

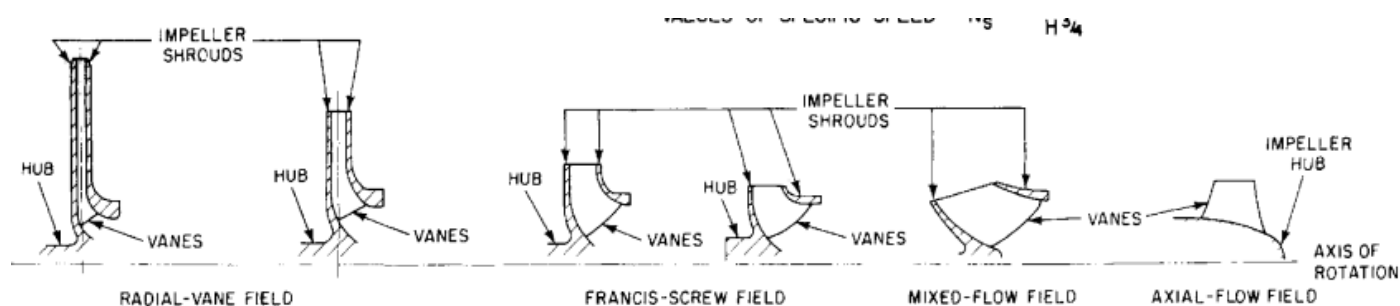
MỤC LỤC

3. BƠM CÁNH DẪN.....	2
3.1. Cấu tạo – phân loại	2
3.1.1. Khái niệm – phân loại	2
3.1.2. Bơm ly tâm	3
3.1.3. Bơm hướng trục.....	6
3.1.4. Bơm hỗn hợp:	7
3.1.5. Phạm vi sử dụng	8
3.2. Lý thuyết cơ bản	8
3.2.1. Phương trình cơ bản của bơm ly tâm:	8
3.2.2. Ảnh hưởng của kết cấu cánh dẫn đến cột áp của bơm ly tâm	10
3.2.3. Lưu lượng bơm ly tâm:.....	11
3.2.4. Phương trình cơ bản của bơm hướng trục	12
3.2.5. Lưu lượng bơm hướng trục	13
3.3. Chọn bơm	13
3.3.1. Đường đặc tính bơm.....	13
3.3.2. Chọn bơm	16
3.4. Luật tương tự:	17
3.5. Các điểm cần chú ý trong sử dụng bơm cánh dẫn.....	18
3.6. Các kiểu cấu bơm:	19
3.7. Bài tập:.....	20

3. BƠM CÁNH DẪN

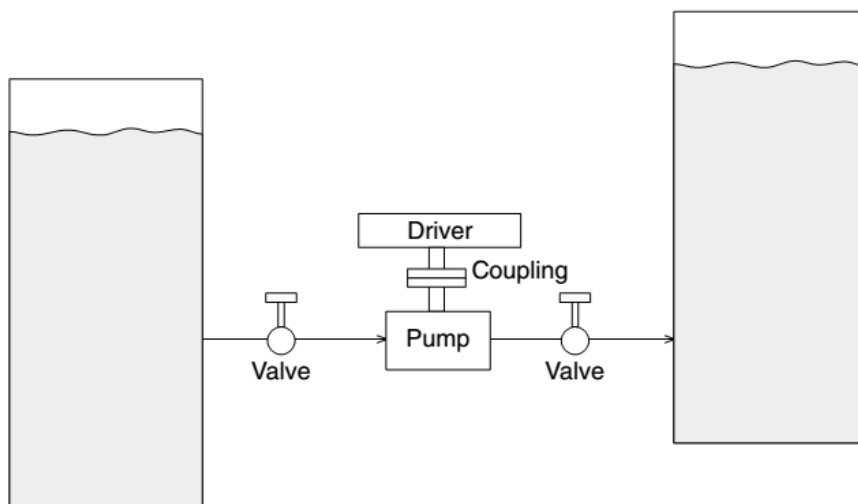
3.1. Cấu tạo – phân loại

3.1.1. Khái niệm – phân loại



Một hệ thống bơm bao gồm ba phần chính: *Supply side – Pump – Delivery side*.

Bơm trong hệ thống có thể được lắp đặt theo các sơ đồ như hình 3.1.



Hình 3.1. Bơm trong hệ thống

Bơm cánh dẫn là loại bơm được dùng phổ biến nhất trong thực tế sản xuất và đời sống, đồng thời nó được nghiên cứu kỹ và có công nghệ chế tạo hoàn chỉnh nhất trong tất cả các loại máy bơm. Bơm cánh dẫn luôn có gắn các cánh vào bánh công tác, do đó nó được gọi là bơm cánh dẫn. Mặt khác, nó tạo nên dòng chảy liên tục

cho chất lỏng nên còn gọi là bơm liên tục. Bơm cánh dẫn được chia thành ba loại: Bơm ly tâm (Centrifugal pump); Bơm hướng trục (Axial pump) và hỗn hợp (chéo trục) (Mixed flow pump), theo chiều chuyển động của chất lỏng trong lòng bơm.

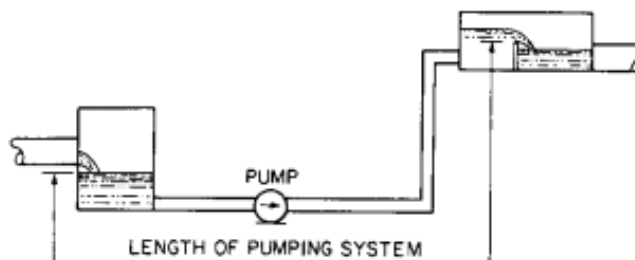


FIGURE 1 Length of system controlled by pump

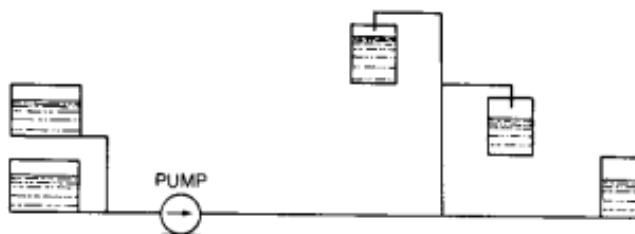


FIGURE 2 Branch-line pumping system

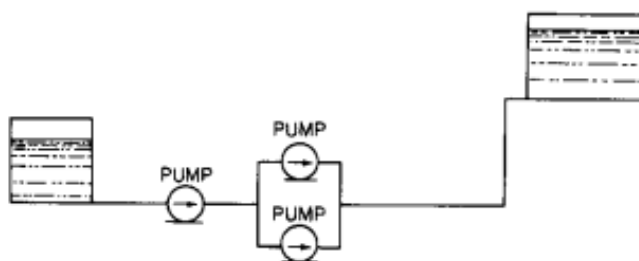


FIGURE 3 Pumps in series and in parallel

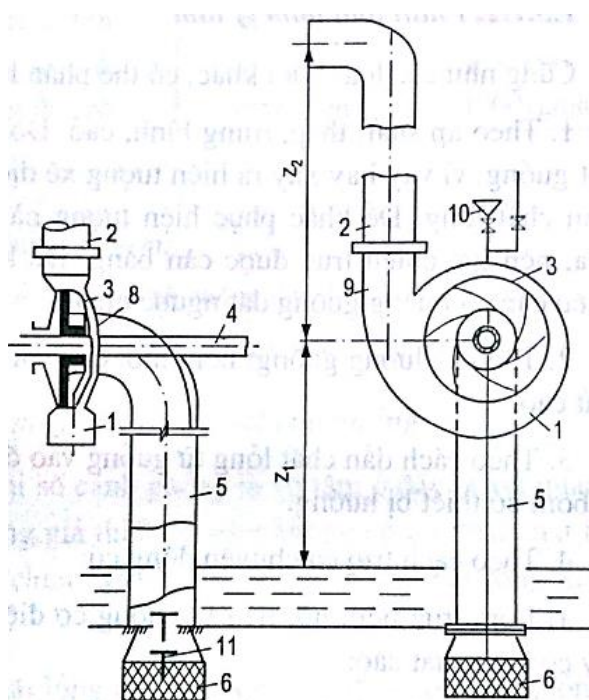
Hình 3.2. Hệ thống bơm

3.1.2. Bơm ly tâm

Bơm ly tâm có kết cấu theo sơ đồ hình 3.2.

Trước khi bơm chạy cần mồi nước qua ống 10, vì vậy nếu bơm đặt cao hơn mức chất lỏng thì phải có bộ phận tiếp nhận, gồm xupap tiếp nhận và lưới tiếp nhận. Trục

quay làm quay guồng có các cánh gây ra lực ly tâm làm chuyển động chất lỏng về phía đuôi guồng và tập trung lại theo rãnh xoắn ốc xung quanh vỏ. Tiết diện của rãnh xoắn ốc thay đổi nhưng vận tốc chất lỏng không đổi, vì chất lỏng luôn bổ sung vào rãnh. Như vậy, miệng hút của guồng động là chân không, nên dưới tác dụng của áp suất tại bề hút, chất lỏng sẽ đi vào bơm. Ở một số bơm người ta còn làm thêm thiết bị dẫn hướng để chất lỏng vào rãnh xoắn nhẹ nhàng hơn, giảm va đập và tăng thêm áp suất cho bơm. Bộ phận dẫn hướng có cấu tạo giống như guồng động nhưng các cánh đặt theo hướng ngược lại.



1. Vỏ bơm
2. Ống đẩy
3. Guồng động
4. Trục
5. Ống hút
6. Lưới tiếp nhận
7. Cánh dẫn
8. Miệng hút
9. Miệng đẩy
10. Ống môi
11. Xupap tiếp nhận

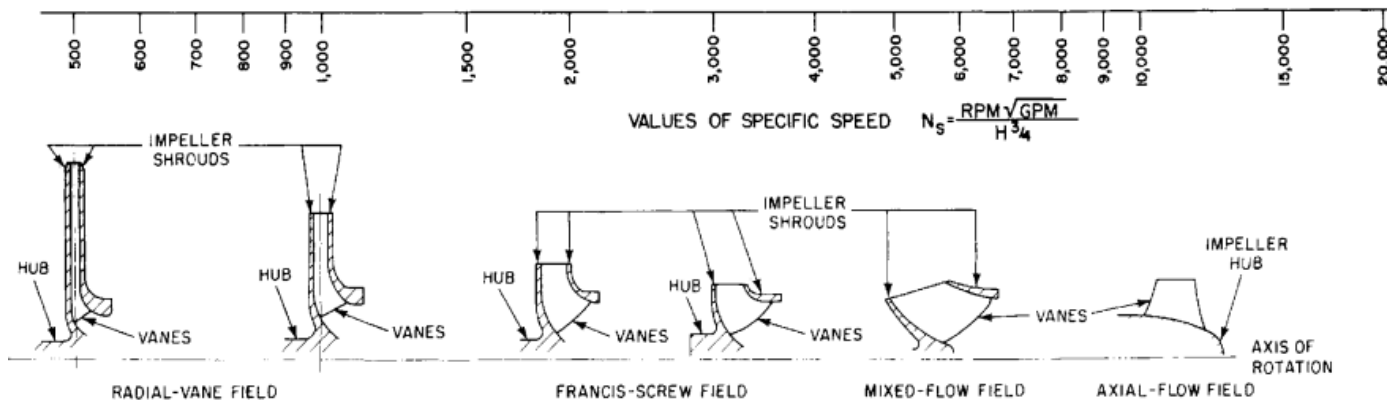
Hình 3.3. Sơ đồ kết cấu bơm ly tâm

Bơm ly tâm được phân loại theo nhiều cách:

+ Theo cột áp của máy bơm:

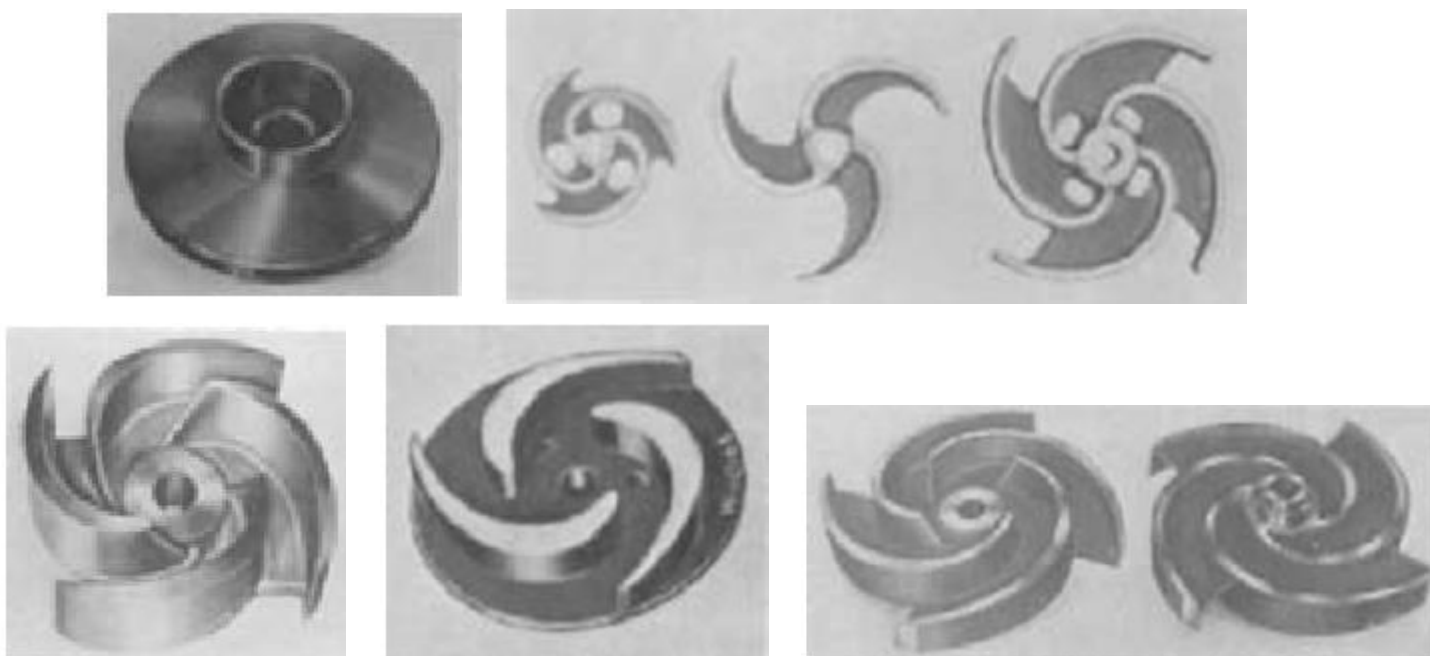
- Cột áp thấp: $H < 20 \text{ mH}_2\text{O}$.
- Cột áp trung bình: $H = (20 - 60) \text{ mH}_2\text{O}$.
- Cột áp cao: $H > 60 \text{ mH}_2\text{O}$.

- + Theo số bánh công tác lắp trong bơm:
 - Bơm 1 cấp (1 bánh công tác).
 - Bơm nhiều cấp: gồm nhiều bánh công tác lắp nối tiếp nhau để tạo ra cột áp lớn hơn.
- + Theo cách dẫn chất lỏng vào bánh công tác:
 - Bơm 1 miệng hút
 - Bơm 2 miệng hút
- + Theo cách truyền chuyển động có:
 - Bơm trực tiếp
 - Bơm có cơ cấu truyền chuyển động.
- + Theo vị trí trục có: thẳng đứng, nằm ngang
- + Theo hệ số cao tốc n_s (vòng/phút) có: vận tốc chậm $n_s = 40 - 80$; vận tốc vừa $n_s = 80 - 150$; lớn $n_s = 150 - 300$; chéo: $n_s = 300 - 600$ vòng/phút và hướng trục: $n_s = 500 - 1200$.



Hình 3.4. Phân loại bơm theo hệ số cao tốc

- Dùng để đáp ứng các yêu cầu khác nhau bơm ly tâm có nhiều dạng cánh, bánh công tác:

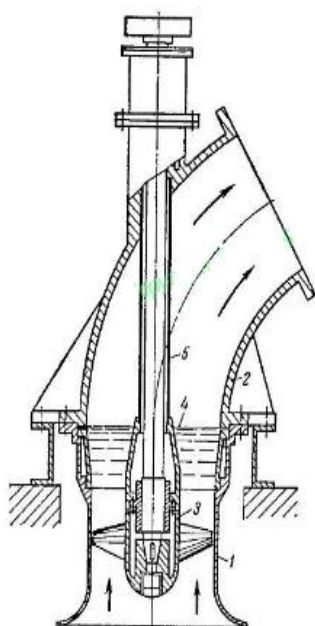


Hình 3.5. Các dạng bánh công tác của bơm

3.1.3. Bơm hướng trục

Sơ đồ kết cấu bơm hướng trục như hình 3.6.

Kết cấu bơm hướng trục đơn giản và chắc chắn. Nó gồm các phần động và phần tĩnh. Phần động gồm bánh công tác gắn liền với trục. Bánh công tác hình khối trụ có gắn các cánh dẫn mặt cong phân bố đều xung quanh. Thường số cánh dẫn của bánh công tác từ 3 – 6 cánh. Phần tĩnh là vỏ bơm có dạng hình trụ rỗng, phía trong có các cánh dẫn hướng và bộ phận đỡ trục. Phía trên bộ phận dẫn hướng thân bơm uốn cong để tiện bố trí các bộ phận dẫn động trục bơm.



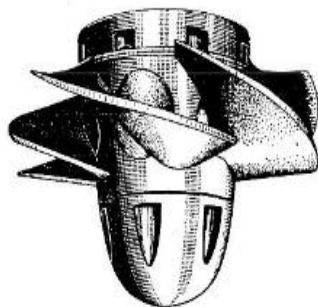
1. Miệng hút; 2. Thân bơm; 3. Bánh công tác; 4. Mức chất lỏng; 5. Trục

Hình 3.6. Nguyên lý cấu tạo bơm hướng trục

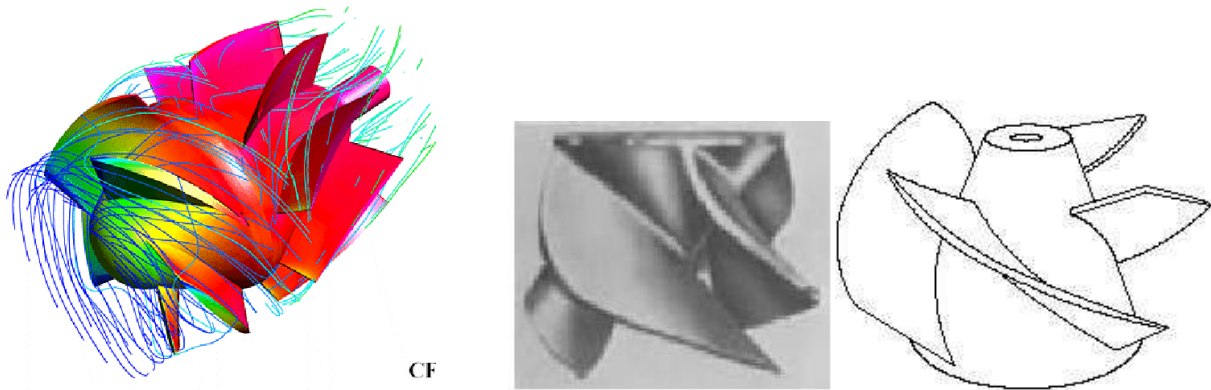
Trục của bơm được nối trực tiếp với động cơ. Khi bơm làm việc, bánh công tác quay trong môi trường chất lỏng và do đó các cánh dẫn mặt cong dạng công xôn (cong theo không gian ba chiều) nên chất lỏng được hút vào bơm và di chuyển theo phương song song với trục với lưu lượng lớn.

3.1.4. Bơm hỗn hợp:

Kết hợp ưu điểm của bơm ly tâm và bơm hướng trục. Lưu chất đi vào như bơm hướng trục, được roto ly tâm ra vỏ và theo các vỏ thoát ra ngoài.



Hình 3.7. Bánh công tác bơm hướng trục



Hình 3.8. Bơm hỗn hợp

3.1.5. Phạm vi sử dụng

- Bơm ly tâm sử dụng rộng rãi trong công nghiệp và đời sống hàng ngày vì có ưu điểm: chạy êm, lưu lượng điều hòa, vận tốc quay lớn, nối trực tiếp với động cơ điện, loại bỏ cơ cấu biên tay quay, xupap, bầu khí,... nên móng nhẹ không chiếm nhiều diện tích; có thể điều chỉnh rộng rãi, rẽ tiền, vận hành đơn giản, cấu tạo không phức tạp, có thể bơm chất lỏng đặc, hiệu suất cao,... Nhưng nó vẫn còn các nhược điểm như: phải có bộ phận môi nước, không nên tạo ra áp suất quá 7 at, hiệu suất của bơm có công suất nhỏ không lớn lắm, năng suất phụ thuộc vào chiều cao H,...
- Bơm hướng trục dùng khi cần lưu lượng lớn mà áp suất lại thấp. Loại này rất gọn chắc nhưng chiều cao hút chỉ tới 2 m vì rất nhạy cảm với hiện tượng xâm thực do lưu lượng lớn. Thông thường người ta đặt guồng bơm hướng trục ở dưới mực chất lỏng được vận chuyển.

3.2. Lý thuyết cơ bản

3.2.1. Phương trình cơ bản của bơm ly tâm:

$$H_{l\infty} = \frac{H_2 C_{u2} - H_1 C_{u1}}{g} \quad (1)$$

Trong các bơm ly tâm hiện đại, đa số các bánh công tác có các kết cấu lõi vào hoặc bộ phận dẫn hướng vào sao cho dòng chất lỏng của lõi vào của máng dẫn chuyển động theo hướng kính, nghĩa là: $\vec{c}_1 \perp \vec{u}_1$; Phương trình trên trở thành:

$$H_{l\infty} = \frac{H_2 c_{2u}}{g} \quad (2)$$

- Cột áp thực tế: Các phương trình cơ bản của bơm ly tâm (1) được lập nên từ các điều kiện giả tuyệt:
 - Cánh dẫn nhiều vô cùng và mỏng vô cùng. Với giả thuyết thứ nhất, ta có vận tốc phân bố đều trên các mặt cắt của dòng chảy qua các máng dẫn.
 - Chất lỏng lý tưởng (không nhớt). Với giả thuyết thứ hai, ta bỏ qua vận tốc của dòng chảy trong các máng dầu

Vì thế nên cột áp của bơm tính theo phương trình cơ bản (1) hoặc (2) gọi là cột áp lý thuyết ứng với số cánh dẫn nhiều vô cùng. Vì thế nên cột áp của bơm tính theo phương trình cơ bản (1) hoặc (2) gọi là cột áp lý thuyết ứng với số cánh dẫn nhiều vô cùng.

Trong thực tế cánh dẫn có chiều dày nhất định (2 – 20 mm) và số cánh dẫn có hạn (6 – 12) gây nên sự phân bố vận tốc không đều trên các mặt cắt của dòng chảy tạo nên các dòng chuyển động xoáy, dòng quẩn trong các máng dẫn. Mặt khác chất lỏng làm việc thực tế có độ nhớt nhất định, gây nên tổn thất trong dòng chảy. Cột áp thực tế được tính theo công thức:

$$H = \varepsilon_z \eta_H H_{l\infty}$$

Trong tính toán gần đúng có thể sử dụng công thức:

$$H = \psi \cdot \frac{u_2^2}{2g}$$

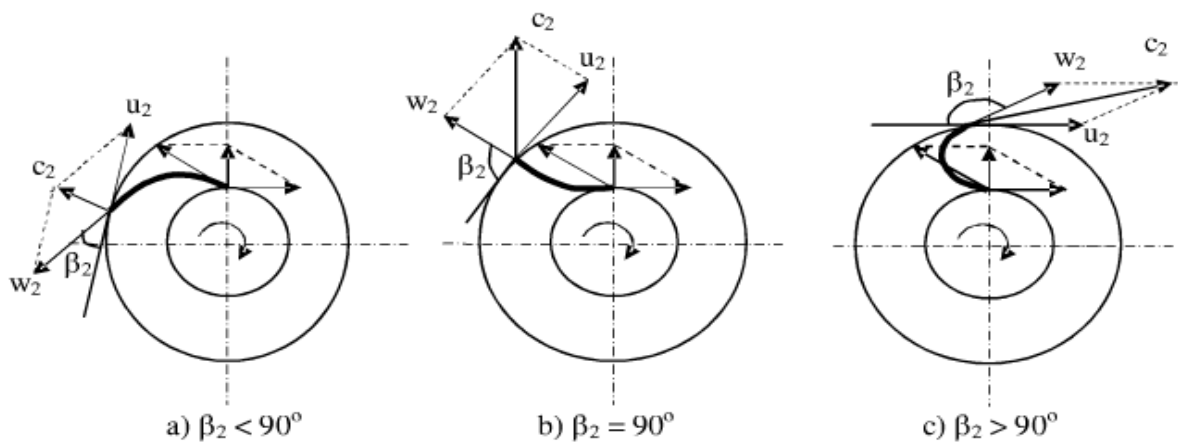
- Ta nhận thấy cột áp của bơm ly tâm phụ thuộc vào:
 - + Đường kính ngoài của bánh công tác (D_2).
 - + Số vòng quay của trục bơm (n).

+ Thành phần vận tốc c_{2u} trong tam giác vận tốc ở lối ra của bánh công tác. Với lưu lượng và số vòng quay nhất định của bánh công tác thì c_2 chủ yếu phụ thuộc vào góc ra của cánh dẫn β_2 .

- Trong thực tế kỹ thuật, khả năng các đại lượng này có hạn. Số vòng quay của bánh công tác bị hạn chế bởi khả năng chống xâm thực của bơm. Đường kính ngoài của bánh công tác và trị số thành phần vận tốc cũng không được quá ngắn.

- Qua phương trình cơ bản của bơm ly tâm, ta còn nhận thấy muốn có cột áp có lợi nhất thì bánh công tác phải có số cánh dẫn phù hợp và góc độ kết cấu cánh dẫn hợp lý.

3.2.2. Ảnh hưởng của kết cấu cánh dẫn đến cột áp của bơm ly tâm



Hình 3.9. Các cách bố trí cánh dẫn

+ $\beta_2 < 90^\circ$ cánh dẫn cong về phía sau, thường để bơm chất lỏng như nước, dầu.

+ $\beta_2 = 0$ cánh dẫn hướng kính

+ $\beta_2 > 90^\circ$ cánh dẫn cong về phía trước, thường gặp ở quạt và máy nén dùng cho chất khí.

- Ảnh hưởng của góc β_1 :

Là góc bố trí của cánh dẫn và cũng là góc biểu thị phương của vận tốc tương đối ở lối vào của bánh công tác. Trường hợp có lợi nhất về cột áp của bơm khi tam giác vận tốc ở lối vào là tam giác vuông, khi đó góc β_1 chỉ phụ thuộc vào u_1 và c_1 .

Góc β_1 không ảnh hưởng trực tiếp đến cột áp của bơm. Nhưng nếu trị số không thích hợp thì sẽ gây va đập dòng chảy với cánh dẫn ở lõi vào bánh công tác, ảnh hưởng xấu đến hiệu suất, cột áp của bơm.

- Ảnh hưởng của góc β_2 :

Là góc bố trí cánh dẫn và cũng là góc hiển thị phương trình của vận tốc ở lõi ra của bánh công tác. Lý thuyết và thực nghiệm chứng tỏ rằng trị số của góc β_2 có ảnh hưởng trực tiếp tới phương và trị số các thành phần vận tốc của dòng chất lỏng trong các máng dẫn. Do đó ảnh hưởng quyết định tới cột áp toàn phần và cột áp thành phần của bơm.

Góc β_2 đặc biệt có ý nghĩa quan trọng. Cần chọn góc hợp lý để bơm có thể làm việc với hiệu suất cao và đáp ứng được các yêu cầu cụ thể.

3.2.3. Lưu lượng bơm ly tâm:

Công thức tính: $Q_1 = c_m \pi D b$

Lưu lượng qua bánh công tác xem như lưu lượng lý thuyết (Q_1) của bơm. Lưu lượng thực tế (Q) qua ống đẩy nhỏ hơn Q_1 ($Q < Q_1$), vì không phải tất cả chất lỏng sau khi ra khỏi bánh công tác đều đi vào ống đẩy mà có một phần nhỏ ΔQ trở về lõi vào bánh công tác hoặc rò rỉ ra ngoài qua các khe hở của các bộ phận lót kín “A” và “B”.

Vậy: $Q_1 = Q + \Delta Q$

Để đánh giá tổn thất lưu lượng của bơm, người ta dùng hiệu suất lưu lượng:

$$\eta_Q = \frac{Q}{Q_1} = \frac{Q}{Q + \Delta Q}$$

$\eta_Q < 1$ phụ thuộc vào kết cấu và chất lượng làm việc của các bộ phận lót kín. Thông thường đối với bơm ly tâm $\eta_Q = 0,95 - 0,98$. Bơm có lưu lượng càng lớn thì η_Q càng cao.

3.2.4. Phương trình cơ bản của bơm hướng trục

$$H_{l\infty} = \frac{uc_{2u}}{g} \text{ hay } H_{l\infty} = \frac{w_1^2 - w_2^2}{2g} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g}$$

Cột áp của bơm hướng trục tạo nên do sự chênh lệch về trị số của các thành phần vận tốc tương đối và tuyệt đối ở lối ra và lối vào của bánh công tác.

- Cột áp của bơm hướng trục không có thành phần do lực ly tâm tham dự nên có những đặc điểm sau:

- Cột áp của bơm hướng trục không thể lớn hơn cột áp của bơm hướng tâm
- Cột áp tĩnh của bơm hướng trục chỉ đo mở rộng các máng dẫn của bánh công tác nên ($w_1 > w_2$).

$$H_{l\infty} = \frac{w_1^2 - w_2^2}{2g}$$

- Dòng chất lỏng qua bánh công tác bơm hướng trục được cân bằng thì cánh dẫn phải có kết cấu sao cho cột áp của mỗi dòng nguyên tố dòng chất lỏng được tạo nên bởi cánh dẫn ở mọi vị trí phải như nhau, nghĩa là:

$$H_{l\infty} = \frac{uc_{2u}}{g} = \text{const}$$

$$\text{Vậy } H_{l\infty} = \frac{\pi n c_m}{30g} R(\cot \beta_1 - \cot \beta_2)$$

- Bánh công tác bơm hướng trục chỉ tạo được cột áp khi các góc ra lớn hơn các góc vào tức là mặt cánh dẫn không thể là mặt phẳng mà là mặt cong. Trị số các góc càng khác nhau nhiều thì độ căng của mặt cánh dẫn càng lớn. Nếu hai bơm hướng trục có cột áp như nhau, bơm nào có số vòng quay làm việc lớn hơn, thì bánh công tác bơm có độ cong ít hơn. Điều kiện đảm bảo khi:

$$R(\cot \beta_1 - \cot \beta_2) = \text{const}$$

3.2.5. Lưu lượng bơm hướng trục

Xác định theo công thức: $Q = c_m F$

F là diện tích mặt cắt lõi ra, xác định theo công thức: $F = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$

Vậy: $Q = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)c_m$

3.3. Chọn bơm

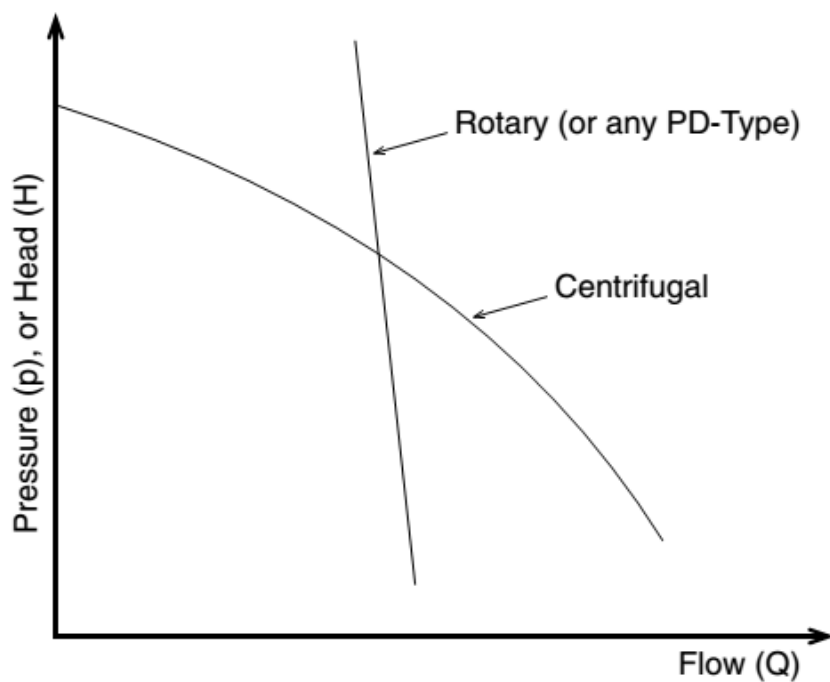
3.3.1. Đường đặc tính bơm

- ❖ Các quan hệ: $H = f_1(Q)$; $N = f_2(Q)$; $h = f_3(Q)$ biểu thị đặc tính làm việc của bơm:

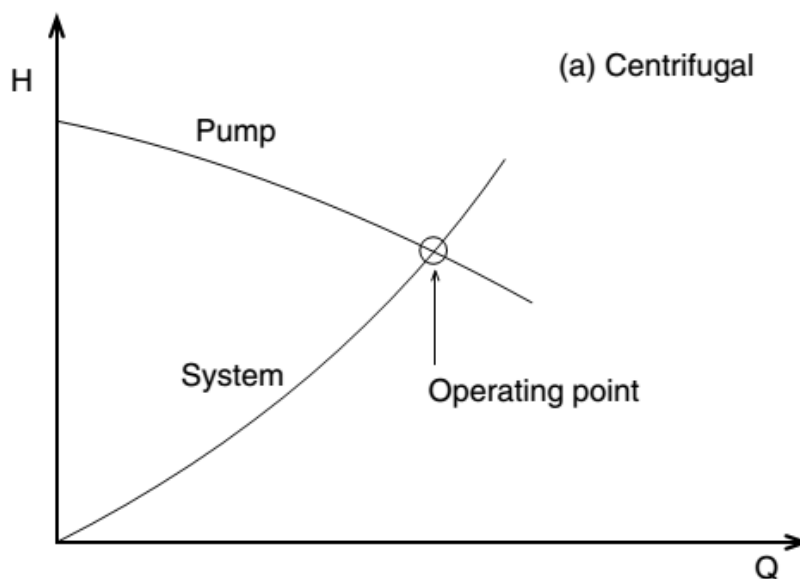
Biểu diễn dưới dạng phương trình gọi là phương trình đặc tính; biểu diễn dưới dạng đồ thị là **đường đặc tính**.

- ❖ Các đường đặc tính xây dựng từ tính toán gọi là đường đặc tính tính toán. Nếu xây dựng từ thực đo gọi là đường đặc tính thực nghiệm.
- ❖ Đường đặc tính $H = f_1(Q)$ là đường đặc tính quan trọng nhất gọi là đường đặc tính cơ bản.

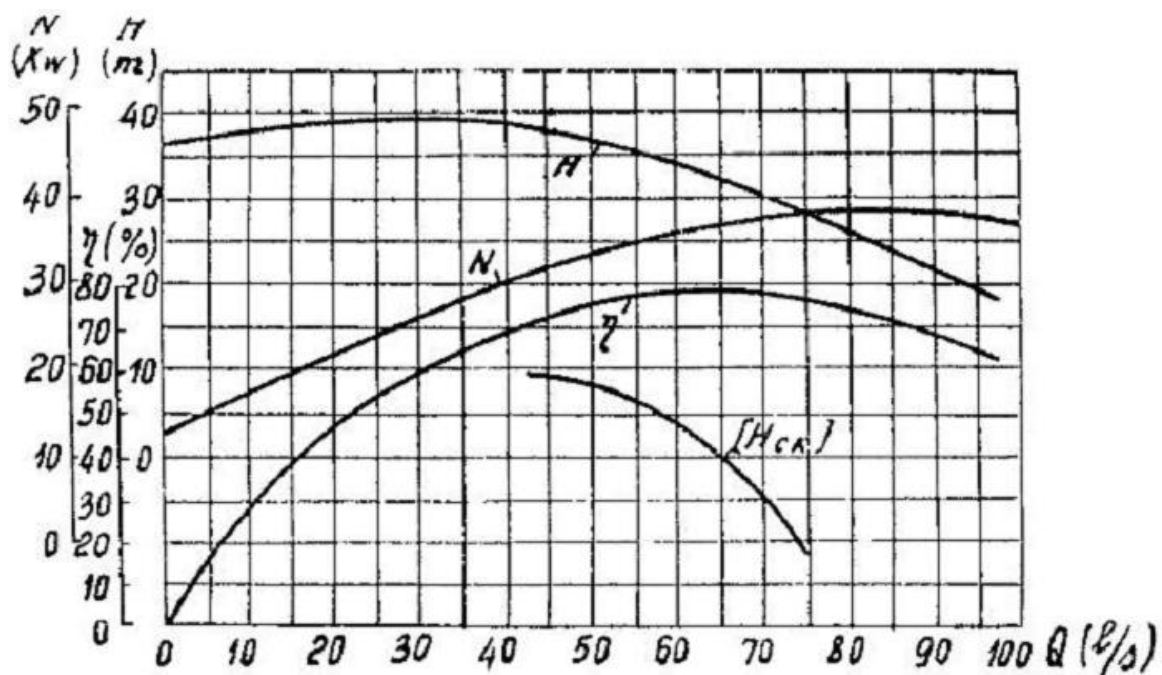
 $n = \text{const}$: gọi là đường đặc tính làm việc.
 $n \neq \text{const}$: gọi là đường đặc tính tổng hợp.
- ❖ Công dụng của đường đặc tính: biết được 1 cách tổng quát các đặc tính làm việc của bơm, cho phép ta mở rộng phạm vi làm việc và sử dụng hợp lý các chế độ làm việc khác nhau của bơm.



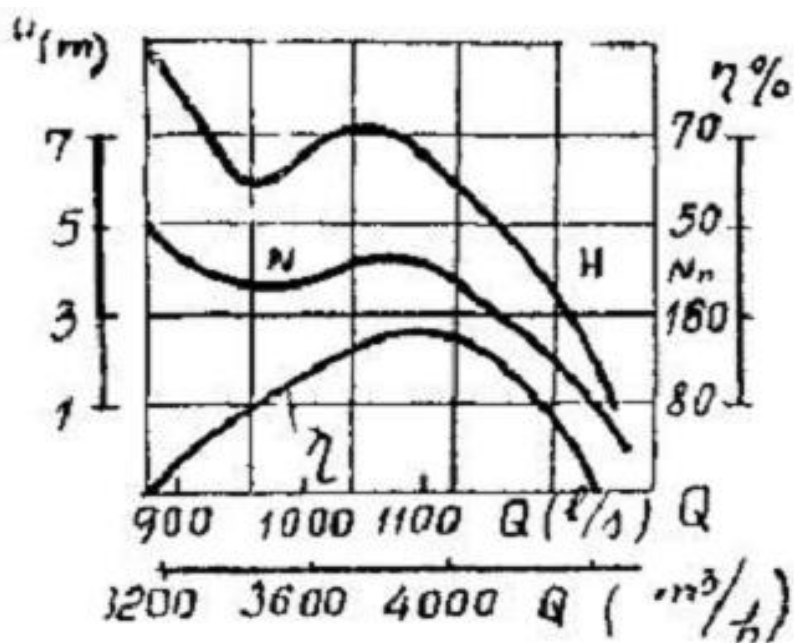
Hình 3.10. Pump Curve



Hình 3.11. System curve



Hình 3.12. Đường đặc tính thực nghiệm của bơm ly tâm



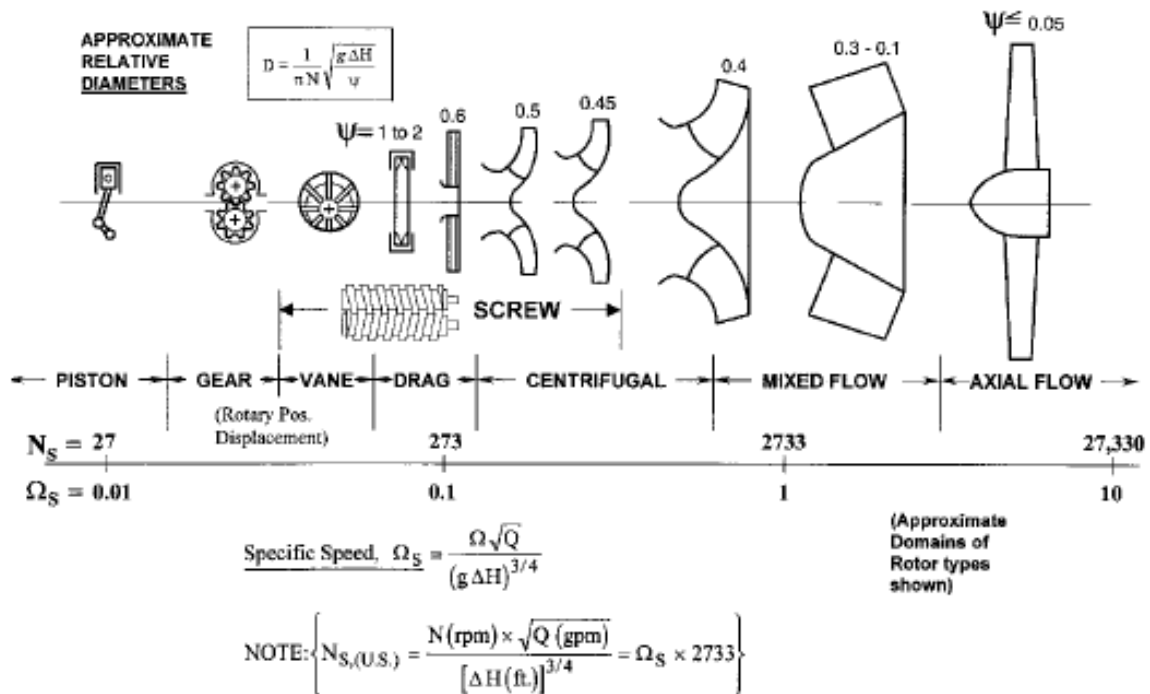
Hình 3.13. Đường đặc tính thực nghiệm của bơm hướng trục.

3.3.2. Chọn bơm

- Dựa vào tính chất của chất lỏng: lưu ý độ nhớt, tạp chất
- Dựa vào hệ số quay nhanh n_s
 - Trong đó $Q = \text{m}^3/\text{s}$, $n = \text{rpm}$, $H = \text{mH}_2\text{O}$
- Và một số yêu cầu khác:
 - Nhỏ gọn, ít ồn, chi phí đầu tư và vận hành, bảo dưỡng
 - Có công dụng riêng: định lượng, đo đếm..
 - Dựa vào đường đặc tính của bơm và đặc tính hệ thống.
 - Tránh chọn bơm quá lớn.

Bơm cánh dẫn chủ yếu dùng cho bơm nước, một số hỗn hợp có độ nhớt thấp

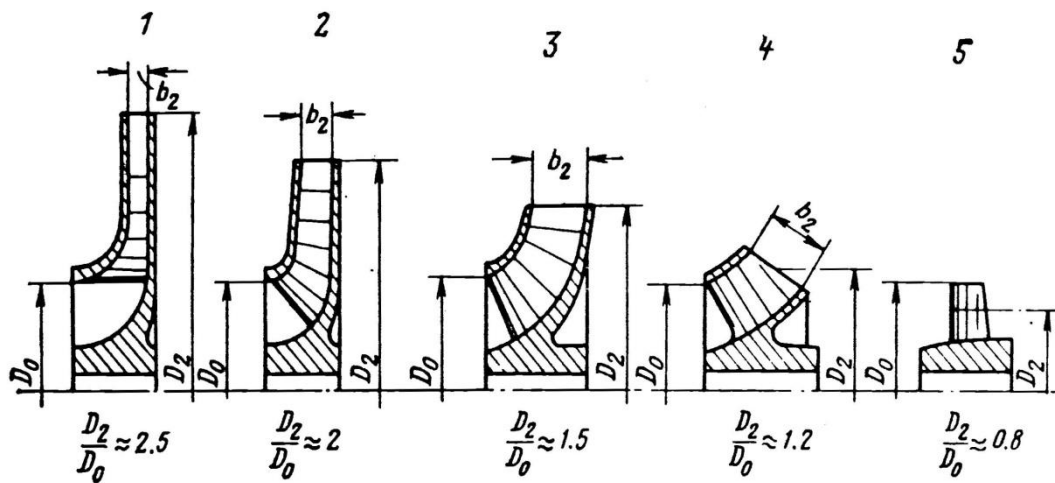
Chọn bơm thể tích hay bơm cánh dẫn?



Chọn bơm ly tâm, hướng trục hay hỗn hợp?

$$N_s = \frac{3,65nQ^{1/2}}{H^{3/4}}$$

$N_s < 500$:	thể tích
$N_s = 500 \div 4000$:	ly tâm
$N_s = 2000 \div 8000$:	mixed flow
$N_s = 7000 \div 20\,000$:	hướng trục



- 1- Cánh ly tâm với $N_s = 40-80$,
- 2- Cánh ly tâm với $N_s = 80-150$,
- 3- Cánh dạng Fracis với $N_s = 150-300$,
- 4- Cánh dạng hỗn hợp với $N_s = 300-600$,
- 5- Cánh dạng hướng trục với $N_s = 600-1200$

3.4. Các quy luật đồng dạng:

- Đồng dạng lưu lượng:

$$\frac{Q_M}{Q_N} = \frac{n_M}{n_N} * \left(\frac{D_M}{D_N} \right)^3$$

- Đồng dạng cột áp:

$$\frac{H_M}{H_N} = \left(\frac{n_M}{n_N} \right)^2 * \left(\frac{D_M}{D_N} \right)^2$$

- Đồng dạng công suất:

$$\frac{N_M}{N_N} = \left(\frac{n_M}{n_N} \right)^3 * \left(\frac{D_M}{D_N} \right)^5$$

3.5. Các điểm cần chú ý trong sử dụng bơm cánh dẫn

- ✘ Chọn bơm đúng yêu cầu kỹ thuật, dựa vào đường đặc tính của hệ thống và của bơm, chú ý đường đặc tính cơ bản (H – Q)
- ✘ Các thiết bị và đồng hồ đo áp suất, đo chân không, đo điện nên có đầy đủ.
- ✘ Trước khi bơm làm việc, phải môi bơm.
- Tạo chân không trong bơm và ống hút bằng bơm chân không hoặc bơm phun tia.
- Cho chất lỏng trên bề mặt chứa chảy về bơm và ống hút qua ống đẩy hoặc một đường ống phụ.
- Dùng ống cao su dẫn nước máy vào môi bơm.
- ✘ Trước khi khởi động bơm cần kiểm tra dầu mỡ trong bơm và động cơ, các mối ghép bulông,...
- ✘ Khi khởi động bơm, cho động cơ quay ổn định rồi mở từ từ khóa ống đẩy.
- ✘ Trong khi bơm làm việc, cần theo dõi đồng hồ đo, chú ý nghe tiếng máy để kịp thời phát hiện những biểu hiện bất thường và xử lý kịp thời.
- ✘ Khi chuẩn bị tắt máy, làm thứ tự động tác ngược với khi cho máy chạy: đóng van ở ống đẩy trước, tắt máy sau.
- ✘ Khi bơm làm việc chất lỏng không lên hoặc lên ít, cần dừng máy và kiểm tra lại:
- Các van hoặc khóa ở ống đẩy và ống hút.

- Lưới chắn có rác bị lắp kín hoặc miệng ống hút không ở đúng độ sâu
- Bánh công tác qua ngược (bơm điện hay đấu dây ngược pha).

3.6. Các kiểu cấu bơm:

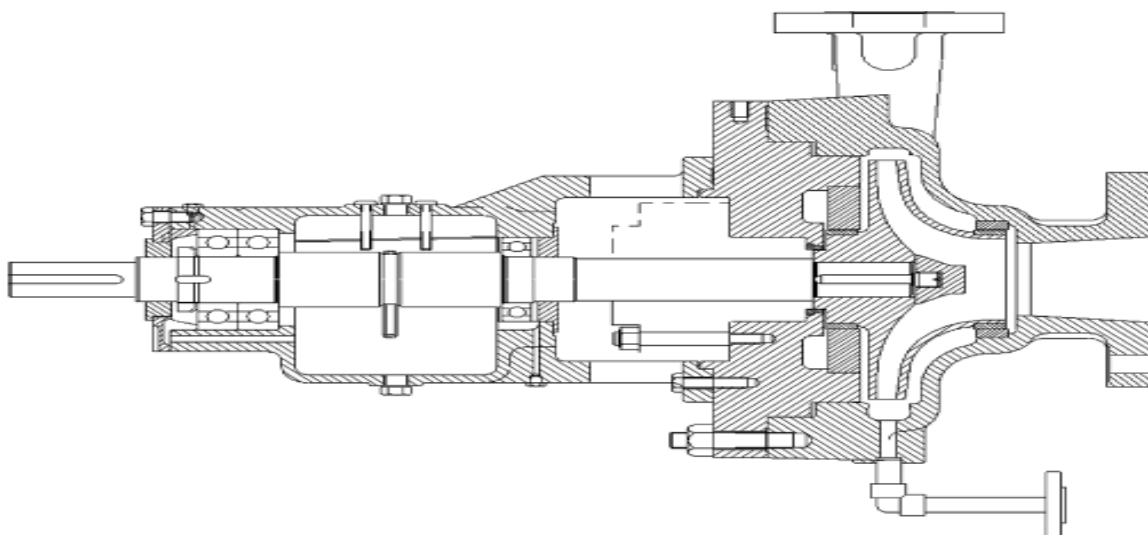
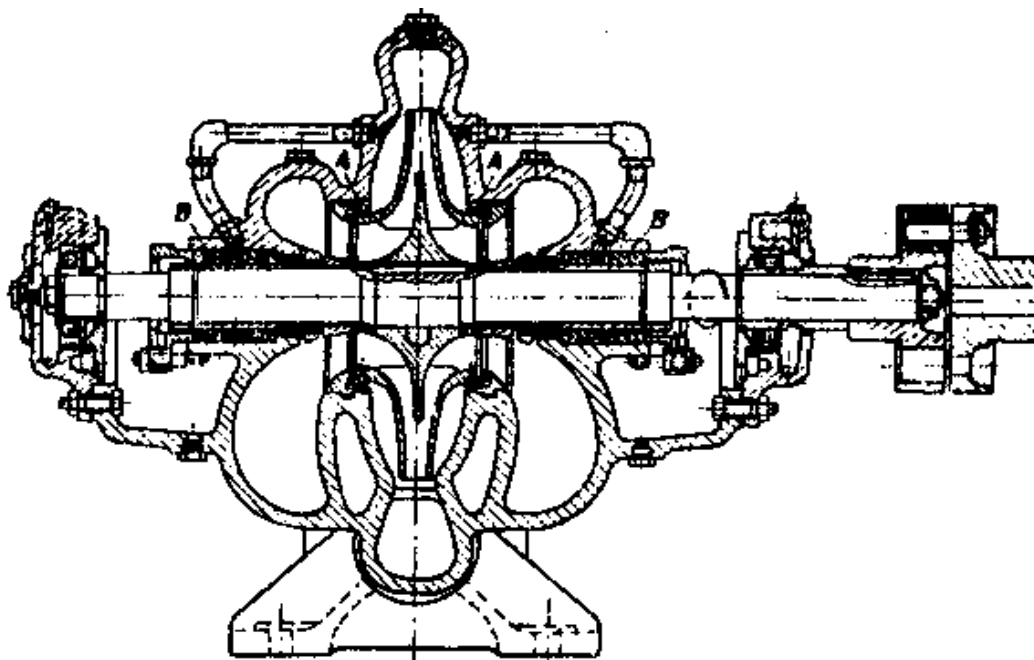
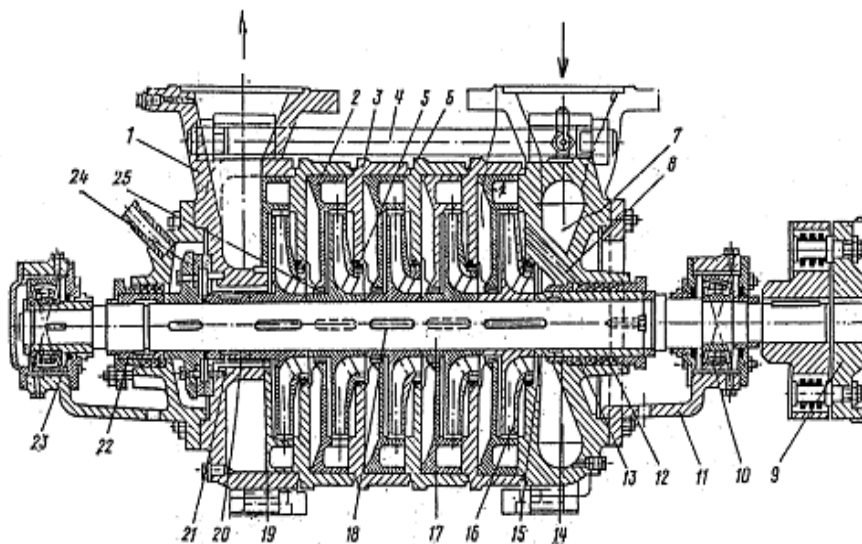


FIGURE 1 Overhung impeller pump and pumping element

Hình 3.14. Bơm ly tâm một cấp



Hình 3.15. Bơm ly tâm hai miệng hút



Hình 3.16. Bơm ly tâm nhiều cấp.

3.7. Bài tập:

BT01: Đọc TL1. L.X. Hòa – N.T.B. Ngọc. Chương 3. Bơm cánh dẫn trang 30 – 91. Đặt 03 câu hỏi, kèm trả lời gợi ý.

BT02: Làm các bài tập sau

BT02.1. Một bơm ly tâm có đường kính ngoài $D_2 = 300 \text{ mm}$, $n = 1450 \text{ v/ph}$, lưu lượng $Q = 1266 \text{ m}^3/\text{h}$ và cột áp $H = 31 \text{ m}$.

Để tăng lưu lượng và cột áp, tăng đường kính ngoài $D_2' = 1,5D_2$ và tăng số vòng quay $n' = 1,5 n$.

1. Tính các thông số lưu lượng Q' , cột áp H' và công suất trên trục N' , biết hiệu suất của bơm $\eta = 83\%$.

2. Không thay đổi đường kính ngoài, ta thay đổi số vòng quay n sao cho công suất của máy chỉ bằng $\frac{1}{2}$ công suất ban đầu.

BT02.2. Bơm hướng trục có lưu lượng $Q = 1300 \text{ m}^3$, $n = 580 \text{ v/ph}$.

1. Xác định đường kính ngoài, đường kính bầu của bơm, biết vận tốc thành phần $c_m = 3,28 \text{ m/s}$; tỷ số $d_b/D = 0,5$.

2. Xác định cột nước thực và công suất của bơm, biết góc $\alpha_1 = 90^\circ$; $\beta_2 = 23^\circ 40'$ của dòng nguyên tố trung bình $D_{tb} = (D + d_b)/2$; $\eta = 84\%$; $\eta_{CK} = 97,6\%$.

BT03. Tìm trên Internet với các từ khóa, mỗi từ 2 tài liệu: Viết lại theo dạng tài liệu tham khảo.

Piston pump

Gear pump

Vane pump

Screw pump

3.8. Tiểu luận

Sinh viên thực hiện các nội dung sau theo nhóm, và sẽ báo cáo theo kế hoạch đã lên.

- Khái niệm phân loại, phạm vi sử dụng các loại bơm.
- Cấu tạo nguyên lý hoạt động các loại bơm (Cấu tạo: khuyến khích vẽ lại các hình).
- Các thông số hình học, đặc tính của bơm.
- BEP, POP?
- Cách tính và chọn bơm trong hệ thống.
- Các phương pháp lắp đặt vận hành, điều chỉnh bơm, phương pháp điều chỉnh

Q.

- Các phương pháp khảo nghiệm bơm.