

MỘT SỐ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU CỦA NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO THỬ NGHIỆM THIẾT BỊ CHUNG CẤT NƯỚC NGỌT HIỆU SUẤT CAO

INITIAL EXPERIMENT RESULTS ON THE RESEARCH PROTOTYPE FRESHWATER DISTILLATION EQUIPMENT HIGH EFFICIENCY

Hoàng An Quốc,
Trần Thái Duy

Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Việt Nam có tiềm năng cao của năng lượng mặt trời. Chung cất nước ngọt bằng cách sử dụng năng lượng mặt trời là một cách đầy hứa hẹn cho sự phát triển bền vững vì năng lượng được sử dụng là miễn phí và không có hại cho môi trường. Trong bài báo này, một thiết bị chung cất nước ngọt sử dụng một bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung đã được nghiên cứu thực nghiệm. Hệ thống thử nghiệm bao gồm một bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung có đường kính 1,3 m và chiều sâu 0,45 m. Bề mặt phản xạ parabol được làm bằng Inox có thể phản ánh bức xạ mặt trời. Tại tiêu điểm của parabol gắn kết một thiết bị chung cất nước ngọt. Thiết bị được điều chỉnh quay theo phương chuyển động của mặt trời 15 phút một lần, sao cho bề mặt phản xạ parabol vuông góc với tia bức xạ mặt trời. Thiết bị chung cất nước ngọt sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung được thiết kế và thử nghiệm theo các điều kiện địa phương của Định Quán, tỉnh Đồng Nai trong những ngày từ 13/6/2012 đến 30/11/2012. Thí nghiệm đo ảnh hưởng của bức xạ mặt trời và tốc độ gió trên công suất của thiết bị. Lượng nước ngọt thu được từ thiết bị này có thể nằm trong khoảng từ 6 đến 8 L/ngày trong điều kiện bình thường từ 8h00 đến 16h00.

Từ khóa: Chung cất nước ngọt, chung cất nước ngọt bằng năng lượng mặt trời; bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol; năng lượng mặt trời; bộ thu năng lượng mặt trời kiểu tập trung.

ABSTRACT

Vietnam has a high potential of solar energy. Distilling freshwater using solar energy is a promising way to sustainable development since the energy used is free and clean. In this paper, the freshwater distillation equipment using a parabolic concentrated solar collector has been experimentally studied. The experimental system consists of a parabolic concentrated solar collector with 1.3 m diameter and 0.45 m depth. The material of reflective surface's parabolic collector is Inox, so that it can reflect solar radiation. The parabolic type's solar collector is adjusted according to the movement of the Sun every 15 minutes so that the reflective surface of parabol is perpendicular to the solar radiation. At the focal point of the parabolic collector mount the freshwater distillation equipment. Performance of the freshwater distillation equipment using a parabolic concentrated solar collector is tested under the local conditions of Định Quán, Đồng Nai province during the days from 13/6/2012 to 30/11/2012. The experiment shows that, the influence of the solar radiation and wind speed on a capacity of the equipment. The capacity of this equipment can range from 6 to 8 L/day of fresh water in normal conditions from 8 AM to 4 PM.

Keywords: Distilling freshwater; Solar freshwater distillation; parabolic solar collector; solar energy; concentrated solar collector.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, đã có nhiều nghiên cứu ứng dụng năng lượng mặt trời trên chung cất nước ngọt [1],[2],[3]. Việc sử dụng năng lượng mặt trời để chung cất nước ngọt cho phép người dân ở khu vực nông thôn và hải đảo có thể được sử dụng nước ngọt. Các thiết bị chung cất nước ngọt bằng năng lượng mặt trời hiện nay chủ yếu là sử dụng công nghệ hiệu ứng nhà kính, nhược điểm của công nghệ này là hiệu suất thấp do tổn thất nhiệt từ bề mặt hấp thụ của thiết bị là rất lớn [1], [2].

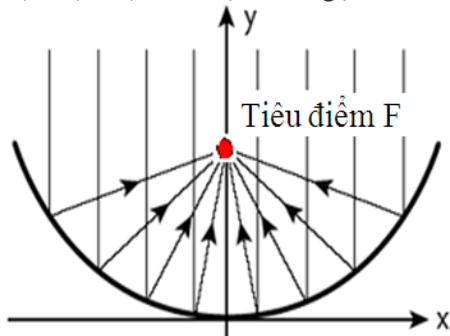
Công nghệ chung cất nước sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung có thể làm giảm những nhược điểm trên. Bộ thu năng lượng mặt trời này có thể tập trung bức xạ mặt trời nên nhiệt độ thu được là rất cao, do đó, quá trình bốc hơi xảy ra rất nhanh chóng, dẫn đến quá trình chung cất có hiệu suất cao [2].

Trong bài báo này, giới thiệu các thí nghiệm ban đầu của các loại thiết bị chung cất nước ngọt sử dụng một bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung. Phần 2 trình bày loại parabol tập trung và phân tích nhiệt, phần 3 mô tả thiết bị chung cất nước ngọt sử dụng cho các thí nghiệm. Phần 4 giới thiệu các kết quả thử nghiệm. Phần 5 tóm tắt kết quả và kết luận.

II. PARABOL TẬP TRUNG

1. Parabol tập trung

Hình 1 cho thấy ánh sáng mặt trời được phân xạ trên bề mặt của gương parabol và được hội tụ đến một điểm gọi là tâm điểm F.



Hình 1. Ánh sáng mặt trời tập trung tại tiêu điểm F.

Nếu đặt một thiết bị sinh hơi được sơn màu đen ở tiêu điểm của parabol nó sẽ hấp thụ năng lượng của ánh sáng mặt trời và đun sôi nước trong bình sinh hơi.

2. Phân tích nhiệt:

Hiệu suất nhiệt thu được định nghĩa là tỉ số giữa lượng năng lượng hữu ích trên lượng bức xạ tổng chiếu đến bề mặt của bộ thu tập trung và được tính theo công thức:

$$\eta_c = \frac{Q_u}{A_a I_b} \quad (1)$$

Trong đó:

A_a là diện tích hứng nắng của bộ thu tập trung;

I_b là cường độ bức xạ đến trên một đơn vị diện tích của bộ thu tập trung.

Ở chế độ ổn định, phương trình cân bằng năng lượng của bộ thu được tính như sau:

$$Q_u = Q_r - Q_l \quad (2)$$

Trong đó:

Q_u là nhiệt lượng hữu ích của bộ thu năng lượng mặt trời và bằng lượng nhiệt mà lưu chất nhận được và được tính theo công thức:

$$Q_u = \dot{m} c_p (T_{out} - T_{in}) \quad (3)$$

Q_r là nhiệt lượng bức xạ mặt trời chiếu đến bộ thu.

$$Q_r = \eta_0 A_a I_b \quad (4)$$

η_0 là hiệu suất quang học

Do đó hiệu suất của bộ thu có thể tính theo công thức:

$$\eta_c = \frac{Q_u}{A_a I_b} = \eta_0 - \frac{Q_l}{A_a I_b} \quad (5)$$

Q_l là nhiệt lượng tổn thất từ bộ thu

$$Q_l = U_L A_r (T_r - T_a) \quad (6)$$

Trong đó:

U_L hệ số truyền nhiệt tổng dựa trên diện tích A_r .

Theo tài liệu [4] lượng nhiệt thực tế mà bộ thu nhận được là:

$$Q_u = F_R A_a \left[S - \frac{U_L}{C} (T_{in} - T_a) \right] \quad (7)$$

Trong đó:

$C = \frac{A_a}{A_r}$ là tỷ số tập trung;

$A_a = \pi R^2$ là diện tích hứng nắng của parabol;

$A_r = \frac{\pi}{4} d^2$ là diện tích của bề mặt nhận nhiệt;

$S = \eta_0 I_b$ là thông lượng nhiệt hấp thụ;

T_a là nhiệt độ môi trường; và

F_R là hệ số thoát nhiệt.

$$F_R = \frac{\dot{m} c_p}{A_r U_L} \left[1 - e^{-\left(\frac{A_r U_L F'}{\dot{m} c_p} \right)} \right] \quad (8)$$

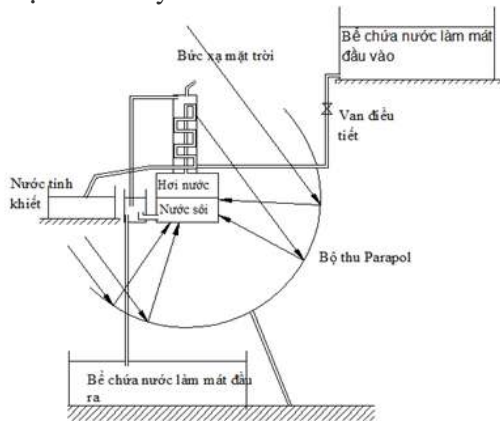
Từ phương trình (7) và (8) lượng nhiệt thực tế của bộ thu có thể tính theo công thức:

$$Q_u = \frac{\dot{m} c_p C}{U_L} \left[S - \frac{U_L}{C} (T_{in} - T_a) \right] \left[1 - e^{-\left(\frac{A_r U_L F'}{\dot{m} c_p} \right)} \right] \quad (9)$$

Trong đó F' là hệ số hiệu suất hiệu dụng của bộ thu.

III. THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM CHUNG CÁT NƯỚC NGỌT

Mô hình thí nghiệm chung cất nước bằng năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung được trình bày trên hình 2.



Hình 2. Mô hình thí nghiệm

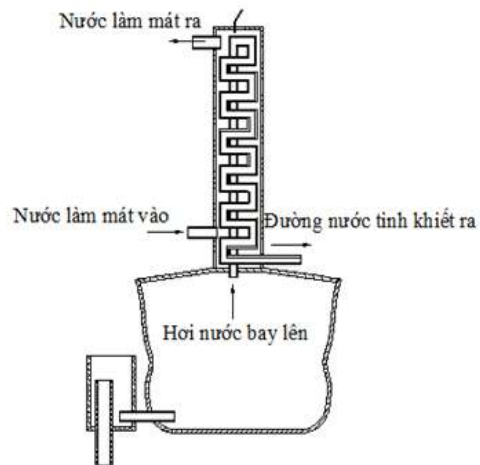
Mô hình thí nghiệm bao gồm một bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung, bình sinh hơi, bình ngưng và hệ thống nước làm mát. Đã thiết kế 02 loại thiết bị chưng cất với hai kiểu ngưng tụ khác nhau được

trình bày trong hình 3 và hình 4. Các đặc điểm kỹ thuật của các thiết bị thí nghiệm được trình bày trong bảng 1.

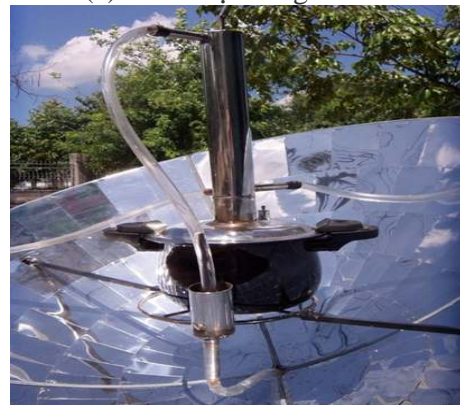
Bảng 1: Các đặc điểm kỹ thuật của các thiết bị thí nghiệm

TT	Thành phần	Đặc điểm
1	Bộ thu parabol	Đường kính 1,3m
2	Bình sinh hơi	3 lít
3	Bình ngưng	2 loại
4	Hệ thống làm mát	Bể nước

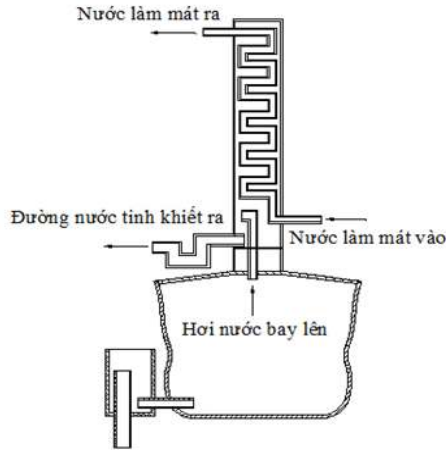
Hình 3 và hình 4 thể hiện 2 mô hình của thiết bị thí nghiệm chưng cất với các loại khác nhau của thiết bị ngưng tụ. Trong mô hình đầu tiên (hình 3a,b), nước được ngưng tụ bên trong chùm ống, còn trong mô hình thứ hai (hình 4a,b) nước được ngưng tụ bên ngoài chùm ống.



Hình 3 (a). Thiết bị chưng cất mô hình 1



Hình 3 (b): Thiết bị chưng cất mô hình 1



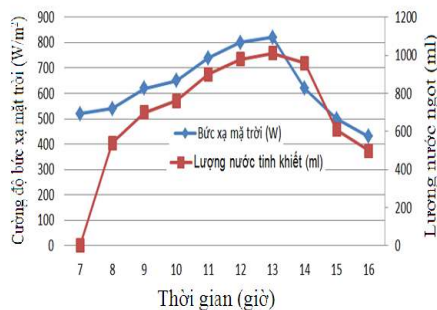
Hình 4 (a): Thiết bị chưng cất mô hình 2



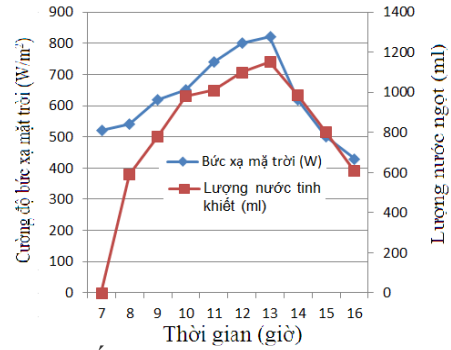
Hình 4 (b): Thiết bị chưng cất mô hình 2.

IV. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Hai mô hình của thiết bị chưng cất được mô tả trong phần 3 được sử dụng để thí nghiệm. Nhiều thí nghiệm đã được tiến hành trên các thiết bị chưng cất nước ngọt theo các điều kiện địa phương của Định Quán, tỉnh Đồng Nai trong những ngày từ 13/6/2012 đến 30/11/2012. Kết quả thực nghiệm của mỗi mô hình là kết quả của một trung bình 5 ngày thí nghiệm trong điều kiện tương tự. Kết quả thực nghiệm của hai mô hình được thể hiện trong hình 5 và hình 6.



Hình 5: Kết quả thực nghiệm của mô hình 1.



Hình 6: Kết quả thực nghiệm của mô hình 2.

Kết quả thực nghiệm của mô hình thứ nhất cho số lượng nước ngưng thu được từ 7h00 đến 16h00 là 6960ml, trong khi đó kết quả của các mô hình thứ hai trong các điều kiện tương tự, lượng nước ngưng thu được là 8005ml. Trong mô hình thứ nhất, hơi nước ngưng tụ trong ống nhỏ (ống xoắn) và chảy xuống, vì vậy nó sẽ ảnh hưởng xấu đến sự ngưng tụ tiếp theo điều này giải thích tại sao và quá trình ngưng tụ là kém hiệu quả hơn.

Trong khi đó, ở mô hình thứ 2, hơi nước ngưng tụ trong ống lớn và chảy xuống. Trong trường hợp này, màng nước ngưng không ảnh hưởng đến các quá trình ngưng tụ tiếp theo. Điều này giải thích lý do tại sao mô hình thứ hai cho hiệu quả tốt hơn như trong dữ liệu thí nghiệm này.

So với các thiết bị chưng cất nước sử dụng công nghệ hiệu ứng nhà kính, các thiết bị chưng cất nước sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung có hiệu quả tốt hơn nhiều. Đặc biệt, khi cường độ bức xạ mặt trời trên 800 W/m^2 lượng nước ngọt thu được ở các thiết bị chưng cất nước sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung là 1180 ml / giờ (mô hình thứ hai) trong khi đó lượng nước thu được của các thiết bị sử dụng công nghệ hiệu ứng nhà kính là 800ml/giờ [3].

V. KẾT LUẬN

Các kết quả thực nghiệm cho thấy công nghệ chưng cất nước ngọt sử dụng bộ thu năng lượng mặt trời kiểu parabol tập trung có thể sử dụng cho khu vực nông thôn, hải đảo để sản xuất nước ngọt với hiệu suất cao.

Các Thí nghiệm được thực hiện trong mùa mưa ở phía nam của Việt Nam và đã cho hiệu quả khá tốt. Nếu vào mùa khô cường độ

bức mặt trời cao điễm lên đến 1000 W/m^2 , lượng nước cất sẽ được tăng lên đáng kể.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Đình Tín, Hoàng Thị Nam Hương - Ứng dụng năng lượng mặt trời để đun nước nóng và sản xuất nước ngọt từ nước biển – NXB Đại học quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
- [2] Hoàng Dương Hùng – Năng lượng mặt trời: lý thuyết và ứng dụng – NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- [3] Hoàng An Quốc, Nguyễn Lê Hồng Sơn-Nghiên cứu hệ thống chưng cất nước ngọt dùng năng lượng mặt trời với chi phí thấp phù hợp với điều kiện khí hậu việt Nam, tạp chí Công nghệ Đại học Đà Nẵng 2012.
- [4] John A. Duffie and William A. Beckman, Solar engineering of thermal processes, 2nd edition.
- [5] Swaminathan Rajaram - Design and development of solar concentrator for Thermal applications - NAMIBIA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
- [6] Brian Norton – Solar energy thermal technology – University of Ulster.
- [7] Johann G. Stichlmair, James R. Fair – Distillation: Principles and Practices.
- [8] Harada Yoichi, Tamura Katsunori – Distillation apparatus and distillation method.
- [9] P.I Cooper – The absorption of radiation in solar stills – Solar ennergy.