

## ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN THỜI TIẾT ĐẾN NĂNG LƯỢNG HỮU ÍCH CỦA HỆ THỐNG NƯỚC NÓNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

### EVALUATING THE EFFECTS OF WEATHER CONDITIONS ON THE USEFUL HEAT GAIN OF THE SOLAR WATER HEATING SYSTEM

Nguyễn Du<sup>1</sup>, Lê Minh Nhật<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Trung cấp Kinh tế Kỹ thuật Cà Mau

<sup>2</sup> Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

Ngày tòa soạn nhận bài 26/8/2016, ngày phản biện đánh giá 9/9/2016, ngày chấp nhận đăng 7/11/2016

#### TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá sự ảnh hưởng của điều kiện thời tiết đến năng lượng hữu ích của hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời. Hệ thống này được thiết kế, chế tạo và lắp đặt tại trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh. Cấu tạo của hệ thống gồm bốn bộ thu tấm phẳng được lắp song song với nhau, có tổng diện tích là 8 m<sup>2</sup>. Thể tích bình tích trữ nước nóng là 300 lít, lưu lượng nước tuần hoàn qua bộ thu là 0,132 kg/s. Trong nghiên cứu này, các thí nghiệm được thực hiện trong ba dạng ngày khác nhau gồm ngày nắng, ngày có mây và ngày mưa để đánh giá ảnh hưởng của điều kiện thời tiết đến năng lượng hữu ích của hệ thống. Giá trị bức xạ mặt trời trung bình trên mặt phẳng bộ thu của ba ngày được đề cập ở trên lần lượt là 602 W/m<sup>2</sup>, 412 W/m<sup>2</sup>, 284,5 W/m<sup>2</sup>. Kết quả thí nghiệm cho thấy năng lượng hữu ích cấp đến bình tích trữ nước nóng của ngày nắng, ngày có mây và ngày mưa lần lượt là 10,22 kWh, 4,4 kWh, 0 kWh và điện năng tiêu tốn cho bơm nước tuần hoàn bộ thu tương ứng là 2,1 kWh, 1,28 kWh, 0 kWh.

**Từ khóa:** Bộ thu tấm phẳng; lưu lượng; bức xạ năng lượng mặt trời; điều kiện thời tiết; năng lượng hữu ích.

#### Ký hiệu

|  |  |
|--|--|
| $A_c$ : Diện tích bộ thu năng lượng mặt trời (m <sup>2</sup> ) | $m_w$ : Lưu lượng khối lượng nước bổ sung vào bình tích trữ (kg/s)   |
| $A_s$ : Diện tích bề mặt của bình tích trữ (m <sup>2</sup> )   | $Q_u$ : Năng lượng hữu ích (W)                                       |
| $C_b$ : Hệ số dẫn nhiệt môi hàn                                | $Q_{st}$ : Tồn thất nhiệt của bình tích trữ (W)                      |
| $C_p$ : Nhiệt dung riêng của nước (J/kg <sup>0</sup> C)        | $Q_w$ : Dòng nhiệt cung cấp cho người sử dụng (W)                    |
| $D$ : Đường kính ngoài ống (m)                                 | $T_a$ : Nhiệt độ môi trường (°C)                                     |
| $D_i$ : Đường kính trong của ống (m)                           | $T_{ci}$ : Nhiệt độ nước đầu vào bộ thu (°C)                         |
| $F$ : Hiệu suất cánh tiêu chuẩn                                | $T_{co}$ : Nhiệt độ nước đầu ra bộ thu (°C)                          |
| $F'$ : Hệ số hiệu suất của bộ thu                              | $T_s$ : Nhiệt độ nước trong bình tích trữ (°C)                       |
| $F_R$ : Hệ số dịch chuyển nhiệt bộ thu                         | $T_{wi}$ : Nhiệt độ nước bổ sung vào bình tích trữ (°C)              |
| $h_{f,i}$ : Hệ số truyền nhiệt từ ống vào chất lỏng            | $U_b$ : Hệ số tổn thất nhiệt mặt đáy của bộ thu (W/m <sup>2</sup> K) |
| $I_t$ : Bức xạ năng lượng mặt trời (W/m <sup>2</sup> )         |  |
| $m$ : Lưu lượng khối lượng (kg/s)                              |  |

$U_e$ : Hệ số tổn thất nhiệt mặt bên của bộ thu  
( $W/m^2 K$ )

$U_i$ : Hệ số tổn thất nhiệt mặt trên của bộ thu  
( $W/m^2 K$ )

$U_L$ : Hệ số tổn thất nhiệt toàn phần ( $W/m^2 K$ )

$U_s$ : Hệ số tổn thất nhiệt bình tích trữ ( $W/m^2 K$ )

$V_s$ : Thể tích bình tích trữ (L)

$W$ : Khoảng cách ống (m)

## ABSTRACT

*The aim of this research is to evaluate the effects of weather conditions on the useful heat gain of the solar water heating system. This system has been designed, fabricated and installed in the Ho Chi Minh City University of Technology and Education. It consists of four flat plate collectors parallely connected with the total collection surface area of 8 m<sup>2</sup>. The volume of storage tank is 300 liters and the water flow rate through collector loop is 0,132 kg/s. In this study, the experiments were carried out on three types different of days, including clear day, intermittent cloudyday and overcast sky day, to evaluate the effects of weather conditions on the useful heat gain of the solar water heating system. The average values of the global solar irradiance incident on the collector surface of the three above different days are 602 W/m<sup>2</sup>, 412 W/m<sup>2</sup>, 284,5 W/m<sup>2</sup>, respectively. The experimental results show that the useful heat gain of solar collectors for domestic hot water production of the clear day, intermittent cloud sky day and overcast sky day are 10,22 kWh, 4,4 kWh, 0 kWh, respectively, and the corresponding energy consumption of collector loop pump is 2,1 kWh, 1,28 kWh, 0 kWh, respectively.*

**Key words:** flat plate collector; flow; solar radiation; weather conditions; useful heat gain.

## I. GIỚI THIỆU

Trong thời đại hiện nay, kinh tế và dân số phát triển mạnh mẽ dẫn đến nhu cầu tiêu thụ năng lượng ngày một tăng cao đã dẫn đến cạn kiệt nguồn nhiên liệu hóa thạch và làm tăng lượng khí thải như CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, và NO<sub>x</sub> vào bầu khí quyển. Từ những lý do trên, nhiều nước đã hướng đến sự tăng cường sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo [1-2]. Do sự biến đổi khí hậu, nóng lên toàn cầu, sự khan hiếm nguồn năng lượng hóa thạch và các chi phí năng lượng ngày càng tăng, chính vì vậy nghiên cứu về năng lượng tái tạo đã trở thành một vấn đề nóng trong những năm gần đây. Đặc biệt, nghiên cứu về năng lượng mặt trời mà chủ yếu tập trung vào các hệ thống nhiệt mặt trời để sưởi ấm, gia nhiệt nước nóng được nhiều nước trên thế giới chú trọng, quan tâm.

Năm 2008, Badescu [3] đánh giá hệ thống năng lượng mặt trời bằng việc điều khiển tối ưu lưu lượng bộ thu năng lượng

mặt trời tấm phẳng theo kiểu đóng-mở. Kết quả cho thấy hiệu suất của bộ thu năng lượng mặt trời cao hơn phương pháp điều khiển tối ưu lưu lượng không đổi. Kavarik và Lesse [4] đã tiến hành nghiên cứu lý thuyết bài toán điều khiển lưu lượng dòng chảy tối ưu để tìm ra sự khác biệt lớn nhất giữa năng lượng hữu ích và điện năng tiêu tốn cho bơm nước trong vòng tuần hoàn bộ thu. Trong nghiên cứu này, bộ thu tấm phẳng và bình tích trữ được giả định rằng không có sự cung cấp nước nóng cho người sử dụng trong suốt quá trình bơm hoạt động. Winn và Hull III [5] đã phát triển mô hình tối ưu bài toán cơ bản dựa trên hệ số dịch chuyển nhiệt, trong mô hình xây dựng này, các giá trị đo lường (ví dụ như nhiệt độ, bức xạ năng lượng mặt trời) của hệ thống không yêu cầu trước nhưng giải pháp bằng số tạo ra trạng thái với sự thay đổi thích hợp. Dorato và Jamshidi [6], Orbach et al và Beckman et al [7] cũng báo cáo về điều khiển tối ưu cho hệ thống thu năng lượng mặt trời

với phương pháp điều khiển đóng-mở. Salteil và Sokolov [8] đã đưa ra một phân tích số cho tối ưu lưu lượng dòng chảy của bộ thu năng lượng mặt trời đa thành phần với hai loại cấu hình: tuần hoàn và một chiều với điều kiện thời tiết được giả định là một hàm sin theo thời gian. Năm 2013, Nhựt và Park [9] đánh giá hệ thống năng lượng mặt trời bằng việc điều khiển dòng chảy tối ưu cho vòng tuần hoàn bộ thu năng lượng mặt trời dạng ống chân không bởi bơm biến tần. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu suất tăng so với điều khiển đóng-mở là 1,54%. Việt Nam không tránh khỏi tình trạng thiếu hụt nguồn năng lượng như thế giới. Cho nên, việc sử dụng nguồn năng lượng tái tạo thay thế nguồn năng lượng truyền thống được phát triển mạnh mẽ.

Các nước đang phát triển trên thế giới phát triển mạnh mẽ lĩnh vực sản xuất nước nóng bằng năng lượng mặt trời như Mỹ, Đức, Pháp, Tây Ban Nha, Trung Quốc... Ở Việt Nam tuy chỉ mới ứng dụng năng lượng tái tạo cách đây không lâu nhưng cũng thể hiện được tiềm năng rất lớn, đặc biệt là sản xuất nước nóng năng lượng mặt trời.

Do vị trí địa lý đã ưu ái cho Việt Nam một nguồn năng lượng mặt trời vô cùng lớn, đặc biệt là ở thành phố Hồ Chí Minh, nơi mà nhu cầu sử dụng nguồn nước nóng phục vụ không chỉ cho hộ gia đình mà còn cho các khách sạn, chung cư cao cấp, khu nghỉ dưỡng, bệnh viện... Do đó, việc sử dụng nguồn năng lượng mặt trời để sản xuất nước nóng thay cho các phương thức cũ như dùng điện trở, lò hơi... có ý nghĩa hết sức to lớn.

Hiện nay, các hệ thống năng lượng mặt trời được ứng dụng nhiều trong các công ty, xí nghiệp, nhà hàng và khách sạn ở Việt Nam, hầu hết sử dụng chủ yếu là kiểu lưu lượng cưỡng bức qua vòng tuần hoàn bộ thu là hằng số. Tuy nhiên chưa có một nghiên cứu đánh

giá ảnh hưởng điều kiện thời tiết đến năng lượng hữu ích hệ thống năng lượng mặt trời. Vì vậy bài báo này nghiên cứu, đánh giá sự ảnh hưởng điều kiện thời tiết đến năng lượng hữu ích của hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời tại các khu vực phía nam Việt Nam.

## II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trong nghiên cứu này, năng lượng hữu ích  $Q_u$  (W) của bộ thu năng lượng mặt trời được tính như sau [10]:

$$Q_u = A_c F_R \left[ (\tau\alpha) I_t - U_L (T_{ci} - T_a) \right] = m C_p (T_{co} - T_{ci}) \quad (1)$$

$F_R$  là hệ số dịch chuyển nhiệt bộ thu, liên quan đến diện tích bộ thu, hệ số tổn thất nhiệt toàn phần và lưu lượng khối lượng, được tính như sau [10]:

$$F_R = \frac{m C_p}{A_c U_L} \left[ 1 - \exp \left( - \frac{A_c U_L F'}{m C_p} \right) \right] \quad (2)$$

Với:

$$F' = \frac{1}{U_L} \frac{1}{W \left[ \frac{1}{U_L [D + (W - D) F]} + \frac{1}{C_b} + \frac{1}{\pi D_i h_{f,i}} \right]} \quad (3)$$

$$F = \frac{\tanh [m(W - D) / 2]}{m(W - D) / 2} \quad (4)$$

Hệ số tổn thất nhiệt toàn phần  $U_L$  (W/m<sup>2</sup> K)

$$U_L = U_t + U_b + U_e \quad (5)$$

Cân bằng năng lượng của bình tích trữ nước nóng được tính như sau:

$$M C_p \frac{dT_s}{dt} = Q_u - Q_w - Q_{st} \quad (6)$$

Tổn thất nhiệt của bình tích trữ được tính như sau:

$$Q_{st} = U_s A_s (T_s - T_a) \quad (7)$$

Dòng nhiệt cung cấp cho người sử dụng được tính như sau [9]:

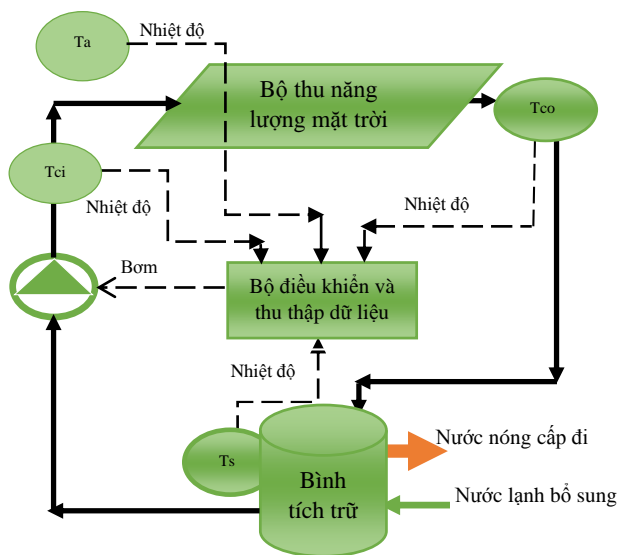
$$Q_w = m_w C_p (T_s - T_{wi}) \left[ 1 - \exp\left(-\frac{U_w A_w}{m_w C_p}\right) \right] \quad (8)$$

### III. MÔ TẢ HỆ THỐNG

#### 3.1 Mô tả hệ thống

Hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời kiểu cưỡng bức, phục vụ nghiên cứu được thiết kế, chế tạo và lắp đặt tại Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh như ở hình 1.

Hệ thống này bao gồm bộ thu năng lượng mặt trời, bình tích trữ, bơm nước, đồng hồ lưu lượng, bộ điều khiển và thu thập dữ liệu. Bộ thu năng lượng mặt trời gồm 4 tấm collector, mỗi tấm có chiều dài 2m, chiều rộng 1m, khoảng cách các ống 0,08m, đường kính ngoài của ống 0,013m và có 11 ống, các tấm này được kết nối song song với nhau có tổng diện tích là 8m<sup>2</sup> và đặt nghiêng một góc 45<sup>0</sup> so với mặt phẳng nằm ngang hướng về phía Nam. Bình tích trữ có đường kính 820 mm và chiều cao 1080 mm đáp ứng theo yêu cầu  $V_s/A_c \approx 33,3 L/m^2$  [3]. Bình tích trữ bằng nhựa bọc cách nhiệt polyurethane dày 50 mm.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống bộ thu năng lượng mặt trời



Hình 2. Sơ đồ thực tế bộ thu năng lượng mặt trời



Hình 3. Bộ điều khiển năng lượng mặt trời

Nguyên lý hoạt động hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời có thể được mô tả như sau:

Đối với bơm nước tuần hoàn bộ thu, khi sự chênh lệch giữa nhiệt độ nước đầu ra bộ thu và nhiệt độ nước dưới đáy bình tích trữ cao hơn so với giá trị đặt  $\Delta T_{on} = T_{co} - T_s \geq 10^\circ C$ , bơm bộ thu chạy, và sẽ tắt nếu giá trị này thấp hơn giá trị  $\Delta T_{off} = T_{co} - T_s \leq 2^\circ C$ . Bơm bộ thu được điều khiển bởi chương trình được viết bằng ngôn ngữ C++. Các cảm biến nhiệt độ được kết nối với bộ điều khiển Arduino mega 8 [11]. Tất cả các dữ liệu có liên quan đến nhiệt độ của hệ thống được ghi lại và thể hiện trên màn hình điều khiển.

Bức xạ năng lượng mặt trời đo bằng máy đo bức xạ mặt trời Tenmars TM-207 (sai số là +/- 1,5%) [12] và cảm biến nhiệt độ đo nhiệt độ môi trường lắp đặt gần vị trí bộ thu năng lượng mặt trời (sai số +/- 0,5%). Ngoài ra, ba cảm biến nhiệt độ được sử dụng để đo nhiệt độ nước đầu vào, nhiệt độ nước đầu ra của bộ thu và nhiệt độ nước nóng trong bình tích trữ có sai số là +/- 0,5%

### 3.2 Phương pháp thí nghiệm

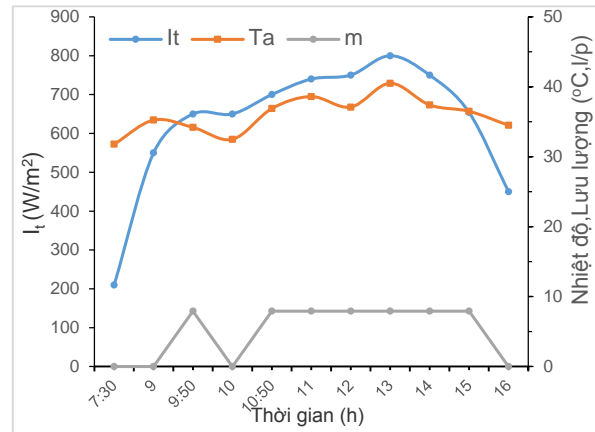
Lưu lượng nước qua vòng tuần hoàn bộ thu được đặt là 0,132 kg/s.

Các thông số cần ghi nhận trong quá trình đo đạc bao gồm: bức xạ năng lượng mặt trời, điện năng tiêu thụ, nhiệt độ môi trường, nhiệt độ nước đầu vào, nhiệt độ nước đầu ra của bộ thu và nhiệt độ nước trong bình tích trữ.

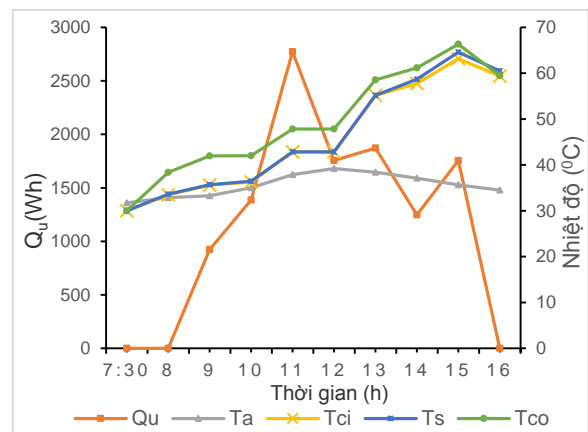
Thời gian thí nghiệm được bắt đầu từ 7h30 đến 16h40 cho tất cả các ngày, nhiệt độ nước ban đầu thí nghiệm không đổi và bằng 30°C, các thông số được đo với thời gian 10 phút một lần, các số liệu được ghi vào file excel, thí nghiệm được tiến hành trong ba dạng ngày khác nhau là ngày nắng, ngày có mây và ngày mưa.

## IV. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM VÀ BÀN LUẬN

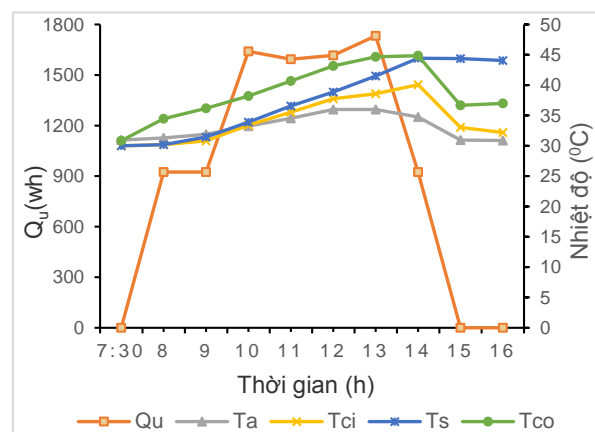
Hình 4 và hình 5 cho thấy hoạt động của bơm bộ thu năng lượng mặt trời trong trường hợp ngày nắng. Bơm tuần hoàn bắt đầu hoạt động từ 9h50 đến khoảng 10h00 dừng, sau đó đến khoảng 10h50 hoạt động trở lại cho đến 15h50 thì dừng. Khi bơm tuần hoàn hoạt động, nhiệt độ nước đầu ra bộ thu  $T_{co}$  dần dần tăng lên và sau đó giảm dần vào khoảng 15h30, do bức xạ năng lượng mặt trời  $I_t$  giảm, nhiệt độ nước đầu ra bộ thu đạt giá trị cao nhất 67,5°C vào lúc 15h00.



Hình 4. Thay đổi của lưu lượng khối lượng theo thời gian trong ngày nắng



Hình 5. Thay đổi của năng lượng hữu ích  $Q_u$  và nhiệt độ trong ngày nắng

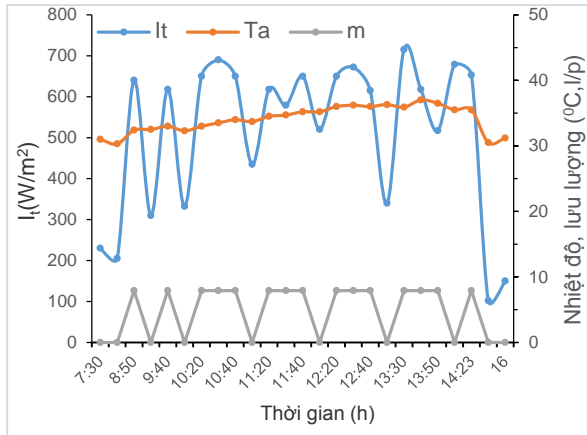


Hình 6. Thay đổi của năng lượng hữu ích  $Q_u$  và nhiệt độ trong ngày có mây

Trong khi đó nhiệt độ nước đầu vào bộ thu  $T_{ci}$  liên tục tăng do độ chênh lệch nhiệt độ nước đầu vào, đầu ra bộ thu tăng và chỉ giảm khi bơm tuần hoàn tắt. Nhiệt độ nước

trong bình tích trữ  $T_s$  tăng dần lên và đạt giá trị cao nhất  $65^{\circ}\text{C}$  vào lúc khoảng 15h00.

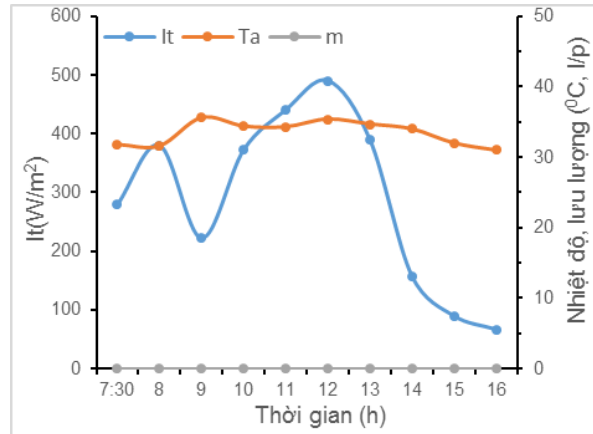
Tổng năng lượng hữu ích cấp đến bình tích trữ nước nóng là 10,22 kWh và tổng lượng điện năng tiêu tốn cho bơm nước tuần hoàn bộ thu tương ứng 2,1 kWh.



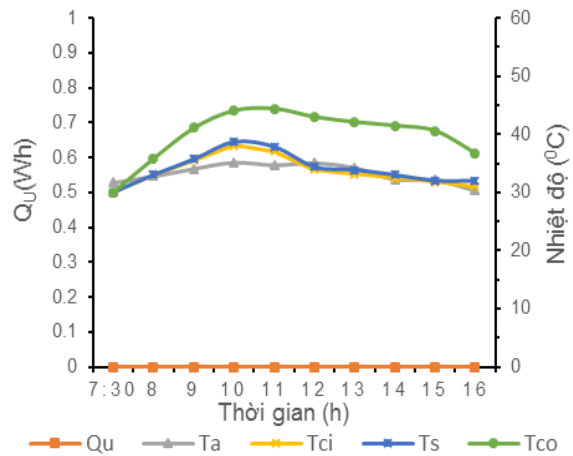
**Hình 7.** Thay đổi của lưu lượng khối lượng theo thời gian trong ngày có mây

Hình 6 và hình 7 cho thấy hoạt động của bơm bộ thu năng lượng mặt trời trong trường hợp ngày có mây. Bơm tuần hoàn hoạt động từ lúc 8h50 đến khoảng 14h50 nhưng không liên tục. Theo hình 7 ta thấy bơm tắt mở liên tục trong khoảng thời gian từ 8h50 đến 14h50 và sau đó tắt hẳn. Điều này là do sự giảm đột ngột năng lượng bức xạ mặt trời  $I_t$  trên bề mặt bộ thu dẫn đến nhiệt độ nước đầu ra bộ thu  $T_{co}$  giảm. Nhiệt độ nước trong bình tích trữ  $T_s$  tăng dần và đạt giá trị  $46^{\circ}\text{C}$  vào khoảng 14h00. Tổng năng lượng hữu ích cấp đến bình tích trữ nước nóng là 4,4 kWh và tổng lượng điện năng tiêu tốn cho bơm nước tuần hoàn bộ thu tương ứng 1,28 kWh.

Hình 8 và hình 9 cho thấy hoạt động của bơm bộ thu năng lượng mặt trời trong trường hợp ngày mưa. Bơm tuần hoàn không hoạt động trong suốt quá trình thí nghiệm. Điều này là do năng lượng bức xạ mặt trời  $I_t$  chiếu đến bộ thu rất ít và thay đổi liên tục.



**Hình 8.** Thay đổi của lưu lượng khối lượng theo thời gian trong ngày mưa



**Hình 9.** Thay đổi của năng lượng hữu ích  $Q_u$  và nhiệt độ trong ngày mưa

Nhiệt độ nước đầu vào  $T_{ci}$ , nhiệt độ nước đầu ra  $T_{co}$  của bộ thu năng lượng mặt trời thay đổi rất ít. Nhiệt độ nước trong bình tích trữ  $T_s$  đạt khoảng  $36^{\circ}\text{C}$  tại thời điểm 10h00. Tổng năng lượng hữu ích cấp đến bình tích trữ nước nóng là 0 kWh và tổng lượng điện năng tiêu tốn cho bơm nước tuần hoàn bộ thu tương ứng 0 kWh.

## V. KẾT LUẬN

Các thí nghiệm được thực hiện trên ba dạng ngày khác nhau như ngày nắng, ngày có mây và ngày mưa với giá trị lưu lượng nước qua vòng tuần hoàn bộ thu không đổi là 0,132 kg/s. Để đánh giá ảnh hưởng điều kiện thời tiết đến năng lượng hữu ích của hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời. Kết quả thí nghiệm

cho thấy rằng năng lượng hữu ích  $Q_u$  cấp đến bình tích trữ nước nóng của ngày nắng, ngày có mây và ngày mưa lần lượt là 10,22 kWh, 4,4 kWh, 0 kWh và điện năng tiêu tốn cho bơm bộ thu tương ứng 2,1 kWh, 1,28 kWh, 0 kWh. Hệ thống điều khiển tự động hoạt động ổn định trong suốt thí nghiệm.

### LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến Thầy TS. Lê Minh Nhựt đã tận tình

hướng dẫn, truyền đạt những kinh nghiệm quý báu để tác giả hoàn thành bài báo này.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn quý thầy cô trong Khoa Cơ Khí Động Lực nói chung, quý thầy cô trong Bộ Môn Kỹ Thuật Nhiệt-Điện Lạnh nói riêng và nhóm sinh viên lớp Công Nghệ Kỹ Thuật Nhiệt K12 đã giúp đỡ, tạo điều kiện để tác giả hoàn thành bài báo.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Novo, A.V., Bayon, J.R., et al., Review of seasonal heat storage in large basins: water tanks and Gravel-water pits. *Applied Energy* 87, 390-397, 2010
- [2] Yumrutas, R., Unsal, M., Energy analysis and modeling of a solar assisted house heating system with a heat pump and an underground energy storage tank. *Solar Energy* 86, 983-993a, 2012.
- [3] Badescu, V., Optimal control of flow in solar collector systems with fully mixed water storage tanks, *Energy Conversion and Management*. 49, pp.169-184, 2008.
- [4] Kavarik, M., Lesse, F., Optimal control of flow in temperature solar heat collectors. *Solar Energy*, Vol 18, pp 431- 435, pegamon press, 1976
- [5] Winn, C.B., Hull, D.E., Optimal controllers of the second kind. *Solar energy* 23, 529-534, 1979.
- [6] Dorato, P., Optimal temperature control of solar energy systems. *Solar Energy*, Vol. 30, No. 2, pp 147-152, 1983
- [7] Orbach, A., Rorres, C., et al., Optimal control of a solar collector loop using a distributed-lumped model. *Automatica*, Vol.17, No.3, pp 535-539, 1981
- [8] Saltiel, C., Sokolov, M., Optimal control of a multicomponent solar collector system. *Solar Energy*, Vol 34, No. 6, pp. 463-473, 1985
- [9] Nhut, L. M., Park, Y. C., A study on automatic optimal operation of a pump for solar domestic hot water system. *Elsevier*, *Solar Energy* 98, 448-457, 2013
- [10] Duffie, J.A., Beckman, W.A., *Solar Engineering of Thermal Processes*, pp 490-491, John Wiley & Sons, New York, Fourth Edition, 2013
- [11] <https://www.google.com.vn/#q=arduino+mega+8>
- [12] <https://sieuthihaiminh.vn/may-do-buc-xa-mat-troi-tenmars-tm-207.html>

### Tác giả chịu trách nhiệm bài viết

Nguyễn Du

*Trường Trung cấp Kinh tế - Kỹ thuật Cà Mau*

Email: [duktcnnl@gmail.com](mailto:duktcnnl@gmail.com)