

# ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ANSYS TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG CỬA VAN DẠNG CUNG PHỤC VỤ TRONG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN

## APPLICATION ANSYS SOFTWARE FOR CALCULATION, DESIGN AND SIMULATION BOW VALVE SERVES IN HYDRO POWER PROJECTS

Kiều Xuân Viễn

*Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp*

Đến Tòa soạn ngày 06/01/2016, chấp nhận đăng ngày 17/01/2016

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây, công nghệ CAD/CAM/CAE-CNC đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu và phát triển sản phẩm cơ khí. Một trong những phần mềm hỗ trợ tính toán, thiết kế và mô phỏng kiểm nghiệm rất mạnh đó là phần mềm ANSYS. Nó giúp giảm thiểu tối đa thời gian và chi phí sản xuất. Với thế mạnh và truyền thống của nước ta là phát triển thủy điện và nông nghiệp, rõ ràng ta thấy được tầm quan trọng của các đập thủy điện và việc điều phối nguồn nước trong các hồ chứa. Bài báo tập trung nghiên cứu tính toán, thiết kế và mô phỏng trạng thái làm việc của van dạng cung phục vụ trong các công trình thủy điện.

**Từ khóa:** ANSYS, tính toán, thiết kế, mô phỏng, van dạng cung.

**Abstract:** In recent years, CAD/CAM/CAE-CNC Technology has been very widely applied in research and development for mechanical Products. ANSYS is the one of the powerful software aided for calculation, design, simulation and testing. It could be helped minimize the machining time and cost of products. Through the strength and tradition of Vietnam in the field of the hydropower and agriculture development, it clearly shows that the spillway and the coordination of water in the reservoir has a role special importance. The article focused on the calculation, design and simulation work status of the archwise valve serving in hydroelectric works.

**Keywords:** ANSYS, calculation, design, simulation, bow valve.

### 1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là một nền kinh tế phát triển ổn định và nhanh chóng trong hai thập kỷ qua. Tăng trưởng kinh tế đã đi kèm với nhu cầu phát triển nhanh chóng về năng lượng. Để đáp ứng nhu cầu gia tăng này, Chính phủ Việt Nam đang mở rộng việc xây dựng các đập thủy điện. Đặc biệt là ở miền Trung, nhiều đập thủy điện đã được quy hoạch và phát triển hơn 20 năm qua. Bên cạnh đó, Việt Nam là một đất nước chiếm đến 80% là nông nghiệp, vì thế hệ thống đê điều, hệ

thống điều phối hồ đập tưới tiêu phục vụ cho ngành nông nghiệp là vô cùng quan trọng [1].

Trong những năm gần đây, triển khai công nghệ CAD/CAM/CNC trong sản xuất công nghiệp đã trở thành một trong những yếu tố công nghệ quan trọng tạo nên sự tăng trưởng và khởi sắc cho ngành công nghiệp nói chung [2].

Bài báo đưa ra một quy trình tính toán, thiết kế, mô phỏng thống nhất dựa trên gói phần mềm Ansys Multiphysics, có tính ứng dụng

cho việc mô phỏng, tính toán các bài toán thực tế nhằm giảm thiểu thời gian, chi phí và các mẫu thí nghiệm.

## 2. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG VAN DẠNG CUNG

### 2.1. Các thông số tính toán và thông số kỹ thuật của van

Thông số tính toán ban đầu:

- Số lượng khoang tràn: 08
- Chiều rộng thông thủy  $B$ : 15 m
- Lưu lượng xả lớn nhất: 9430 m<sup>3</sup>/s
- Mức nước lũ thiết kế: 59,93 m
- Mức nước dâng bình thường: 58 m
- Cột nước lớn nhất qua tràn: 17,18 m
- Cửa van cung (04 bộ): 13×16,3 m
- Cửa van sửa chữa: (01 bộ): 13×15,5 m
- Máy nâng thủy lực: 2(120-90-0-13)×10

Thông số kỹ thuật:

- Cao trình mức nước dâng bình thường: 58,0 m
- Cao trình mức nước lũ kiểm tra: 59,93 m
- Cao trình ngưỡng đáy: 42,5 m
- Cao trình đặt gối: 47,95 m

- Cao trình đỉnh van: 58,8 m
- Chiều rộng lỗ thoát  $B$ : 13,0 m
- Chiều cao cửa van  $H$ : 16,3 m
- Bán kính bản mặt  $R$ : 17,5 m
- Cột áp tính toán  $h$ : 15,5 m
- Số lượng cửa van: 04

### 2.2. Tính toán, thiết kế và kiểm nghiệm van dạng cung

Tính toán:

Ứng suất cho phép:

$$[\sigma] = \frac{R_n \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}, \quad [\tau] = \frac{R_n \times c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n} \quad [3]$$

Ứng suất cho phép của kết cấu mối hàn góc:

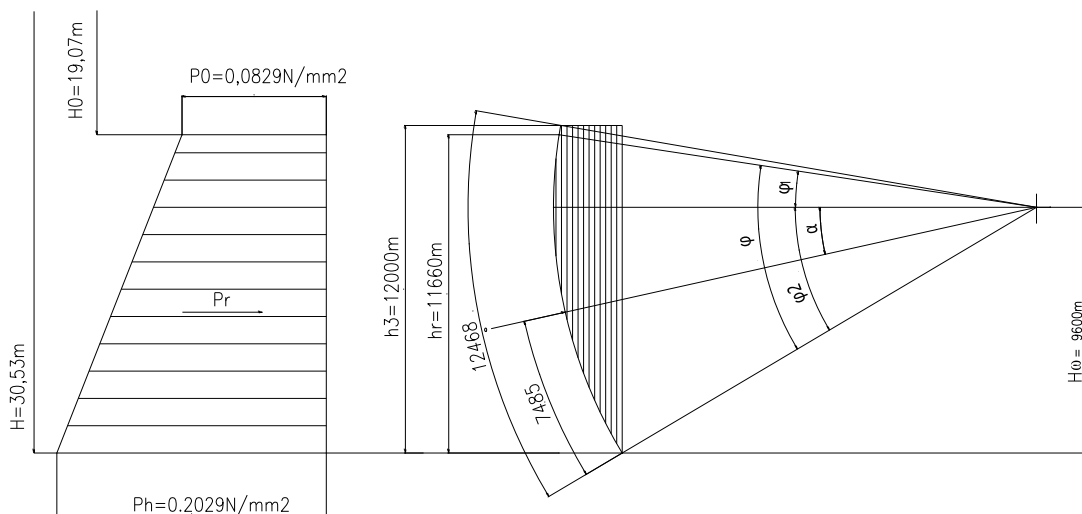
$$[\tau_f] = \frac{R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}{\gamma_n}; \quad [3]$$

Ứng suất cho phép khi tính toán ở tải trọng cơ bản:

$$[\tau_f] = \frac{200 \cdot 1,0 \cdot 1,0}{1,4} = 142,86 \text{ MPa.}$$

Ứng suất cho phép khi tính toán ở tải trọng đặc biệt:

$$[\tau_f] = \frac{200 \cdot 1,0 \cdot 1,0}{1,0} = 200 \text{ MPa.}$$



Hình 1. Tải trọng của áp lực thủy tĩnh tác dụng lên van

Đặc trưng hình học của van cung:

$$\phi_1 = \arcsin \frac{h_T - h_u}{R} = \arcsin \frac{11,66 - 9}{17,5};$$

$$= 0,1526 \text{ rad} = 8,7428^\circ$$

$$\sin \phi_1 = 0,152; \cos \phi_1 = 0,9884;$$

$$2\phi_1 = 17,4857; \sin 2\phi_1 = 0,30047;$$

$$\phi_2 = \arcsin \frac{h_u}{R} = \arcsin \frac{9}{17,5} = 0,54017 \text{ rad}$$

$$= 30,94972^\circ;$$

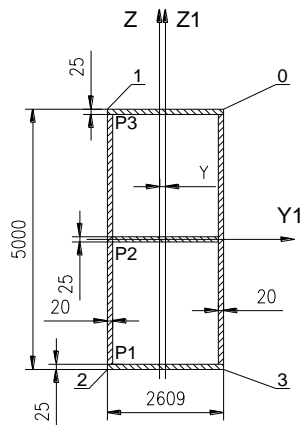
$$2\phi_2 = 61,899^\circ; \sin 2\phi_2 = 0,8821;$$

$$\cos \phi_2 = 0,85762;$$

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 = 0,6928 \text{ rad} = 39,6926^\circ$$

*Dầm chính*

Đặc trưng hình học của mặt cắt tính toán dầm chính xem hình 2.



**Hình 2. Mặt cắt tính toán dầm chính**

Đặc trưng hình học của dầm chính:

$$F = 4299,14 \text{ Cm}^2; ;$$

$$Y = 2,6 \text{ Cm}$$

$$I_{Y1} = 46775706,74 \text{ Cm}^4;$$

$$I_{Z1} = 32076847,84 \text{ Cm}^4;$$

$$W_{Y1} = 187102,827 \text{ Cm}^3;$$

$$W_{Z1} = 245893,8125 \text{ Cm}^3;$$

$$S_{Y1} = 168703,158 \text{ Cm}^3;$$

$$S^1_{Y1} = 327840,734 \text{ Cm}^3.$$

*Càng van*

Đặc trưng hình học của mặt cắt càng (tiết diện tính toán trung bình).

Để tính toán hệ khung dầm, ta chọn tiết diện trung bình của càng.

Đặc trưng hình học:

$$F = 4323,84 \text{ cm}^2;$$

$$J_{Y1} = 65495612,5 \text{ cm}^4;$$

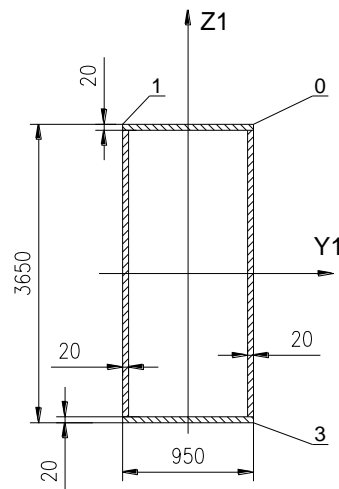
$$J_{Z1} = 7632167,41 \text{ cm}^4;$$

$$W_{Y1} = 358880,069 \text{ cm}^3;$$

$$W_{Z1} = 160677,209 \text{ cm}^3;$$

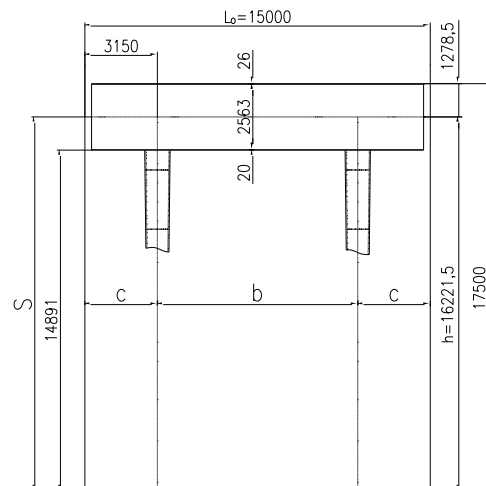
$$S_{Y1} = 82125,6 \text{ cm}^3;$$

$$S^1_{Y1} = 233696,592 \text{ cm}^3.$$



**Hình 3. Mặt cắt tính toán của càng**

Từ tiết diện của dầm chính và tiết diện càng ta đưa ra hệ khung dầm như hình 4.



**Hình 4. Kích thước hình học của hệ khung dầm**

Đặc trưng hình học của còng:

$h = 16221,5$  mm - chiều cao tính toán của còng.

$c$  - Chiều dài đoạn công xôn;

$c = 3150$  mm;

$b$  - Nhịp tính toán;

$b = \lambda_0 - 2 \times c = 15000 - 2 \times 3150 = 8700$  mm;

$S$  - Chiều dài tính toán của còng;

$S = h = 16221,5$  mm.

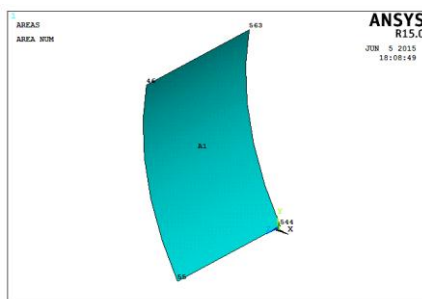
### Thiết kế và kiểm nghiệm:

Sử dụng phần mềm ANSYS xây dựng mô hình hình học cho van còng.

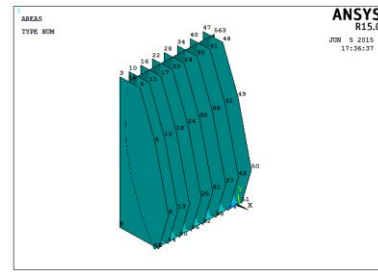
Để xây dựng bản mặt van còng ta định nghĩa các điểm như sau:

Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS...

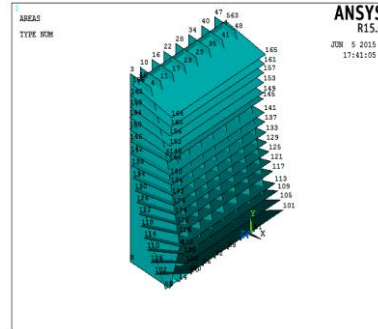
- Điểm thứ nhất: 46,  $X = -2296$ ;  
 $Y = 12000$ ;  $Z = 7113$ ; sau đó [Apply].
- Điểm thứ hai: 563,  $X = -2296$ ;  
 $Y = 12000$ ;  $Z = -273$ ; sau đó [Apply].
- Điểm thứ ba: 544,  $X = -63$ ;  
 $Y = -0,77E-14$ ;  $Z = -273$ ; sau đó [Apply].
- Điểm thứ bốn: 55,  $X = -63$ ;  
 $Y = 0,77E-14$ ;  $Z = 7113$ ; sau đó [Apply].
- Điểm thứ năm: 1,  $X = 14945$ ;  $Y = 9000$ ;  
 $Z = 7113$ ; sau đó [Apply].
- Điểm thứ sáu: 2,  $X = 14945$ ;  $Y = 9000$ ;  
 $Z = -273$ ; sau đó [OK].



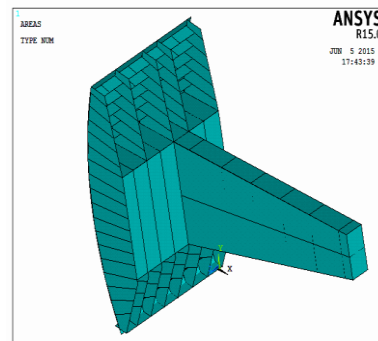
Hình 5. Mô hình hóa 3D bề mặt van còng trên phần mềm ANSYS



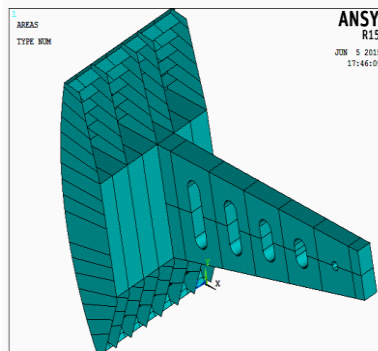
Hình 6. Mô hình hóa 3D thanh dầm dọc van còng trên phần mềm ANSYS



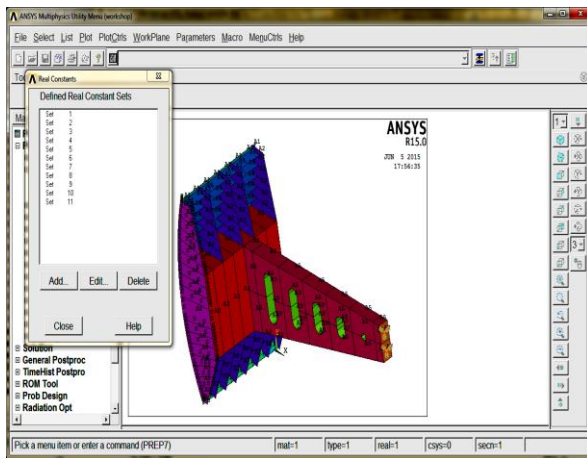
Hình 7. Mô hình hóa 3D thanh dầm ngang van còng trên phần mềm ANSYS



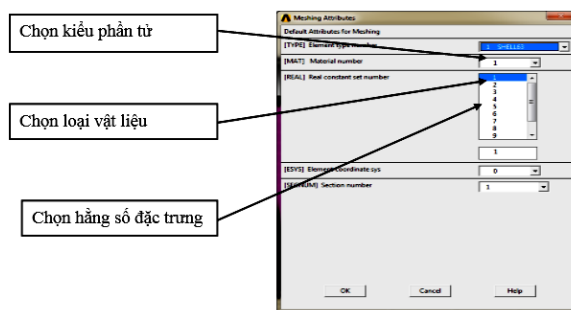
Hình 8. Mô hình hóa 3D sơ bộ của van còng trên phần mềm ANSYS



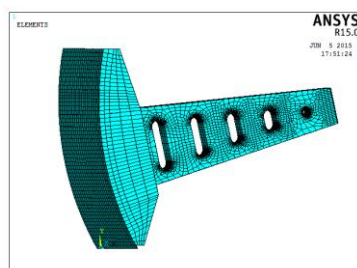
Hình 9. Mô hình hóa 3D toàn bộ van còng trên phần mềm ANSYS



Hình 10. Thiết lập các hằng số đặc trưng trên phần mềm ANSYS bao gồm: Kiểu phần tử, loại vật liệu, bề dày, kích thước phần tử...



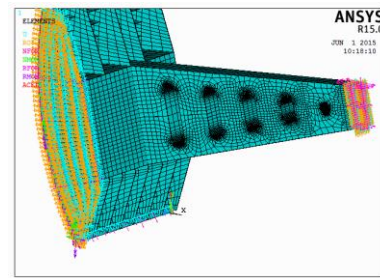
Hình 11. Các lựa chọn thuộc tính cho mô hình hình học để chia lưới [6] từ đó mô hình sẽ được chia lưới tự động



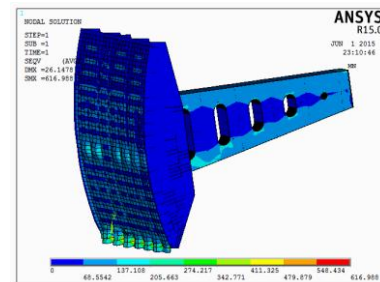
Hình 12. Mô hình chia lưới van dạng cung [5]

Thiết lập điều kiện biên đối xứng:

- Vì bài toán ở đây là bài toán tĩnh nên phần càn van nối với gối quay van cung ta ràng buộc chuyển vị 6 bậc tự do.
- Để hạn chế bản mặt van cung nâng lên, hạ xuống ta ràng buộc chuyển vị bản mặt van cung theo phương Y.
- Đặt lực tương ứng các thông số kỹ thuật của van và trọng lượng của toàn bộ van.



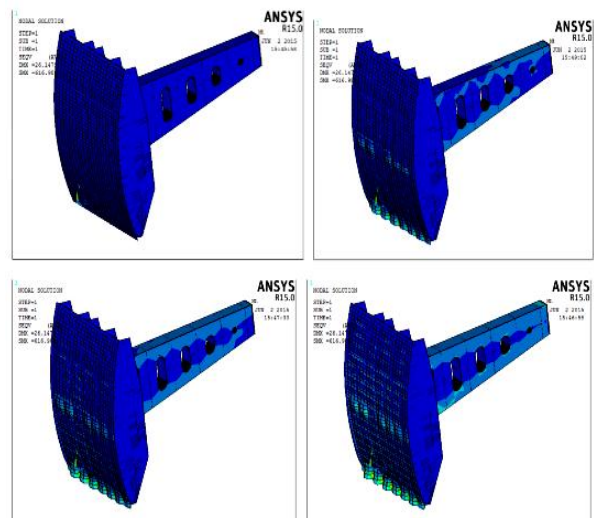
Hình 13. Thiết lập điều kiện biên [5]



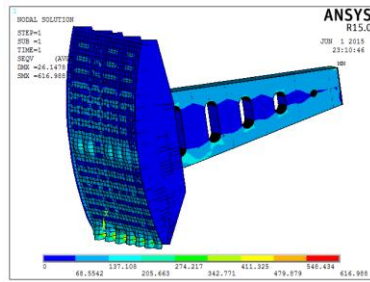
Hình 14. Kiểm nghiệm bền van dạng cung

Nhận xét: Nhận thấy rằng trên sơ đồ biểu thị vùng nguy hiểm nhất là ở vị trí dưới cùng và phần nhô ra nhiều nhất của bản mặt van cung. Ngoài ra, phần càn van hàn với gối quay cũng chịu áp lực tương tự. Kết quả đó cũng tương ứng với kết quả theo lý thuyết. Nguyên nhân chính đó là tại vị trí thấp nhất của van cũng chính là vị trí áp suất của nước tác dụng lên van là lớn nhất.

Mô phỏng:



Hình 15. Mô phỏng động van dạng cung thủy điện trên phần mềm



Hình 16. Biểu đồ trường ứng suất

Nhận xét: Trong trường hợp này ta thấy vùng thân và càng van cùng chịu ứng suất kéo, nén lớn nhất là  $218,997 \text{ N/mm}^2$ , trong khi đó giới hạn chảy cho phép là  $300\text{-}330 \text{ N/mm}^2$  [3]. Theo như biểu đồ trường ứng suất Von Misstress ta thấy bề dày chi tiết ở vùng thân và càng van cùng đã đáp ứng được điều kiện giới hạn chảy.

Bảng 1. Các kích thước cơ bản của bề mặt van dạng cung

	Các thông số						
Chiều dày phần trên bản mặt van cung (mm)	15	15	20	20	25	25	20
Chiều dày phần dưới bản mặt van cung (mm)	15	20	20	25	25	30	40
Ứng suất lớn nhất ( $\text{N/mm}^2$ )	616,98	357,76	359,64	263,69	264,09	264,07	263,69
Ứng suất chảy cho phép ( $\text{N/mm}^2$ )	300-330						
Vị trí chịu ứng suất lớn nhất	Phân đoạn dưới cùng bản mặt và càng van			Ô càng van và càng van			

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Kết quả

Qua đề tài nghiên cứu thu được một số kết quả sau:

- Hiểu thêm các công dụng, tầm quan trọng của van dạng cung ứng dụng trong thủy điện ảnh hưởng đến sự phát triển kinh tế lâu dài của quốc gia.
- Tính toán, thiết kế bài toán tĩnh về bản mặt và càng van của van cung.
- Tính toán sơ bộ và kiểm nghiệm về các ứng suất kéo, nén.
- Mô hình hình học và mô phỏng van cung thủy điện với gói phần mềm Ansys Multiphysics.
- Đánh giá và kiểm nghiệm được mức độ tin tưởng của mô hình van dạng cung đã thiết kế, từ đó đưa ra được các ưu điểm của phương pháp và dự đoán được các

yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của van trong quá trình hoạt động cũng như dự đoán tuổi thọ của van.

- Từ quá trình mô phỏng nhận thấy rằng kết quả mô phỏng van cũng tương ứng với kiến thức lý thuyết. Đó là vùng chịu ứng suất lớn nhất của van luôn nằm tại vị trí thấp nhất của van, cũng là vị trí mà áp lực nước tác dụng lên van là lớn nhất.

#### 3.2. Thảo luận

Đối với công tác quản lý thiết kế, tác giả cho rằng đây là công việc có vai trò hết sức quan trọng, có tính chất quyết định thành, bại của dự án trong giai đoạn thực hiện. Để phê duyệt thiết kế bản vẽ thi công, thiết kế kỹ thuật, đội ngũ phê duyệt phải là những người có kinh nghiệm và chuyên môn cao, hiểu được các yếu tố liên quan khi thực hiện theo thiết kế, bởi vì thiết kế đã được phê duyệt trực tiếp tác

động đến công tác mua sắm, xây lắp và vận hành về sau. Các thiếu sót hoặc khiếm khuyết về thiết kế có ảnh hưởng rất sâu sắc đến việc quản lý chi phí, chất lượng của công trình và thậm chí ảnh hưởng cả đến tiến độ dự án [4]. Vì vậy, tác giả đề xuất tham khảo ý kiến của các chuyên gia, những người làm việc trực tiếp tại van cung thủy điện để đưa ra được một kết quả tối ưu nhất.

#### 4. KẾT LUẬN

Đề tài đã nghiên cứu quá trình tính toán, thiết kế van cung thủy điện, cũng như vai trò hết sức to lớn của hệ thống thủy điện trong sự phát triển kinh tế của một đất nước nói chung và sự phát triển của công, nông

ng nghiệp và dân sinh nói riêng.

Bên cạnh việc tính toán, thiết kế van cung thủy điện, đề tài cũng phân tích cụ thể từng bước quá trình mô hình hình học và mô phỏng vật thể thông qua phần mềm Ansys.

Qua đó, thấy được phần mềm Ansys là một phần mềm ứng dụng rất rộng rãi, sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để giải các bài toán cơ học, đồng thời cho phép dự đoán, kiểm tra các môi trường nhiệt, điện từ, dòng chảy (CFD), các vùng kết cấu chịu ứng suất nguy hiểm. Điều này giúp cho các nhà sản xuất giảm thiểu được rất nhiều mẫu thí nghiệm, do đó mà tiết kiệm rất nhiều thời gian và chi phí.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Duy Thiện, “Thiết kế và thi công trạm thủy điện nhỏ”, NXB Xây dựng, 2003.
- [2] PGS, TS. Đoàn Thị Minh Trinh, “Công nghệ CAD/CAM”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
- [3] Đặng Việt Cường, Nguyễn Nhật Thăng, Nhữ Phương Mai, “Sức bền vật liệu”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
- [4] GS. TS. Nguyễn Trọng Hiệp, “Chi tiết máy” (T1, T2), NXB Giáo dục, 2006.
- [5] GS.TS Trần Ích Thịnh, TS Ngô Như Khoa, “Phương pháp phần tử hữu hạn”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2007.

---

Thông tin liên hệ:

**Kiều Xuân Viễn**

Điện thoại: 0989.884.772 - Email: kxvien@uneti.edu.vn

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế - Kỹ thuật Công nghiệp

