

BỘ MÔN MÁY VÀ TỰ ĐỘNG THỦY KHÍ
VIỆN CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

TÀI LIỆU

- **Giáo trình:**

Thủy lực và máy thủy lực tập II- Đinh Ngọc Ái –
Đặng Huy Chí – Nguyễn Phước Hoàng- Phạm Đức Nhuận-
1972

- **Tham khảo:**

Bài tập thủy lực và máy thủy lực – Ngô Vi Châu – Nguyễn
Phước Hoàng – Võ Sĩ Huỳnh – Lê Danh Liên – 1976

Bơm ly tâm và bơm hướng trục – Lômakin

Tuabin nước – Võ Sĩ Huỳnh – Nguyễn Thị Xuân Thu

Basic Principles and Components of Fluid Technology –
Volume 1 – H. Exner – R. Freitag – Dr.-Ing.H. Geis

Truyền động thủy lực thể tích- Lê Danh Liên – Ngô Sĩ
Lộc

Khái niệm:

Máy thủy lực là *danh từ dùng để chỉ* các máy làm việc bằng cách trao đổi năng lượng với chất lỏng theo các nguyên lý thủy lực học nói riêng và cơ học chất lỏng nói chung.

MÁY THỦY LỰC THÔ SƠ

- **1640 Ôttô Henrich:** Bơm pittông đầu tiên
- **Nhà bác học Nga Lômônôxốp (1711-1765):** Dùng lí thuyết cơ học chất lỏng cải tạo guồng nước nâng cao hiệu suất, công suất dùng trong công nghiệp
 - **Nhà bác học Ôle(1707-1783):** Lí thuyết cơ bản về tuabin nước nói riêng và các máy thủy lực cánh dẫn nói chung 1751-1754
 - **1831 Phuộc nây rôn (Pháp):** Chế tạo tuabin nước đầu tiên
 - **Xablucốp (Nga):** Sáng chế ra bơm li tâm đầu tiên

➤ **GiucỐpski (1847-1921), TrapplϠghin (1869-1942), PơỐtskua.....**
Sáng tạo lí thuyết dòng chảy bao cánh dẫn, hoàn chỉnh lí thuyết về
máy thủy lực

MÁY THỦY LỰC NGÀY NAY

➤ PHÂN LOẠI THEO TÍNH CHẤT TRAO ĐỔI NĂNG LƯỢNG:

- Động cơ thủy lực: Thu năng lượng của dòng chất lỏng biến đổi thành cơ năng.
- Bơm thủy lực: Truyền năng lượng cho dòng chất lỏng.

➤ THEO NGUYÊN LÝ TÁC DỤNG CỦA MÁY THỦY LỰC VỚI DÒNG CHẤT LỎNG:

- Máy thủy lực thể tích: trao đổi năng lượng với chất lỏng theo nguyên lý nén chất lỏng trong một thể tích kín dưới áp suất thủy tĩnh.
- Máy thủy lực cánh dẫn: dùng cánh dẫn trao đổi năng lượng với dòng chất lỏng.

❖ TRUYỀN ĐỘNG THỦY LỰC: là tổ hợp các cơ cấu thủy lực (kể cả máy thủy lực) để truyền cơ năng từ bộ phận dẫn động đến các bộ phận công tác, trong đó có sự biến đổi vận tốc, lực, mômen và biến đổi dạng hay quy luật chuyển động:

- Truyền động thủy động
- Truyền động thủy tĩnh (Truyền động thủy lực thể tích)

MÁY THỦY LỰC CÁNH DẪN

BƠM QUẠT
CÁNH DẪN

ĐỘNG CƠ
CÁNH DẪN
(TUABIN
THỦY LỰC)

Bơm ly
tâm -

Bơm
hỗn
loại -

Bơm
hướng
trực
-

Tuabin
phản lực -

Tuabin
xung lực
-

MÁY THỦY LỰC THỂ TÍCH

BƠM VÀ ĐỘNG CƠ
THỦY LỰC THỂ
TÍCH

Bơm và
động cơ
pittông

Bơm và
động
cơ
pittông
rôto

MÁY THỦY LỰC KHÁC

BƠM
PHUN
TIA

BƠM
NƯỚC
C VÀ

TRUYỀN ĐỘNG
THỦY ĐỘNG

TRUYỀN ĐỘNG THỦY
LỰC THỂ TÍCH

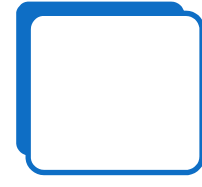
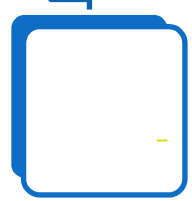
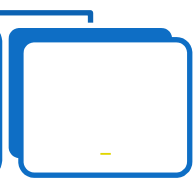
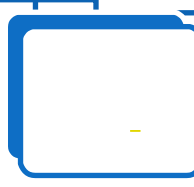
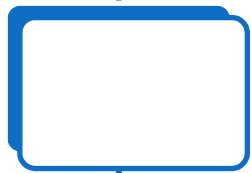
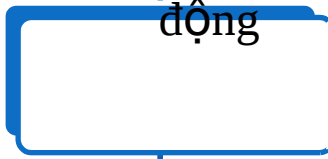
KHỚP NỐI THỦY LỰC

BIẾN TỐC THỦY LỰC

TĐTLTT chuyển động tịnh tiến

TĐTLTT chuyển động quay

TĐTLTT chuyển động tùy động



- Thông số làm việc là những thông số kỹ thuật biểu thị khả

năng và đặc tính làm việc của máy thủy lực.

- Bốn thông số làm việc cơ bản của máy thủy lực:

1. Cột áp

2. Lưu lượng

3. Công suất

4. Hiệu suất

1. Cột áp

- Đặc trưng khả năng trao đổi năng lượng của máy thủy lực với dòng chất lỏng thể hiện bằng mức chênh lệch năng lượng đơn vị của dòng chất lỏng ở hai mặt cắt trước và sau máy thủy lực.
- Cột áp của MTL là năng lượng đơn vị của dòng chảy trao đổi được với MTL

Trong đó:

H: Cột áp MTL

e_B : Năng lượng mặt cắt lối ra MTL

e_A : Năng lượng mặt cắt lối vào MTL

p : Áp suất của dòng chảy

v : Vận tốc dòng chảy

$$H = e_B - e_A = \left(\frac{p_B}{\gamma} + \frac{v_B^2}{2g} \right) - \left(\frac{p_A}{\gamma} + \frac{v_A^2}{2g} \right)$$

$$H = H_t + H_d$$

α : Hệ số điều chỉnh động
năng

Z: độ cao

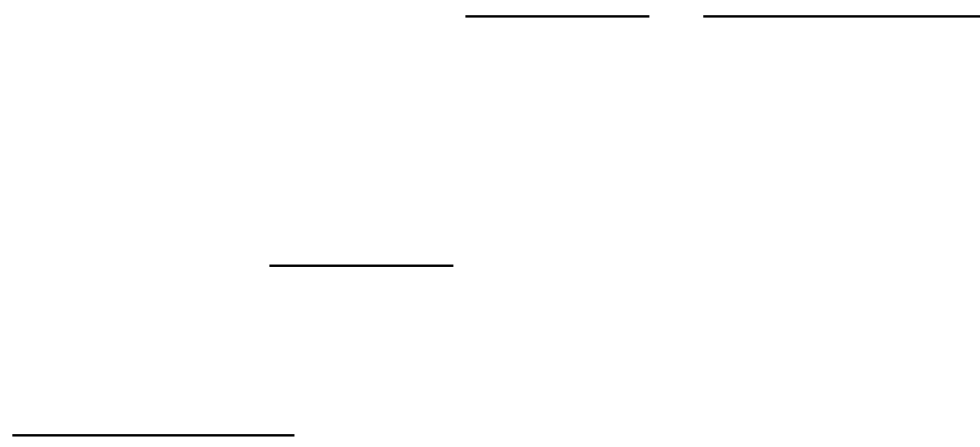
H_t : Cột áp tĩnh MTL

$$H_t = \frac{(Z - Z_A)^2}{2} + \frac{p_B - p_A}{\gamma}$$

H_d: Cột áp động
MFL

$$\frac{H_d}{V_B} = \alpha_B - \alpha_A v_A$$

$2g$



2. LƯU LƯỢNG

- Lưu lượng là lượng chất lỏng chuyển động qua MTL trong một đơn vị thời gian
- Lưu lượng thể tích Q : m^3/h , m^3/s , l/s
- Lưu lượng trọng lượng G : N/s , t/h
- $G = \gamma Q$

3. CÔNG SUẤT

o Công suất thuỷ lực là năng lượng chất lỏng trao đổi với máy trong một đơn vị thời gian.

o Công suất làm việc của MTL là công suất trên trục của máy khi làm việc

$$N_{tl} = GH = \gamma QH$$

Với bơm $N > N_{tl}$: $N_{tl} = \eta N$

Với động cơ $N < N_{tl}$: $N = \eta N_{tl}$

η : Hiệu suất của máy thủy lực

4. HIỆU SUẤT

- Hiệu suất của máy thủy lực đánh giá tổn thất năng lượng trong quá trình trao đổi năng lượng với chất lỏng.
- Kí hiệu η

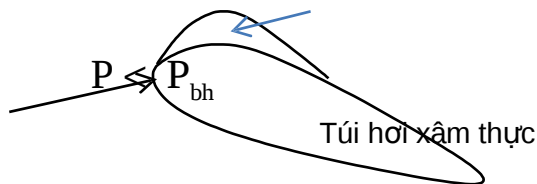
Có 3 dạng tổn thất trong MTL:

-Tổn lực: tổn thất thủy thất cột áp của dòng chảy qua máy. Đánh giá bằng hiệu suất thủy lực:

Có 3 dạng tổn thất trong MTL:

-Tổn thất thủy lực: tổn thất cột áp của dòng chảy qua máy. Đánh giá bằng hiệu suất thủy lực:

- **Hiện tượng** xâm thực xảy ra do hiện tượng chất lỏng bốc hơi trong máy.
- Trong dòng chảy, tại những chỗ có áp suất giảm xuống bé hơn một trị số gọi là áp suất tới hạn sẽ hình thành một "miền" hoặc một "dải" chứa đầy không khí hoặc hơi. Các miền hoặc dải này di chuyển đến khu vực có áp suất lớn rồi tức thời biến mất. Bề mặt vật liệu ở gần nơi triệt tiêu các miền hoặc các dải nói trên chịu tác động rất mạnh của hiện tượng tăng hoặc giảm áp suất (nước va cục bộ); trị số tăng hoặc giảm đó có thể đạt đến hàng nghìn N/cm^2 và đó chính là nguyên nhân của sự phá hoại bề mặt vật liệu. Toàn bộ quá trình hình thành, phát triển và triệt tiêu các miền không khí, dẫn đến nước va cục bộ và phá hoại bề mặt vật liệu được gọi là hiện tượng Xâm thực khí thực.



- **Khi xâm thực :**

- Dòng chảy bị gián đoạn
- Gây tiếng ồn
- Máy bị rung
- Lưu lượng, cột áp và hiệu suất giảm đột ngột
- Kéo dài sẽ phá hỏng các bộ phận máy

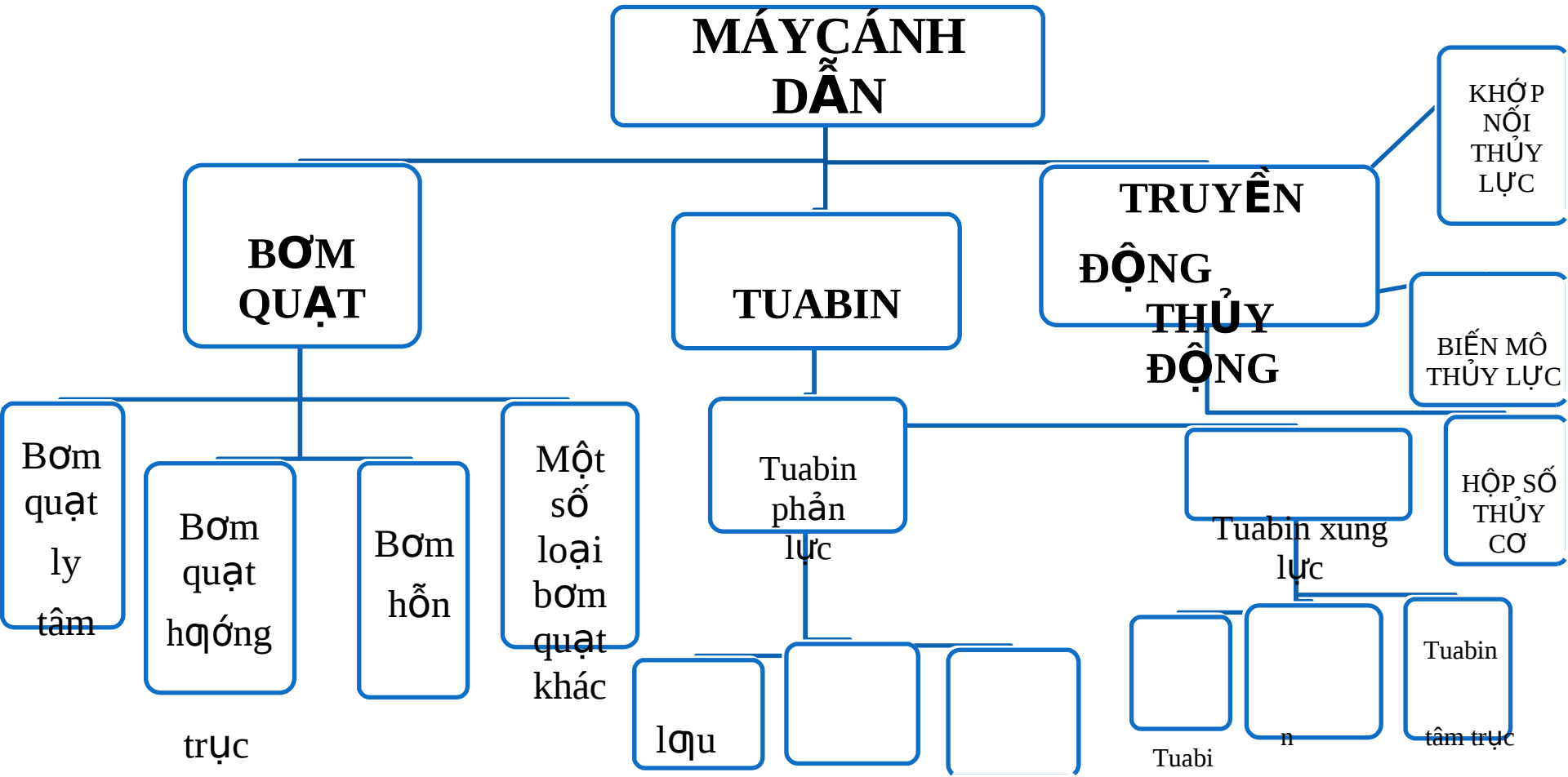
PHẦN 1: MÁY THỦY LỰC CÁNH DẪN

- CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MÁY THỦY LỰC CÁNH DẪN
- CHƯƠNG II: BƠM CÁNH DẪN
- CHƯƠNG III: TUABIN THỦY LỰC

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MÁY THỦY LỰC CÁN ĐẪN

1.1 KHÁI NIỆM CHUNG

Máy thủy lực cánh dẫn: là dạng máy thủy lực dùng cánh dẫn trao đổi năng lượng với dòng chất lỏng dưới dạng năng lượng thủy động.



Tuabin hướng trục

Tuabin
hướng
chéo

Tuabin
gáo

Tuabin
thiết
nghiên
g

x
u
n
g
k
í
c
h
h
a
i
l
ầ
n

BÁNH CÔNG TÁC MÁY CÁNH DẪN

Trong máy cánh dẫn bộ phận quan trọng và điển hình nhất là bánh công tác. Bánh công tác được cấu tạo gồm các bản cánh (cánh dẫn) và các bộ phận cố định chúng (đĩa cánh, moayơ). BCT được lắp ghép chặt với trục khi làm việc quay trong môi trường chất lỏng.



BCT ly tâm và hướng tâm

- Chất lỏng chuyển động qua BCT từ tâm ra ngoài hay từ ngoài vào tâm theo hướng kính.

BCT hướng trục

- Chất lỏng chuyển động qua BCT theo phương song song với trục

BCT tâm trực – trực tâm

- Chất lỏng chuyển động qua BCT theo phương hướng tâm rồi chuyển sang phương hướng trực hay ngược lại.

BCT hướng chéo

- Chất lỏng chuyển động qua BCT theo phương hướng chéo

● Giả thiết quỹ đạo chuyển động của các phần tử chất lỏng qua BCT:

- Dòng chảy qua BCT bao gồm các dòng nguyên tố nhỏ nhau.
- Quỹ đạo chuyển động tương đối của các phần tử chất lỏng trong BCT theo biên dạng cánh dẫn.

Điều kiện:

- BCT có số cánh dẫn nhiều vô cùng và mỗi cánh mỏng vô cùng.
- Chất lỏng làm việc là chất lỏng lí tưởng (không nhớt).

Tam giác vận tốc

1.2 Phương trình cơ bản của MTLCD

Sự trao đổi năng lượng dòng chất lỏng với BCT qua sự thay

đổi các thông số động học của dòng chảy.

1. Phương trình Mômen

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

Xét dòng nguyên tố trong khối chất lỏng chuyển động qua BCT bơm ly tâm. Biến thiên mômen động lượng của dòng nguyên tố chất lỏng trong một đơn vị thời gian:

Mômen ngoại lực tác dụng lên trục quay:

Với BCT tuabin mômen động lượng của dòng chảy giảm theo chiều từ lõi vào tới lõi ra của BCT. Mômen tác dụng lên trục:

Phương trình mômen dạng tổng quát với MTLCD:

Nhận xét: Cơ năng của MTLCD trao đổi với chất lỏng liên quan mật thiết tới các thông số động học của dòng chảy và kích

thước , kết cấu BCT.

2. Phương trình cột áp

Cột áp của MTL là năng lượng đơn vị của dòng chảy trao đổi được với MTL. Chính bằng công đơn vị của một đơn vị trọng lượng chất lỏng trao đổi với máy.

Cột áp lí thuyết vô cùng của máy (không tổn thất, số cánh nhiều vô cùng)

Đây là phương trình cơ bản của MTLCD – Phương trình O'le

3. Ý nghĩa phương trình cơ bản MTLCD

- Quan hệ cột áp của dòng chất lỏng với các thông số động học và hình học của BCT.
- Dạng khác của phương trình cơ bản:
Với bơm:

Với tuabin:

1.3 Luật tương tự của MTLCD

1. Các tiêu chuẩn tương tự

Hai MTL tương tự phải thỏa mãn các tiêu chuẩn tương tự sau:

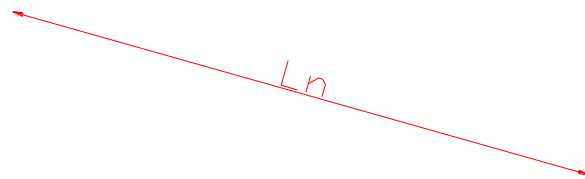
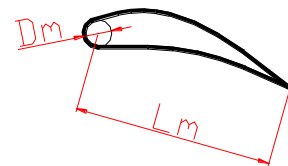
a. Tiêu chuẩn tương tự hình học

● Hai máy N(nguyên hình) và M(mô hình) tương tự hình học thì chúng phải đồng dạng:

$$\frac{\overline{D_M}}{D_N} = \frac{\overline{b_M}}{b_N} = \dots = \frac{\overline{l_M}}{l_N} = \lambda = \text{const};$$

$$S_M = \lambda^2; \dots$$

$$S_N$$

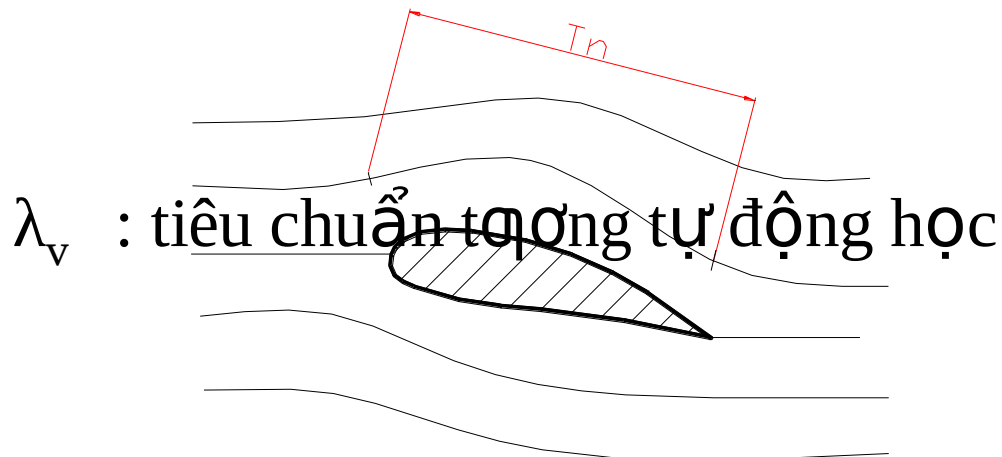


- Trong đó λ_1 – tiêu chuẩn tương tự hình học

b. Tiêu chuẩn tương tự động học

Hai máy thủy lực tương tự động học khi chúng tương tự hình học và các tam giác vận tốc tương ứng của dòng chảy qua hai máy đó đồng dạng, nghĩa là tỷ lệ giữa các vận tốc tương ứng phải bằng nhau:

$$\frac{u_M}{w_M} = \frac{u_N}{w_N} = \frac{C_M}{C_N} = \lambda_v = const$$



c. Tiêu chuẩn tương tự động lực học

Hai máy thủy lực tương tự động học khi chúng tương tự động học tỷ lệ của các lực tác dụng lên các phần tử tương ứng của hai bánh công tác hoặc của hai dòng chảy bằng nhau:

$$\frac{\overline{P}_M}{P_N} = \lambda_p = \text{const}$$

λ_p : tiêu chuẩn tương tự động lực học

Điều kiện trạng thái dòng chất lỏng trong hai máy phải như

nhau nghĩa là có cùng số Râyôn

$$\text{Re}_M = \text{Re}_N$$

2. Các quan hệ tương tự của MTLCD

a. Lưu lượng

Tỷ số lưu lượng của hai MTLCD tương tự tỷ lệ bậc ba với tỷ số đường kính BCT và tỷ lệ bậc một với tỷ số vòng quay.

b. Cột áp

Tỷ số cột áp của hai MTLCD tương tự tỷ lệ bậc hai với tỷ số đường kính BCT và tỷ lệ bậc hai với tỷ số vòng quay.

c. Công suất:

Tỷ số công suất của hai MTLCD tương tự tỷ lệ bậc năm với tỷ số đường kính BCT, tỷ lệ bậc ba với tỷ số vòng quay và tỷ lệ bậc một với tỷ số trọng lượng riêng của chất lỏng làm việc

d. Mômen

Tỷ số mômen của hai MTLCD tương tự tỷ lệ bậc năm với tỷ số đường kính BCT, tỷ lệ bậc hai với tỷ số vòng quay và tỷ lệ bậc một với tỷ số trọng lượng riêng của chất lỏng làm việc.

1.4 SỐ vòng quay đặc trưng n_s

Thông số MTL mô hình đặc trưng cho một hệ thống MTL (nhóm các MTL có đặc tính làm việc và hiệu suất như nhau) :

$H_s = 1$ m cột chất lỏng

$Q_s = 75$ l/s

n_s : Số vòng quay trong một phút

η_s : hiệu suất có lợi nhất

Một MTL tạo ra phải tương tự với máy mô hình có số vòng

quay đặc trưng:

Trong đó: n (vòng/ph) , Q (m³/s) , H (m) , N (kW)

Phân loại bơm cánh dẫn theo n_s

Loại bơm	Bơm ly tâm			Bơm hướng chéo	Bơm hướng trục
	n_s thấp	n_s trung bình	n_s cao		
n_s	$50 < n_s < 80$	$80 < n_s < 150$	$150 < n_s < 300$	$300 < n_s < 500$	$500 < n_s < 1000$
Hình dáng mặt cắt công tác					
Tỷ lệ các đường kính					
Hình dạng cánh dẫn	Uốn cong hai chiều (mặt trụ)	Lối vào uốn cong 3 chiều (mặt không gian)	Uốn cong ba chiều (mặt không gian)		Uốn cong ba chiều (mặt không gian) Không có vành ngoài
Dạng đường đặc tính					

Phân loại tuabin theo n_s

Loại tuabin	n_s	Hình dạng mặt cắt BCT	Dạng cánh dẫn	Tỷ lệ các kích thước		Số cánh dẫn Z	Phạm vi cột nước H sử dụng (m)
				D_2/D_1	b_0/D_1		
Tuabin gáo	10÷50		Hình gáo	-	-	16÷60	200÷2000
Tuabin ly tâm, hướng tâm	<50		Uốn cong hai chiều (mặt trụ)	-	-	-	
Tuabin tâm trục				n_s thấp	50÷150		0,60÷0,75

$$\begin{array}{l} 0,08 \div \\ 0,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 17 \div \\ 23 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 120 \div \\ 300 \end{array}$$

Loại tuabin	n_s		Hình dạng mặt cắt BCT	Dạng cánh dẫn	Tỷ lệ các kích thước		Số cánh dẫn Z	Phạm vi cột nước H sử dụng (m)
					D_2/D_1	b_0/D_1		
Tuabin tâm trục	n_s trung bình 150÷250			Cánh không gian	1,02÷1,06	0,2÷0,3	14÷26	50÷120
	n_s cao 250÷400				1,06÷1,1	0,3÷0,4	8÷16	20÷50
Tuabin hướng trục (n_s 350÷950)	Loại cánh cố định	n_s thấp 350÷550		Uốn cong ba chiều (mặt không gian) hình mái	1	0,35÷0,45	4÷10	22÷40
		n_s trung bình						12÷22
	Loại cánh		điều		550÷750	chèo	0,97÷0,98	0,35÷0,45

CHƯƠNG II: BƠM CÁNH DẪN

2.1 Công dụng và phân loại bơm

Khái niệm: Bơm là MTL biến đổi cơ năng trên trục thành năng lượng vận chuyển chất lỏng hoặc tạo áp suất cần thiết trong hệ truyền dẫn thủy lực.

Ứng dụng: rộng rãi trong đời sống, sản xuất.

Phân loại :

a. Theo nguyên lý làm việc

- Bơm cánh dẫn: Bơm ly tâm, bơm hướng trục ..
- Bơm thể tích: Bơm bánh rôto, bơm pittông ...

b. Theo công dụng:

- Bơm nước
- Bơm dầu
- Bơm nhiên liệu
- Bơm hóa chất....

Bơm
pittông

c. Theo cột áp:

- Bơm cột áp cao
- Bơm cột áp trung bình
- Bơm cột áp thấp

Bơm ly
tâm

d. Theo lưu lượng:

- Bơm lưu lượng lớn
- Bơm lưu lượng trung bình

Bơm
hướng
trục

Phạm vi sử dụng của các loại bơm thông dụng

- Bơm lưu lượng nhỏ

Sơ đồ hệ thống bơm cánh dẫn

Z_h : Chiều cao hút của bơm, chiều cao từ mặt thoáng bể hút tới trục bơm

y : Chênh lệch độ cao lối vào và lối ra bơm

Z_d : Chiều cao đẩy, chiều cao từ lối ra bơm tới mặt thoáng bể chứa
Chiều cao dâng chất lỏng của bơm, chênh lệch độ cao giữa hai mặt thoáng bể hút và bể chứa

$$Z = Z_h + y + Z_d$$

p_1 : Áp suất trên mặt thoáng bể hút

p_2 : Áp suất tại lối vào bơm

p_3 : Áp suất tại lối ra của bơm

p_4 : Áp suất trên mặt thoáng bể chứa

C : Chân không kế

K_1 : Khóa trên ống hút

K_2 : Khóa trên ống đẩy

L : Dụng cụ đo lưu lượng

2.2 Các thông số cơ bản của bơm

- Năm thông số làm việc cơ bản của bơm
 1. Lưu lượng Q
 2. Cột áp H
 3. Công suất N
 4. Hiệu suất η
 5. Cột áp hút cho phép [H_{ck}]

2.2.1 Lưu lượng

- Lưu lượng là lượng chất lỏng mà bơm vận chuyển được trong một đơn vị thời gian
- Lưu lượng thể tích Q : m^3/h , m^3/s , l/s
- Lưu lượng trọng lượng G : N/s , t/h
- Xác định lưu lượng bơm: ống Venturi, tấm chắn, thùng đong, cân ...

2.2.2 Cột áp

Cột áp bơm là năng lượng đơn vị bơm truyền được cho chất lỏng.

Kí hiệu H

Đơn vị m (chất lỏng)

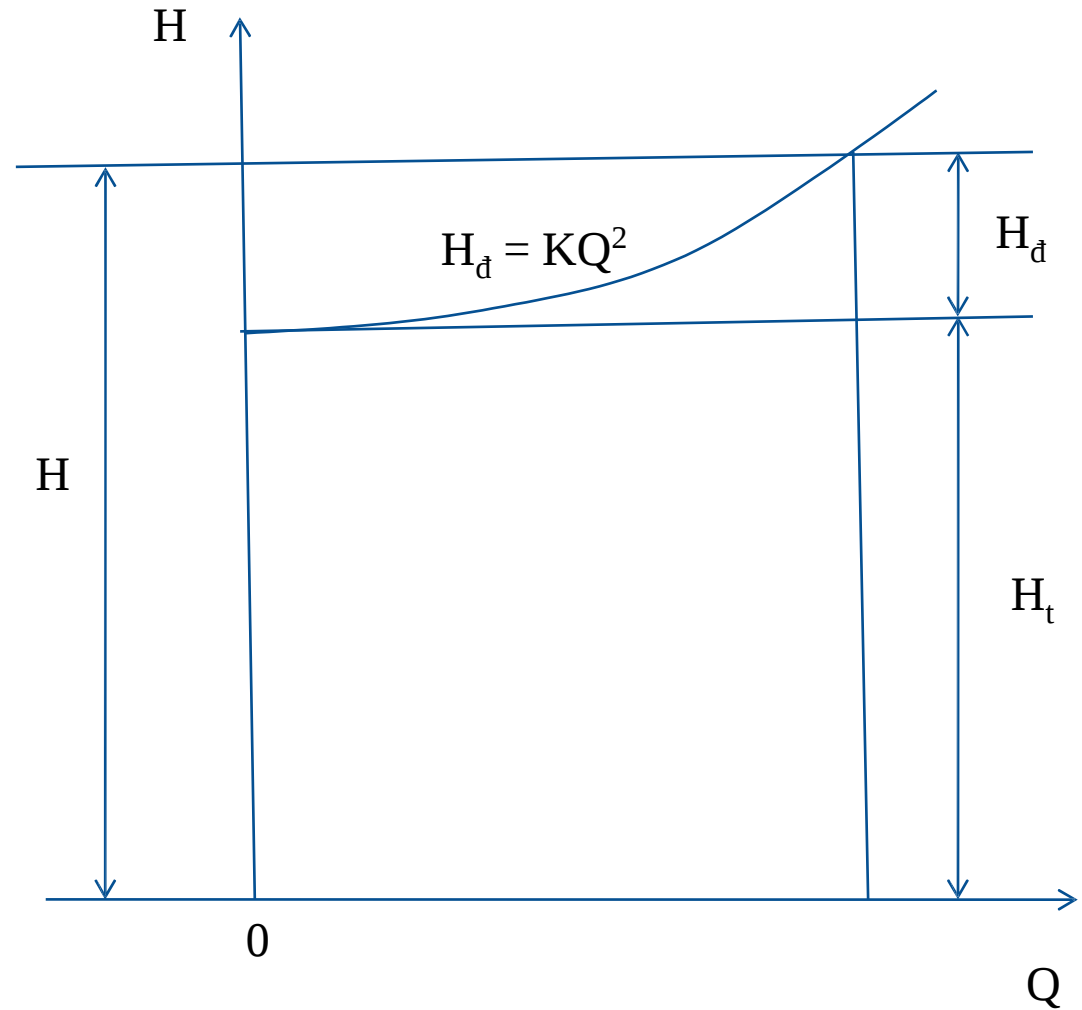
Trong đó Σh : tổn thất năng lượng trong ống đẩy và ống hút

$$\Sigma h = \Sigma h_{\text{d}} + \Sigma h_{\text{h}}$$

- **Đặc tính của hệ thống- Đặc tính lợ**

Trong đó:

$$H = H_t + H_d$$



2.2.3 Công suất và hiệu suất

- Công suất thủy lực của bơm:
 γ : trọng lượng riêng, N/m^3 bh
 Q : Lưu lượng của bơm, m^3/s
 H : Cột áp toàn phần bơm, m
- Công suất trên trục bơm:
 η : Hiệu suất của bơm
- Công suất động cơ: $N_{\text{đc}} = \text{kN}$

2.2.4 Cột áp hút cho phép của bơm

- Cột áp hút của bơm là độ chênh áp suất giữa miệng hút bơm và mặt thoáng bể hút.

Chiều cao hút cho phép của bơm:

Trong đó Δh : Cột áp chống xâm thực

$[H_{ck}]$: Cột áp chân không cho phép

2.3 BƠM LY TÂM

2.3.1 Khái niệm chung

Bơm ly tâm là một dạng bơm cánh dẫn, dòng chảy trong vùng bánh công tác theo chiều ly tâm

Ưu điểm :

Chất lỏng công tác	H (m)	Q(m ³ /h)	N (kW)	n (vg/ph)	η	Chỉ tiêu khác
Nước, dầu, nhiên liệu, hóa chất, ..., hỗn hợp lỏng rắn	10 ÷ hàng nghìn	2 ÷ 70000	1 ÷ 6000	730 ÷ 6000	0,65 ÷ 0,90	Kết cấu nhỏ gọn, chắc chắn, làm việc tin cậy, chỉ tiêu kinh tế tốt

● **Kết cấu:**

1. Bánh công tác
2. Trục bơm
3. Bộ phận dẫn hướng vào
4. Bộ phận dẫn hướng ra

5. Ống hút
6. Ống đẩy

Hoạt động bơm ly tâm

Quá trình đẩy của bơm

BCT
quay

Chất lỏng bị dồn
ra ngoài dưới lực
ly tâm

Máng
dẫn

Ống đẩy
với áp suất
cao

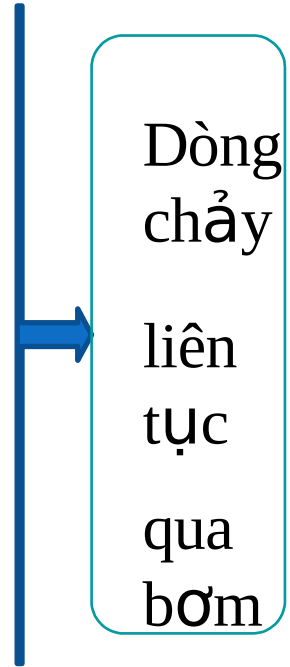
Quá trình hút của bơm

BCT
quay

Lỗ vào BCT
tạo chân
không

Hút chất lỏng
từ bể hút

Bơm



Phân loại bơm ly tâm

- Phân loại theo cột áp:
 - Bơm cột áp thấp: $H < 20$ m cột nước
 - Bơm cột áp trung bình: $H = 20 \div 60$ m cột nước
 - Bơm cột áp cao: $H > 60$ m cột nước
- Phân loại số BCT lắp nối tiếp trong bơm:
 - Bơm một cấp
Cột áp hạn chế không quá 100 m cột nước
 - Bơm nhiều cấp : $2 \div 8$ BCT

- Phân loại theo cách dẫn chất lỏng vào BCT:

- Bơm một miệng hút

Lưu lượng hạn chế, gây nên lực hút trực trong bơm

- Bơm hai miệng hút

Không gây hút trực, tăng độ cứng vững

2.3.2 Lý thuyết cơ bản về bơm ly tâm

2.3.2.1 Phương trình cơ bản của bơm ly tâm

Phương trình cơ bản của máy thủy lực cánh dẫn áp dụng cho bơm ly tâm

Dòng chất lỏng lồi vào cánh chuyển động theo phương hướng kính: $\alpha_1 = 90^\circ$.

Phương trình cơ bản có dạng:

- Cột áp thực tế của bơm: $H = \varepsilon_Z \eta_H H_{l\infty}$

Trong đó: ε_Z : Hệ số kể đến ảnh hưởng số cánh hữu hạn –

Hệ

số cột áp. Với bơm ly tâm:

Thông thường $\varepsilon_Z \approx 0,80$

η_H : Hệ số kể đến tổn thất năng lượng của dòng chất lỏng qua

BCT – Hiệu suất cột áp của BCT. Với bơm ly tâm:

$$\eta_H = 0,70 \div 0,90$$

Trong tính toán sơ bộ khi thiết kế bơm cột áp bơm tính theo:

n_s	50÷60	60÷180	180÷350	350÷580
Ψ : Hệ số cột áp thực tế, phụ thuộc n_s theo bảng sau.	1,56÷1,24	1,24÷0,71	0,71÷0,51	0,51÷0,33

2.3.2.2 Lưu lượng của bơm ly tâm

Lưu lượng lí thuyết của bơm ly tâm: $Q_1 = c_m \pi D b$

Do tổn thất lưu lượng do dòng chảy ngược về lối vào BCT và

rò rỉ, nên lưu lượng thực tế của bơm: $Q < Q_1$ và $Q_1 = Q + \Delta Q$.

Hiệu suất lưu lượng của bơm:

Thông thường : $\eta_Q = 0,95 \div 0,98$.

Bơm có lưu lượng càng lớn thì η_Q càng cao

2.3.3 Đường đặc tính của bơm ly tâm

- 2.3.3.1 Đường đặc tính làm việc ($n=\text{const}$) – Đường đặc tính

tính toán

Đường đặc tính lí thuyết

vô cùng

A'D' : Đường đặc tính kể

tới ảnh hưởng số cánh hữu

hạn

$$H_1 = \varepsilon_Z H_{1\infty}$$

A''D'' : Đường đặc tính kể tới

tổn thất thủy lực

A''D'' : Đường đặc tính kế
tới tổn thất cơ khí và lưu lượng

- Đường đặc tính thực nghiệm của bơm:

Xây dựng đường đặc tính thực nghiệm của bơm H-Q, N-Q, η -Q theo các số liệu thực nghiệm bơm làm việc trong hệ thống thí nghiệm

- 2.3.3.2 Đường đặc tính tổng hợp của bơm ly tâm

Đường đặc tính tổng hợp của bơm là đường biểu diễn quan

hệ H-Q với các số vòng quay làm việc khác nhau của bơm, trên đó có các đường cong đồng hiệu suất.

2.3.4 Điểm làm việc và sự điều chỉnh bơm ly tâm

2.3.4.1 Điểm làm việc của bơm

Điểm làm việc của bơm là một trạng thái làm việc ổn định của bơm trong hệ thống được biểu diễn bằng giao điểm của đường đặc tính bơm và đặc tính lưới trong cùng một hệ tọa độ.

2.3.4.2 Phương pháp điều chỉnh

Quá trình thay đổi điểm làm việc của bơm theo một yêu cầu nào đó gọi là quá trình điều chỉnh.

Hai phương pháp điều chỉnh bơm trong hệ thống:

1. Điều chỉnh bằng khóa

Đóng mở khóa ống đẩy thay đổi đặc tính lưới, trong khi đặc tính bơm không đổi, nên thay đổi điểm làm việc của bơm

Ưu điểm : Đơn giản, thuận tiện

Nhược điểm : Không kinh tế, phạm vi điều chỉnh hẹp

2. Điều chỉnh bằng số vòng quay của trục bơm

Thay đổi đường đặc tính riêng của bơm bằng cách thay đổi số vòng quay của trục bơm. Đặc tính lưới không đổi nên thay đổi điểm làm việc của bơm trong hệ thống.

Ưu điểm : Kinh tế, dài điều chỉnh lớn.

Nhược điểm : Bơm phải có thiết bị thay đổi số vòng quay.

2.3.5 Ghép bơm ly tâm

4.5.1 Ghép song song

Sử dụng : Hệ thống yêu cầu lưu lượng lớn hơn của một bơm

Điều kiện : Các bơm ghép có cùng cột áp : $H_1=H_2=...=H_i$

Đặc tính chung bơm ghép xây dựng bằng cách cộng lưu lượng riêng của từng bơm ghép với cùng một cột áp.

Ghép song song

hiệu quả khi các bơm ghép có đặc tính thoải và không khác nhau nhiều

Số lượng bơm

ghép nên hạn chế vì hiệu quả tăng

lưu lượng giảm
khi số bơm tăng

2.3.5.2 Ghép bơm nối tiếp

Sử dụng : Hệ thống yêu cầu cột áp cao hơn cột áp một bơm
Điều kiện: Các bơm ghép có cùng lưu lượng

$Q_1=Q_2=...=Q_i$ Cột áp bơm ghép : $H_c=H_1+H_2+..+H_i$

Đường đặc tính chung
xây dựng bằng cách
cộng các giá trị cột áp
của
riêng từng bơm với cùng
lưu lượng.

Khi ghép nên chọn bơm
và hệ thống có đường
đặc tính dốc

Chú ý độ bền cho
bơm ghép sau

2.3.6 Quan hệ tương tự trong bơm ly tâm

Các thông số	Khi γ thay đổi	Khi n thay đổi	Khi D thay đổi	Khi D, n, γ thay đổi
Lưu lượng Q	$Q_2 = Q_1$			
Cột áp H				
Công suất N				

2.3.7 Vài điểm cần chú ý khi sử dụng bơm

1. Chọn bơm đúng yêu cầu kỹ thuật, dựa vào đặc tính hệ thống và đặc tính bơm, chú ý đặc tính H-Q
2. Các thiết bị và đồng hồ áp suất, đo chân không, đo điện nên có đầy đủ
3. Trước khi cho bơm làm việc phải môi bơm
4. Trước khi khởi động bơm cần kiểm tra dầu mỡ trong bơm và động cơ, các mối ghép bulông, hệ thống điện...
5. Khi khởi động bơm, cho động cơ quay ổn định rồi mới từ từ mở khóa ống đẩy (Với bơm áp suất thấp thì ngược lại)
6. Trong khi bơm làm việc, cần theo dõi đồng hồ, chú ý nghe máy để phát hiện bất ổn
7. Khi chuẩn bị tắt máy, làm theo thứ tự ngược lại đóng van ở ống đẩy trước, tắt máy sau
8. Khi bơm hoạt động lên ít hoặc không lên, cần dừng máy và kiểm tra:
 - Van khóa
 - Lưới chắn rác
 - BCT quay ngược

2.4.1 Khái niệm chung

Bơm hướng trục thuộc loại bơm cánh dẫn trong đó dòng chảy trong vùng BCT theo phương hướng trục.

Lĩnh vực sử dụng: Nông nghiệp, công nghiệp nhẹ...

Dải làm việc thông thường:

$$Q = 0,1 \div 25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 4 \div 10 \text{ m cột nước}$$

Số vòng quay đặc trưng $n_s > 600$

Kết cấu đơn giản, chắc chắn.

Kết cấu cơ bản:

1. Bánh công tác
2. Trục bơm
3. Bộ phận dẫn hướng

4. Vỏ bươm

2.4.2 Nguyên lý làm việc của bơm hướng trục

2.4..2.1 Dòng chảy trong bơm hướng trục

Dòng chảy trong vùng BCT chuyển động theo quỹ đạo xoắn ốc trên mặt trụ đồng tâm với trục.

Sau khi ra khỏi BCT tới bộ phận dẫn hướng (cánh hướng) để hướng dòng chảy đi song song với trục

Thành phần vận tốc hướng trục của dòng chảy không đổi:

$$C_m = \text{const}$$

2.4.2.2 Phương trình cơ bản của bơm hướng trục

Trong bơm hướng trục : $u_1 = u_2 = u$,
 $c_1 u = 0$

Phương trình cơ bản viết cho
bơm hướng trục:

Đặc điểm bơm hướng trục:

1. Cột áp bơm hướng trục không thể bằng cột áp bơm ly tâm
2. Cột áp tĩnh trong bơm do độ mở rộng máng dẫn $w_1 > w_2$

3. Điều kiện dòng chất lỏng qua BCT cân bằng Ổn định :

Bơm hướng trục chỉ tạo được cột áp khi $\beta_2 > \beta_1$, các cặp giá trị của β_2 và β_1 không cố định mà thay đổi theo bán kính R, nghĩa là cánh dẫn cong 3 chiều.

Cột áp thực tế của bơm:

Trong đó: K_H là hệ số cột áp

2.4.2.3 Lưu lượng của bơm hướng trục

Lưu lượng của bơm hướng trục:

Trong đó F : Diện tích mặt cắt lối ra

D : Đường kính ngoài BCT

d : Đường kính trong (bầu) BCT

Vận tốc hướng trục tính gần đúng:

Với $K_c = 0,0055n_s^{2/3}$: Hệ số vận tốc

2.4.3 Đường đặc tính bơm hướng trục

Đường đặc tính thực nghiệm bơm hướng trục cánh cố định có dạng hình yên ngựa

Bơm cánh quay, đặc tính xây dựng với các góc khác nhau của cánh dẫn

2.4.4 Kết cấu, bố trí bơm hướng trục

Ba kiểu kết cấu và bố trí bơm hướng trục :

1. Kết cấu bố trí đứng
2. Kết cấu bố trí ngang
3. Kết cấu bố trí xiên

2.4.5 Vài điểm cần chú ý khi sử dụng bơm hướng trục

- Bơm hướng trục thường được đặt trong nhà trạm cố định
- Do chiều cao hút $h_z < 0$ nên bơm phải đặt sâu dưới mặt thoáng của bể hút.
- Khi khởi động bơm không được đóng khóa ống đẩy và không nên điều chỉnh bơm bằng khóa
- Nên điều chỉnh bơm bằng điều chỉnh số vòng quay của bơm
- Sử dụng bơm cánh điều chỉnh được với các bơm lớn công suất lớn yêu cầu điều chỉnh

CHƯƠNG III TUABIN THỦY LỰC

3.1 KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TUABIN THỦY LỰC

Mục đích : Để khai thác năng lượng của dòng nước chảy tự do trên sông suối

Khái niệm : Tuabin thủy lực – tuabin nước là một thiết bị động lực
lực
biến đổi năng lượng của dòng chảy (thủy năng) thành cơ năng để

quay máy phát điện, máy công cụ.

Kết cấu của một tuabin đơn giản trong đó các bộ phận chủ yếu là:

1. Bánh công tác
2. Trục tuabin
3. Buồng dẫn tuabin
4. Ống hút ra
5. Cánh hướng

Nhà máy thủy điện:

Nhà máy thủy điện là một tập hợp gồm có công trình thủy lợi, thiết bị điện và thiết bị cơ khí trong đó chủ yếu là tuabin để biến năng lượng của dòng sông thành cơ năng kéo máy phát điện.

Các dạng nhà máy thủy điện:

1. Thủy điện lòng sông

Áp dụng cho các con sông đồng bằng, trung du độ dốc nhỏ, lưu lượng lớn

Cột áp thông thường

30 ÷ 40 m cột nước Ở

Việt Nam có nhà máy

Thác Bà $H=37m$,

$N=40MW$, 3 tổ máy

2. Thủy điện kênh dẫn:

Thường áp dụng với các sông suối có độ dốc lớn, lưu lượng nhỏ

Ở Việt Nam có nhà máy Đa Nhim – Ninh Thuận
 $H=800\text{m}$, $N=160\text{MW}$, 3 tổ máy

3. Nhà máy thủy điện tổng hợp

Năng lượng được tập trung nhờ cả đập và đường dẫn

Dùng trên các đoạn sông độ dốc nhỏ gần đập, phía
dưới

độ dốc lớn xây đường dẫn

Thủy điện Hòa Bình

$H=88\text{m}$, $N=220\text{MW}$,

8 tổ máy

3.2 Các thông số cơ bản của tuabin

- Công suất thủy lực (N_{tl}) của dòng chảy qua nhà máy thủy điện tính theo công thức: $N_{tl} = \gamma QH$
- Công suất trên trục tuabin chỉ nhận được công suất $N < N_{tl}$ Tỷ số N/N_{tl} gọi là hiệu suất của nhà máy

- Cột nước làm việc của tuabin :

Trong đó : Σh_w tổn thất cột nước của bộ phận dẫn nước vào và ra

H – Cột nước của nhà máy thủy điện

Công suất của dòng chảy truyền cho tuabin: $N_0 = \gamma Q H_0$

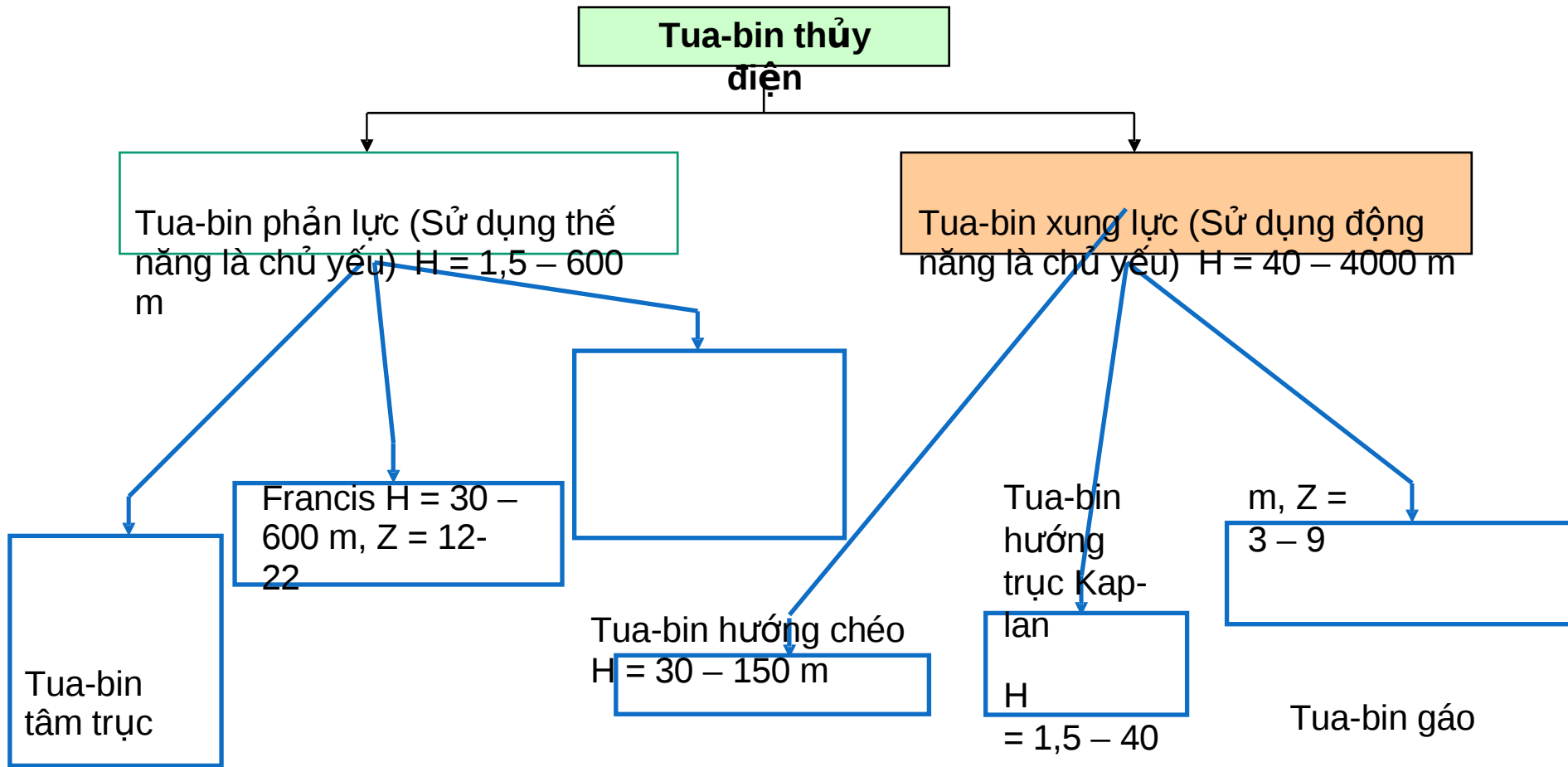
Hiệu suất của tuabin là:

3.3 Phân loại tuabin

Phương trình cột áp tuabin

Thế năng

Động năng



Pelton

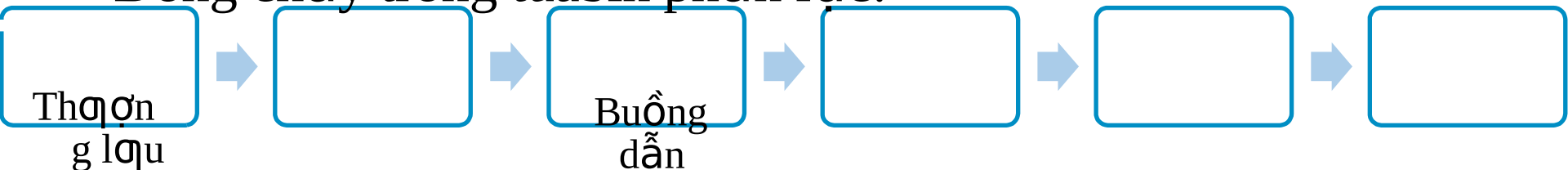
Tua-bin
tia nghiêng

Tua-bin xung kích
hai
lần Ban-
ki

3.4 Tuabin phản lực

- **Khái niệm** : Tuabin phản lực, là loại tuabin làm việc nhờ cả hai phần động năng và thế năng, mà chủ yếu là thế năng của dòng chảy. Trong loại tuabin này, áp suất của dòng chảy ở lối vào bánh công tác lớn hơn áp suất ở lối ra. Dòng chảy qua bánh công tác là dòng liên tục, điền đầy toàn bộ các máng dẫn. Khi qua bánh công tác, dòng chảy biến đổi cả động năng và thế năng.

- Dòng chảy trong tuabin phản lực:



Cánh
hạ

Bán
h
công
tác
Ổng
hút

Hạ
lạ

3.4.1 Phân loại tuabin phản lực

Dựa vào kết cấu biên dạng cánh dẫn và chuyển động của chất lỏng qua BCT ta chia ra:

1. Tuabin hướng tâm

2. Tuabin ly tâm

3. Tuabin hướng chéo

4. Tuabin hướng trục

5. Tuabin tâm trục

Hiện
nay
ít
dùng

Tua-bin tâm trục Francis

Tua-bin hướng trục Kaplan

Kaplan-Turbine
Technical Museum, Vienna

3.4.2 Các thông số tính

Phương trình cơ bản:

$$N = M\omega$$

$\alpha_2 = 90^\circ$ ứng với chế độ tối ưu về mômen, công suất:

$$N = \rho Q_1 c_1 u_1 \cos \alpha_1$$

Cột áp chế độ tối ưu:

Số vòng quay đặc trưng:

- Chiều cao hút của tuabin:
- Trong đó : $[Z_h]$ – chiều cao hút cho phép (tính bằng mét)
 - độ cao nơi đặt tuabin so với mặt nước biển (tính bằng mét)
 - σ hệ số xâm thực của tuabin, được xác định bằng thực nghiệm.

n_s	100	200	300	400	500	600	650
σ	0,06	0,14	0,40	0,75	1,2	1,6	1,9

3.4.3 Đường đặc tính

a, Đường đặc tính làm việc:

Đường đặc tính làm việc của tuabin biểu thị các quan hệ: $N, \eta = f(Q)$; $Q, \eta = f(N)$; $Q, N, \eta = f(a)$, (a – là độ mở của cánh dẫn hướng, với $n = \text{const}$; $H = \text{const}$)

b, Đòi hỏi đặc tính tổng hợp:

Đòi hỏi đặc tính tổng hợp của tuabin biểu thị quan hệ giữa số vòng quay (n) và lưu lượng (Q) theo các đường cong cùng hiệu suất ($\eta = \text{const}$), cùng hệ số xâm thực ($\sigma = \text{const}$) và cùng độ mở cánh dẫn hướng ($a = \text{const}$)

Đường đặc tính tổng hợp của một
tuabin
mô hình kiểu tâm trục

3.4.4 Kết cấu bố trí tuabin phản lực

1. Bố trí trục thẳng đứng

Tuabin phản lực phần lớn thường bố trí trục thẳng đứng.

Ưu điểm:

- Tháo lắp dễ dàng, thuận tiện cho việc tu sửa thường kỳ.
- Đơn giản được nhiều về chế tạo cơ khí

- Mặt bằng của nhà máy được thu gọn

2. Bố trí trục ngang

Ưu điểm :

- Khả năng lưu thông lớn
- Khối lượng xây dựng công trình được giảm

Nhược điểm:

- Làm kín phức tạp
- Bộ phận dẫn hướng đặt nghiêng đòi hỏi chế tạo và lắp ghép chính xác cao
- Tháo lắp sửa chữa khó khăn

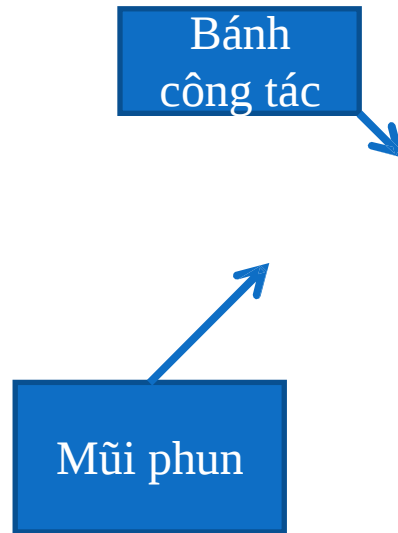
3.5 Tuabin xung lực

- Khái niệm:

Tuabin xung lực, là loại tuabin làm việc với $A_t = 0$, như vậy bánh công tác tuabin chỉ nhận năng lượng của dòng chảy dưới dạng động năng A_d . Tác dụng xung lực của dòng tia trên các cánh dẫn làm cho bánh công tác quay. Tuabin xung lực còn có tên gọi là *tuabin dòng tia tự do*.

3.5.1 Kết cấu và phân loại tuabin xung lực

- Kết cấu của tuabin xung lực gồm có hai bộ phận chính:



Mũi phun có hai tác dụng: biến thế năng của dòng chảy thành động

năng bằng cánh tạo nên dòng tia có vận tốc lớn và hướng dòng tia đập vào các cánh dẫn của bánh công tác.

Theo kết cấu và phạm vi sử dụng, hiện nay tuabin xung được chia thành 3 loại :

- Tuabin xung kích hai lần.
- Tuabin tia nghiêng

- Tuabin gáo

Tua-bin xung kích hai lần – Tuabin Banki

Kết cấu cơ bản:

1. Trục nằm ngang
2. Bánh công tác dạng guồng
3. Mũi phun hình chữ nhật
4. Lưỡi gà
5. Vỏ

Dòng tia hai lần tác động vào bánh công tác để truyền năng lượng bằng xung lực. Lần đầu khoảng 70-80% năng lượng, lần thứ hai 30-20% năng lượng còn lại.

$$N = 1 \div 50 \text{ kW}$$

$$H = 24 \div 100 \text{ m}$$

$$\eta = 0,6 \div 0,87$$

Tua-bin tia nghiêng Turgo

BCT kim loại gồm các bản cánh mặt cong phức tạp bằng thép dập, hàn (hoặc đúc liền) với vành trong và vành ngoài của bánh công tác

Mũi phun có một mũi hình nón di động dọc theo trục để điều chỉnh lưu lượng. Trục của mũi phun bố trí nghiêng với trục của bánh công tác một góc khoảng $22,5^\circ$

$$H = 50 \div 400 \text{m}$$

$$N = 10 \div 4000 \text{kW.}$$

Tua-bin gáo Pelton

Tính năng kỹ thuật cao, trục mũi phun thẳng góc với trục BCT

- BCT gồm có một đĩa tròn gắn các bản cánh mặt cong hình gáo

- Có 1 ÷ 4 mũi phun

Nguyên lý và kết cấu tuabin gáo Pelton

3.5.2 Các thông số tuabin xung lực

Xét sơ đồ làm việc của một tuabin gáo

Trong đó:

Z_T, Z_H : mức nước thượng lưu và hạ lưu,

ΔH : khoảng cách từ mặt nước hạ lưu đến mặt cánh dẫn làm việc;

1-1 ; 2 - 2 ; mặt cắt ở lối vào và lối ra của

tuabin a: Khoảng cách từ đồng hồ đo tới trục
mặt cắt 1-1

Cột áp tuabin : $H = H_T - H_H$

Cột áp làm việc của tuabin: $H_0 = H - \Sigma h - \Delta H$

Công suất làm việc của

tuabin: $N = 9,81 \eta Q H_0$ (kW)

Vận tốc dòng tia:

Trong đó : H_m : Cột áp làm việc của mũi phun

η_m : Hiệu suất mũi phun, $\eta_m = 0,95 \div 0,98$

φ : hệ số vận tốc của mũi phun,

Vận tốc dòng tia (c) có liên quan đến tốc quay của
bánh công tác (u) :

Số vòng quay n của tuabin:

3.5.3 Đường đặc tính

Khảo sát các đường đặc tính làm việc η của tuabin xung

kích hai lần và tuabin hướng trục, trong cùng điều kiện làm việc nhau

Tuabin phản lực quay nhanh hơn tuabin xung lực và kích thước, trọng lượng lại nhỏ hơn nhiều.

Phạm vi làm việc có hiệu suất cao của tuabin phản lực rất hẹp

Phạm vi làm việc của tuabin xung lực rộng hơn nhiều

Chọn tuabin phải xuất phát

từ các điều kiện cụ thể: tính
chất phụ, chế độ dòng chảy.
khả năng điều tiết lưu lượng
v.v...