

ĐÁNH GIÁ PHÂN BỐ ÁP LỰC NƯỚC VÀ TRONG ĐƯỜNG ỐNG ÁP LỰC VÀ KIỂM TRA CÁC ĐIỀU KIỆN ĐẢM BẢO ĐIỀU CHỈNH ỔN ĐỊNH TỔ MÁY THỦY ĐIỆN BẰNG MÔ PHỎNG SỐ TRANSIENTS

Nguyễn Thị Nhó, Nguyễn Văn Sơn¹

Tóm tắt: Nghiên cứu sử dụng phần mềm mô phỏng số Transients để phân tích và đánh giá phân bố áp lực nước và trong đường ống áp lực của Trạm Thủy điện Nậm Mô 2. Từ các kết quả trên, nhóm tác giả đã đề xuất được giải pháp nâng cao hiệu quả khai thác công trình. Đồng thời, nghiên cứu cũng đưa ra được các điều kiện đảm bảo điều chỉnh ổn định cho tổ máy liên quan đến quy trình đóng mở vòi phun, giới hạn vùng làm việc của tuabin và vùng giá trị hợp lý của mômen đà. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã nghiên cứu ứng dụng phương pháp đường đặc trưng hệ phương trình truyền sóng nước và, mô hình hoá sơ đồ, phần tử hoá, và thiết lập chương trình bằng ngôn ngữ Visual basic. Chương trình tính toán bao gồm cả các đặc tính lưu lượng và mômen của tuabin, hệ thống điều chỉnh tổ máy, các đặc tính thuỷ lực và hình học của toàn bộ các chi tiết của hệ thống áp lực, độ đàn hồi của nước và vỏ đường ống. So sánh với các kết quả lý thuyết và kinh nghiệm, kết quả mô phỏng số bằng phần mềm này là đáng tin cậy và đã được ứng dụng nhiều trong thực tế.

Từ khóa: Nước va, Trạm Thủy điện, tuabin, tổ máy.

1. GIỚI THIỆU

Nước va trong đường ống áp lực của Trạm thủy điện (TTĐ) gây ra bởi sự thay đổi của phụ tải dẫn đến phải điều chỉnh lưu lượng qua tuabin như khi có sự biến đổi theo thời gian của các đại lượng của công suất, cột nước, lưu lượng, số vòng quay v.v... (Hồ Sỹ Dự, nnk 2003). Nước va có ảnh hưởng xấu đến khả năng chịu lực của các bộ phận công trình và thiết bị thủy điện cũng như vận hành chúng. Để hạn chế những tác hại này, một trong các biện pháp công trình là xây tháp điều áp mang lại hiệu quả cao. Tháp điều áp (TĐA) là một bộ phận tạo ra mặt thoáng, nó có tác dụng giữ cho đường hầm dẫn nước phía trước tháp không bị áp lực nước va. Ngoài ra, nó còn làm giảm nhỏ áp lực ở phần đường ống dẫn nước từ tháp vào tuabin. Tuy nhiên, việc xây dựng tháp là tốn kém. Vì vậy, khi thiết kế thường phải so sánh kinh tế, nếu thấy chi phí để xây tháp nhỏ hơn chi phí giảm bớt do đường hầm dẫn nước không phải chịu áp

lực nước va hoặc nhỏ hơn chi phí bằng các giải pháp giảm áp lực nước va khác thì xây dựng tháp điều áp là hợp lý. Trường hợp ngược lại thì không nên xây dựng TĐA. Trong tài liệu của nhóm tác giả (Hồ Sỹ Dự, nnk 2003) đã đưa ra tiêu chuẩn gần đúng điều kiện cần thiết phải xây dựng tháp điều áp dựa vào hằng số quán tính T_w . Kết quả cho rằng nếu $T_w > (3 \div 6)s$ thì cần thiết phải xây tháp. Tuy nhiên, để có thể áp dụng cho các mô hình thực tế, cần có thêm các kết quả mô phỏng và thực nghiệm kiểm chứng.

Để hạn chế những tác hại do nước va gây ra, ngoài các biện pháp công trình như thay đổi kích thước đường ống hoặc xây dựng TĐA thì một số kỹ thuật liên quan đến điều chỉnh thời gian đóng mở vòi phun, thay đổi hình dáng và kích thước van kim (với TTĐ sử dụng tuabin xung kích), thay đổi quy trình và thời gian đóng mở cánh hướng nước (với tuabin phản kích), thay đổi mômen đà (GD^2) cũng đã được trình bày trong các tài liệu (Chen Sheng, 2013; Saroj Chalise, 2019; S Petley, et al., 2021). Trong các giải pháp trên, việc điều

¹ Khoa Công trình, Trường Đại học Thủy lợi

chỉnh thời gian đóng, mở tuabin T_s mang lại hiệu quả cao và tương đối dễ dàng. Tuy nhiên, nếu tăng T_s sẽ giảm áp lực nước và nhưng lại có ảnh hưởng đến chỉ số về đảm bảo điều chỉnh tổ máy.

Trong các tài liệu của (Židonis, et al., 2015; S Petley, et al., 2021) đã phân tích những ảnh hưởng của kết cấu và độ mở van kim đến hiệu suất của một tuabin gáo bằng mô phỏng số và thực nghiệm. Kết quả đã đưa ra được dải giá trị hợp lý về độ đóng mở của vòi phun tác động lên các vấn đề động học của tuabin. Nghiên cứu (Athanasios, et al., 2011) đã trình bày một thuật toán số để mô phỏng dòng chảy hai pha qua vòi phun của tuabin gáo cho TTD. Ảnh hưởng của hình dạng vòi phun đến các đặc tính của dòng chảy đã được nghiên cứu. Cùng với đó, nghiên cứu đã đưa ra được tương quan rõ ràng giữa giá trị góc đóng mở của van kim với đường kính van và lưu lượng. A Santolin (2009) đã khảo sát tương tác dòng chảy giữa vòi phun và gáo bằng mô phỏng số và thực nghiệm, từ đó đã phân tích được những ảnh hưởng của vòi phun đến tổn thất và hiệu suất của tuabin.

Các nghiên cứu lý thuyết trên có tính học thuật cao, rõ ràng nhưng có nhược điểm là khối lượng tính toán rất lớn nên phải đưa vào nhiều giả thiết gần đúng, dẫn đến kết quả tính toán tương đối đơn

giản và hạn chế. Các nghiên cứu mô phỏng và thực nghiệm còn nhiều giả thiết, các thông số tính toán chưa được công bố rõ ràng và đầy đủ dẫn đến rất khó áp dụng cho các mô hình khác.

Với các TTD có tuyến năng lượng dài, cột nước cao, điều kiện địa hình khó khăn để xây dựng TĐA (như TTD Nậm Mô 2) thì việc phân tích toàn diện từ thiết bị, thông số thiết bị, chế độ vận hành để loại bỏ TĐA trong trường hợp này rất có ý nghĩa kinh tế và thực tiễn. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã xây dựng và sử dụng chương trình TRANSIENTS Ver 8.0 để tính toán xác định phân bố và giá trị nước va cho TTD Nậm Mô 2. Từ đó đã kết luận rằng không cần xây dựng tháp điều áp cho TTD. Đồng thời, nghiên cứu cũng đưa ra được các điều kiện đảm bảo điều chỉnh ổn định cho tổ máy liên quan đến quy trình đóng mở vòi phun, phạm vi làm việc của tuabin và giới hạn vùng giá trị của mômen đà.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết để tính toán nước va trong đường ống áp lực

Cơ sở lý thuyết để tính toán nước va và là từ phương trình biến đổi động lượng D'alambert của khối nước, tính chất cộng tác dụng của sóng áp lực nước va (Hồ Sỹ Dự, nnk 2003).

$$\begin{cases} \xi_{n\theta,j+1} - \xi_{(n+1)\theta,j} = 2\mu.(q_{n\theta,j+1} - q_{(n+1)\theta,j}) - k.q_{n\theta,j}.|q_{n\theta,j}| \\ \xi_{n\theta,j} - \xi_{(n+1)\theta,j+1} = -2\mu.(q_{n\theta,j} - q_{(n+1)\theta,j+1}) + k.q_{n\theta,j}.|q_{n\theta,j}| \end{cases} \quad (1)$$

$$\xi = \frac{\Delta H}{H_o} = \frac{H - H_o}{H_o} \text{ - áp lực nước va tương đối;}$$

$$\mu = \frac{cV_{0\max}}{2gH_o} = \frac{cQ_{0\max}}{2gFH_o} = \frac{T_w}{t_f} \text{ - đặc trưng thứ nhất của}$$

đường ống; H_o - cột nước tĩnh lớn nhất trước khi xảy ra nước va; H (m) chỉ cột nước tại các mặt cắt; $q = \frac{Q}{Q_{0\max}}$ - lưu lượng tương đối; $Q_{0\max}$ - lưu

lượng lớn nhất qua tuabin tương ứng cột nước H_o ở chế độ ổn định với độ mở lớn nhất của cửa van hoặc cánh hướng nước tuabin; Q (m³/s) chỉ lưu lượng nước tại các mặt cắt; chỉ số $j, j+1$ chỉ vị trí

các mặt cắt liên tiếp; ký hiệu θ chỉ thời gian cần thiết để sóng nước va lan truyền giữa 2 mặt cắt nghiên cứu; ký hiệu n là số tự nhiên, thể hiện tính tổng quát của hệ phương trình; $n\theta, (n+1)\theta$ chỉ các thời điểm liên tiếp nhau; F (m²) là tiết diện thông thủy của đường dẫn có áp giữa 2 mặt cắt nghiên cứu; c (m/s) là vận tốc truyền sóng nước va trong đường dẫn có áp giữa 2 mặt cắt nghiên cứu; $g=9,81$ (m/s²) – gia tốc trọng trường; f là hệ số ma sát. Sử dụng hệ phương trình này kết hợp với các điều kiện ban đầu và các điều kiện biên cụ thể ta

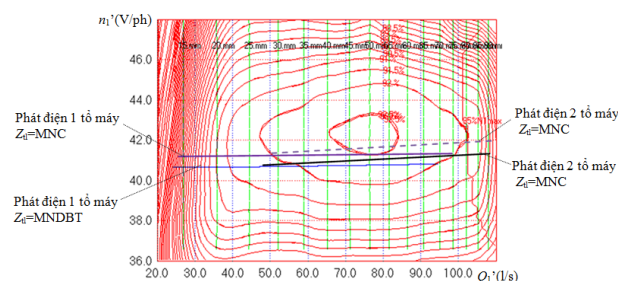
có thể xác các đặc trưng H , Q của chế độ không ổn định ở tiết diện bất kỳ và thời điểm bất kỳ.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã nghiên cứu ứng dụng phương pháp đường đặc trưng hệ phương trình truyền sóng nước va, mô hình hoá sơ đồ, phân tử hoá, lập chương trình bằng ngôn ngữ VISUAL BASIC để giải bài toán trên. Chương trình tính toán xét đến các đặc tính lưu lượng và mômen của tuabin, hệ thống điều chỉnh tổ máy, các đặc tính thủy lực và hình học của toàn bộ các chi tiết của hệ thống áp lực, độ đàn hồi của nước và vỏ đường ống (Nguyễn Văn Sơn, nnk 2010).

2.2 Các đặc tính thủy lực của tuabin

Trên cơ sở bản vẽ tuyến năng lượng, các thông số chính của tổ máy và đường đặc tính tổng hợp của tuabin, nghiên cứu đã tính toán khả năng vùng làm việc của TTD như hình 1.

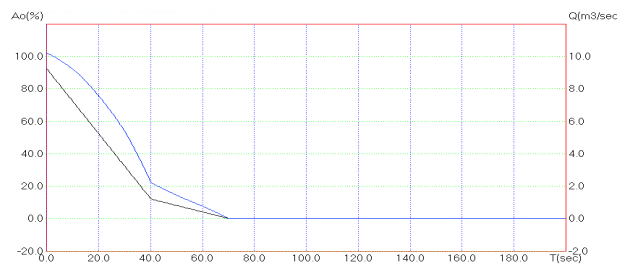
Kết quả hình 1 cho thấy mô hình tuabin có hiệu suất khá cao, lựa chọn tuabin gáo, trực đứng là hợp lý. Tuy nhiên, vùng làm việc đều bị thiên về phía n_1' thấp (n_1' - số vòng quay quy dẫn), dẫn đến hiệu suất chưa tối ưu và có xu thế lỏng tốc cao hơn. Ngoài ra, vùng làm việc đều bị vượt quá đường hạn chế công suất 95% khá xa, dẫn đến hiệu suất thấp hơn và điều khiển công suất khó khăn hơn, dễ sự cố. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả đã đề xuất được giới hạn vùng làm việc để có thể nâng cao hiệu suất và đảm bảo các điều kiện an toàn điều chỉnh tổ máy như sau: Tại mực nước thượng lưu là mực nước dâng bình thường (MNDBT), nhà máy có khả năng phát công suất vượt tải 110%. Tại mực nước thượng lưu là mực nước chết (MNC), nhà máy chỉ phát công suất tối đa công suất tương ứng độ mở đến 92%.



Hình 1. Phạm vi vùng làm việc của TTD

2.3 Quy luật đóng mở vòi phun

2.3.1 Quy luật đóng mở vòi phun



Hình 2. Diễn biến độ mở van kim và lưu lượng qua tuabin

Đối với các tính toán cắt tải, các quy luật đóng mở vòi phun của tuabin được lấy là các quy luật tuyến tính theo quy trình của cần secvomotor. Giá trị T_s là thời gian của toàn bộ quy trình secvomotor của vòi phun với vận tốc không đổi từ mở tối đa đến độ mở 0. Thời gian chờ khi bắt đầu chuyển động secvomotor của vòi phun là 0.2s. Qua tính toán với các giá trị tốc độ đóng vòi phun khác nhau, chúng tôi đề nghị quy luật đóng khẩn cấp vòi phun gồm 02 đoạn (hình 2) với độ chờ 0.2s, độ mở vòi phun không đổi.

Giai đoạn 1: Đóng nhanh từ độ mở trước sự cố về độ mở 12%, với tốc độ đóng là 2%/s ($T_s=50s$). Chuyển động để đóng từ độ mở ban đầu đến độ mở 12% với thời gian đóng thực tế của mỗi chế độ chuyển tiếp là:

$$T'_{s1} = 0.2 + \frac{S_{bd} - 12\%}{50} \quad (2)$$

Trong đó S_{bd} là vị trí hành trình tương đối ban đầu của secvomotor.

Giai đoạn 2: Đóng nhanh từ độ mở 12% về 0%, với tốc độ đóng là 0.4%/s ($T_s=250s$). Chuyển động để đóng từ độ mở 12% về 0% với thời gian đóng thực tế của mỗi chế độ chuyển tiếp là: $T'_{s2} = 12\% / 0.4\% = 30s$.

Cơ cấu lái tia: Trong quá trình đóng vòi phun khẩn cấp khi gặp sự cố, cơ cấu lái tia sẽ chuyển động hướng dòng chảy ra ngoài bánh xe công tác trong khoảng thời gian $T_x=2.0s$.

2.3.2 Quy luật mở vòi phun

Đối với các tổ hợp tính toán tăng tải, quy luật

thay đổi độ mở van kim của tuabin được lấy là trường hợp nguy hiểm nhất là tuyến tính theo quy trình của cần secvomotor, với tốc độ mở là 2%/s, hay $T_s=50s$. Quy luật mở gồm 01 đoạn: Chuyển động để mở từ độ mở ban đầu 0% đến độ mở cuối S_c với vận tốc được xác định bằng $1/T_m$; Thời gian mở thực tế của mỗi chế độ chuyển tiếp là:

$$T'_m = S_c \frac{50}{100} \quad (3)$$

Trong đó S_c là vị trí hành trình tương đối cuối hành trình mở của secvomotor, giá trị này tùy thuộc vào công suất cuối và mực nước hồ chứa.

2.4 Các thông số mô hình tính toán

Các thông số của thiết bị thủy lực chính cho TTĐ Nậm Mô 2 được cho dưới bảng 1.

Bảng 1. Các thông số chính của mô hình tính toán

Các thông số chính	Ký hiệu	Giá trị các thông số
Đường kính Tuabin gáo	D_1	1.87 m/1.91 m
Số vòng quay định mức và quay lồng	n/n_L	600/1060
Mômen đà của máy phát	GD^2	450/356 tm ²
MNDBT/MNC		1305.0 m/1287.5 m
$H_{\max}/H_{\min}$		759.8 m/718.5 m
Công suất định mức tổ máy TĐ	N_{dm}	60 MW
Số tổ máy	Z_{tm}	2

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kiểm tra điều kiện xây tháp điều áp theo tính toán lý thuyết

TTĐ Nậm Mô 2 là TTĐ có tuyến năng lượng dài, cột nước cao, điều kiện địa hình khó khăn để xây dựng TĐA (giá thành cao). Việc phân

tích và đánh giá sự cần thiết có hay không việc xây TĐA là quan trọng. Theo các công thức kinh nghiệm (Hồ Sỹ Dự, nnk 2003) nhóm nghiên cứu tính toán hằng số quán tính đường hầm T_w với các trường hợp khác nhau, kết quả cho dưới bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán T_w

Trường hợp tính	Thông số	T_w (s)
Phát công suất định mức tại cột nước thiết kế	$N=2 \times 60 \text{ MW} = 120 \text{ MW}$ $H=718.5 \text{ m}; Q=19.0 \text{ m}^3/\text{s}$	2.09
Phát vượt công suất định mức tại mực nước chết	$N=2 \times 63.85 \text{ MW} = 127.7 \text{ MW}$ $H=715.16 \text{ m}; Q=20.34 \text{ m}^3/\text{s}$	2.25
Phát vượt công suất định mức tại cột nước thiết kế	$N=2 \times 66 \text{ MW} = 132 \text{ MW}$ $H=731.12 \text{ m}; Q=20.58 \text{ m}^3/\text{s}$	2.23

Từ bảng kết quả tính toán hằng số quán tính đường hầm tương ứng với các chế độ phát điện khác nhau và khả năng phát điện của thiết bị, kết quả bảng 2 cho thấy giá trị trong khoảng $T_w=(2.09s \div 2.25s)$. Kết quả này cho thấy có thể xem xét loại bỏ tháp điều áp, càng phù hợp hơn khi các tổ máy sử dụng tuabin gáo cùng với cơ cấu lái tia để hạn chế lồng tốc. Vì vậy, nhóm

nghiên cứu kiến nghị phương án loại bỏ tháp điều áp. Đồng thời, để đảm bảo điều kiện vận hành an toàn và ổn định lâu dài, kết quả tính toán kiến nghị chọn tỷ số $T_a/T_w=3$. Khi đó, mômen đà (GD^2) sẽ nằm trong khoảng 410 T.m² đến 450 T.m².

3.2 Kiểm tra điều kiện loại bỏ tháp điều áp bằng mô phỏng số

Bảng 3. Các tổ hợp tính toán áp lực nước va

Các chế độ cắt tải	
TH1: Cắt tải toàn bộ công suất	$N=2 \times 60 \text{ MW}; Z_{tl}=MND$
TH2: Cắt tải toàn bộ công suất	$N=2 \times 60 \text{ MW}; Z_{tl}=MNC$
TH3: Cắt tải toàn bộ công suất	$N=2 \times 60 \text{ MW}; Z_{tl}=MNL$
TH4: Cắt tải toàn bộ công suất 110%	$N=2 \times 66 \text{ MW}; Z_{tl}=MND$
TH5: Cắt tải toàn bộ công suất tối đa	$N=2 \times 63.85 \text{ MW}; Z_{tl}=MNC$
Các chế độ tăng tải	
TH6: Tăng tải tổ máy cuối	$N=60 \text{ MW}; Z_{tl}=MND$
TH7: Tăng tải tối đa tổ máy cuối với công suất tối đa	$N=63.85 \text{ MW}; Z_{tl}=MNC$

Bảng 4. Quá trình đóng mở tương ứng với các chế độ chuyển tiếp

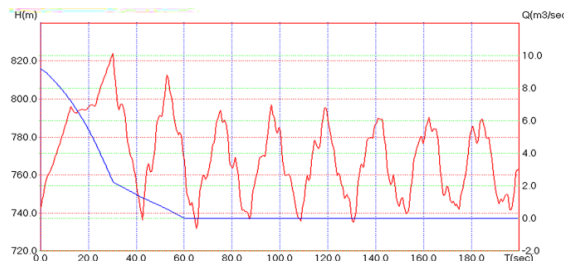
Chế độ chuyển tiếp các tổ máy thủy điện số:	Quá trình đóng mở vòi phun				
		1	2	3	4
1	t(s)	0	0.2	30.9	60.9
	s(%)	73.4	73.4	12	0
2	t(s)	0	0.2	33.75	63.75
	s(%)	79.1	79.1	12	0
3	t(s)	0	0.2	30.2	60.2
	s(%)	72.2	72.0	12	0
4	t(s)	0	0.2	39.85	69.85
	s(%)	91.3	91.3	12	0
5	t(s)	0	0.2	40.2	70.2
	s(%)	92	92	12	0
6	t(s)	0	0.2	39.75	
	s(%)	0	0	79.1	
7	t(s)	0	0.2	46.2	
	s(%)	0	0	92	

Bảy tổ hợp tính toán được phân tích và tổng hợp dưới bảng 3. Trên cơ sở các số liệu được cung cấp, nhóm nghiên cứu tiến hành tính toán mô phỏng, các kết quả về quy trình đóng mở và giá trị áp lực nước va tương ứng của bảy tổ hợp cho dưới bảng 4 và 5, hình 3,4,5.

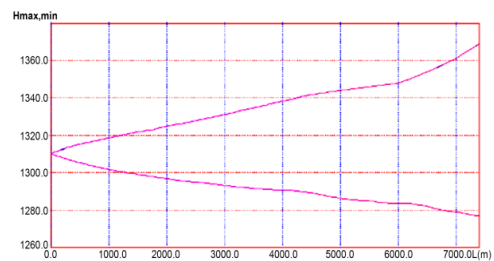
Bảng 5. Các kết quả tính toán nước va và dao động trong tháp điều áp

Chế độ chuyển tiếp	Cột nước tĩnh	Cột nước phát điện	Cao độ đường đo áp tại tuabin		Cột nước áp lực nước va			
	$H_0(\text{m})$	$H_{fd}(\text{m})$	$Z_{\max}(\text{m})$	$Z_{\min}(\text{m})$	$H_{\max}(\text{m})$	$H_{\min}(\text{m})$	$\xi_{\max}(\%)$	$\xi_{\min}(\%)$
	1	2	3	4	5	6	7	8
TH1	760.0	737.41	1364.81	1271.32	819.81	726.32	11.2	-1.5
TH2	742.5	718.69	1349.36	1255.31	804.36	710.31	11.9	-1.2
TH3	765.1	742.83	1369.04	1276.83	824.04	731.83	10.9	-1.5
TH4	760.0	732.18	1362.08	1277.09	817.08	732.09	11.6	0.0

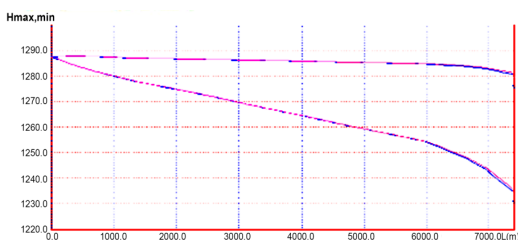
Chế độ chuyển tiếp	Cột nước tĩnh	Cột nước phát điện	Cao độ đường đo áp tại tuabin		Cột nước áp lực nước va			
	$H_0(\text{m})$	$H_{fd}(\text{m})$	$Z_{\max}(\text{m})$	$Z_{\min}(\text{m})$	$H_{\max}(\text{m})$	$H_{\min}(\text{m})$	$\xi_{\max}(\%)$	$\xi_{\min}(\%)$
TH5	742.5	715.16	1343.79	1260.06	798.79	715.06	11.7	0.0
TH6	742.5	718.69	1281.65	1235.12	736.65	690.12	2.5	-4.0
TH7	742.5	715.16	1281.08	1233.82	736.08	688.82	2.9	-3.7



Hình 3. Biểu đồ diễn biến áp lực nước va, lưu lượng qua tổ máy



Hình 4. Biểu đồ phân bố áp lực nước va lớn nhất dọc theo chiều dài TNL



Hình 5. Biểu đồ phân bố áp lực nước va nhỏ nhất dọc theo chiều dài TNL

Kết quả tính toán cho thấy cột nước áp lực nước va lớn nhất xuất hiện ở tổ hợp số 3 là $H_{\max} = 824.0 \text{ m}$ (bảng 5, hình 3). Mức độ gia tăng áp lực nước va tương đối là 10.9% là phù hợp, đảm bảo hạn chế áp lực nước va.

Đường phân bố áp lực lớn nhất dọc theo tuyến năng lượng xuất hiện ở tổ hợp số 3 (bảng 5, hình 4), cao độ đường đo áp lớn nhất là $Z_{\max} = 1369.0 \text{ m}$. Đề nghị sử dụng kết quả phân bố áp lực dọc tuyến năng lượng (TNL) để thiết kế kết cấu gia cố hầm và đường ống lót thép.

Đường phân bố áp lực nhỏ nhất dọc theo tuyến năng lượng xuất hiện ở tổ hợp số 7 (bảng 5, hình 5). Phân bố áp lực nhỏ nhất dọc TNL cho thấy đảm bảo an toàn không xuất hiện áp suất chân không trên tuyến hầm đoạn từ cửa lấy nước (CNN) đến giếng đứng.

Vận tốc vượt tốc tạm thời lớn nhất của tổ máy xuất hiện ở tổ hợp số 4 (cắt tải 110% cả hai tổ máy) $n_{\max} = 839.0$ vòng/phút. Vượt tốc tạm thời tương đối lớn nhất nhỏ hơn 40%, kết quả trên là hợp lý và đảm bảo trong phạm vi cho phép.

Với kết quả mô phỏng này có thể thấy rằng các giá trị về phân bố và giá trị nước va là hợp lý và đảm bảo trong phạm vi cho phép, và không cần phải xây TĐA.

3.3 Kết quả tính toán đảm bảo điều chỉnh ổn định tổ máy

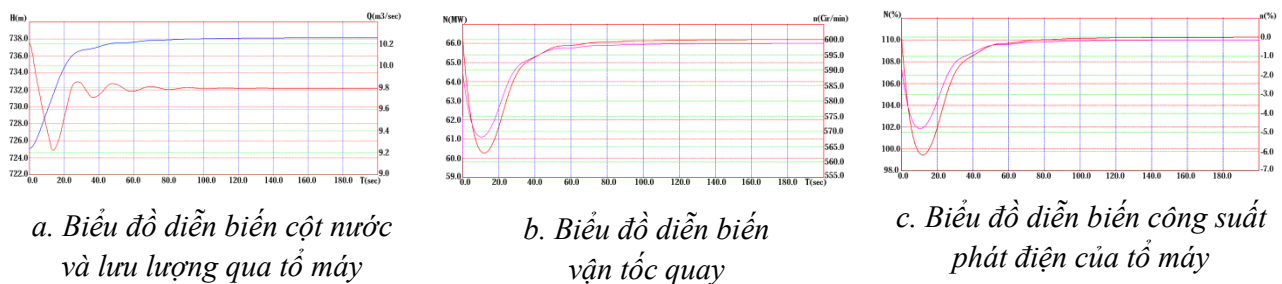
Bảng 6. Các tổ hợp tính toán đảm bảo điều chỉnh ổn định tổ máy

Tổ hợp tính	Thông số
TH8: Khởi động tổ máy, kiểm tra ổn định khi khi tốc độ quay từ 48Hz lên 50Hz.	Khi 01 tổ máy đang phát điện với công suất $N=60\text{MW}$ thì khởi động tổ máy số 2 đến không tải và vận tốc quay đạt vận tốc quay đồng bộ chuẩn bị hòa lưới; kiểm tra độ ổn định khi đưa tốc độ từ 48Hz lên 50Hz (tốc độ định mức).
TH9: Điều chỉnh công suất đến vượt tải từ công suất định mức, khi mực nước hồ chứa là MND.	Khi 02 tổ máy đang phát điện với công suất $N=2 \times 60\text{MW}$; nâng công suất tổ máy đến công suất vượt tải 110% $N=2 \times 66\text{MW}$; cao trình mực nước thượng lưu là MND.

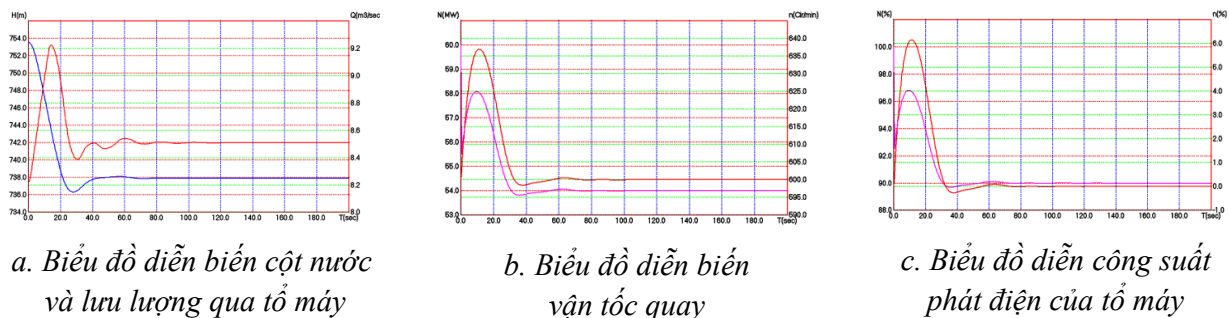
Tổ hợp tính	Thông số
TH10: Điều chỉnh giảm công suất từ công suất định mức khi mực nước hồ chứa là MND	Khi 02 tổ máy đang phát điện với công suất $N=2 \times 60 \text{ MW}$; hạ 10% công suất tổ máy đến công suất $N= 2 \times 54 \text{ MW}$; cao trình mực nước thượng lưu là MND.



Hình 6. Kết quả tính toán chế độ chuyển tiếp số 8



Hình 7. Kết quả tính toán chế độ chuyển tiếp số 9



Hình 8. Kết quả tính toán chế độ chuyển tiếp số 10

Ngoài các điều kiện về đảm bảo giới hạn nước va thì cần thiết phải kiểm tra các điều kiện đảm bảo ổn định điều chỉnh tổ máy. Ba tổ hợp tính toán (tổ hợp số 8 đến tổ hợp số 10) được cho dưới bảng 6. Các kết quả tương ứng cho dưới đồ thị từ hình 6 đến hình 8.

Các kết quả từ hình 6 đến hình 8 cho thấy các tổ máy đáp ứng tốt các điều kiện ổn định khi khởi động và điều chỉnh công suất. Thời gian điều chỉnh ổn dao động từ 80 giây đến 120 giây, độ lệch tần số tức thời trong khoảng -6% đến +6% là hơi lớn. Do đó, cần xem xét tăng mômen đà GD^2 của tổ máy lên 450 T.m².

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã xây dựng và sử dụng chương trình TRANSIENTS Ver 8.0 để tính toán xác định phân bố và giá trị nước va cho TTD Nậm Mô 2. Các kết quả đạt được gồm:

(1) Thông qua kết quả tính toán lý thuyết và mô phỏng, kiến nghị không cần xây dựng tháp điều áp cho TTD Nậm Mô 2.

(2) Nghiên cứu đã đề xuất được giới hạn vùng làm việc để có thể nâng cao hiệu suất và đảm bảo các điều kiện an toàn điều chỉnh tổ máy như sau: Tại mực nước thượng lưu là mực nước dâng bình thường, nhà máy có khả năng phát công suất vượt

tải 110%. Tại mực nước thượng lưu là mực nước chết, nhà máy chỉ phát công suất tối đa công suất tương ứng độ mở đến 92%.

(3) Nghiên cứu đã đề xuất được quy luật đóng khẩn cấp vòi phun gồm 02 đoạn (hình 2) với độ trễ 0.2s, đồng thời đề xuất thời gian cơ cấu lái tia

nước của tuabin gáo cắt tia ra khỏi bánh xe công tác trong khoảng thời gian nhỏ hơn 2.5 giây khi cắt tải sự cố.

(4) Để đảm bảo vận hành ổn định, an toàn lâu dài, nghiên cứu đề xuất chọn mômen đà tổ máy GD^2 trong khoảng 410 t.m² đến 450 t.m².

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hồ, D. S., Nguyễn, H. D., Huỳnh, L. T., & Phan, N. K. (n.d.). *Công trình Trạm Thủy điện*. Hà Nội: Nhà xuất bản xây dựng.
- Nguyễn, S. V., Nguyễn, N. T., & Hồ, M. S. (2020). *Bài giảng tin học ứng dụng trong Thủy điện*. Hà Nội.
- A Santolin, G. C. (2009). *Numerical investigation of the interaction between jet and bucket in a Pelton turbine*. Power and Energy, 722-728.
- Athanasios V. Nesiadis, Dimitrios E. Papantonis, & Dimitrios E. Papantonis. (2011). *Numerical study of the effect of spear valve design on the free jet flow characteristics in impulse hydroturbines*. 7th GRACM International Congress on Computational Mechanics. Athens.
- Chen Sheng, J. J. (2013). *Optimization of two stage closure law of wicket gate and application*.
- S Petley, A Panagiotopoulos, A Panagiotopoulos, A Panagiotopoulos, G A Aggidis, G A Aggidis, et al. (2021). *Investigating the influence of the jet from three nozzle and spear design configurations on Pelton runner performance by numerical simulation*. 29th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems. Earth and Environmental Science 240.
- Saroj Chalise, D. L. (2019). *Optimization of Closure Law of Guide Vanes for an Operational Hydropower Plant of Nepal*. 9(5).
- Židonis, A., D. S. Benzon, A. Panagiotopoulos, A. Panagiotopoulos, A. Panagiotopoulos, J.S. Anagnostopoulos, et al. (2015). *Experimental investigation and analysis of the spear valve design on the performance of Pelton turbines: 3 case studies*. UK.

Abstract:

EVALUATING THE DISTRIBUTION OF WATER HAMMER PRESSURE IN THE PRESSURE PENSTOCK AND CHECKING CONDITIONS TO ENSURE STABLE ADJUSTMENT OF THE HYDROPOWER UNIT BY TRANSIENT NUMERICAL SIMULATION

This study uses the Transient numerical simulation software to analyze and evaluate the distribution of water hammer pressure in the pressure pipeline of Nam Mo 2 Hydropower Station. From the above results, the authors have proposed solutions to improve the project exploitation efficiency. At the same time, the study also provides the conditions to ensure stable adjustment for the unit related to the nozzle opening and closing process, the limit of the turbine's working zone and the reasonable value of the momentum torque. In this study, we have studied and applied the method of characteristic curve system of water hammer wave transmission equations, modeled the diagrams, elementalized, and set up the program in Visual basic language. The calculation program includes the torque and flow characteristics of the turbine, the unit control system, the hydraulic and geometrical properties of all the details of the pressure system, the elasticity of the water and the pipe shell. Compared with the theoretical and experienced results, the numerical simulation results by this software are reliable and have been widely applied in practice.

Keywords: Water hammer, Hydropower station, turbine, unit.

Ngày nhận bài: 30/9/2021

Ngày chấp nhận đăng: 24/10/2021