



MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TUỐC BIN NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN ĐÔNG TRIỀU BẰNG MATLAB SIMULINK

Khổng Cao Phong, Phan Thị Mai Phương

Trường ĐH Mỏ - Địa chất

E - mail: khongcaophong@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Nâng cao hiệu suất năng lượng của các nhà máy nhiệt điện đang hoạt động nổi lên như một giải pháp chính để dần dần giảm thiểu khí thải CO₂. Bài báo này tiến hành nghiên cứu về các quá trình nhiệt động học trong các nhà máy nhiệt điện và xây dựng một mô hình mô phỏng cho hệ thống tuốc bin. Kết quả mô phỏng cho thấy sự tương thích giữa các thông số thiết kế và mô phỏng. Mô hình cũng cho thấy khả năng mô phỏng quá trình động của hệ thống khi điều chỉnh công suất của nhà máy bằng cách điều chỉnh lưu lượng hơi nước.

Từ khóa: mô phỏng, nhiệt điện, hiệu suất năng lượng, tuốc bin hơi.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kể từ hội nghị COP26 của Ủy ban Biến đổi Khí hậu Liên hiệp quốc (UNFCCC), Việt Nam đã cam kết tham gia vào các nỗ lực toàn cầu để giảm phát thải CO₂ và ứng phó với biến đổi khí hậu. Một trong những biện pháp giảm phát thải là cải thiện hiệu suất năng lượng. Việc nghiên cứu nâng cao hiệu suất cho các nhà máy nhiệt điện nằm trong nhóm giải pháp này.

Nhiệt điện chiếm một tỉ trọng lớn trong lưới điện quốc gia của Việt Nam và là các nguồn phát thải lớn lượng khí CO₂.

Các nhà máy nhiệt điện có thể nâng cao hiệu suất, giảm lượng phát thải CO₂ thông qua các giải pháp về loại nhiên liệu, công nghệ sản xuất, các biện pháp kiểm soát ô nhiễm... Đối với các nhà máy đang hoạt động, nhiệt độ hay lưu lượng dòng nước làm mát tạo ra sự thay đổi áp suất tại bình ngưng. Sự thay đổi này tạo ra sự hay đổi về hiệu suất của nhà máy. Sử dụng phần mềm mô phỏng Engineering Equation Solver (EES), Omar J Khaleel cùng nhóm nghiên cứu đã chỉ ra việc tăng áp suất bình ngưng từ 0,03 bar lên 0,2 bar sẽ làm giảm hiệu suất biến đổi của nhà máy nhiệt điện từ 44% xuống 31% [5]. Bằng cách xây dựng mô hình toán học của hệ thống và phần mềm Matlab R12, S. Bekdemir, R. Öztürk, Z. Yumurtac đã phân tích được ảnh hưởng của áp suất bình ngưng tới chi phí và giá thành năng lượng thu được [1]. Vikram Haldkar cùng nhóm nghiên cứu đã thực hiện phân

tích các thông số kỹ thuật, dải hoạt động, hiệu suất nhà máy nhiệt điện; phân tích ảnh hưởng của đặc tính của bình ngưng, tháp làm mát, lưu lượng nước làm mát đến áp suất đầu ra đến công suất và hiệu suất năng lượng. Từ đó các tác giả thực hiện tính toán phân tích lựa chọn chế độ làm việc để nâng cao hiệu suất nhà máy. Kết quả phân tích cho trường hợp nhà máy nhiệt điện Rayapati ở Rajnandagon, Ấn Độ cho kết quả là nếu chọn chế độ lưu lượng nước làm mát 1.800 m³/h thay vì 1.536,45 m³/h có thể tiết kiệm được 7.326.048 Rupee/năm [3].

Một trong những giải pháp tìm chế độ làm việc tối ưu cho nhà máy nhiệt điện là việc mô hình hóa, mô phỏng được nhiệt động lực học của quá trình biến đổi năng lượng trong hệ thống. Để thực hiện các mô phỏng này thường đòi hỏi phải có các phần mềm chuyên dụng phù hợp với giá thành cao. Dan Hou cùng nhóm nghiên cứu đã thực hiện phân tích chu trình nhiệt cho nhà máy nhiệt điện dựa trên phần mềm Aspen Plus [4]. Kết quả mô phỏng và dữ liệu thực tế có sai lệch đều nhỏ hơn 10% cho thấy độ tin cậy của phần mềm. Phân tích kết quả mô phỏng cũng chỉ ra hiệu suất nhiệt tổng hợp của toàn hệ thống là 21% với tổn thất cao nhất nằm ở nồi hơi và tuốc bin. Trong [6], C. Yang và cộng sự sử dụng phần mềm Dymola mô phỏng được đặc tính hệ thống điều khiển tự động phát điện cho nhà máy 300MW. Để bỏ qua hạn chế của các phần mềm chuyên dụng với giá thành cao, thiếu

chủ động trong việc phát triển các module tích hợp, trong [8], Marius Zoder cùng cộng sự đã nghiên cứu phát triển chương trình mô phỏng phân tích chu trình nhiệt cho nhà máy nhiệt điện dựa trên hệ thống mã nguồn mở miễn phí. Mô hình mô phỏng bằng Python của nhóm nghiên cứu đã phân tích được quá trình nhiệt động học của hệ thống cho kết quả thu được tương thích với dữ liệu ghi nhận từ hệ thống thực.

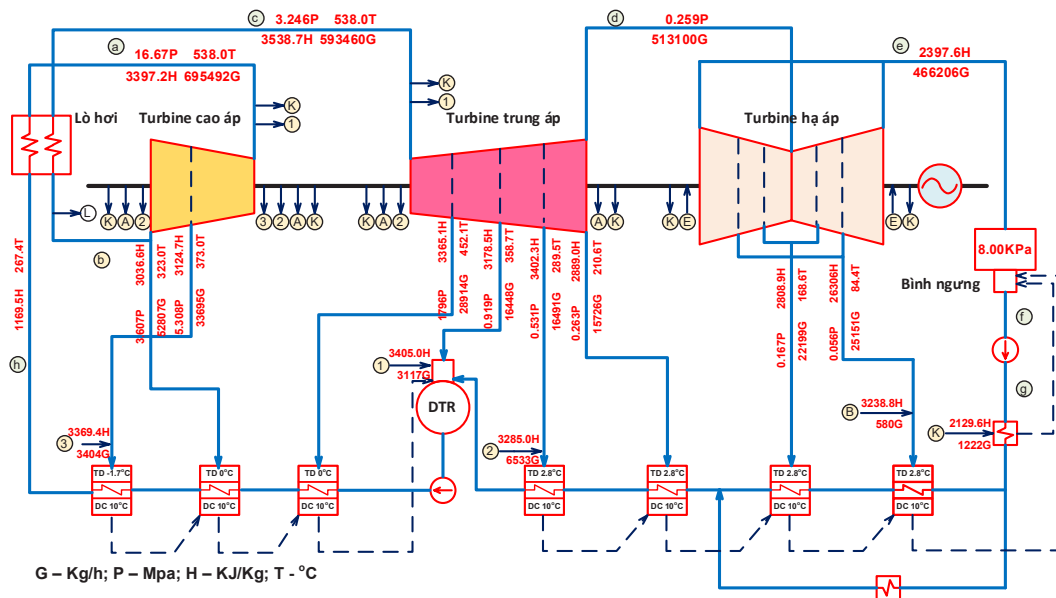
Với định hướng nghiên cứu tối ưu hiệu suất làm việc của các nhà máy nhiệt điện Việt Nam, giảm lượng phát thải khí CO₂, bài báo này trình bày việc xây dựng mô hình mô phỏng cho hệ thống tuốc bin

hơi của Nhà máy nhiệt điện Đông Triều công suất 440 MW.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Để thực hiện mô phỏng cho hệ thống tuốc bin, nhóm tác giả thực hiện phương pháp phân tích lý thuyết, phương pháp mô hình hóa, mô phỏng hệ thống bằng Matlab Simulink về chu trình nhiệt theo cấu trúc tuốc bin của nhà máy nhiệt điện. Sử dụng bộ tham số của Nhà máy nhiệt điện Đông Triều, nhóm tác giả đã thực hiện mô phỏng và lấy kết quả để so sánh với tham số vận hành của nhà máy.

a. Sơ đồ nhiệt nguyên lý nhà máy nhiệt điện



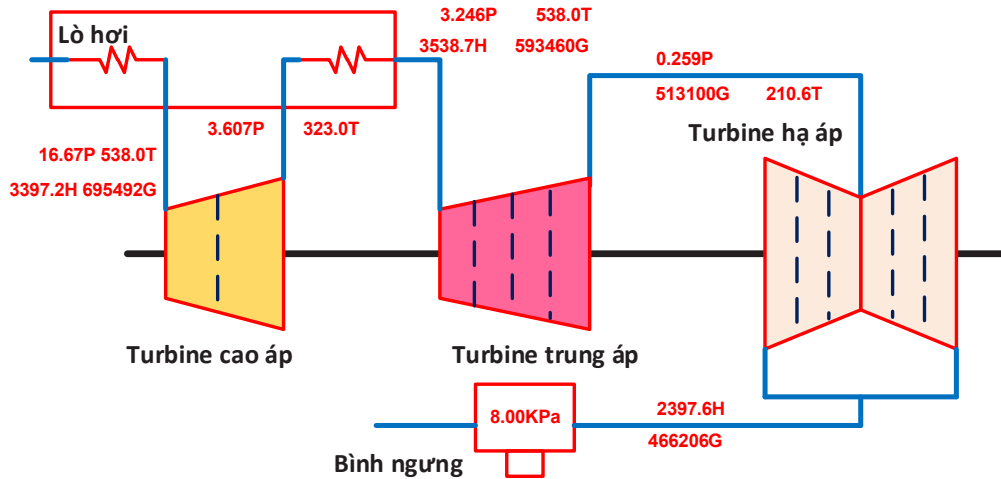
Hình 1. Sơ đồ nhiệt nguyên lý của nhà máy nhiệt điện Đông Triều.

Trên Hình 1 là sơ đồ nguyên lý Nhà máy nhiệt điện Đông Triều. Trong đó hơi nước với áp suất và nhiệt độ cao được sinh ra tại lò hơi sẽ cấp vào cho tuốc bin hơi. Tại tuốc bin hơi, hơi nước được giãn nở xuống các áp suất thấp hơn và sinh công trên trục tuốc bin. Sau khi giãn nở hơi nước được hệ thống bình ngưng thu gom và chuyển đổi về dạng lỏng. Nước ngưng và nước bổ sung (do hao hụt trong chu trình) sẽ được bơm vào bình ngưng và bơm cấp đưa qua hệ thống trao đổi nhiệt, bình tách khí và cấp trở lại vào lò hơi.

Trong sơ đồ nhiệt nguyên lý của nhà máy, hệ thống được phân tích, mô phỏng trong bài báo này là hệ thống tuốc bin hơi được thể hiện như trên Hình 2 với 03 tầng cánh tuốc bin, thực hiện 03 giai

đoạn giãn nở ở các thông số, nhiệt độ, áp suất hơi khác nhau.

Mục tiêu mô phỏng trong nghiên cứu này được giới hạn là tính toán, phân tích các thông số hoạt động của hệ thống tuốc bin ở các chế độ làm việc khác nhau và công suất cơ học tương ứng cung cấp cho hệ thống máy phát điện. Với mục tiêu này, giả thiết hệ thống tuốc bin được cung cấp hơi nước cao áp từ lò hơi với nhiệt độ được ổn định bởi hệ thống điều khiển lò hơi là không đổi (538 °C), lưu lượng khối lượng hơi được điều chỉnh thông qua van hơi khi hệ thống điều chỉnh công suất phát. Tương ứng với các chế độ công suất phát khác nhau áp suất và lưu lượng khối lượng của hơi nước cấp vào cũng như ở các tầng tuốc bin sẽ



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc hệ thống mô phỏng turbine hơi.

thay đổi giảm về áp suất ở đầu ra. Áp suất đầu ra này được ổn định bởi hệ thống điều khiển của bình ngưng. Để nâng cao hiệu suất của chu trình nhiệt tước bin, hệ thống tái gia nhiệt cho hơi nước được sử dụng giữa tầng cao áp và hạ áp. Hơi nước ở đầu ra của tầng cao áp được đưa trở lại lò hơi thông qua bộ quá nhiệt trung gian để gia nhiệt tăng trở lại 530 °C.

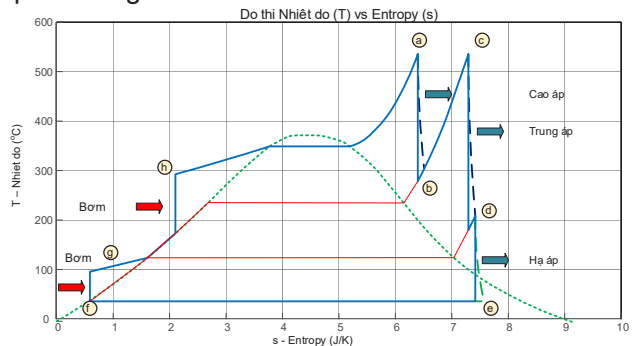
b. Giảm đồ giãn nở tước bin hơi

Dựa trên lý thuyết nhiệt động học với chu trình Clausinus-Rankine, hơi nước trong mỗi tầng tước bin sẽ giãn nở từ nhiệt độ cao T_{in} , áp suất lớn p_{in} xuống nhiệt độ thấp T_{out} , áp suất nhỏ p_{out} . Quá trình này sẽ làm giảm năng lượng khả biến của hơi nước, enthalpy, một lượng $\Delta h = h_{in} - h_{out}$. Công suất nhiệt động lực học của tầng tước bin tương ứng sẽ là:

$$P_h = n \cdot (h_{in} - h_{out}) = n \cdot \Delta h \quad (1)$$

Trong trường hợp lý tưởng quá trình giãn nở được coi là đẳng entropi, entropi không thay đổi. Sử dụng module tính toán Xteam của Holmgren tính toán thông số hơi theo tiêu chuẩn IAPWS IF97, đồ thị giãn nở hơi nước tước bin (T-s) được biểu diễn như trên H.3. Trong đó, điểm (a)/(b) tương ứng nhiệt độ, entropi đầu vào/ra tầng tước bin cao áp. (c) tương ứng với thông số hơi đầu ra của bộ quá nhiệt trung gian được cấp cho tầng tước bin trung áp. Hơi nước tiếp tục được giãn nở trong tầng tước bin trung áp và hạ áp lần lượt về điểm (d) và (e). Tại (e) hơi nước được bình ngưng chuyển về trạng thái lỏng và giảm entropi về (f). Hai bơm tuần hoàn cùng với các hệ thống trao đổi nhiệt lần lượt đưa thông số nước lên điểm

(g) và (h). Lò hơi sau đó tiếp tục hóa hơi và gia nhiệt tới nhiệt độ của điểm (a), hoàn thành một chu trình Rankine. Trong đó năng lượng đưa vào chu trình Rankine thông qua các quá trình bơm và gia nhiệt. Năng lượng được chuyển đổi thành cơ năng trên trục tước bin cao/trung/hạ áp thông qua quá trình giãn nở hơi nước.



Hình 3. Chu trình Clausinus-Rankine Nhà máy nhiệt điện Đồng Triều.

c. Xây dựng mô hình mô phỏng

Để thực hiện mô phỏng quá trình nhiệt động của hệ thống tước bin, cấu trúc của tước bin được chia thành các module: Cao áp; Bộ quá nhiệt; Trung áp và Hạ áp. Mỗi module đều được coi là một cấu trúc nhiệt động học. Các đầu vào của module là nhiệt độ (T_{in}), lưu lượng khối lượng hơi ($n_{in}^{\&}$), áp suất đầu vào (p_{in}) và lưu lượng nhiệt cấp ($Q_{in}^{\&}$) Cho trường hợp bộ quá nhiệt). Các đầu ra của module là nhiệt độ (T_{out}), lưu lượng khối lượng ($n_{out}^{\&}$), áp suất đầu ra (p_{out}) và Công suất cơ học sinh ra do quá trình biến đổi nhiệt năng thành cơ năng (P).

Quan hệ giữa đầu vào và đầu ra của các module được thể hiện thông qua mối quan hệ khối lượng áp suất hơi và các phương trình đặc trưng của hơi lý tưởng pV/T. Trong đó: (1). Khối lượng hơi nước tích trữ trong mỗi module được xác định theo [7]; Chênh lệch áp suất đầu ra của module tỉ lệ với khối lượng hơi tích trữ K_{pm} ; (3). Lưu lượng khối lượng đầu vào của mỗi module được xác định gần đúng

theo Stodola xác định như [2]. Giả thiết sự giãn nở hơi nước ở trong hệ thống tuốc bin là đẳng entropi, thì nhiệt độ của hơi khi thực hiện quá trình giãn nở có thể được coi như quan hệ nhiệt độ và áp suất của hơi lý tưởng; (5). Công suất cơ sinh ra do quá trình giãn nở được xác định bằng tích của chênh lệch enthalpi đầu vào (h_{in}) và enthalpi đầu ra (h_{out}) và lưu lượng khối lượng hơi chạy qua tuốc bin (6).

$$m(t) = \int (\dot{m}_{in}(\tau) - \dot{m}_{out}(\tau)) d\tau \tag{1}$$

$$p(t) = K_{pm} m(t) = K \int (\dot{m}_{in}(\tau) - \dot{m}_{out}(\tau)) d\tau \tag{2}$$

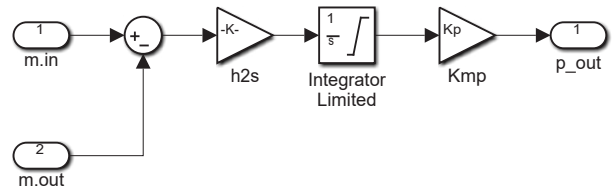
$$\dot{m}_{in} = K_{mp} \sqrt{\frac{P_{in}^2 - P_{out}^2}{T_{in}}} \tag{3}$$

$$\frac{T_{out}}{T_{in}} = \left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right)^{\frac{k-1}{k}} \tag{4}$$

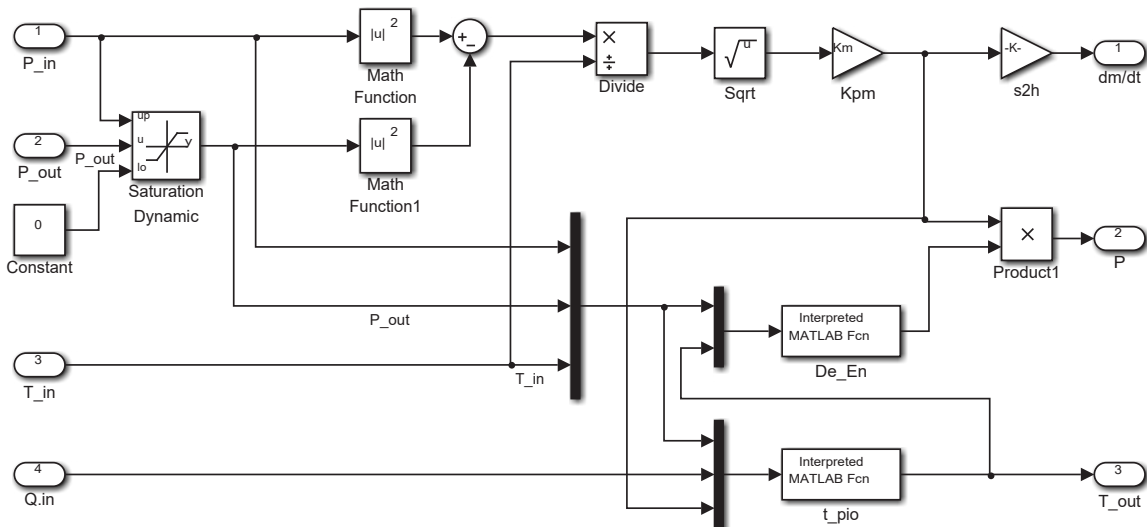
$$P = \dot{m}(h_{in} - h_{out}) \tag{5}$$

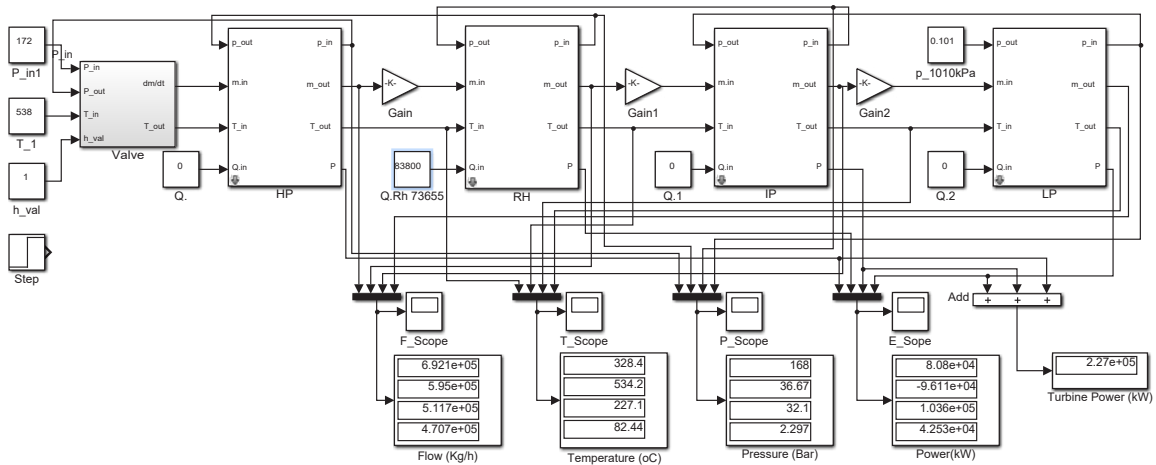
Trong đó: k là hệ số giãn nở được xác định bằng tỉ số giữa nhiệt dung riêng đẳng áp C_p và nhiệt dung riêng đẳng tích C_v ($k=C_p/C_v$).

Dựa vào các công thức lý thuyết như ở các công thức ở trên, sơ đồ cấu trúc mô phỏng bằng Matlab được xây dựng. Theo quan hệ giữa áp suất và lưu lượng khối vào ra của module ở (3) cấu trúc Simulink được thể hiện ở H.4.



H.4. Cấu trúc mô phỏng lưu lượng khối – áp suất





Hình 6. Cấu trúc mô phỏng hệ thống tuốc bin bằng Matlab Simulink

Theo các công thức (4) (5) và (6) sơ đồ cấu trúc mô phỏng việc tính toán các giá trị lưu lượng khối (dm/dt), nhiệt độ đầu ra (T_{out}), công suất cơ (P) được xây dựng như Hình 5.

Tổng hợp cấu trúc mô phỏng cho hệ thống tuốc bin nhà máy nhiệt điện có cấu trúc như H.6 với 04 module nhiệt động học: Cao áp (HP); Quá nhiệt (RH); Trung áp (IP); và Hạ áp (LP). Đầu vào của hệ thống được liên kết bởi các khâu khuếch đại thể hiện lượng hơi suy hao sau mỗi module (do tổn thất, hơi cấp cho module trao đổi nhiệt). Ở đầu vào của hệ thống hơi từ lò hơi có thông số

ổn định sẽ được cấp thông qua một module van (Valve). Đầu ra của hệ thống là áp suất của bình ngưng (giả thiết được điều chỉnh ổn định áp suất không đổi).

Các khối hiển thị thể hiện các giá trị lưu lượng khối, nhiệt độ, áp suất, công suất ở đầu ra của mỗi tầng tuốc bin.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sử dụng mô hình được mô phỏng với các thông số của Nhà máy nhiệt điện Đông Triều với các thông số chính (Bảng 1):

Bảng 1. Thông số chính hệ thống tuốc bin Nhà máy nhiệt điện Đông Triều

Hạng mục	Đơn vị	Thông số	
Mã hiệu tubin		N226-16.7/538/538	
Công suất định mức (TMCR)	MW	226	
Công suất cực đại (VWO)	MW	236	
Thông số hơi định mức	MPa/°C	16,7/538	
Thông số hơi tái nhiệt (trước van RSV)	MPa/°C	3,246/538	
Áp suất hơi thoát về bình ngưng (thiết kế ở nhiệt độ nước làm mát tuần hoàn tại 30°C)	kPa	8	
Lưu lượng hơi mới định mức(TMCR)	t/h	695,5	
Lưu lượng hơi mới cực đại(VWO)	t/h	716,4	
Phân phối hơi trong tua-bin	Điều chỉnh bằng các van điều tiết		
Tốc độ quay	Vòng/ phút	3000	
Hệ thống gia nhiệt	3 bộ gia nhiệt cao áp, 1 bình khử khí và 4 bình gia nhiệt hạ áp		
Bơm cấp	Bơm điện động điều tốc bằng khớp nối thủy lực 3x50% B-BCR		
Phương thức liên kết tua-bin với bình ngưng	Liên kết gián nở		

Để có thể mô hình hóa hệ thống tuốc bin cho nhà máy, thông số trạng thái thiết kế của tuốc bin ở các chế độ khác nhau được sử dụng. Sử dụng các thông số ở chế độ đầy tải (Thermal Maximum Continuous Rating – TMCR) để hiệu chỉnh các tham số K_{mp} , K_{pm} của các module trong mô hình sao

$$e = \frac{x_d - x_s}{x_d} \times 100\% \tag{6}$$

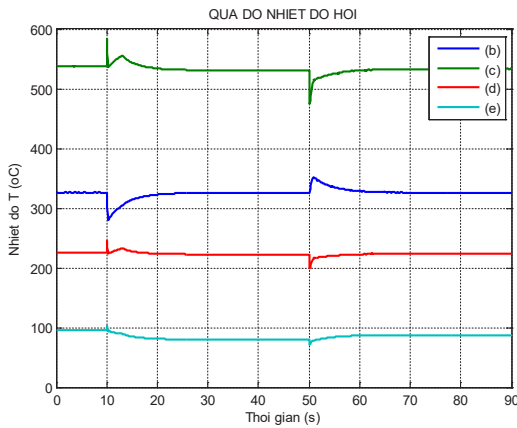
Cũng trong Bảng 2 là kết quả mô phỏng mô hình với các tham số xác định ở trên được kiểm chứng lại với các thông số tính toán của nhà máy ở các chế độ làm việc 75%, 60%, 50% chế độ định mức. Sai lệch thông số giữa chế độ mô phỏng và thông số tính toán của nhà máy được thể hiện ở các cột tương ứng

Kết quả thu được cho thấy sai lệch ở các điểm thông số trạng thái của hệ thống nhỏ hơn 10% nên có thể sử dụng để mô phỏng các trạng thái của hệ thống tuốc bin.

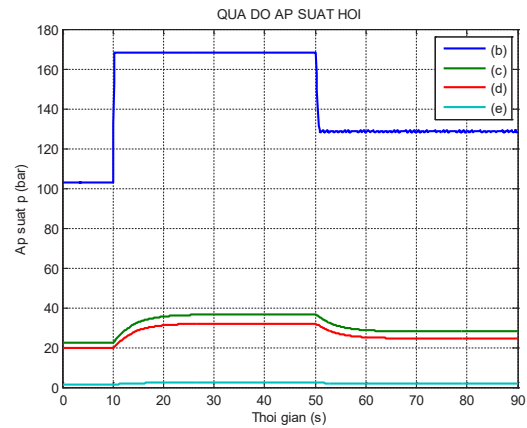
Trên cơ sở kết quả đạt được, mô hình được sử

dụng để mô phỏng quá trình điều chỉnh công suất của hệ thống tuốc bin. Bài toán mô phỏng này thực hiện mô phỏng tuốc bin đang hoạt động ở 60% TMCR, ở thời điểm $t=30$ s công suất được nâng lên 100% TMCR và đến $t=80$ s công suất giảm về 75% TMCR.

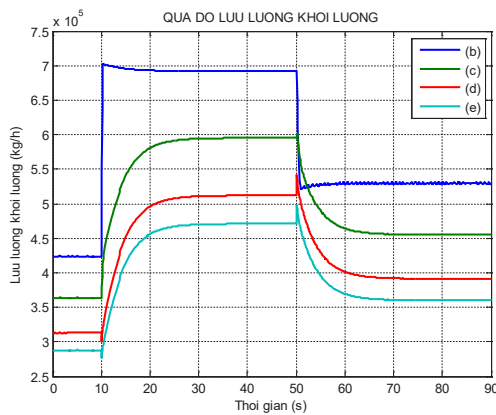
Kết quả mô phỏng ghi lại quá trình thay đổi nhiệt độ, áp suất, lưu lượng khối và công suất cơ ở các đầu ra của mỗi module tương ứng với các điểm (b) (c)(d) và (e) trên H.1. Ngoài ra ở H.10 có biểu diễn kết quả tổng hợp công suất đầu ra của tuốc bin. Từ H.7 đến H.10 là các đồ thị kết quả mô phỏng đó.



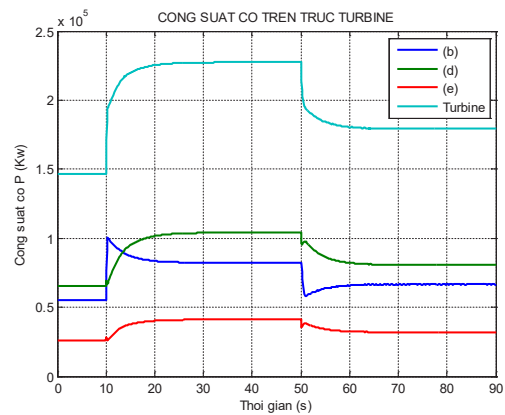
Hình 7. Quá trình quá độ nhiệt độ hơi tuốc bin



Hình 8. Quá trình quá độ áp suất hơi tuốc bin



Hình 9. Quá trình quá độ lưu lượng khối lượng hơi tuốc bin



Hình 10. Quá trình quá độ công suất cơ trên trục tuốc bin

Kết quả giá trị mô phỏng hệ thống tuốc bin Nhà máy nhiệt điện Đông Triều trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả giá trị mô phỏng hệ thống tuốc bin Nhà máy nhiệt điện Đông Triều

Vị trí	Tham số	Giá trị thiết kế	Giá trị mô phỏng	Sai số e	Sai số mô phỏng		
					75% TMCR	60% TMCR	50% TMCR
Tuốc bin	Công suất (MW)	230.506	227.000	-1.5%	1.2%	3.2%	4.0%
Đầu ra tuốc bin cao áp (b)	Nhiệt độ T(°C)	323.0	328.4	1.7%	2.9%	1.2%	-8.6%
	Áp suất p (bar)	36.07	36.67	1.7%	1.6%	0.9%	-0.1%
	Lưu lượng khối lượng $m^{\dot{}}$ (kg/h)	695492	692100	-0.5%	1.3%	1.3%	1.4%
Đầu ra hơi tái nhiệt (c)	Nhiệt độ T(°C)	538.0	534.2	-0.7%	-0.3%	0.4%	0.7%
	Áp suất p (bar)	32.4	32.1	-0.9%	-1.1%	-2.0%	-2.8%
	Lưu lượng khối lượng $m^{\dot{}}$ (kg/h)	593460	595000	0.3%	0.5%	-0.6%	-1.3%
Đầu ra tuốc bin trung áp (d)	Nhiệt độ T(°C)	210.6	227	7.8%	7.2%	7.3%	-2.7%
	Áp suất p (bar)	2.59	2.397	-7.5%	-7.5%	-7.6%	-6.5%
	Lưu lượng khối lượng $m^{\dot{}}$ (kg/h)	513100	511700	-0.3%	-1.4%	-3.3%	-4.7%
Đầu ra tuốc bin hạ áp (e)	Nhiệt độ T(°C)	84.4	82.49	-2.3%	3.9%	4.6%	2.4%
	Áp suất p (bar)	0.08	0.08	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Lưu lượng khối lượng $m^{\dot{}}$ (kg/h)	466206	470700	1.0%	-1.3%	-4.1%	-6.2%

Ghi chú: Dấu chấm “ . “ là dấu thập phân

Kết quả mô phỏng cho thấy quá trình quá độ các thông số của tuốc bin hơi trong quá trình điều chỉnh công suất thông qua việc điều chỉnh lượng hơi cấp. Trong đó:

- Nhiệt độ tại các tầng tuốc bin thay đổi ít so với các thông số còn lại trong quá trình điều chỉnh;
- Áp suất tầng cao áp lớn hơn nhiều so với tầng trung và hạ áp;
- Lưu lượng khối lượng giảm dần qua các tầng cao áp, trung áp và hạ áp;
- Công suất cơ sinh ra lớn nhất trên tầng trung áp;

Đáp ứng của hệ thống tuốc bin hơi là tương đối nhanh. Tuy nhiên trong mô phỏng ở đây đã giả lập quá trình cấp hơi thay đổi đột ngột (hàm bước nhảy). Trong thực tế quá trình này được cấp với tốc độ chậm hơn nhiều do quán tính của van và để tránh các xung áp lực làm hỏng hệ thống.

4. KẾT LUẬN

➢ Bài báo đã thực hiện nghiên cứu cơ sở lý thuyết về chu trình nhiệt của nhà máy nhiệt điện. Trên cơ sở lý thuyết về chu trình nhiệt nhà máy, đã tiến hành phân tích nguyên lý nhiệt của hệ thống tuốc bin hơi để tiến hành mô phỏng quá trình nhiệt động trên tuốc bin. Mô hình mô phỏng đã được thực hiện với trường hợp nghiên cứu là tuốc bin hơi của Nhà máy nhiệt điện Đông Triều. Các kết quả mô phỏng đã thực hiện phù hợp với các thông số tính toán thiết kế của nhà máy;

➢ Kết quả đạt được của việc mô hình hóa mô phỏng hệ thống tuốc bin hơi sẽ là cơ sở cho việc tiến hành mô hình hóa mô phỏng toàn bộ chu trình nhiệt của nhà máy nhiệt điện. Dựa vào mô hình các nhà máy có thể tiến hành phân tích lựa chọn các chế độ vận hành tối ưu theo các điều kiện hoạt động cụ thể để từ đó nâng cao hiệu suất của hệ thống, giảm phát thải khí CO₂ trong quá trình sản xuất. Việc mô phỏng chính xác cũng sẽ là cơ sở để tiến hành xây dựng các mô hình số song sinh cho nhà máy (Digital Twin) □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bekdemir, Ş., Öztürk, R. and Yumurtac, Z. (2003) 'Condenser optimization in steam power plant', *Journal of Thermal Science*, 12(2), pp. 176–178. doi: 10.1007/s11630-003-0062-4.
2. Chaibakhsh, A. and Ghaffari, A. (2008) 'Steam tuốc bin model', *Simulation Modelling Practice and Theory*. Elsevier B.V., 16(9), pp. 1145–1162. doi: 10.1016/j.simpat.2008.05.017.
3. Haldkar, V. *et al.* (2013) 'An Energy Analysis of Condenser', *International Journal of Thermal Technologies*, 3(4), pp. 120–125.
4. Hou, D. *et al.* (2012) 'Exergy analysis of a thermal power plant using a modeling approach', *Clean Technologies and Environmental Policy*, 14(5), pp. 805–813. doi: 10.1007/s10098-011-0447-0.
5. Khaleel, O. J., Basim Ismail, F. and Khalil Ibrahim, T. (2021) 'Energy and exergy assessment of the Coal-Fired power plant based on the effect of condenser pressure', *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 44(8), pp. 69–77.
6. Yang, C. *et al.* (2023) 'Performance Analysis of a 300 MW Coal-Fired Power Unit during the Transient Processes for Peak Shaving', *Energies*, 16(9). doi: 10.3390/en16093727.
7. Zimmer, G. (2008) 'Modelling and simulation of steam tuốc bin processes: Individual models for individual tasks', *Mathematical and Computer Modelling of Dynamical Systems*, 14(6), pp. 469–493. doi: 10.1080/13873950802384001.
8. Zoder, M. *et al.* (2018) 'Simulation and exergy analysis of energy conversion processes using a free and open-source framework-Python-based object-oriented programming for gas- and steam tuốc bin cycles', *Energies*, 11(10). doi: 10.3390/en11102609.

SIMULATE THE TURBINE SYSTEM FOR DONG TRIEU THERMAL POWER PLANT WITH MATLAB SIMULINK

Khong Cao Phong, Phan Thị Mai Phuong
Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT

Improving the energy efficiency of operating thermal power plants has become a crucial strategy for gradually reduce CO₂ emissions. The article conducts research on thermodynamic processes in thermal power plants and develops a simulation model for the turbine system. The Simulation results show a compatibility between the design and the simulation parameters. The model also shows the ability to simulate the dynamic process of the system when adjusting the plant capacity by adjusting the steam flow.

Keywords: simulation, thermal power plant, energy efficiency, steam turbine

Ngày nhận bài: 24/4/2024;

Ngày gửi phản biện: 26/4/2024;

Ngày nhận phản biện: 25/5/2024;

Ngày chấp nhận đăng: 03/6/2024.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.