

Dòng chảy tự nhiên  
trong sông để bơm nước -  
Phân tuốc-bin

Huỳnh bá Phước  
Faculty of Engineering  
University of Technology, Sydney

Bộ môn Cơ Lưu Chất  
Đại học Kỹ Thuật, TP Hồ Chí Minh  
03/2000

## Giới thiệu.

Trong khoảng 8 tuần lễ từ giữa tháng 1/2000 đến giữa tháng 3/2000 tôi có dịp được làm việc ở Bộ môn Cơ Lưu Chất, trường Đại học Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh. Tôi có đề nghị được tiếp tục với đề tài "Đừng đóng chặt tự nhiên trong sông để bơm nước" nhằm mục đích tưới tiêu, mà tôi đã bắt đầu trong lần làm việc trước với Bộ môn, khoảng cuối năm 1996. Đề nghị này đã được sự đồng ý của Chủ nhiệm và Phó Chủ nhiệm Bộ môn. Bản tổng trình ngắn này là kết quả của khoảng thời gian làm việc trên (có bị gián đoạn vào dịp Tết Canh Thìn).

## Lời cảm ơn.

Xin cảm ơn Anh Ân, Chủ nhiệm Bộ môn, Cô Bảy, Phó Chủ nhiệm Bộ môn, và các Anh, Chị, Bạn khác trong Bộ môn Cơ Liều Chất - Anh Thắng, Chị Phương, Giang, Anh Hoài, Cô Tâm, Chị Biã, Thịnh và Minh - đã "chấp nhận" tôi trong khoảng thời gian tôi ở Bộ môn. Sự giúp đỡ về nhiều mặt và tình cảm của mọi người đã là nguồn động viên to lớn cho tôi.

Cảm ơn Anh Tổng ở Bộ môn Kỹ thuật Hàng Không đã giúp những tài liệu và ý kiến giá trị, cũng như tình cảm tốt đẹp.

Cảm ơn GS Hiệu trưởng Phạm Thị Tuổi, Anh Hiệp và Chị Hồng ở Phòng Hợp tác Quốc tế, đã tạo điều kiện cho tôi về làm việc với trường.

Cảm ơn Anh Lanh ở Khoa Cơ Khí đã tham dự buổi báo cáo sáng 29/2 về đề tài, và đã có những ý kiến đóng góp thiết thực, có biện pháp.

HBP.

## Đặt vấn đề.

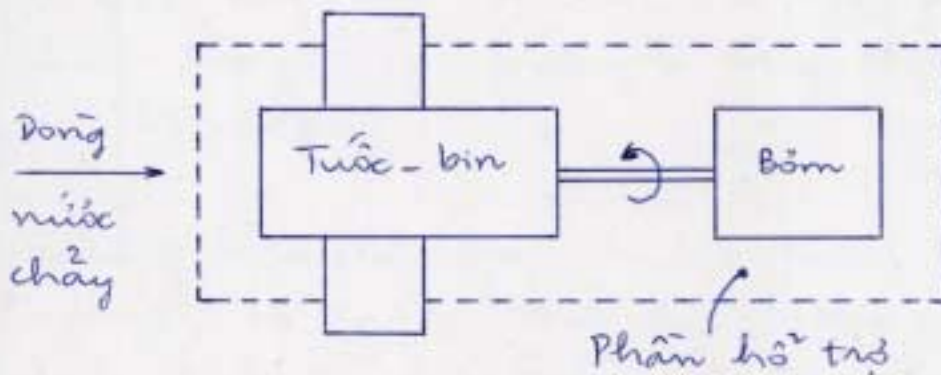
Dưới đây là một số điểm then chốt liên quan đến đề tài.

- Nhu cầu tưới cho các loại rau cải, cây ăn trái, v.v... là có thật, đặc biệt vào mùa khô.
- Có nhiều sông rạch khá rộng mà dòng nước chảy khá nhanh, ít ra cũng vài giờ mỗi ngày; thí dụ ở một số vùng trong đồng bằng sông Cửu Long.
- Vấn đề được đặt ra là ta sẽ dùng động năng có sẵn trong dòng nước chảy của sông để bơm chính nước sông ấy lên để tưới. Nếu vấn đề này được giải quyết tốt, ta sẽ có một nguồn năng lượng với nước dồi dào để tăng năng suất cây trồng. Hơn nữa, một khi đã vận hành, chi phí bảo quản, sử dụng sẽ rất thấp.



## Vẽ bản tương trình này và dự kiến.

Dự kiến là cuối cùng, một hệ thống mẫu hoàn chỉnh sẽ được chế tạo để bơm nước từ sông lên, chỉ dùng động năng sẵn có của dòng nước chảy, mà không cần các dạng năng lượng khác (như xăng, dầu hay điện). Hệ thống đó sẽ gồm 3 phần chính như trong Hình 1.



Hình 1: Sơ đồ hệ thống.

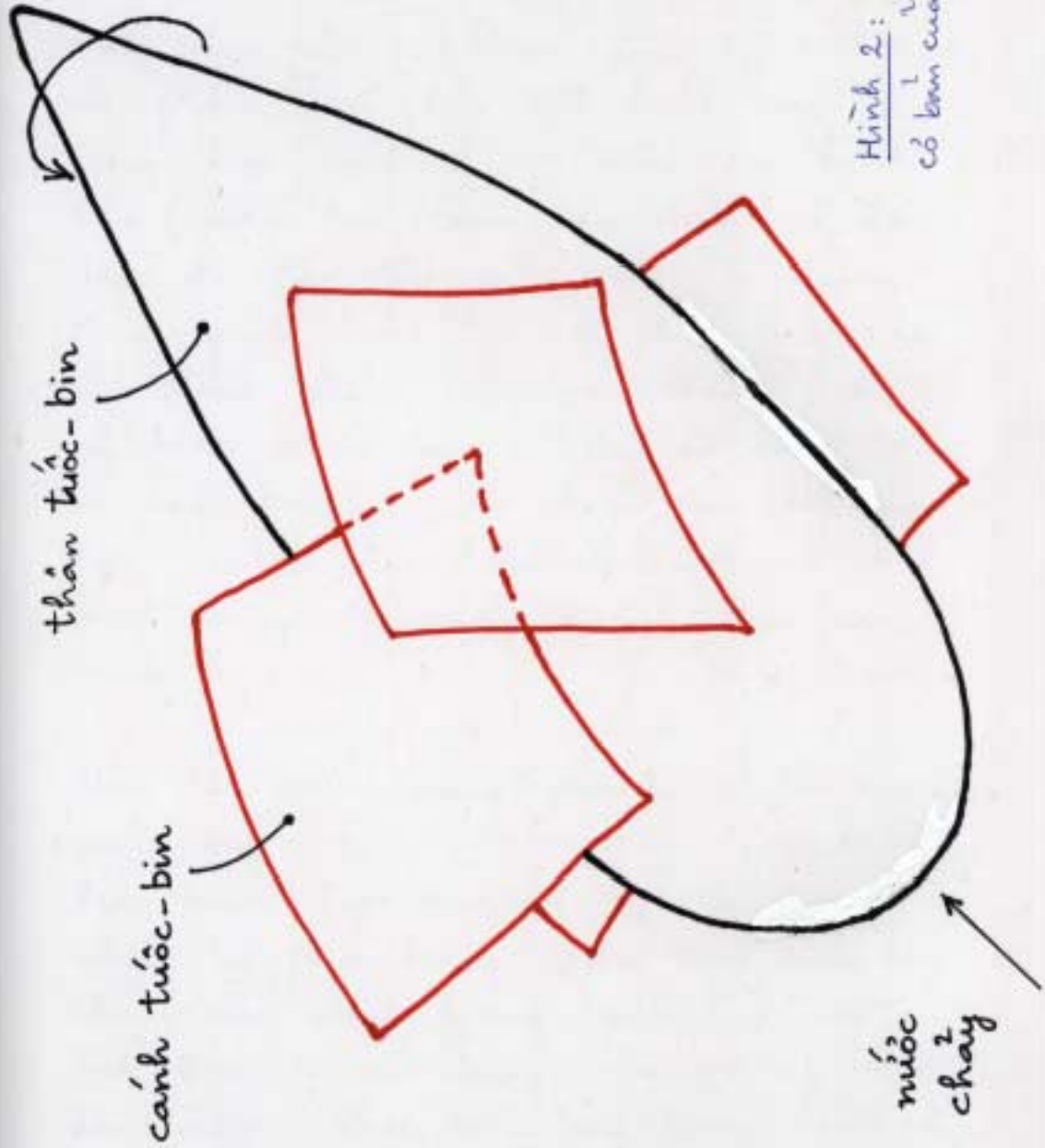
Trong Hình 1, Tuốc-bin sẽ là bộ phận biến động năng có sẵn trong dòng nước chảy của sông ra cơ năng để làm Bơm hoạt động, bơm nước từ sông lên cao. Phần hỗ trợ sẽ gồm các

bộ phận như phao để gửi Tuốc-bin và Bơm, các bộ phận truyền lực và lắp nối, hệ-thống thùng ống để chứa, dẫn nước, v.v. Toàn bộ Hệ-thống của Hình 1 sẽ là một đơn vị độc lập, tự khởi động và vận hành dựa vào vận tốc của dòng chảy.

Dị Kiên Bơm sẽ là một loại bơm pis-tông, có khả năng bơm 2 l/giây (2 l/s) lên một độ cao 3 m, khi dòng chảy trong sông trước Hệ thống có vận tốc 0.6 m/giây.

Tuốc-bin sẽ là loại hướng trục, trục ngang, có cánh. Như vậy hướng của dòng chảy sẽ song song với trục của Tuốc-bin.

Hình dạng Tuốc-bin sẽ giống như ở Hình 2. Như vậy, về cơ bản, Tuốc-bin sẽ có phần thân và cánh. Thân Tuốc-bin loại có thể xem như gồm ba phần: đầu, phần giữa, và đuôi. Dựa vào kinh nghiệm có cơ sở trên cơ lưu chất, phần đầu

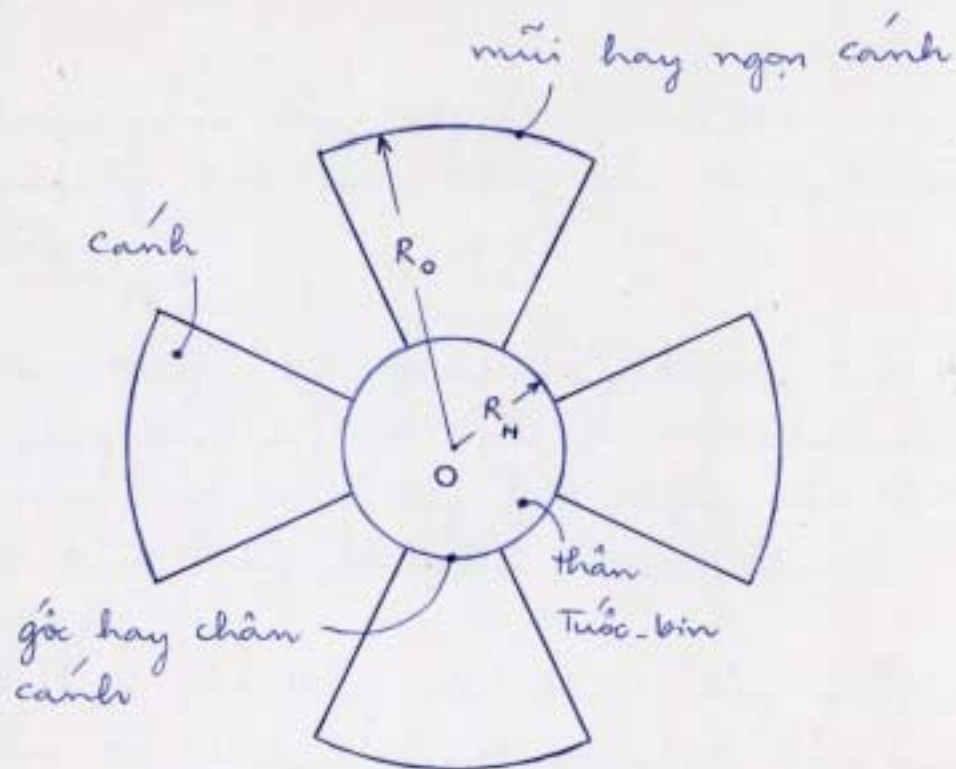




Tuốc-bìn (phần gấp dòng chảy trước tiên) sẽ được chọn là một hình bán cầu có đường bán kính  $R_H$  (trị số sẽ được định bên dưới). Phần đầu sẽ nối tiếp với phần giữa là một hình trụ có cùng bán kính  $R_H$ . Chiều dài hình trụ (được tính toán bên dưới) sẽ đủ dài để lắp đặt các cánh Tuốc-bìn. Phần giữa hình trụ sẽ được nối tiếp với phần dưới Tuốc-bìn. Phần dưới sẽ có hình chóp nón có đáy là hình tròn với bán kính  $R_H$  và chiều cao khoảng  $3R_H$ . Như vậy thân Tuốc-bìn sẽ có hình dạng đối xứng quanh trục của Tuốc-bìn.

Nếu ta gọi khoảng cách từ điểm ngoài cùng của cánh (mũi hay ngọn cánh) đến trục Tuốc-bìn, là  $R_0$  thì, nếu nhìn từ phía trước (dọc theo mũi tên chỉ nước chảy trong Hình 2), cá Tuốc-bìn sẽ có dạng như trong Hình 3 bên dưới. Như trình bày trong hình này, các cánh Tuốc-bìn sẽ được gắn chắc vào thân Tuốc-bìn ở góc hay chân cánh.





Hình 3: Tuốc-bin nhìn từ phía trước.  
 O chỉ trục Tuốc-bin, là đường thẳng góc với trang giấy.

Bản tướng trình này sẽ chỉ chú trọng đến Tuốc-bin, cụ thể hơn, là thiết kế các cánh của Tuốc-bin. Thông thường, chúng được xem là bộ phận quan trọng nhất, vì chúng là bộ phận biến động năng của dòng nước chảy thành ra cơ năng làm bơm hoạt động.

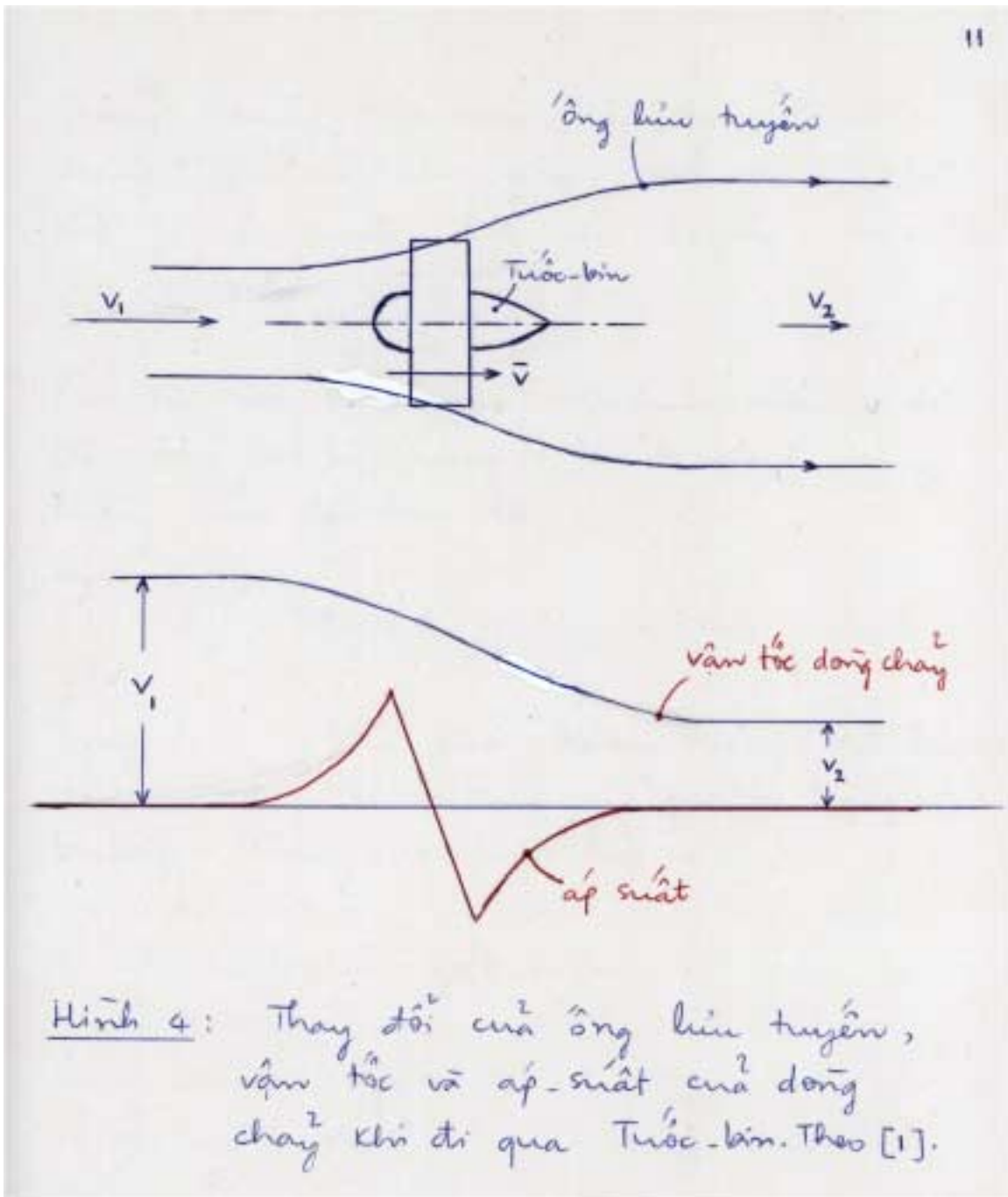
## Tính toán Tuốc-bin.

Ta sẽ dựa vào Betz [1]\* cho phân bổ những tính toán trong bản tương trình này.

Theo Betz, khi dòng chảy đi qua Tuốc-bin (giống Hình 2) với mật độ một phân động năng, nó sẽ có ống lùn tuyến, vận tốc và áp suất thay đổi như trong Hình 4.

Hình 4 cho thấy khi động năng giảm, vận tốc dòng chảy sẽ giảm và ống lùn tuyến sẽ mở rộng ra theo nguyên tắc bảo tồn vật chất. Hình cũng cho thấy là năng lượng từ áp-suất không tham gia vào việc biến đổi thành cơ-năng, bởi vì áp-suất - mặc dầu có biến đổi trong khoảng gần Tuốc-bin - bắt đầu và trở về với giá trị 0 (tương đối) ở trước xa và sau xa Tuốc-bin. Trong hình,  $V_1$  và  $V_2$  là vận tốc dòng chảy ở trước xa và sau xa Tuốc-bin.

\*: Số chỉ tài liệu tham khảo liệt kê ở cuối bản tương trình.



Hình 4: Thay đổi của ống lưu truyền, vận tốc và áp suất của dòng chảy khi đi qua Tuốc-bin. Theo [1].



Trong những tính toán tiếp theo, ta sẽ dùng chữ  $s$  cho giây (thời gian). Như thế ta sẽ dùng  $l/s$  cho  $l/giây$ ,  $m/s$  cho  $m/giây$ , v.v.

Trở lại với số đo của Hình 1, nếu ta dự kiến bơm một lưu lượng  $Q$  lên độ cao  $h$ , năng lượng cần để bơm là

$$P_b = \rho g Q h \quad (1)$$

Trong (1),  $\rho$  là khối lượng riêng của lưu chất, ở đây là nước;  $g$ : gia tốc trọng trường. Trong trường hợp này,

$$Q = 2 \text{ l/s} = 0.002 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Từ đó:  $P_b = 59 \text{ W}$

Đưa vào kinh nghiệm, ta sẽ chọn hiệu suất tổng thể của Bơm cùng các kết nối truyền lực giữa Tuốc-bin và bơm là 60%. Vậy

$$\eta_{\text{bơm + truyền lực, ...}} = 0.60$$

Cơ năng cần cung cấp cho bơm và các kết nối truyền lực, mà cũng là cơ năng có được ở cửa trục ra của Tuốc-bin, sẽ là

$$\begin{aligned} P_T &= \frac{P_b}{\eta_{\text{bơm + truyền lực, ...}}} & (2) \\ &= \frac{59}{0.60} = 98 \text{ W} \end{aligned}$$

Để tính  $R_0$  (xem Hình 3), một kích thước rất quan trọng của Tuốc-bin, ta cần ước tính năng suất của Tuốc-bin. Năng suất này được định nghĩa là tỉ số giữa cơ năng  $P_T$  ở trên với động năng có được trong dòng chảy xuyên qua một diện tích vòng tròn có bán kính  $R_0$ . Như vậy, năng suất Tuốc-bin:

$$\eta_T = \frac{P_T}{\frac{1}{2} \rho v_1^2} \quad (3)$$

trong đó  $m$  là lưu lượng khối của dòng chảy xuyên qua vòng tròn có bán kính  $R_0$ . Vậy

$$m = \rho (\pi R_0^2) v_1 \quad (4)$$

Từ đó, (3) thành

$$\eta_T = \frac{P_T}{\frac{1}{2} \rho (\pi R_0^2) v_1^3} \quad (5)$$

Để có được  $\eta_T$ , ta cần một vài sự chọn lựa nữa.

Thứ nhất, ta sẽ chọn một hệ số trước cho các cánh; hệ số trước  $\varepsilon$  được định nghĩa là

$$\varepsilon = \frac{\text{Hệ số lực cản}}{\text{Hệ số lực nâng}} \quad (6)$$

Ta sẽ chọn các cánh là những tấm hình cong đơn giản cho tiện việc sản xuất. Những tấm như thế có hệ số trước khá cao. Ta chọn



$$\varepsilon = 0.10$$

Kể đến, ta sẽ giả định là Tuốc-bin khi vận hành trong điều kiện thiết kế, sẽ quay với một tỉ số vận tốc mũi thích hợp. Tỉ số vận tốc mũi  $\lambda_0$  được định nghĩa là

$$\begin{aligned}\lambda_0 &= \frac{\text{Vận tốc thẳng của mũi cánh}}{\text{Vận tốc dòng chảy tự do}} \\ &= \frac{R_0 \omega}{V_1} \quad (7)\end{aligned}$$

trong đó  $\omega$  là vận tốc góc của Tuốc-bin. Ta chọn

$$\lambda_0 = 2$$

Trị số 2 cho  $\lambda_0$  được xem là vừa phải cho Tuốc-bin hoạt động trong nước với laminar chảy bơm piston. Cũng nên nhắc lại là vận tốc dòng chảy thiết kế là, như đã nói ở trên

$$V_1 = 0.6 \text{ m/s}$$

Cũng nên nói thêm là vận tốc tối đa của dòng chảy thường lớn hơn nhiều, trên 1 m/s.

Với  $\lambda_0 = 2$  và  $\epsilon = 0.10$ , theo [2] và [3], hiệu suất của một Tuốc-bin được thiết kế tốt (và ta nghĩ là Tuốc-bin của ta sẽ như vậy) sẽ là

$$\eta_T \doteq 0.38$$

( $\eta_T$  có giới hạn phía trên là  $\frac{16}{27}$  hay 59%. Giới hạn này thường được gọi là giới hạn Betz).

Với các trị số nêu trên của  $\eta_T$ ,  $v_1$ ,  $P_T$  và  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , (5) cho

$$R_0 = 0.87 \text{ m}$$

Ta sẽ chọn  $R_0 = 0.90 \text{ m}$ .

Có  $R_0$ ,  $v_1 = 0.6 \text{ m/s}$  và  $\lambda_0 = 2$ , (7) cho

$$\omega = 1.33 \text{ rad/s} = 0.21 \text{ vòng/s}$$

Như thế Tốc-biến sẽ cần  $\frac{1}{0.21} = 4.7$  giây cho mỗi vòng quay.

Đến đây ta lại chọn thêm một thông số quan trọng. Dựa vào [1,2] và những kinh nghiệm về sức bền vật liệu, ta chọn tỉ số (xem Hình 3)

$$\frac{R_H}{R_0} = 0.3$$

và như vậy

$$\begin{aligned} R_H &= 0.3 R_0 \\ &= 0.3 \times 0.9 = 0.27 \text{ m} \end{aligned}$$

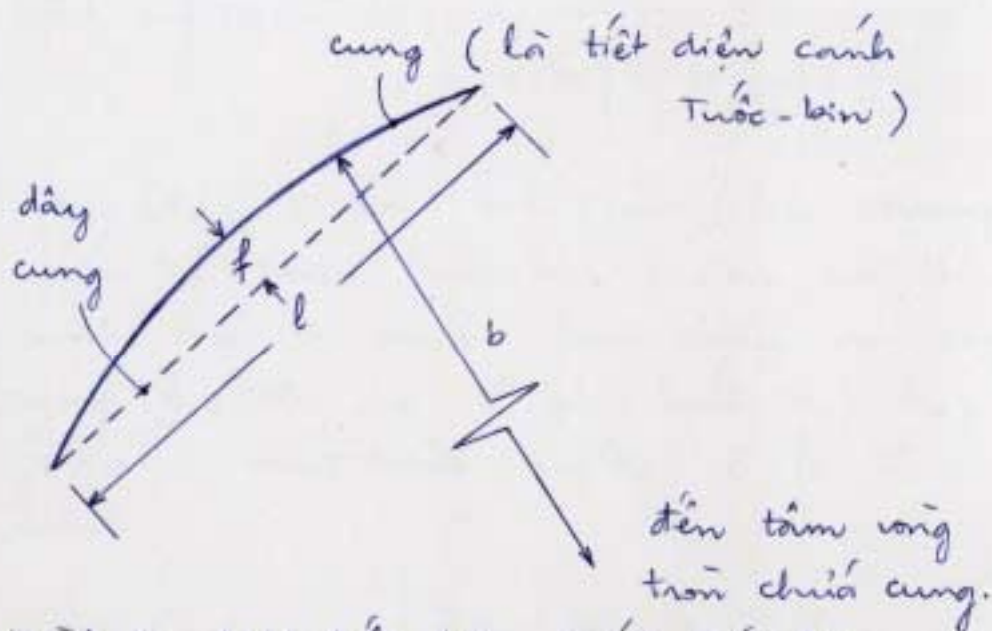
và chiều cao của các cánh Tốc-biến sẽ là

$$\begin{aligned} H &= R_0 - R_H \\ &= 0.90 - 0.27 = 0.63 \text{ m} \end{aligned}$$



## Cánh Tuốc-bin.

Sau khi đã định được  $R_0$ ,  $R_H$  và chiều cao  $H$  của các cánh, ta tiếp tục định các kích thước khác và vị trí của chúng. Ta sẽ chọn chúng là những cánh mỏng hình cung đơn giản (tiết diện chúng là những cung vòng tròn; tiết diện được tạo ra khi một hình trụ đứng trục với Tuốc-bin có bán kính  $R$ , với  $R_H < R < R_0$ , cắt các cánh). Hình 5 trình bày một tiết diện (cánh cung) tiêu biểu.



Hình 5: Một tiết diện Cánh Tuốc-bin.

Kích thước của một cánh cung được xác định bằng 2 số, thường là chiều dài  $l$  của dây cung và độ sâu lớn nhất  $f$ . Với cung là một phần của vòng tròn, bán kính  $b$  của vòng tròn có thể được tính bằng công thức

$$f \doteq \frac{l^2}{8b} \quad (8)$$

Khi  $f$  nhỏ, thì dụ  $f \doteq 0.1 l$ .

Theo [1] chiều dài dây cung cánh  $l$  có thể được tính bằng công thức

$$Zl \doteq \frac{8}{9} 2\pi r \left(\frac{v_i}{R_0 \omega}\right)^2 \left(\frac{R_0}{r}\right)^2 \frac{1}{C_L \sqrt{1 + \left(\frac{v_i}{R_0 \omega}\right)^2 \left(\frac{R_0}{r}\right)^2}} \quad (9)$$

Trong (9),  $r$  là bán kính (tức khoảng cách từ trục trục-lưu) đến nơi trên cánh mà ta muốn tính chiều dài dây cung  $l$ ; thí dụ, ở góc cánh  $r = R_H$ , và ở mũi cánh  $r = R_0$ .  $Z$  là số cánh.

Để dễ chỉ tạo và tránh vướng mắc của

các vật thể trôi trong dòng nước chảy, ta chọn

$$Z = 4$$

Trong (9) còn có  $C_L$ , là hệ số lực nâng, được định nghĩa là

$$C_L = \frac{\text{Lực nâng}}{(\text{Áp suất động}) \cdot (\text{Diện tích tiêu biểu})}$$

Theo [1], để cánh có hình dạng vừa phải, ta nên chọn cánh sao cho chúng cong ít ở mũi ( $f/l$  ở Hình 5, nhỏ) và tăng dần độ cong ( $f/l$  tăng) khi càng đi vào trong (tức  $x$  giảm), làm cho góc cánh có độ cong cao. Do đó ta chọn cho phần mũi cánh

$$f/l = 0.05$$

và ở góc cánh, ta chọn

$$f/l = 0.10$$

Ta cũng giả<sup>2</sup> định là vị trí cánh sẽ được sắp xếp ( chủ yếu là định góc tới, trình bày ở hình 6 bên dưới ) sao cho  $C_L \doteq 0.7$  ở mũi cánh và  $C_L \doteq 1.4$  ở góc cánh. Điều này phù hợp với cánh có độ cong như ở mũi, và lớn ở góc cánh. Trong [1] có một số dữ liệu về  $C_L$ .

Với những chọn lựa trên, ta có thể tính được  $l$  như sau.

$$\text{ở mũi cánh, với: } r = R_0 = 0.9 \text{ m}$$

$$C_L = 0.7$$

$$R_0 \omega / v_1 = \lambda_0 = 2$$

ta có

$$Zl = 1.6 \text{ m}$$

Với  $Z = 4$ ,  $l$  ở mũi cánh sẽ là

$$l_0 = l = 0.40 \text{ m}$$

Một cách tương tự, ở góc cánh:

$$r = R_H = 0.27 \text{ m}$$

$$C_L = 1.4$$



và ta có  $\vec{z}$  góc cánh :  $Zl = 1.54 \text{ m}$

từ đó,  $l$  ở góc cánh :  $l_H = l = 0.38 \text{ m}$

Ta chọn, để giống như  $l_0$  ở mũi

$$l_H = l = 0.40 \text{ m}$$

Ta cũng tính thêm một trị số cho  $l$  nữa (mà ta sẽ gọi là  $l_I$ ) ở khoảng giữa mũi và góc cánh cho tiện việc nội suy. Vị trí được chọn có  $r$  (mà ta gọi  $R_I$ ) là

$$r = R_I = 0.60 \text{ m}$$

Chọn  $C_L = 1.0$  với  $f/l = 0.08$  cho vị trí này, ta cũng sẽ tính được

$$Zl = 1.51 \text{ m}$$

và từ đó,  $l$  ở giữa cánh :  $l_I = l = 0.38 \text{ m}$

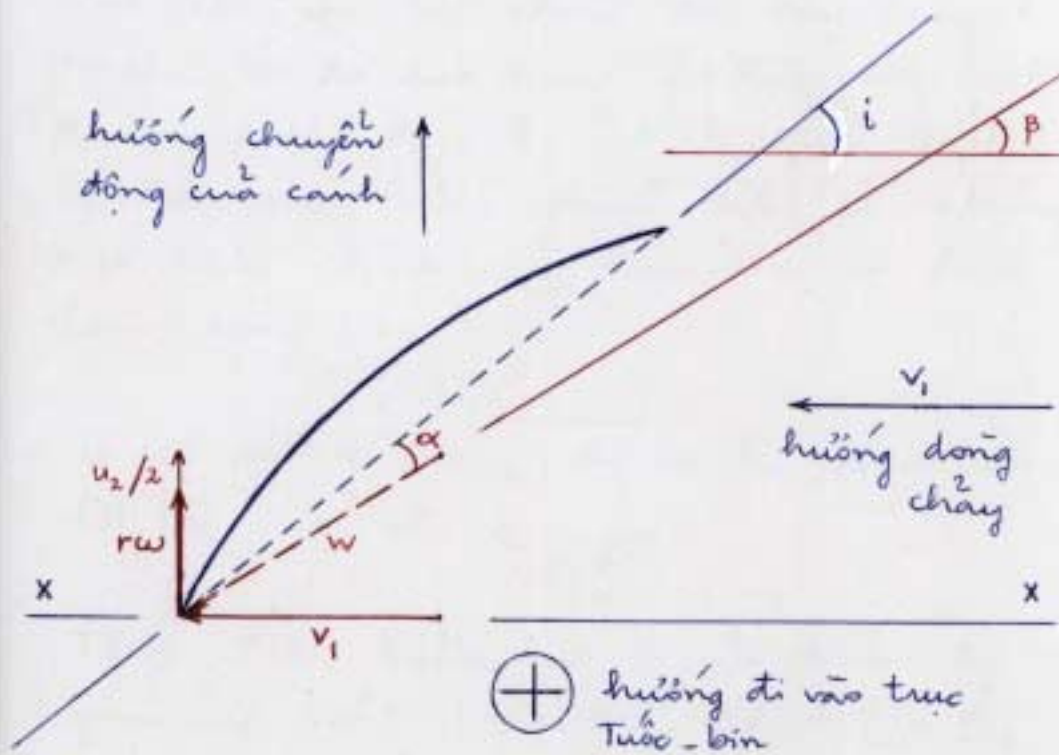
Lần nữa, ta chọn :  $l_I = l = 0.40 \text{ m}$ .

Như vậy các cánh Tuốc-bin sẽ là những tấm cong, đơn giản, hình cung với chiều dài dây cung (Hình 5) Không thay đổi vĩa bằng  $0.40\text{ m}$ , siết tử trong (góc cánh) ra ngoài (mũi cánh). Tuy nhiên, độ sâu lớn nhất  $f$  có thay đổi, từ  $0.10\text{ l}$  ( $= 0.040\text{ m}$ ) ở góc cánh, giảm xuống đến  $0.08\text{ l}$  ( $= 0.032\text{ m}$ ) ở khoảng giữa cánh (bán kính đến trục Tuốc-bin  $R_I = 0.60\text{ m}$ ), và có trị số thấp nhất  $0.05\text{ l}$  ( $= 0.020\text{ m}$ ) ở mũi cánh.

Cũng cần nói thêm là những trị số của  $l$  trên đây gần giống với  $l$  có được từ một phương thức khác trình bày trong [2].

## Vị trí cánh.

Vị trí cánh sẽ được xác định bằng vị trí của dây cung (Hình 5) đối với một hướng chuẩn. Ở đây ta sẽ chọn hướng chuẩn đó là hướng của trục Tốc-biến, cũng là hướng của dòng chảy trước xa cánh, tức là hướng của vận tốc  $v_1$ . Ta gọi hướng này x-x. Xem Hình 6.



Hình 6: Những số liệu giúp định vị trí cánh.



Như vậy vị trí của cánh sẽ được xác định bởi góc  $i$  trong Hình 6. Ta sẽ định trị số cho  $i$  ở 3 vị trí của cánh, giống như khi tính  $l$ . Trị số của  $i$  ở những nơi khác trên cánh có thể tính được bằng phương pháp nội suy. 3 vị trí đó là ở góc cánh (bán kính  $R_H = 0.27\text{m}$ ), ở vị trí khoảng giữa cánh (bán kính  $R_I = 0.60\text{m}$ ) và ở mũi cánh ( $R_0 = 0.90\text{m}$ ).

Một khi góc  $i$ , chiều dài dây cung  $l$  và độ sâu tối đa của cung  $f$  được xác định ở 3 bán kính  $R_H$ ,  $R_I$  và  $R_0$  của cánh, ta có thể xem như phân thiết kế những kích thước chính của Tuốc-bin đã được làm xong.

Ta sẽ gọi  $i$  ở  $R_H$ ,  $R_I$  và  $R_0$  lần lượt là  $i_H$ ,  $i_I$  và  $i_0$ .

Theo [1], trước hết ta ước tính độ giảm áp suất toàn thể  $\Delta p_0 = p_{01} - p_{02}$  của dòng chảy khi đi qua Tuốc-bin (chỉ số 1, 2 trong  $p_{01}$ ,  $p_{02}$  dùng chỉ điều kiện ở trước xa và sau xa đối



với Tốc-bình; chỉ số 0 chỉ áp suất toàn thể).

$$\text{Với } p_0 = p + \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (10)$$

và  $v$  là vận tốc lưu chất (phần áp suất  $\rho g z$  do độ cao  $z$  không tham gia), ta có

$$\Delta p_0 = p_{01} - p_{02} = (p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2) - (p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2)$$

Nhưng  $p_1 = p_2$  (Hình 4), do đó

$$\Delta p_0 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) \quad (11)$$

Ta sẽ giả định là Tốc-bình hoạt động tốt, và theo Betz [1], khi điều này xảy ra,

$$v_2 = \frac{1}{3} v_1 \quad (12)$$

Từ đó

$$\Delta p_0 = \frac{1}{2} \rho \left( v_1^2 - \frac{v_1^2}{9} \right) = \frac{4}{9} \rho v_1^2 \quad (13)$$

(Với dòng chảy thiết kế :  $v_1 = 0.60 \text{ m/s}$

$$\Delta p_0 = \frac{4}{9} \times 1000 \times 0.60^2 = 160 \text{ Pa} )$$

Theo [1], ta tính tỉ số áp suất  $\psi$  định nghĩa bởi

$$\psi = \frac{p_{01} - p_{02}}{\frac{1}{2} \rho (R_0 \omega)^2} \quad (14)$$

Đúng  $p_{01} - p_{02} = \Delta p_0 = \frac{4}{9} \rho v_1^2$  từ trên, và  $\lambda_0 = R_0 \omega / v_1$  từ (7), (14) cho

$$\begin{aligned} \psi &= \frac{8}{9} \left( \frac{1}{\lambda_0} \right)^2 & (15) \\ &= \frac{8}{9} \left( \frac{1}{2} \right)^2 = 0.22 \end{aligned}$$

Cũng theo [1], vận tốc xoắn của dòng chảy  $u_1, u_2$  ở ngay trước và sau trục-bên có những quan hệ như sau.

Trước hết ta có thể xem các cánh như là một hệ thống cánh vô tận di động với vận tốc thẳng  $U$ . Một hệ thống như thế có thể hình thành bằng cách cắt các cánh bằng một bình trụ rỗng đồng trục với

Tuốc-biến, như trong Hình 7. Do chuyển động tròn của Tuốc-biến, các tiết diện cắt giữa cánh với hình trụ rỗng sẽ tương đương với một hệ thống cánh vô tận và di động khi ta trải chúng - và thân hình trụ - ra trên một mặt phẳng. Xem Hình 8. Đặt vào hệ thống cánh ở Hình 8,  $\Delta p_0 = p_{01} - p_{02}$  cũng được tính bởi

$$p_{01} - p_{02} = \rho U (u_2 - u_1) \quad (16)$$

Ở đây  $u_1 = 0$  (dòng chảy trước Tuốc-biến không xoắn), và từ (14), ta cũng có

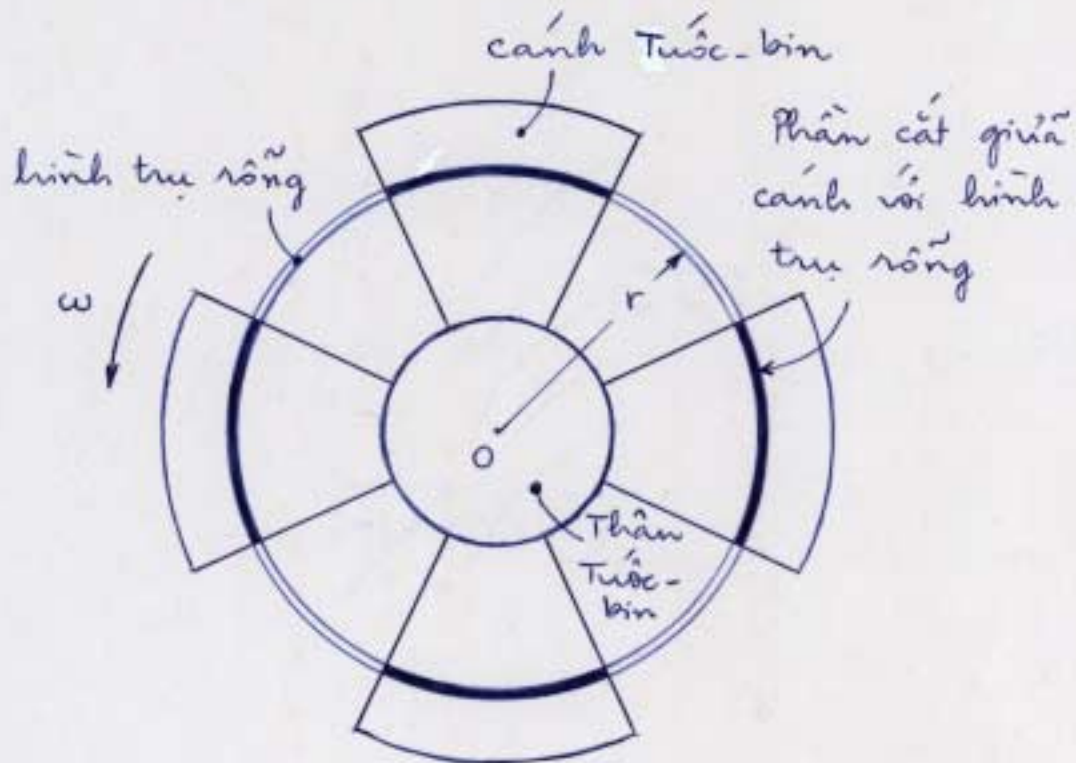
$$p_{01} - p_{02} = \gamma \frac{\rho}{2} (R_0 \omega)^2 \quad (17)$$

Do đó

$$u_2 = \frac{1}{2} \gamma \frac{(R_0 \omega)^2}{U} \quad (18)$$

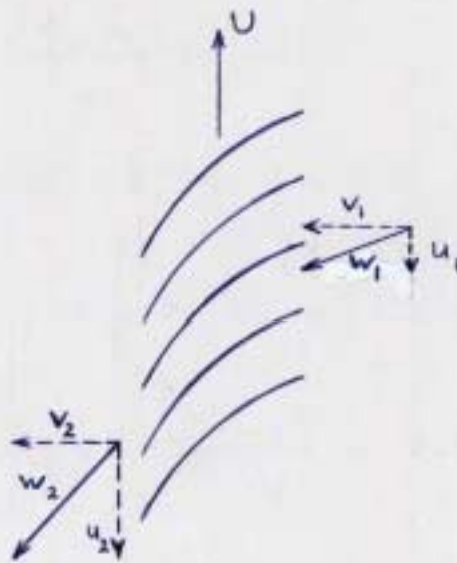
Từ Hình 7, vận tốc thẳng  $U$  là

$$U = r \omega \quad (19)$$



Hình 7: Cách tạo ra một hệ thống cánh vô tận di động với vận tốc thẳng  $U = r\omega$ .





Hình 8: Một hệ thống cánh vô tâm, di động với vận tốc thẳng  $U$ .

Và, như đã chọn, ta cũng có

$$\lambda_0 = \frac{R_0 \omega}{V_1} = 2$$

Do đó  $R_0 \omega = 2V_1 = 2 \times 0.6 = 1.2 \text{ m/s}$ .

Ở mũi cánh,  $U = R_0 \omega = 1.2 \text{ m/s}$ . (18) cho

$$u_{20} = u_2 = \frac{1}{2} \times 0.22 \times \frac{1.2^2}{1.2} = 0.13 \text{ m/s}$$

Ở giữa cánh,  $U = R_I \omega = 0.6 \times 1.33 = 0.80 \text{ m/s}$ ,

$$u_{2I} = u_2 = \frac{1}{2} \times 0.22 \times \frac{1.2^2}{0.8} = 0.20 \text{ m/s}$$

Và ở gốc cánh,  $U = R_H \omega = 0.27 \times 1.33 = 0.36 \text{ m/s}$ ,

$$u_{2H} = u_2 = \frac{1}{2} \times 0.22 \times \frac{1.2^2}{0.36} = 0.44 \text{ m/s}$$

Nếu ta xem vận tốc xoay trung bình của dòng chảy khi đi qua cánh Tốc-bình là

$$\bar{u} = \frac{u_1 + u_2}{2} \quad (20)$$

thì, dựa vào [1], góc  $\beta$  trong Hình 6

giữa vận tốc tương đối  $w$  của dòng chảy và trục Tốc-kim (hướng x-x), có thể được tính bằng

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{U + \bar{u}}{v_1} \right) \quad (21)$$

Ở đây,  $U = r\omega$  và  $u_1 = 0$  để cho  $\bar{u} = u_2/2$ . (21) trở thành

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{r\omega + u_2/2}{v_1} \right) \quad (22)$$

Như thế, ở mũi cánh, với  $r = R_0$  và  $u_2 = u_{20}$ :

$$\begin{aligned} \beta_0 = \beta &= \tan^{-1} \left( \frac{R_0\omega + u_{20}/2}{v_1} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{1.2 + 0.13/2}{0.6} \right) = 65^\circ \end{aligned}$$

Một cách tương tự, ở giữa cánh với  $r = R_I = 0.60 \text{ m}$  và  $u_2 = u_{2I}$ :

$$\begin{aligned} \beta_I = \beta &= \tan^{-1} \left( \frac{R_I\omega + u_{2I}/2}{v_1} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{0.60 \times 1.33 + 0.20/2}{0.6} \right) = 56^\circ \end{aligned}$$

và  $\alpha^2$  góc cánh, với  $r = R_H$  và  $u_2 = u_{2H}$ :

$$\begin{aligned} \beta_H = \beta &= \tan^{-1} \left( \frac{R_H \omega + u_{2H}/2}{v_1} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{0.27 \times 1.33 + 0.44/2}{0.6} \right) = 44^\circ. \end{aligned}$$

Cũng cần nói thêm là nếu dùng một phương pháp thô sơ hơn (và có lẽ không chính xác bằng) ở đây, như được trình bày trong [2], những trị số của  $\beta$  sẽ là  $\beta_0 = 72^\circ$ ,  $\beta_I = 63^\circ$ , và  $\beta_H = 42^\circ$ .

Từ Hình 6, góc  $i$  giữa dây cung của cánh và hướng  $x-x$  của trục tuốc-biến có thể được tính bằng

$$i = \beta + \alpha \quad (23)$$

trong đó,  $\alpha$  là góc tới giữa hướng của vận tốc tương đối của dòng chảy đối với cánh, và dây cung của cánh.

Ta sẽ chọn góc tới  $\alpha$  giảm dần từ góc cánh ra mũi cánh cho phù hợp



với hệ số lực nâng  $C_L$  làm ở trên. Như vậy, ta chọn

$$\vec{O}^2 \text{ góc cánh: } \alpha_H = \alpha = 10^\circ$$

$$\vec{O}^2 \text{ giữa cánh: } \alpha_I = \alpha = 8^\circ$$

$$\text{và } \vec{O}^2 \text{ mũi cánh: } \alpha_0 = \alpha = 6^\circ$$

(Đi liệu cần thiết về  $C_L$  có thể tìm thấy trong [1]).

Vậy,  $\vec{O}^2$  góc cánh:

$$i_H = \beta_H + \alpha_H = 44^\circ + 10^\circ = 54^\circ$$

$\vec{O}^2$  giữa cánh:

$$i_I = \beta_I + \alpha_I = 56^\circ + 8^\circ = 64^\circ$$

và  $\vec{O}^2$  mũi cánh:

$$i_0 = \beta_0 + \alpha_0 = 65^\circ + 6^\circ = 71^\circ.$$

Như thế, về cơ bản, cánh và Tuốc-bin đã

được xác định. Tóm lại, ta có:

Số cánh: 4

Loại cánh: Những tấm cong mỏng, hình cung đơn giản.

Cao:  $H = R_0 - R_H = 0.90 - 0.27 = 0.63 \text{ m}$

Chiều dài dây cung cánh:  $l = 0.40 \text{ m}$

suốt từ trong góc cánh ra đến ngoài mũi cánh.

Độ sâu tối đa  $f$  của cung cánh (Hình 5):

ở góc cánh:  $f_H = 0.10 l$

ở giữa cánh:  $f_I = 0.08 l$

ở mũi cánh:  $f_0 = 0.05 l$

Vị trí cánh (được xác định bởi góc  $i$  - Hình 6):

ở góc cánh:  $i_H = 54^\circ$

ở giữa cánh:  $i_I = 64^\circ$

ở mũi cánh:  $i_0 = 72^\circ$

Tuy nhiên, trong sản xuất thực tế, độ chính xác của nhiều số liệu sẽ phải được nới lỏng. Một lý do quan trọng là bởi vì cánh sẽ được gắn chặt vào thân Tuốc-bin, là một hình trụ,

trong khi những đồ thị như các Hình 5, 6 được giả định là nằm trên mặt phẳng. Để lấy một thí dụ, dây cung ở gốc cánh sẽ không là một đoạn thẳng có chiều dài  $l_H$  như trong Hình 5, mà sẽ là một đoạn cong nằm nghiêng trên mặt ngoài có hình trục của thân Tước-bìn. Tuy vậy, đoạn hình cong này có thể có độ dài xấp xỉ  $l_H$ .

## Kết luận.

Trên đây, những kích thước và cơ tính quan trọng của Tuốc-bin đã được định ra.

Mặc dầu Tuốc-bin được thiết kế với những điều kiện và chọn lựa cụ thể như  $v_1 = 0.60 \text{ m/s}$ , để làm chạy bơm piston bơm 2 l/s nước lên cao 3 m, có 4 cánh,  $\lambda_0 = 2$ , v.v... Những phương pháp trình bày trong bản tường trình này có thể được áp dụng cho những điều kiện, chọn lựa khác, thí dụ như  $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$ , có 6 cánh,  $\lambda_0 = 3$ , v.v...

Một điều nữa là từ (5) có thể thấy là động năng của nước trong dòng chảy biến đổi theo  $v_1^3$ . Như thế nếu hiệu suất  $\eta_T$  không thay đổi hoặc chỉ thay đổi chậm đối với  $v_1$ , ta có thể tin là công suất bơm sẽ lớn hơn nhiều so với thiết kế, bởi vì thường có một thời gian khá dài mỗi ngày



mà vận tốc dòng chảy lớn hơn 0.60 m/s.

Phần tiếp theo, tức là đưa những kết quả tính toán lên trên vào thực tế sản xuất trên cơ sở Hình 1, sẽ được xem xét trong một tương lai hy vọng là gần.

### Tài liệu tham khảo<sup>2</sup>.

- 1) Betz, A. (1966): Introduction to the theory of flow machines, Pergamon Press, Oxford, Anh.
- 2) Le Gourières, D. (1982): Energie Eolienne - Paris, Pháp.
- 3) Nguyễn Văn Bá (1982): Chong chong động cơ gió Că Ná, Luận án tốt nghiệp, Đại học Bách Khoa, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam.