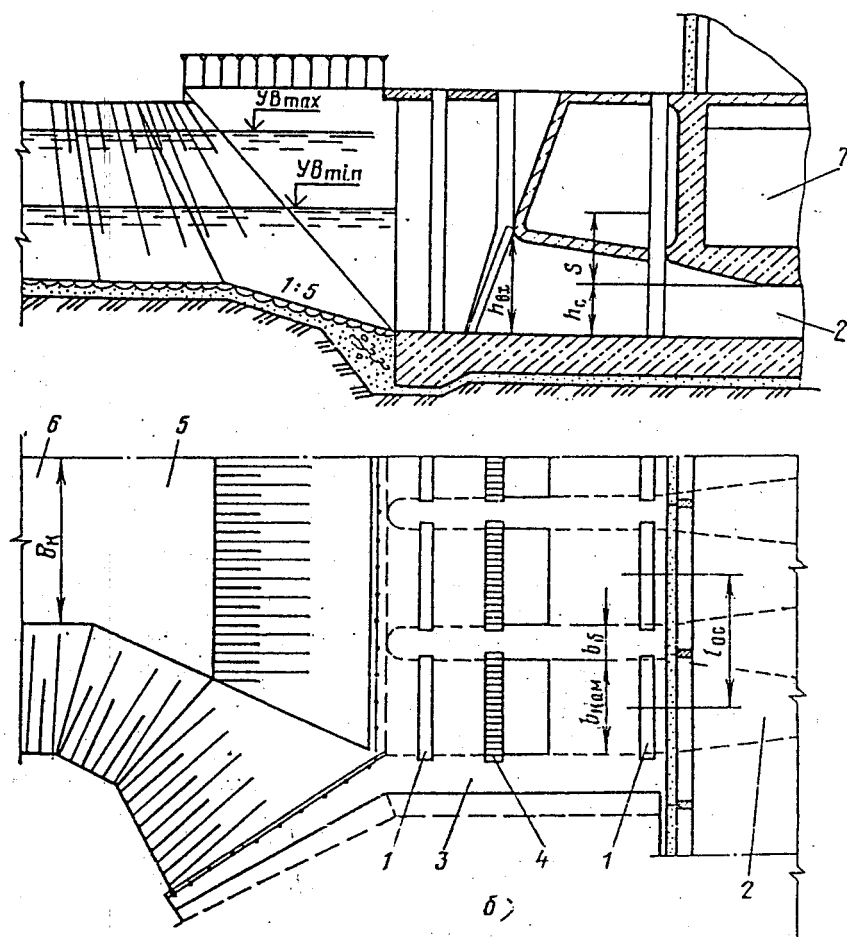


Hình 12 - 7,a. Sơ đồ bể tập trung nước trước nhà máy bơm.

1- rãnh van sửa chữa; 2- ống hút; 3- buồng hút; 4- lưới chắn rác; 5- bể tập trung nước; 6- kênh dẫn; 7- nhà máy bơm (chú thích chung cho Hình 12 - 7,a, δ) .

Phần nối tiếp giữa kênh dẫn với nhà máy được mở rộng (mặt bằng) và đào sâu với độ dốc để bảo đảm ngập miệng vào ống hút gọi là bể tập trung nước trước nhà máy bơm. Bể tập trung nước có quan hệ mật thiết với buồng hút (hay cửa nhận nước) của nhà máy và đoạn cuối kênh dẫn.

Trong thực tế buồng tập trung nước được mở rộng đối xứng qua trục và mặt bên làm tường có mái dốc (xem Hình 12 - 7,a,δ). Để tránh bất lợi do lắng đọng bùn cát trong bể



Hình 12 - 7,δ (tiếp).

thân bể mở một góc côn $\alpha < 45^{\circ}$. Để rút ngắn chiều dài bể (L_{ab}) cần cố gắng giảm chiều dài tuyến lấy nước ($B_{\Phi p}$). Chiều dài tuyến lấy nước tính theo công thức sau:

$$B_{\Phi p} = b_B \cdot n + b_T (n - 1) \quad (12 - 4)$$

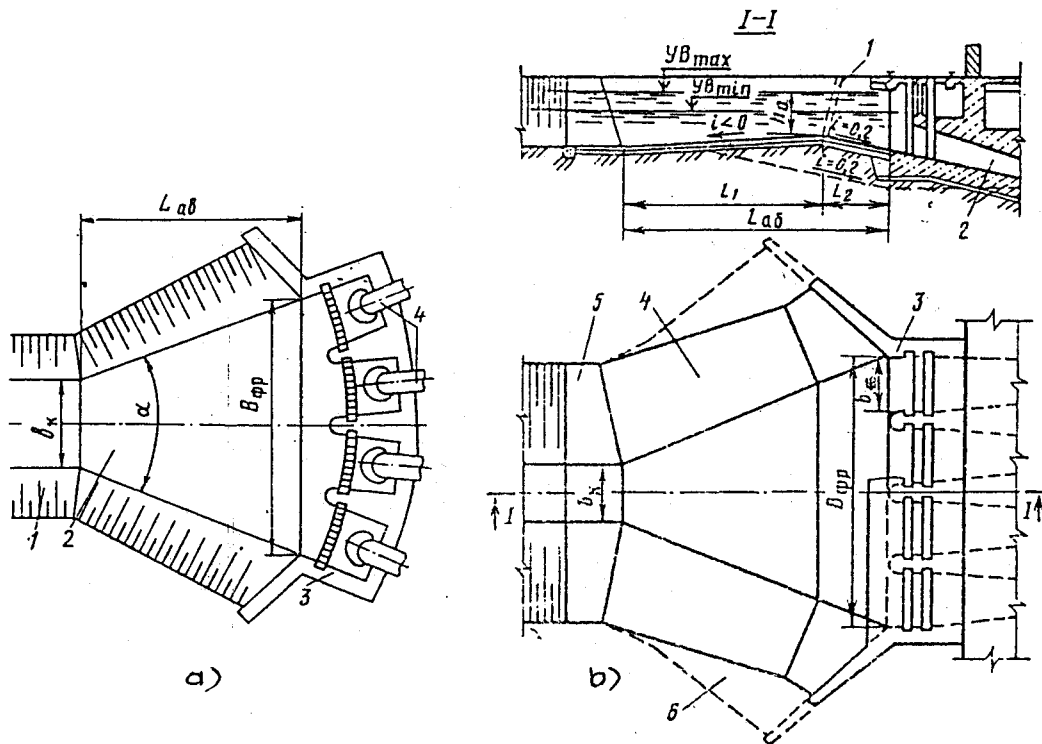
Trong đó : b_B - chiều rộng mỗi buồng hút, lấy $1,5.D_v \leq b_B \leq 2.D_v$;

b_T - bề dày trụ pin phân cách giữa các buồng hút, thường lấy 0,6 m;

n - số buồng hút.

Hình 12 - 8,a là một biện pháp dùng tuyến lấy nước cong để giảm $B_{\Phi p}$, tuyến cong không dùng được với loại nhà máy xây kết hợp với cửa lấy nước .

Đáy bể tập trung thường có độ dốc thuận $i = 0,2$. Điều kiện chảy tràn của dòng nước trong bể mở rộng được cải thiện khi xây đoạn trước của nó có độ dốc ngược ($i < 0$), như Hình (12 - 8,b). Khi giảm từ từ độ sâu dòng nước trong đoạn dốc ngược, sẽ làm cho dòng chảy mở rộng hơn. Đoạn dốc ngược thường đặt ở đoạn đầu của bể với chiều dài $L_1 = 0,8 L_{ab}$ và độ dốc ngược không lớn hơn 0,1. Việc làm dốc ngược tạo khả năng giảm góc côn trong phạm vi $\alpha = 30 \dots 40^\circ$ mà vẫn không tăng chiều dài L_{ab} . Đoạn cuối của bể $L_2 = L_{ab} - L_1$ (với L_2 không được nhỏ hơn $2 b_B$) và độ dốc thuận không lớn hơn 0,2. Đáy chỗ cuối của đoạn dốc ngược sẽ cao hơn đáy cuối kênh, bởi vậy với mọi chế độ



Hình 12 - 8. Sơ đồ một số bể tập trung nước.

a - bể tập trung nước với cửa lấy nước vòng;

b - bể tập trung nước có đoạn dốc ngược.

làm việc phải không được nhỏ hơn một độ ngập h_a :

$$h_a \geq 1,2\omega_K / B_{\Phi p} \quad (12 - 5)$$

Ở đây ω_K là diện tích mặt cắt ướt của kênh.

Thỏa mãn điều kiện (12 - 5) sẽ tránh được góc gãy quá mức của đáy bể .

Qua thực nghiệm cũng cho kết quả là nếu tỷ số giữa chiều dài tuyến lấy nước với bề rộng kênh : $B_{\Phi_p} / B_K = 6,2$ sẽ hình thành khu nước quẩn dưới đáy dòng chảy và khi tỷ số này giảm tới bằng 4 thì khu nước xoáy biến mất. Do vậy cần chọn chiều dài tuyến lấy nước sao cho:

$$B_{\Phi_p} / B_K < 4 \quad (12 - 6)$$

Chiều rộng tuyến lấy nước quá lớn sẽ là nguyên nhân tạo ra dòng chảy cuộn bề mặt, dòng bao quanh trụ pin sẽ tạo nên các phễu nước, nếu lấy chiều dài tự do của trụ pin tính từ miệng vào ống hút trở ra tới đầu trụ bằng $2D_v$ thì phễu nước của vào sẽ mất. Việc xây tường ngực nghiêng hoặc đứng trước cửa vào cũng tạo thuận lợi cho dòng chảy. Trường hợp các ống hút đặt thẳng đứng lấy nước chung một buồng hút (không có trụ ngăn) thì khoảng cách giữa các trục ống hút lấy không nhỏ hơn $3D_v$ nếu như đảm bảo dẫn nước đến miệng vào thuận dòng .

Khoảng cách từ lỗ vào ống hút thẳng đứng đến đáy buồng lấy bằng $h_1 = 0,8 D_v$. Chiều dài buồng hút đối với ống xả thẳng đứng đặt sát tường sau được xác định theo điều kiện bố trí cầu công tác, lưới chắn rác và cửa van lấy không nhỏ hơn $3D_v$; còn đối với ống hút đặt ngang lỗ vào đặt thẳng đứng trong tường buồng thì lấy không nhỏ hơn $2D_v$ (xem Hình 12 - 7,a).

D. ỐNG ĐẨY (ỐNG ÁP LỰC)

Ống đẩy trong trạm bơm dùng để chuyển nước có áp từ thấp lên cao, nó là công trình nối máy bơm với bể tháo của trạm. Người ta phân loại đường ống đẩy theo các cách sau:

- Theo vật liệu làm ống: ống thép, ống bê tông cốt thép, ống gang, ống nhựa ...;
- Theo cột nước: ống cột nước thấp ($H < 20 \text{ m}$), ống cột nước trung bình ($20 \leq H < 60 \text{ m}$), ống cột nước cao ($H \geq 60 \text{ m}$);
- Theo cách đặt ống: ống đặt lộ thiên, ống chôn dưới đất.

Trong xây dựng trạm bơm thường hay dùng ống bê tông cốt thép đúc tại chỗ hoặc đúc sẵn có cột nước thấp và ống bằng thép có cột nước cao hơn.

Nội dung các bước thiết kế đường ống đẩy gồm những bước sau:

- a - Chọn tuyến đường ống và vị trí đặt các mố đỡ và mố néo;
- b - Chọn vật liệu làm ống;
- c - Xác định đường kính ống kinh tế và chọn số đường ống ;
- d - Tính toán và kiểm tra áp lực nước và trong ống;
- e - Thiết kế mố ống và chỗ nối ống, rẽ ống.

I. Lựa chọn tuyến đặt ống, số ống và vật liệu làm ống

1. Chọn tuyến đặt đường ống

Chiều dài đường ống cố gắng chọn ngắn nhất, muốn vậy nên chọn tuyến thẳng, tuy nhiên do bề mặt địa hình thay đổi, nếu chọn tuyến thẳng thì phải đào nhiều, do vậy

tuyến ống tập hợp những đoạn nghiêng khác nhau theo độ nghiêng của địa hình (ngay trên bình đồ cũng vậy).

Đường ống áp lực hợp lý nhất thường tăng dần độ cao từ nhà máy đến bể tháo để dễ tháo nước khi sửa chữa, tuy nhiên cũng có trường hợp tuyến ống có những đoạn có độ dốc nghịch. Ở những nơi thay đổi độ dốc giữa thuận và nghịch cần lắp lỗ thông khí để tháo khí khi tích nước và vận hành ; ở điểm hạ thấp của chỗ gấp ống cần đặt ống tháo để tháo nước khi súc ống. Cần hạn chế số lượng các điểm gấp ống và độ dốc giữa các đoạn, không được thay đổi độ dốc quá đột ngột. Những nơi phương đường ống thay đổi phải xây mố néo và dưới đường ống cần xây mố đỡ để đỡ ống khỏi võng.

Độ dốc đặt ống khi không có bệ néo phải nhỏ hơn góc ma sát trong của đất nền (φ); nghĩa là:

$$\operatorname{tg} \varphi > m = \operatorname{tg} \alpha = f/k \quad (12 - 7)$$

Trong đó: f - hệ số ma sát giữa ống và đất nền ướt;

k - hệ số ổn định trượt, thường lấy $k = 1,25 \dots 1,35$.

Đường ống áp lực cần được bảo vệ khỏi bị mưa rào làm xói lở, do vậy dọc tuyến đặt ống cần có rãnh thoát nước. Cần tránh đặt ống ở vùng đất sạt lở để tránh trôi và vỡ ống, nếu không tránh được thì phải có biện pháp xử lý. Hào đặt ống cũng cần có độ rộng đủ để lắp ráp đường ống và bậc thang đi dọc theo tuyến ống.

2. Chọn số đường ống.

Khi chiều dài ống nhỏ hơn 100 m thì số lượng ống (Z_0) thường lấy bằng số máy bơm (Z_B); khi chiều dài ống từ 100 ... 300 m thì phải qua tính toán kinh tế - kỹ thuật để xác định số ống; khi chiều dài tuyến ống lớn hơn 300 m thì số ống lấy nhỏ hơn số máy bơm. Nếu trạm bơm cung cấp nước vào bể hồ thì mỗi ống chỉ được nối nhiều nhất với 3 máy, nghĩa là $Z_0 \geq Z_B/3$; khi cấp nước cho mạng ống kín thì mỗi ống có thể nối hơn 3 máy bơm.

Trạm bơm có tổng lưu lượng không quá 5 m³/s và hệ thống cho phép cấp nước gián đoạn khi sự cố thì có thể dùng một ống đẩy chung cho cả trạm.

Khoảng trống giữa các đường ống đặt song song thường chừa 0,7 ... 2,2 m .

Đối với các trạm bơm tiêu và trạm bơm tưới thì các đường ống bố trí song song không cần phải đặt hệ thống thiết bị đổi nối.

3. Chọn vật liệu làm ống

Chọn vật liệu làm đường ống dựa trên cơ sở tính toán tĩnh lực với điều kiện làm việc thực tế có thể xảy ra của ống. Cần tính đến tổ hợp áp lực và tải trọng nguy hiểm đối với nó. Thực tế trạm bơm hay dùng ống bê tông cốt thép và ống thép, nhất là đối với ống dẫn nước làm việc với áp lực từ 6 at trở lên phải dùng thép hoặc bê tông cốt thép.

Những đoạn ống đặt dưới đường sắt và đường ô tô, qua khe và chướng ngại vật thì đặt ống trên các cầu đỡ và đặt trong tuy nèn.

II. Đường ống bê tông cốt thép

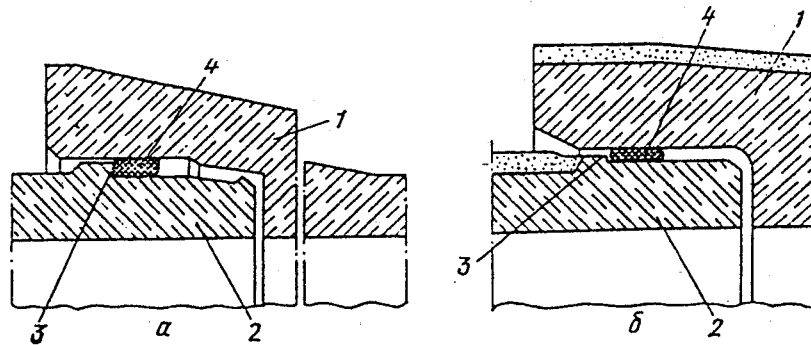
Ống bê tông cốt thép gồm ống lắp ghép và ống đổ liền khối tại chỗ.

Ống lắp ghép được chế tạo sẵn với áp lực dưới 10 at đem đến ghép tại hiện trường. Hình 12 - 9 trình bày cách nối giữa hai đoạn ống. Mỗi nối được kín nước bởi vòng cao su 4 tiết diện tròn, phần tựa 3 chặn vòng 4. Khớp nối mềm này cho phép dịch chuyển hướng trục của hai đoạn một đoạn 5 mm và quay một góc $1,5^0$.

Nối ống bê tông có mặt bích nối với ống gang bằng ống lồng thép (Hình 12 - 10).

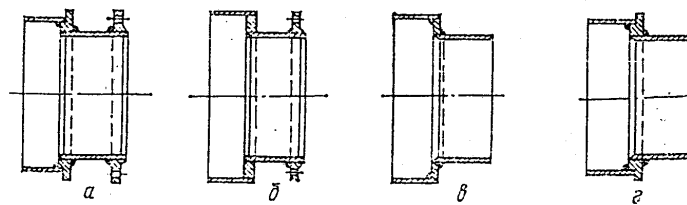
Ống bê tông cốt thép đúc sẵn có ưu điểm tổn thất thủy lực nhỏ hơn ống thép và gang

Ống bê tông cốt thép đổ liền khối được chôn dưới đất. Khi lớp đất trên ống dày đến 2 m thì mặt cắt ngang của ống có đoạn nằm ngang ngắn (Hình 12 - 11). Thường dùng với

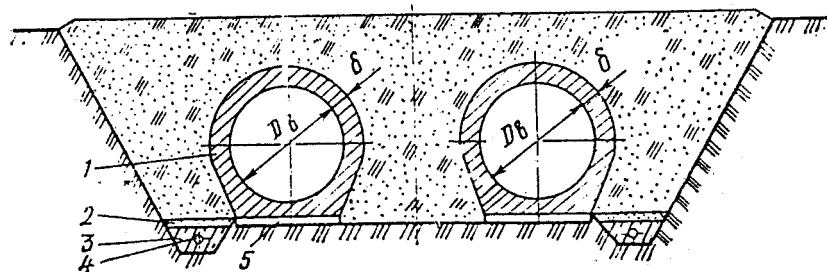


Hình 12 - 9. Nối hai đoạn ống bê tông cốt thép .

1,2- phần mở rộng của đầu ống; 3- phần tựa; 4- vòng chống rò nước.



Hình 12 -10. Kết cấu ống lồng thép.



Hình 12 - 11. Mặt cắt ống bê tông cốt thép đổ liền khối.

1- thân ống; 2,3- lọc ngược; 4- ống bê tông amian ; 5- lớp lót bằng bê tông thô.

đường kính lớn hơn 1,5 m và chịu áp lực nhỏ hơn 4 ... 5 át.

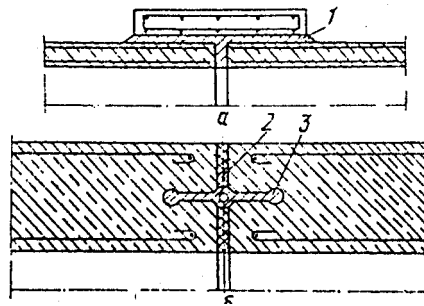
Để giảm ứng suất gây ra do nhiệt độ và nền lún không đều, đường ống được cắt ra thành từng đoạn 25 ... 50 m và dùng khớp biến dạng (Hình 12 - 12).

Bề dày của ống bê tông cốt thép đúc liền có thể xác định gần đúng theo công thức:

$$\delta = 5 + 0,08.D_0 + 0,2.H_{tt}, \quad (\text{cm}) \quad (12 - 8)$$

Trong đó : D_0 - đường kính trong của ống, cm; H_{tt} - cột nước tính toán, m.

Chiều sâu lớp đất phủ ống lấy ít nhất 0,8 m đối với những nơi có phương tiện vận tải qua lại, còn những khu đất khác thì phủ lớp đất trên ống là ít nhất là 0,5 m.



Hình 12 - 12. Khớp biến dạng.

a- nối bê tông đặt; δ - nối mềm: 1- vữa xi măng; 2- bi tum; 3- cao su định hình.

III. Ống đẩy bằng thép.

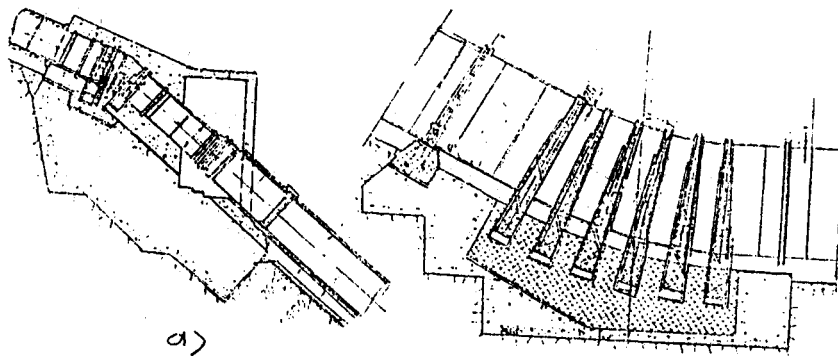
Ống thép thường dùng ở dạng ống đặt lộ thiên trên mặt đất, nó có khả năng chịu cột nước cao và bền. Ống có thể dùng loại đã đúc sẵn hoặc hàn trong nhà máy rồi đem đến hiện trường lắp ghép lại, hoặc hàn ống tại hiện trường. Ống thép trong quá trình vận hành thường bị rỉ. Thời hạn sử dụng và độ bền của nó phụ thuộc nhiều vào mức độ bảo dưỡng chống han rỉ, khi bị han rỉ sẽ làm tăng tổn thất cột nước nên chi phí vận hành tăng và giảm tuổi thọ ống.

Ống thép có thể chôn dưới đất với ống được đúc sẵn hoặc hàn và không có mố néo, mố đỡ và khớp nhiệt độ nếu như lực ma sát giữa ống và nền thỏa mãn điều kiện (12 - 7). Nếu không thỏa mãn điều kiện trên thì ống đặt ngầm cũng giống như ống đặt trên mặt đất đều phải có mố néo, mố đỡ và khớp nhiệt độ. Khớp nhiệt độ đặt giữa hai mố néo, tốt nhất ngay phía sau mố néo trên, không nên chôn khớp nhiệt độ dưới đất vì han rỉ làm hỏng khớp, nếu phải có khớp nhiệt ở ống ngầm thì nên đặt trong hố riêng không bị lấp đất. Ở những chỗ trục ống thay đổi và chỗ ống bị phân nhánh hay đường kính thay đổi cần phải tăng chiều dày vỏ ống.

Khi đường kính ống lớn hơn 2 m, cần chọn hình thức bố trí trên mặt đất. Hình thức đường ống đẩy đặt lộ thiên trên mặt đất có hai loại: đường ống liên tục giữa hai mố néo (không có khớp nhiệt độ) và đường ống không liên tục giữa hai mố néo (có đặt khớp nhiệt độ giữa hai mố néo). Hình thức ống liên tục rất hiếm khi sử dụng, nó được dùng

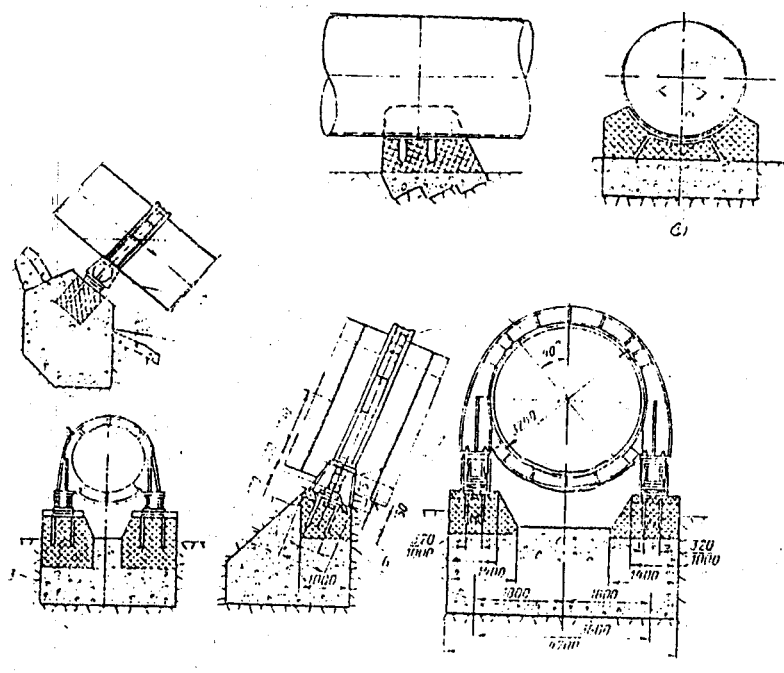
khi đường ống có khuyết cong hoặc trục ống là trục cong, khi nhiệt độ thay đổi sẽ sinh ứng suất nhiệt trong ống. Hình thức ống không liên tục, nhờ có khớp nhiệt độ đặt trên ống do vậy khi nhiệt độ thay đổi hai đầu đoạn ống chỗ khớp nhiệt được chuyển động tự do nên loại được ứng suất do nhiệt gây ra, và cũng chính vì vậy hình thức đường ống này được sử dụng rộng rãi.

Trên đường ống không liên tục, mố néo (xem Hình 12 - 13) được đặt tại những nơi tìm ống thay đổi phương hoặc trên đoạn ống trục ống thẳng nhưng dài hơn 200 m để giữ chặt đường ống không cho dịch chuyển. Cấu tạo mố néo có thể dùng mố kín (ống được đổ bê tông bao quanh, Hình 12 - 13,a) hoặc dùng mố néo hở (dùng các vòng thép hàn vào ống và chôn các đầu của vòng thép vào bê tông để néo ống, Hình 12 - 13,b).



Hình 12 - 13. Mố néo kín và mố néo hở

Để đỡ đường ống giữa các mố néo khỏi võng đặt các mố đỡ. Khoảng cách giữa các mố đỡ lấy theo tính toán, thường từ 4 ... 7 lần đường kính ống. Có các loại mố đỡ như: mố yên ngựa, mố có vòng tựa. Mố đỡ yên ngựa là loại đơn giản nhất (Hình 12 - 14,a),



Hình 12 - 14. Các loại mố đỡ đường ống.

được dùng cho ống có đường kính ống nhỏ hơn 1 m, để giảm ma sát ta đặt tấm thép lót giữa ống và mố. Khi đường ống có đường kính lớn hơn sẽ dùng mố đỡ có vòng tựa tiếp xúc trượt (với ống có đường kính nhỏ hơn 1,6 m) và có vòng tựa con lăn (với đường ống có đường kính lớn hơn 1,6 m, Hình 12 - 14,b).

Khớp nhiệt độ được bố trí gần mố néo trên giữa hai mố néo để loại bỏ ứng suất do nhiệt độ gây nên trong ống khi nhiệt độ thay đổi.

Các loại kết cấu của đường ống, của các mố néo, mố đỡ và khớp nhiệt độ và nội dung bố trí, tính toán chúng đã được trình bày khá chi tiết trong Giáo trình Trạm Thủy điện, do vậy trong giáo trình này không trình bày trùng lặp.

Để tiện cho việc lắp ráp sửa chữa, khoảng cách từ đáy ống đến mặt đất lấy $\geq 0,6$ m.

III. Ống gang và ống làm bằng chất dẻo.

Ống gang được chế tạo có đường kính từ 0,6 ... 1 m bằng gang xám. Để nối các đoạn ống ta lồng đầu ống lồi ra ngoài đầu ống không lồi, giữa khe hở của chúng đặt các vật chống rò nước làm bằng sợi dây tẩm nhựa hoặc cao su và được siết chặt nhờ các vòng bít. Ống gang có đường kính từ 65 ... 300 mm có chiều dài 2 ... 6 m; đường kính từ 400 đến 1 m - dài 5 ... 10 m. Ưu điểm của ống gang là chống rỉ tốt hơn ống thép, tuổi thọ cao và tổn thất thủy lực suốt thời gian khai thác không đổi. Nhược điểm là khối lượng lớn và giá thành cao.

Ống làm bằng chất dẻo được chế tạo với đường kính 10 ... 630 mm, chịu áp lực tương ứng từ 2,5; 4; 6 at và được nối ống bằng cách hàn. Ưu điểm của ống chất dẻo là không rỉ, tổn thất cột nước nhỏ hơn ống thép 30%, có tính đàn hồi cao nên làm việc trong quá trình quá độ tốt. Nhược điểm là chịu lực kém hơn.

IV. Xác định đường kính kinh tế của ống

Đường kính ống nếu lấy lớn sẽ tăng giá thành nhưng lại giảm tổn thất năng lượng nước trong ống; ngược lại, nếu giảm đường kính ống thì giá thành được giảm nhưng lại tăng tổn thất năng lượng. Do vậy để xác định đường kính ống cần phải thông qua so sánh phương án với các đường kính khác nhau theo nguyên tắc thời hạn bù vốn hoặc phí tổn quản lý nhỏ nhất.

Sau đây trình bày cách xác định đường kính ống kinh tế theo nguyên tắc phí tổn quản lý nhỏ nhất:

$$C = aE + bK$$

$$(12 - 9)$$

Ở đây : a - giá thành 1 kWh điện lượng tiêu thụ;

E - tổng điện lượng hao tổn hàng năm trên 1 m dài ống;

K - vốn đầu tư cho 1 m dài ống;

b - tỷ lệ khấu hao hoàn vốn và sửa chữa tính theo % vốn đầu tư K.

Tổng chi phí điện lượng E tính theo công suất sau:

$$E = \int_0^T \frac{9,81 h_{tt}}{\eta_{tb}} Q dt = \frac{9,81}{k \cdot \eta_{tb}} \int_0^T Q^3 dt \quad (12 - 10)$$

Trong công thức:

Q - lưu lượng của đường ống từng thời gian;

h_{tt} - tổn thất cột nước trên 1 m đường ống;

k - đặc tính lưu lượng đơn vị;

T - thời gian làm việc của ống đầy trong năm;

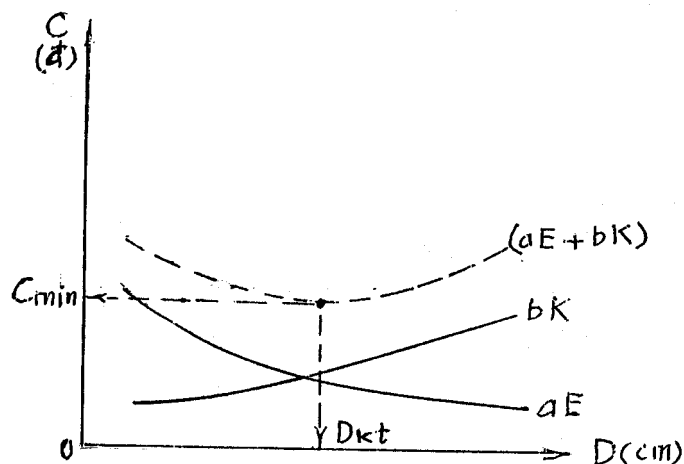
$\eta_{tb} = \eta_b \cdot \eta_{dc} \cdot \eta_{td} \cdot \eta_m$ là hiệu suất trạm bơm gồm: hiệu suất máy bơm, hiệu suất động cơ điện, hiệu suất truyền động và hiệu suất lưới (hiệu suất lưới tính từ tủ phân phối đến động cơ điện, thường lấy $\eta_m = 0,98 \dots 1$).

Để đơn giản tính toán dựa vào biểu đồ lưu lượng nước dùng dạng bậc thang đưa biểu thức dưới dấu tích phân thành: $\int_0^T Q^3 dt = q_{tb}^3 \cdot T$, đưa về sai phân ta có:

$$q_{tb} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i^3 t_i)}{\sum_{i=1}^n t_i}} \quad \text{vậy } E = \frac{9,81}{n \eta_{tb}} q_{tb}^3 T$$

Để xác định đường kính kinh tế của ống theo nguyên tắc phí quản lý nhỏ nhất thường dùng phương pháp đồ giải như Hình 12 - 15 sau:

$$C_{min} = (aE + bK)_{min}$$



Hình 12 - 15. Đồ giải xác định đường kính ống kinh tế.

Cách làm: Với mỗi đường kính D ta tính được K và E và vẽ ra hai đường cong biểu diễn quan hệ $aE \sim D$ và $bK \sim D$, sau đó cộng tung độ tương ứng của hai quan hệ trên ta được đường $(aE + bK) \sim D$, tìm ra được giá trị đường kính kinh tế D_{kt} ứng với C_{min} .

E. CÔNG TRÌNH THÁO NƯỚC (BỂ THÁO)

I. Công dụng và phân loại bể tháo.

Bể tháo là công trình nối phần cuối ống đẩy với kênh tưới (đối với trạm bơm tưới) hoặc nối với sông, hồ (đối với trạm bơm tiêu) hoặc các công trình lấy nước dẫn nước đến nơi dùng nước khác (như cấp nước sinh hoạt, cấp nước công nghiệp) ...

Bể tháo có những yêu cầu sau:

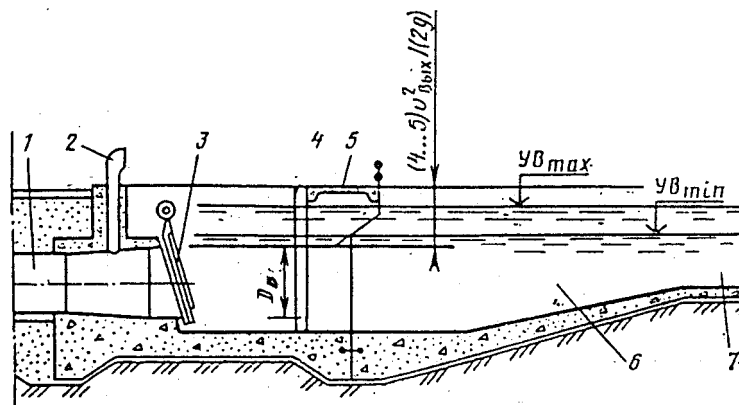
- Bảo đảm dòng chảy vào kênh hoặc nơi lấy nước thuận dòng, tổn thất ít;
- Phân phối và khống chế mực nước, bảo đảm yêu cầu cho các kênh tưới;
- Ngăn được dòng nước chảy ngược về ống đẩy khi đột nhiên dừng máy.

* Về mặt kết cấu bể tháo và biện pháp ngăn dòng chảy ngược khi cắt máy bơm có thể chia bể tháo thành các loại sau:

Bể tháo sử dụng thiết bị cơ khí ngăn dòng (Hình 12-16; 12-17; 12-18);

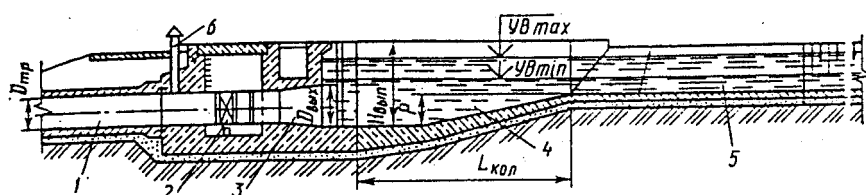
Bể tháo sử dụng nguyên lý xi phông (xem Hình 12-22);

Bể tháo có tường tràn (xem Hình 12-26);



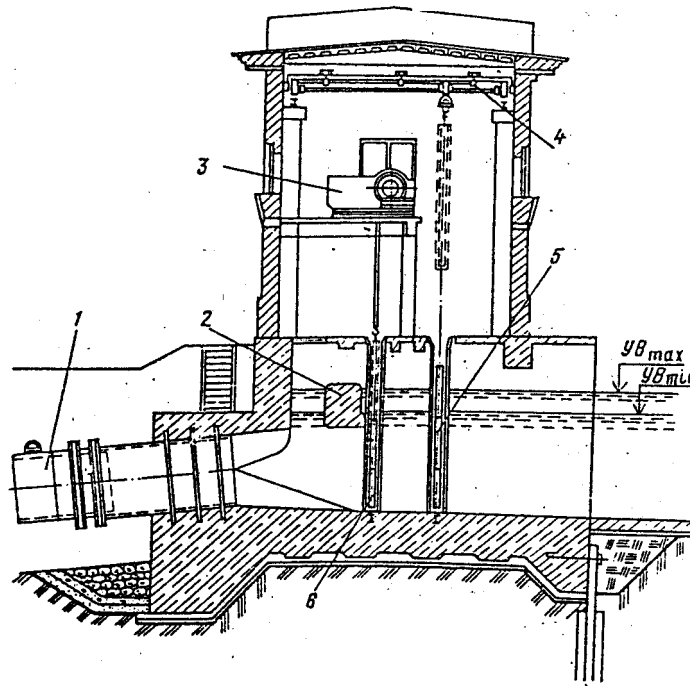
Hình 12-16. Sơ đồ bể tháo trang bị van nắp.

- 1- ống đẩy; 2- ống thông khí; 3- van nắp; 4- rãnh đặt sữa chữa; 5- cầu công tác;
6- giềng làm lạnh nước; 7- kênh tháo.



Hình 12 - 17. Sơ đồ bể tháo trang bị van ngược.

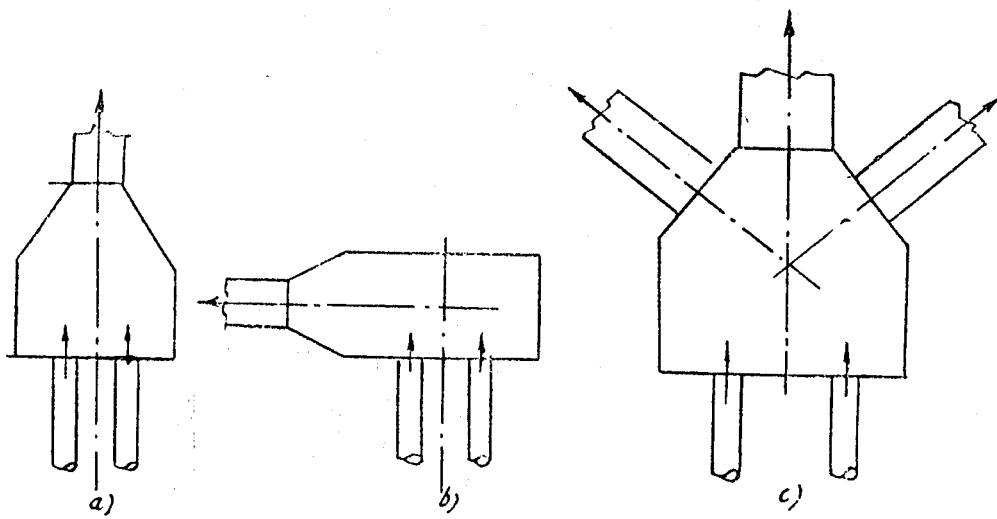
1- ống đẩy; 2- van ngược; 3- phần lọc của ra ống đẩy; 4- giếng làm lạnh nước;
5- kênh tháo; 6- ống dẫn khí.



Hình 12 - 18. Sơ đồ bể tháo trang bị van phẳng đóng nhanh.

1- ống đẩy; 2- ngưỡng lỗ tràn; 3- tời điện; 4- cầu trục; 5,6- van sửa chữa và van chính.

* Theo sự nối tiếp giữa kênh và bể tháo có thể chia ra ba loại: thẳng dòng (hình 12 - 19,a),



Hình 12 - 19. Sơ đồ bể tháo nối tiếp với kênh tháo.

Bể tháo phân dòng nối tiếp với nhiều kênh dẫn nước khi trạm bơm phụ trách nhiều khu tưới. Bể tháo rẽ dòng nối với một kênh khi điều kiện địa hình không thuận lợi, loại này chỉ dùng với trạm nhỏ có lưu lượng nhỏ hơn $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

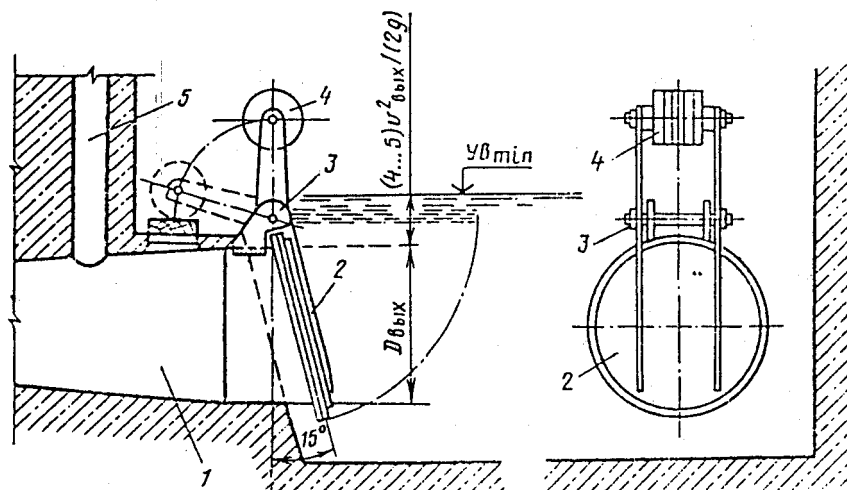
* Theo vị trí và cách nối tiếp với nhà máy bơm có thể chia ra hai loại bể tháo: bể tháo xây tách xa nhà máy và bể tháo xây liền (kết hợp) với nhà máy. Loại bể tháo kết hợp được dùng với trạm có cột nước thấp, bơm trực đứng và giao động mực nước nguồn thấp hơn miệng ra ống đẩy. Hình thức này phải tính nền móng cẩn thận để bảo đảm lún đều và ổn định khi thi công xong và chú ý đến chống thấm chỗ tiếp giáp giữa bể tháo với tường nhà máy.

II. Bể tháo sử dụng thiết bị đóng mở cơ khí

Bể tháo trang bị thiết bị đóng mở cơ khí nhờ có hình dạng phân chảy đơn giản do vậy tổn thất thủy lực và giá thành rẻ và dễ xây dựng nó có thể dùng với mọi giao động mực nước và lưu lượng. Nhược điểm của nó là rò nước qua khe hở ở các bộ phận chống rò và qua các cửa van chảy ngược vào ống đẩy.

1. Các loại thiết bị cơ khí để chặn dòng chảy ngược:

Van nắp: Van nắp là một đĩa thép có trục quay nằm ngang phía trên mép cửa ra của đoạn loe ống đẩy (Hình 12 - 16 và 12 - 20). Chu vi cửa ra đặt vòng cao su chống rò nước. Khi khởi động máy bơm, nước đầy ống và đẩy van nắp để vào bể tháo. Khi ngắt bơm, dưới áp lực của cột nước trong bể tháo và trọng lượng bản thân sẽ đóng nắp van lại. Để hạn chế va đập giữa nắp với vòng chống rò cũng như để mở van được hoàn toàn



Hình 12 - 20. Sơ đồ van nắp có đối trọng.

1- đoạn loe cửa ra; 2- đĩa; 3- bản lề; 4- đối trọng; 5- ống thông khí.

và giảm lực nâng van, khi lỗ cửa ra có đường kính $D_r = 0,6 \dots 1,2$ m ta lắp thêm đối trọng, để tốt hơn nữa làm cửa van nắp hình van bướm có bản lề lệch tâm ở miệng ra. Khi dùng van nắp để tránh chân không trong ống khi dùng máy cần đặt ống thông khí từ ống đẩy chỗ trước van, kích thước ống $d = (1/5 \dots 1/6)$ đường kính ống đẩy.

Van ngược: được sử dụng khi đường kính lỗ cửa ra của ống đẩy $D_r \leq 1,2$ m. Van ngược có một cánh quay xung quanh một trục cố định với nắp van, khi máy bơm ngừng làm việc cánh van sẽ đóng kín ngăn không cho dòng nước chảy ngược lại (Hình 10 - 7, b và 12 - 17).

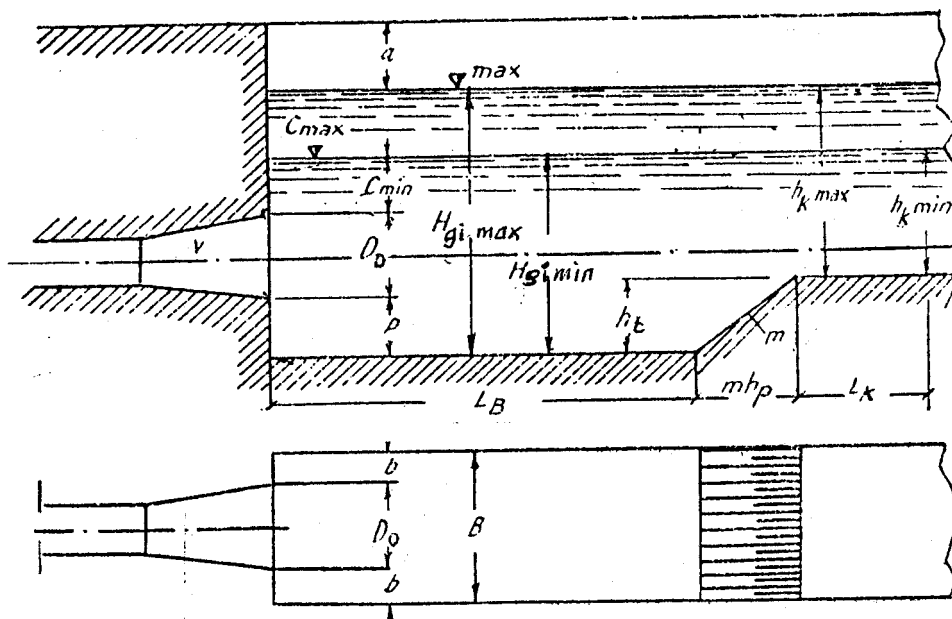
Van phẳng hạ nhanh: Khi ống đẩy có đường kính cửa ra lớn hơn 2 m thì nên dùng loại van phẳng tự động nâng hạ nhanh bằng tời điện (Hình 12 - 18). Loại bể tháo có van phẳng yêu cầu phải có ngăn trống phía trước van do đó làm tăng thêm kích thước chiều dài bể tháo. Mỗi máy bơm phải đồng bộ với nâng cửa van, việc nâng van bắt đầu khi mực nước ở phần trước van ổn định. Tuy nhiên thường tốc độ kéo van chậm hơn tốc độ dâng mực nước trước van, bởi vậy đỉnh tường ngực 2 phải vượt cao hơn mực nước cao nhất khoảng chừng 0,4 m và là ngưỡng để nước tràn qua khi sự cố của van hỏng. Tiết diện lỗ tràn phía trên tường ngực nên lấy bằng 0,7 lần tiết diện ống đẩy.

Ngoài ra bể tháo còn có thể dùng van cung, dùng loại van này sẽ làm cho khối lượng bể tháo lớn và tăng kích thước bể, do vậy loại này chỉ dùng cho trạm bơm lớn.

2. Tính toán thủy lực bể tháo thẳng dòng

Nhiệm vụ tính toán thủy lực bể tháo là:

- Xác định độ sâu ngập của miệng ra ống đẩy dưới mực nước thấp nhất trong bể;
- Bảo đảm dòng chảy ra khỏi ống đẩy ở trạng thái ngập lặng;
- Xác định chiều dài giếng tiêu năng của bể tháo;
- Xác định hình dạng kích thước thêm ra từ giếng tiêu năng;
- Xác định chiều dài đoạn bảo vệ mái và đáy kênh tháo;
- Xác định các kích thước bể tháo hợp lý.



Hình 12 - 21. Sơ đồ tính toán thủy lực bể tháo thẳng dòng.

Qua thực tế tổng kết cho thấy việc thiết kế bể tháo có một số lời khuyên sau đây:

a - Để tránh sinh các vùng xoáy gây xói lở mái kênh tháo sau bể tháo nên thiết kế phân ra ống đẩy làm việc đối xứng;

b - Khi bể tháo không có trụ phân chia thì kích thước các xoáy sẽ tăng lên; trụ phân dòng còn giúp cho việc quản lý trạm bơm thuận lợi khi cần ngăn dòng sửa chữa;

c - Mép trên cửa ra ống đẩy đặt dưới mực nước thấp nhất trong bể ít nhất một độ sâu bằng $(3 \dots 4) \frac{v_{ra}^2}{2g}$ thì điều kiện thủy lực trong bể tốt hơn, nhưng đừng sâu quá;

d - Đoạn ống ra có miệng ra hình chữ nhật (khi tiết diện ra lớn hơn 2 m^2) hoặc tròn (khi tiết diện ra nhỏ hơn 2 m^2); miệng ra hình chữ nhật sẽ làm giảm chiều dài giếng tiêu năng 20 % so với miệng ra tròn.

e - Thêm ra từ giếng tiêu năng có dạng thẳng đứng sẽ giảm được chiều dài của giếng tiêu năng, nhưng tổn thất thủy lực qua bể tháo tăng hơn khi có dạng nghiêng, nên làm mái nghiêng $m = 0,5$;

g - Đoạn kênh tháo nối tiếp với bể tháo sẽ có vận tốc ở đáy và bờ tăng cao hơn hai lần vận tốc cho phép, do vậy cần phải bảo vệ mái và đáy kênh tháo chống xói lở. Thường lấy độ dài đoạn kênh cần bảo vệ ở ngoài bể tháo một đoạn dài bằng 5 lần độ sâu lớn nhất trong kênh để vận tốc dòng chảy ở trong kênh đều đặn hơn và xấp xỉ vận tốc cho phép.

* Độ ngập sâu nhỏ nhất của mép trên miệng ra ống đẩy để bảo đảm dòng chảy ra ngập lặn được xác định theo công thức sau:

$$h_{ng.min} = (3 \dots 4) \frac{v_{ra}^2}{2g}, (m) \text{ và phải } \geq 0,1 \text{ m.}$$

Trong công thức: $v_{ra} = \frac{4Q}{\pi.D_0^2}$, (m/s), thường trong khoảng từ 1,5 ... 2 m/s

$D_0 = (1,1 \dots 1,2) D$ - đường kính của ra ống, D- đường kính ống, (m).

* Độ sâu nhỏ nhất trong giếng tiêu năng của bể tháo tính theo công thức sau:

$$H_{gi.min} = D_0 + h_{gi.min} + p, (m)$$

Trong đó p là khoảng cách từ mép dưới miệng ra ống đẩy đến đáy bể. Tùy theo cấu tạo nắp ống đẩy của bể tháo, khi có vật chống rò thì lấy $p = 0,2 \dots 0,3 \text{ m}$.

* Chiều cao thêm ra của giếng tiêu năng được tính theo công thức:

$$h_t = H_{gi.min} - h_{k.min}, (m)$$

Trong đó $h_{k.min}$ là độ sâu nhỏ nhất trong kênh, (m).

* Độ sâu lớn nhất của giếng tiêu năng:

$$H_{gi.max} = h_t + h_{k.max}, (m)$$

Trong đó: $h_{k.max}$ là độ sâu lớn nhất trong kênh, (m).

* Độ ngập sâu lớn nhất của mép trên miệng ra ống xả:

$$h_{ng.max} = H_{gi.max} - D_0 - p, (m)$$

* Chiều cao phía trong tường bể tháo là:

$$H_b = H_{gi.max} + a, (m)$$

Trong đó : a là độ cao an toàn, lấy theo bảng sau:

Lưu lượng trạm (m^3/s)	1	1 ... 10	10 ... 30	> 30
a (m)	0,3	0,4	0,5	0,6 hoặc hơn

* Chiều dài giếng tiêu năng tính theo công thức sau:

$$L_b = k.h_{ng.max}, (m)$$

Trong đó : k là hệ số phụ thuộc vào dạng của thêm ra khỏi giếng tiêu năng, hình dạng tiết diện miệng ra ống đẩy, hình dạng và chiều cao của thêm, lấy theo bảng sau:

$\frac{h_t}{D_0}$	k	
	Thêm nghiêng	Thêm đứng
0,5	6,5	4
1	5,8	1,6
1,5	-	1
2	-	0,85
2,5	-	0,85

Hoặc có thể tra đồ thị bên cạnh để xác định k.

Các kết quả tra hệ số k ở trên và tính toán xác định chiều dài giếng tiêu năng trên là ứng với miệng ra hình tròn, khi miệng ra hình chữ nhật thì rút bớt 20%.

* Chiều dài đoạn kênh tháo (sau bể tháo đối xứng) cần bảo vệ mái và đáy :

$$L_k = (4 \dots 5) h_{k.max}, (m)$$

* Khoảng cách giữa các tâm miệng ra ống đẩy:

$$B = D_0 + 2b + d, (m)$$

Trong đó : b - khoảng cách từ mép ống đẩy đến trụ pin, lấy như sau:

loại van tự đóng nhanh $b = 0$;

loại van nắp cánh bướm $b = 0,5$ m;

loại nắp ống đẩy có chốt bản lề phía trên $b = 0,3 \dots 0,4$ m.

d - chiều dày trụ pin ở bể tháo lấy từ 0,6 ... 0,8 m;

n - số lượng đường ống đẩy nối với bể tháo.

III. Bể tháo kiểu xi phong

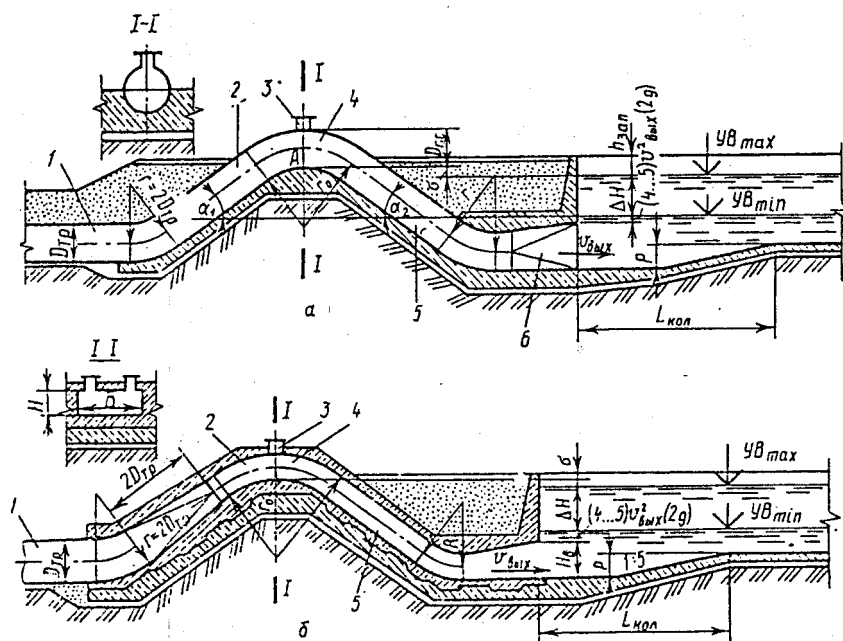
Tính đặc biệt của kết cấu xi phong là phần cuối đường ống đẩy (trong mặt phẳng đứng) có dạng khuỷu cong, khi bơm nước, khuỷu làm việc theo nguyên lý chân không vì vậy mới có tên gọi là xi phong (xem Hình 12 - 22).

Bể tháo xi phong gần đây đã được sử dụng nhiều vì có những ưu điểm sau:

- Không có cửa van và trụ pin ngăn giữa các buồng như những loại khác, do đó giảm được chiều dài bể, nhất là đối với các trạm bơm lớn điều này càng có ý nghĩa;
- Làm việc tự động và bảo đảm an toàn;
- Tổn thất thủy lực tương đối nhỏ.

Tuy nhiên nhược điểm lớn nhất của loại này là thiết kế, thi công có nhiều phức tạp, đòi hỏi chất lượng thi công cao hơn. Đối với bể tháo có giao động mực nước lớn thì xi phong làm việc khó bảo đảm. Điều kiện làm việc của xi phong phụ thuộc vào độ chân không tĩnh lớn nhất trên mực nước bể nhỏ nhất không được quá 6 m và khi máy bơm làm việc không được rơi vào vùng làm việc không ổn định của máy bơm.

Bể tháo xi phong có thể dùng cho các trạm bơm : khi đường kính ống đẩy nhỏ hơn 1 mét nên làm xi phong bằng thép mặt cắt tròn (hình a), khi ống đẩy có đường kính lớn hơn 1 m nên dùng xi phong bằng bê tông cốt thép mặt cắt tròn hoặc đa giác (hình δ).



Hình 12 - 22. Các sơ đồ bể tháo xi phong.

a, δ - xi phong tiết diện tròn và xi phong tiết diện chữ nhật: 1- ống đẩy; 2, 5 - nhánh lên và nhánh xuống; 3- nắp để đặt van phá chân không; 4- họng xi phong; 6- đoạn ra.

1. Tính toán thủy lực xác định kích thước bể tháo xi phong

Những chỉ dẫn về bố trí và kích thước bể tháo xi phong như sau:

- Mép trên miệng ra của ống xi phong phải đặt ngập dưới mực nước thấp nhất trong bể một đoạn tối thiểu $a = (2 \dots 3) \frac{V_{\max}^2}{2g}$ và không nhỏ hơn 0,2 m, trong đó $V_{\max}$

là vận tốc lớn nhất chảy ra miệng xi phong (xem Hình c ở trên);

- Đỉnh dưới họng xi phong phải cao hơn mực nước lớn nhất một khoảng $\delta = 0,2 \dots 0,3$ m. Khi trong bể có hiện tượng sóng lớn do gió thì có thể lấy lớn hơn;

- Tốc độ trung bình của dòng chảy qua họng xi phong làm bằng thép nhẵn hoặc bằng bê tông cốt thép nhẵn mặt phải lớn hơn trị số $[V] = 3,4 \sqrt{R_h}$, (m/s). Trong đó R_h là bán kính thủy lực ở họng xi phong, (m). Nếu lấy $V < [V]$ mực nước và độ chân không ở họng xi phong sẽ giảm và tổn thất thủy lực sẽ tăng. Đây là một điều kiện để tính toán xác định kích thước họng xi phong;

- Tốc độ lớn nhất của dòng chảy trong xi phong trong điều kiện bình thường nên lấy giới hạn 2,5 m/s, có chú ý đến tốc độ tính toán van phá chân không.

Khi làm đường ống cong ở đỉnh xi phong (Hình a trên) có ma sát nhỏ nhất khi lấy:

$\frac{r_2}{h} = \frac{r_1}{h} + 0,6$. Với ống ghép gãy khúc (Hình b trên) gồm hai đoạn có góc 45° thì ma sát nhỏ nhất khi $\frac{r}{h} = 1,5$ (r là bán kính cong của đường tim đoạn ống cong, thường lấy

bằng $r = (1,5 \dots 1,2) \cdot h$. Ống xi phong bằng bê tông cốt thép khi chuyển từ ống đầy tròn sang ống xi phong hình chữ nhật, tiết diện chữ nhật có tỷ số giữa chiều cao h và bề rộng b nhỏ hơn 1 ($b/h < 1$). Để dễ thi công đoạn chuyển tiếp này nên lấy $b = D$, $h = 0,785D$ và đoạn dài chuyển tiếp từ hình tròn đường kính D sang chữ nhật nên lấy lớn hơn $1,5D$.

Một vấn đề cần chú ý khi thi công lắp ráp xi phong là phải bảo đảm đường ống xi phong thật kín, vì nếu không khí lọt vào sẽ làm cho dòng chảy bị rối và tăng tổn thất thủy lực bể tháo. Lượng không khí trong nước càng tăng thì mực nước và độ chân không càng giảm làm cho xi phong làm việc như đập tràn, cột nước bơm tăng lên;

- Tốc độ miệng ra xi phong nên lấy $1 \dots 1,5$ m/s, miệng ra nên làm hình chữ nhật, từ họng xi phong đến miệng ra nên làm loe trên bình đồ với góc loe 10° ;

- Ống nối với xi phong không nên đặt quá dốc, thường lấy $15 \dots 18^\circ$ để khỏi trượt

- Độ dốc nhánh lên và nhánh xuống của xi phong nếu lấy càng dốc thì tuy giảm khối lượng nhưng lại tăng tổn thất thủy lực, thường nhánh lên thoải hơn nhánh xuống. Độ dốc nhánh xuống thường lấy 1:1 hoặc nhỏ hơn;

- Khoảng cách từ miệng ra xi phong đến đáy bể tháo theo đường tim nên lấy bằng $(0,5 \dots 1,25) h$ (hoặc D_0). Để tránh va đập dòng nước rơi xuống đáy nên nối tiếp với đáy một đoạn cong thuận;

- Chiều dài và bề rộng bể tiêu năng của bể tháo xi phong tính toán như bể tháo thông thường đã trình bày ở trên. Chiều dài đoạn kênh tháo cần bảo vệ nên lấy lớn gấp $1,5 \dots 2$ lần bể tháo thông thường vì sự phân bố vận tốc dòng chảy ở đây phức tạp hơn.

2. Các loại van phá chân không và nguyên lý làm việc

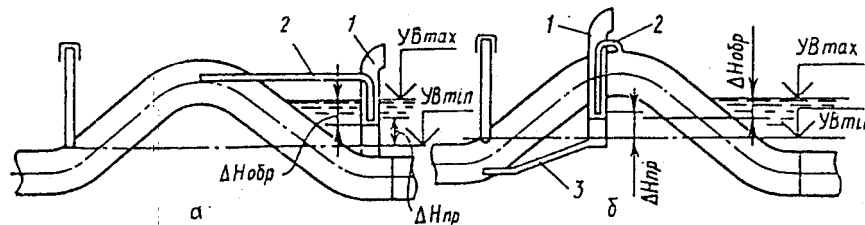
Van phá chân không là bộ phận bảo đảm cho xi phong cấp nước (tích chân không) khi bơm nước và ngắt dòng chảy ngược (phá chân không) từ bể tháo về ống đẩy khi ngừng máy, nếu không có van phá chân không sẽ không ngắt được dòng chảy ngược.

Yêu cầu đặt ra đối với van phá chân không:

- Làm việc bảo đảm, bền và thuận lợi;
- Có cấu tạo đơn giản, giá thành hạ;
- Bảo đảm mỗi nước nhanh và phá chân không nhanh;
- Tổn thất thủy lực nhỏ nhất;
- Làm việc tự động;
- Đóng kín không cho không khí lọt vào hòng xi phong khi đưa nước lên bể tháo

Van phá chân không về nguyên tắc tác động có thể chia ra: loại thủy lực và cơ khí. Mỗi van đều có lỗ để nạp khí vào xi phong (khi phá chân không) và tháo khí ra khỏi ống đẩy (khi nạp chân không). Sau đây trình bày hai loại van nói trên.

a - Van thủy lực phá chân không.



Hình 12 - 23. Các sơ đồ van thủy lực phá chân không.

1- ống đo áp, 2 - ống dẫn khí ; 3- ống nối.

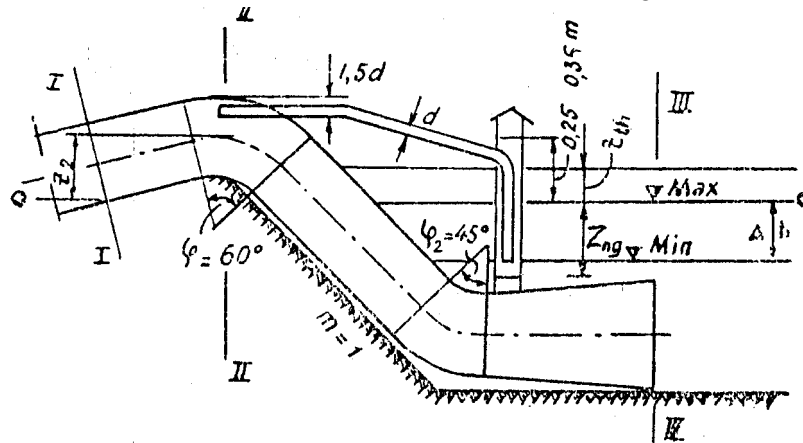
Đây là loại van có kết cấu đơn giản, gồm có: một ống trụ 1 và ống dẫn khí 2. Ống dẫn khí 2 một đầu đặt vào giữa mặt cắt hòng xi phong và đầu khác nhúng vào trong ống trụ 2. Nguyên tắc hoạt động của van thủy lực phá chân không như (Hình a).Van thủy lực phá chân không làm việc theo nguyên tắc sau đây:

- Khi máy bơm làm việc, nước chảy qua ngưỡng xi phong vào bể tháo. Lúc đầu nước dâng qua ngưỡng của hòng xi phong đẩy không khí trong xi phong theo ống dẫn không khí 2 vào ống trụ 1 và thoát ra ngoài ống trụ, tiếp theo nước cũng theo ống 2 vào ống trụ làm cho mực nước trong ống trụ dâng lên bịt kín cửa ra của ống 2 ngăn cách hòng xi phong với khí trời, bắt đầu quá trình nạp chân không để tăng khả năng tháo nước vào bể tháo.

- Khi ngừng máy bơm, dòng nước chảy ngược từ bể tháo về ống đẩy, mực nước trong ống trụ 1 hạ xuống, đến khi thấp hơn miệng ra ống 2 thì không khí bên ngoài ống trụ 1 theo ống 2 tràn vào hòng xi phong, làm cho chân không trong hòng xi phong bị

* Các kích thước chủ yếu của van thủy lực này như sau (xem Hình 12 - 24):

- + Tiết diện ống dẫn khí 2 chọn bằng 1,5 % tiết diện họng xi phong và lấy tròn với đường kính d;
- + Tiết diện ống trụ chọn gấp (2 ... 3) d. Ống trụ đặt trên bề mặt gắn vào xi phong. Đỉnh ống trụ vượt cao hơn mực nước lớn nhất trong bể tháo từ 0,2 ... 0,3 m. Đáy ống trụ đặt thấp dưới miệng ra ống dẫn khí một đoạn (1 ... 2) d. Tâm ống dẫn khí ở họng xi phong thấp hơn mép trong đỉnh một đoạn 1,5 d và phải nhô ra đúng mặt cắt II - II.
- + Miệng dưới ống dẫn khí đặt ngang cao trình mực nước thấp nhất của bể tháo khi tốc độ ở họng xi phong $V \leq 1,5 \text{ m/s}$. Khi $V > 1,5 \text{ m/s}$ đặt miệng dưới ống dẫn khí cao hơn mực nước thấp nhất trong bể tháo một đoạn bằng $0,5 \frac{V_{fa}^2}{2g}$.



* Xác định mực nước trong ống trụ (Hình 12 - 24):
Viết phương trình Becnully cho hai mặt cắt II - II (tại họng xi phông) và III - III (tại cửa ra ống đẩy) cho hai trường hợp chảy thuận và chảy ngược:
- Trường hợp chảy thuận để xác định độ dâng nước thuận Z_{th} :

$$Z_2 - H_{ck} + \frac{v_{h.th}^2}{2g} = \frac{v_3^2}{2g} + h_{w.th} \quad (*)$$

$$Z_{th} = Z_2 - H_{ch} + k_{th} \cdot \frac{v_{h.th}^2}{2g} \quad (**)$$
$$Z_{th} = \frac{v_3^2}{2g} + h_{w.th} - (1 - k_{th}) \cdot \frac{v_{h.th}^2}{2g}$$

231

$$Z_2 - H_{ck} + \frac{v_{h.ng}^2}{2g} + h_{w.ng} = \frac{v_3^2}{2g} \quad (*)$$

Mức nước trong ống trụ hạ thấp một độ cao Z_{ng} dưới mức nước lớn nhất trong bể:

$$Z_{ng} = Z_2 - H_{ck} - k_{ng} \frac{v_{h.ng}^2}{2g} \quad (**)$$

Thay (**) vào (*) ta được độ hạ thấp trong ống trụ khi chảy ngược:

$$Z_{ng} = \frac{v_3^2}{2g} + h_{w.ng} - (1 - k_{ng}) \cdot \frac{v_{h.ng}^2}{2g}$$

Trong các công thức trên ký hiệu lấy như sau ;

$v_{h.th}, v_{h.ng}$ là tốc độ dòng chảy ở họng xi phông khi chảy thuận và ngược;

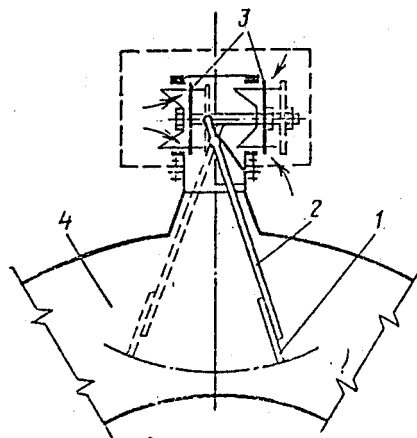
v_3 - tốc độ dòng chảy ở miệng ra ống đẩy; (m/s);

k_{th} - là hệ số lợi dụng cột nước lưu tốc khi chảy thuận, lấy $k_{th} = 0,7 \dots 0,9$

k_{ng} - là hệ số lợi dụng cột nước lưu tốc khi chảy ngược, lấy $k_{ng} = 0,4 \dots 0,6$.

Khi biên độ giao động mực nước trong bể tháo $\Delta h < Z_{ng}$ thì không cần làm ống nổi 3, nếu khi $\Delta h < Z_{ng}$ thì muốn van thủy lực phá được chân không thì phải lắp thêm ống nổi 3 (xem Hình 12 - 24,δ). Loại van thủy lực chỉ áp dụng với biên độ giao động mực nước trong bể tháo trong phạm vi 1 m. Muốn dùng loại van này cho mực nước giao động lớn hơn ta có thể đặt ống trụ trên phao để cùng dịch chuyển theo mực nước. Một số viện nghiên cứu đã đưa ra những biện pháp nâng cao phạm vi sử dụng của van thủy lực phá chân không, tuy vậy mực nước cũng bị hạn chế bởi độ chân không dưới 6 m.

b - Van cơ khí phá chân không.



Hình 12 - 25. Sơ đồ van cơ khí phá chân không.

1- cánh, 2- tay quay; 3- đĩa chặn; 4- khuỷu họng xi phông.

Loại này được dùng với mọi giao động mực nước trong bể tháo, nhưng phải tuân theo điều kiện độ chân không tĩnh lớn nhất trong xi phông là 6 m. Loại đơn giản nhất như đã trình bày trên hình. Cánh 1 dưới tác động của dòng chảy: khi chảy thuận (từ trái sang

phải), cánh 1 bị đẩy sang phải và đóng đĩa chặn 3 ngăn cách giữa xi phông với khí trời; khi có dòng chảy ngược (từ phải về trái), cánh 1 bị đẩy về trái mở đĩa chặn 3 cho không khí vào xi phông và chân không bị phá, làm dừng dòng chảy ngược lại. Loại này chỉ được dùng với xi phông có đường kính nhỏ hơn 1,2 m.

III. Bể tháo có tường tràn

Bể tháo có tường tràn kết cấu đơn giản và an toàn trong vận hành (Hình 12 - 26). Nước từ cửa ra ống đẩy chảy vào bể chứa rồi tràn qua đỉnh ở ba mặt vào bể tập trung rồi chảy ra kênh tháo. Mỗi ống đẩy có riêng một bể chứa do vậy tiện khi sửa chữa.

Sau đây là nội dung tính toán thủy lực xác định kích thước bể tháo có tường tràn.

* Chiều cao lớn nhất của tường tràn bể chứa:

$$H_{bc} = D_0 + a_0, (m);$$

Trong đó: D_0 là đường kính miệng ra ống đẩy;

a_0 - chiều cao dự trữ so với mực nước lớn nhất trong kênh, lấy 0,1 m.

* Chiều cao thêm ra bể chứa, tùy thuộc loại đường tràn có chiều cao cố định hay chiều cao thay đổi. Tính với tường tràn cố định:

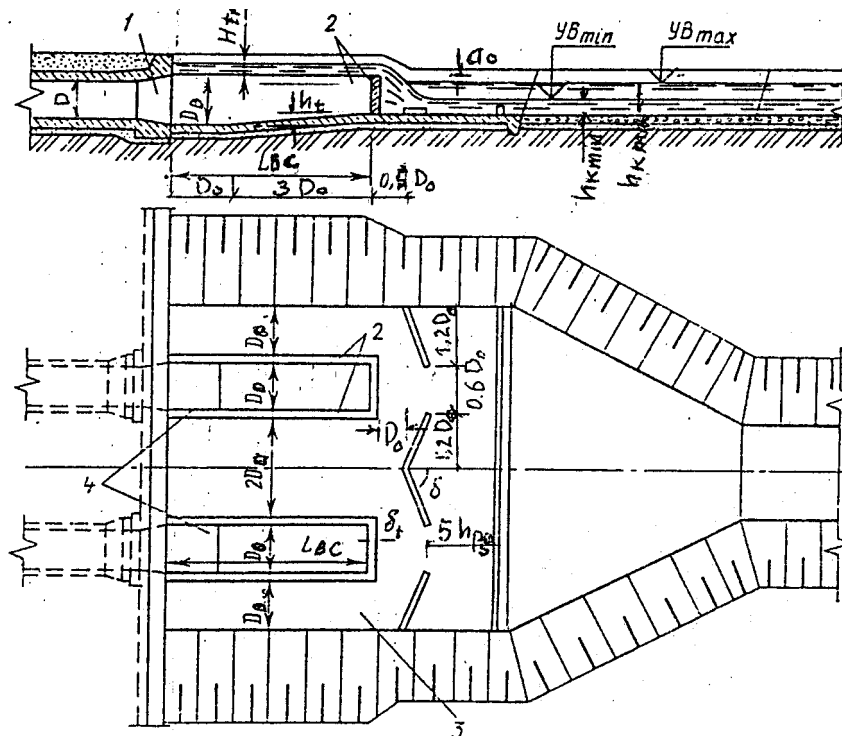
$$h_t = D_0 - h_{k.max}, (m)$$

Đối với tường tràn có chiều cao thay đổi:

$$h_t' = D_0 - h_{k.min}$$

Trong đó: $h_{k.max}$, $h_{k.min}$ là chiều sâu nhất và nhỏ nhất trong kênh, (m);

* Chiều rộng bể chứa lấy bằng D_0 để tránh hình thành xoáy nước bên sườn;



Hình 12 - 26. Sơ đồ tính toán thủy lực bể tháo có tường tràn.

* Chiều dài bể chứa theo chỉ dẫn của Viện nghiên cứu Thủy văn - Thủy lợi thuộc Viện hàn lâm Ucoren lấy: $L_{bc} = 4D_0$, (m).

Hoặc lấy theo quan điểm kinh tế theo công thức:

$$L_{bc} = \frac{1}{2} \left\{ \left[\frac{\frac{3}{4} \cdot \gamma \cdot Q_{tb} \cdot T \cdot a}{100 \eta_{tb} p X} \cdot \left(\frac{Q_{tb}}{m \cdot n \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \right]^{3/5} - b \right.$$

Trong đó : $Q_{tb} = \sqrt[3]{\frac{\sum Q_i^3 \cdot t_i}{\sum t_i}}$ - lưu lượng trung bình của trạm, (m³/s).

T - số giờ làm việc trong 1 năm ;

a - giá thành 1 kWh, (đ/kWh) ;

η_{tb} - hiệu suất của trạm bơm ;

X - giá thành 1 m dài bể tháo ;

p - phần trăm khấu hao vốn xây dựng và sửa chữa ;

m - hệ số lưu lượng tường tràn;

n - số lượng bể chứa ;

b = D_0 - bề rộng bể chứa, (m).

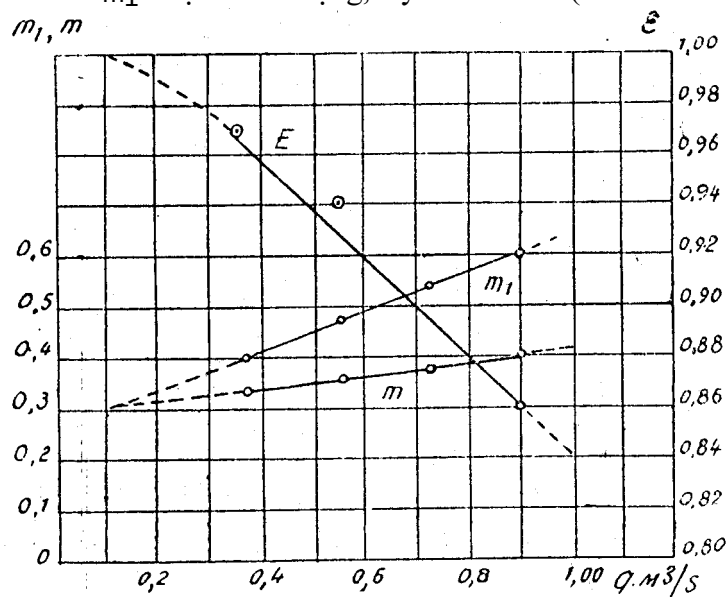
* Xác định cột nước tràn trên đỉnh tường tràn theo công thức:

$$H_{tr} = \left(\frac{Q_{max}}{m_1 \cdot n \cdot l \sqrt{2g}} \right)^{2/3}, (m)$$

Trong công thức : Q_{max} - lưu lượng lớn nhất của trạm, (m³/s) ;

n.l - tổng chiều dài của các bể chứa, (m) ;

m_1 - hệ số lưu lượng, lấy từ biểu đồ (Hình 12 - 27).



Hình 12 - 27. Biểu đồ quan hệ của các đại lượng m , m_1 và ε .

Riêng hệ số lưu lượng m để tính với cột nước tới gần $H_0 = H_{tr} + \frac{V_0^2}{2g} = H_{tr} + \frac{\varepsilon V_{fa}^2}{2g}$

Khi tra đồ thị lấy trị số lưu lượng đơn vị trên 1m dài $q = \frac{Q_{max}}{nl}$.

* Xác định kích thước các tường răng: Các tường răng có tác dụng tiêu năng và phân bố dòng chảy từ các tường tràn vào máng tập trung nước sao cho tốc độ dẫn ra kênh tháo đều. Chiều cao của tường răng xác định theo độ sâu phân giới máng tràn:

$$h_{pg} = 3 \sqrt{\frac{\alpha}{g} \left(\frac{Q_{max}}{b_m} \right)^2}, \text{ (m) với } b_m \text{ là chiều rộng máng tràn.}$$

Chiều cao tường răng thứ nhất nên lấy $C_1 = 0,35h$, chiều cao tường răng thứ hai lấy $C_2 = (0,6 \dots 0,8) C_1$. Các tường răng đặt cách nhau $5 h_{pg}$; tường răng thứ nhất không nên làm liền mà cách nhau một đoạn $0,6 D_0$ và cách bể chứa một đoạn $0,5 D_0$; góc ở chóp $\delta = 60 \dots 70^\circ$. Các kích thước khác của bể tháo tường tràn lấy theo chỉ dẫn của hình vẽ 12 - 26 ở trên.

Chương XIII. NỘI DUNG TÍNH TOÁN KINH TẾ - KỸ THUẬT, NHỮNG CHỈ TIÊU KINH TẾ. NHỮNG VẤN ĐỀ KHAI THÁC TRẠM BƠM .

A.CÁC QUY TẮC CHUNG

Việc xây dựng mới và cải tạo các công trình của trạm bơm hiện có chỉ được tiến hành sau khi có lập luận về tính hợp lý và có lợi thông qua tính toán kinh tế - kỹ thuật chúng. Việc tính toán này giúp ta tìm thấy giải pháp kỹ thuật tối ưu và xác định thời hạn xây dựng hoặc cải tạo công trình. Trong thực tế xây dựng thủy lợi để xác định ra một phương án giải pháp có hiệu quả hơn phương án khác người ta dùng phương pháp so sánh hiệu quả kinh tế. Nhờ phương pháp này, vào giai đoạn trước khi thiết kế ta có thể chọn ra: biện pháp bơm nước, nguồn nước tưới cấp nước hay chống lụt, vị trí đặt cửa lấy nước, tuyến dẫn và bơm nước, số lượng vùng bơm nước mà trạm bơm phụ trách..v.v... Kết quả lựa chọn này xác định được đặc trưng của giải pháp là: đối tượng hưởng lợi, vốn đầu tư, khối lượng xây dựng và tiện lợi của khai thác trạm bơm. Vào những giai đoạn thiết kế tiếp theo cũng dựa vào phương pháp so sánh hiệu quả kinh tế để:

- Luận chứng về vị trí đặt nhà máy trên tuyến cấp nước, xác định được chiều dài kênh dẫn và đường ống áp lực ;
- Chứng tỏ được phương án chọn là ưu việt trong nhiều phương án đưa ra ;
- Luận chứng được số lượng và kiểu máy bơm, bao gồm cả máy bơm dự trữ ;
- Chọn được số đường ống, khối lượng vật liệu, chiều dày và đường kính ống;
- Xác định kết cấu tối ưu và kích thước bao của các công trình chính và phụ;
- Luận chứng sự cần thiết của việc xây dựng công trình và trình tự tiến hành thi công và đưa trạm vào khai thác, các thông số và thời hạn xây dựng.

Nếu công trình của hệ thống thủy lợi có thể khai thác từ 10 năm hoặc hơn thì việc tính toán kinh tế hợp lý hơn sẽ tiến hành theo từng đợt xây dựng. Đầu tư khi đó cũng sẽ được phân bố theo thời hạn xây dựng. Các thông số của mỗi đợt cũng được xác định trên cơ sở so sánh kết quả tính toán kinh tế - kỹ thuật các phương án từng đợt với thời hạn sử dụng đất đai tương ứng. Các đầu tư phụ cho việc xây dựng theo đợt so sánh với giá thành sản phẩm nhận được đến khi kết thúc xây dựng các công trình chính.

B. CHI PHÍ QUY DẪN, ĐẦU TƯ VÀ CHI PHÍ VẬN HÀNH NĂM

I. Chi phí quy dẫn

Tính toán kinh tế - kỹ thuật trạm bơm được tiến hành theo theo phương pháp phương án, nghĩa là đưa ra một số phương án công trình khả thi và hợp lý kỹ thuật, với từng phương án tiến hành xác định các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật. Đối với mỗi phương án, xác định giá dự toán công trình bao gồm cả giá thành thiết bị (tổng đầu tư) và chi phí vận hành năm. Chọn ra phương án có các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật tốt nhất. Chỉ tiêu cơ bản để chọn phương án công trình có lợi nhất là chi phí quy dẫn nhỏ nhất.

- Khi thời hạn xây dựng công trình của các phương án so sánh như nhau thì chi phí quy dẫn được tính theo công thức:

$$Z = C + K.E_H \quad (13 - 1)$$

Trong đó : C là chi phí vận hành hàng năm, (đ) ;

K là vốn đầu tư , (đ) ;

$E_H = 1/T_H$ - là hệ số hiệu quả kinh tế , T_H là thời gian hoàn vốn tiêu chuẩn (tính bằng năm).

Thời gian hoàn vốn tiêu chuẩn T_H là thời gian mà chi phí do tăng đầu tư cho một phương án công trình so với phương án khác (có cùng giá trị) được bù lại nhờ giảm chi phí vận hành hàng năm. Đối với các trạm bơm có giá trị kinh tế lớn và tỏ ra có ảnh hưởng đến sự phát triển lực lượng sản xuất của khu vực hoặc có vai trò quyết định đến sự lợi dụng tổng hợp thì cho phép lấy E_H nhỏ hơn. Khi xác định hiệu ích do áp dụng tiến bộ kỹ thuật mới thì giá trị E_H có thể tăng.

- Khi các phương án so sánh có thời hạn xây dựng khác nhau hoặc khi có thời hạn khai thác khác nhau thì chi phí quy đổi cũng sẽ có khác. Những trường hợp này việc tính chi phí quy đổi sẽ phức tạp hơn, người ta vẫn sử dụng công thức (13 - 1) để tính, nhưng cần có hiệu chỉnh để kể đến yếu tố do khác nhau về thời hạn xây dựng hoặc thời hạn khai thác đưa lại. Những tính toán cụ thể xin xem ở trong các giáo trình và tài liệu kinh tế có liên quan ;

- Khi các công trình của các phương án so sánh khác nhau không nhiều về thời hạn khai thác (dưới 30%), thì cho phép tính toán hiệu ích kinh tế bỏ qua tính toán yếu tố khai thác dài hạn của công trình, lúc này vốn đầu tư K và chi phí vận hành năm C ở dạng chi phí đơn vị trên 1 héc ta diện tích tưới;

- Khi so sánh các phương án công trình khác nhau, chỉ cần tính toán các chỉ tiêu về đầu tư và chi phí vận hành năm đối với các hạng mục ở đó có sự khác nhau ;

- Việc so sánh kinh tế - kỹ thuật cần phải kể đến giá thành của đất đai mà công trình chiếm chỗ.

II. Vốn đầu tư và chi phí vận hành hàng năm

1. Vốn đầu tư:

Vốn đầu tư cho công việc xây dựng - lắp đặt gồm: giá thành xây dựng và chi phí mua sắm, vận chuyển, bảo dưỡng, lắp đặt và chạy thử các trang thiết bị cơ điện và kết cấu thép. Việc tính toán đầu tư có thể tính trực tiếp từ khối lượng theo bản vẽ thiết kế hoặc cũng có thể tính theo khối lượng của công trình tương tự với công trình đang thiết kế hoặc theo bản thiết kế mẫu. Tổng đầu tư xây dựng công trình cầu trạm bơm:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 \quad (13 - 2)$$

Trong đó : K_1 là giá thành công việc xây dựng ;

K_2, K_3, K_4 lần lượt là: chi phí mua sắm; chi phí bảo dưỡng; chi phí lắp đặt và gia công trang thiết bị cơ điện và kết cấu thép.

2. Chi phí vận hành năm

Chi phí vận hành năm hay chi phí sản xuất, bao gồm: khấu hao, chi phí sửa chữa thường xuyên, lương nhân viên, bảo hiểm lao động , tiền dầu mỡ bôi trơn, tiền điện dùng cho bơm nước và cho tự dùng. Tiền khấu hao và chi phí sửa chữa thường xuyên xác

định tương ứng theo định mức khấu hao, lấy theo phần trăm vốn đầu tư. Giá thành điện để bơm nước xác định theo lưu lượng nước thật được bơm và cột nước theo tính toán thủy năng (xem phần E của chương này). Giá thành điện tự dùng của trạm bơm có thể lấy 0,02 giá thành điện lượng dùng bơm nước. Số lượng nhân viên vận hành, tùy theo công suất của trạm, xác định theo tài liệu quy định của nhà nước. Chi phí bảo hộ lao động và dầu mỡ lấy theo phần trăm của chi phí cho nhân viên vận hành, điện tự dùng và sửa chữa thường xuyên.

C. XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH KINH TẾ ĐƯỜNG ỐNG.

Cần tính toán đường kính kinh tế của ống áp lực (ống đẩy) trước khi chọn số ống , vật liệu làm ống và sơ đồ nối máy bơm với đường ống đẩy. Đường kính kinh tế ống được xác định theo chi phí quy dẫn nhỏ nhất (công thức 13 - 1). Trong trường hợp này, vốn đầu tư bao gồm: giá thành đường ống và lắp đặt ống; còn chi phí vận hành năm gồm: khấu hao, sửa chữa và tiền điện bị tổn hao để khắc phục tổn thất cột nước trong ống. Như vậy, việc chọn lựa đường kính ống kinh tế được tiến hành với việc nghiên cứu đưa ra một số phương án (không ít hơn ba) đường ống có đường kính khác nhau và tính toán chỉ tiêu chi phí quy đổi cho từng phương án đó, chọn đường kính có chi phí quy dẫn nhỏ nhất làm đường kính kinh tế. Thông thường đường kính của các đường ống đặt song song thì bằng nhau và không thay đổi theo chiều dài ống, bởi vậy đường kính kinh tế có thể xác định trên 1 mét chiều dài ống.

Chi phí quy dẫn nhỏ nhất theo công thức sau cho 1 m dài ống:

$$Z = C + K.E_H = a.\Theta + (b / 100).K + K. E_H \quad (13 - 3)$$

Trong đó a - giá tiền 1 kWh;

Θ - lượng điện tiêu hao trên 1 m dài đường ống, kWh;

b - số % khấu hao để phục hồi, sửa chữa lớn và sửa chữa thường xuyên;

K - giá thành 1 m ống và lắp đặt ống, đ;

E_H - hệ số hiệu ích kinh tế tiêu chuẩn.

Dạng chung của biểu thức Θ như sau:

$$\Theta = \int_{t=0}^T \frac{9,81 Q h_w}{\eta_{tb}} dt = \frac{9,81 A}{\eta_{tb}} \int_{t=0}^T Q^3 dt \quad (13 - 4)$$

Trong đó: T - thời gian làm việc của máy bơm, giờ;

h_w - tổn thất cột nước trên 1 m dài đường ống, $h_w = A.Q^2$, m ;

A - sức cản thủy lực đơn vị;

$\eta_{tb} = \eta_{mb} \cdot \eta_{dc} \cdot \eta_m$ là hiệu suất trạm bơm, gồm : hiệu suất máy bơm, hiệu suất động cơ, hiệu suất tính đến tổn hao trên tuyến dẫn đến động cơ.

Đặt $\int_{t=0}^T Q^3 dt = q_{p,t}^3$, khi đó công thức (13 - 4) có dạng:

$$\Theta = (9,81. A / \eta_{tb}) q_{p,t}^3 . T \quad (13 - 5)$$

Đối với biểu đồ lưu lượng yêu cầu có dạng bậc thì lưu lượng trung bình khối trong

ống được tính theo công thức sau:

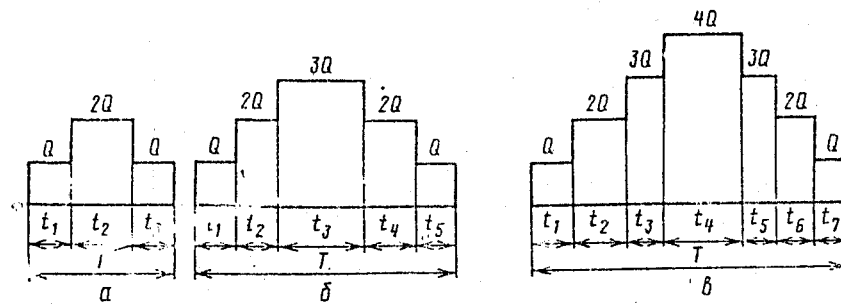
$$q_{p.t} = 3 \sqrt[k]{\frac{\sum_{i=1}^k Q_i^3 t_i}{\sum_{i=1}^k t_i}} \quad (13 - 6)$$

Trong đó: i - thứ tự thời đoạn trên biểu đồ lưu lượng;

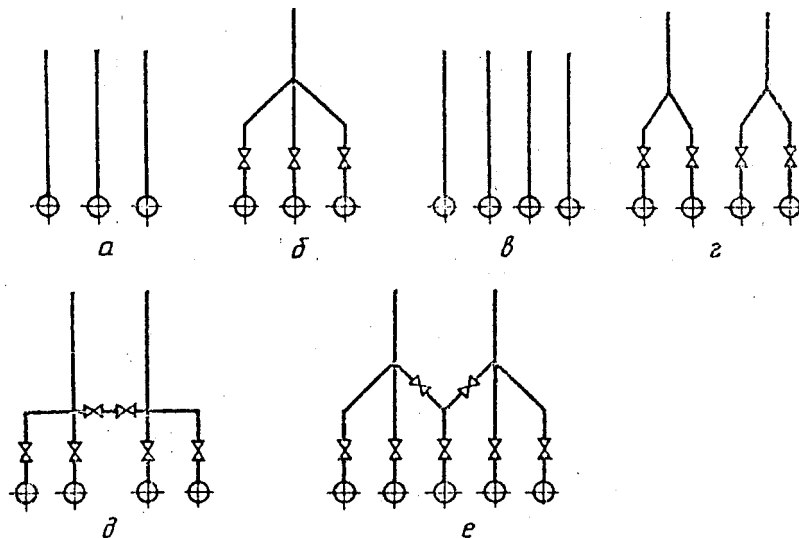
k - số thời đoạn trên biểu đồ lưu lượng;

Q_i - lưu lượng trong ống ứng với thời đoạn thứ i , m^3/h .

Sau đây là một số công thức tính $q_{p.t}$ đối với các biểu đồ lưu lượng (Hình 13 - 1) và các sơ đồ nối ống (Hình 13 - 2) lập cho trạm có các máy bơm cùng đường đặc tính



Hình 13 - 1. Các biểu đồ lưu lượng của trạm.



Hình 13 - 2. Các sơ đồ nối ống đẩy của trạm bơm.

- Biểu đồ a và sơ đồ a:

$$q_{p.t} = Q \sqrt[3]{(t_1 + 2t_2 + t_3)/(3T)} \quad (13 - 7)$$

- Biểu đồ a và sơ đồ δ:

$$q_{p.t} = Q \sqrt[3]{(t_1 + 8t_2 + t_3)/T} \quad (13 - 8)$$

- Biểu đồ δ và sơ đồ b:

$$q_{p.t} = Q \sqrt[3]{(t_1 + 2t_2 + 3t_3 + 2t_4 + t_5)/(4T)} \quad (13 - 9)$$

- Biểu đồ δ và sơ đồ :

$$q_{p,t} = Q \sqrt[3]{(t_1 + 2t_2 + 9t_3 + 2t_4 + t_5)/(2T)} \quad (13 - 10)$$

- Biểu đồ δ và sơ đồ ∂ :

$$q_{p,t} = \frac{Q}{2} \sqrt[3]{\frac{t_1 + 8t_2 + 27t_3 + 8t_4 + t_5}{T}} \quad (13 - 11)$$

- Biểu đồ b và sơ đồ e :

$$q_{p,t} = \frac{Q}{2} \sqrt[3]{\frac{t_1 + 8t_2 + 27t_3 + 64t_4 + 27t_5 + 8t_6 + t_7}{T}} \quad (13 - 12)$$

Việc tính toán đường kính kinh tế ống tiến hành theo các bước sau:

+ Định ra một số phương án đường kính ống đẩy có thể;

+ Tính toán lưu lượng $q_{p,t}$ trong ống, và theo đó đối với mỗi phương án tiến

hành xác định điện năng tổn thất trong ống theo công thức (13 - 5);

+ Tính chi phí quy dẫn đối với từng phương án theo công thức (13 - 3);

Chọn ra đường kính ống kinh tế là đường kính có chi phí quy dẫn nhỏ nhất.

D. CHỌN VỊ TRÍ ĐẶT NHÀ MÁY BƠM.

Đặc trưng dẫn nước : kênh dẫn (khi lấy nước từ kênh chính và từ hồ) hoặc không có kênh dẫn (khi lấy nước từ sông) có ảnh hưởng đến việc chọn vị trí đặt nhà máy của trạm bơm.

Khi lấy nước từ sông, nhà máy có thể được bố trí ở lòng sông, trên bờ hoặc cắt vào bờ (khi điều kiện địa chất thuận lợi và lượng bùn cát trên sông ít). Khi cắt nhà máy vào bờ sẽ giảm được chiều dài của đường ống áp lực, nhưng lại làm tăng kích thước của kênh dẫn.

Khi trạm có kênh dẫn thì vị trí đặt nhà máy được chọn phụ thuộc vào điều kiện địa chất nơi đặt nhà máy, phụ thuộc kết cấu kênh, vào vật liệu xây tường, vào điều kiện lắp đặt và làm việc của đường ống áp lực. Trên tuyến cấp nước cần đưa ra vài phương án bố trí nhà máy để tính toán so sánh.

Vị trí sơ bộ của trạm có thể nhận theo độ sâu khối đào của kênh dẫn, độ sâu nhà máy phụ thuộc vào tổng lưu lượng cần bơm. Ví dụ khi lưu lượng của trạm là $10 \text{ m}^3/\text{s}$ thì chiều sâu khối đào nhà máy có thể lấy chừng 10 m.

Đối với mỗi phương án, tính ra đầu tư xây dựng kênh dẫn và đường ống áp lực, giá thành điện năng để bơm nước tương ứng với biểu đồ yêu cầu dùng nước và tính chi phí quy dẫn. Cuối cùng phương án nào có chi phí quy dẫn nhỏ nhất sẽ là phương án được chọn và vị trí đặt nhà máy của phương án đó là có lợi.

E. TÍNH TOÁN THỦY NĂNG CỦA CÔNG TRÌNH.

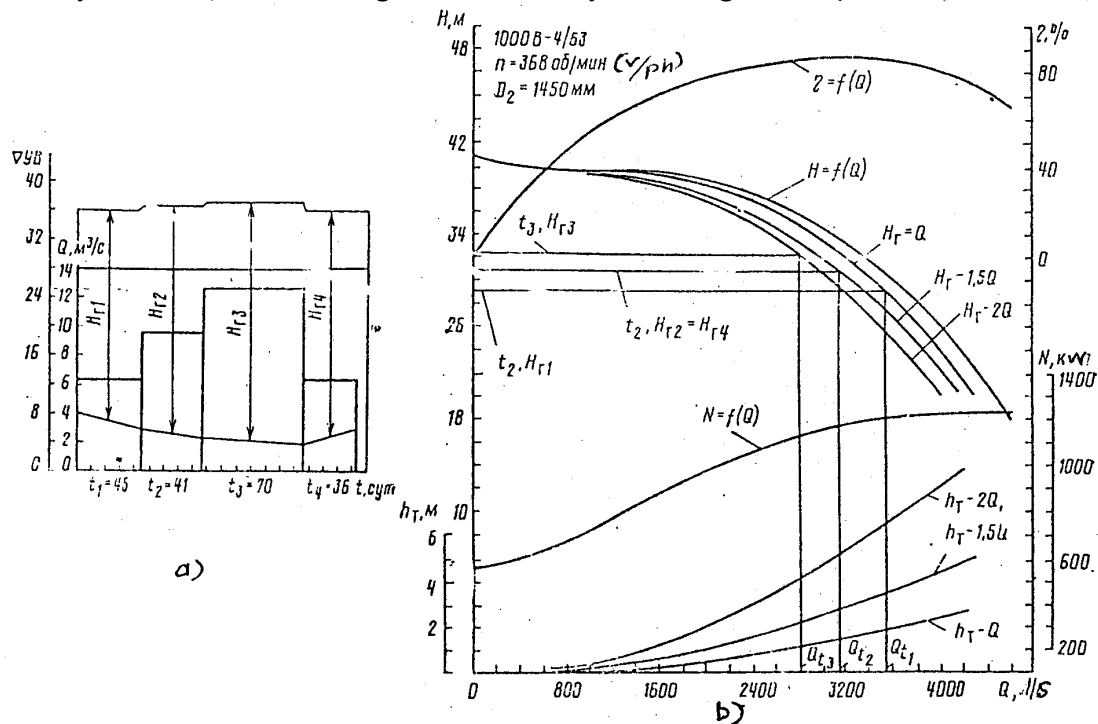
Tính toán thủy năng của trạm bơm nhằm xác định ra lượng nước (tính m^3 hoặc T-m) bơm được trong một năm và năng lượng cần dùng để bơm lượng nước đó cũng như xác định điều kiện làm việc kinh tế nhất của trạm bơm.

Tổng lượng nước cần bơm trong một năm và năng lượng dùng để bơm nước có thể xác định là tổng lượng nước và năng lượng của các thời đoạn làm việc ở các chế độ khác

nhau của máy bơm. Tài liệu để tính toán thủy năng là:

- Biểu đồ lưu lượng yêu cầu của trạm và biểu đồ cột nước địa hình theo các thời đoạn bơm, cùng vẽ chung trên một biểu đồ (Hình 13 - 3,a).

- Các đường đặc tính của máy bơm và của đường ống, dựa vào các đường đặc tính này để xác định điểm công tác của của máy bơm từng thời đoạn bơm (Hình 13- 3,b)



Hình 13 - 3. Các biểu đồ số liệu để tính toán thủy năng.

a - Biểu đồ lưu lượng và cột nước địa hình của các thời đoạn bơm ;

b - Các đường đặc tính của máy bơm: $H - Q$; $N - Q$; $\eta - Q$ và các đường phụ thuộc : $H_T - Q$; $H_T - 1,5Q$; $H_T - 2Q$.

Biểu đồ Hình (13 - 3,b) là một ví dụ xây dựng với sơ đồ đường ống nối như Hình (13 - 2,e) : trường hợp một đường ống áp lực nối với 2,5 máy bơm ; khả năng vận hành của một ống là chạy 1 máy, chạy 1,5 máy và chạy 2 máy, do vậy trên Hình (13 - 3,b) ta xây dựng ba đường phụ thuộc $H_T - Q$; $H_T - 1,5Q$; $H_T - 2Q$ (xem cách vẽ các đường ở chương VI) cho ba trường hợp làm việc tương ứng.

Việc tính toán thủy năng thường làm ở dạng lập bảng. Theo chiều cao cột nước địa hình ứng với mỗi thời đoạn làm việc của trạm bơm ta xác định được điểm công tác của máy bơm, nghĩa là xác định được lưu lượng bơm thực tế Q_Φ , cột nước H_Φ và hiệu suất của trạm η_Φ . Tính ra công suất thực tế sử dụng của trạm $N_\Phi = 9,81 Q_\Phi H_\Phi / \eta_\Phi$, sau đó

nhân công suất với thời gian tương ứng T_{Φ} tìm ra điện lượng sử dụng của thời đoạn $\Delta\Phi$, lượng nước W (m^3) và HW ($T - m$)

G. CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ - KỸ THUẬT

Tính kinh tế của trạm bơm tưới và tiêu được đặc trưng bởi các chỉ tiêu tuyệt đối và chỉ tiêu đơn vị. Chỉ tiêu tuyệt đối là đầu tư K và chi phí vận hành năm C (xem mục B), còn các chỉ tiêu đơn vị là:

- Đầu tư đơn vị K_N và chi phí vận hành năm cho 1 kW công suất lắp máy C_N :

$$K_N = K/\Sigma N \text{ và } C_N = C/\Sigma N$$

Trong đó ΣN là tổng công suất lắp máy của các động cơ điện trong trạm bơm, kW.

- Đầu tư đơn vị K_F và chi phí vận hành C_F cho một héc ta diện tích tưới hoặc tiêu:

$$K_F = K/F \text{ và } C_F = C/F$$

Trong đó F là diện tích tưới hoặc tiêu thật mà trạm bơm đảm nhận, héc ta.

- Giá thành bơm 1 m^3 nước C' và 1 $T - m$ nước C'' :

$$C' = C/\Sigma W \text{ và } C'' = C/(\Sigma HW)$$

Trong đó: ΣW và ΣHW xác định theo kết quả tính toán thủy năng ở trên.

- Hệ số sử dụng công suất lắp máy:

$$\alpha = N_{TB}/\Sigma N_{LM}$$

Trong đó N_{TB} là công suất trung bình của trạm bơm trong năm, kW; $N_{TB} = \Sigma \Delta / \Sigma T_{\Phi}$ với $\Sigma \Delta$ và ΣT_{Φ} được xác định qua tính toán thủy năng ở trên.

- Hệ số diện tích xây dựng : $n' = F_{HI} / F_{TB}$

Trong đó F_{HI} là diện tích hữu ích mà công trình chiếm chỗ, héc ta;

F_{TB} là tổng diện tích của trạm bơm, héc ta.

- Hệ số sử dụng lãnh thổ: $n'' = F_{XD} / F_{TB}$

Trong đó F_{XD} là diện tích xây dựng bao gồm diện tích F_{HI} và diện tích kho bãi, đường ô tô, diện tích lắp ráp, héc ta.

Các công trình của trạm bơm được coi là kinh tế nếu các chỉ tiêu tuyệt đối và chỉ tiêu đơn vị của chúng nhỏ hơn hoặc bằng các chỉ tiêu định mức tương ứng.

H. NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ TỔ CHỨC VẬN HÀNH TRẠM BƠM

Trạm bơm chỉ có thể làm việc có hiệu quả cao và an toàn khi:

- Chất lượng thiết kế và xây lắp cao. Sự khiếm khuyết trong xây dựng và thiết kế càng lớn thì dẫn đến kết quả xấu và tăng giá thành vận hành và cần phải thay đổi lại công trình và trang thiết bị, một số trường hợp thậm chí còn làm hỏng công trình.

- Thỏa mãn đầy đủ nhất các yêu cầu của hệ thống công trình về số và chất lượng nước cũng như khả năng làm việc ở mọi chế độ mà không tiêu thụ điện quá mức mà vẫn đảm bảo năng suất cao. Yêu cầu này còn rất khắc khe đối với trạm bơm cấp nước cho hệ thống ống kín và hệ thống trạm bơm nhiều bậc thang.

- Cơ cấu tổ chức quản lý và sản xuất của trạm bơm tưới cần phải hợp lý.

I. Cơ cấu tổ chức phục vụ khai thác

Các nhân viên vận hành và sản xuất t - sữa chữa, nhân viên hành chính - điều hành là những người có tác dụng đảm bảo khai thác trạm bơm an toàn và hiệu quả

Nhân viên hành chính - điều hành được liệt vào biên chế của công tác quản lý hệ thống tưới. Họ có chức năng vạch ra kế hoạch và áp dụng kế hoạch chiến lược vào khai thác, lập biểu đồ sữa chữa thường xuyên và sữa chữa lớn, lập kế hoạch trang bị lại kỹ thuật cho trạm bơm, cung cấp vật tư, lựa chọn và đào tạo kỹ thuật cán bộ, kiểm tra chất lượng vận hành.

Nhân viên vận hành hoặc *trực ban* cần đảm bảo vận hành trạm an toàn theo biểu đồ kế hoạch cấp nước và theo lệnh của phòng điều độ hệ thống tưới và thường xuyên có mặt ở trạm bơm. Ngoài ra, nhân viên vận hành cần kiểm tra khả năng hoạt động của thiết bị và công trình, trong trường hợp cần thiết tự mình có thể xử lý loại bỏ những hỏng hóc của thiết bị hoặc có sự trợ giúp của đội sữa chữa chuyên nghiệp. Trường hợp nếu tiếp tục hoạt động thiết bị có thể bị sự cố thì cần ngắt các tổ máy hoặc ngắt toàn bộ trạm và thông báo cho nhân viên hành chính - điều hành và những bộ phận có liên quan.

Nhân viên sản xuất - sữa chữa của các trạm bơm gần nhau thường đóng ở trung tâm sữa chữa chung của các trạm. Trung tâm này có xưởng cơ khí, kho, phòng thí nghiệm, có phương tiện vận tải và có một vài đội chuyên nghiệp. Năng lực của trung tâm sữa chữa phụ thuộc vào số lượng và quy mô của trạm bơm, phụ thuộc vào đặc tính kỹ thuật và thành phần của thiết bị.

II. Công tác sữa chữa.

Công tác sữa chữa trạm bơm có những loại sữa chữa sau:

1. Sữa chữa dự phòng định kỳ

Công việc sữa chữa này bao gồm những nội dung sau : kiểm tra và siết các bu lông liên kết ; kiểm tra tình trạng làm việc của trục ở những chỗ dễ quan sát mà không phải tháo dỡ máy bơm; đo độ rung ở những chỗ mà tài liệu vận hành sữa chữa đã hướng dẫn; đo lưu lượng nước rỉ qua các vòng chống rò của ổ trục định hướng (loại bôi trơn bằng nước) và đo nhiệt độ dầu (đối với máy bơm có ổ định hướng bôi trơn bằng dầu); thay thế vòng bít và loại bỏ những vòng lót bảo vệ bị mòn; với máy bơm hướng trục trực đứng còn tiến hành kiểm tra trạng thái của cơ cấu quay cánh bơm. Nếu thời gian tiến hành công tác sữa chữa này trùng hợp với khi trạm nghỉ làm việc thì nên làm tháo khô máy bơm, xác định khe hở trong ổ định hướng , trong các vòng chống rò và theo dõi các cơ cấu công tác của máy bơm;

2. Sữa chữa thường xuyên:

Sữa chữa thường xuyên thường tiến hành khi máy dừng và đã được tháo hết nước. Nội dung sữa chữa này là thay thế bạc của ổ định hướng, các phần tử bị hỏng của vòng chống rò của ổ hướng và của trục, xác định sự mòn trục ở khu vực ổ hướng và vòng chống rò, các khe hở giữa BXCT và buồng (bơm hướng trục trực đứng) và khe hở của

vòng chống rò (bơm li tâm trực đứng); kiểm tra độ thẳng của trục tổ máy. Sửa chữa này thực hiện không cần phải tháo toàn bộ tổ máy ;

3. Sửa chữa lớn:

Sửa chữa lớn để dự kiến khôi phục thiết bị gần trạng thái ban đầu. Sửa chữa này tiến hành khi tổ máy được tháo rời hoàn toàn. Khối lượng công việc này bằng khối lượng công việc sửa chữa thường xuyên cộng với sửa chữa cánh và bầu BXCT bằng cách hàn đắp thép không rỉ bằng que hàn điện, hàn các chỗ rỗ bằng cách trát epôxít, thay thế các vòng bảo vệ và vòng chống rò trong BXCT. Sửa chữa lớn khác với sửa chữa khác bởi đặc trưng thay thế những chi tiết máy chính như BXCT, trục, ổ định hướng; loại bỏ những hư hỏng của cơ cấu hướng và thân máy bơm.

Tính định kỳ của sửa chữa thường xuyên và sửa chữa lớn của tất cả các dạng thiết bị và công trình cũng như việc trang bị lại trạm bơm cần phải tuân theo tương ứng với kết cấu của nhà máy chế tạo và của những số liệu đo đạt kiểm tra (việc giám lưu lượng và hiệu suất vượt quá giá trị cho phép không được làm tăng độ rung động máy ..v.v..) và vận hành thực tế trong các điều kiện tương tự. Thường sửa chữa thường xuyên và sửa chữa bảo dưỡng tiến hành cả năm, còn sửa chữa lớn được tiến hành vào giữa các giai đoạn tuổi, việc trang bị lại kỹ thuật hoặc thay đổi kết cấu chỉ tiến hành khi việc sửa chữa lớn không thể cải thiện hơn được các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của đối tượng và không bảo đảm vận hành an toàn tiếp theo. Tính chu kỳ của sửa chữa lớn có thể thay đổi trong giới hạn rất lớn và phụ thuộc vào hai yếu tố cơ bản: số lượng các hạt mài mòn chứa trong nước được bơm và chất lượng trang thiết bị.

III. Công tác vận hành trạm bơm

Trong quá trình khai thác trạm bơm có thể có bốn giai đoạn cơ bản sau:

Sau khi kết thúc công việc lắp ráp thiết bị cần tiến hành công tác mở máy hiệu chỉnh. Tiến hành kiểm tra độ chính xác của thiết bị và hệ thống thiết bị phụ, kiểm tra tính an toàn chịu kéo của bu lông nối ghép mặt bích và tấm móng, kiểm tra khe hở giữa BXCT và các phần tĩnh của thân máy, cân bằng các góc quay cánh BXCT của bơm trục, chất lượng lắp ổ trục, độ đồng trục giữa máy bơm và động cơ, kiểm tra dầu trong ổ trục và trong hệ thống điều chỉnh.

Sau khi kết thúc công tác chuẩn bị, cần mở máy thử nghiệm. Để làm điều này cần đưa vào hoạt động các hệ thống phụ trợ: hệ thống chân không, hệ thống cấp nước kỹ thuật khi cần thiết bôi trơn vòng bít và làm mát ổ trục, hệ thống điều chỉnh, sau đó là các tổ máy. Thời gian mở máy thử nghiệm lần đầu thường xảy ra vài giây. Sau khi dừng máy, cần kiểm tra cẩn thận và loại bỏ các khuyết tật được phát hiện. Sau đó ta mở máy lại (chạy rà). Trong giai đoạn chạy rà tiến hành xác định mực dầu và nhiệt độ dầu trong hộp dầu ổ định hướng, kiểm tra sự làm việc của vòng bít, kiểm tra sự đốt nóng các cuộn dây động cơ điện, mức độ rung của tổ máy, đôi khi còn kiểm tra kết cấu phần công trình xây dựng. Thời gian kiểm tra chạy thử có thể mất 2 đến 3 giờ.

Sau khi ngắt, kiểm tra lắp lại và loại bỏ những khuyết tật của tổ máy thì tiến hành đóng máy vào chạy phụ tải công tác, trong thời gian này còn tiến hành kiểm tra nhiệt độ ổ trục và cuộn dây của động cơ điện một lần nữa, kiểm tra lưu lượng nước làm mát, xác định các thông số máy (như lưu lượng nước khi bơm với các cột nước khác nhau, công suất, hiệu suất, mức rung động, hiện tượng khí thực). Thời gian chạy với phụ tải công tác tiến hành 8 đến 10 giờ. Sau khi dừng và kiểm tra lắp lại thì ban nghiệm thu và đơn vị khai thác sẽ kiểm tra lần cuối. Trong quá trình tiến hành thử nghiệm kiểm tra tổ hợp thiết bị cần theo chỉ tiêu của nhà máy chế tạo và thông số thiết kế. Thời gian thử nghiệm thường quá 20 giờ đối với máy bơm nhỏ và trung bình, 12 giờ đối với máy bơm lớn.

Những công việc chính về vận hành trạm bơm do nhân viên vận hành thực hiện tuân theo quy định của nhà máy chế tạo và theo đúng quy tắc an toàn kỹ thuật. Yêu cầu về mà nhân viên vận hành phải theo phụ thuộc nhiều vào chức năng và mức độ tự động của trạm. Đối với trạm bơm tự động thường nhân viên vận hành không phải thường xuyên có mặt ở trạm, chỉ cần định kỳ kiểm tra công trình và thiết bị. Trên các trạm bơm tưới bơm nước từ kênh sang kênh khác nhân viên vận hành cần có mặt thường xuyên để đóng ngắt máy theo chỉ huy của bộ phận điều độ và theo dõi sự làm việc của thiết bị và công trình, loại bỏ kịp thời những hỏng hóc.

Kiểm tra trạng thái công trình gồm: trạng thái các tấm lát, xác định thăm qua công trình đất, các khớp biến dạng, khớp lún và độ dịch chuyển công trình, kiểm tra độ rung động của kết cấu xây dựng, độ hạ thấp mực nước trên lưới chắn rác, sự biến dạng bờ ở vùng công trình lấy nước.

Trong quá trình trạm làm việc bình thường nhờ có dụng cụ đo tiến hành theo dõi phụ tải của tổ máy, nhiệt độ ổ trục và các cuộn dây của động cơ điện, hiệu chỉnh hệ thống thiết bị phụ và mức rung của máy. Kiểm tra trạng thái của trục, ổ trục, vòng tiếp xúc, vòng góp, các khung và các các áp tô mát, các thiết bị cao áp, khớp bù, van phá chân không, hệ thống điều chỉnh và các van.

Công tác sửa chữa chính trên trạm bơm tiến hành vào giai đoạn kết thúc tưới. Thời gian này tiến hành sửa chữa thay thế các hư hỏng công trình và thiết bị cần sửa, Xác định giá thành và thời gian sửa chữa. Sau khi sửa chữa lớn trang thiết bị cần tiến hành công tác mở máy hiệu chỉnh như đã đề cập ở trên.

Sau khi kết thúc tưới và sửa chữa, tiến hành công tác bảo dưỡng. Cần tháo nước trong các vỏ bơm, trong đường ống và những bể chứa. Tiến hành phủ lớp dầu để bảo vệ thiết bị cơ khí theo quy định của nhà máy chế tạo, chống ẩm các thiết bị điện ..v.v..

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Насосы и Насосные станции - В. Ф. Шадаевский - 1989 .
(Giáo trình: Máy bơm và trạm bơm. V.F.Trabaevski - 1989)
2. Giáo trình Máy bơm và Trạm bơm . Bộ môn Trạm bơm, ĐHTL Hà Nội.
3. Насосные Станции Гидротехнических Систем - В. Э. Карелин - 1980.
(Trạm bơm của hệ thống Thủy lợi - V.E. Karelin - 1980)
4. Bơm, Quạt, Máy nén - Nguyễn văn May - ĐHBK Hà Nội - 1997.
5. Máy bơm và Trạm bơm trong Nông nghiệp - Nguyễn văn Bày - 1999.
6. Sổ tay thiết kế Trạm bơm vừa và nhỏ - Nguyễn Sung - 1987. Hà Nội.
7. Гидравлика и Гидравлические Машины - В. В. Иокини - 1974 .
(Thủy lực và Máy Thủy lực - V. V. Ziukin - 1974).
8. Гидроэлектрические Станции - Ф.Ф. Губин - Moscow - 1972
(Trạm Thủy điện - F. F. Gubin - Moscow - 1974)

MỤC LỤC

	Trang
LỜI NÓI ĐẦU	1
LƯỢC SỬ PHÁT TRIỂN ...	2
Chương I. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY BƠM VÀ TRẠM BƠM	3
A. KHÁI NIỆM VỀ MÁY BƠM, PHÂN LOẠI MÁY BƠM	3
B. CÁC THÔNG SỐ NĂNG LƯỢNG CHÍNH VÀ VÙNG SỬ DỤNG MÁY BƠM	4
C. TỔ MÁY BƠM VÀ TRẠM BƠM	6
Chương II. CẤU TẠO MƠM CÁNH QUẠT	8
A. PHÂN LOẠI BƠM CÁNH QUẠT	8
B. BƠM LI TÂM	8
I. sơ đồ nguyên lý hoạt động của bơm li tâm	8
II. Các loại máy bơm li tâm.	9
1. Bơm công xôn.	9
2. Bơm li tâm hai cửa vào.	10
3. Bơm li tâm đa cấp.	12
4. Bơm li tâm loại lớn, trục đứng.	13
C. MÁY BƠM HƯỚNG TRỤC	14
I. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của bơm hướng trục.	14
II. Các bộ phận của bơm hướng trục.	15
D. MÁY BƠM HƯỚNG CHÉO.	16
Chương III. ĐẶC TÍNH CỦA BƠM CÁNH QUẠT	18
A. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY BƠM CÁNH QUẠT.	18
I. Nguyên lý làm việc của bơm li tâm.	18
II. Thành lập phương trình cơ bản của bơm li tâm.	18
III. Phương trình (1 - 3) áp dụng cho thực tế.	20
IV. Ảnh hưởng của góc β_2 đối với việc chọn hình dạng cánh quạt.	22
1. Ý nghĩa vật lý của phương trình cơ bản (1 - 3).	22
2. Chọn hình dạng cánh quạt (chọn góc β_2).	23
V. Quá trình làm việc trong phần tĩnh của bơm li tâm.	25
B. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA BƠM HƯỚNG TRỤC	26
C. ĐẶC TÍNH CỦA BƠM CÁNH QUẠT.	28
I. Tổn thất trong máy bơm và hiệu suất của máy bơm.	28
1. Tổn thất thủy lực.	28
2. Tổn thất dung tích ΔQ .	29
3. Tổn thất cơ khí ΔN_{ck} .	29
II. Đường đặc tính của máy bơm cánh quạt.	30
1. Đường đặc tính của máy bơm li tâm về theo lý thuyết.	30

2. Đường đặc tính của máy bơm hướng trục, hướng chéo.	
35	
3. Vẽ đường đặc tính của máy bơm bằng thực nghiệm.	37
Chương IV. ĐỊNH LUẬT ĐỒNG DẠNG CỦA M. BƠM VÀ ỨNG DỤNG	39
A. LUẬT ĐỒNG DẠNG VÀ CÁC CÔNG THỨC ĐỒNG DẠNG, TỶ TỐC.	39
I. Các tiêu chuẩn đồng dạng.	39
II. Thành lập các công thức đồng dạng.	40
1. Công thức đồng dạng về vận tốc.	40
2. Công thức đồng dạng về lưu lượng.	40
3. Công thức đồng dạng về cột nước.	40
4. Công thức đồng dạng về công suất.	41
III. Các công thức đồng dạng trong trường hợp đặc biệt.	41
1. Trường hợp giữ vòng quay không đổi, chỉ thay đổi kích thước máy bơm.	41
2. Trường hợp giữ nguyên kích thước máy bơm, chỉ thay đổi vòng quay.	41
3. Xác lập quan hệ giữa i_n và i_D khi cả n và D đều thay đổi.	41
4. Hiệu chỉnh hiệu suất máy bơm thật theo máy bơm giả.	42
5. Hiệu chỉnh độ dự trữ khí thực Δh và độ chân không $[H_{ck}]$ khi D và n thay đổi.	
IV. Tỷ tốc của n_s máy bơm.	42
1. Định nghĩa tỷ tốc.	42
2. Thành lập công thức tính n_s .	42
3. Ý nghĩa của tỷ tốc.	43
B. ỨNG DỤNG CỦA ĐỊNH LUẬT ĐỒNG DẠNG.	
43	
I. Vẽ lại các đường đặc tính của máy bơm khi vòng quay thay đổi	43
1. Vẽ lại đường đặc tính cột nước $H - Q$ ứng với n_1 .	44
2. Vẽ lại đường đặc tính công suất $N - Q - n_1$ với n_1 .	45
3. Vẽ lại đường đặc tính hiệu suất $\eta - Q - n_1$ ứng với n_1 .	46
II. Gọt BXCT để mở rộng phạm vi làm việc của bơm li tâm.	46
1. Các công thức đồng dạng khi gọt bánh xe công tác.	46
2. Xác định D_{2g} và vẽ lại các đường đặc tính của bơm khi gọt.	47
Chương V. KHÍ THỰC TRONG MÁY BƠM CÁNH QUẠT	49
A. HIỆN TƯỢNG KHÍ THỰC VÀ NGUYÊN NHÂN PHÁT SINH.	49
I. Hiện tượng khí thực, quá trình và nguyên nhân phát sinh khí thực.	49
II. Những yếu tố liên quan đến hiện tượng khí thực.	50
III. Những dấu hiệu của khí thực và biện pháp phòng ngừa.	51
1. Những dấu hiệu và tác hại của hiện tượng khí thực	51
2. Các biện pháp phòng ngừa hiện tượng khí thực.	52
B. ĐỘ CAO ĐẶT MÁY BƠM	52
I. Tính độ cao hút theo độ chân không cho phép $[H_{ck}]$	53

II. Tính độ cao hút theo độ dự trữ khí thực Δh	54
III. Xác định cao trình đặt máy bơm (∇dm).	55
1. Xác định cao trình đặt máy bơm theo trạng thái thiết kế.	55
2. Kiểm tra cao trình đặt máy bơm ở các chế độ làm việc khác.	56
C. THÍ NGHIỆM KHÍ THỰC	56
Chương VI. CÁC TRƯỜNG HỢP LÀM VIỆC CỦA MÁY BƠM	59
A. MÁY BƠM LÀM VIỆC CHUNG VỚI ĐƯỜNG ỐNG, ĐIỂM CÔNG TÁC	59
B. ĐIỀU CHỈNH ĐIỂM CÔNG TÁC CỦA MÁY BƠM	60
C. VÙNG LÀM VIỆC KHÔNG ỔN ĐỊNH CỦA MÁY BƠM	62
D. CÁC MÁY BƠM LÀM VIỆC GHÉP SONG SONG	64
I. Ghép song song các máy bơm làm việc chung một đường ống	64
II. Ghép song song các máy bơm làm việc chung nhiều đường ống	67
E. CÁC MÁY BƠM LÀM VIỆC GHÉP NỐI TIẾP	69
G. CÁC MÁY BƠM LÀM VIỆC TRONG MẠNG ĐƯỜNG ỐNG	72
Chương VII. CÁC LOẠI MÁY BƠM KHÁC	74
A. BƠM PITTÔNG VÀ BƠM TRỤ	74
I. Bơm pittông tác dụng đơn	75
II. Bơm pittông tác động kép	75
III. Bơm pittông sai động	76
IV. Bơm pittông cần	77
V. Bơm pittông quay	78
B. MÁY BƠM RÔTO VÀ BƠM XOÁY	78
I. Máy bơm rôto	79
1. Bơm bánh răng	80
2. Bơm trục vít	80
3. Bơm vòng nước	80
4. Bơm cánh trượt	81
II. Máy bơm xoáy	82
C. MÁY BƠM TIA	82
D. MÁY BƠM DĂNG BĂNG KHÍ NÉN	82
E. BƠM NƯỚC VA	85
Chương VIII. HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH TRẠM BƠM	88
A. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ HỆ THỐNG TRẠM BƠM	88
I. Các thành phần chính của hệ thống trạm bơm	89
II. Phân loại trạm bơm	89
III. Một số lời khuyên về việc bố trí công trình trạm bơm	89
B. TRẠM BƠM TUỔI	93
C. TRẠM BƠM TUỔI VÀ TRẠM BƠM TUỔI TIÊU KẾT HỢP	98

D. TRẠM BƠM CẤP NƯỚC NÔNG THÔN	101
I. Lấy nước từ nguồn nước mặt	102
II. Lấy nước từ nguồn nước ngầm	105
 Chương IX. CÁC THIẾT BỊ CƠ ĐIỆN CHÍNH CỦA TRẠM BƠM	107
A. THÀNH PHẦN THIẾT BỊ CHÍNH VÀ YÊU CẦU ĐỐI VỚI MÁY BƠM	107
B. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ VÀ CHỌN MÁY BƠM CHÍNH	107
I. Tính toán các cột nước	107
II. Tính toán chọn số máy bơm và lưu lượng thiết kế của máy bơm	109
III. Chọn máy bơm chính	112
C. ĐỘNG CƠ ĐIỆN KÉO MÁY BƠM VÀ CHỌN ĐỘNG CƠ ĐIỆN	117
I. Động cơ dị bộ	117
II. Động cơ đồng bộ	119
III. Các loại cơ cấu truyền động từ động cơ cho máy bơm	120
1. Khớp nối đĩa	120
2. Khớp nối thủy lực	121
3. Khớp nối điện từ	121
4. Truyền động đai truyền	122
5. Truyền động bánh răng (bộ biến tốc)	122
IV. Chọn động cơ điện cho máy bơm	123
D. MÁY BIẾN ÁP VÀ CHỌN MÁY BIẾN ÁP CHO TRẠM BƠM	125
Chương X. CÁC THIẾT BỊ PHỤ TRONG TRẠM BƠM	127
A. TRANG THIẾT BỊ CƠ KHÍ	127
I. Các loại van phẳng	127
II. Lưới chắn rác và máy dọn rác	128
III. Thiết bị nâng - vận chuyển	130
1. Palăng và cầu trục dầm treo	130
2. Cầu trục cầu trong gian máy	132
3. Cầu trục chữ môn và máy nâng trục vít	132
4. Máy nâng thủy lực và máy tời	132
IV. Các loại van trên đường ống	134
1. Van đáy và van một chiều	134
2. Van điều tiết	134
3. Van thoát không khí	136
B. HỆ THỐNG CẤP NƯỚC KỸ THUẬT	137
C. HỆ THỐNG TIÊU NƯỚC THẨM VÀ THÁO NƯỚC TRONG NHÀ MÁY	140
D. HỆ THỐNG CUNG CẤP DẦU	142
E. HỆ THỐNG KHÍ NÉN	143
F. HỆ THỐNG CHÂN KHÔNG	144

G. HỆ THỐNG CỨU HỎA	145
H. HỆ THỐNG THÔNG GIÓ	146
I. CÁC THIẾT BỊ ĐO LƯỜNG - KIỂM TRA	148
I. Thiết bị đo mực nước	149
II. Tín hiệu dòng	150
III. Máy đo lưu lượng	150
Chương XI. NHÀ MÁY CỦA TRẠM BƠM	154
A. CÁC LOẠI NHÀ MÁY BƠM	154
B. NHÀ MÁY BƠM KHỐI TĂNG	156
I. Phần dưới nước của nhà máy bơm khối tăng	159
1. Ống hút của nhà máy bơm khối tăng	159
2. Phần của lấy nước của nhà máy bơm khối tăng	160
3. Tầng dưới của nhà máy bơm khối tăng	162
II. Phần trên của nhà máy bơm khối tăng và loại buồng	165
1. Bố trí tổng thể phần trên của đầu mối nhà máy trạm bơm	165
2. Kích thước các phần trên nhà máy bơm	168
C. NHÀ MÁY BƠM KIỂU BUỒNG	171
I. Đặc điểm và cấu tạo nhà máy bơm kiểu buồng ướt	172
II. Nhà máy bơm loại buồng khô	172
III. Hình dạng và kích thước phần buồng hút của nhà máy bơm kiểu buồng	174
1. Cách bố trí mặt bằng buồng hút	175
2. Độ ngập nước trong buồng hút	175
3. Xác định chiều rộng buồng hút	178
4. Xác định chiều dài buồng hút	178
5. Xác định chiều cao buồng ướt máy bơm đặt ở tầng khô	178.
D. NHÀ MÁY BƠM KIỂU MÓNG TÁCH ĐẶT LỘ THIÊN	178
I. Đặc điểm kết cấu nhà máy bơm kiểu tách móng đặt lộ thiên	178
II. Cấu tạo móng tổ máy bơm trục ngang	182
III. Bố trí và ghép nối đường ống trong trạm bơm	184
1. Bố trí và ghép nối ống hút	184
2. Ghép nối ống đẩy trong nhà máy	185
3. Bố trí ống áp lực trong nhà máy	188
E. CÁC LOẠI NHÀ MÁY BƠM DI ĐỘNG	189
I. Trạm bơm thuyền	189
II. Trạm bơm di động trên bộ	193
Chương XII. CÔNG TRÌNH LẤY VÀ THÁO NƯỚC CỦA TRẠM BƠM	195
A. CÔNG TRÌNH LẤY NƯỚC	195

I. Công trình lấy nước sông	195
1. Công trình lấy nước bờ	197
2. Công trình lấy nước lòng sông	199
II. Công trình lấy nước từ hồ chứa	201
III. Công trình lấy nước trên kênh	201
B. CÔNG TRÌNH DẪN NƯỚC TỚI NHÀ MÁY BƠM	203
I. Đường dẫn kín	203
1. Đường dẫn tự chảy không áp	203
2. Đường ống tự chảy có áp	203
3. Đường dẫn xi phong	203
II. Đường ống dẫn hở (kênh dẫn)	204
1. Kênh không tự điều tiết	204
2. Kênh tự điều tiết	205
C. BỂ TẬP TRUNG NƯỚC NHÀ MÁY BƠM	205
D. ỐNG ĐẨY (ỐNG ÁP LỰC)	208
I. Lựa chọn tuyến đặt ống, số ống và vật liệu làm ống	208
1. Chọn tuyến đặt ống	208
2. Chọn số đường ống	208
3. Chọn vật liệu làm ống	209
II. Đường ống bê tông cốt thép	211
III. Ống đẩy bằng thép	209
IV. Ống gang và ống làm bằng chất dẻo	211
V. Xác định đường kính kinh tế của ống	213
E. CÔNG TRÌNH THÁO NƯỚC (BỂ THÁO)	213
I. Công dụng và phân loại bể tháo	215
II. Bể tháo sử dụng thiết bị đóng mở cơ khí	215
1. Các loại thiết bị cơ khí để chặn dòng nước ngược	217
2. Tính toán thủy lực bể tháo thẳng dòng	227
III. Bể tháo kiểu xi phong	220
1. Tính toán thủy lực xác định kích thước bể tháo xi phong	220
2. Các loại van phá chân không và nguyên lý làm việc	221
IV. Bể tháo có tường tràn	225
Chương XIII. NỘI DUNG TÍNH TOÁN KINH TẾ - KỸ THUẬT, NHỮNG CHỈ TIÊU KINH TẾ. NHỮNG V.Đ. KHAI THÁC T. BƠM	229
A. CÁC QUY TẮC CHUNG	229
B. CHI PHÍ QUY ĐỔI, ĐẦU TƯ VÀ CHI PHÍ VẬN HÀNH NĂM	229
I. Chi phí quy đổi	229
II. Vốn đầu tư và chi phí vận hành năm	230
C. XÁC ĐỊNH ĐƯỜNG KÍNH KINH TẾ ỐNG	231

D. CHỌN VỊ TRÍ ĐẶT NHÀ MÁY BƠM	233
E. TÍNH TOÁN THỦY NĂNG CÔNG TRÌNH	233
G. CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ - KỸ THUẬT	235
H. NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ TỔ CHỨC VẬN HÀNH TRẠM	235
I. Cơ cấu tổ chức phục vụ khai thác	236
II. Công tác sửa chữa	236
III. Công tác vận hành trạm bơm	237
TÀI LIỆU THAM KHẢO	239
MỤC LỤC	240