

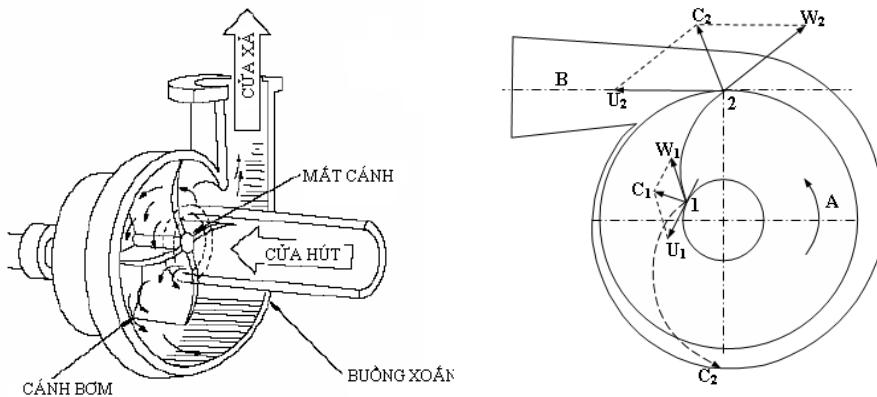
Chương 2

MÁY THỦY LỰC CÁNH DẪN

2.1. BƠM LY TÂM

2.1.1. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA BƠM LY TÂM

Bơm ly tâm là loại bơm cánh dẫn, làm việc theo nguyên lý của máy thuỷ lực cánh dẫn. Cơ cấu truyền năng lượng chính là hệ thống bánh cánh công tác. Để biết nguyên lý làm việc của bơm ly tâm ta đi nghiên cứu sơ đồ kết cấu đơn giản của bơm ly tâm (Hình 2-1).



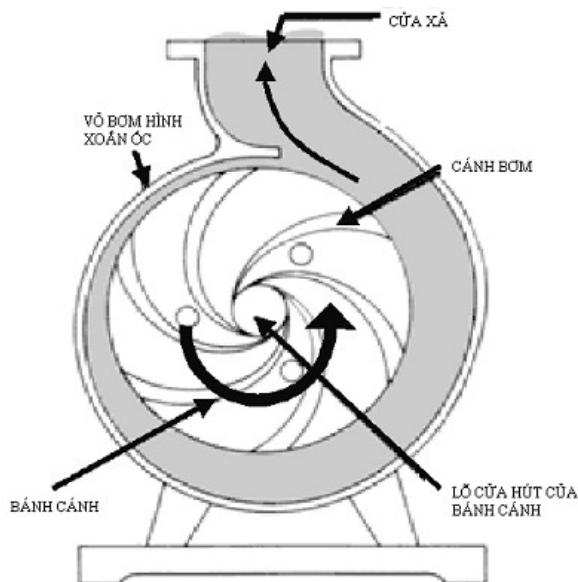
Hình 2-1: Sơ đồ nguyên lý của bơm ly tâm

A. Bánh cánh công tác, B. Bầu góp xoắn $\tilde{\sigma}c$, c_1, u_1, w_1 . là các véc tơ tốc độ điểm đầu, c_2, u_2, w_2 . là các véc tơ tốc độ điểm cuối

Trước khi bơm làm việc cần phải làm cho cánh công tác tiếp xúc với chất lỏng. Khi bánh cánh công tác quay với một vận tốc nào đó thì chất lỏng tiếp xúc với bánh cánh cũng quay theo, như vậy bánh cánh đã truyền năng lượng cho chất lỏng. Do chuyển động quay của bánh cánh mà các hạt chất lỏng chuyển động có xu hướng văng ra xa khỏi tâm. Để bù vào chỗ trống mà hạt chất lỏng vừa văng ra thì hàng loạt các hạt chất lỏng khác chuyển động tới và quá trình trao đổi năng lượng lại diễn ra như các hạt trước nó. Quá trình trao đổi năng lượng diễn ra liên tục tạo thành đường dòng liên tục chuyển động qua bơm.

Tốc độ chuyển động của hạt chất lỏng khi ra khỏi bánh cánh công tác lớn sẽ làm tăng tổn thất của đường dòng, bởi vậy cần phải giảm tốc độ này bằng cách biến một phần động năng của hạt chất lỏng chuyển động thành áp năng. Để giải quyết điều này, chất lỏng sau khi ra khỏi bánh cánh công tác sẽ được dẫn vào buồng có tiết diện

lớn dần dạng xoắn ốc nên gọi là bầu góp xoắn ốc (Hình 2.1). Do sự quay đều của bánh cánh công tác nên trong đường ống chất lỏng chuyển động liên tục. Nguyên lý hoạt động của bơm ly tâm được thể hiện trên (Hình 2.2)



Hình 2.2. Nguyên lý hoạt động của bơm li tâm

2.1.2. PHÂN LOẠI BƠM LY TÂM

+Theo lưu lượng của bơm:

- Bơm có lưu lượng thấp : $Q < 20\text{m}^3/\text{h}$
- Bơm có lưu lượng trung bình : $Q < 60\text{m}^3/\text{h}$
- Bơm có lưu lượng cao: $Q > 60\text{m}^3/\text{h}$

+Phân loại theo cột áp của bơm:

- Bơm cột áp thấp $H < 20 \text{ mH}_2\text{O}$
- Bơm cột áp trung bình $H = 20 - 60 \text{ mH}_2\text{O}$.
- Bơm cột áp cao $H > 60 \text{ mH}_2\text{O}$.

+Theo trị số bánh cánh và cách lắp ghép của các chi tiết:

- Bơm có một bánh cánh và một cấp áp lực.
- Bơm có nhiều cấp là các cánh của bánh công tác được lắp ghép nối tiếp.
- Bơm có nhiều bánh cánh, bánh cánh được nối ghép song song.

+Theo cách dẫn chất lỏng vào bánh công tác:

-Bơm có bánh công tác hút chất lỏng từ một phía được gọi là bơm một miệng hút.

-Bơm có hai miệng hút.

+Theo kết cấu của vỏ:

-Bơm một vỏ là bơm có một mặt phẳng chia vỏ ra làm hai phần qua tâm trực.

-Bơm vỏ rời là bơm mà vỏ cấu tạo thành từ các phần riêng, mỗi phần ứng với một bánh công tác tạo thành một cấp của bơm.

+Theo cách đặt bánh công tác:

-Bơm đặt thẳng đứng.

-Bơm đặt nằm ngang.

+Theo loại chất lỏng được chuyển bằng bơm :

-Bơm để bơm nước.

-Bơm để bơm sản phẩm dầu hoả.

+Theo cách hút của bơm:

- Các bơm tự hút là các bơm có thiết bị để tạo ra chân không trong đường ống hút trong thời kỳ khởi động.

- Các bơm không tự hút là các bơm không có thiết bị để tạo ra độ chân không trong đường ống hút trong thời kỳ khởi động.

2.1.3. CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA BƠM LY TÂM

a. Cột áp

Bơm li tâm khi làm việc với hệ thống đường ống sẽ có cột áp xác định, cột áp này bằng cột áp cản của đường ống. Ta gọi cột áp đó là cột áp làm việc của bơm li tâm và được xác định theo công thức sau:

$$H_B = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + (z_2 - z_1);$$

Trong đó: P_1, P_2 – Là áp suất đo được tại cửa hút và cửa đẩy của bơm;

v_1, v_2 – Là giá trị tốc độ dòng tream tại cửa hút và cửa đẩy của bơm;

z_1, z_2 - Độ chênh hình học của hai vị trí đo áp suất P_1 và P_2 ;

Đối với bơm li tâm, ứng với mỗi vòng quay nhất định thì chỉ có một giá trị cột áp mà tại đó bơm làm việc với hiệu suất cao nhất, ta gọi là cột áp định mức. Giá trị cột áp này được chỉ dẫn trên tài liệu kỹ thuật của bơm.

b. Lưu lượng

Lưu lượng là lượng chất lỏng mà bơm vận chuyển được trong một đơn vị thời gian. Giá trị sản lượng này thường được xác định bằng các cách đo trực tiếp dòng chất lỏng mà bơm cung cấp được.

Lưu lượng thường được ký hiệu là Q , thứ nguyên là $\text{m}^3/\text{giờ}$, $\text{m}^3/\text{giây}$, lít/phút.

c. Công suất

+ Công suất làm việc

Công suất làm việc là công suất tiêu tốn trên trực động cơ lai bơm. Ví dụ bơm được lai bằng động cơ điện thì:

$$N_{LV} = N_{đ/cô diêt lai} \cdot d/cô diêt lai;$$

+ Công suất thuỷ lực:

Công suất thuỷ lực là công suất mà chất lỏng thực sự nhận được từ động cơ lai để tạo ra cột áp H và sản lượng Q .

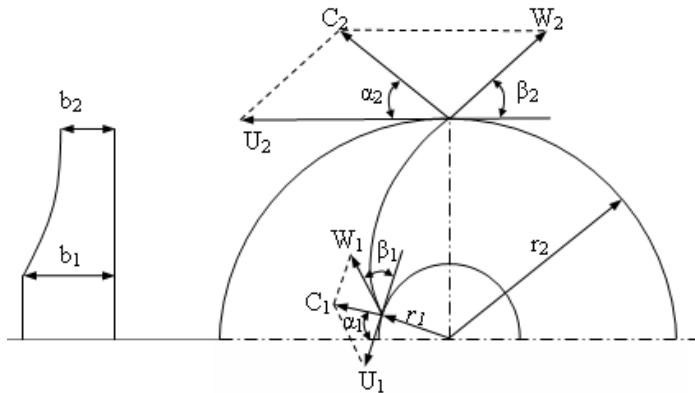
$$N = QH$$

d. Hiệu suất chung của bơm

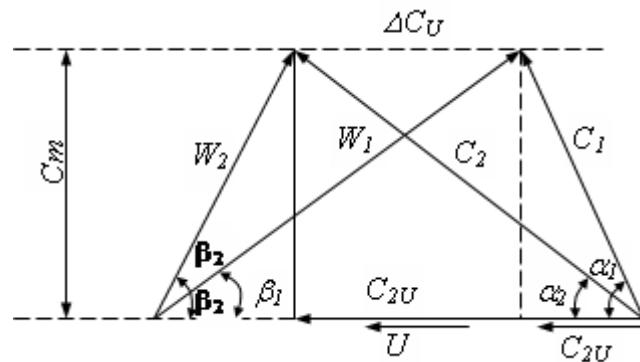
Hiệu suất chung của bơm là tỷ số giữa công suất thuỷ lực và công suất tiêu tốn trên trực của động cơ lai:

$$= \frac{N_{tl}}{N_{lv}} \cdot \frac{QH}{N_{dong.co} \cdot dongco}$$

2.1.4. PHƯƠNG TRÌNH XÁC ĐỊNH CỘT ÁP LÝ THUYẾT CỦA BƠM



Hình 2.3. Phân bố tốc độ thành phần trên bánh cánh



Hình 2.4. Các tam giác tốc độ tại các điểm (1) và (2) ở bánh cánh công tác

Trường hợp lý tưởng khi bánh cánh quay, toàn bộ mômen động lượng của dòng chất lỏng có được là mômen trên trực động cơ lai bơm tạo ra. Mômen động lượng dòng chảy qua bơm là:

$$m(r_2 C_{2U} - r_1 C_{1U});$$

Trong đó: m là lưu lượng khối lượng của chất lỏng;

r_1, r_2 là bán kính tại điểm 1 và 2;

C_{1U} và C_{2U} là tốc độ tại điểm 1 và 2 chiếu trên phương u (tốc độ thành phần tiếp tuyếp).

Đây là trường hợp lý tưởng nên mômen trên trực động cơ tính bằng công thức sau:

$$M = \frac{N}{M};$$

N – Công suất động cơ;

- Tốc độ góc động cơ.

Mặt khác ta có $N = QH$ nên $M = \frac{QH}{g}$ và thay vào phương trình cân bằng môment, trao đổi ta thu được:

$$\frac{QH}{g} = m(r_2 C_{2U} - r_1 C_{1U});$$

$$m = Q$$

$$\frac{QH}{g} = Q(r_2 C_{2U} - r_1 C_{1U}),$$

$$H = \frac{r_2 C_{2U} - r_1 C_{1U}}{g} = \frac{r_2 C_{2U} - r_1 C_{1U}}{g};$$

$$H = \frac{r_2 C_{2U} - r_1 C_{1U}}{g};$$

Nếu ta chuyển $r_2 = u_2$ và $r_1 = u_1$

$$\text{thì: } H = \frac{u_2 C_{2U} - u_1 C_{1U}}{g}.$$

Hoặc $C_{1u} = C_{1.} \cos \varphi_1$ và $C_{2u} = C_{2.} \cos \varphi_2$

Thông thường tại điểm 1, $\varphi_1 = 90^\circ$ nên công thức tính cột áp còn:

$$H = \frac{1}{g} u_2 C_{2U} = \frac{1}{g} u_2 C_2 \cos \varphi_2$$

Đây là phương trình động Euler cho nhóm máy bơm cánh dãy. Song đổi với bơm có số cánh hữu hạn (i) cột áp mang một giá trị thấp hơn và được xác định bằng công thức:

$$Hi = \frac{H}{1 - p}$$

Trong đó $P = 0$ là hệ số hiệu chỉnh Pleidener. Hệ số p được tính theo công thức thực nghiệm:

$$P = \frac{2}{r_2^2 - r_1^2} \frac{r_2^2}{i};$$

trong đó:

i là số cánh quạt;

là hệ số kết cấu propeller cánh

$$= (0,54 - 0,68) + \sin \varphi_2$$

Đồng thời áp dụng phương trình liên tục cho dòng chảy ta có:

$$Q = A \cdot W_2 \quad W_2 = \frac{Q}{abi}$$

Trong đó:

a, b là kích thước cửa thoát của dòng ra khỏi bánh cánh.

Hoặc ta biến đổi:

$$C_2 \cos \varphi_2 = (u_2 - W_2 \cos \varphi_2);$$

Và thay thế vào phương trình trên ta thu được

$$H = \frac{1}{g} u_2^2 - \frac{Q}{abi} \cos \varphi_2;$$

$$Hi = \frac{1}{g} \cdot \frac{u_2^2}{1-p} - \frac{Q}{abi} \cos \varphi_2;$$

Rút gọn dưới dạng tóm tắt hơn nữa ta có:

$$Hi = Au_2^2 - BQ \cos \varphi_2.$$

Hoặc viết cho một trị số vòng quay bánh cánh $n = const$ thì

$$Hi = A' - BQ \cos \varphi_2;$$

Trong đó:

A, A' là các hệ số rút gọn;

Q : là sản lượng của bơm;

φ_2 là góc phụ thuộc vào kết cấu cánh;

Vì $u_2 = r_2$ nên khi tính toán ta sử dụng $u = r$;

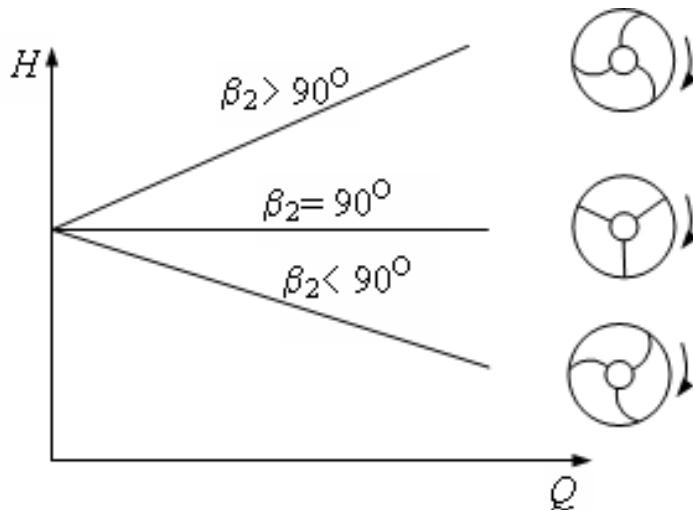
r : là bán kính điểm quay từ đó xác định cột áp lý thuyết.

$$Hi = Au^2 - BQ \cos \varphi_2.$$

Hay

$$Hi = A' - BQ \cos \varphi_2$$

Cột áp lý thuyết của bơm được biểu diễn trên hệ toạ độ H-Q (Hình 2.5).



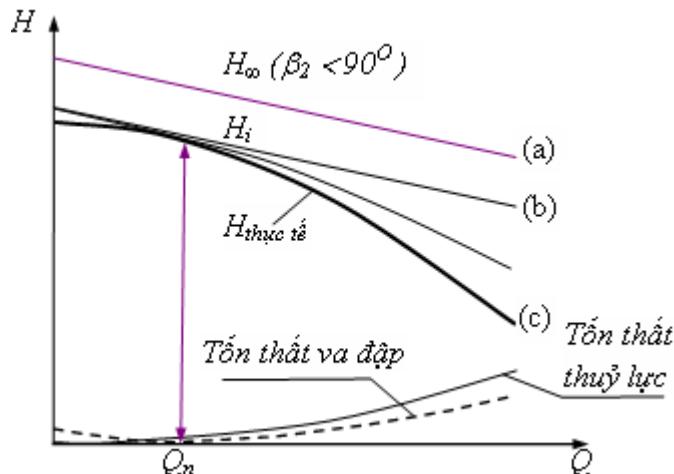
Hình: 2.5. Đồ thị đặc tính lý thuyết của bơm

2.1.5. CHỌN BIÊN DẠNG CÁNH BƠM

Hình 2.5 thể hiện 3 trạng thái đặc trưng của cánh công tác là: Trưởng hợp cánh cong về phía trước (với góc $\beta_2 > 90^\circ$), trưởng hợp cánh thẳng (với góc $\beta_2 = 90^\circ$) và trưởng hợp cánh cong về phía sau (với $\beta_2 < 90^\circ$). Ứng với mỗi biên dạng cánh trên ta có một đặc tính tương ứng. Với cánh cong về phía sau $\beta_2 < 90^\circ$, cột áp động năng nhỏ nên tổn thất năng lượng nhỏ, nên hiệu suất cao. Còn cánh cong về phía trước $\beta_2 > 90^\circ$, cột áp động năng lớn nên hiệu suất thấp vì tổn hao năng lượng lớn. Trong thực tế người ta chọn cánh cong về phía sau với giá trị góc $\beta_2 = 30^\circ - 70^\circ$.

2.1.6. ĐẶC TÍNH THỰC CỦA BƠM LI TÂM

Đặc tính thực tế của bơm li tâm được thể hiện trên (Hình 2.6). Trưởng hợp lý tưởng với số cánh là vô cùng ($H \infty$) thì trao đổi năng lượng hoàn toàn, với $\beta_2 = 90^\circ$, đồ thị đặc tính của bơm nằm ở vị trí cao nhất (đường a). Trong thực tế với số cánh bơm là hữu hạn i nên cột áp của bơm bị giảm đi (đường b). Để tính toán người ta sử dụng hệ số hiệu chỉnh Pfleidener đã giới thiệu ở phần trước.

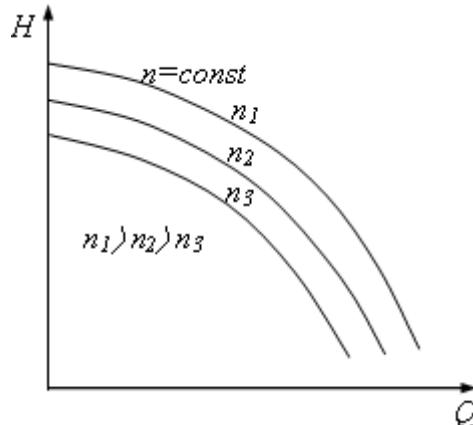


Hình 2.6. Các dạng đặc tính $H=f(Q)$ của bơm ly tâm

Do chất lỏng thực có độ nhớt $\neq 0$ nên sinh ra tổn thất thủy lực. Tổn thất này tỷ lệ với bình phương tốc độ và vì vậy cũng tỷ lệ với bình phương sản lượng Q . Mặt khác khi chất lỏng chuyển động tiếp xúc với cánh công tác sinh ra tổn thất va đập. Giá trị tổn thất này phụ thuộc vào góc tiếp xúc giữa dòng chảy trong bơm với cánh công tác, cho nên tồn tại một giá trị sản lượng hay tốc độ mà tại đó tổn thất va đập là nhỏ nhất tại (Q_n) .

Bằng phương pháp cộng đồ thị ta thu được đường đặc tính (c) sau khi đã tính đến tổn thất thủy lực và tổn thất do va đập.

Đường c là đường đặc tính thực mà hầu hết các bơm ly tâm đều có, nhưng cho một trị số vòng quay nào đó không đổi. Nếu ta thay giá trị vòng quay khác lớn hơn hay nhỏ hơn thì dạng đồ thị của nó sẽ cao hơn hay thấp hơn tương ứng (Hình 2.7).

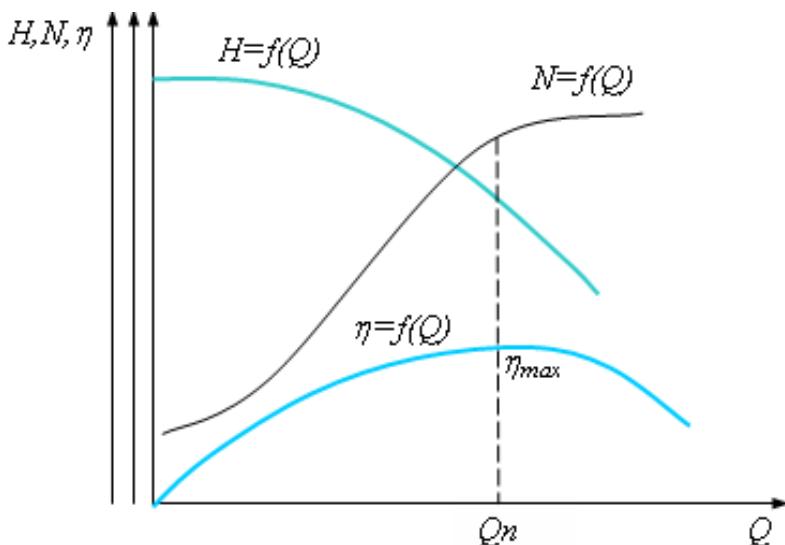


Hình 2.7. Đặc tính $H=f(Q)$ của bơm li tâm cho các vòng quay khác nhau

2.1.7. CÁC ĐẶC TÍNH KHAI THÁC CỦA BƠM LI TÂM

Các đặc tính của bơm là những đường cong biểu thị mối quan hệ giữa các thông số của bơm li tâm với nhau như: $H=f(Q)$, $N=f(Q)$ và $\eta=f(Q)$.

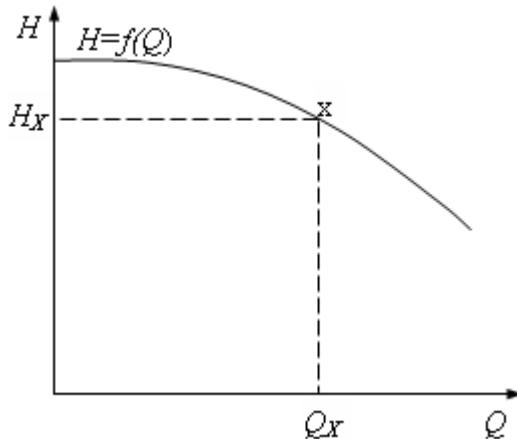
Các đặc tính thường gặp được biểu diễn trên (Hình 2.8).



Hình 2.8. Các đặc tính của bơm li tâm

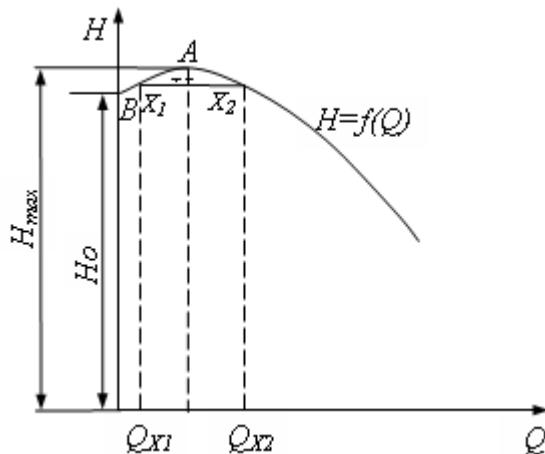
2.1.8. ĐẶC TÍNH ỔN ĐỊNH VÀ KHÔNG ỔN ĐỊNH CỦA BƠM LI TÂM

Đặc tính ổn định là đặc tính liên tục ổn định nghịch biến với mức gia tăng về dòng chảy qua bơm (Hình 2.9).



Hình 2.9. Đặc tính ổn định của bơm

Đặc tính không ổn định của bơm li tâm (Hình 2.10) có dạng ban đầu đồng biến với sản lượng, sau đó đạt giá trị cực đại và tiếp tục nghịch biến với sản lượng.



Hình 2.10. Đặc tính không ổn định của bơm li tâm

Đối với loại bơm có đặc tính ổn định, mỗi giá trị cột áp ứng với một giá trị sản lượng. Còn đối với loại bơm có đặc tính không ổn định tồn tại vùng mà ứng với mỗi giá trị cột áp cho hai giá trị sản lượng (Hình 2.10).

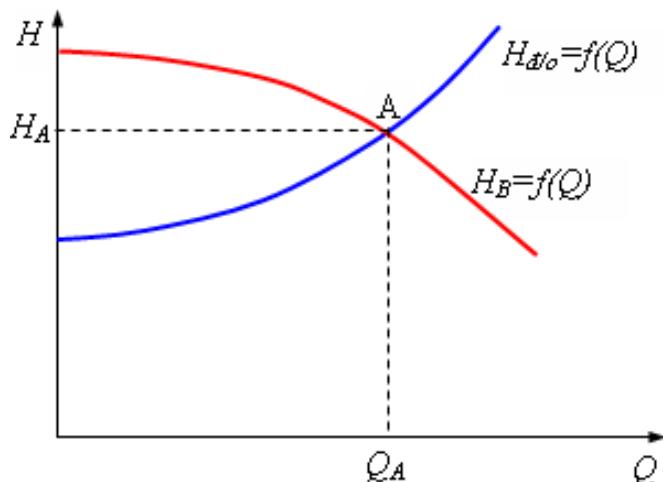
Trong khoảng $A-B$ là vùng hoạt động không ổn định. Trong vùng này nếu sản lượng giảm thì đồng thời cột áp cũng giảm, do đó mà năng lượng của chất lỏng giảm theo. Kết quả đó gây ra va đập ngược lại với chất lỏng và gây dao động áp suất công tác, ảnh hưởng đến sự làm việc của bơm và hệ thống.

Trong số hàng loạt bơm li tâm, một số bơm có đặc tính không ổn định, nên khi khai thác loại bơm này cần lưu ý thận trọng, đặc biệt là khi chúng được nối song song với các bơm khác. Tránh khai thác bơm này tại khu vực không ổn định, nên điều chỉnh đặc tính đường ống cho phù hợp.

2.1.8. SỰ PHỐI HỢP CÔNG TÁC GIỮA BƠM VỚI HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG VÀ ĐIỂM LÀM VIỆC

Khi nối bơm vào trong một hệ thống cụ thể thì nó sẽ có cột áp tương ứng với điều kiện cản của hệ thống đó. Nếu thay đổi điều kiện cản của hệ thống đường ống thì cột áp của bơm cũng thay đổi một giá trị tương ứng (Hình 2.11).

Trong khai thác thường phải tìm điểm làm việc tối ưu mà tại đó bơm có lưu lượng lớn nhất, hiệu suất cao nhất, công suất tiêu thụ nhỏ nhất.



Hình 2.11. Điểm làm việc của bơm với hệ thống

Xét quan hệ giữa bơm với hệ thống đường ống:

- Khi bơm làm việc ổn định thì cột áp đẩy của bơm bằng cột áp cản của hệ thống.

- Mỗi chế độ công tác của bơm trong hệ thống được biểu diễn bằng giao điểm của hai đường đặc tính (của bơm và của hệ thống) trong cùng một hệ toạ độ, giao điểm này gọi là điểm làm việc của bơm với hệ thống.

2.1.9. GHÉP BƠM VÀO HỆ THỐNG

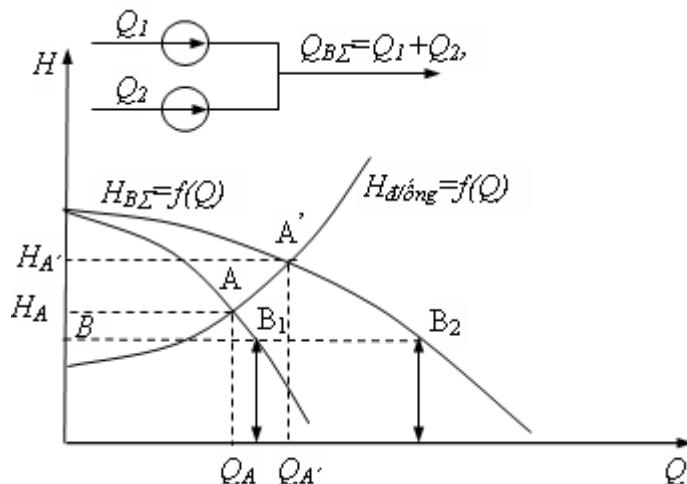
Trong khai thác đôi khi ta phải sử dụng nhiều bơm làm việc trong một hệ thống, cho nên ta cũng cần phải nghiên cứu về sự làm việc của hệ thống khi có nhiều bơm làm việc đồng thời. Các bơm có thể làm việc song song hoặc nối tiếp với nhau, phần dưới nghiên cứu cho các trường hợp cụ thể.

a. Ghép hai bơm làm việc song song

Khi hệ thống đòi hỏi lưu lượng mà một bơm không đảm bảo, thì có thể ghép hai hay nhiều bơm giống nhau hay khác nhau làm việc song song.

Để hai bơm có thể ghép song song trong hệ thống thì từng bơm một phải làm việc được với hệ thống đó, tức là cột áp của từng bơm phải cao hơn cột áp của đường ống khi chúng ghép vào làm việc.

Giả sử có hai bơm I và II với đường đặc tính $H_B = f(Q)$ giống nhau mắc song song vào một hệ thống đường ống có đặc tính là $H_{đường} = f(Q)$ (Hình 2.12):



Hình 2.12. Ghép song song hai bơm giống nhau vào một hệ thống đường ống

Khi chỉ có một bơm làm việc thì điểm làm việc là điểm A với lưu lượng là Q_A và cột áp là H_A .

Đặc tính làm việc của hai bơm cùng làm việc song song trong hệ thống là đường cong H_B nhận được bằng phương pháp cộng lưu lượng của các bơm này ở cùng một tung độ cột áp. Ví dụ: $B_1B_2 + BB_1 = BB_2$ (Hình 2.11)

Điểm làm việc của hai bơm khi làm việc song song trong hệ thống là điểm A' với lưu lượng là $Q_{A'}$ và cột áp là $H_{A'}$.

Từ đó ta thấy tổng lưu lượng của các bơm cùng làm việc song song trong hệ thống nhỏ hơn tổng lưu lượng từng bơm làm việc riêng trong hệ thống cộng lại.

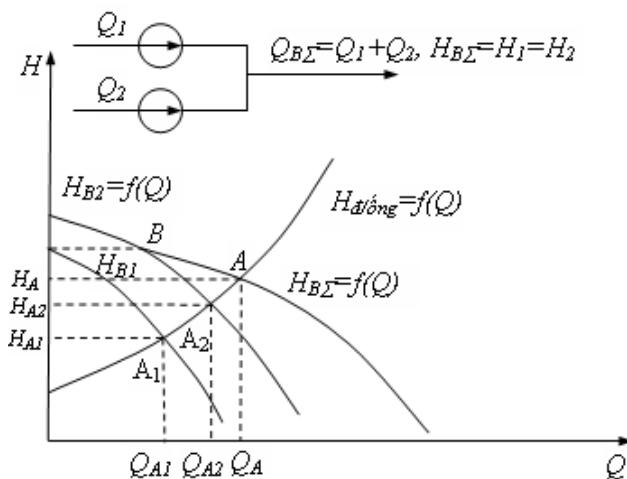
$$Q_{A'} < 2Q_A;$$

Điều này giải thích là do sự phụ thuộc giữa tốc độ chất lỏng trong ống dẫn và lưu lượng là bậc nhất, còn giữa tốc độ và cột áp là đường cong bậc hai.

Đặc tính đường ống càng cong thì lưu lượng do hai bơm ghép song song cung cấp cho hệ thống đó càng giảm.

Những bơm đặc tính ít cong khi ghép song song có lợi về lưu lượng, bởi vậy khi muốn lợi dụng về lưu lượng nên chọn các bơm có đặc tính thoái.

Trường hợp hai bơm có đặc tính khác nhau ghép song song trong hệ thống (Hình 2.13).



Hình 2.13. Ghép song song hai bơm khác nhau vào hệ thống

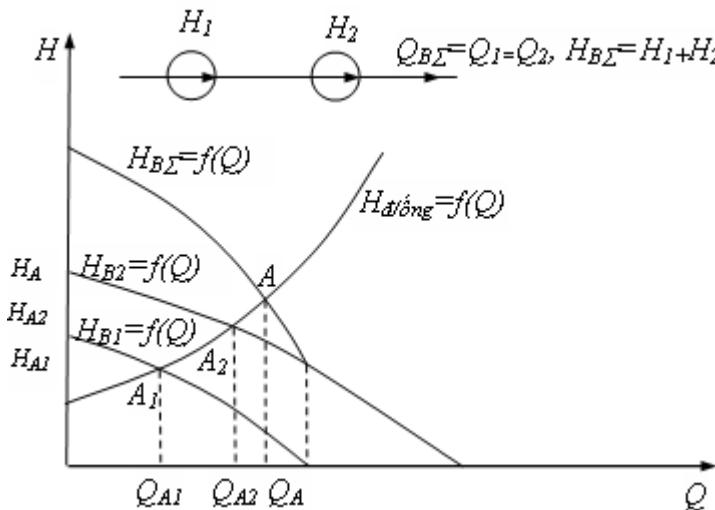
Giả thiết các bơm ly tâm I và II có đặc tính tương ứng H_I và H_{II} . Nếu chúng làm việc riêng trong hệ thống ống có đặc tính $H_{đ/ống} = f(Q)$ thì điểm làm việc tương ứng với từng bơm là điểm A_1 và A_2 , lưu lượng của từng bơm lần lượt là Q_{A1} , Q_{A2} và cột áp là H_{A1} , H_{A2} .

Khi chúng làm việc song song thì đặc tính chung của hai bơm là $H_B = f(Q)$, cắt đặc tính đường ống tại A với lưu lượng là $Q_A < Q_{A1} + Q_{A2}$ và cột áp là H_A . Đường $H_B = f(Q)$ nhận được bằng phương pháp cộng đồ thị với $Q_B = Q_{B1} + Q_{B2}$ và $H_B = H_{B1} + H_{B2}$ (Hình 2.12)

Nếu đặc tính ống dẫn thay đổi theo chiều khó khăn hơn cho đến khi điểm A tiến tới điểm B thì việc đưa bơm I vào làm việc trong hệ thống là vô ích vì tổn thất cột áp trong ống dẫn lớn hơn cột áp của bơm này tạo ra, một phần chất lỏng của bơm II được dẫn vào trong ống của bơm I sẽ sinh ra và đập thuỷ lực trong đó và giảm sự cung cấp chất lỏng đến nơi cần dùng.

b. Ghép bơm nối tiếp

Khi khai thác bơm nếu cần cột áp lớn mà một bơm không thể đáp ứng được thì người ta có thể ghép hai hay nhiều bơm nối tiếp với nhau cùng hoạt động trong hệ thống (Hình 2.14).



Hình 2.14. Ghép nối tiếp hai bơm khác nhau vào hệ thống

Điều kiện để các bơm ghép nối tiếp có thể làm việc được là chúng phải cùng loại bơm và lưu lượng của chúng phải tương đương nhau.

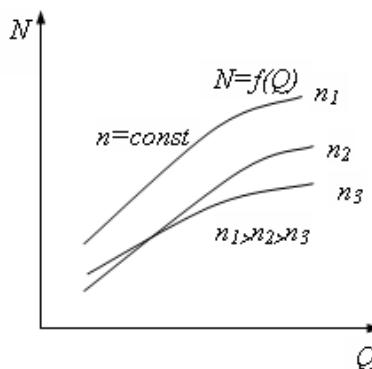
Nếu ta ghép bơm I có đặc tính $H_{B1}=f(Q)$ nối tiếp với bơm II có đặc tính $H_{B2}=f(Q)$ cùng cấp chất lỏng cho hệ thống có đặc tính $H_{d\circng}=f(Q)$, thì đặc tính tổng của hai bơm là $H_B = f(Q)$ nhận được bằng

phương pháp cộng đồ thị với $H_{B1,2} = H_{B1} + H_{B2}$ và $Q_{B1,2} = Q_{B1} = Q_{B2}$ (Hình 2.13).

Từ đồ thị (Hình 2.14) thấy rằng khi hai bơm ghép nối tiếp thì cột áp tổng tăng lên và lưu lượng cũng tăng lên, do khi hai bơm ghép nối tiếp vào hệ thống thì cột áp của mỗi bơm sẽ nhỏ hơn cột áp của từng bơm khi làm việc độc lập, và như vậy lưu lượng của chúng sẽ tăng lên.

2.1.10. ĐỒ THỊ ĐẶC TÍNH CÔNG SUẤT, $N=f(Q)$

Üng với mỗi vòng quay của bơm $n=const$ ta có đường đặc tính công suất $N=f(Q)$ là đường đặc tính nêu lên mối quan hệ giữa công suất thủy lực với sản lượng của bơm có dạng như (Hình 2.15).



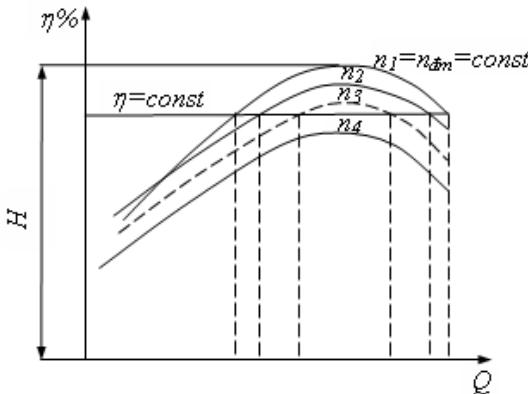
Hình 2.15. Đặc tính $N=f(Q)$ của bơm li tâm

với $n_1 \ n_2 \ n_3$

2.1.11. ĐỒ THỊ ĐẶC TÍNH HIỆU SUẤT $=f(Q)$

Mối quan hệ giữa hiệu suất của bơm li tâm với sản lượng được biểu diễn trên (Hình 2.16) cho nhiều chế độ vòng quay khác nhau của bơm .

Trên hình 2.16 cho thấy vòng quay mà tại đó tồn tại một điểm công tác của bơm cho hiệu suất cực đại \max là vòng quay định mức. Trong thực tế khai thác bơm không phải lúc nào cũng trùng vào điểm này.



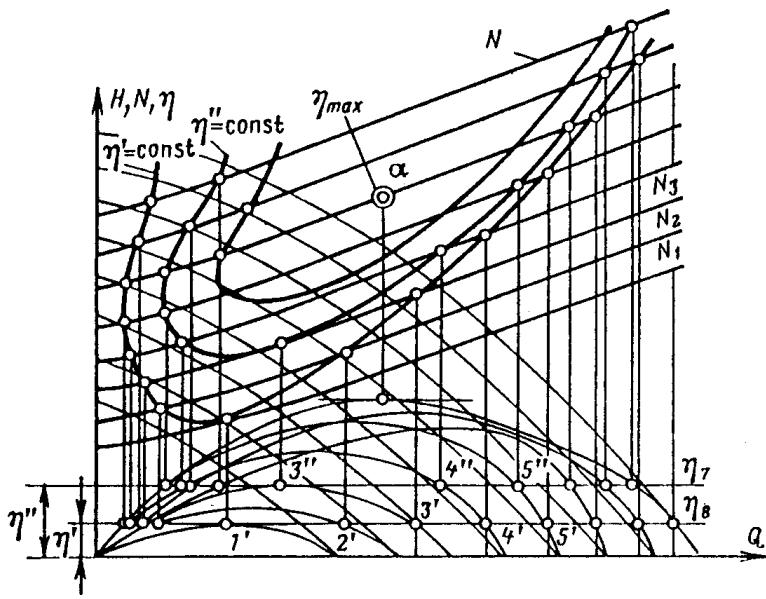
Hình 2.16. Đồ thị $\eta = f(Q)$

2.1.12. ĐỒ THỊ ĐẶC TÍNH TỔNG HỢP CỦA BƠM LI TÂM

Mỗi đường đặc tính làm việc được xây dựng với một trị số vòng quay làm việc không đổi của bơm. Nếu thay đổi số vòng quay làm việc thì đường đặc tính làm việc cũng thay đổi theo. Để biết được nhanh chóng các thông số Q , H của bơm thay đổi như thế nào khi vòng quay làm việc của bơm thay đổi qua trị số khác, ta xây dựng tổng hợp các đường đặc tính $H=f(Q)$, $N=f(Q)$, $\eta=f(Q)$ có những mối quan hệ với nhau trên cùng một hệ trực tọa độ và gọi là đặc tính tổng hợp của bơm.

Đường đặc tính tổng hợp của bơm chính là đường biểu diễn mối quan hệ Q , H với các số vòng quay làm việc của bơm khác nhau, trên đó các điểm làm việc cùng hiệu suất được nối với nhau gọi là đường cùng hiệu suất.

Cách xây dựng đồ thị tổng hợp như (Hình 2.17).



Hình 2.17. Đồ thị đặc tính tổng hợp của bơm li tâm

Trên tọa độ $H-Q$ dựng các đường $H_1=f(Q)$; $H_2=f(Q)$; $H_3=f(Q)$ ứng với các trị số vòng quay n ; $0.9n$; $0.8n$

Trên tọa độ $N-Q$ dựng các đường $N_1=f(Q)$; $N_2=f(Q)$; $N_3=f(Q)$... ứng với các trị số vòng quay n ; $0.9n$; $0.8n$

Trên tọa độ $-Q$ dựng các đường $_1=f(Q)$; $_2=f(Q)$; $_3=f(Q)$ ứng với các trị số vòng quay n ; n_1 ; n_2 ; n_3

Kẻ các đường song song với trục (Q) trên đồ thị $-Q$ cắt các đường $_i=f(Q,n)$. Từ giao điểm các đường đó ta gióng lên đồ thị $N-Q$ cắt các đường đặc tính $N=f(Q,n)$. Trên đồ thị $N-Q$ nối các điểm có cùng giá trị hiệu suất, ta được các đường đẳng hiệu suất.

Trên đồ thị tổng hợp các đường đẳng hiệu suất là các đường cong cắt đường đặc tính $N=f(Q,n)$ tại hai điểm (trừ điểm A mà tại đó hiệu suất đạt giá trị cực đại η_{max}).

Để khai thác bơm với hiệu suất cao cần kết hợp chọn số vòng quay của bơm và điều chỉnh cột áp của hệ thống đường ống sao cho càng gần tới điểm A (là điểm có hiệu suất cao nhất) càng tốt.

2-1.13. LUẬT TƯƠNG TỰ TRONG BƠM LI TÂM

Các máy thuỷ lực cánh dẫn có ưu điểm là có thể chế tạo hàng loạt bơm khác nhau về kích thước, nhưng tương tự về đặc tính. Như

vậy, áp dụng định luật này rất có lợi cho việc thiết kế bơm và thí nghiệm chúng.

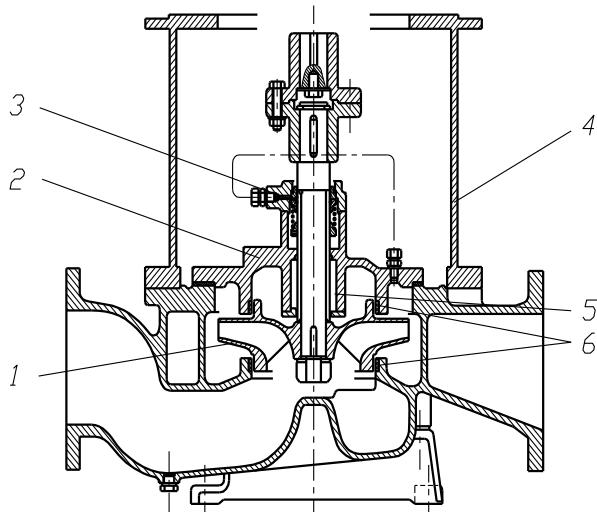
Thông thường các bơm li tâm khác nhau về biên dạng, chủng loại thì chúng làm việc có hiệu suất khác nhau và tam giác tốc độ cũng khác nhau.

Nhưng nếu hai bơm li tâm có tam giác tốc độ đồng dạng với nhau, biên dạng cánh như nhau, kích thước tỷ lệ với nhau thì gọi đó là hai bơm tương tự với nhau, chúng sẽ có () bằng nhau với số vòng quay tương ứng.

Luật tương tự áp dụng cho hai bơm đồng dạng có thể tham khảo ở tài liệu chuyên về bơm cánh dẫn.

2.1.14 CẤU TẠO BƠM LI TÂM

Ngày nay bơm li tâm có nhiều loại và kết cấu rất đa dạng song chúng bao gồm các bộ phận chính như: Vỏ bơm, bánh cánh, ống góp hình xoắn ốc và thiết bị làm kín. Kết cấu của một bơm điển hình được thể hiện trên (Hình 2.18). Đây là bơm li tâm một cấp đặt đứng cửa hút quay xuống dưới và có khoan lỗ cân bằng trên cánh để khử lực dọc trực.



Hình 2-18. Cấu tạo bơm li tâm

1. Bánh cánh, 2. Nắp vỏ bơm, 3. Bộ làm kín đầu trực, 4. Bệ đỡ động cơ, 5. Ống bao trực, 6. Vành làm kín đầu mút cánh

a. Vỏ bơm

Vỏ bơm có thể có kết cấu theo kiểu ghép ngang, ghép dọc. Có thể được chế tạo thành nhiều phần và sau đó ghép liên kết với nhau. Chúng thường chế tạo bằng gang đúc, đồng đúc hoặc hợp kim. Chất liệu chế tạo và kiểu cách tùy vào điều kiện công tác của bơm.

Thân vỏ bơm có thể được chia thành nhiều khoang riêng biệt với nhau với nhiều mục đích. Nó cũng còn có ý nghĩa trong việc tạo khung để bố trí các ổ đỡ trực, bộ làm kín, định hướng bánh cánh và các chi tiết khác...

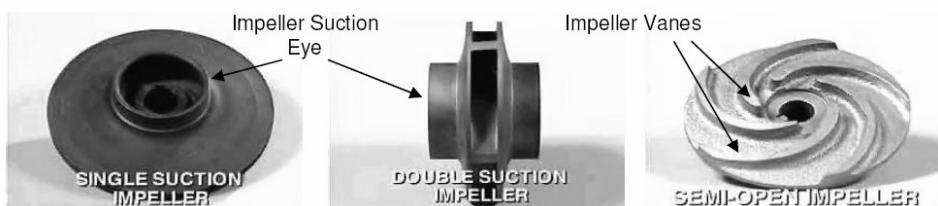
Khi tháo lắp, sửa chữa hoặc bảo dưỡng nên chú ý các chốt định vị, độ dày các gioăng và thứ tự lắp ghép để đảm bảo trang kỹ thuật của bơm.

Lối dẫn chất lỏng vào bánh cánh tạo thành cửa hút. Phần góp chất lỏng ra theo phương tiếp tuyến ngoài của bánh cánh công tác có hình xoắn ốc. Bầu góp này có nhiệm vụ biến một phần cột áp động thành cột áp tĩnh nhằm giảm tổn thất năng lượng dưới dạng động năng.

b. Bánh cánh công tác

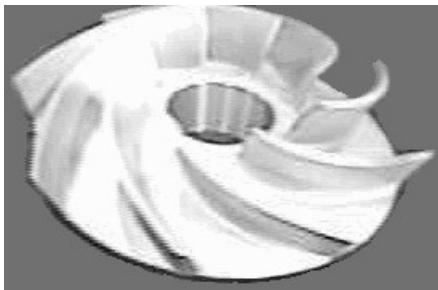
Bánh cánh công tác của bơm là tâm hình tròn gồm nhiều cánh cong hay thẳng (Số lượng từ 5 - 9 cánh) gắn trên mâm tròn xoay và được quay nhờ gắn chặt trên trục quay của bơm. Bánh cánh được chế tạo từ các loại vật liệu khác nhau song trong lĩnh vực tàu thuỷ thường được chế tạo từ đồng đúc hoặc ghép.

Bánh cánh bơm li tâm có 3 loại chính là kín hai phía, hở một phía (phía còn lại kín) và hai phía đều hở. (Hình 2-19)





a



b



c

Hình 2.19. Các loại bánh cánh bơm

- a. Bánh cánh bơm loại kín hai phía, b. Bánh cánh bơm loại kín một phía, c. Bánh cánh bơm loại hở hai phía

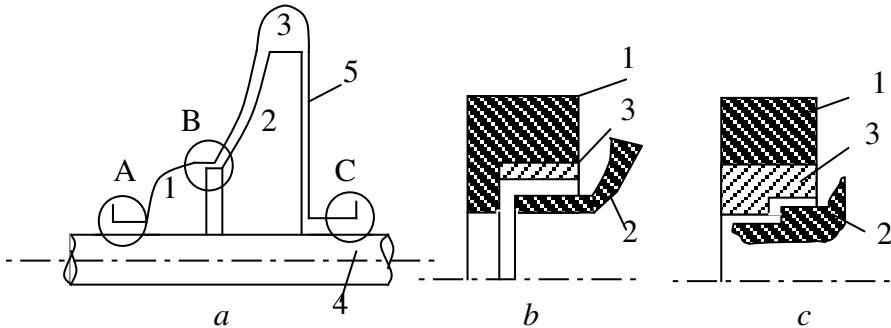
Ngoài ra tùy thuộc vào chế độ công tác và ưu tiên chức năng chính của bơm cần cột áp hay cần lưu lượng mà kết cấu có dạng cánh cong ít hay cong nhiều.

Cánh cong nhiều và dài (α nhỏ) để bơm chủ yếu tạo ra cột áp lớn. Ngược lại cánh cong ít và ngắn (α lớn) thì bơm chủ yếu tạo ra sản lượng cao

c. Thiết bị làm kín

Trong bơm li tâm thiết bị làm kín có nhiệm vụ ngăn cách giữa các khoang công tác với nhau, không cho rò rỉ chất lỏng qua lại để đảm bảo chức năng của bơm. Đồng thời có nhiệm vụ cách biệt trong bơm với bên ngoài môi trường, hạn chế sự rò rỉ của chất lỏng công tác ra ngoài môi trường, hoặc ngăn chặn không khí bên ngoài lọt vào bơm.

(Hình 2-20) thể hiện các vị trí cần làm kín trong bơm. Đó là các vị trí lắp các bộ làm kín (Vị trí A, B, C). Chúng có tác dụng làm cách biệt các vùng công tác có áp suất cao và vùng áp suất thấp, tránh sự qua lại của chất lỏng. Tuy nhiên trong thực tế sự qua lại của chất lỏng vẫn tồn tại và vì thế không tránh khỏi tổn thất lưu lượng của bơm.



Hình 2-20. Vị trí và một số dạng làm kín trong bơm li tâm

a. *Bố trí các vị trí làm kín trong bơm li tâm.*

A, C. Các vị trí làm kín giữa vỏ và trực bơm, B. Vị trí làm kín giữa cánh và vỏ, 1. Khoang hút của bơm, 2. Cánh bơm, 3. Khoang đẩy, 4. Trục bơm, 5. Vỏ bơm

b. *Vành làm kín đầu mút cánh
kiểu thăng.*

1. Võ bơm, 2. Vành làm kín
kiểu thẳng, 3. Cánh bơm.

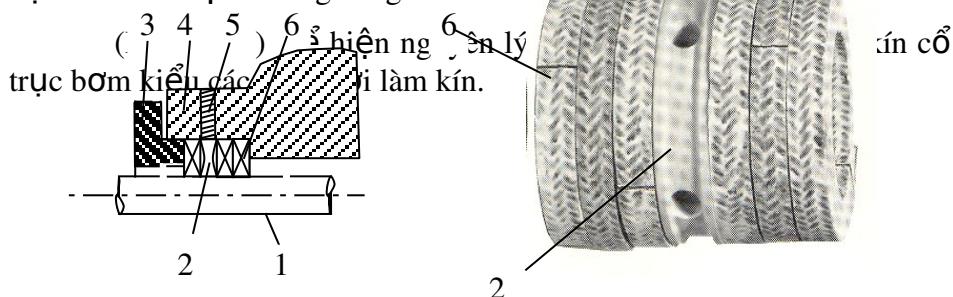
C. *Vành làm kín đầu mút cánh kiết bắc.*

1. Vỏ bơm, 2. Vành làm kín
kiểu bắc, 3. Cánh bơm.

Vị trí làm kín B (Hình 2.20) ngăn cách giữa phần cao áp và thấp áp trong bơm. Làm kín ở vị trí này thường là kiểu khe hẹp nhầm giảm bớt sự rò rỉ lọt công chất lỏng từ vùng cao áp sang vùng thấp áp chứ không ngăn chặn tuyệt đối sự rò rỉ. Với kiểu làm kín này thì trên vỏ bơm, tại vị trí cổ hút có đặt một vòng đồng hình trụ cố định vào vỏ bơm và bao quanh miệng hút của bánh cánh bơm. Giữa chúng có khe hở khoảng từ 0,15-0,6 mm vì cánh bơm quay còn vòng này thì đúng yên. Vật liệu của vòng này thường chế tạo bằng đồng.

Vị trí làm kín A và C (Hình 2.20) vụ làm cách biệt khoang công tác với m

trục bơm kiểu đặc (3 4 5) 6 s hiên ng 6 s en lý



Hình 2-21. Bô làm kín cỗ trục bơm li tâm kiểu các vòng làm kín.

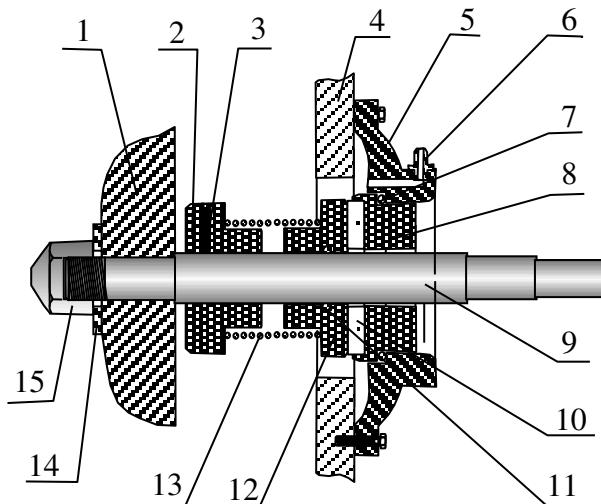
1. Trục bơm, 2. Vành dẫn nước, 3. Bích ép bô làm kín, 4. vỏ bơm, 5. Đường dẫn nước vaog làm mát bô làm kín, 6. Các vòng sợi làm kín.

Loại bô làm kín kiểu này thường sử dụng đối với loại bơm có áp suất công tác thấp và kích thước nhỏ. Các vòng làm kín (6) thường là các vòng trết tẩm mỡ làm giảm ma sát) ngăn không cho không khí và nước qua lại. Để làm mát, bôi trơn, làm kín cho bô làm kín thì giữa các vòng làm kín có bố chí một vành dẫn nước (2) từ vùng có áp suất cao vào trong bô làm kín.

Đối với bơm có kích thước lớn, làm việc với thông số cao thì bô làm kín chế tạo phức tạp, đòi hỏi chính xác cao và đảm bảo không phá huỷ với chất lỏng được bơm. Bô làm kín này là bô làm kín kiểu mặt chà (Bô làm kín kiểu ma sát). Do vị trí này cần phải làm kín tuyệt đối, nên các chi tiết của bô phận làm kín phải tiếp xúc trực tiếp với nhau và ma sát với nhau, sẽ sinh nhiệt và làm hỏng các chi tiết của bô làm kín. Để giảm ma sát và làm kín tốt thì tại vị trí này thường có đường công chất đưa vào để làm mát, bôi trơn và làm kín. (Hình 2.22) thể hiện kết cấu loại bô làm kín cỗ trục bơm kiểu mặt chà (Bô làm kín kiểu ma sát). Nguyên lý làm kín của bô làm kín này là khi trục (9) quay thì đế lò xo (2) quay theo nhờ có vít hâm (3) cố định đế (2) với trục (9). Mặt chà di động (12) và lò xo cũng quay theo trục. Để mặt chà cố định (8) và mặt chà cố định bằng than chì không quay. Lò xo (13) luôn đẩy mặt chà di động (12) tỳ vào mặt chà cố định (10). Mặt chà cố định (10) và đế mặt chà cố định (8) được gắn chặt với nhau. O-ring (7) làm kín giữa đế mặt chà (8) với nắp (5), còn O-ring (11) làm kín giữa trục bơm và mặt chà di động (12). Như vậy công chất lỏng từ trong bơm rò rỉ ra ngoài hoặc không khí rò rỉ từ ngoài vào chỉ qua bể mặt tiếp xúc giữa mặt chà di động (12) và mặt chà cố định (10). Nếu hai mặt này phẳng thì công chất không thể rò rỉ qua được. Do có sự ma sát giữa hai bể mặt là mặt chà cố định (10) và mặt chà di động (12) nên chúng sẽ mòn. Mặt chà cố định (10) có vật liệu bằng than chì nên

sẽ mài mòn. Khi mặt này mòn thì người ta sẽ thay mặt khác một cách đơn giản.

Để làm mát, bôi trơn cho bơm ma sát thì người ta cho nước lưu thông qua bộ làm kín từ cút nước làm mát (6) tới bộ làm kín.



Hình 2.22. Kết cấu các bộ làm kín cỗ trục bơm kiểu ma sát

1. Cánh bơm, 2. Đế đỡ lò xo, 3. Vít hãm, 4. Vỏ bơm, 5. Nắp ép bộ làm kín, 6. Cút nước làm mát bộ làm kín, O-ring làm kín, 8. Đế mặt trà cỗ định, 9. Trục bơm, 10. Mặt chà cỗ định bằng than chì, 11. O-ring làm kín, 12. Mặt chà di động, 13. Lò xo, 14. Vành hãm, 15. Đai ốc hãm cánh.

d. Lực dọc trực trong bơm li tâm

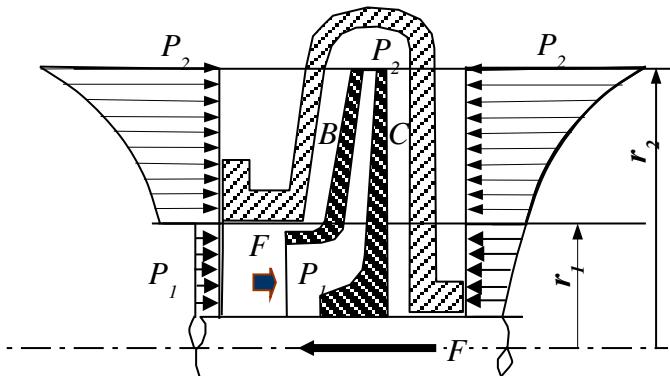
Khi bơm làm việc bánh công tác chịu tác dụng của nhiều lực khác nhau, các lực đó đôi khi khá lớn, yêu cầu các phần quay của bơm là phải ở trạng thái chuyển động ổn định. Các lực tác dụng lên bánh công tác là:

- Trọng lực và lực quán tính.

- Lực bơm mặt là lực tác dụng tương hỗ giữa các mặt cánh với dòng chất lỏng và các phản lực ở chỗ lắp bánh công tác vào trục. Trong lĩnh vực thuỷ lực ta chỉ xét lực do thuỷ lực sinh ra và cách cân bằng lực đó.

Lực dọc trực:

Để tìm các lực hướng trục, khảo sát mô hình lực tác dụng lên cánh bơm (Hình 2.23). Khi bơm làm việc chất lỏng ở bọng hút (A) chuyển động theo phương song song với trục vào bánh cánh công tác dưới áp suất khá bé (P_1). Sau khi vào bánh công tác dòng chất lỏng chảy ngoặt (90°) và trở thành vuông góc với trục dưới tác dụng của lực li tâm. Áp suất chất lỏng tăng dần đến trị số (P_2) ở lối ra ($P_1 < P_2$). Do chênh áp giữa khoang đẩy và khoang hút nên một phần chất lỏng rò rỉ qua các khe hở giữa bánh công tác và thân bơm (B) và (C) về cửa hút. Để giảm tổn thất do rò rỉ lọt thì trên vỏ bơm tại vị trí miệng hút của bánh cánh có đặt bộ làm kín kiểu khe hẹp. Khi bánh cánh quay, toàn bộ khối chất lỏng ở hai khoang (B) và (C) cũng quay theo, lực ly tâm của khối chất lỏng quay tạo nên áp suất phân bố trong hai khe hẹp (B) và (C) có giá trị tỷ lệ với bình phương bán kính quay (r). Áp suất này tác động lên phần đĩa của bánh cánh ở cả phía trước và sau cánh với giá trị tương đương. Tuy nhiên từ vị trí có bán kính quay (r_1) ở phía trước cánh (tại vị trí lắp bộ làm kín) tiến vào tâm trục thì áp suất tác động lên đĩa bánh cánh đúng bằng áp suất cửa hút (p_1) và nhỏ hơn áp suất phần đĩa phía sau bánh cánh rất nhiều. Kết quả của sự chênh áp này gây nên lực tác động từ phía sau về phía trước cánh theo chiều dọc trực. Giá trị này càng lớn càng không có lợi cho sự hoạt động của bơm.



Hình 2.23. Sự phân bố áp suất trên phần che cánh phía trước và sau của bánh cánh một cửa hút

Trong quá trình tính toán người ta coi áp suất ở hai khoang (B) và (C) bằng nhau và bằng áp suất (p_2), giá trị lực dọc trực có thể tính như sau:

Lực tác dụng lên đĩa trước của bánh công tác là:

$$F_{tr} = P_2 \cdot (r_2^2 - r_1^2) = P_1 \cdot (r_1^2 - r^2)$$

Lực hướng trực tác dụng lên đĩa sau của bánh công tác là:

$$F_s = P_2 \cdot (r_2^2 - r_1^2) = P_2 \cdot (r_1^2 - r^2)$$

Lực dọc trực trong bơm li tâm là:

$$F_{dtr} = F_s - F_{tr}$$

$$F_{dtr} = [P_2 \cdot (r_2^2 - r_1^2) - P_2 \cdot (r_1^2 - r^2)] - [P_2 \cdot (r_2^2 - r_1^2) - P_1 \cdot (r_1^2 - r^2)]$$

$$F_{dtr} = P_2 \cdot (r_1^2 - r^2) - P_1 \cdot r_1^2 + r^2$$

$$F_{dtr} = (r_1^2 - r^2) \cdot P_2 - P_1$$

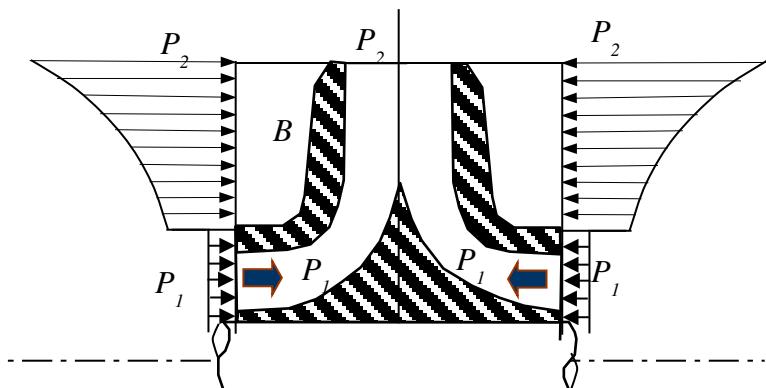
Trong đó (r) là bán kính trực bơm.

Tác hại của lực dọc trực

- Làm mòn các ổ chấn tạo ra sự sai lệch các khe hở trong bơm.
- Làm cho cánh cọ vào vỏ bơm khi làm việc, ảnh hưởng xấu đến hiệu suất và làm hỏng bơm.

Các biện pháp khử lực dọc trực trong bơm ly tâm

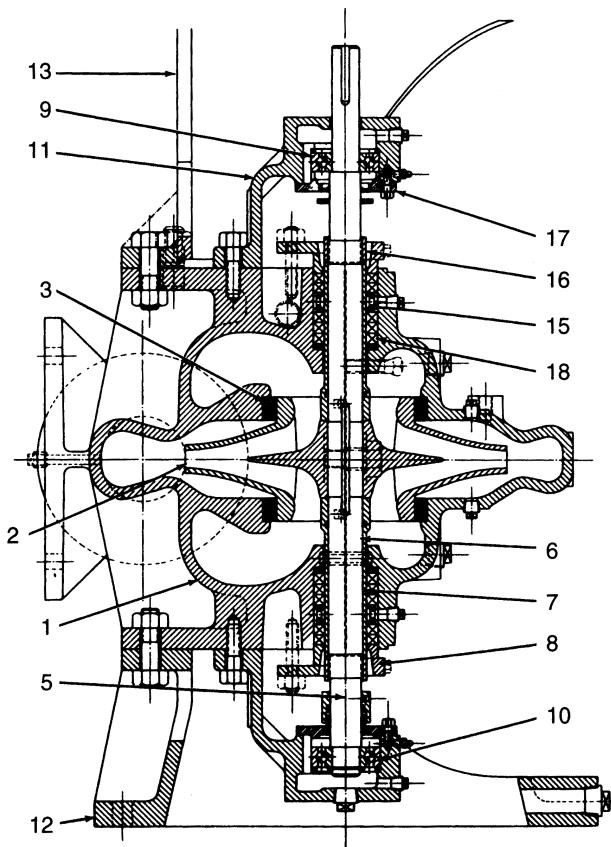
- Phương pháp dùng bánh công tác có hai miếng hút đối với loại bơm li tâm một cấp. Phương pháp này sẽ triệt tiêu được lực dọc trực, phân bố áp suất trên bánh cánh của bơm hai miếng hút như (Hình 2.24).



Hình 2.24. Sự phân bố áp suất trên phần che cánh phía trước và sau của bánh cánh hai cửa hút

- Kết cấu của một bơm có hai miếng hút được thể hiện trên (Hình 2.25). Phương pháp này có ưu điểm là khử lực dọc trực triệt để.

Tuy nhiên bơm loại này thường có kích thước lớn, trục dài và phải làm kín cổ trục cả hai phía.

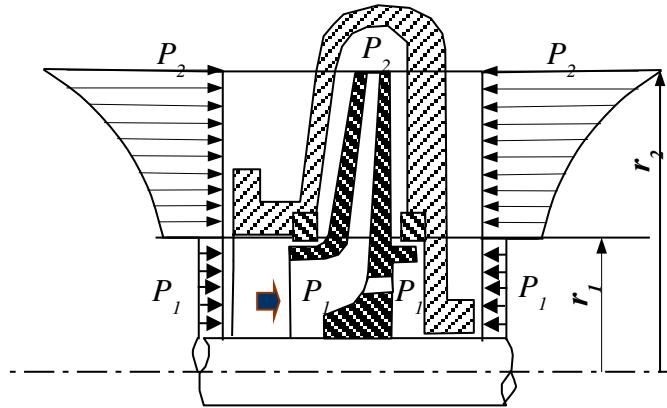


Hình 2.25. Bơm li tâm một cấp hai miệng hút

1. Vỏ, 2. Cánh, 3. Vành làm kín miệng cánh, 5. Trục, 6. Ống lót,
7. Thiết bị làm kín dọc trục, 8. Tấm ép bộ làm kín, 9. Ốc đỗ chặn, 10. Ốc đỡ, 11. Bệ đỡ, 12. Bệ bơm, 13. Khung đỡ động cơ điện lai, 14. Khớp nối, 15. Đường cấp nước làm kín, 16. È cu cố định ống bao trục, 17. Nắp vòng bi, 18. Thiết bị làm kín.

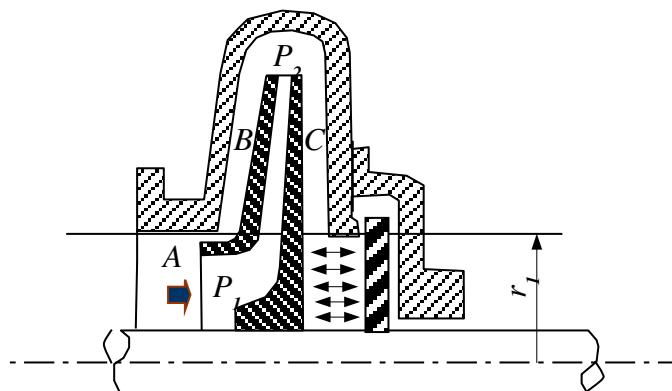
Phương pháp khoan lỗ cân bằng trên bánh cánh. Ứng dụng phương pháp này, trên bánh cánh tại khu vực bán kính (r_1) người ta khoan khoảng từ 5 - 7 lỗ nhằm mục đích cân bằng áp suất ở phía trước và phía sau cánh. Để khoan lỗ cân bằng có hiệu quả và giảm tổn thất rò rỉ thì phía sau cánh người ta cũng đặt vòng làm kín như phía cửa hút và cùng ở vị trí tương đương, sơ đồ phân bố áp suất trên bánh cánh bơm được thể hiện trên (Hình 2.26). Phương pháp này đơn giản, dễ chế tạo, có thể chế tạo loại bơm trục ngắn và chỉ cần gối đỡ một

phía. Tuy nhiên phương pháp này làm tăng tổn thất do rò rỉ dẫn đến hiệu suất thấp.



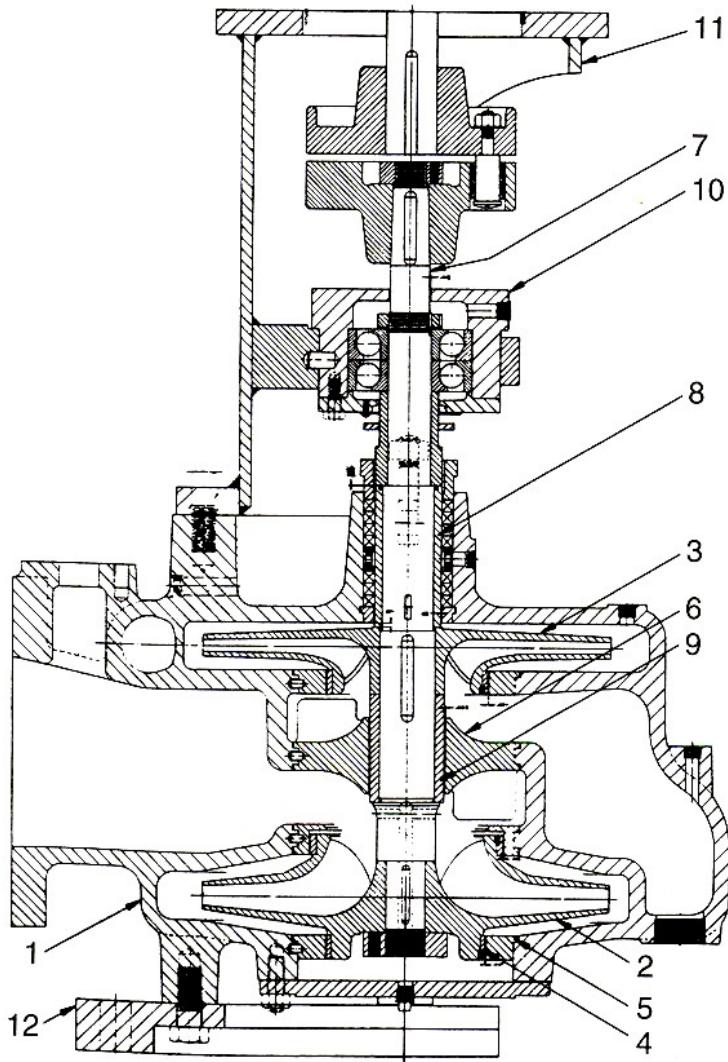
Hình 2.26. Sự phân bố áp suất trên phần che cánh phía trước và sau của bánh cánh một cửa hút có khoan lỗ cân bằng

Phương pháp dùng piston giả (hay còn gọi là đĩa chống lực dọc trực). Piston (hay đĩa) được gắn nối tiếp phía sau bánh cánh và cũng được cố định với trục quay. Phần áp suất phía sau bánh cánh sẽ tác động vào piston với chiều ngược nhau nên khử được lực dọc trực. Không gian phía sau của đĩa được nối thông với khoang hút của bơm (Hình 2.27)



Hình 2.27. Sự phân bố áp suất trên phần che cánh phía trước và sau của bánh cánh một cửa hút có đĩa cân bằng

Bố trí hai cửa hút ngược nhau đối với loại bơm hai cấp. Ở phương pháp này thì mỗi cấp đều có lực dọc trực nhưng chiều của chúng ngược nhau sẽ tự khử cho nhau. Trường hợp này giống như bơm một cấp hai cửa hút. (Hình 2.28) thể hiện kết cấu một bơm li tâm hai cấp có hai cửa hút ngược nhau.



Hình 2.28. Bơm li tâm hai cấp có cửa hút bố trí ngược nhau

1. Vỏ bơm, 2. Bánh cánh cấp 1, 3. Bánh cánh cấp 2, 4. Vành làm kín miếng cánh, 5. Vành lót vỏ, 6. Ố đõ trong, 7. Trục, 8. Ống lót trục, 9. Ống lót ngõng trục, 10. Bệ Ổ đõ, 11. Giá đõ mõ tõ, 12. Chân bệ bơm.

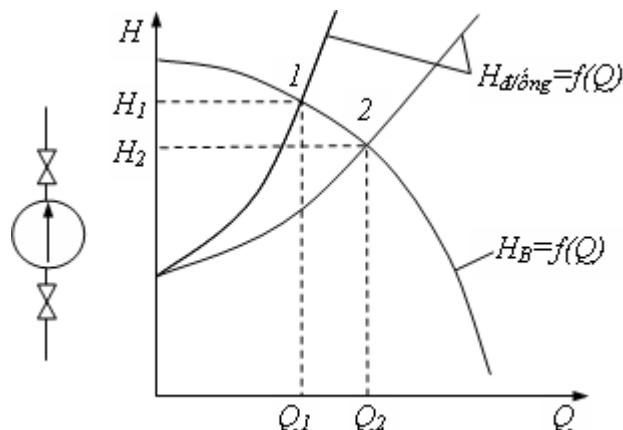
2.1.16. ĐIỀU CHỈNH SẢN LƯỢNG BƠM LI TÂM

Trong quá trình làm việc của bơm do yếu tố kỹ thuật nhiều khi cần thay đổi điểm làm việc của hệ thống bơm tức là thay đổi chế độ làm việc của bơm (hoặc của hệ thống). Quá trình thay đổi điểm làm việc của bơm theo yêu cầu của người khai thác gọi là quá trình điều chỉnh.

a. Điều chỉnh bằng cách thay đổi độ mở của van đẩy

Đây là phương pháp thường dùng để điều chỉnh bơm. Phương pháp này là thay đổi đặc tính đường ống bằng cách thay đổi các tổn thất trên đường ống. Đóng dần van đẩy thì đặc tính đường ống sẽ dốc hơn. (Hình 2.29) thể hiện sự thay đổi sản lượng của bơm khi thay đổi đặc tính đường ống bằng cách thay đổi độ mở của van đẩy. Khi cần tăng lưu lượng ta mở to van đẩy làm cho đặc tính đường ống thoảii hơn và lưu lượng sẽ tăng lên (thay đổi từ điểm 1 đến điểm 2 trên đồ thị). Nếu muốn giảm lưu lượng thì ta làm ngược lại.

Phương pháp này có nhược điểm là khi thay đổi lưu lượng thì áp suất của hệ thống cũng sẽ thay đổi theo nhưng theo chiều ngược với thay đổi lưu lượng.



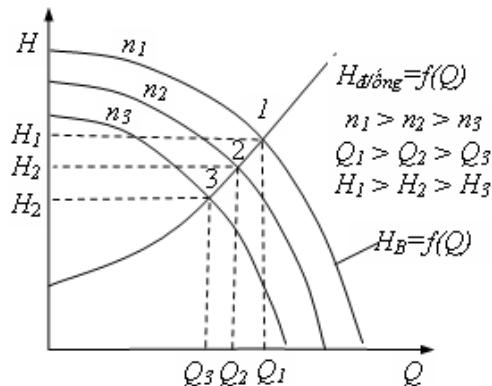
Hình 2.29. Điều chỉnh sản lượng của bơm bằng cách thay đổi đặc tính đường ống

b. Thay đổi số vòng quay của động cơ lai

Thay đổi vòng quay có thể đạt được lưu lượng khác nhau và cột áp tương ứng. Nếu vòng quay tăng thì lưu lượng và cột áp tăng, còn giảm số vòng quay thì lưu lượng và cột áp giảm.

Khác với phương pháp điều chỉnh khi $n=const$ phương pháp điều chỉnh này theo hướng bất kỳ. Sự thay đổi tổn thất thuỷ lực do điều chỉnh lưu lượng bằng phương pháp này không xảy ra, bởi thế phương pháp điều chỉnh này trong khai thác là kinh tế nhất.

Với bơm lưu lượng bé được truyền động bằng động cơ lồng sóc 3 pha người ta ít dùng cách điều chỉnh vòng quay của động cơ điện mà thường dùng phương pháp điều chỉnh lưu lượng bằng van đaskets đơn giản hơn. (Hình 2.30) thể hiện phương pháp điều chỉnh lưu lượng bằng cách thay đổi số vòng quay động cơ lai. Khi ta giảm số vòng quay từ (n_1) xuống (n_2) thì lưu lượng giảm từ (Q_1) xuống (Q_2) và cột áp cũng giảm từ (H_1) xuống (H_2).

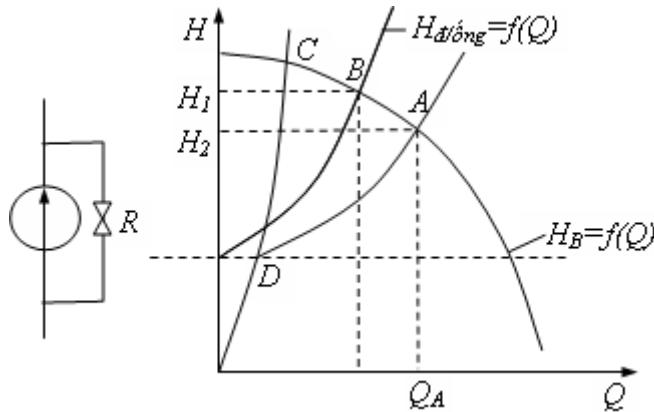


Hình 2.30. Điều chỉnh sản lượng của bơm bằng cách thay đổi vòng quay của động cơ lai

Điều chỉnh bằng phương pháp này có ưu điểm là có thể thay đổi được công suất nên là phương pháp kinh tế nhất. Tuy nhiên phương pháp này chỉ ứng dụng cho các bơm lai bởi động cơ có thể điều chỉnh được vòng quay; ví dụ động cơ lai là động cơ đốt trong.

c. Điều chỉnh bằng cách dùng đường ống nhánh

Dùng đường ống nhánh trích ra từ đường ống đẩy quay trở về đường ống hút của bơm khi không muốn giảm áp suất khoang hút của bơm. Quá trình điều chỉnh được thể hiện trên (Hình 2.31).



Hình 2.31. Điều chỉnh sản lượng của bơm bằng cách dùng đường ống nhánh

Khi điều chỉnh bơm bằng van đường ống nhánh, do sản lượng thay đổi nên đặc tính động của đường ống thay đổi, nhưng đặc tính động xuất phát từ giao điểm của đặc tính điều chỉnh (đường C) với đặc tính tĩnh (điểm D trên Hình 2.31)

2.1.17. ƯU NHƯỢC ĐIỂM VÀ ỨNG DỤNG CỦA BƠM LY TÂM

Bơm ly tâm phù hợp với các loại động cơ lai tốc độ lớn như động cơ điện, tuốc bin hơi và khí. Bơm ly tâm có kết cấu gọn nhẹ hơn so với bơm piston có cùng sản lượng.

Khu vực cột áp chất lỏng thấp và trung bình với lưu lượng lớn thì dùng bơm ly tâm.

* Ưu điểm của bơm ly tâm

Có lưu lượng đều và ổn định với cột áp không đổi.

Kích thước nhỏ gọn và trọng lượng bé hơn so với bơm piston.

Cho phép nối trực tiếp với động cơ cao tốc không qua hộp giảm tốc (Trị số vòng quay có thể đạt đến 40,000 vòng/phút).

Thiết bị đơn giản.

An toàn lúc làm việc.

Ít nhạy cảm với chất lỏng có chứa các loại hạt rắn.

Khối lượng sửa chữa thường kỳ nhỏ vì ít các chi tiết động.

Điều chỉnh lưu lượng đơn giản.

Nhờ các ưu điểm trên, bơm ly tâm được ứng dụng rộng rãi trên tàu thuỷ để chuyển chất lỏng.

Các bơm ly tâm lưu lượng lớn không có thiết bị tự hút thường đặt dưới mực chất lỏng được bơm (có cột nước dâng).

Bơm ly tâm tự hút dùng trong các thiết bị không có cột áp dâng để phục vụ đối tượng không yêu cầu cung cấp chất lỏng ngay sau khi làm việc.

Nhược điểm của bơm ly tâm:

Không có khả năng tự hút (Trước khi khởi động bơm cần điều đầy chất lỏng vào bánh cánh và đường ống hút) nên làm tăng giá thành và thiết bị của bơm thêm phức tạp.

Hiệu suất thấp khi vòng quay nhỏ.

Hiệu suất của bơm giảm nhiều khi độ nhớt của chất lỏng cần bơm tăng lên.

So với bơm piston, kích thước đường ống hút của bơm ly tâm đòi hỏi lớn hơn.

Có sự phụ thuộc giữa hiệu suất của bơm đến chế độ làm việc của nó.

2.1.18 KHAI THÁC BƠM LY TÂM

a. Vận hành bơm ly tâm

*** Trước khi khởi động**

- Cần tiến hành quan sát bên ngoài bơm.
- Bôi trơn đầy đủ các chi tiết làm việc (các ổ bi).
- Quay cánh bơm vài vòng để kiểm tra bánh cánh và trực bơm xem có vật cản không (Bằng cách quay thử ở khớp nối giữa bơm và động cơ).

- Mở van xả khí và các van trên đường ống hút của bơm, điều đầy chất lỏng vào đường ống hút và bơm.

- Mở van dẫn chất lỏng đến chân không kế, áp kế và van dẫn chất lỏng đến đệm làm kín nước (ở đầu trực).

- Khi thấy chất lỏng chảy ra nhiều và liên tục ở van xả không khí thì đóng lại vì lúc đó chất lỏng đã điền đầy đường ống hút và vỏ bơm.

- Đối với những bơm có lắp thiết bị tạo chân không trong đường ống hút không cần điền đầy chất lỏng trước khi khởi động.

* **Khởi động bơm**

- Khi khởi động động cơ và tăng dần vòng quay đến vòng quay định mức, áp kế sẽ chỉ áp lực phù hợp với hành trình không tải.

- Mở dần van xả.

- Lượng tiêu thụ công suất lúc hành trình không tải bằng 0.35-0.5 so với công suất tiêu chuẩn của động cơ.

- Khi khởi động van xả có thể đóng trong vài phút, đóng lâu thì công suất trên trực bơm truyền cho công chất sẽ biến thành nhiệt làm nóng các chi tiết làm việc của bơm, dẫn tới dân nở nhiệt lớn, gây hư hỏng cho bơm.

* **Sau khi khởi động bơm cần quan sát**

- Sự làm việc của bơm qua các thiết bị chỉ thị (áp kế, nhiệt kế..).

- Sự rò rỉ chất lỏng qua bộ kín cỗ trực.

- Quan sát sự làm việc của hệ thống bôi trơn (nếu có), không để mất sự tuần hoàn của dầu nhớt.

- Xả định kỳ không khí ở vỏ bơm qua van xả không khí (Nếu thấy áp lực tụt hoặc áp suất dao động).

* **Dùng bơm**

- Tắt động cơ lai.

- Đóng van ở đường ống xả và đường ống hút.

- Đóng các van áp kế và chân không kế.

b. Các sự cố thường gặp đối với bơm ly tâm và cách khắc phục

Nếu bơm không cung cấp chất lỏng thì có thể do các nguyên nhân sau:

Bơm đặt quá cao trên mặt thoáng chất lỏng cần bơm.

Van xả đang đóng.

Bơm và đường ống hút của bơm trước khi khởi động không được nạp đầy đủ chất lỏng.

Chất lỏng bị đóng băng ở ống hút và các van.

Có rác ở đường ống hút và phin lọc.

Van thông biến chưa mở.

Tăng sức cản thuỷ lực trong đường ống hút và ống đẩy (Quá bẩn).

Có chỗ rò rỉ không khí trên đường ống hút, vỏ bơm, bộ làm kín.

Nhiệt độ chất lỏng cần bơm quá cao.

Các van trên đường ống hút không mở hoàn toàn.

Trị số vòng quay bánh cánh của bơm không đạt yêu cầu.

Miệng hút của đường ống hút đặt quá gần với đáy bể hút.

Chiều quay của bơm không đúng (thường do động cơ điện lai bơm quay ngược).

Đặc tính bơm không phù hợp với đặc tính đường ống.

Chiều cao hút tĩnh không phù hợp với tính chất xâm thực của bơm.

Nếu bơm không đủ lưu lượng hoặc từ từ giảm lưu lượng đến không, nghĩa là sự cung cấp chất lỏng bị gián đoạn thì có thể do các nguyên nhân kể trên và thêm:

Do các cánh bị hỏng.

Chiều cao mặt thoáng so với miệng hút của bơm quá thấp làm cho bơm hút cả chất lỏng và không khí vào.

Xảy ra chuyển động chiều trực trong bánh công tác.

Giảm trị số vòng quay ở trực động cơ.

Van hút không mở hết cỡ.

Nếu động cơ lai bơm làm việc quá tải có thể do

Các chi tiết dẫn dòng của bơm bị bẩn.

Bị kẹt trực do các bộ phận đĩa và hỏng hóc cơ khí.

Chuyển động đặc trực quá lớn làm thiết bị làm kín đầu mút cánh bị mòn, làm bánh cánh tiếp xúc với bề mặt bên trong của vỏ bơm.

Lực đặc trực quá lớn.

Trọng lượng riêng và độ nhớt của chất lỏng được bơm lớn hơn các thông số thiết kế bơm.

Nếu bơm không đạt được cột áp cần thiết có thể do vòng quay không đảm bảo, do bánh cánh và thiết bị làm kín bị mòn.

Vỏ bơm rung nhiều có thể do:

Bu lông bộ phận máy bị yếu.

Biến dạng đường trực của bơm và động cơ hoặc độ võng của chúng lớn hơn giới hạn cho phép.

Có khe hở trong khớp nối trực.

Bộ phận máy yếu.

Bánh cánh cân bằng không tốt.

Trục bơm bị uốn.

Cong vênh các chi tiết quay do độ bền hoặc do lắp ráp.

Chạm bánh cánh lên vỏ bơm do mòn.

Trị số vòng quay gần với vòng quay tối hạn.

Lọt các vật rắn vào chi tiết dẫn dòng của bơm.

Có xâm thực trong bơm.

Vỏ bơm bị nóng có thể do:

Nén quá mức hoặc nén không đều các vòng làm kín đầu trực.

Cong vênh trực làm bánh chạm vào vỏ bơm.

Khe hở bô làm kín đẦU mút cánh quá nhỎ.

Khe hở giỮa bẠC và trỤc bƠM quá bÉ.

Trong bƠM ly tÂm khuyẾt tẬt hay gẶP là nÓng bÊ dỠ trỤc bƠM, diỀu nÀy xÂy ra vÌ.

Nén quá cĂng hoẶc bẠC bỊ hÔNG.

trỤc bƠM bỊ cong.

SỰ dỊCH chUYỂN dỌC trỤc cỦA trỤc dÔNG cƠ VÀ cỦA bƠM QUÁ lỚn hoẶc bỊ uỐn QUÁ mỨC cho phéP.

ThiẾt bỊ bÔi trƠn KHÔNG lÀM viỆc.

DẦU bÔi trƠn chÂY RA khỎi gỐi trỤc.

KhÔNG đỦ lƯỢng DẦU bÔi trƠn CẦN CUNG CẤP.

ChẤT lƯỢng DẦU bÔi trƠn KÉM VÀ DẦU bỊ chÂY.

c. Ứng dụng cỦa bƠM li tÂM

bƠM ly tÂm dÙNG để bƠM VÀ VÂN chUYỂN các chẤT lỎng có đỘ nhỚt thẤP như nƯỚc ngOT, nƯỚc biỂn. DÙNG TRONG các hỆ thỐng đÒI hỎI lUU lƯỢng lỚn VÀ đỀU nhƯNG khÔNG đÒI hỎI cỘt áp cao nhƯ các hỆ thỐng nƯỚc ngOT, nƯỚc biỂn lÀM MÁT MÁY, hỆ thỐng ballast, CÚU hỎA..

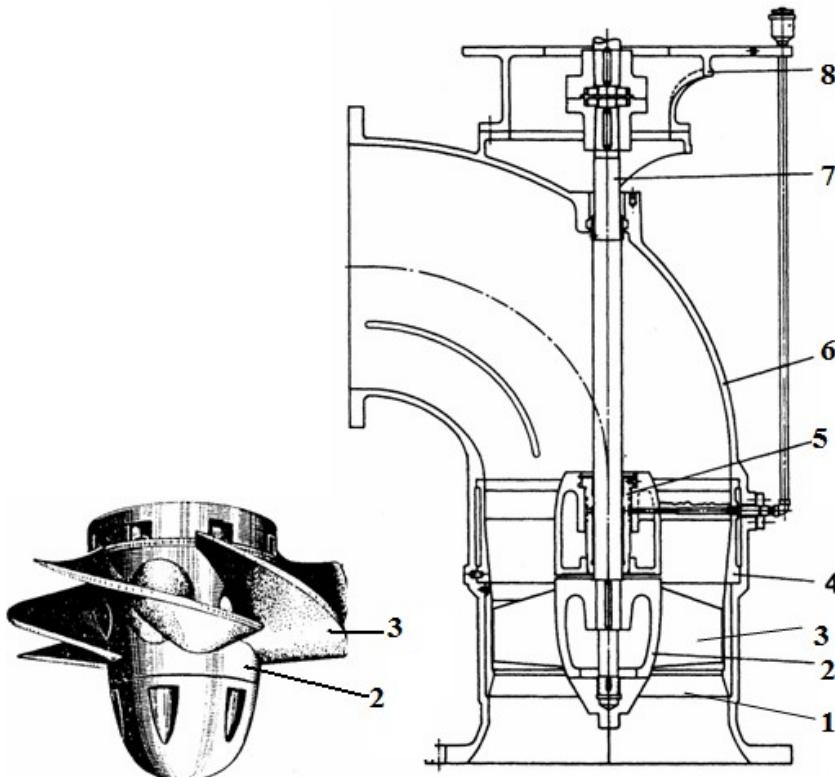
2.2 BƠM HƯỚNG TRỤC

bƠM HƯỚNG TRỤC lÀ MỘT loẠI bƠM CÁNH QUẠT THUỘC hỌ bƠM CÁNH dẪN. hỆ thỐNG CÁNH cỦA bƠM ĐƯỢC lẮP TRONG MỘT ỐNG HÌNH TRỤ. Đây lÀ loẠI bƠM CÓ KẾT cẤU CỦA CÁNH ĐƠN GIẢN nhẤT. bƠM CÓ lUU lƯỢng lỚn KHI CÙNG CÔNG SUẤT SO VỚI CÁC loẠI bƠM KHÁC NÊN KÍCH THƯỚC cỦA trẠM bƠM nhỎ. lUU lƯỢng CỦA loẠI bƠM nÀY THƯỜNG TỪ 0,1 ĐẾN 30 m³/giÂY, cỘT áp TỐI ĐA CÓ THỂ ĐẶT TỚI 20 mH₂O. Trên tàu thuỷ bƠM nÀY DÙNG lÀM bƠM TUẦN HOÀN CỦA thiẾT bỊ NGƯNG TỤ hƠI VÀ ĐÔI KHI DÙNG lÀM bƠM lÀM MÁT dÔNG CƠ ĐỐT TRONG CÓ CỘT nƯỚC dÂNG (bƠM ĐẶT THẤP hƠN mỰC chẤT lỎng CẦN bƠM) VÀ YÊU CẦU CỘT áp LỚN lẮM.

bƠM HƯỚNG TRỤC CÓ THỂ ĐẶT NẰM NGANG, CÓ THỂ ĐẶT THẲNG ĐỨNG.

CÙNG NHƯ MỘT sỐ bƠM KHÁC bƠM nÀY CŨNG CÓ THỂ CÓ MỘT hoẶC nhIỀU BÁNH CÁNH GHÉP nỐI TIẾP VỚI nhAU..

2.2.1. CẤU TẠO BƠM HƯỚNG TRỰC



Hình 2.32. Sơ đồ cấu tạo của bơm hướng trực

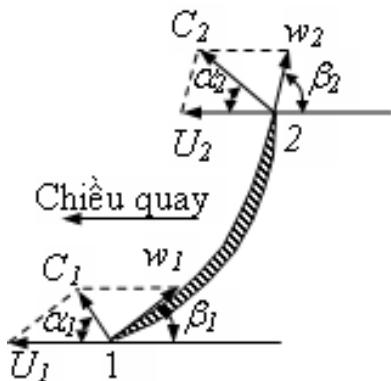
1. Cánh hướng, 2. May σ, 3. Cánh bơm, 4. Cánh hướng, 5. Bạc trực bơm, 6. Vỏ bơm, 7. Trục bơm, 8> Bệ đỡ động cơ lai.

Chất lỏng qua cánh bơm (3) có quỹ đạo chuyển động dọc trục, khi đó chất lỏng được nhận thêm năng lượng từ động cơ truyền cho, thông qua bánh cánh. Chất lỏng ra khỏi bánh cánh của bơm và đi vào các cánh của thiết bị hướng dòng ở cửa ra. Do cấu tạo của thiết bị hướng dòng làm tốc độ của chất lỏng giảm, biến cột áp động thành cột áp tĩnh. Ngoài ra thiết bị hướng dòng làm cho hướng chảy của chất lỏng theo hướng của vỏ bơm. Chất lỏng đi qua bích nối ống, qua đường ống đẩy và vào hệ thống. Số cánh của bơm hướng trực thường bằng 3,4,5.

2.2.2 CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA BƠM HƯỚNG TRỰC

a. Cột áp của bơm hướng trực

Để xác định cột áp của bơm hướng trực tao ra, xét mặt cắt dọc trực bơm hướng trực theo mặt cắt (Hình 2.33) với bán kính bất kỳ.



Hình 2.33. Phân bõ tam giác tốc độ tại cánh bõm.

Phương trình xác định cột áp lý thuyết cho bõm hướng trực cũng giống như cho bõm ly tâm. Cột áp lý thuyết xác định cho số cánh vô cùng (Trao đổi năng lượng hoàn toàn, chất lỏng lý tưởng với độ nhớt $\eta=0$, không có tổn thất).

Cột áp lý thuyết do bõm tạo ra:

$$H_l = \frac{r_2 c_{2u} - r_1 c_{1u}}{g}$$

Đối với bõm hướng trực r_1 và r_2 bằng nhau vì chất lỏng chuyển động dọc trực mà không chuyển động ly tâm. Giá trị $r_1 = r_2$ và bằng tốc độ tiếp tuyến u .

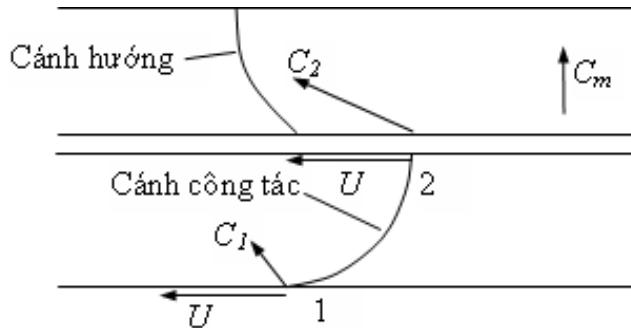
Nên
$$H_l = \frac{u c_{2u} - c_{1u}}{g}$$

Rút gọn ta có
$$H_l = \frac{u c_u}{g}$$

Trong đó c_u là hiệu tốc độ tuyệt đối chiếu theo phương tiếp tuyến với cung cánh quay của hai điểm cuối và đầu quãng đường trao đổi năng lượng giữa chất lỏng và cánh công tác.

Quỹ đạo chuyển động của các hạt chất lỏng trong quá trình tiếp xúc với bánh công tác có dạng xoắn quanh trực. Khi chất lỏng nhận năng lượng từ cánh công tác chúng sẽ chuyển động quay quanh trực lên trên và giữ nguyên chuyển động nếu không có cánh hướng.

Cánh hướng có nhiệm vụ nắn lại hướng chuyển động quay quanh trục của hạt chất lỏng để giảm tổn thất (Hình 2.34). Trong thân bơm còn bố trí ống phân tán có tác dụng giảm cột áp động, tăng cột áp tĩnh. Chất lỏng sau khi ra khỏi bơm có chuyển động thẳng và có áp suất lớn nên giảm được tổn thất và tăng hiệu suất cho bơm.



Hình 2.34. Sơ đồ cánh công tác và cánh hướng
trong bơm hướng trực

b. Lưu lượng của bơm hướng trực

$$Q = 3600 \cdot \frac{m^2}{cc} \cdot 1 D_c^2 \cdot k_c \cdot \sqrt{2gH};$$

Trong đó:

$_{cc}$: Hiệu suất cung cấp 0.9- 0.95.

$m = \frac{D_H}{D_C} = 2 - 3.5$ là tỷ số giữa đường kính của bánh cánh và đường kính may σ .

k_c : Hệ số tốc độ chiêu trực.

$c_a = c_1 = k_c \sqrt{2gH} = 5 - 7 \text{ m/sec}$ là tốc độ chiêu trực của dòng trong rãnh của bánh cánh.

Bơm hướng trực không có khả năng tự hút nên nó thường làm việc với cột nước dâng (đặt thấp hơn mặt thoáng của chất lỏng được bơm).

c. Công suất của động cơ lai

$$N = \frac{Q_c \cdot H}{75_B}$$

Trong đó: Q_c : Lưu lượng của bơm

γ : Tỷ trọng của môi chất

H : Cột áp của bơm

η : Hiệu suất của bơm, $\eta_B = 0.75 - 0.9$.

2.2.3. ĐẶC TÍNH CÔNG TÁC CỦA BƠM HƯỚNG TRỰC

Đặc tính $N_{d/c} = f(Q)$ và $H = f(Q)$ có dạng như đồ thị (Hình 2.35).

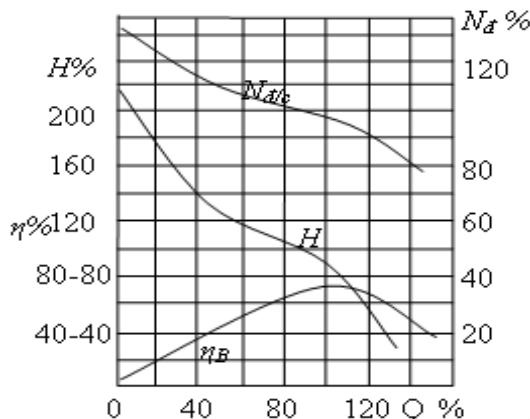
Khi đóng van dây công suất tiêu thụ sẽ lớn lên 20 - 40 % và cột áp tiêu thụ lớn hơn 50 - 100% so với giá trị công suất và áp suất cực đại (Hình 2.35).

Dạng đường đặc tính này không lợi khi điều chỉnh lưu lượng nhờ độ mở của van xả, vì như vậy sẽ là giảm hiệu suất của bơm. Bởi thế ở những bơm lưu lượng lớn người ta thay đổi lượng cung cấp nhờ quay bánh cánh so với vị trí tương đối của nó.

Trên đường cong $N_{d/c}$ và H khi lưu lượng của bơm giảm đến điểm uốn thì sự làm việc của bơm sẽ xuất hiện va đập thuỷ lực bởi vậy xem như bơm bị phá hoại chế độ công tác.

Khi tăng lưu lượng, công suất và cột áp tiêu thụ tăng lên ít hơn, nên người ta dùng rộng rãi hơn bơm hướng trực để cho loại cần lưu lượng lớn.

Để tăng cột áp cho bơm hướng trực ta ghép nối tiếp nhiều bánh cánh



Hình 2.35. Đặc tính công tác của bơm hướng trực

2.2.4. ƯU NHƯỢC ĐIỂM CỦA BƠM HƯỚNG TRỰC

a. Ưu điểm

Hiệu suất cao

Có vòng quay cao, nên cho phép nối trực tiếp bơm với động cơ cao tốc.

Kích thước nhỏ gọn, công suất lớn.

Thích hợp để bơm chất lỏng bẩn.

Thiết bị đơn giản, phục vụ và khai thác đơn giản.

b. Nhược điểm

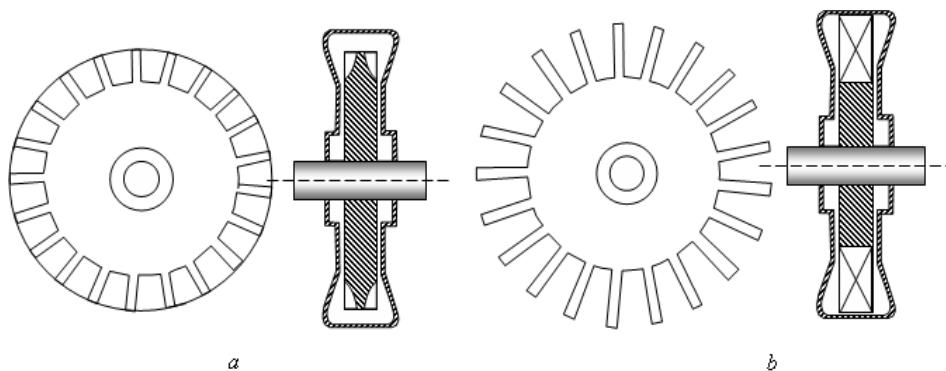
Bơm có cột áp thấp, khả năng tự hút kém do đó chỉ sử dụng ở những nơi cần sản lượng cao, cột áp thấp.

2.3 BƠM XOÁY

2.3.1. KẾT CẤU, NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC VÀ NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA BƠM XOÁY

a. Kết cấu của bơm xoáy

Theo kết cấu của bánh công tác người ta chia bơm xoáy ra làm hai loại:



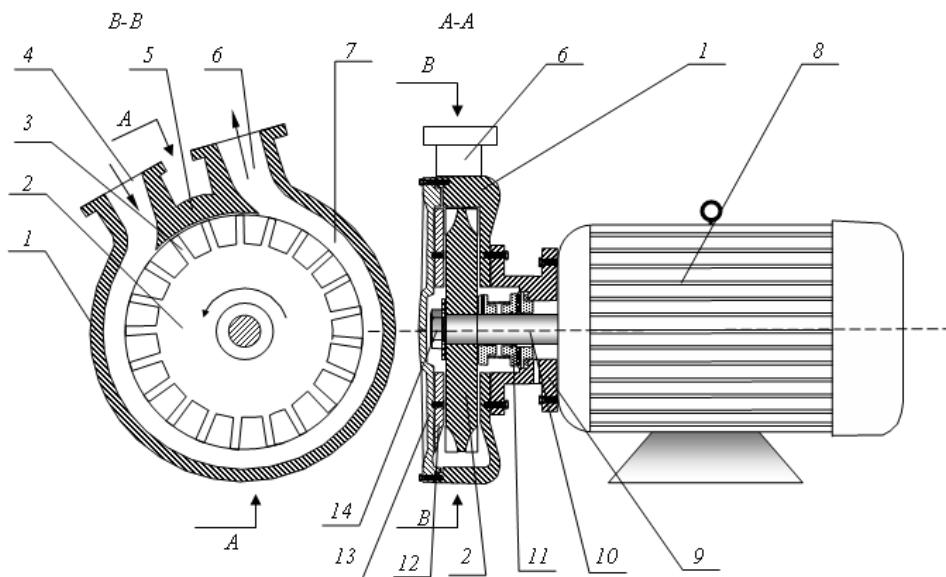
Hình 2.36. Kết cấu của bánh công tác

a. Bánh công tác kín; b. Bánh công tác hở

Bơm xoáy có bánh công tác kín (Hình 2.36.a): là bơm có bánh công tác như một đĩa phẳng, ở phần ngoài được phay thành các cánh dẫn phẳng, ngắn. Mặt chu vi của bánh công tác không sát với thành vỏ bơm.

Bơm xoáy có bánh công tác hở (Hình 2.36.b): là bơm có bánh công tác do các cánh dẫn phẳng, dài ghép chặt trên may σ theo hướng kính. Mặt chu vi của bánh công tác sát với thành vỏ bơm, còn rãnh hình xuyến của vỏ bơm thì bố trí ở hai mặt bên của bánh công tác.

(Hình 2.37) mô tả kết cấu của một bơm xoáy loại bánh cánh công tác kín.



Hình 2.37. Sơ đồ kết cấu của bơm xoáy

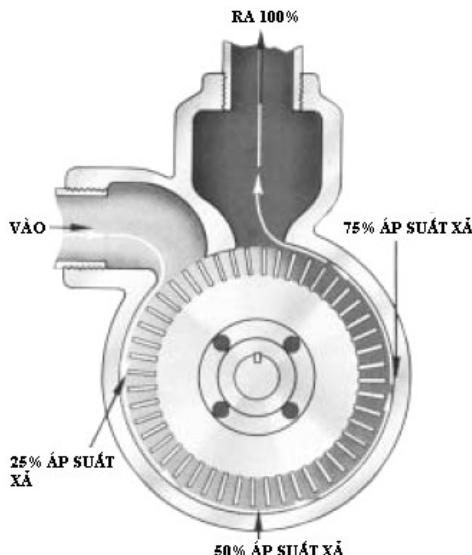
1. Vỏ bơm; 2. bánh cánh; 3. Các cánh phẳng hướng kính; 4. Cửa hút; 5. Phần cung lồi ngăn cách cửa hút và cửa đẩy; 6. Cửa đẩy; 7. Đường dẫn kiểu rãnh hình lòng máng; 8. Động cơ điện lai, 9. Bệ đỡ bơm, 10. Trục bơm, 11. Bộ làm kín cổ trục, 12. Tấm đệm làm kín, 13. Nắp bơm, 14. Đai ốc hãm cánh

b. Nguyên lý làm việc của bơm xoáy

Giả sử cánh (3) được điền đầy chất lỏng, khi cánh quay với tốc độ lớn sinh ra lực ly tâm. Dưới tác dụng của lực ly tâm chất lỏng văng ra ngoài và đi vào đường dẫn (5) có dạng hình lòng máng. Khi hạt chất lỏng văng ra thì tại đó tạo thành lỗ hổng, hạt chất lỏng khác lại điền vào tạo thành dòng liên tục. Do kết cấu đường dẫn (7) có hình lòng máng nên chất lỏng lại được dẫn vào cánh tiếp theo và lại văng ra tạo nên quỹ đạo chuyển động của hạt chất lỏng có dạng xoáy lò xo cho tới cửa đẩy của bơm. Do cửa đẩy và cửa hút được ngăn cách với nhau bởi phần cung lồi ngăn cách (5) nên chất lỏng không quay trở lại cửa hút. Như vậy khi chuyển động qua rãnh cánh, năng lượng của dòng

chất lỏng tăng lên nhờ nhận năng lượng từ cánh công tác qua mỗi vòng xoáy. Để tránh rò lọt từ phần cao áp sang phần thấp áp thì trên nắp (13) của bơm có đặt một tấm đệm kín (12) có tác dụng là khi khe hở giữa bánh cánh và vỏ lớn thì người ta sẽ thay tấm đệm khác để giảm khe hở này. Để ngăn cách giữa khoang công tác với bên ngoài thì tại đầu trực thòng ra của bơm (phía động cơ điện lai) có đặt một bộ làm kín kiểu ma sát (11). Tại bệ đỡ (9) của bơm có khoan một lỗ để kiểm tra độ kín của bộ làm kín. Nếu bộ làm kín cố trực không kín thì sẽ có nước chảy ra ở lỗ khoan này.

Sự thay đổi áp suất của chất lỏng trong bơm được thể hiện trên (Hình 2.38)



Hình 2.38. Sự thay đổi áp suất trong đường dẫn của bơm
Các bơm xoáy thường có các thông số cơ bản trong khoang sau:

- $Q = 8 - 60 \text{ m}^3/\text{giờ}$,
- $H = 25 - 250 \text{ mH}_2\text{O}$,
- $N < 25 \text{ KW}$,
- $n = 750 - 3000 \text{ vòng/phút}$.

c. Đặc điểm của bơm xoáy

Nguyên lý làm việc của bơm xoáy tương tự như bơm ly tâm, chỉ khác là trong một vòng quay của bánh công tác mỗi phần tử chất lỏng nhiều lần nhận được năng lượng của cánh dẫn truyền cho, do đó

cột áp của bơm xoáy cao hơn của bơm ly tâm rất nhiều. Với cùng một kích thước và số vòng quay làm việc của bánh công tác thì cột áp của bơm xoáy lớn hơn của bơm ly tâm khoảng 3 - 7 lần. Kết cấu nhỏ gọn và tạo được cột áp lớn là ưu điểm nổi bật của bơm xoáy.

Chuyển động của chất lỏng qua bơm xoáy là chuyển động xoáy có vận tốc tăng dần nên vận tốc của dòng chảy thay đổi rất nhiều từ của hút đến cửa đẩy, do đó tổn thất cột áp của dòng chảy qua bơm lớn, hiệu suất của bơm thấp ($0.25 - 0.45$). Hiệu suất của bơm càng thấp khi bơm chất lỏng có độ nhớt cao.

Bơm xoáy có khả năng tự hút, có thể làm việc như một bơm chân không. Vì ống hút và ống đẩy đều bố trí ở phía trên, nên chỉ cần mồi bơm một lần (trong lần làm việc đầu tiên). Do ưu điểm này nên bơm xoáy thường được ghép với bơm ly tâm để tạo nên khả năng tự hút cho bơm ly tâm.

Bơm xoáy có thể làm việc với chất lỏng có tính bốc hơi cao hoặc hỗn hợp chất lỏng và chất khí. Không nên dùng bơm xoáy để bơm chất lỏng có nhiều hạt cứng vì khi làm việc với chất lỏng như vậy cánh công tác rất chóng mòn, tuổi thọ của bơm thấp.

Do có các đặc điểm trên, nên trong kỹ thuật bơm xoáy thường được dùng:

Bơm các hỗn hợp chất lỏng và khí.

Các chất dễ bay hơi.

Các loại nhiên liệu như cồn, et xăng và các loại hoá chất khác với yêu cầu có cột áp lớn và lưu lượng tương đối nhỏ.

2.3.2. CÁC THÔNG SỐ CÔNG TÁC CỦA BƠM XOÁY

a. Lưu lượng

Lưu lượng qua mặt cắt của đường dẫn:

$$Q = f.c;$$

Trong đó:

- f. Diện tích mặt cắt ngang của rãnh lòng máng,
- c. Tốc độ của dòng chảy trong rãnh lòng máng,

b. Cột áp

Giả thiết đường tâm của dòng là đường thẳng.

Phương trình động lượng của dòng đi ra khỏi bánh công tác vào đường dẫn là:

$$\begin{array}{ccccccccc} f.p & f.p & dp & t & .q.dl. & t.c_o & .q.dl. & t.c_{2u} \\ dp_l & \cdot \frac{q}{f} c_{2u} & c_0 dl & p_l & \cdot \frac{q}{f} c_{2u} & c_0 \end{array}$$

Trong đó:

q : Lượng chất lỏng qua rãnh giữa các cánh trên một đơn vị chiều dài đường dẫn

c_{2u} : Vận tốc trung bình tiếp tuyến của hạt chất lỏng ra khỏi rãnh giữa các cánh đi vào đường dẫn.

c_o : Vận tốc trung bình của chất lỏng trong đường dẫn.

f : Diện tích mặt cắt ngang của đường dẫn

* Cột áp lý thuyết được tăng lên trên chiều dài l của đường dẫn là:

$$H_l = \frac{P}{g} - \frac{\frac{q}{f} \cdot c_{2u} - c_0 \cdot l}{\frac{q \cdot l}{g \cdot f} \cdot c_{2u} - c_0} = \frac{q \cdot l}{g \cdot f} \cdot c_{2u} - c_0 - \frac{q \cdot l}{g \cdot f} \cdot c_{2u} + \frac{Q}{f}$$

c. Công suất

Công suất có ích lý thuyết của bom xoáy có thể tính như sau:

$$N_l = Q \cdot H_l = Q \cdot \frac{q \cdot l}{g \cdot f} \cdot c_{2u} = \frac{Q}{f}$$

$N = 0$ khi $Q = 0$ và $Q = c_{2u} \cdot f$.

$N = N_{max}$ khi:

$$\frac{dN}{dQ} = 0 = \frac{q \cdot l}{g \cdot f} \cdot c_{2u} - 2 \frac{Q}{f} \quad N_{max} = p \cdot l \cdot \frac{c_{2u}^2}{4} = m \cdot \frac{c_{2u}^2}{4};$$

$$\text{Với } Q = \frac{f \cdot c_{2u}}{2}$$

Công suất tiêu thụ của bom xoáy:

Bánh công tác của bơm xoáy làm tăng thành phần tiếp tuyến của vận tốc chất lỏng khi lưu động qua nó. Vận tốc đó được tăng từ (c_0) đến (c_{2U}).

Thành phần tốc độ của dòng chảy xoáy trong đường dẫn và trong bánh công tác không đổi.

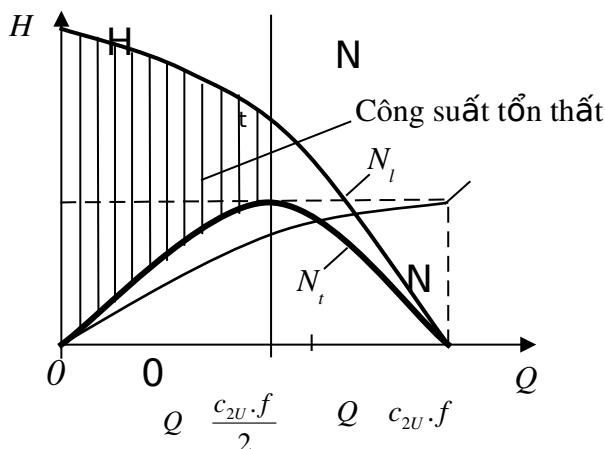
Công suất tiêu thụ trên bánh công tác của bơm xoáy có thể tính theo hiệu động năng trong một giây của dòng ở cửa ra và cửa vào của bánh công tác

$$N_t = \frac{m.c_{2U}^2}{2} - \frac{m.c_0^2}{2} - \frac{q.l}{2} \cdot c_{2U}^2 - \frac{Q^2}{f^2};$$

$$Q \text{ or } N_t = \frac{q.l}{2} \cdot c_{2U}^2$$

$$Q = \frac{c_{2U} \cdot f}{2} \quad N_t = \frac{3}{8} \cdot q.l.c_{2U}^2;$$

$$Q = c_{2U} \cdot f \quad N_t = 0$$



Hình 2.39. Tổn thất năng lượng của bơm xoáy

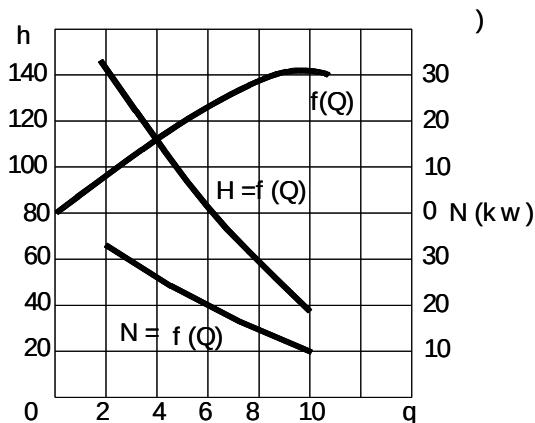
* Như vậy tổn thất năng lượng bên trong của bơm xoáy khi truyền năng lượng từ bánh cánh công tác cho dòng chất lỏng trong đường dẫn là các đoạn tung độ nằm giữa đường cong (N_t) và (N).

Từ đó ta thấy rằng khi trị số vòng quay của bánh công tác không đổi thì tổn thất năng lượng bên trong của bơm xoáy càng lớn khi sản lượng càng bé. Vì vậy không nên khai thác bơm xoáy ở chế độ tiết lưu lớn.

2.3.3. ĐẶC TÍNH THỰC CỦA BƠM XOÁY

Trong bơm xoáy có các tổn thất sau:

- Tổn thất trong quá trình truyền năng lượng từ bánh công tác cho dòng chất lỏng trong đường dẫn có thể chiếm 30% năng lượng truyền đến trực bơm xoáy do:



Hình 2.40. Đồ thị đặc tính thực của bơm xoáy

Do chuyển động xoáy;

Do ma sát lúc vào;

Do chuyển động tuần hoàn của chất lỏng trong đường dẫn của bơm xoáy;

Vận tốc của các hạt chất lỏng chuyển động rất lớn.

- Tổn thất năng lượng chất lỏng do rò rỉ mang đi có thể chiếm tới 20% năng lượng truyền đến trực bơm xoáy do có các khe hở:

Giữa các bề mặt ngăn cách của vách;

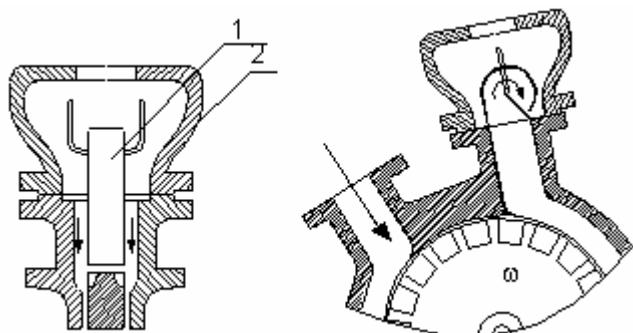
Giữa các mép cánh của bánh công tác;

Chất lỏng chảy từ khoang đẩy về khoang hút do có độ trênh áp $p_2 > p_1$. Tổn thất cơ khí có thể chiếm tới 10% năng lượng truyền đến trực bơm xoáy.

Do có các tổn thất như vậy nên hiệu suất của bơm không vượt quá 50% ($\eta = 32\%$)

2.3.4. HỢP PHÂN LY

Để nâng cao khả năng tự hút của bơm xoáy, nhất là đối với những bơm có bánh công tác kiểu kín, người ta thường lắp đặt thiết bị phụ gọi là hộp phân ly (1) ở lối ra của bơm và ở trong hộp đẩy (2) (Hình 2.41)



Hình 2.41. Hộp phân ly

1. Hộp phân ly, 2. Hộp đẩy

Hỗn hợp chất lỏng và khí được bánh công tác đẩy qua hộp phân ly có dạng xoắn ốc tạo thành một dòng xoáy. Dưới tác dụng của lực ly tâm, chất khí tách ra khỏi chất lỏng và tập trung ở phần giữa của hộp xoắn ốc. Ở đây có 2 ống dẫn để chất khí thoát lên ống thoát khí, còn một phần chất lỏng trở lại rãnh hình xuyễn của bơm lắp lại quá trình cũ.