

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

TRẦN VIỆT KHÁNH

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MATLAB TÍNH TOÁN
ÁP LỰC NƯỚC VÀ TRONG ĐƯỜNG ỐNG ÁP LỰC CỦA
NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN EA KRÔNG ROU

Chuyên ngành: Xây dựng công trình thủy

Mã Số : 60 . 58. 40

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: GS.TS Nguyễn Thế Hùng

Phản biện 1: TS. Huỳnh Văn Hoàng.

Phản biện 2: TS. Nguyễn Đình Xuân.

Luận văn sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 29 tháng 06 năm 2011.

** Có thể tìm hiểu Luận văn tại:*

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng.
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng.

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Nhằm mục đích tạo nguồn phát điện cung cấp cho lưới điện khu vực tỉnh Khánh Hòa cũng như góp phần giảm thiểu sự thiếu điện của quốc gia. Công ty cổ phần Đầu tư và phát triển điện Miền Trung đầu tư xây dựng công trình thủy điện Ea Krông Rou với công suất lắp đặt 28MW và sản lượng điện trung bình hàng năm là 110,73 triệu KWh với tổng mức đầu tư là 493,76 tỷ đồng.

Khi nói tới nhà máy thủy điện thì những người thiết kế và quản lý đều rất quan tâm đến sự giao động áp lực nước và trong đường ống áp lực nhà máy thủy điện.

Matlab là công cụ hỗ trợ toán học rất mạnh và được lập trình sẵn từng mô đun, khả năng tích hợp các dạng bài toán phức tạp rất cao cụ thể như các bài toán dạng ma trận, phân tử hữu hạn, phương trình sai phân, phương trình vi phân...và có thể giải đồng thời các phương trình, bất phương trình phi tuyến bậc cao nên rất phù hợp với các phương pháp tính toán nước và nêu trên.

Mặt khác, tính năng hỗ trợ đồ họa cao nên việc mô tả các trạng thái dao động mực nước trong ống một cách trực quan và cụ thể. Do đó, việc nghiên cứu ứng dụng Matlab tính toán áp lực nước và trong đường ống áp lực nhà máy thủy điện là điều cần thiết để có thể tính toán chính xác giá trị nước và trong đường ống, cũng như xây dựng được chương trình tính toán nước và với giao diện trực quan, thân thiện và dễ sử dụng.

2. Mục tiêu nghiên cứu

+ Dùng phương pháp toán học để xem xét và tính toán áp lực nước va tương ứng với các quy luật đóng mở van tuabin.

+ Khảo sát và mô tả các trạng thái dao động mực nước trong ống áp lực (sự gia tăng áp lực nước va) ứng với các trường hợp khi vận hành .

+ Xây dựng thuật toán và viết chương trình tính toán nước va.

3. Phạm vi nghiên cứu

Luận văn chỉ nghiên cứu và sử dụng các phương pháp để áp dụng và tính toán nước va trong đường ống áp lực dẫn nước vào tuabine từ tháp điều áp đến cuối đường ống áp lực tại vị trí nhà máy thủy điện Ea Krông Rou.

4. Phương pháp nghiên cứu

+ Dùng phương pháp giải tích.

+ Dùng phương pháp số (giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn với sơ đồ ẩn và được lập trình để giải bằng máy tính với ngôn ngữ MatLab)

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Kết quả của đề tài dùng để kiểm tra khả năng chịu lực của đường ống áp lực nhà máy thủy điện Ea Krông Rou khi có nước va xảy ra. Lựa chọn thời gian đóng mở tuabin hợp lý để giảm thiểu áp lực nước va, nâng cao tuổi thọ đường ống. Ngoài ra, chương trình tính toán nước va được xây dựng tương đối tổng quát nên sẽ góp

phần phổ biến cho người sử dụng như: các sinh viên học tập, các đơn vị tư vấn thiết kế thủy điện cũng như là các nhà đầu tư.. nhằm tiết kiệm công sức, thời gian tính toán áp lực nước và trong việc thiết kế đường kính ống áp lực hợp lý, kinh phí đầu tư và sự vận hành ổn định của công trình.

6. Cấu trúc của luận văn

Luận văn được xây dựng gồm các nội dung chính sau:

Chương 1: Tổng quan về công trình thủy điện Ea Krông Rou.

Chương 2: Lý thuyết cơ bản về nước và trong đường ống áp lực.

Chương 3: Tính toán áp lực nước và trong đường ống áp lực của nhà máy thủy điện Ea Krông Rou theo phương pháp giải tích.

Chương 4: Tính toán áp lực nước và trong đường ống áp lực của nhà máy thủy điện Ea Krông Rou theo phương pháp sai phân.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN EA KRÔNG ROU

1.1. Giới thiệu về công trình thủy điện Ea Krông Rou

1.1.1. Vị trí địa lý

Sông Ea Krông Rou là một nhánh sông lớn thứ hai của sông Cái Ninh Hòa, lưu vực nằm trong khoảng $108^{\circ}53'58''$ đến $108^{\circ}59'32''$ Kinh độ Đông và từ $12^{\circ}33'30''$ đến $12^{\circ}41'36''$ Vĩ độ Bắc.

Sông Ea Krông Rou bắt nguồn từ đỉnh núi Chư Mu cao 2021m, sông chảy theo hướng Bắc – Nam rồi Tây Bắc sang Đông Nam, sau đó theo hướng Tây – Đông nhập với sông Đá Bàn tại thị

trấn Ninh Hòa. Sông Ea Krông Rou có diện tích lưu vực tính đến cửa ra là 122 km²

Hồ chứa và tuyến năng lượng của công trình thủy điện thuộc địa phận xã Ninh Tây huyện Ninh Hòa cách thành phố Nha Trang khoảng 60 km về phía Tây-Bắc. Nhà máy thủy điện đặt tại chân cách Quốc lộ 26 khoảng 8km.

Nhà máy thủy điện Ea Krông Rou làm việc theo hình thức đường dẫn cột nước cao, sử dụng lưu lượng dòng chảy của sông Ea Krông Rou.

1.1.2. Đặc điểm địa hình, địa chất khu vực công trình

Nhìn chung hầu hết địa hình và địa chất khu vực có sự phân bố tương đối như sau :

- Lớp phủ sườn tàn tích (edQ): Gồm sét, á sét màu nâu đỏ, nâu vàng lẫn 10-25% dăm cục - tảng lẫn, bề dày trung bình từ 3-7m. Đối phong hóa mảnh liệt của đá bazan (IA_1^B): Phân bố từ đỉnh thấp điều áp và mát dần theo chiều dốc, trên tuyến dài khoảng 60m. Chiều dày của lớp không đều trung bình từ 0,5-2m .

- Đối phong hóa nứt nẻ mạnh (IB^Y): Nằm sâu từ 5-10m, trung bình 7-8m. Chiều dày mỏng 1-3m.

- Đối IIA: Nằm sâu từ 5-15m, trung bình 10-12m. Chiều dày trung bình 8-30m. Đối IIB: Nằm sâu từ 10-30m, trung bình 20m.

1.2. Mô tả tuyến đường ống áp lực thủy điện Ea Krông Rou

Tuyến đường ống áp lực của công trình thủy điện Ea Krông Rou được bố trí như sau:

Tuyến đường ống áp lực nằm dọc theo đường sống núi từ tháp điều áp xuống nhà máy với tổng chiều dài đường ống là 1642m. Góc nghiêng lớn nhất của trục ống so với phương ngang là $29,95^{\circ}$

Trên tuyến đường ống áp lực bố trí 12 mố néo chính tại các vị trí có phương trục ống thay đổi với khoảng cách lớn nhất giữa 2 mố néo là 196,35m và được đặt tên là M1 đến M12.

Đường kính của đường ống dẫn được chia làm 4 loại:

- Từ tháp điều áp đến mố néo M4 có đường kính ống là 1,35m và có tổng chiều dài là 566,39m
- Từ mố néo M4 đến mố néo M8 có đường kính ống là 1,25m và có tổng chiều dài là 610,41m
- Từ mố néo M8 đến mố néo M12 có đường kính ống là 1,2m và có tổng chiều dài là 420,51m
- Đoạn rẽ nhánh từ mố néo M12 đến van cầu trước tổ máy có đường kính ống là 0,9m với chiều dài là $2 \times 15,18\text{m}$.

1.3. Ý nghĩa và mục đích nghiên cứu

Để cho hệ thống đường ống cấp nước vào nhà máy thủy điện được hoạt động ổn định, lâu dài và đạt được hiệu quả kinh tế cũng như công tác vận hành được dễ dàng thì ta cần tính toán áp lực nước va trong đường ống.

Kết quả của đề tài dùng để xem xét lựa chọn thời gian đóng mở tuabin hợp lý để giảm thiểu áp lực nước va, nâng cao tuổi thọ đường ống. Ngoài ra, chương trình tính toán nước va được xây dựng tương đối tổng quát nhằm tiết kiệm công sức, thời gian tính toán

cũng như xác định chọn đường kính ống áp lực hợp lý, kinh phí đầu tư và sự vận hành ổn định của công trình

Với đề tài “Nghiên cứu ứng dụng Matlab tính toán áp lực nước va trong đường ống áp lực của nhà máy thủy điện Ea Krông Rou”, tác giả mong muốn có thêm lời giải đáp nhỏ nhưng thiết thực và cụ thể, để làm rõ hơn khả năng làm việc của áp lực nước va trong đường ống và qua đó kiến nghị những giải pháp vận hành hợp lý cho nhà máy thủy điện Ea Krông Rou.

CHƯƠNG 2. LÝ THUYẾT CƠ BẢN VỀ NƯỚC VA TRONG ĐƯỜNG ỐNG ÁP LỰC

2.1. Nước va trong công trình dẫn nước của trạm thủy điện

2.1.1. Khái niệm hiện tượng nước va trong đường ống có áp

Khi vận tốc (cũng là lưu lượng) trong đường ống có áp thay đổi đột ngột do đóng nhanh hoặc mở đột ngột cơ cấu điều chỉnh lưu lượng trên đường ống: cửa van, vòi phun hoặc bộ phận hướng dòng tuabin sẽ dẫn đến áp lực nước trong đường ống đột biến tăng lên hoặc giảm xuống và lan truyền trong đường ống . Hiện tượng này gọi là hiện tượng nước va trong đường ống có áp.

2.1.2. Ảnh hưởng của nước va đến sự làm việc của trạm thủy điện

Khi đóng hay mở cửa van, lưu lượng và lưu tốc trong ống dẫn nước áp lực sẽ thay đổi. Sự thay đổi áp lực lúc tăng lúc giảm, xảy ra liên tục và tác dụng lên thành ống gây nên sự rung động thân ống, có khi phát ra những tiếng động dữ dội, hiện tượng này gọi là hiện tượng nước va.

Sự gia tăng áp lực khi đóng tuabin, gọi là nước va dương.

Sự giảm thấp áp lực khi mở tuabin, gọi là nước va âm

2.1.3. Thành lập phương trình cơ bản để tính toán nước va

2.1.3.1. Phương trình động lượng

- Phương trình chuyển động ở dạng thu gọn:

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f \cdot V \cdot |V|}{2 \cdot D} + g \sin \alpha - \frac{\partial V}{\partial t} = 0$$

2.1.3.2. Phương trình liên tục

- Phương trình liên tục ở dạng thu gọn:

$$\frac{c^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + V \left(\frac{\partial H}{\partial x} + \sin \alpha \right) - \frac{\partial H}{\partial t} = 0$$

2.2. Nước va trong ống tuyệt đối cứng

Nước va “tuyệt đối cứng” khi chất lỏng chảy trong ống và bản thân thành ống là tuyệt đối cứng, chúng không biến dạng khi thay đổi áp lực lên chúng.

Thành lập phương trình cơ bản của nước va tuyệt đối cứng

- Hình chiếu độ biến thiên động lượng lên trục x:

$$\frac{d(mV)_x}{dt} = -\rho L F \frac{dV}{dt}$$

- Tổng hình chiếu ngoại lực lên trục x khi bỏ qua lực ma sát:

$$\Sigma X = \rho g F (H^A + \Delta H^A - H^B - L \sin \alpha)$$

Trong đó: H^A, H^B - tương ứng là cột nước đo áp tại các tiết diện A-A và B-B ở chế độ ổn định ban đầu; ΔH^A - áp lực nước va tại tiết diện A-A; α - góc nghiêng của ống so với mặt phẳng ngang; $\rho g L F \sin \alpha$ - trọng lực khối nước.

Nếu trong thời gian T_s tuabin đóng (mở) lưu lượng biến đổi đều tức là $\frac{dQ}{dt} = \text{const}$ thì trị số áp lực nước va trị số tuyệt đối của nó được định theo công thức gần đúng sau:

$$\Delta H_{\max}^A = k \frac{L}{gF} \frac{Q_{\text{đầu}} - Q_{\text{cuối}}}{T_s}$$

- Áp lực nước va tăng thêm trên mỗi đoạn với chiều dài l_i và diện tích tiết diện F_i là:

$$\Delta H_i = - \frac{l_i}{gF_i} \frac{dQ}{dt}$$

2.3. Nước va trong ống đàn hồi

2.3.1. Phương trình cơ bản

Tổng hình chiếu trên trục x các ngoại lực tác dụng lên khối nước bao gồm áp lực nước lên các tiết diện 1-1 và 2-2 theo hướng trục x, trọng lực của khối nước (bỏ qua lực ma sát):

$$\sum X = \rho g F (H_1 + \Delta H - H_2) - \rho g F dx \sin \alpha$$

$$\text{hay} \quad \Delta H = - \frac{c}{g} \Delta V = \frac{c}{g} (V_{\text{đầu}} - V_{\text{cuối}})$$

Trong tính toán nước va thường dùng các đại lượng tương đối và các hằng số đặc trưng đường ống sau đây:

+ Các đại lượng tương đối:

Trị số nước va tương đối $\Delta h = \frac{\Delta H}{H_0}$

+ Các đặc trưng đường ống:

Hằng số mất cắt đường ống hay hằng số Allievi (đặc trưng đường ống thứ nhất) là đại lượng không thứ nguyên: $\rho = \frac{c v_{\max}}{2gH_0}$

Hằng số đường ống (đặc trưng thứ hai) cũng là đại lượng không thứ nguyên.

$$\sigma = \frac{L v_{0\max}}{gH_0 T} = \rho \frac{2L}{cT}$$

+ Tốc độ truyền sóng áp lực nước va

Tốc độ truyền sóng áp lực nước va c phụ thuộc vào tính đàn hồi, tính đồng chất của vật liệu làm ống và của bản thân chất lỏng.

$$c = \frac{c_0}{\sqrt{1 + \frac{\epsilon}{E} \psi}}$$

+ Sóng phản xạ và pha nước va

Thời gian truyền sóng áp lực nước va kể từ ΔH^+ xuất hiện ở tiết diện A, truyền tới tiết diện B rồi phản xạ trở lại A với ΔH^- gọi là một pha nước va được ký hiệu là t_f : $t_f = \frac{2L}{c}$.

Và quá trình truyền sóng (từ A về B) và phản sóng (từ B về A) cứ tiếp diễn cho đến khi tuabin đóng hoàn toàn.

+ Nước va trực tiếp ($T_s < \frac{2L}{c} = t_f$)

$$\text{Tại A-A : } \Delta H_{\max}^A = \frac{c}{g}(\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \dots) = \frac{c}{g} V_{0\max}$$

$$+ \text{ Nước va gián tiếp } (T_s > \frac{2L}{c} = t_f)$$

$$\Delta H_{\max}^A = \frac{c}{g}(\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 - \Delta V_1 - \dots) < \frac{c}{g} V_{0\max}$$

2.3.2. Giải hệ phương trình nước va bằng phương pháp giải tích

2.3.2.1. Giải hệ phương trình nước va

+ Nghiệm của hệ phương trình nước va

$$H - H_0 = F\left(t - \frac{x}{c}\right) + f\left(t + \frac{x}{c}\right)$$

$$V - V_0 = -\frac{g}{c} \cdot F\left(t - \frac{x}{c}\right) + \frac{g}{c} \cdot f\left(t + \frac{x}{c}\right)$$

Trong đó : H_0, V_0 : Là cột nước áp lực và vận tốc ban đầu ở mặt cắt x

2.3.2.2. Hệ phương trình dâ chuyển

Ở trên ta đã có nghiệm tổng quát của hệ phương trình nước va
Trong thực tế, có thể biến đổi nghiệm tổng quát cho cách giải cụ thể.

$$H_t^B - H_{t+\frac{L}{c}}^A = -\frac{c}{g}(V_t^B - V_{t+\frac{L}{c}}^A) \quad (*)$$

Phương trình truyền sóng nghịch từ B-B về A-A.

$$H_t^A - H_{t+\frac{L}{c}}^B = \frac{c}{g}(V_t^A - V_{t+\frac{L}{c}}^B) \quad (**)$$

Phương trình truyền sóng thuận từ A-A đến B-B .

Chia 2 vế của phương trình trên cho trị số cột nước ban đầu H_0 , và biến đổi ta có hệ phương trình sau :

$$\begin{aligned} &+ \text{Truyền sóng nghịch : } h_{n\theta}^B - h_{(n+1)\theta}^A = -2\mu(q_{n\theta}^B - q_{(n+1)\theta}^A) \\ &+ \text{Truyền sóng thuận :} \\ h_{n\theta}^A - h_{(n+1)\theta}^B &= 2\mu(q_{n\theta}^A - q_{(n+1)\theta}^B) \end{aligned}$$

Dựa vào hệ phương trình trên ta có thể xác định được trị số áp lực nước và ở các nửa pha kế tiếp nhau khi biết các điều kiện biên và điều kiện ban đầu.

2.3.2.3. Tính toán trị số áp lực nước và trong đường ống đơn giản

2.3.3. Phân bố áp lực nước và theo chiều dài ống

Tính toán trị số áp lực nước và tại mặt cắt bất kỳ

Để xác định sự phân bố áp lực nước và dọc theo chiều dài ống, dựa vào hệ phương trình dây chuyền để tính toán áp lực nước và ở những mặt cắt trung gian

$$\begin{aligned} H_t^C &= \frac{c}{2gF} \left(Q_{t-\frac{L-x}{c}}^B - Q_{t-\frac{x}{c}}^A \right) + \frac{H_{t-\frac{x}{c}}^A + H_{t-\frac{L-x}{c}}^A}{2} \\ Q_t^C &= \frac{1}{2} \left(Q_{t-\frac{x}{c}}^A + Q_{t-\frac{L-x}{c}}^B \right) + \frac{g.F \left(H_{t-\frac{L-x}{c}}^B - H_{t-\frac{x}{c}}^A \right)}{2c} \end{aligned}$$

Như vậy với các phương trình trên ta có thể lần lượt xác định các trị số H, Q tại các mặt cắt bất kỳ trên đường ống ở các pha khác nhau thay đổi theo thời gian.

2.3.4. Tính toán nước va trong đường ống phức tạp

2.3.4.1. Khái niệm chung về đường ống phức tạp

2.3.4.2. Tính toán nước va trong đường ống phức tạp

+ Nhiều đoạn ống có đường kính thay đổi

Coi thời gian truyền sóng va trong ống tương đương bằng tổng thời gian truyền sóng trong các đoạn ống:

$$t_f = \frac{2L}{c} = \frac{2l_1}{c_1} + \frac{2l_2}{c_2} + \frac{2l_3}{c_3} + \dots + \frac{2l_n}{c_n}$$

Áp lực nước va ở tại cuối mỗi đoạn ống được tính như sau

$$\Delta H^C = \Delta H_{\max}^A \frac{\sum_{i=1}^n (l_i v_i)}{\sum_{i=1}^n (l_i v_{o \max})}$$

+ Tính toán đường ống phân nhánh

Trong trường hợp nếu với ống phân nhiều nhánh, mỗi nhánh nối với một tuabin

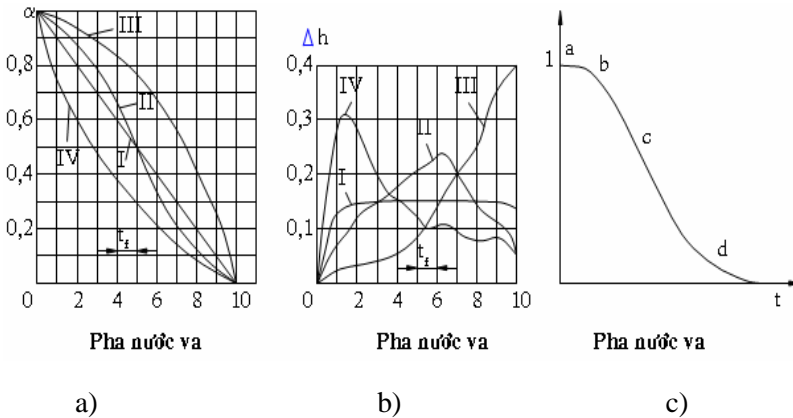
$$+ \text{ Theo nhánh 1: } h_{t-\frac{l_1}{c_1}}^A - h_t^C = 2\mu(q_{t-\frac{l_1}{c_1}}^A - q_t^C)$$

$$+ \text{ Theo nhánh 2: } h_{t-\frac{l_2}{c_2}}^A - h_t^C = 2\mu(q_{t-\frac{l_2}{c_2}}^A - q_t^C)$$

$$+ \text{ Theo nhánh 3: } h_{t-\frac{l_3}{c_3}}^A - h_t^C = 2\mu(q_{t-\frac{l_3}{c_3}}^A - q_t^C)$$

2.3.5. Quy luật đóng mở tuabin lợi nhất và quy luật đóng mở thực tế

Trên (Hình 2.1) trình bày sự gia tăng áp lực nước và phụ thuộc vào một số quy trình đóng mở tuabin trong ống có áp khác nhau



Ảnh hưởng của qui luật đóng mở tua bin đến sự gia tăng áp lực nước và ở cuối đường ống đơn giản

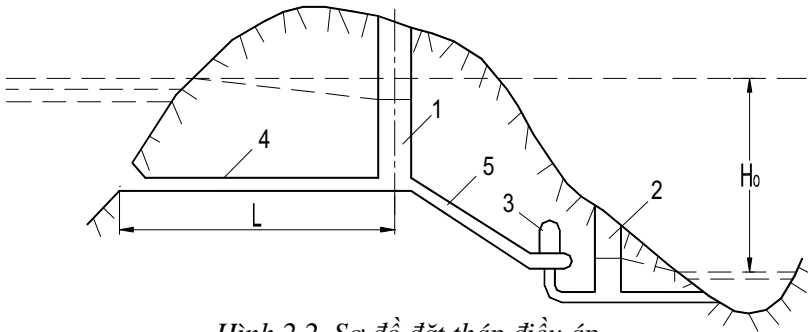
a. Các phương án thay đổi lưu lượng; b. Độ gia tăng áp lực nước và tương đối Δh ; c. Qui trình đóng mở thực tế

I. Qui luật tuyến tính; II. Qui luật đóng mở ban đầu tăng nhanh sau chậm dần; III. Qui luật đóng mở tăng nhanh; IV. Qui luật đóng mở chậm dần.

2.4. Thấp điều áp

Thấp điều áp (TĐA) chính là một bộ phận tạo ra mặt thoáng nói trên (Hình 2.14) . Do đó nó có tác dụng giữ cho đường hầm dẫn

nước phía trước tháp khỏi bị áp lực nước va. Ngoài ra nó còn làm giảm nhỏ áp lực ở phần đường ống dẫn nước từ tháp vào tuabin.



Hình 2.2. Sơ đồ đặt tháp điều áp

1) Tháp điều áp phía thượng lưu; 2) Tháp điều áp phía hạ lưu; 3) Nhà máy thủy điện; 4) Đường hầm dẫn nước; 5) Đường ống áp lực dẫn nước vào tuabin

Tiêu chuẩn gần đúng cần thiết phải xây dựng tháp điều áp có thể căn cứ vào hằng số quán tính của đường ống T_w xác định theo công thức: $T_w = \frac{Q_{\max}}{gH_0} \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{F_i}$.

Nếu $T_w > 3-6s$ thì cần thiết xây dựng TĐA (trong đó Q: Lưu lượng lớn nhất chảy trong đường ống, L_i , F_i tương ứng là chiều dài, diện tích đoạn ống thứ i và H_0 là cột nước tĩnh của trạm).

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN ÁP LỰC NƯỚC VÀ TRONG ĐƯỜNG ỐNG ÁP LỰC CỦA NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN EA KRÔNG ROU THEO PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH

3.1. Giới thiệu về công trình thủy điện Ea Krông Rou.

Hệ thống dẫn nước vào nhà máy thủy điện Ea Krông Rou được thiết kế do Công ty Tư vấn xây dựng sông Đà UKrin lập bao gồm các hạng mục sau:

- a. Đập chính, b. Đập phụ, c. Đập tràn, d. Cửa nhận nước
- e. Đường hầm dẫn nước, f. Tháp điều áp, g. Đường ống áp lực

3.2. Tính toán đường ống

3.2.1. Số liệu ban đầu

3.2.2. Tính toán tổn thất thủy lực cho đường ống dẫn

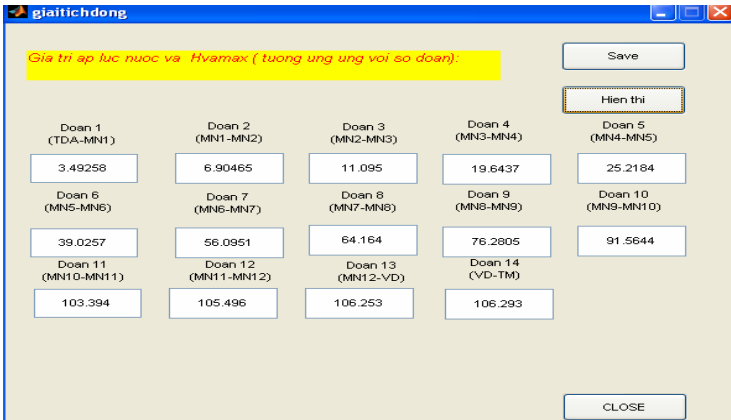
3.2.3. Tính toán áp lực nước và va đường ống theo phương pháp giải tích

+ Vận tốc truyền sóng nước va:

Thời gian truyền sóng nước va bằng thời gian truyền sóng thực tế của các đoạn ống, tức là:

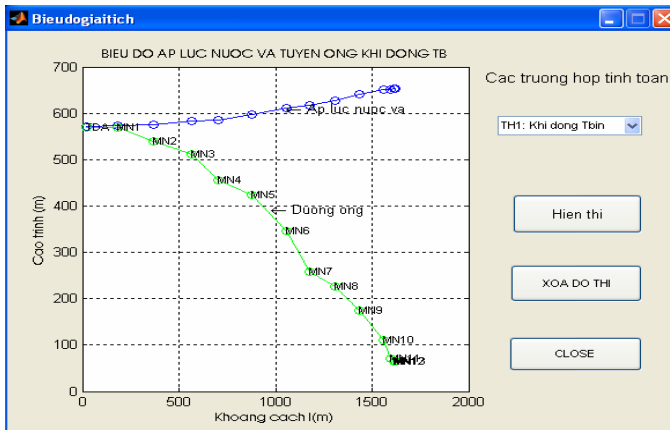
$$\frac{L}{c_{tb}} = \frac{L_1}{c_1} + \frac{L_2}{c_2} + \dots + \frac{L_n}{c_n} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{c_i}; \quad C_{tb} = \frac{L}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{c_i}}$$

Bảng 3.1. Kết quả tính toán áp lực nước va



The screenshot shows the 'giaitichdong' software window. At the top, a yellow box contains the text: "Giá trị áp lực nước va H_{vmax} (tương ứng với số đoạn)". Below this is a table with 14 columns, each representing a segment (Doan 1 to Doan 14) with its corresponding pressure value. The values are: Doan 1: 3.49258; Doan 2: 6.90465; Doan 3: 11.095; Doan 4: 19.6437; Doan 5: 25.2184; Doan 6: 39.0257; Doan 7: 56.0951; Doan 8: 64.164; Doan 9: 76.2805; Doan 10: 91.5644; Doan 11: 103.394; Doan 12: 105.496; Doan 13: 106.253; Doan 14: 106.293. The interface includes 'Save', 'Hiện thị', and 'CLOSE' buttons.

Doan 1 (TDA-MN1)	Doan 2 (MN1-MN2)	Doan 3 (MN2-MN3)	Doan 4 (MN3-MN4)	Doan 5 (MN4-MN5)
3.49258	6.90465	11.095	19.6437	25.2184
Doan 6 (MN5-MN6)	Doan 7 (MN6-MN7)	Doan 8 (MN7-MN8)	Doan 9 (MN8-MN9)	Doan 10 (MN9-MN10)
39.0257	56.0951	64.164	76.2805	91.5644
Doan 11 (MN10-MN11)	Doan 12 (MN11-MN12)	Doan 13 (MN12-VD)	Doan 14 (VD-TM)	
103.394	105.496	106.253	106.293	



Hình 3.1. Biểu đồ áp lực nước va và khí đóng tuabin

3.3. Nhận xét

Qua cách tính toán nước va trong đường ống bằng phương pháp giải tích đã cho ra kết quả giá trị trị số nước va dương ΔH^+ và giá trị cột nước va tại các điểm tính toán so với kết quả tính toán giá

trị nước và do Công ty tư vấn xây dựng sông Đà - Ukrin đưa ra (Bảng 3.3) tương đối gần đúng với nhau.

Trong trường hợp đóng tuabine, cột nước ở đây cao (>300m) khả năng xảy ra nước va pha thứ nhất là rất lớn ngay cả trường hợp đóng tuabine từ độ mở lớn nhất.

Trong thực tế sự phân bố áp lực nước và dọc ống phụ thuộc vào đặc tính đường ống và độ mở ban đầu của CCHD hay van kim, việc xem phân bố áp lực theo đường thẳng chỉ là gần đúng. Do vậy phương pháp giải tích còn có những hạn chế, cho phép ta dễ dàng đi đến các kết quả cuối cùng, nhưng độ chính xác bị giới hạn bởi các sơ đồ tính toán được dùng là các sơ đồ đơn giản vì bỏ một số yếu tố ảnh hưởng đến áp lực nước va. Vì vậy trong chương tiếp theo của luận văn sẽ dùng phương pháp số sai phân hữu hạn giải quyết một số nhược điểm đó.

CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN ÁP LỰC NƯỚC VA TRONG ĐƯỜNG ỐNG ÁP LỰC CỦA NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN EA KHÔNG ROU THEO PHƯƠNG PHÁP SAI PHÂN.

4.1. Phương pháp sai phân

4.1.1. Phương trình cơ bản

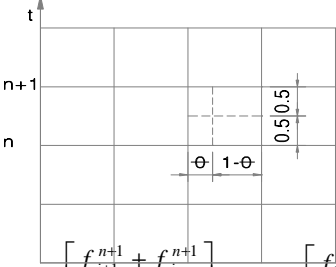
Phương trình cơ bản của chuyển động không ổn định trong ống có áp, có thể được viết ở dạng đơn giản như sau:

$$\text{Phương trình động lực: } \frac{1}{gF} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{D} \frac{Q|Q|}{2gF^2} = 0 \quad (4.1)$$

Phương trình liên tục:
$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{V^2}{gF} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (4.2)$$

4.1.2. Sơ đồ sai phân hữu hạn

Sai phân các phương trình vi phân bằng sơ đồ sai phân ẩn 4 điểm của Preissmann dạng tổng quát là:



$$f(x,t) = \theta \left[\frac{f_{j+1}^{n+1} + f_j^{n+1}}{2} \right] + (1-\theta) \left[\frac{f_{i+1}^n + f_i^n}{2} \right] \quad (4.3)$$

$$\frac{\partial f(x,t)}{\partial t} = \frac{1}{2} \left[\frac{f_{j+1}^{n+1} - f_{j+1}^n}{\Delta t} + \frac{f_j^{n+1} - f_j^n}{\Delta t} \right] \quad (4.4)$$

$$\frac{\partial f(x,t)}{\partial x} = \theta \left[\frac{f_{j+1}^{n+1} - f_j^{n+1}}{\Delta x} \right] + (1-\theta) \left[\frac{f_{j+1}^n - f_j^n}{\Delta x} \right] \quad (4.5)$$

Với các sơ đồ ở trên, sai phân phương trình động lực và liên tục trong các đoạn ống

4.1.3. Sơ đồ sai phân hữu hạn phương trình động lực và liên tục

Phương trình động lực:
$$-H_j^{n+1} + \gamma_j Q_j^{n+1} + H_{j+1}^{n+1} + \gamma_j Q_{j+1}^{n+1} = \delta_j$$

Phương trình liên tục:
$$H_j^{n+1} - \alpha_j Q_j^{n+1} + H_{j+1}^{n+1} + \alpha_j Q_{j+1}^{n+1} = \beta_j$$

4.1.4. Điều kiện biên

- Valve cuối đường ống

- Tháp điều áp dạng đơn giản

4.1.5. Hệ phương trình vi phân

4.1.6. Phương pháp sai phân

+ Sơ đồ sai phân được sử dụng theo sơ đồ ẩn Preissmann được định nghĩa như sau:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{2} \left(\frac{f_{i+1}^{t+1} - f_{i+1}^t}{\Delta t} + \frac{f_i^{t+1} - f_i^t}{\Delta t} \right) = \frac{\Delta f_{i+1}^{t+1} + \Delta f_i^{t+1}}{2\Delta t} \quad (4.17)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \theta \frac{f_{i+1}^{t+1} - f_i^{t+1}}{\Delta x} + (1-\theta) \frac{f_{i+1}^t - f_i^t}{\Delta x} = \frac{1}{\Delta x} \left[f_{i+1}^t - f_i^t + \theta (\Delta f_{i+1}^{t+1} - \Delta f_i^{t+1}) \right]$$

$$\begin{aligned} f &= \frac{\psi}{2} (f_{i+1}^{t+1} + f_i^{t+1}) + \frac{1-\psi}{2} (f_{i+1}^t + f_i^t) \\ &= 0.5 \left[f_{i+1}^t + f_i^t + \psi (\Delta f_{i+1}^{t+1} + \Delta f_i^{t+1}) \right] \end{aligned} \quad (4.19)$$

f - hàm số cần sai phân hóa. Với $2/3 \leq \theta, \psi \leq 1$

4.2. Giải thuật chương trình

4.2.1. Giới hạn chương trình

4.2.2. Sơ đồ giải thuật chương trình

4.2.3. Áp dụng tính toán nước và trong đường ống áp lực của nhà máy thủy điện Ea Krông Rou

Luận văn chỉ tính toán cho các trường hợp nguy hiểm nhất có khả năng xảy ra trong thực tế.

- Trường hợp 1 : Cắt tải toàn bộ nhà máy (từ N_{\max} đến 0), mực nước trong hồ ứng với MNDBT (nước và Dương).

- Trường hợp 2 : Tăng phụ tải tính cho 1 tổ máy mực nước trong hồ ứng với MNC (nước và Âm).

*** Kết quả tính toán**

1. Trường hợp khi đóng van tuabin

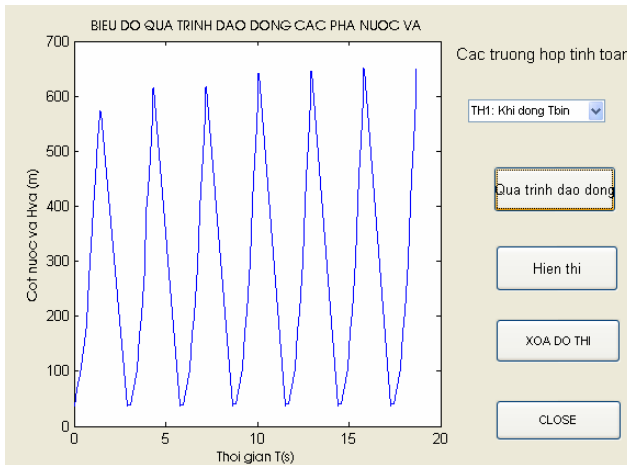
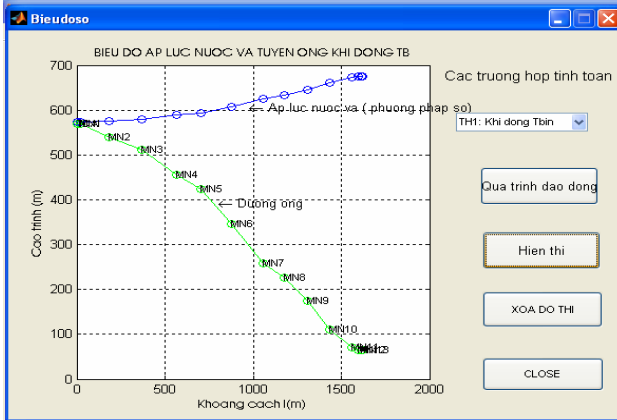
Vị trí	Cột nước địa hình H_0 (m)	$T_0=10s$		$T_0=15s$		$T_0=20s$	
		Áp lực nước và H_{max} (m)	Tỷ lệ tăng %	Áp lực nước và H_{max} (m)	Tỷ lệ tăng %	Áp lực nước và H_{max} (m)	Tỷ lệ tăng %
MN5	181.57	190.329	4.82%	187.37	3.19%	185.91	2.39%
MN6	259.99	275.752	6.06%	270.39	4.00%	267.76	2.99%
MN12	541.11	720.136	33.08%	683.16	26.25%	650.53	20.22%
TM	541.11	714.816	32.10%	693.86	28.23%	678.01	25.30%

2. Trường hợp khi mở van tuabin

Vị trí	Cột nước địa hình H_0 (m)	$T_0=10s$		$T_0=15s$		$T_0=20s$	
		Áp lực nước và H_{min} (m)	Tỷ lệ giảm %	Áp lực nước và H_{min} (m)	Tỷ lệ giảm %	Áp lực nước và H_{min} (m)	Tỷ lệ giảm %
MN5	181.57	153.57	15.42%	161.87	10.85%	166.39	8.36%
MN6	259.99	223.44	14.06%	234.41	9.84%	240.33	7.56%
MN12	541.11	469.54	13.23%	491.19	9.23%	502.81	7.08%
V Đ	541.11	467.76	13.55%	489.88	9.47%	501.78	7.27%
TM	541.11	467.67	13.57%	489.81	9.48%	501.72	7.28%

+ Biểu đồ dao động các pha nước và tại vị trí trước tuabin

$T_0=20s$ (Khi đóng van tuabin)



4.2.4. Nhận xét

Ứng với thời gian đóng (mở) cánh hướng dòng khác nhau, từ các kết quả tính toán nêu trên có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Khi tăng thời gian đóng (mở) tuabin làm giảm đáng kể trị số áp lực nước và gián tiếp;
- Kết quả tính cho thấy trường hợp khi đóng cánh hướng dòng (nước và dương) sao cho tiết diện thoát nước qua cánh hướng

dòng thay đổi tuyến tính theo thời gian sẽ cho giá trị nước va là nhỏ nhất. Trong trường hợp ($T_0 = 20s$) giá trị nước va dương lớn nhất là tăng 25,30 % so với cột nước tĩnh khi xảy ra nước va ;

- Với trường hợp mở (nước va âm) Trong trường hợp này giá trị nước va âm là giảm 7,28 % so với cột nước ổn định sau khi xảy ra nước va.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

+ Về kết quả tính toán:

- Sự sai khác thiên nhỏ của phương pháp số so với phương pháp giải tích ở kết quả tính toán về giá trị áp lực nước va có thể giải thích do có kể đến ảnh hưởng của ma sát lên dòng chảy trong lời giải bài toán bằng phương pháp số;

- Mặt khác, do đường kính ống áp lực và chiều dày ống thay đổi liên tục nên hệ số đặc trưng tiết diện, hệ số đường ống có sự biến đổi. Trong khi đó phương pháp giải tích các hệ số tính toán như tốc độ truyền sóng nước va C , vận tốc V đều tính trung bình (các hệ số tương đương) nên dẫn tới giá trị áp lực nước va cũng có sự sai khác nữa

+ Về phương pháp sai phân:

- Phương pháp sai phân đã khắc phục những hạn chế đã gây ra sai số kể trên. Phương pháp đã tính toán chính xác tốc độ truyền sóng của từng đoạn ống, từ đó giá trị áp lực nước va được chính xác hơn;

- Phương pháp sai phân đã xét đến quá trình giao động áp lực nước và tại từng pha nước và tính toán đến từng mặt cắt cần xác định giá trị áp lực;

- Từ biểu đồ áp lực nước và tại các pha tính toán cho thấy giá trị áp lực nước và tăng ở pha thứ ba và giảm dần ở các pha cuối. Điều đó chứng tỏ do đường ống dài, thời gian đóng van tuabin (xung kích) lớn $T = 20s$ nên có sự lệch pha so với khi đóng van tuabin nhỏ (phản kích) $T_s = 5- 7 s$ (Xảy ra hiện tượng nước và pha đầu hoặc pha cuối);

- Giá trị áp lực nước và tại các mặt cắt tính toán của từng pha nước và tính toán cho thấy ban đầu thì giá trị áp lực nước và tăng nhanh và càng gần cuối thì áp lực tăng không biến đổi lớn;

- Đường ống tương đối dài, do đó hiện tượng nước và tắt dần trong đường ống xảy ra tương đối chậm. Đây là hiện tượng gây bất lợi cho thiết bị trong vận hành;

- Chương trình tính toán nước và đã được xây dựng và thiết lập một giao diện trực quan và tiện sử dụng đến cho người sử dụng rất thích hợp cho công việc học tập và nghiên cứu thiết kế thủy điện;

- Chương trình tính toán đã kể đến các đặc trưng vật liệu : Như hiệu suất máy phát, hiệu suất tuabin nên kết quả tính toán tương đối chính xác;

- Luận văn đã tính toán các phương án đóng mở bất lợi và ảnh hưởng của quy luật đóng mở tuabin đến;

- Chương trình tính toán áp lực nước và mà luận văn trình bày, có thể tính toán cho bất kỳ đường ống áp lực nào và mạng

đường ống có rẽ nhánh. Tuy chưa mô phỏng đầy đủ mô hình tính toán nước và trong thực tế, nhưng luận văn cơ bản đã giải quyết được bài toán nước và bằng phương pháp sai phân hữu hạn.

2. Kiến nghị

- Đường ống áp lực có cột nước tĩnh khá cao (541m) vì vậy nên chọn thời gian đóng tuabin thích hợp để áp lực nước và không vượt quá 25% cột nước tĩnh ;

- Để đảm bảo cho tổ máy làm việc ổn định với bất kỳ phương án số tổ máy nào thì khi lựa chọn thiết bị phải tính toán đảm bảo điều chỉnh tổ máy để lựa chọn tổ hợp các thông số có liên quan cho phù hợp, đó là : Thời gian đóng tuabin , hệ số vượt tốc, mômen đà của máy phát ;

- Trong thuyết minh luận văn đã trình bày van xả không tải, cho phép kéo dài thời gian đóng van tuabin (giảm thiểu áp lực nước va). Trong thực tế, các thiết bị đi kèm ứng với tuabin gáo, Kaplan thì thường có các thiết bị xả không tải này, áp dụng trong khi vận hành sự cố. Tuy nhiên trong chương trình nước va này chưa xét đến yếu tố này ;

- Do khối lượng công việc lớn vì phải tìm hiểu chương trình cũng như thiết lập tính toán nhiều trường hợp, thời gian thực hiện luận văn có hạn, luận văn chỉ tập trung tính toán nước va trong đường ống áp lực với các trường hợp nguy hiểm nhất có khả năng xảy ra trong thực tế ;

- Trong chương trình tính toán chỉ xét đến trường hợp tuabin phản kích, chưa thiết lập chương trình tính cho tuabin xung kích (tra đặc tính tổng hợp của tuabin). Nên chương trình còn một số hạn chế.