

ĐÁNH GIÁ TRIỂN VỌNG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAN LAI NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI TẠI VIỆT NAM

PROSPECT ASSESSMENT OF HYBRID SOLAR-COAL POWER PLANTS IN VIETNAM

Nguyễn Đức Toàn^{1,*}, Nguyễn Thanh Hải¹,
Hà Đức Nguyên¹, Trần Đức Hiệp²

DOI: <http://doi.org/10.57001/huih5804.2024.233>

TÓM TẮT

Kết quả của nghiên cứu này nhằm kiểm tra tính khả thi khi kết hợp mô hình hoạt động nhà máy điện than hiện có với hệ thống năng lượng mặt trời tại Việt Nam. Tại hội nghị Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (COP26), Việt Nam đã cam kết đưa phát thải ròng về "0" vào năm 2050. Như vậy, mục tiêu đặt ra là Việt Nam cần xanh và sạch hơn trong quá trình sản xuất điện năng. Nhà máy điện năng lượng tái tạo mặc dù đem lại lợi ích vô cùng to lớn, nhưng nhược điểm là chi phí đầu tư cao, sản lượng điện năng phụ thuộc nhiều vào thời tiết và mùa vụ. Nhà máy nhiệt điện than có nguồn cung nguyên liệu dồi dào, khắc phục những nhược điểm của hai nhà máy điện trên và có thể trở thành giải pháp tốt cho Việt Nam trong tương lai gần. Trong nghiên cứu này, nhà máy nhiệt điện than lai năng lượng mặt trời có thể giúp nâng cao hiệu suất của nhà máy từ 36,19% lên 38,22%, đồng thời giảm mức tiêu thụ than khoảng 8% và giảm phát thải khí độc hại ra môi trường.

Từ khóa: Khí nhà kính; nhà máy điện than; nhà máy điện than lai năng lượng mặt trời; tiết kiệm nhiên liệu.

ABSTRACT

The results of this study are to test the feasibility of combining the existing coal power plant operating model with a solar energy system in Vietnam. At COP26, Vietnam committed to bringing net emissions to "zero" by 2050. Thus, the goal is that Vietnam needs to be green and clean. more efficient in the production of electricity. Although renewable energy power plants bring enormous benefits, the disadvantages such as high investment costs and power output depends heavily on weather and seasons. Coal-fired power plants have gradually depleted raw material supplies and toxic emissions, but they account for a large proportion in Vietnam and will be difficult to replace in the near future. Hybrid solar coal power plants can overcome the disadvantages of the above two power plants and can become a good solution for Vietnam near future future. In this study, a solar hybrid coal-fired power plant can help improve the plant's efficiency from 36.19% to 38.22%, while reducing coal consumption by about 8% and reducing emissions toxic gases into the environment.

Keywords: Greenhouse gases; thermal power plant; hybrid solar coal power plant; fuel saving.

¹Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Việt Trì

²Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: ductoan.bf@gmail.com

Ngày nhận bài: 10/4/2024

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/5/2024

Ngày chấp nhận đăng: 25/7/2024

KÝ HIỆU

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa	Q, q	kW	Nhiệt lượng
m	kg/s	Lưu lượng nước	η	%	Hiệu suất
h	kJ/kg	Enthalpy	B	kg/s	Nhiên liệu tiêu thụ
			A	m ²	Diện tích

DNI	W/m ²	Cường độ bức xạ trực tiếp của mặt trời
b	g/kW.h	Suất tiêu hao nhiên liệu

CHỮ VIẾT TẮT

SAPG	Sản xuất điện tích hợp năng lượng mặt trời
PTC	Bộ thu năng lượng mặt trời máng parabol
DII	Bức xạ tới trực tiếp
HT	Bình lưu trữ nhiệt
HTF	Chất lỏng truyền nhiệt
f, d, d1	Dòng vào, dòng ra và dòng triết
b	Nổi hơi
rh	Gia nhiệt lại
LHV	Nhiệt trị thấp
opt	Quang học
coll	Bộ thu
h, c	Nóng, lạnh

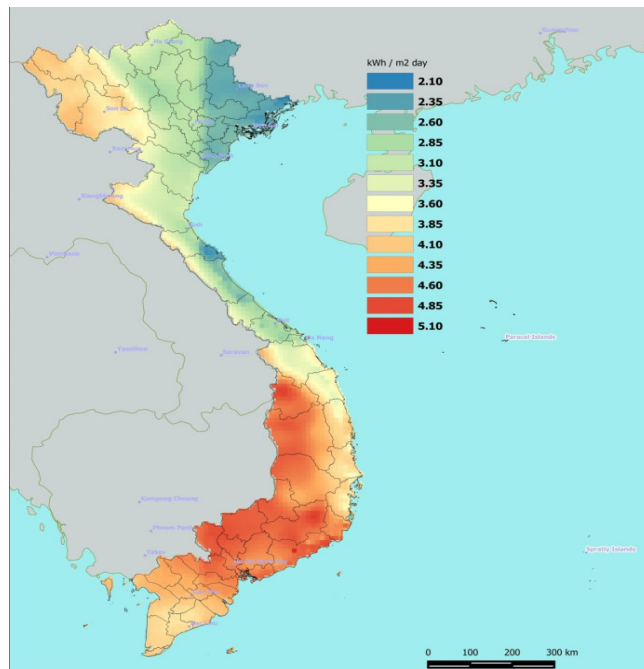
1. GIỚI THIỆU

Ở Việt Nam, trong những năm gần đây chỉ số chất lượng không khí trung bình và nồng độ bụi mịn PM_{2.5} trung bình tăng cao gây ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe của con người [1]. Có nhiều nguyên nhân gây ô nhiễm không khí và một trong những nguyên nhân chính là phát thải carbon từ sản xuất điện năng. Nhiên liệu hoá thạch được sử dụng rộng rãi nhất để sản xuất điện là dầu mỏ, khí đốt tự nhiên và than. Đây là vấn đề đáng lo ngại vì trữ lượng nhiên liệu hóa thạch trong vỏ trái đất đang dần cạn kiệt, đồng thời năng lượng được tạo ra từ các nguồn này tạo ra khí độc hại gây ảnh hưởng đến đời sống con người và môi trường.

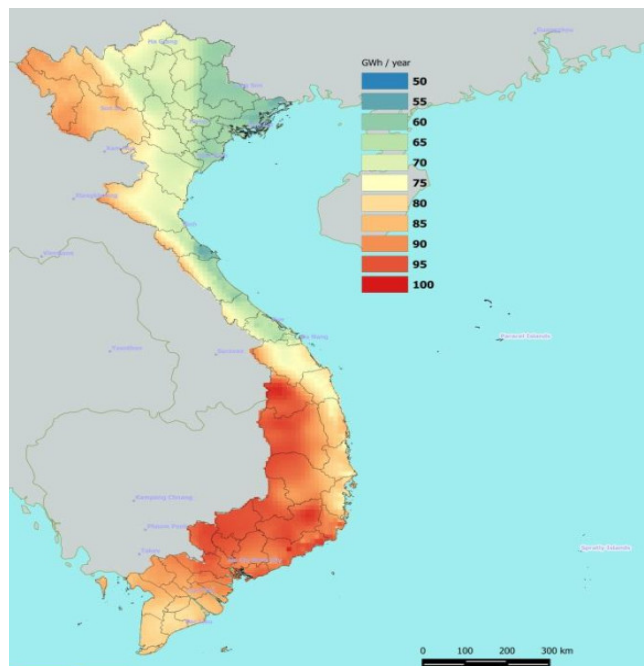
Trong những năm gần đây ở nước ta chỉ số chất lượng không khí trung bình và nồng độ bụi mịn PM_{2.5} tăng cao gây ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe của con người [1]. Một trong những nguyên nhân chính là phát thải carbon từ sản xuất điện năng. Trong đó chủ yếu sử dụng nhiên liệu hoá thạch sẵn có với trữ lượng lớn để sản xuất điện như: dầu mỏ, khí đốt tự nhiên và than đá. Đây là vấn đề đáng quan tâm vì trữ lượng nhiên liệu hóa thạch trong tương lai sẽ dần cạn kiệt, đồng thời năng lượng được tạo ra từ các nguồn nhiên liệu kể trên tạo ra khí độc hại gây ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe con người.

Tuy nhiên, để bảo đảm an ninh năng lượng, nguồn cung điện năng cần tăng 7%/năm trong giai đoạn 2021 - 2030 và khoảng 6,5 - 7,5%/năm trong giai đoạn 2031 - 2050 [2]. Để

đáp ứng nhu cầu trên, đến năm 2030, tổng công suất điện than là 30.127MW, chiếm 20% tổng nguồn điện của quốc gia và khó bị thay thế trong tương lai gần [3]. Với nhà máy nhiệt điện than, lượng phát thải khí CO₂ là 1,194kg/kWh, khí SO₂ là 0,48g/kWh và với khí NO là 1,83g/kWh trong năm 2019 [4]. Các khí này có thể gây ra vấn đề sức khỏe trực tiếp hoặc gián tiếp như các bệnh về da, máu, não, tim mạch, phổi và các loại ung thư khác nhau [5].



a)



b)

Hình 1. a) Cường độ năng lượng mặt trời chiếu xạ trực tiếp. b) Tiềm năng tập trung năng lượng mặt trời tại Việt Nam [7]

Tại COP26, Việt Nam cam kết đưa mức phát thải ròng bằng "0" vào năm 2050 và có hành động ngay lập tức. Tại COP27, dù còn nhiều khó khăn nhưng Việt Nam tiếp tục cam kết chuyển đổi năng lượng, giảm phát thải trong nhiều ngành nghề, lĩnh vực.

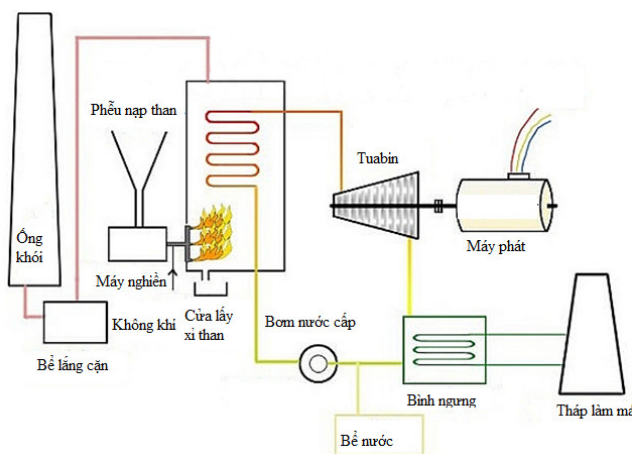
Để giải quyết những vấn đề trên, Việt Nam cần tận dụng những nguồn năng lượng xanh như năng lượng gió, năng lượng mặt trời. Việt Nam có tiềm năng lớn về năng lượng mặt trời, cường độ bức xạ mặt trời từ 897 - 2108kWh/m²/năm, trong đó diện tích khả dụng chiếm khoảng 14% diện tích cả nước, với tiềm năng là 1.677.461MW [6].

Điện được tạo ra từ năng lượng mặt trời theo nhiều cách. Các nhà máy quang điện có nhược điểm như chi phí cao, diện tích của trường mặt trời lớn, hiệu suất thấp và cần thời gian xây dựng mới [8]. Mặt khác, trên thế giới đã có một số nhà máy nhiệt điện than tích hợp năng lượng mặt trời [9-11]. Sự tích hợp như vậy có thể giúp nâng cao hiệu suất của nhà máy, giảm phát thải khí độc hại và giảm mức tiêu thụ than khoảng 8%.

2. MÔ TẢ HỆ THỐNG

Trong nghiên cứu này, nhà máy nhiệt điện than tuabin hơi N660-24,2/566/566 với công suất 660MW được chọn làm nghiên cứu điển hình. Trong trường hợp sản xuất điện than truyền thống và tích hợp năng lượng mặt trời sản xuất điện than thì hiệu suất tổng thể, mức tiêu thụ than và lượng khí CO₂ phát thải được đem ra so sánh, đánh giá trong hai trường hợp.

2.1. Nhà máy nhiệt điện than truyền thống

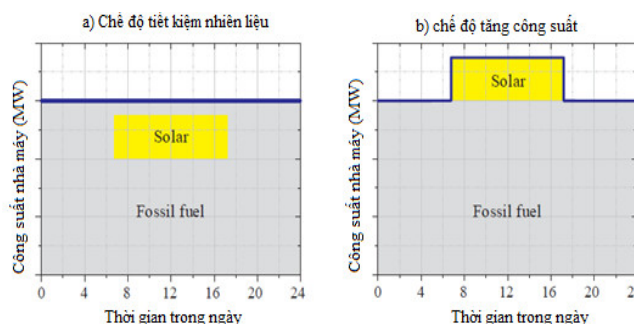


Hình 2. Sơ đồ nhà máy nhiệt điện than truyền thống

Nhà máy này sử dụng than để đun nước thành hơi, hơi nước sinh ra được dùng để quay tuabin áp suất cao, trung bình và thấp của máy phát để sinh ra điện năng. Hơi nước dư từ tuabin được dùng để gia nhiệt sơ bộ nước cấp vào lò hơi. Các thành phần của nhà máy điện than bao gồm:

lò hơi chính, tuabin - máy phát, lò hơi phụ, hệ thống làm mát bằng nước, hệ thống chuẩn bị nhiên liệu (kho, băng chuyền và máy nghiền than), hệ thống khí nén, hệ thống thu hồi tro xỉ, hệ thống lọc bụi và khí thải...

2.2. Nhà máy điện than tích hợp năng lượng mặt trời



Hình 3. Chế độ vận hành của hệ thống SAPG: (a) tiết kiệm nhiên liệu, (b) tăng công suất

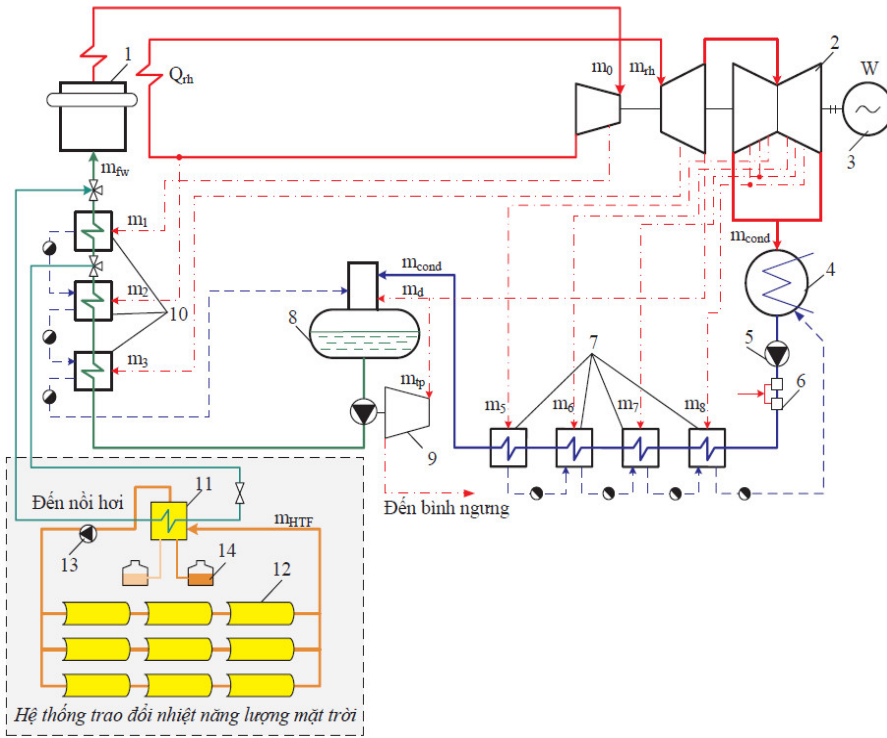
Về lý thuyết, có nhiều phương pháp để tích hợp năng lượng mặt trời với nhà máy nhiệt điện than. Tuy nhiên, chúng đều có những hạn chế về kỹ thuật và kinh tế. Theo các nghiên cứu trước của Qin [12] và Wang [13], hệ thống thu năng lượng mặt trời máng Parabol thay thế một phần hoặc toàn bộ quá trình gia nhiệt sơ bộ nước cấp là phương pháp thay thế đơn giản, tiết kiệm nhất. Hệ thống SAPG có những ưu điểm sau:

- Hiệu suất và chỉ số sinh thái của hệ thống SAPG cao hơn so với nhà máy nhiệt điện than có cùng công suất;
- Hệ thống SAPG có thể được áp dụng cho các nhà máy điện cũ hoặc mới với chi phí đầu tư thấp hơn, lợi ích kinh tế và môi trường cao hơn nhờ tiết kiệm than, giảm phát thải CO₂;
- Hệ thống SAPG có thể hoạt động linh hoạt ở hai chế độ vận hành là tiết kiệm nhiên liệu và tăng công suất khi cần, như trong hình 3.

Xem xét điều kiện vận hành an toàn, tin cậy và tính khả thi về mặt kinh tế của hệ thống SAPG, chế độ tiết kiệm nhiên liệu được chọn làm phương pháp tích hợp chính của hệ thống gia nhiệt sơ bộ nước bằng năng lượng mặt trời.

2.3. Mô hình hoá nhà máy nhiệt điện than lai năng lượng mặt trời

Hình 4 cho thấy sơ đồ dòng nhiệt của hệ thống SAPG. Hệ thống SAPG bao gồm: 1. Nồi hơi CFB 30 MPa-600 °C; 2. Tuabin hơi N660-24,2/566/566; 3. Máy phát điện QFSN-660-2; 4. Bình ngưng hơi; 5. Bơm nước ngưng; 6. Bộ phận làm nóng và phun hơi; 7. Bộ gia nhiệt áp suất thấp; 8. Bộ khử khí; 9. Bơm nước cấp; 10. Bộ trao đổi nhiệt áp suất cao; 11. Bộ trao đổi nhiệt năng lượng mặt trời; 12. PTC; 13. Bơm HTF; 14. Bộ lưu trữ năng lượng nhiệt.



Hình 4. Hệ thống phát điện sử dụng năng lượng mặt trời công suất 660MW

Mô hình sôi và thiết bị gia nhiệt lại hơi nước: Các mô hình thành phần của sôi và thiết bị gia nhiệt lại hơi được mô hình hóa như một nguồn nhiệt.

Cân bằng khối lượng và nhiệt của sôi:

$$m_f = m_d + m_{d1};$$

$$(h_f - h_d) \cdot m_d + (h_f - h_{d1}) \cdot m_{d1} + \eta_b \cdot Q_{inp} = 0 \quad (1)$$

Cân bằng khối lượng và nhiệt của thiết bị gia nhiệt lại hơi nước:

$$m_f = m_d;$$

$$(h_f - h_d) \cdot m_d + \eta_{rh} \cdot Q_{inp} = 0 \quad (2)$$

Trong đó: m_f, m_d, m_{d1} là lưu lượng nước của dòng vào, dòng ra và dòng chiết, (kg/s); h_f, h_d, h_{d1} là entanpy của dòng nước vào, ra và dòng chiết, (kJ/kg); Q_{inp} là nhiệt lượng vào sôi, (kW); η_b là hiệu suất của sôi, (%); η_{rh} là hiệu suất của thiết bị gia nhiệt lại hơi, (%).

Mô hình tua bin hơi: Mô hình thành phần của tua bin hơi được mô hình hóa theo cấp áp suất đơn hoặc nhóm cấp áp suất.

Cân bằng khối lượng và nhiệt lượng:

$$m_f - m_d = 0;$$

$$h_f - h_d = \Delta h_s \cdot \eta_s \quad (3)$$

Sản lượng điện năng:

$$(h_f - h_d) \cdot \eta_m \cdot m_f - W_{out} = 0 \quad (4)$$

Trong đó: Δh_s là chênh lệch entanpy đẳng entropy, (kJ/kg); η_s là hiệu suất đẳng entropy, (%); η_m là hiệu suất cơ học, (%); W_{out} là sản lượng điện, (kW).

Mô hình hoá máy phát điện: chuyển đổi cơ năng thành điện năng phát lên lưới.

Công suất phát của máy phát điện:

$$W_{out} - \eta_{et} \cdot \eta_m \cdot W_{shaft} = 0 \quad (5)$$

Trong đó: W_{out} là công suất phát, (kW); η_{el} là hiệu suất điện, (%); W_{shaft} là công suất trục, (kW).

Mô hình thiết bị trao đổi nhiệt:

Cân bằng khối lượng và nhiệt của bộ gia nhiệt sơ bộ:

$$m_f^h = m_d^h;$$

$$m_f^h \cdot (h_f^d - h_d^h) - q_{trans} = 0 \quad (6)$$

$$m_f^c = m_d^c;$$

$$m_f^c \cdot (h_f^c - h_d^c) + q_{trans} = 0 \quad (7)$$

Cân bằng khối lượng và nhiệt của thiết bị khử khí:

$$m_f^c + m_f^h + m_{f.rc} = m_d;$$

$$m_f^c \cdot h_f^c + m_f^h \cdot h_f^h + m_{f.rc} \cdot h_{f.rc} = m_d \cdot h_d \quad (8)$$

Cân bằng khối lượng và nhiệt của bình ngưng hơi (phía nóng và phía lạnh):

$$m_f^h + m_{f.rc} = m_d^h;$$

$$m_f^h \cdot h_f^h + m_{f.rc} \cdot h_{f.rc} - m_d^h \cdot h_d^h = q_{trans} \quad (9)$$

$$m_f^c = m_d^c;$$

$$m_f^c \cdot h_f^c - m_d^c \cdot h_d^c + q_{trans} = 0 \quad (10)$$

Trong đó: $m_f^h, m_d^h, m_{f.rc}$ là lưu lượng của hơi nóng vào, hơi nóng ra và hơi tái chế, (kg/s); m_f^c, m_d^c là lưu lượng của hơi lạnh vào và ra, (kg/s); $h_f^h, h_d^h, h_{f.rc}$ là enthalpy của hơi nóng vào, ra và tái chế, (kJ/kg); h_f^c, h_d^c là enthalpy của hơi lạnh vào, ra và tái chế, (kJ/kg); q_{trans} là nhiệt lượng trao đổi, (kW).

Mô hình bộ thu máng parabol:

Cân bằng khối lượng và nhiệt của PTC:

$$m_f = m_d;$$

$$h_f \cdot m_f + q_{coll} = h_d \cdot m_d \quad (11)$$

Nhiệt lượng q_{coll} được hấp thụ bởi chất lỏng truyền nhiệt HTF:

$$q_{coll} = q_{DII} - q_{loss} \quad (12)$$

Trong đó: q_{DII} là nhiệt lượng của bộ thu từ bức xạ tới trực tiếp, (kW); q_{loss} là tổn thất quang học và tổn thất nhiệt của bộ thu, bao gồm tổn thất nhiệt của đường ống, (kW).

Nhiệt thu được của bộ thu từ bức xạ tới trực tiếp (DII) trong trường mặt trời:

$$q_{DII} = DNI \cdot \xi_{cos} \cdot \xi_{shad} \cdot \eta_{opt} \cdot A_{SF} \quad (13)$$

Trong đó: DNI là cường độ bức xạ trực tiếp của mặt trời, (kW/m²); ξ_{cos} là hệ số suy giảm tổn thất cosin; ξ_{shad} là hệ số suy giảm bóng; η_{opt} là hiệu suất quang học; A_{SF} là diện tích của trường mặt trời, (m²).

Hiệu suất nhiệt của trường mặt trời:

$$\eta_{sp} = \frac{q_{coll}}{q_{DII} \cdot A_{SF}} \quad (14)$$

Hiệu suất và các chỉ số kinh tế kỹ thuật của hệ thống SAPG được đặc trưng bởi hiệu suất nhiệt, mức tiêu thụ hơi nước cụ thể, mức tiêu thụ nhiệt cụ thể, mức tiêu thụ nhiên liệu tương đương cụ thể, hiệu suất chuyển đổi năng lượng mặt trời [16, 17]. Hiệu suất và các chỉ số kinh tế - kỹ thuật của hệ thống SAPG được xác định theo các công thức sau.

Hiệu suất nhiệt của hệ thống SAPG:

$$\eta_{el} = \frac{W}{Q} \cdot 100 \quad (15)$$

Trong đó: W là sản lượng điện của nhà máy, (kW); Q là nhiệt lượng hơi nước cấp, (kW).

Suất tiêu thụ hơi cụ thể m được tính theo công thức:

$$m = \frac{m_0}{W} \quad (\text{kg} / \text{kw} \cdot \text{h}) \quad (16)$$

Trong đó: m_0 là lưu lượng của hơi chính, (kg/s);

Suất tiêu hao nhiên liệu cụ thể tương đương b được tính theo công thức:

$$b = \frac{B}{W} \quad (\text{g}/\text{kW} \cdot \text{h}) \quad (17)$$

Trong đó: B (kg/s) là mức tiêu thụ nhiên liệu tương đương ($Q_{LHV} = 29.300 \text{ kJ/kg}$).

Tiêu thụ nhiên liệu tương đương (than tiêu chuẩn):

$$B = \frac{m_0 \cdot (h_0 - h_{fw}) + m_{rh} \cdot (h_{rh.out} - h_{rh.in})}{Q_{LHV} \cdot \eta_b} \quad (18)$$

Trong đó: m_0 và m_{rh} là lưu lượng của hơi chính và gia nhiệt lại, (kg/s); h_0 và h_{fw} là entanpy của hơi chính và nước

cấp, (kJ/kg); $h_{rh.out}$ và $h_{rh.in}$ là entanpy đầu ra và vào của hơi hâm nóng, (kJ/kg); Q_{LHV} là nhiệt trị của nhiên liệu tương đương, (kJ/kg); η_b là hiệu suất của nồi hơi, (%).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Trong bài báo này, mô hình của nhà máy nhiệt điện tuabin hơi loại N660-24,2/566/566 được tính theo phương pháp cân bằng nhiệt trong hai trường hợp.

- Trường hợp cơ sở: nhà máy nhiệt điện thông thường công suất 660MW;

- Trường hợp tích hợp: nhà máy nhiệt điện tích hợp năng lượng mặt trời công suất 660MW.

3.1. Trường hợp cơ sở

Các thông số kỹ thuật chính của tuabin hơi N660 trong hai trường hợp được trình bày trong bảng 1 [17]. Hệ thống gia nhiệt sơ bộ nước cấp được tạo thành từ ba bộ gia nhiệt áp suất cao (HPH#1, HPH#2 và HPH#3), bộ khử khí và bốn bộ gia nhiệt áp suất thấp (LPH#1, LPH#2, LPH#3 và LPH#4). Các thông số kỹ thuật được đưa ra theo số liệu tính toán của nhà sản xuất cho tải danh định.

3.2. Trường hợp nhà máy nhiệt điện tích hợp năng lượng mặt trời

Trong trường hợp thay thế toàn bộ bộ gia nhiệt sơ bộ bằng lượng hơi xả áp xuất cao bằng hệ thống gia nhiệt nước cấp bằng năng lượng mặt trời máng Parabol, tham số vận hành của tuabin được trình bày trong bảng 2. Diện tích trường mặt trời cần là 221071m² tương đương với 3193 tấm pin mặt trời LS-3, diện tích 1 tấm LS-3 là 69,24m² [18].

Tính toán được thực hiện với DNI thay đổi khi hệ thống SAPG hoạt động ở mức tải danh định. Vị trí của hệ thống SAPG được chọn là tỉnh Bình Thuận, có cường độ bức xạ mặt trời trung bình là 4,616kW/m², mật độ dân số thấp và diện tích trống lớn có thể được sử dụng để phát triển vùng năng lượng tái tạo trong tương lai.

Bảng 1. Các tham số vận hành của tua bin hơi nước N660 trong hai trường hợp

Tham số vận hành	Đơn vị	Giá trị	
		Trường hợp cơ sở	Trường hợp tích hợp
Công suất đầu ra ở tải danh nghĩa	MW	660	660
Áp suất hơi chính	Bar	243,213	243,213
Nhiệt độ hơi chính	°C	565,06	565,06
Enthanpy hơi chính	kJ/kg	3391,79	3391,79
Lưu lượng của hơi chính	t/h	1888,9	1693,45

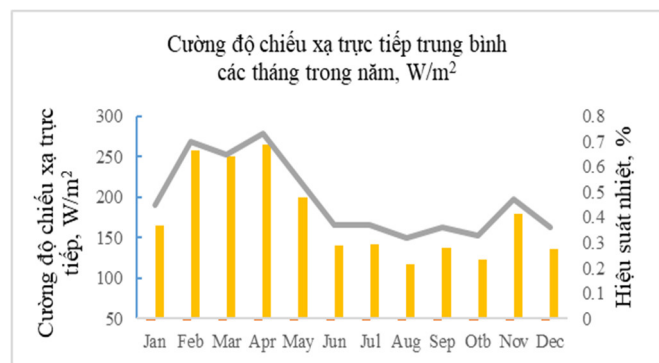
Áp suất hơi gia nhiệt lại	Bar	42,36	42,36
Nhiệt độ hơi gia nhiệt lại	°C	319,79/563,54	319,79/563,54
Enthanpy hơi gia nhiệt lại	kJ/kg	3587,26	3587,26
Lưu lượng gia nhiệt lại	t/h	1645,1	1693,45
Áp suất hơi xả áp suất cao	Bar	45,895	-
Nhiệt độ hơi xả áp suất cao	°C	319,79	-
Entanpy hơi xả áp suất cao	kJ/kg	2999,33	-
Áp suất xả trung gian	Bar	10,068	10,068
Nhiệt độ xả trung gian	°C	348,93	348,93
Enthalpy hơi xả trung gian	kJ/kg	3156,14	3156,14
Áp suất hơi thoát ra từ tuarbine	Bar	0,072	0,0072
Áp suất nước cấp vào nồi hơi	Bar	282,007	282,007
Nhiệt độ nước cấp vào nồi hơi	°C	280,38	275-322
Enthalpy nước cấp vào nồi hơi	kJ/kg	1231,71	1231,71
Mức tiêu thụ than quy đổi tương đương ($Q_{LHV} = 29,3\text{MJ/kg}$)	t/h	202,240	-

Dữ liệu trung bình hàng tháng DNI tại Bình Thuận [19] và hiệu suất nhiệt ước tính khi DNI thay đổi được trình bày tại bảng 2, theo Enkhbayar Sh. và các cộng sự [20].

Bảng 2. Hiệu suất vận hành của hệ thống gia nhiệt nước cấp bằng năng lượng mặt trời

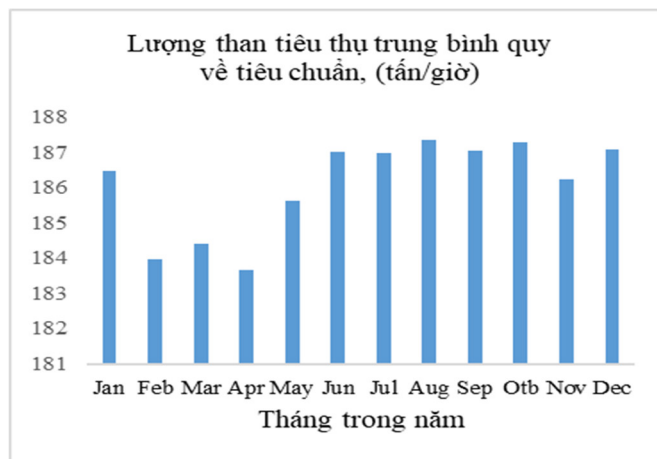
Thông số	Đơn vị	Giá trị						
		1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	
DNI	kW/m ²	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	
DII	kW/m ²	0,738	0,59	0,443	0,369	0,295	0,148	
Hiệu suất nhiệt	%	69,9	69,9	67,0	66,0	64,0	54,0	

Hình 5 cho thấy cường độ chiếu xạ trực tiếp và hiệu suất nhiệt trung bình của nhà máy SAPG.

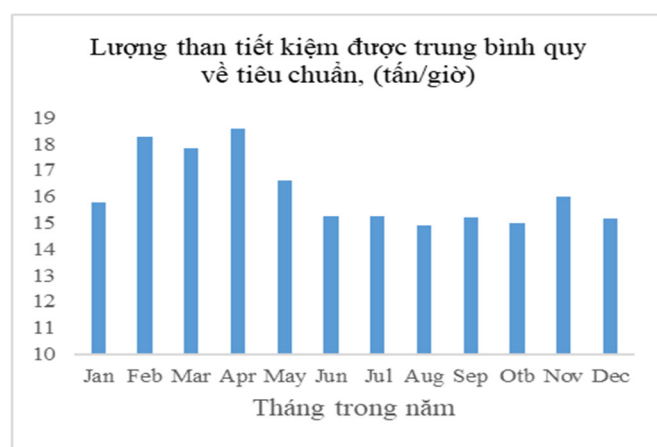


Hình 5. Cường độ bức xạ trực tiếp trung bình các tháng trong năm

Mức tiêu thụ nhiên liệu tương đương là đặc điểm chính để đánh giá hệ thống SAPG. Hình 6 cho thấy mức tiêu thụ than và lượng than tiết kiệm được trung bình các tháng trong năm.



a)



b)

Hình 6. a) Lượng than tiêu thụ; b) Lượng than tiết kiệm quy về tiêu chuẩn trung bình các tháng trong năm

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, hệ thống SAPG có thể vận hành hiệu quả, tiết kiệm nhiên liệu đồng thời phát thải CO₂ ít hơn so với nhà máy nhiệt điện than truyền thống. DNI là yếu tố chính ảnh hưởng lớn đến hiệu suất vận hành của hệ thống SAPG. Hệ thống gia nhiệt nước cấp bằng năng lượng mặt trời có hiệu suất vận hành tốt trong điều kiện DNI cao hơn.

Thông số lượng than tiêu thụ, suất nhiên liệu tương đương, suất hơi tiêu thụ và hiệu suất trung bình của nhà máy trong trường hợp cơ sở và trường hợp tích hợp năng lượng mặt trời SAPG được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. So sánh thông số chính và hiệu suất vận hành của các trường hợp được chọn

Thông số	Đơn vị	Trường hợp cơ sở	Trường hợp tích hợp
Khối lượng than tiêu thụ tương đương	t/h	202,24	185,98
Lượng hơi tiêu thụ riêng	kg/kWh	2,862	2,566

Suất tiêu thụ than tương đương	g/kWh	306,42	281,79
Hiệu suất nhiệt SAGP	%	36,19	38,22

Khi đó khối lượng than quy về tiêu chuẩn tiết kiệm trong một năm sẽ là 5934,9 tấn tương đương với 8,04%, đồng thời lượng khí thải độc hại phát thải ra môi trường cũng giảm tương ứng. Theo ước tính, khi đốt cháy 1 tấn than tiêu chuẩn sẽ thải ra môi trường 2,86 tấn CO₂ thì trung bình hàng năm khi sử dụng nhà máy SAPG sẽ giảm được 16.973,8 tấn CO₂ so với nhà máy nhiệt điện than truyền thống.

Nếu nhà máy sử dụng than 6a.1 (nhiệt trị 20.083,2kJ/kg) làm nhiên liệu cho cả hai trường hợp thì lượng than tiêu thụ trung bình ở trường hợp cơ sở là 295,05 tấn/giờ, trường hợp tích hợp là 271,3 tấn/giờ. Lượng nhiên liệu tiết kiệm trong 1 năm là 8658,6 tấn (1 tấn than 6a.1 sẽ sinh ra 3,093 tấn CO₂) tương đương với 26.781,05 tấn CO₂.

Hiện nay, Việt Nam cần nhập khẩu than để sản xuất điện năng thì lượng nhiên liệu tiết kiệm được khi sản xuất điện than tích hợp năng lượng là một con số đáng kể, giúp giảm sự phụ thuộc vào than nhập khẩu, đảm bảo an ninh năng lượng đồng thời giảm phát thải ô nhiễm môi trường và hiện thực hoá mục tiêu đưa phát thải ròng về "0" vào năm 2050 như đã cam kết với thế giới.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. <https://kinhtenongthon.vn/Ha-Noi-va-TP-HCM-o-nhiem-khong-khi-top-dau-the-gioi-post53339.html>
- [2]. <https://moit.gov.vn/upload/2005517/20210705/bc-32-bct-quy-hoach-dieu-chinh-dien-77f94.pdf>
- [3]. <https://xaydungchinhhsach.chinhphu.vn/toan-van-quy-hoach-phat-trien-dien-luc-quoc-gia-11923051616315244.htm>
- [4]. Shimul R., et al., "Evaluation of Vietnam air emissions and the impacts of revised power development plan (PDP7 rev) on spatial changes in the thermal power sector," *Atmospheric Pollution Research*, 13, 7, 101454, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101454>.
- [5]. Muhammad E. M., "Human health and environmental impacts of coal combustion and post-combustion wastes," *Journal of Sustainable Mining*, 17, 87-96, 2018.
- [6]. <https://baochinhphu.vn/tiem-nang-dien-mat-troi-tai-viet-nam-102277349.htm>
- [7]. Polo Jesus, Martínez, *Maps of Solar Resource and Potential in Vietnam*. 51 pages, 2015.
- [8]. Warrick P., et al., "A comparison of solar aided power generation (SAPG) and stand-alone concentrating solar power (CSP): A South African case study," *Applied Thermal Engineering*, 61, 2, 657-662, 2013.

[9]. Kishore J. K., *Can existing thermal plants be upgraded as integrated solar-coal hybrid thermal power plants for green power generation - A national challenge*. National Conference on Challenges in Research & Technology in the Coming Decades, Ujire, 1-5, 2013.

[10]. Hong H., Peng, et al., "A Typical Solar-coal Hybrid Power Plant in China," *J. Energy Procedia*, 49, 1777-1783, 2014.

[11]. Wilson R. N., et.al, "A Feasibility Study of a Hybrid Solar-Coal Fired Thermal Power Plant in a developing country-Zimbabwe," *J. Procedia Manufacturing*, 21, 353-360, 2018.

[12]. Qin J., et al., "Solar aided power generation: A review," *J. Energy Built Environ*, 1, 1, 11-26, 2020.

[13]. Wang R., Sun J., Hong H., Jin H., "Comprehensive evaluation for different modes of solar-aided coal-fired power generation system under common framework regarding both coal-savability and efficiency promotability," *J. Energy*, 143, 151-167, 2018.

[14]. Li C., Yang Z., et al, "Off-design thermodynamic performances of a solar tower aided coal-fired power plant for different solar multiples with thermal energy storage," *J. Energy*, 163, 956-968, 2018.

[15]. Yan Q, Hu E, Yang Y, Zhai R, "Evaluation of solar aided thermal power generation with various power plants," *Int. J. Energy Res*, 35, 909-922, 2011.

[16]. Shagdar E., Tsend S., "Solution manual of thermal power plant [in Mongolian], in 4th ed. Ulaanbaatar, Munkhiin Useg publishing, 2016.

[17]. Zhong Z., Zhu L., "Performance Test of a 660MW Thermal Power Unit Steam Turbine Based on the Background of "Double Carbon", in *8th International Conference on Energy Science and Applied Technology, E3S Web Conf.*, 375, 02016, 4, 2023.

[18]. Shahin M. S., Orhan M. F., Uygul F., "Thermodynamic analysis of parabolic trough and heliostat field solar collectors integrated with a Rankine cycle for cogeneration of electricity and heat," *J. Sol. Energy*, 136, 188-191, 2016.

[19]. <https://energydata.info/dataset/vietnam-solar-radiation-measurement-data>

[20]. Shagdar E., et al., "Performance analysis and techno-economic evaluation of 300 MW solarassisted power generation system in the whole operation conditions," *J. Energy*, 264, 114744, 2020.

AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Duc Toan¹, Nguyen Thanh Hai¹,
Ha Duc Nguyen¹, Tran Duc Hiep²**

¹Faculty of Electrical Engineering, Viet Tri University of Industry, Vietnam

²Faculty of Electrical Engineering, Hanoi University of Industry, Vietnam