

# BƯỚC ĐẦU NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI TRONG ĐUN NƯỚC NÓNG DÙNG CHO SINH HOẠT

An initial study on utilization of solar energy in heating water for household use

*Phan Văn Thắng<sup>1</sup>*

## SUMMARY

Solar energy is a clean and infinite energy source. Transformation of this energy for utilization is one of the research orientations for satisfaction of the growing need of the society for energy as the conventional sources of energy are gradually exhausting. In the present study a solar energy water heater was designed and manufactured based on a principle of trapping heat from solar radiation owing to a greenhouse effect, using cheap and locally available materials. It was shown that different materials used as the covering layer of the heat absorption panel resulted in different temperatures of the effluent water. As a result, the best covering material was chosen for the heater. The water heater had a rational design, simple manufacturing techniques with a price lower than that of other water heaters available for sale in the market. The present water heater should have an essential practical significance for its low fuel expenses and high environmental sustainability.

**Key words:** Solar energy, water heater, temperature, environment

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các thiết bị đun nước bằng năng lượng mặt trời là loại hình công nghệ được sử dụng rộng rãi ở trên thế giới. Giá thành của các thiết bị này ở Nhật Bản là 300-400 USD, ở Nepal, Zimbabwe: 600-800 USD, ở Israel: 500-600 USD, ở Kenya: 1100 USD, Trung Quốc: từ 1200-1400 NDT... cho một bộ thiết bị có dàn thu 2 m<sup>2</sup> và dung tích bình chứa 200 lít (Nguyễn Duy Thiện, 2001), ở nước ta mới chỉ có một số cơ sở sản xuất thiết bị đun nước bằng năng lượng mặt trời với giá thành từ 3 đến 4 triệu đồng. Việt Nam nằm ở vùng có tổng lượng bức xạ mặt trời khá cao: từ 1700 - 1900 kWh/m<sup>2</sup>, tức là bình quân khoảng 4,9 kWh/m<sup>2</sup>/ngày so với một số nước có cường độ bức xạ cao khoảng 8 kWh/m<sup>2</sup>/ngày như: Israel, Úc, Ai Cập, Pêru; ở Tanzania: 4,8-6,2 kWh/m<sup>2</sup>/ngày; Thái Lan: 4,8-5,3 kWh/m<sup>2</sup>/ngày; Pakistan: 3,8-8,2 kWh/m<sup>2</sup>/ngày; Đức: 0,8-5,2 kWh/m<sup>2</sup>/ngày; Nairobi, Kenya: 5,7 kWh/m<sup>2</sup>/ngày (Nguyễn Duy Thiện, 2001)... dân số khoảng hơn 80 triệu, nhu cầu nước nóng dùng cho sinh hoạt hàng năm rất lớn, nên việc nghiên cứu ứng dụng năng lượng mặt trời để phục vụ nhu cầu sản xuất và đời sống ở Việt Nam là một thực tế cần thiết trong một số lĩnh vực: điện mặt trời, sấy, đun nước nóng,.... Sử dụng thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời góp phần giảm một lượng lớn nhiên liệu và chi phí cho việc đun nước nóng, đặc biệt giảm bớt tình trạng quá tải cho hệ thống điện, giảm ô nhiễm môi trường sinh thái.

Mục đích của nghiên cứu này nhằm tìm ra quy trình chế tạo thiết bị thu nhiệt mặt trời phù hợp với công nghệ của Việt Nam dựa trên các nguyên vật liệu có sẵn ở trong nước, với giá thành hạ và đảm bảo hiệu suất thu nhiệt cao.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Ứng dụng nguyên lý bức xạ nhiệt nhờ hiệu ứng lồng kính để thiết kế và chế tạo thiết bị đun nước nóng dùng năng lượng mặt trời. Do bộ phận thu nhiệt là một hộp có phần nắp đáy là vật liệu trong suốt như kính hoặc vật liệu tổng hợp, mặt đáy là kim loại được bôi đen. Khi bức xạ mặt trời

---

<sup>1</sup> Khoa Cơ Điện- Trường ĐHNHI

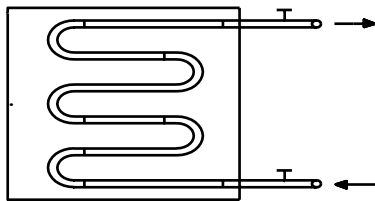
chiếu qua mặt trong suốt thì hầu như toàn bộ phổ bức xạ xuyên qua vào trong hộp làm nóng bề mặt bởi đen. Mặt đen hấp thụ nhiệt và phát bức xạ nhiệt, nếu không có nắp trong suốt ngăn lại thì bức xạ nhiệt sẽ tản ra môi trường và nhiệt độ của mặt hấp thụ sẽ ổn định ở nhiệt độ không cao khoảng 70°C. Nhờ có nắp trong suốt ngăn bức xạ có bước sóng dài nên nhiệt độ trong hộp tăng cao dần. Nếu tăng số nắp trong suốt lên hai hoặc ba nắp thì nhiệt độ trong hộp càng cao.

Thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời theo kiểu đối lưu tự nhiên, có cấu tạo đơn giản, ít tốn kém. Thiết bị này dựa trên một thực tế là nước được làm nóng trong dàn thu nhiệt, dâng lên trong thùng chứa nước. Nước nóng dâng lên đẩy nước lạnh từ thùng trữ vào dàn thu như một si phông nhiệt (vì chân không không còn tồn tại) nước lạnh được hâm nóng qua dàn thu nhiệt và cứ thế chu trình kế tiếp theo. Lưu chuyển cứ tiếp tục như vậy khi nào nhiệt độ trong dàn thu nhiệt cao hơn nhiệt độ ở phần thấp của thùng trữ nước.

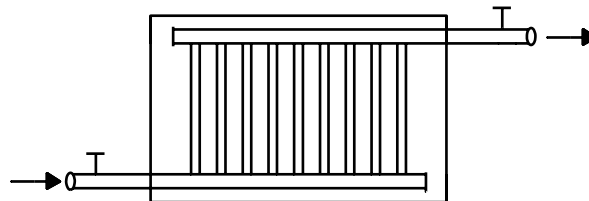
Các bộ phận của thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời:

*Kiểu dàn thu nhiệt và hệ thống ống dẫn trên dàn thu*

Vật liệu làm dàn thu nhiệt (bao gồm dạng dàn và dạng ống) có thể là sắt, nhôm, đồng. Dàn thu nhiệt chuyển tia bức xạ mặt trời tập trung thành nhiệt năng và dẫn tới hệ thống ống dẫn. Dàn thu nhiệt có thể ở dạng kiểu có ống dẫn uốn hình con rắn (Hình 1) hoặc dàn thu nhiệt kiểu ống thẳng (Hình 2).



Hình 1. Dàn thu nhiệt hình con rắn



Hình 2. Dàn thu nhiệt kiểu ống thẳng

Dựa vào mức sử dụng nước nóng của người tiêu dùng và lượng bức xạ mặt trời của vùng được lắp đặt thiết bị để tính toán được kích thước cần thiết của dàn thu nhiệt. Tính toán kích thước của dàn thu nhiệt dựa vào các thông số sau:

- Lượng nước nóng yêu cầu  $L$  (lít);
- Nhiệt độ nước nóng yêu cầu  $t_2$  (°C);
- Nhiệt độ ban đầu của nước lạnh  $t_1$  (°C);
- Cường độ bức xạ nhiệt của mặt trời  $R$  (kWh/m<sup>2</sup>);
- Hiệu suất của dàn thu nhiệt  $E$  (%);

Dàn thu nhiệt được thiết kế và chế tạo cho một gia đình có 4 người, lượng nước nóng cần dùng là  $L=160$  lít, nhiệt độ nước nóng:  $t_2=40^\circ\text{C}$ , nhiệt độ ban đầu của nước lạnh:  $t_1= 20^\circ\text{C}$ , cường độ bức xạ:  $R= 4,5$  kWh/m<sup>2</sup>, hiệu suất của thiết bị:  $E= 40\%$ .

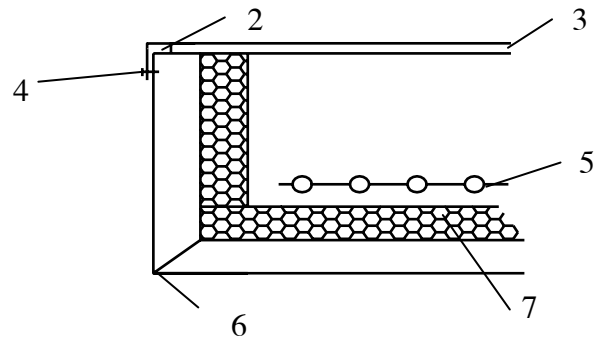
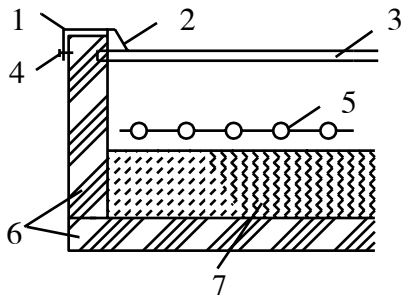
*Lớp phủ lên dàn thu nhiệt*

Sử dụng một lớp phủ màu đen bằng vật liệu chọn lọc lên dàn thu nhiệt, đảm bảo khả năng hấp thụ bức xạ cao nhất. Lớp phủ được chọn lọc có thể là oxit niken và đồng màu đen hoặc sunphit kẽm và kẽm màu đen. Các lớp phủ phải mỏng vì bản thân lớp phủ có một hiệu ứng cách nhiệt, chỉ có lớp phủ chọn lọc đặc biệt mới có khả năng hấp thụ tốt bức xạ mặt trời có bước sóng ngắn (tới 2,5μm) và đồng thời cản trở sự phát xạ nhiệt có bước sóng dài (tới 4μm). Do đó để chọn được một lớp phủ đặc biệt cho hiệu quả thu nhiệt cao nhất, phải dựa vào đo đếm thực nghiệm với các lớp phủ khác nhau. Để đánh giá được khả năng thu nhiệt của thiết bị, ta cho phủ bề mặt dàn thu năng lượng bằng các chất phủ khác nhau và tiến hành lấy các thông số gia tăng nhiệt độ nước khi ra khỏi dàn thu nhiệt.

Thí nghiệm được tiến hành trong những ngày có thời tiết (nhiệt độ không khí, tốc độ gió) tương đương nhau. Tiến hành lấy số liệu ứng với từng loại chất phủ. Số liệu thí nghiệm khi chưa có chất phủ bề mặt là số liệu đối chứng. Cứ sau 10 phút, ta đo nhiệt độ nước nóng một lần bằng nhiệt kế thủy ngân được gắn trên nắp thùng trữ. Khoảng thời gian tiến hành thí nghiệm là 60 phút.

#### Hộp đựng dần thu nhiệt

Hộp đựng dần thu nhiệt có thể được làm bằng gỗ hoặc kim loại. Hộp đựng dần thu nhiệt ngoài việc bảo vệ tác động bên ngoài như mưa, gió, độ ẩm và kéo dài tuổi thọ cho dần thu nhiệt, nó còn có chức năng giữ, cách nhiệt giữa dần thu với môi trường bên ngoài. Loại hộp đựng bằng gỗ có hiệu quả cách nhiệt tốt và không cần cách nhiệt ở các phía. Hộp đựng được phủ một lớp sơn bảo vệ để tránh bị hư hỏng do tác động của môi trường (hình 3). Bề mặt sờ tiếp xúc của hộp đựng với tấm kính chắn được làm khít bằng gioăng cao su để chống thất thoát nhiệt và tránh nước mưa lọt vào trong hộp. Loại hộp đựng dần thu nhiệt bằng kim loại cần có lớp sơn bảo vệ, trừ khi dùng các vật liệu chống rỉ. Các cạnh của hộp khung phải được cách nhiệt tốt (hình 4).



Hình 3. Hộp đựng dần thu nhiệt bằng gỗ

Hình 4. Hộp đựng dần thu nhiệt bằng kim loại

1-Dàn bảo vệ; 2-Vật làm kín; 3-Tấm kính; 4- Đinh; 5- Dàn ống hấp thụ nhiệt; 6- Khung; 7- Lớp cách nhiệt

#### Nắp đậy hộp đựng dần thu nhiệt

Thường được làm từ các loại kính trong suốt. Nắp đậy bảo vệ mặt hấp thụ khỏi nhiễm bẩn và tăng độ bền của lớp phủ dần thu nhiệt.

#### Thùng chứa nước

Thùng trữ nước nóng được chế tạo từ tôn hoa, được dùng để tích trữ nước nóng được đun từ dần thu nhiệt đưa dần ra tới người sử dụng. Thùng chứa nước nóng cần phải được cách nhiệt tốt để giảm tổn thất nhiệt.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Tính toán kích thước dần thu nhiệt

- Năng lượng nhiệt cần có:

$$Q = 1,16 L (t_2 - t_1) = 1,16 \cdot 160 (40 - 20) = 3172 \text{ Wh} = 3,72 \text{ kWh}$$

- Diện tích dần thu nhiệt:

$$A = \frac{Q}{E \cdot R} = \frac{3,72}{0,4 \cdot 4,5} = 2,06 \text{ m}^2$$

Từ kết quả tính toán, ta có thể chế tạo dần thu nhiệt có diện tích 2 m<sup>2</sup>.

Như vậy, tùy theo nhu cầu sử dụng nước nóng, cường độ bức xạ mặt trời của từng vùng cụ thể và khả năng chế tạo để đạt hiệu suất của thiết bị trong khoảng nào, ta có thể tính toán được kích thước cho dần thu nhiệt. Nếu chế tạo hàng loạt, ta có thể chế tạo theo modul, mỗi modul có kích thước 2 m<sup>2</sup>. Tùy theo nhu cầu sử dụng, có thể ghép nhiều modul lại với nhau.

#### 3.2. Chế tạo và lắp đặt thiết bị

Dàn thu nhiệt bao gồm một dàn ống dẫn nước bằng thép tráng kẽm có kích thước trong bảng 1.

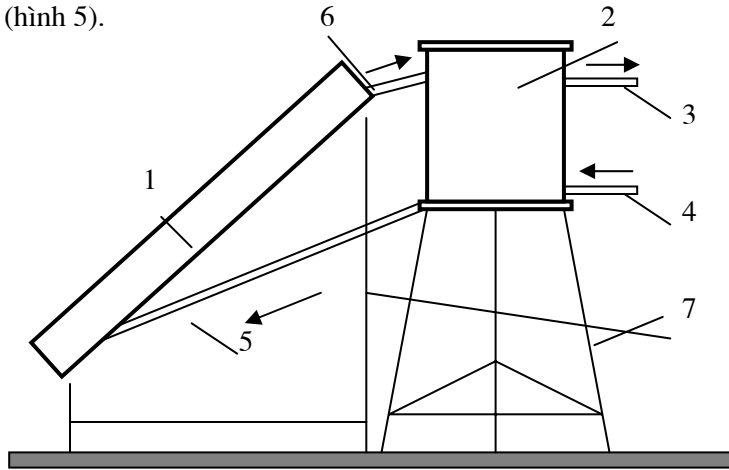
**Bảng 1. Vật liệu làm dàn thu nhiệt**

	Kích thước chọn (m)	Độ dày (mm)	Vật liệu	Số lượng
Ống dọc	1,16	$d_1/d_2 = 15/21$	Thép tráng kẽm	15 ống
Ống ngang	0,95	$d_1'/d_2' = 26/32$	Thép tráng kẽm	2 ống

Các ống dọc của dàn ống được nối với các ống ngang theo phương pháp hàn. Ống ngang phía trên là ống góp nước nóng ra, ống ngang phía dưới là ống góp nước lạnh vào. Các ống góp bị kín 1 đầu, 1 đầu còn lại có ren để nối với các ống dẫn vào ra.

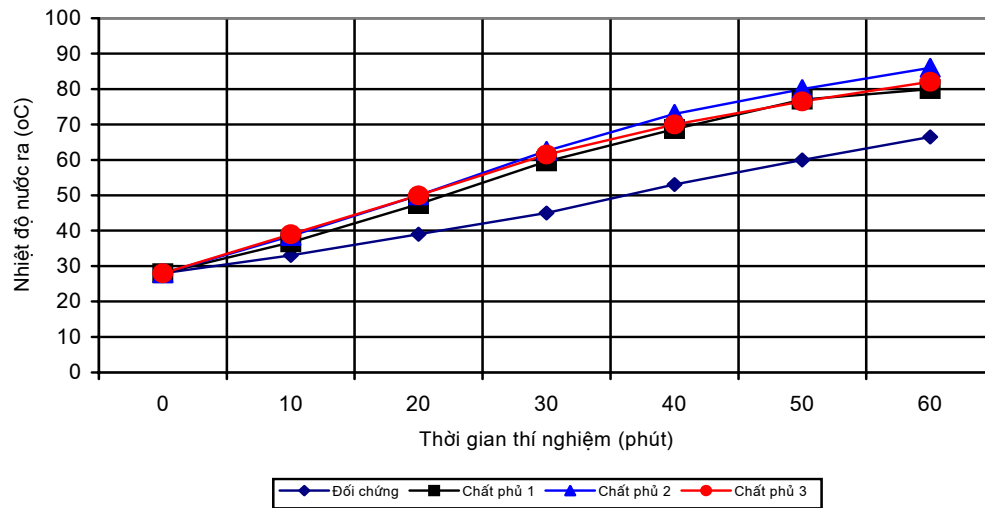
Hộp đựng giàn thu nhiệt được chế tạo bằng kim loại, xung quanh có lớp cách nhiệt bằng xốp. Thùng chứa nước có 2 lớp hình trụ lồng vào nhau, ở giữa là lớp xốp cách nhiệt dày 5 cm. Vách thùng có các đường ống nối để dẫn nước lạnh vào và nước nóng ra.

Sau khi chế tạo xong các bộ phận của thiết bị, tiến hành lắp nối các bộ phận bằng các đường ống dẫn nước mạ kẽm (hình 5).



Hình 5. Thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời

1- Dàn thu nhiệt; 2- Thùng trữ nước nóng; 3- Ống dẫn nước nóng ra; 4- Ống dẫn nước lạnh vào; 5- Ống dẫn nước lạnh vào dàn thu nhiệt; 6- Ống dẫn nước nóng vào thùng trữ; 7- Giá đỡ.



Đồ thị 1. Đường cong gia nhiệt ứng với các chất phủ khác nhau

### 3.3. Khảo nghiệm thiết bị

Nhìn vào đồ thị ta thấy:

- Các chất phủ bề mặt dàn năng lượng đều có khả năng hấp thụ nhiệt tốt hơn khi bề mặt không được sơn lớp chất phủ.

- Qua một khoảng thời gian tiến hành thí nghiệm như nhau, ứng với các loại chất phủ khác nhau, nhiệt độ nước ra khỏi dàn thu nhiệt là khác nhau. Chất phủ 2 có khả năng hấp thụ nhiệt tốt nhất: nhiệt độ của nước trong thùng trữ khi ra khỏi dàn thu nhiệt đạt cao nhất.

### 3.4. Giá thành của thiết bị

Với các vật liệu có sẵn và thông dụng, dễ kiếm ở trong nước như: ống nước mạ kẽm, gỗ làm khung, kính xây dựng, tôn lá, thép không gỉ làm thùng chứa, xốp làm vật liệu cách nhiệt, đề tài đã chế tạo thành công bộ thiết bị đun nước bằng năng lượng mặt trời có diện tích 2 m<sup>2</sup>, dung tích thùng chứa 100 lít. Công nghệ chế tạo đơn giản, phù hợp với khả năng và trình độ chế tạo của các cơ sở chế tạo cơ khí nhỏ. Giá thành của bộ thiết bị là 2,4 triệu đồng.

## 4. KẾT LUẬN

Thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời được chế tạo có khả năng hấp thụ và chuyển hoá tốt năng lượng mặt trời thành nhiệt năng.

Thiết bị có kết cấu hợp lý, công nghệ chế tạo đơn giản. Tận dụng được các loại vật liệu tại chỗ, sẵn có của thị trường, có thể tự chế tạo thành sản phẩm thương mại với giá thành 2,4 triệu đồng.

Cần tiếp tục nghiên cứu, so sánh để tìm ra các chất phủ bề mặt hấp thụ dàn thu cho hiệu suất nhiệt cao hơn.

### Tài liệu tham khảo

Nguyễn Duy Thiện (2001). *Kỹ thuật sử dụng năng lượng mặt trời*, Nxb xây dựng, Hà Nội, tr. 5-75.

Tổ chức FAO khu vực BăngKok-Thái Lan (1992). *Năng lượng mặt trời trong phát triển nông thôn ở vùng Châu Á Thái Bình Dương*, Nxb Giáo dục, Hà Nội, tr. 12-37

Bộ khoa học công nghệ và môi trường (12/1977). *Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả ở Việt Nam*, Hà Nội, tr. 3-45.