

THIẾT KẾ BIÊN DẠNG CÁNH TURBINE BULB TRONG NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN VÀ CHẾ TẠO MÔ HÌNH THU NHỎ

DESIGNING A BULB TURBINE'S WING PROFILE IN HYDROPOWER PLANTS AND MANUFACTURING A SMALL MODEL

Luu Đức Bình¹, Nguyễn Linh Giang¹, Lê Thanh Huyền²

¹Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; lbbinh@dut.udn.vn, nlgang@dut.udn.vn

²Công ty: CP Thủy điện Đak R'inh, Đak Nông; letahubkapro98@gmail.com

Tóm tắt - Turbine Bulb là dạng turbine cột nước thấp, toàn bộ khối tổ máy được đặt dưới lòng sông, thường có công suất nhỏ dưới 10MW. Tuy nhiên, các nhà thiết kế và sản xuất turbine bao giờ cũng bảo mật về: Biên dạng cánh và đặc tính làm việc của turbine, nhà sản xuất chỉ cung cấp các kích thước cơ bản để phục vụ cho việc lắp máy. Do vậy, để hoạt động của thủy điện được liên tục, hiệu quả, giảm bớt sự phụ thuộc vào các chuyên gia từ nhà sản xuất, việc thiết kế biên dạng cánh từ turbine đã lắp (file dữ liệu số) có ý nghĩa rất cao về kỹ thuật và kinh tế. Từ bản thiết kế, sẽ xây dựng được quy trình công nghệ chế tạo, phục vụ cho công tác sửa chữa, vận hành nhà máy thủy điện. Bài báo trình bày các bước cơ bản việc thiết kế biên dạng cánh turbine Bulb, kết quả đạt được của việc thiết kế và chế tạo mô hình thu nhỏ của turbine Bulb.

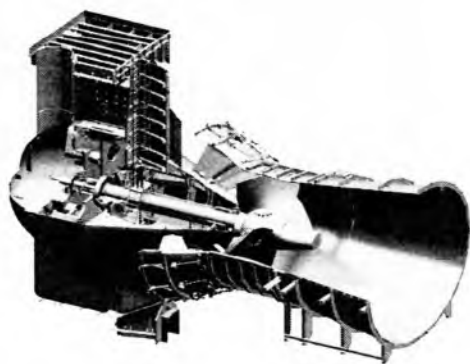
Từ khóa - Turbine Bulb; thiết kế; chế tạo; mô hình thu nhỏ

Abstract - Turbine Bulb is a low water column turbine; the entire mass of machine is placed in the river bed which has a small capacity of less than 10MW. However, turbine designers and manufacturers always keep a secret about the turbine's wing profile and operating characteristics. The manufacturers only provide basic dimensions for installation of the machine. Therefore, in order to have continuous operation with highly effectiveness of a hydroelectric and to reduce the dependence on experts from the manufacturers as well, the design of the turbine's wing profile is very important in both engineering and economy. From the design drawings, manufacturing process is built for maintaining, repairing, and operating the hydroelectric plant. In this paper, basic steps for designing a Bulb turbine's wing profile are presented. From the steps, a small model of turbine's wing profile is designed and manufactured.

Key words - Turbine Bulb; design; manufacturing; small model

1. Mở đầu

Trong phân bố ngành năng lượng ở Việt Nam thì thủy điện nhỏ chiếm một vai trò khá quan trọng trong lĩnh vực an ninh năng lượng. Với thủy điện nhỏ, nếu cột nước địa hình thấp (< 100m) thì thường sử dụng turbine Kaplan (cột nước từ 20 ÷ 100m) và turbine Bulb (cột nước từ 4 ÷ 20m). Trong đó, turbine Bulb là dạng turbine dùng với toàn bộ khối tổ máy được đặt dưới lòng sông, thường có công suất nhỏ dưới 10MW, hiện khá phổ biến tại Việt Nam.



Hình 1. Sơ đồ tổ máy phát điện với turbine Bulb [1]

Thực tế vận hành tại các nhà máy thủy điện nhỏ thường gặp các hiện tượng cánh turbine bị vật cứng và đập hoặc bị xâm thực gây ra nứt, gãy, ăn mòn... dẫn đến phải dừng máy sửa chữa. Tuy vậy, các nhà máy này thường không có đội ngũ chuyên gia kỹ thuật để thực hiện việc bảo trì sửa chữa tại chỗ mà thường thuê các đơn vị sửa chữa chuyên nghiệp từ các nhà máy thủy điện vừa và lớn thực hiện. Đồng thời, việc sửa chữa, thay thế cánh turbine thường phải phụ thuộc vào chuyên gia nước ngoài hoặc nhà cung cấp từ nước ngoài mà chủ yếu là từ Trung Quốc. Dẫn đến chi phí thực

hiện cao, tiến độ chậm, giá thành bị chi phối độc quyền của đơn vị cung cấp, thời gian dừng máy sửa chữa kéo dài làm thiệt hại lớn về mặt kinh tế.

Việc nghiên cứu, thiết kế và chế tạo cánh turbine nói chung và cánh turbine Bulb nói riêng là việc làm rất cấp thiết, có tính ứng dụng cao, đáp ứng được yêu cầu của thị trường sửa chữa, thay thế và phục hồi cánh turbine; góp phần chủ động trong sản xuất, vận hành cho các nhà máy thủy điện nhỏ ở Việt Nam.

2. Nội dung

2.1. Nghiên cứu, thiết kế biên dạng cánh turbine Bulb

2.1.1. Các thông số cơ bản của turbine Bulb

Số liệu để thiết kế dựa trên cơ sở các thông số kỹ thuật của Dự án thủy điện Bao Lâm 3A có địa điểm xây dựng tại xã Đức Hạnh và Lý Bôn, huyện Bao Lâm, tỉnh Cao Bằng với turbine Bulb kiểu: GZTF07B-WP-360 sản xuất tại Công ty TNHH Turbine nước Trùng Khánh - Trung Quốc. Loại turbine này có các thông số kỹ thuật cơ bản như Bảng 1 [2].

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật cơ bản

TT	Thông số	Đơn vị	Trị số
1	Lưu lượng định mức	m ³ /s	82.66
2	Cột nước lớn nhất	m	9.39
3	Cột nước nhỏ nhất	m	5.46
4	Cột nước trung bình	m	5.5
5	Công suất định mức	MW	4.167
6	Tốc độ định mức	V/ph	115.38
7	Vượt tốc	v/ph	405
8	Đường kính turbine	mm	3600

2.1.2. Thiết kế biên dạng cánh turbine Bulb

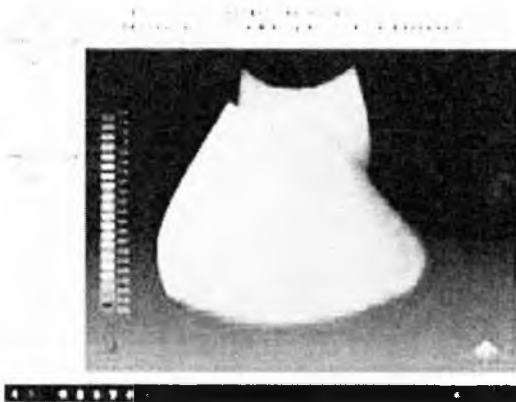
Vì công việc thiết kế và chế tạo là bí mật công nghệ của nhà thầu thiết kế và cung cấp thiết bị cơ điện chính. Nên để thiết kế được biên dạng cánh turbine, ta cần phải sử dụng kỹ thuật thiết kế ngược theo 3 công đoạn sau đây:

① Quét biên dạng cánh turbine thực: Nhóm tác giả đã sử dụng máy quét 3D cầm tay Einscan Pro để quét toàn bộ biên dạng cánh turbine.



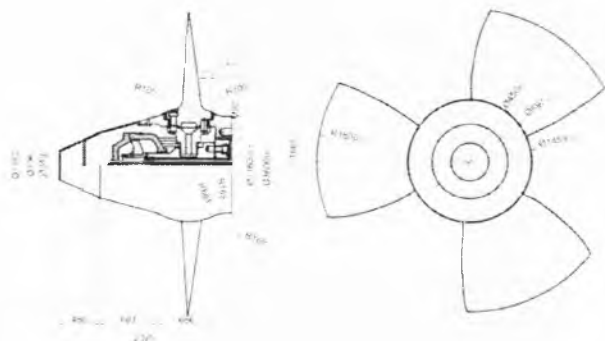
Hình 2. Quét biên dạng bằng máy Einscan Pro

② Xử lý dữ liệu số sau khi quét: Từ dữ liệu số sau khi quét, xuất dữ liệu vào phần mềm SolidWorks, sử dụng các lệnh sửa bề mặt, làm cong hóa và tron các bề mặt để có dữ liệu của chi tiết cánh turbine.



Hình 3. Dữ liệu biên dạng cánh sau khi quét 3D

③ Xuất bản vẽ chế tạo: Từ SolidWorks xuất ra bản vẽ chế tạo chi tiết turbine Bulb.



Hình 4. Bản vẽ chế tạo chi tiết turbine Bulb

2.2. Chế tạo turbine Bulb

2.2.1. Quy trình chế tạo

Tại Công ty TNHH Turbine nước Trùng Khánh (Trung Quốc), quy trình công nghệ chế tạo turbine Bulb (thực tế) như sau: Do kích thước của chi tiết turbine lớn nên chế tạo turbine thành 2 phần cánh turbine riêng và trục riêng, sau đó hàn cánh lên trục [2].

① Chế tạo cánh turbine: Để tiết kiệm nguyên vật liệu, thời gian cắt gọt kim loại, thì nên chọn đúc cánh turbine theo biên dạng đã thiết kế, bổ sung thêm lượng dư gia công. Vì biên dạng cánh turbine là các đường mặt 3D rất đặc biệt nên cần sử dụng máy phay CNC 5 trục để gia công.



Hình 5. Cánh turbine sau khi phay CNC

② Hàn cánh turbine lên trục: các cánh turbine được hàn lên trục, sau đó mài đường hàn và đánh bóng toàn bộ biên dạng cánh turbine đạt độ nhám Ra 3,2 μ m.



Hình 6. Cánh turbine sau khi hàn lên trục và đánh bóng

Sau khi hàn xong từng cánh vào trục, turbine Bulb sẽ được tổ hợp vào trục và rotor máy phát điện và được nhà sản xuất cân bằng động, kiểm tra độ rung, độ đảo trục... theo tiêu chuẩn GB/T 10969-2008 của Trung Quốc [3].

2.2.2. Chế tạo mô hình turbine Bulb thu nhỏ

Bởi giới hạn về thiết bị, vật liệu và phạm vi nghiên cứu, nên nhóm tác giả đề xuất chế tạo mô hình turbine Bulb thu

nhỏ với tỉ lệ 1:10 so với Hình 4.

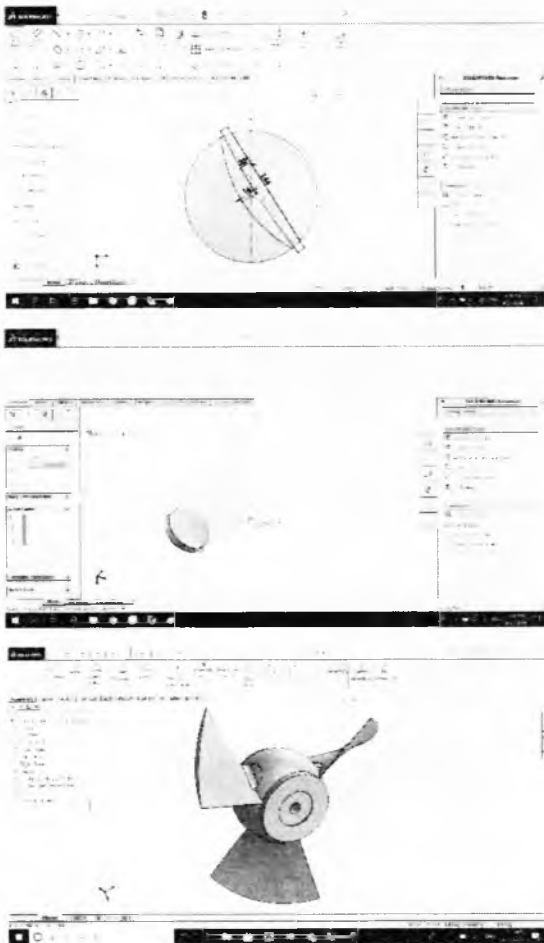
Vì thu nhỏ lại còn 1:10 nên nhóm tác giả sẽ sử dụng máy phay CNC 3 trục Mori Seiki MV-55 để gia công toàn bộ ca turbine (không chia trục và cánh riêng).



Hình 7. Máy phay CNC Mori Seiki MV-55

a. Thiết kế mô hình

Từ mô hình biên dạng cánh turbine xây dựng ở trên, xây dựng mô hình turbine Bulb thu nhỏ với tỉ lệ 1:10 trên phần mềm SolidWorks. Một số bước cơ bản như Hình 8.



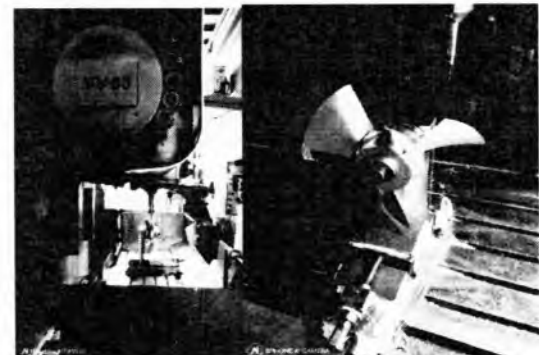
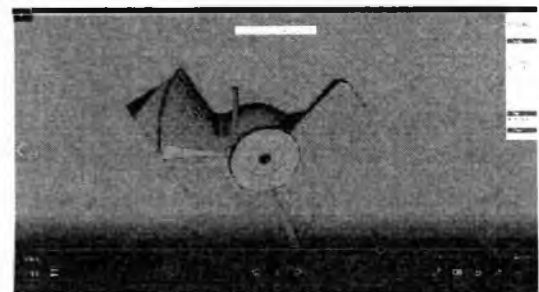
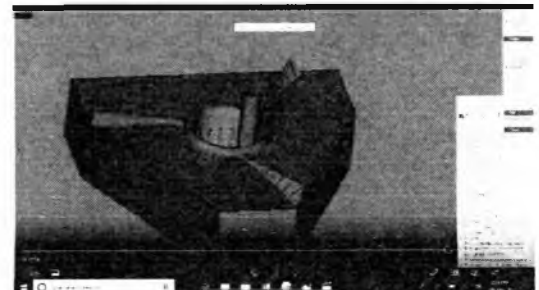
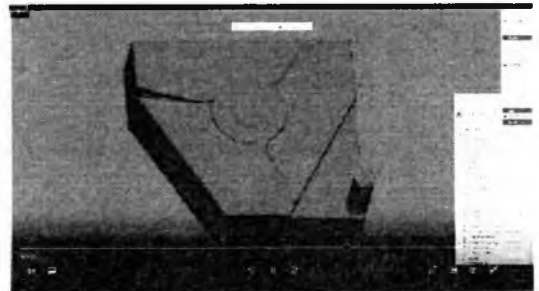
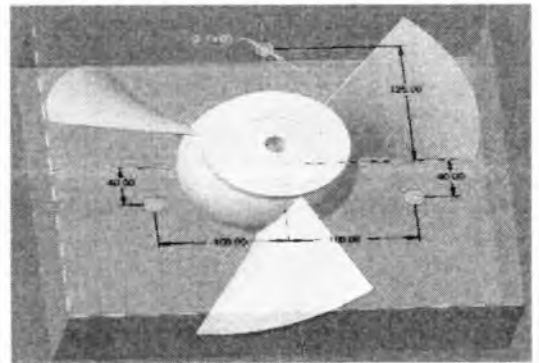
Hình 8. Một số bước trong thiết kế mô hình turbine

b. Chế tạo mô hình

Chuyển mô hình thiết kế ở trên vào phần mềm Pro/E để gia công. Chọn phôi nhôm có kích thước 380x380x115.

Gia công thêm 3 lỗ M16 phụ để gá lên tấm đế.

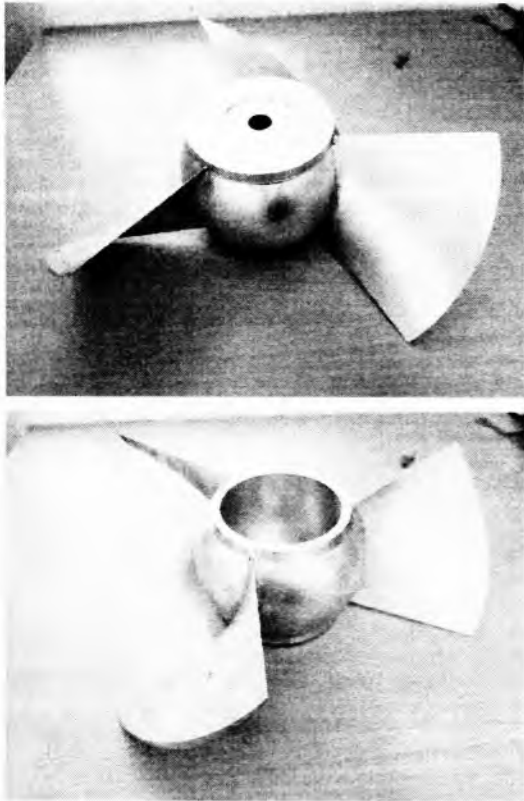
Phân chia quy trình gia công thành 2 nguyên công, mô phỏng vận tất các nguyên công trên Pro/E và gia công trên máy như Hình 9.



Hình 9. Mô phỏng và gia công mô hình turbine Bulb

3. Bàn luận

Sau khi gia công xong, thu được mô hình chi tiết turbine Bulb với tỉ lệ kích thước thu nhỏ 1:10 như Hình 10.



Hình 10. Mô hình turbine Bulb thu nhỏ

Như vậy, đã hoàn thiện việc thiết kế lại và chế tạo mô hình turbine Bulb thu nhỏ từ turbine thực tế tại nhà máy thủy điện Bảo Lâm 3A.

Thiết kế lại được biên dạng cánh turbine Bulb từ kỹ thuật thiết kế ngược mang lại ý nghĩa kỹ thuật rất lớn bởi lĩnh vực gia công cánh turbine là lĩnh vực rất khó với các đường cong thủy-khí động lực học rất phức tạp với kích thước khá lớn mà hiện Việt nam chưa có nhiều đơn vị làm

được. Từ việc thiết kế đó, giúp tạo ra được file dữ liệu số biên dạng cánh, từ đó dễ dàng chuyển sang chế tạo trên các máy CNC cũng như tiếp tục nghiên cứu, điều chỉnh lại biên dạng cho phù hợp với điều kiện thực tiễn. Việc thiết kế ngược này hoàn toàn không vì phạm sở hữu bản quyền vì hợp đồng ký kết không quy định và sản phẩm đã được mua trọn gói.

4. Kết luận

Bài báo này đã hoàn thành việc nghiên cứu, thiết kế biên dạng cánh turbine Bulb bằng công nghệ thiết kế ngược và kiểm chứng bằng việc thiết kế, chế tạo mô hình thu nhỏ với tỉ lệ 1:10.

Nghiên cứu này đã góp phần khẳng định việc làm chủ công nghệ và khả năng chế tạo các chi tiết có biên dạng đặc biệt, kích thước lớn thông qua các kỹ thuật thiết kế - chế tạo tiên tiến, sử dụng các kết quả đó trong nghiên cứu cũng như trong thực tiễn, đặc biệt là công tác phục hồi các loại cánh turbine bị hư hỏng (do xâm thực, va đập...) mà không cần đến chuyên gia nước ngoài tại các nhà máy thủy điện nhỏ tại nước ta; đem lại lợi ích rất lớn về kinh tế, đảm bảo an ninh, chính trị, xã hội.

Trong những nghiên cứu sắp tới, nhóm tác giả sẽ tiến hành triển khai thực hiện gia công cánh turbine Bulb với kích thước thực khi được các nhà máy thủy điện đặt hàng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://www.andritz.com/hydro-en/hydroneews/hydro-news-29/hy-news-hn29-13-bulb-turbines-hydro>.
- [2] Tianjin tianfa heavy machinery & hydro power equipment manufacture co.,ltd. "Turbine and generator drawing". 2016.
- [3] IEC 60193 Standard. "Hydraulic Turbines, Storage Pumps and Pump-Turbines - Model Acceptance Tests". *International Electrotechnical Commission*. Genève, 1999.
- [4] Gindroz, B., Avellan, F., Henry, P., "Guidelines for performing cavitation tests". *IJHR Symposium on Hydraulic Machinery and Cavitation*, 1990.
- [5] Vishwendra Singh "Design analysis of Bulb Turbines". Master of technology, June.2010.
- [6] Võ Sĩ Huỳnh. *Giáo Trình Tua Bin Nước*. NXB Khoa học Kỹ thuật. 2005.

(BBT nhận bài: 10/6/2020, hoàn tất thu tục phản biện: 07/7/2020)