THIẾT KẾ HỆ THỐNG GIẢI NHIỆT CHO PIN MẶT TRỜI NHẰM TĂNG SẢN LƯỢNG ĐIỆN CỦA PIN

DESIGNING A COOLING SYSTEM FOR SOLAR POWER PANEL TO INCREASE THE ELECTRICITY PRODUCTION OF THE PANEL

Hồ Đăng Huy, Trương Anh Tuấn, Nguyễn Thế Bảo
Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Với mục tiêu giảm phát khí thải gây hiệu ứng nhà kính và ô nhiễm môi trường, Việt Nam và các nước trên thế giới đang từng bước tăng tỷ trọng sử dụng năng lượng tái tạo để sản xuất điện trong các quy hoạch điện quốc gia. Một trong những nguồn năng lượng tái tạo để sản xuất điện phổ biến nhất hiện nay là điện mặt trời. Bài báo trình bày việc tính toán, thiết kế, chế tạo và thực nghiệm một hệ thống giải nhiệt cho pin mặt trời nhằm tăng sản lượng điện cũng như tăng tuổi thọ của pin. Kết quả thực nghiệm cho thấy sản lượng điện của tấm pin mặt trời có giải nhiệt tăng trung bình khoảng 27,35% so với tấm pin không có giải nhiệt, mang đến hiệu quả rất lớn nếu hệ thống giải nhiệt được triển khai cho các hệ thống pin mặt trời áp mái hay hệ thống pin mặt trời công suất lớn.

Từ khoá: *Hệ thống giải nhiệt; Pin mặt trời; Nhiệt độ làm việc của pin mặt trời; Hiệu suất pin mặt trời.*

ABSTRACT

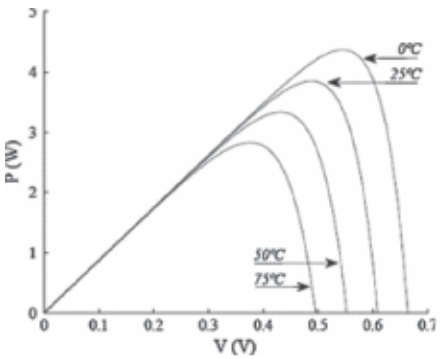
With the goal of reducing greenhouse gas emissions and environmental pollution, Vietnam and other countries around the world are gradually increasing the proportion of renewable energy used for electricity production in national electricity master plans. One of the most popular renewable energy sources for electricity production today is solar power. This paper presents the calculation, design, manufacture and experimentation of a cooling system for solar cells to increase power output as well as increase battery life. Experimental results show that the power output of solar panels with cooling increases from 15 to 36% compared to panels without cooling, bringing great efficiency if the cooling system is deployed for rooftop solar power or large solar power systems.

Keywords: *Cooling system; Solar cells; Working temperature of solar cells; Solar cell efficiency.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong các nguồn năng lượng tái tạo, hiện nay năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng dễ tiếp cận nhất. Việt Nam thuộc khu vực nhiệt đới và cận xích đạo nên có lượng ánh sáng mặt trời hằng năm lớn thích hợp cho phát triển năng lượng điện mặt trời, bên cạnh giai đoạn vừa qua, Nhà nước có nhiều chính sách ưu đãi cho sự phát triển điện mặt trời ở cả quy mô nhà máy phát điện lẫn cá thể hộ gia đình. Có thể xem những năm vừa qua và vài năm tới nữa là thời gian phát triển bùng nổ của điện mặt trời.

Nhưng do thuộc khu vực nhiệt đới và cận xích đạo nên nhiệt độ và bức xạ mặt trời của nước ta cũng khá cao, ví dụ tại TP. HCM, nhiệt độ cao nhất vào tháng 4 có thể dao động từ 36 đến 40°C. Trong khi theo khuyến cáo thì khi sử dụng pin mặt trời (PMT), nhiệt độ làm việc tốt nhất là từ 10 - 30°C [1]. Khi nhiệt độ tăng cao, hiệu suất của PMT sẽ giảm đi, thường khoảng 0,38% - 0,5%/°C. Hình 1 trình bày đường đặc tính P-V của PMT như một hàm của nhiệt độ T_m của pin, cho thấy khi nhiệt độ của pin thay đổi trong khoảng từ 0°C đến 75°C, điện áp của pin giảm nhanh dẫn đến công suất phát điện của pin cũng giảm theo [2].



Hình 1. Đặc tính P-V như một hàm của nhiệt độ T_m của PMT [2].

Đồng thời, khi chịu tác động của nhiệt độ cao, tuổi thọ của PMT cũng sẽ giảm xuống. Trường hợp các tấm PMT lắp nối tiếp, khi có sự không đồng nhất giữa các tấm pin, các tấm yếu sẽ trở thành tải và tỏa nhiệt có thể dẫn đến hỏng toàn bộ hệ thống PMT nên cũng cần giải nhiệt dự phòng. Do đó, để đảm bảo hiệu suất và tuổi thọ của pin, hệ thống PMT cần phải được giải nhiệt.

Đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới về việc làm mát hệ thống PMT. Akbarzadeh và Wadowski [3] đã thiết kế một hệ thống PMT được làm mát bằng nước kết hợp ống nhiệt và nhận thấy công suất đầu ra của pin mặt trời tăng gần 50%. Chaniotakis [4] đã thiết kế một hệ thống PMT được làm mát bằng nước và một hệ thống được làm mát bằng không khí và kết luận rằng, hệ thống giải nhiệt bằng nước tăng hiệu suất cao hơn so với hệ thống giải nhiệt bằng không khí. Batoul [5] đã nghiên cứu ảnh hưởng của luồng không khí đến hiệu suất của các tấm PMT bằng cách sử dụng tính toán động lực học chất lỏng (CFD) và nhận thấy hình dạng và cấu tạo của hệ thống PMT có tác động lớn đến mức độ hiệu quả của các tấm pin được làm mát. Tonui và Tripanagnostopoulos [6] đã thiết kế hệ thống PMT được làm mát bằng không khí đối lưu cưỡng bức hoặc tự nhiên. Tuy nhiên, các công trình này không được nghiên cứu ở điều kiện khí hậu nhiệt đới và cận xích đạo như ở Việt Nam.

Tại Việt Nam, nhóm Huy và Thịnh [7] đã nghiên cứu chế tạo bộ làm mát cho tấm pin năng lượng mặt trời, tuy nhiên việc tính toán thiết kế không thấy công bố trên các báo cáo khoa học. Nhóm Đa và Hòa [8] cũng nghiên cứu hệ thống giải nhiệt cho PMT bằng không khí. Nhưng như đã nói ở trên, việc giải nhiệt bằng không khí kém hiệu quả hơn giải nhiệt bằng nước [2, 4]. Vì vậy, bài báo này sẽ trình bày việc tính toán, thiết kế, chế tạo và thực nghiệm một hệ thống giải nhiệt cho pin mặt trời nhằm tăng sản lượng điện cũng như tăng tuổi thọ của pin.

2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG HỆ THỐNG GIẢI NHIỆT

2.1. Lựa chọn phương án thiết kế

Sử dụng chất giải nhiệt là nước sạch có nhiệt độ khảng 32°C, khi hệ thống hoạt động, bơm sẽ đưa nước từ trong bồn chứa đi trong ống tới béc phun. Béc phun tiến hành phun nước phủ khắp lên bề mặt dưới tấm pin. Tại đây, nước sẽ tiến hành trao đổi nhiệt với tấm pin giúp làm hạ nhiệt độ tấm pin mặt trời. Phương án này có những ưu điểm sau:

- Nước là chất dễ kiếm, có giá thành rẻ, tốc độ giải nhiệt nhanh hơn phương pháp thụ động hoặc phương pháp chủ động bằng không khí;

- Do các tế bào quang điện (PV cell) được dán lên lớp nhựa phía dưới tấm pin nên khi tiến hành giải nhiệt mặt dưới, môi chất giải nhiệt là nước sẽ tiếp xúc các tế bào quang điện gần hơn giúp tốc độ giải nhiệt nhanh hơn;

- Hệ thống giải nhiệt mặt dưới gần như hệ kín nên giảm thiểu thất thoát nước do bay hơi trong quá trình hoạt động;

- Hệ thống cấu tạo giải nhiệt bằng nước đơn giản, dễ dàng lắp đặt, sửa chữa và thay thế;

- Nếu số lượng các tấm pin nhiều và thiết kế thêm các thiết bị trao đổi nhiệt và tích nhiệt, ta có thể tận dụng nhiệt lượng trao đổi được từ các tấm pin như những máy cung cấp nước nóng để phục vụ các hoạt động khác;

- Đối với các hệ thống điện mặt trời áp mái, giải nhiệt mặt dưới các tấm pin cũng giúp làm giảm nhiệt độ không gian nhà ở, văn phòng hoặc nhà xưởng phía dưới.

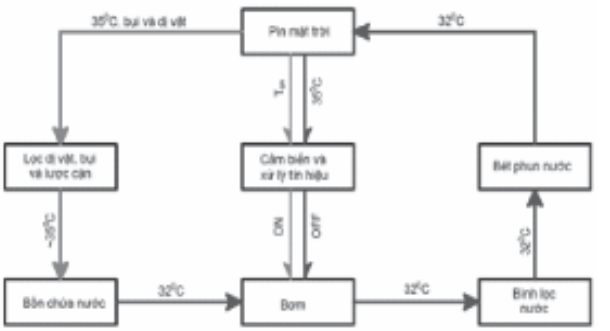
2.2. Nguyên lý hoạt động

Hình 2 dưới đây trình bày sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống giải nhiệt PMT. Các thông số nhiệt độ được thiết lập:

+ Nhiệt độ tấm pin mặt trời để kích hoạt bơm: T_{on};

+ Nhiệt độ tấm pin mặt trời để ngắt bơm: 35°C;

+ Nhiệt độ nước cấp: 32°C.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống giải nhiệt PMT

Nguyên lý hoạt động của hệ thống trên như sau:

- Khi nhiệt độ bề mặt tấm pin đạt Ton, cảm biến nhiệt độ đo được nhiệt độ và gửi tín hiệu điện đến bộ phận xử lý. Bộ phận xử lý tiếp nhận tín hiệu và tiến hành bật bơm lên;

- Khi bơm hoạt động, nước (32°C) được đưa từ bồn chứa tới bơm và đến bình lọc nước để lược các dị vật ra khỏi nước, sau đó nước sẽ được đưa đến béc phun. Béc phun tiến hành phun nước đều lên bề mặt dưới tấm pin mặt trời;

- Nước sau khi được luân chuyển và tiến hành trao đổi nhiệt trên bề mặt tấm pin mặt trời, nước (35°C) sẽ được máng đặt phía dưới tấm pin hứng lại – nước hồi. Sau đó, nước hồi được đưa lại bồn chứa nước cấp; ☞

- Sau quá trình trao đổi nhiệt, nhiệt độ tấm pin mặt trời giảm xuống và khi đạt 35°C, cảm biến nhiệt độ đo được nhiệt độ và gửi tín hiệu điện đến bộ phận xử lý. Bộ phận xử lý tiếp nhận tín hiệu và tiến hành tắt bơm.

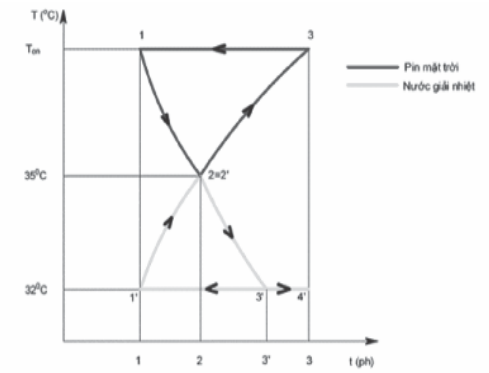
Quá trình thay đổi nhiệt độ theo thời gian

• Tấm pin mặt trời:

(1) – (2): Quá trình hệ thống làm việc, nhiệt độ pin mặt trời giảm từ T_{on} xuống 35°C.

(2) – (3): Hệ thống giải nhiệt ngưng hoạt động, tấm pin mặt trời hấp thụ bức xạ mặt trời và nhiệt độ tăng dần từ 35°C đến T_{on}.

(3) – (1): Tấm pin mặt trời đạt T_{on}, cảm biến đo được nhiệt độ và gửi tín hiệu mở bơm.



Hình 3. Quá trình biến đổi nhiệt của hệ thống giải nhiệt PMT

• Nước giải nhiệt:

(1') – (2'): Bơm đưa nước từ bồn đến các béc phun, béc phun phun nước phủ lên bề mặt dưới tấm pin, nước 32°C tiến hành trao đổi nhiệt với tấm pin mặt trời và nước tăng nhiệt độ từ 32°C đến 35°C.

(2') – (3'): Nước tiến hành giải nhiệt ra môi trường, nhiệt độ nước giảm từ 35°C đến 32°C.

(3') – (4') – (1'): Nước nằm trong bồn chứa và được bơm lên béc phun.

• Các thông số thời gian:

- $t_{1-2} = t_{lv}$: thời gian làm việc của bơm cũng như hệ thống giải nhiệt;
- $t_{2-3} = t_{gn}$: thời gian gia nhiệt tấm pin đến Ton bằng bức xạ mặt trời;
- $t_{1-3} = t_{ck}$: thời gian của một chu kì hoạt động của hệ thống giải nhiệt;
- $t_{2-3'}$: thời gian giải nhiệt nước từ 35°C đến 32°C, $t_{2-3'} < t_{2-3}$.

3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

3.1. Thông số đầu vào

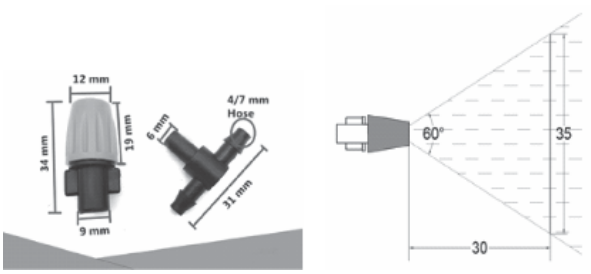
Loại pin mặt trời được sử dụng: Helios 135P. Bảng 1 cho các thông số kỹ thuật của tấm pin thử nghiệm.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật tấm pin Helios 135P

Công suất cực đại (P_{max})	135 W
Điện áp tại điểm công suất đỉnh (V_{mp})	17,70 V
Dòng điện tại công suất đỉnh (I_{mp})	7,63 A
Điện áp hở mạch (V_{oc})	22,4 V
Dòng gắn mạch (I_{sc})	8,18 A
Hệ số nhiệt độ (P_{max})	-0,47%/°C
Hệ số nhiệt độ (V_{oc})	-0,35%/°C
Hệ số nhiệt độ (I_{sc})	0,06%/°C
Nhiệt độ hoạt động của modul danh nghĩa	41 ± 3°C
Kích thước	1494x664x34 mm
Trọng lượng	11,4 kg

• Tính toán số lượng béc phun và lựa chọn bơm

Sử dụng béc phun sương nhựa, điều chỉnh béc phun góc 60°, đặt béc phun cách mặt dưới tấm pin 30 mm. Khi đó, ta được đường kính phun là 35 mm, lưu lượng nước phun ra 0,5 l/phút và áp suất phun bằng 0,7 bar.

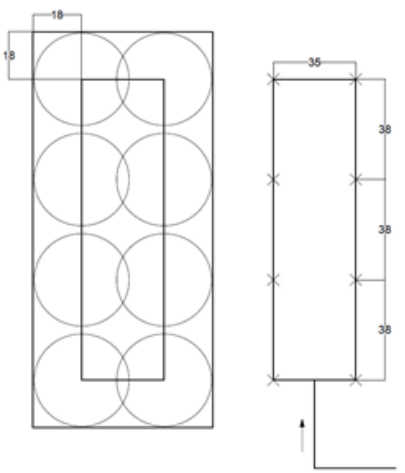


Hình 4. Thông số kích thước béc phun

Tấm pin có thông số kích thước 1494x664x34 mm, ta thiết kế 02 dãy phun với 04 béc phun trên một dãy.

- Tổng số béc phun sử dụng: 08 béc;
- Tổng lưu lượng nước: 04 lít/phút;
- Tổng áp suất phun: 5,6 bar.

Với thông số cột áp và lưu lượng trên, ta sử dụng bơm phun sương Sinleader với công suất hoạt động điều chỉnh ở 11,7 W.



Hình 5. Sơ đồ bố trí béc phun

• Xây dựng các công thức tính toán nhiệt độ, công suất và thời gian

Vì các tế bào quang điện được chế tạo từ silic, tính chất vật lý gần giống thủy tinh và được bảo vệ bởi lớp kính thủy tinh bên ngoài, do đó ta có thể xem đặc tính vật lý của tấm PV như đặc tính vật lý của thủy tinh.

a. Tính thời gian bơm hoạt động trong một chu kỳ

Bơm hoạt động ở khoảng nhiệt độ:

$$T_{on} \rightarrow 35^o C \Rightarrow \Delta T_{on} = T_{on} - 35^o C$$

Nhiệt độ nước giải nhiệt:

$$T_{nc} : 32^o C \rightarrow 35^o C \Rightarrow \Delta T_{nc} = 3^o C$$

Trong quá trình bơm hoạt động để giải nhiệt, năng lượng thu được của nước (Q_{nc}) bằng với tổng của năng lượng nhiệt tản ra từ tấm PMT (Q^{pin}_{nhiet}) và năng lượng bức xạ (Q^{bx}_{lv}) mà tấm PMT hấp thu được trong khoảng thời gian bơm làm việc (tlv - phút), ta có phương trình cân bằng năng lượng:

$$Q_{nc} = Q^{pin}_{\text{nhiet}} + Q^{bx}_{lv} \ (J)$$

$$\Leftrightarrow q_{nc}.t_{lv}.c_{nc}.\Delta T_{nc} = m_{pin}.c_{pin}.\Delta T_{on} + g.S_{pin}.G.(t_{lv}.60)$$

$$\Rightarrow t_{lv} = \frac{m_{pin}.c_{pin}.\Delta T_{on}}{q_{nc}.c_{nc}.\Delta T_{nc} - g.S_{pin}.G.60}$$

Trong đó, q_{nc} (l/ph) là lưu lượng của nước, cnc là nhiệt dung riêng của nước, cpin là nhiệt dung riêng của thủy tinh (xem tính chất vật lý của pin như kính), m_{pin} là khối lượng của các tấm PMT, S_{pin} là diện tích bề mặt hấp thụ bức xạ tấm PMT, G là bức xạ mặt trời đến tấm PMT, g là thông số đặc trưng nhiệt (SHGC) của pin mặt trời [9]. ☞

b. Tính chu kỳ làm việc

Năng lượng để gia nhiệt (Q_{gn}) tấm PMT tăng từ 35°C đến T_{on} chính là năng lượng bức xạ mặt trời (Q_{gn}^{bx}) tấm PMT thu được trong khoảng thời gian gia nhiệt (t_{gn} - phút), nên:

$$Q_{gn} = Q_{gn}^{bx} \Leftrightarrow m_{pin}.c_{pin}.\Delta T_{pin} = g.S_{pin}.G.(t_{gn}.60)\ (J)$$

$$\Rightarrow t_{gn} = \frac{m_{pin}.c_{pin}.\Delta T_{pin}}{g.S_{pin}.G.60}\ (phut)$$

Thời gian một chu kỳ làm việc:

$$t_{ck} = t_{lv} + t_{gn}.$$

c. Điện năng bơm tiêu thụ

Bơm hoạt động có công suất P_{bom}. Điện năng tiêu thụ của bơm trong quá trình hoạt động:

$$Q_{bom} = \frac{\sum thoi\ gian}{t_{ck}}.t_{lv}.P_{bom}\ \ (W.phut)$$

d. Tính công suất lý thuyết của tấm pin mặt trời

Ở điều kiện tiêu chuẩn ($T_{c,ref}$ = 25°C và bức xạ G_{ref} = 1000 W/m²), công suất tấm pin đạt được P_{max} = 135 W và giảm dần 0,47% với mỗi nhiệt độ tăng lên. Tấm pin mặt trời sử dụng sản xuất năm 2009, qua mỗi năm hiệu suất làm việc của tấm pin mặt trời giảm 1%, nên hiệu suất làm việc hiện tại là 0,87.

Khi ở nhiệt độ T (°C) và bức xạ G (W/m²), tấm pin có công suất:

$$P^{pin} = 0,87.\frac{G}{G_{ref}}.P_{max}\left[1 - 0,47\%.(T - 25)\right]\ (\mathrm{W})$$

Lượng điện năng tấm pin mặt trời tạo ra là:

$$Q^{pin} = \int P^{pin} d(t)\,(\mathrm{W}.phut)$$

Lượng điện năng tăng lên là:

$$\Delta Q^{pin} = Q_{cgn}^{pin} - Q_{kgn}^{pin}\,(\mathrm{W}.phut)$$

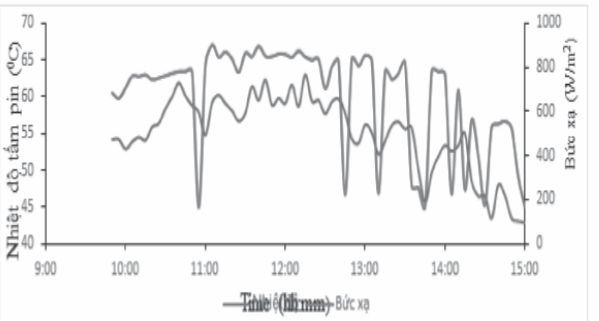
Với $Q_{cgn}^{pin}, Q_{kgn}^{pin}$ lần lượt là lượng điện do tấm PMT có giải nhiệt và không giải nhiệt tạo ra.

Điện năng hệ thống tạo ra được khi có giải nhiệt là:

$$Q_{ht} = Q_{cgn}^{pin} - Q_{bom}\,(\mathrm{W}.phut)$$

• Tính toán lựa chọn nhiệt độ bật bơm

Khảo sát bức xạ và nhiệt độ tấm pin mặt trời ngày 11 tháng 02 năm 2022, ta được đồ thị sau:



Hình 6. Bức xạ mặt trời và nhiệt độ tấm pin ghi nhận được vào ngày 11/02/2022

Lượng điện năng tấm pin tạo ra được khi không có giải nhiệt là: $Q_{kgn}^{pin} = 21239,23\,(\mathrm{W}.phut)$

ISSN 2615 - 9910 (bản in), ISSN 2815 - 5505 (online)
TẠP CHÍ CƠ KHÍ VIỆT NAM, Số 291, tháng 6 năm 2022
cokhivietnam.vn / tapchicokhi.com.vn

Bảng 2. Giá trị các thông số tính toán ứng với các nhiệt độ bật bơm khác nhau

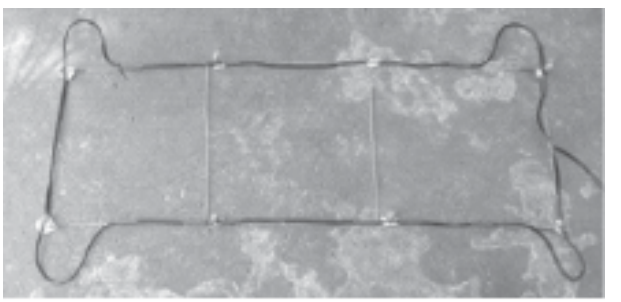
Nhiệt độ bật bơm T_{on} (^{0}c)	T_{lv} (phút)	Số chu kỳ n_{ck}	Điện năng bơm tiêu thụ Q_{bom}	Điện năng tấm pin tạo ra Q_{cgn}^{pin}	Điện năng hệ thống thu được Q_{ht}
40	4.30	24.68	1242.73	23417.44	22175.71
41	5.16	20.65	1242.73	23358.97	22112.11
42	6.02	17.63	1242.73	23300.50	22058.49
43	6.88	15.43	1242.73	23242.04	21999.94
44	7.74	13.72	1242.73	23183.57	21941.40
45	8.60	12.35	1242.73	23125.11	21882.88
46	9.46	11.22	1242.73	23066.64	21824.37
47	10.32	10.29	1242.73	23008.17	21765.87
48	11.18	9.50	1242.73	22949.71	21707.37
49	12.04	8.82	1242.73	22891.24	21648.88
50	12.90	8.23	1242.73	22832.78	21590.39
...	...	...	...	...	...
56	18.06	5.91	1242.73	22481.98	21234.59

Ta thấy, khi nhiệt độ bật bơm dưới 56°C thì lượng điện năng hệ thống thu được lớn hơn lượng điện năng tấm pin mặt trời không có giải nhiệt tạo ra. Vậy để có lợi về mặt năng lượng, ta phải thiết lập nhiệt độ bật bơm dưới 56°C. Do nhiệt độ môi trường ngoài trời ở Việt Nam vào mùa hạn nắng nóng rất cao, đôi khi vượt ngưỡng 40°C, nó sẽ ảnh hưởng lớn đến nhiệt độ tấm pin và nước giải nhiệt nên ta chọn nhiệt độ bật bơm là 45°C là hợp lý. Bên cạnh đó, ở 45°C, bơm hoạt động khoảng 24 chu kỳ một ngày, đây là con số hợp lý để đảm bảo cho tuổi thọ của bơm do tuổi thọ của các thiết bị điện tử bị ảnh hưởng bởi thời gian làm việc và số chu kỳ làm việc (số lần bật, tắt).

4. MÔ HÌNH VÀ ĐO ĐẠC THỰC NGHIỆM

4.1. Chế tạo mô hình

- Thiết kế hệ thống béc phun: theo đúng kích thước bố trí béc phun ở phần 3.1 nói trên, kết nối các béc phun bằng ống ϕ4 mm;

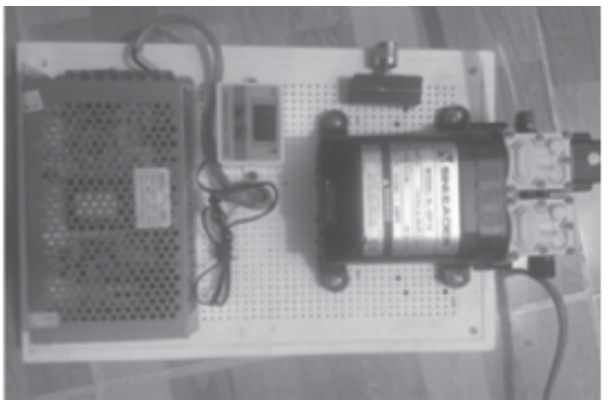


Hình 7. Thiết kế mạng béc phun

- Thiết kế máng hứng nước: Chế tạo máng hứng nước bằng tôn thiết dày 1 mm, có kích thước 160x70x35, dán mạng béc phun cố định lên máng hứng, lắp máng hứng cách mặt dưới tấm pin 30 cm;

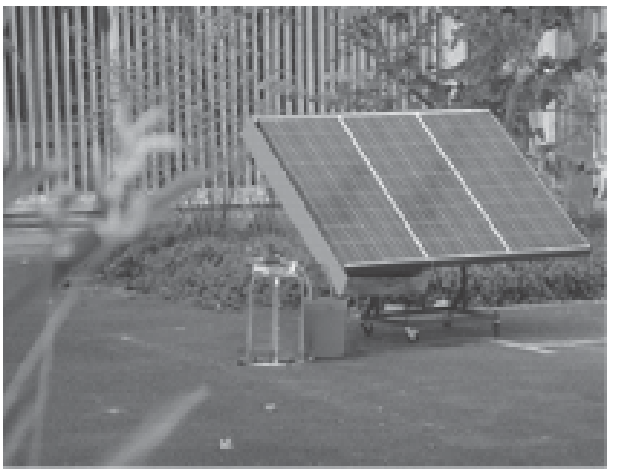
- Bơm và mạch điều khiển: như thể hiện trên Hình 8. ☞

+ Bơm: Sinleader model SL-DP16:
Áp suất: 130 PSI (8,3 bar cut off).
Lưu lượng: 10-12 l/ph.
Volts/Amps: 12 VDC/4-7 A.
+ Bộ kiểm soát nhiệt độ: XH-W3001:
Điện áp: 12 V.
Phạm vi kiểm soát: -55 đến 120°C; Độ chính xác: 0,2°C.
+ Nguồn: 220 V to 12 V.
+ Dimmer 12 V.



Hình 8. Mạch điều khiển bơm và bơm

Hình 9 trình bày hình ảnh thực tế tổng thể của mô hình thực nghiệm được lắp đặt tại Bộ môn Kỹ thuật Nhiệt lạnh, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách khoa – Đại học Quốc gia TP. HCM.



Hình 9. Mô hình thực nghiệm thực tế

Như thể hiện trên Hình 9, 03 tấm pin Helios 135P được lắp cố định trên một khung sắt gắn chân đế di động. Trong thực nghiệm, tấm pin bên trái là tấm được giải nhiệt, tấm pin bên phải là tấm pin không được giải nhiệt, còn tấm giữa để đảm bảo khoảng cách giữa hai tấm pin thực nghiệm không bị ảnh hưởng do truyền nhiệt trong quá trình giải nhiệt tấm bên trái.

4.2. Đo đạc thực nghiệm

a. Dụng cụ đo

+ Thermocouple EXTECH SDL200:

Hãng sản xuất/xuất xứ: EXTECH/Đài Loan.
Độ phân giải: 0,1°/1°.
Cấp chính xác: ±0,4% rdg (+1,8°F/+1°C) kiểu J,K,E,T; Pt100 ±0,5% rdg (+2°F/+1°C) kiểu R,S.
Bộ ghi: 20M giá trị sử dụng thẻ nhớ 2G.

+ Máy đo bức xạ mặt trời: PCE - SPM 1:

Khoảng đo: từ 0 đến 2000 W/m^2.
Độ phân giải: 1 W/m^2.
Độ chính xác: ±10 W/m^2 hoặc ±5%.

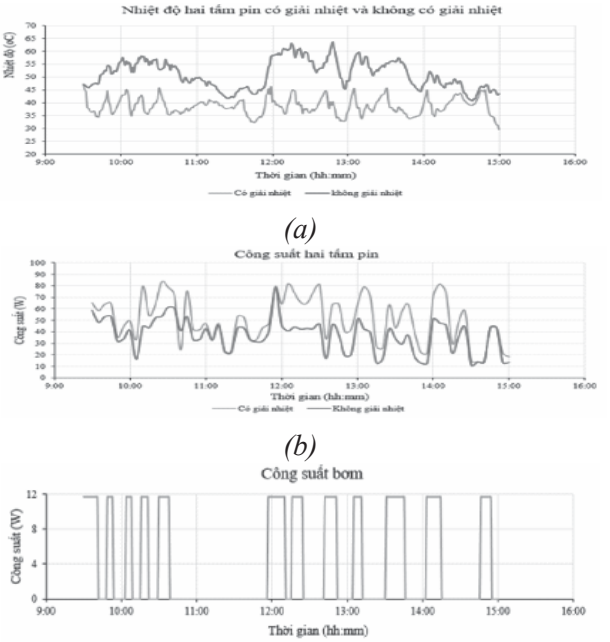
+ Wattmeter:

Điện áp: (0) V-4V-60V; Độ phân giải 0,01 V.
Dòng điện: 0-100 A; Độ phân giải 0,01 A.
Công suất: 0-6554 W; Độ phân giải 0,1 W.

b. Mô tả phương pháp đo

Bố trí hai tấm pin mặt trời có giải nhiệt và không có giải nhiệt cùng một vị trí địa lý, tiến hành lấy số liệu nhiệt độ: hai tấm, môi trường và nước giải nhiệt 1 lần/phút. Đo bức xạ mặt trời và công suất đầu ra 5 phút/lần.

5. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN



Hình 10. Kết quả đo: a. Nhiệt độ; b. Công suất hai tấm pin; c. Công suất bơm

Hình 10 trình bày kết quả đo thực nghiệm một ngày điển hình (14/02/2022) các thông số nhiệt độ và công suất hai tấm pin (có giải nhiệt và không giải nhiệt) và công suất bơm giải nhiệt. Bảng 3 dưới đây trình bày kết quả của những ngày đo tiếp theo, từ đó tính toán được lượng điện năng sinh ra của tấm pin có giải nhiệt và không giải nhiệt, điện năng bơm tiêu thụ, lượng điện năng và hiệu suất gia tăng khi tấm pin được giải nhiệt.

Bảng 3. Kết quả tính toán

Ngày	$\sum t_{lv}$ (phút)	Điện năng bơm tiêu thụ Q_{bom} (W.phut)	Điện năng tấm pin có giải nhiệt tạo ra Q_{cgn}^{pin} (W.phut)	Điện năng hệ thống thu được Q_{ht} (W.phut)	Điện năng tấm pin không giải nhiệt tạo ra Q_{kgn}^{pin} (W.phut)	Hiệu suất năng lượng thu được (%)
12/02/2022	69	807,3	9646,5	88392	7277,7	15,31
14/02/2022	113	1322,1	16972,3	15650,2	12400,2	26,21
16/02/2022	89	1041,3	17693,05	16651,75	12624,1	31,9
17/02/2022	135	1579,5	19404,7	17825,2	13107,85	36

Từ kết quả Bảng 3, ta thấy:

- Khi bố trí thêm hệ thống giải nhiệt, công suất tấm pin đã tăng trung bình khoảng 39,5%, lượng điện năng thu được tăng trung bình 27,35% trong một ngày;

- Đối với những ngày có cường độ bức xạ càng lớn thì hiệu suất năng lượng thu được tăng lên càng nhiều;

- Việc bố trí thêm thiết bị bật, tắt bơm theo cảm biến nhiệt độ đã giúp hệ thống hoạt động tối ưu hơn trong các điều kiện thời tiết khác nhau, bên cạnh đó cũng giúp tiết kiệm nước giải nhiệt hơn và giảm lượng điện tiêu thụ so với thiết lập chế độ hoạt động theo khoảng thời gian cố định hoặc chạy bơm liên tục;

- Với hiệu suất năng lượng thu được tăng lên 27,35% so với chi phí đầu tư lắp đặt hệ thống giải nhiệt thấp và cấu tạo - lắp đặt đơn giản, bên cạnh những lợi ích về tăng tuổi thọ của tấm pin mặt trời và các lợi ích khác. Vì vậy, việc bố trí thêm thiết bị giải nhiệt cho các hệ thống pin mặt trời là rất khả thi cho các hệ thống PMT áp mái cũng như các nhà máy điện mặt trời công suất lớn.

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày việc tính toán, thiết kế, chế tạo và thực nghiệm một hệ thống giải nhiệt cho pin mặt trời nhằm tăng sản lượng điện cũng như tăng tuổi thọ của pin. Kết quả thực nghiệm cho thấy sản lượng điện của tấm pin mặt trời có giải nhiệt tăng trung bình khoảng 27,35% so với tấm pin không có giải nhiệt, mang đến hiệu quả rất lớn nếu hệ thống giải nhiệt được triển khai cho các hệ thống PMT áp mái cũng như các nhà máy điện mặt trời công suất lớn. Bài báo cũng cho thấy việc giải nhiệt bên dưới tấm pin có những ưu điểm như giải nhiệt tốt hơn cho các tế bào quang điện do nằm sát mặt đáy tấm pin, hệ thống giải nhiệt và thu hồi nước cũng được bố trí dễ dàng và tiện lợi hơn.❖

Ngày nhận bài: **18/4/2022**
Ngày phản biện: **12/5/2022**

Tài liệu tham khảo:

[1]. Nguyễn Thế Bảo (2021); "*Giáo trình Năng lượng tái tạo và Phát triển bền vững*", NXB. Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[2]. Rodrigues EMG, Melício R, Mendes VMF, Catalão JPS (2011). Simulation of a solar cell considering single-diode equivalent circuit model. In: International conference on renewable energies and power quality, Spain, 13–15 April, 2011.

[3]. Akbarzadeh, T. Wadowski (1996). Heat-pipe-based cooling systems for photovoltaic cells under concentrated solar radiation. Appl Therm Eng, 16 (1), pp. 81-87.

[4]. Chaniotakis E (2001). Modelling and analysis of water cooled photovoltaics, M.Sc. thesis, Department of Mechanical Engineering, University of Strathclyde, Glasgow, Scotland.

[5]. Batoul H (2008). Flow simulation improves photovoltaic solar panel performance, Technical Report, Schueco International, Paris, France.

[6]. Tonui J.K. & Tripanagnostopoulos Y.(2007). Improved PV/T solar collectors with heat extraction by forced or natural air circulation. Renew Energy, 32, pp. 623-637.

[7]. Huy, V.Q & Thịnh, N.H (2020); *Thiết kế, chế tạo bộ làm mát cho tấm pin năng lượng mặt trời nhằm nâng cao hiệu suất chuyển đổi điện quang của tấm pin.* Đề tài NCKH Sinh viên, Đại học Đà Nẵng.

[8]. Đa, Đ.N & Hòa,T.T (2017); *Nghiên cứu, tính toán, mô phỏng,* thiết kế và chế tạo hệ thống PV/T collector. Luận văn Tốt nghiệp. Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.

[9]. Beanas.T, Machado.M (2017). On the analytical calculation of the solar heat gain coefficient of a BIPV module, Energy and Buildings (151).