

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM THIẾT BỊ CHUNG CÁT NƯỚC SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI DẠNG SINGLE BASIN KẾT HỢP ỚNG THỦY TINH CHÂN KHÔNG VÀ BỘ NGUNG TỤ NGOÀI

EXPERIMENTAL STUDY OF A SINGLE BASIN SOLAR WATER STILL COUPLED
 WITH EVACUATED GLASS TUBES AND EXTERNAL CONDENSER

Hoàng Văn Việt¹, Trần Xuân An², Nguyễn Thế Bảo³

¹ Trường cao đẳng Kỹ thuật Lý Tự Trọng,

² Trường Cao đẳng Công thương Tp.HCM,

³ Viện Phát triển Năng lượng Bền vững ISED

Ngày tòa soạn nhận bài 20/8/2015, ngày phản biện đánh giá 30/10/2015, ngày chấp nhận đăng 25/8/2016

TÓM TẮT

Trong bài báo này, nhóm nghiên cứu trình bày đặc điểm công nghệ cũng như kết quả nghiên cứu của thiết bị chung cát nước sử dụng năng lượng mặt trời dạng Single Basin kết hợp ống thủy tinh chân không (OTTCK) và bộ ngưng tụ ngoài (BNTN). Với việc kết hợp 8 OTTCK và BNTN có diện tích $0,84 \text{ m}^2$ vào máng chung cát Single Basin có diện tích bốc hơi $0,6 \text{ m}^2$, thiết bị cho ra sản lượng nước chung cát đạt 6 kg/ngày ứng với cường độ bức xạ trung bình $517,54 \text{ W/m}^2$ trong điều kiện thời tiết thành phố Hồ Chí Minh.

Từ khóa: Chung cát nước sử dụng năng lượng mặt trời; bộ ngưng tụ ngoài; ống thủy tinh chân không; chung cát mặt trời dạng bề phẳng; chung cát mặt trời dạng chủ động.

ABSTRACT

In this research paper, the authors describe the specification and study result of a single basin solar water still coupled with evacuated glass tubes and external condenser. The combination of 8 evacuated glass tubes and an area of $0,84 \text{ m}^2$ of external condenser in Single Basin solar water still with an evaporating area of $0,6 \text{ m}^2$, the water production of the equipment reached 6 kg/day corresponding to the average radiation $517,54 \text{ W/m}^2$ in the weather condition of Ho Chi Minh city.

Keywords: Solar still; external condenser; evacuated glass tubes; basin solar still; active solar still.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự phát triển mạnh mẽ của các ngành công nghiệp cùng với việc lạm dụng nguồn nhiên liệu hóa thạch đang thực sự đe dọa môi trường sống của con người, đặc biệt là ô nhiễm môi trường nước. Khan hiếm nguồn nước sạch để uống đang thực sự là vấn đề cấp thiết hiện nay, nhất là những người dân đang sinh sống tại các vùng sâu, vùng xa, miền biển hay những vùng miền thiếu nước sạch hoặc nguồn nước bị ô nhiễm. Việc tạo

ra những thiết bị chung cát nước sử dụng NLMT có sản lượng cao để biến nước phèn, nước lợ, nước mặn...thành nước ngọt cho người dân thực sự có ý nghĩa, nhất là những quốc gia có lãnh thổ kéo dài trên biển như Việt Nam.

Thiết bị chung cát nước sử dụng năng lượng mặt trời (NLMT) thường được phân loại làm 2 dạng bị động (passive solar still) và chủ động (active solar still). Dạng bị động hoạt động trên nguyên lý tấm basin liner

được phủ một lớp sơn hấp thụ sẽ nhận trực tiếp NLMT để gia nhiệt, làm bốc hơi lớp nước nằm phía trên nó. Còn ở dạng chủ động, NLMT sẽ được một thiết bị phụ, có thể là collector tấm phẳng hay OTTCK...hấp thụ để làm nóng nước sau đó nước nóng di chuyển tới máng chung cất bằng bơm hoặc đổi lưu tự nhiên do chênh lệch nhiệt độ để thực hiện quá trình chung cất. Do đó, hiệu suất cũng như sản lượng nước chung cất của dạng chủ động tốt hơn so với dạng bị động.

Trên thế giới các thiết bị chung cất nước sử dụng năng lượng mặt trời đã được nghiên cứu, cụ thể như S. N. Rai và G. N. Tiwari (1982) [2] đã tiến hành thực nghiệm thiết bị chung cất nước dạng Single Basin kết hợp collector tấm phẳng, sản lượng nước chung cất tăng 24% so với thiết bị chung cất sử dụng NLMT dạng bề phẳng truyền thống 1 cấp (Single Basin). G. N. Tiwari và N. K. Dhiman (1990) [3] nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT dạng Single Basin kết hợp collector tấm phẳng, sản lượng nước 0.7kg/h. Ragh Vendre Singh và cộng sự (2013) [4] đã mô phỏng cho sự kết hợp trực tiếp OTTCK loại hồ 2 đầu vào Single Basin, sản lượng nước chung cất đạt 3.8kg/m²(từ 7-16h). Hitesh N. Panchal (2013) [5] tiến hành thực nghiệm thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT dạng Double Basin kết hợp với OTTCK, sản lượng nước chung cất 4kg/m² (từ 9-17h). Để thúc đẩy quá trình bốc hơi nước trong máng chung cất, các nhà nghiên cứu đề xuất lắp thêm BNTN nhằm tạo độ chênh lệch giữa phân áp suất hơi nước trong không khí ẩm và phân áp suất bão hòa của hơi nước sát bề mặt nước. Theo công bố của Husham M.Ahmed (2012) [6], sản lượng nước chung cất của thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT dạng Single Basin kết hợp với BNTN không tuần hoàn hơi tăng từ 15-16,6% so với thiết bị chung cất nước sử

dụng NLMT dạng Single Basin, nếu kết hợp BNTN có tuần hoàn hơi sản lượng tăng từ 30,54-35,8% so với thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT dạng Single Basin.

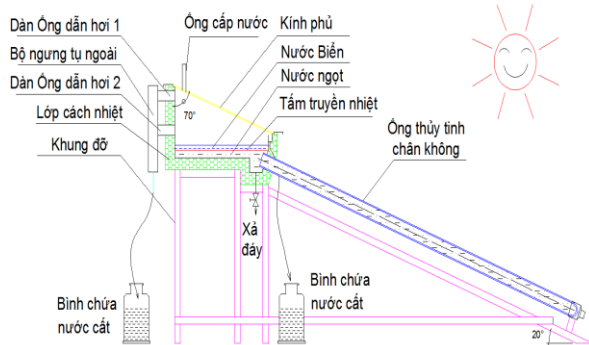
Tại Việt Nam những dự án chung cất nước sử dụng năng lượng mặt trời đã được thực hiện và triển khai tại các vùng biển đảo, có thể đề cập đến một số dự án như “ Dự án thiết bị lọc nước biển cho Trường Sa” do tiến sĩ Bùi Bá Xuân trung tâm nhiệt đới Việt Nga chủ nhiệm đề tài đã bàn giao 5 bộ chung cất nước biển bằng NLMT cho các hộ dân với kết cấu đơn giản dạng bề phẳng truyền thống (Single Basin) đạt sản lượng 2.5-3 lít/m²/ngày. Dự án “Hệ thống chung cất nước biển cho đảo Cam Ranh, Khánh Hòa” do Thạc sĩ Đỗ Tuấn Anh, Viện thủy điện và năng lượng tái tạo – Viện khoa học thủy lợi Việt Nam làm chủ nhiệm đã lắp đặt 50 bộ chung cất nước biển với kết cấu tương tự có kết hợp bơm tuần hoàn cho sản lượng khoảng 3-4lít/ngày/mô dun. Tiến sĩ Đinh Vương Hùng và nhóm nghiên cứu Khoa Cơ khí - Công nghệ trường đại học Nông Lâm Huế đã nghiên cứu thiết bị chung cất nước biển năng lượng mặt trời loại chủ động kết hợp bộ gia nhiệt nước tấm phẳng cho sản lượng 4lít/m²/ngày [7].

Từ những kết quả nghiên cứu của các tác giả ở Việt Nam và trên thế giới vừa đề cập, nhận thấy sản lượng của các thiết bị là tương đối thấp và hạn chế về mặt vật liệu chế tạo vì sau thời gian sử dụng nước biển, nước phèn... sẽ ăn mòn và gây hư hỏng bộ gia nhiệt nước dạng tấm phẳng hoặc cấu cặn hình thành trong OTTCK. Từ đó nhóm nghiên cứu chúng tôi hướng đến nghiên cứu thiết kế thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT cho sản lượng cao hơn với việc kết hợp OTTCK và BNTN có tuần hoàn hơi, bên cạnh đó thiết kế lắp đặt thêm tấm truyền nhiệt ngăn cách giữa bề mặt nước chung cất

và nước gia nhiệt tuần hoàn để khắc phục vấn đề đóng cặn và ăn mòn thiết bị.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1 Mô tả thiết bị chung cất nước thiết kế



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT dạng Single Basin kết hợp OTTCK và BNTN

Thiết bị là sự kết hợp của các thành phần sau:

- 8 OTTCK của hãng Megasun loại dài 1,8 m, đường kính ngoài $d_n = 58$ mm, đường kính trong $d_t = 47$ mm.
- Máng chung cất được làm bằng inox 304 dày 1 mm, hệ số dẫn nhiệt $\lambda_s = 16,2 \text{ W / mK}$, có diện tích bốc hơi $A_v = A_b = 0,6 \text{ m}^2$. Máng chung cất được bọc cách nhiệt dày 0,05 m bởi vật liệu có hệ số dẫn nhiệt $\lambda_i = 0,0351 \text{ W / mK}$.
- Kính phủ dày $l_g = 0,004$ m, có hệ số dẫn nhiệt $\lambda_g = 0,78 \text{ W / mK}$.
- Tấm truyền nhiệt (Basin liner) làm bằng inox 304 dày $l_b = 0,4$ mm, có diện tích $A_b = 0,6 \text{ m}^2$ được sơn đen để hấp thu NLMT.
- BNTN có kích thước 1200 mm x 350 mm x 50 mm, diện tích bề mặt $A_{gco} = 0,84 \text{ m}^2$ được làm bằng inox 304, có hệ số dẫn nhiệt $k_{gco} = 16,2 \text{ (W/m}^2\text{C)}$, dày $l_{gco} = 0,4$ mm, được kết nối với 22 ống bán kính $R = 21$ mm, dài 130 mm.

2.2 Thực nghiệm

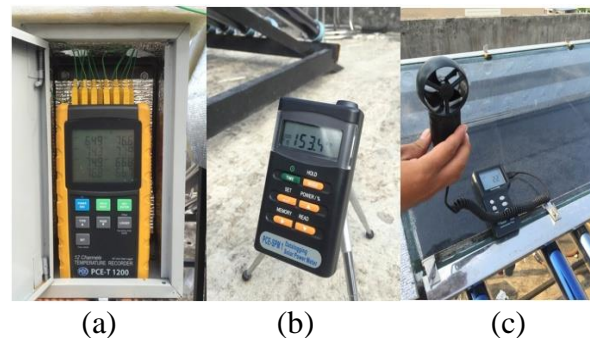


Hình 2. Thực nghiệm song song 2 thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT dạng Single Basin kết hợp 8 OTTCK có và không sử dụng BNTN



Hình 3. Bộ ngưng tụ ngoài được lắp đặt ngay phía sau bể chung cất

Thiết bị được đặt tại Tp. HCM có tọa độ $10^{\circ}51'49''$ Bắc, $106^{\circ}36'59''$ Đông, ở độ cao 10 m so với mặt đất, thiết bị được đặt theo hướng Đông-Bắc và Tây-Nam, lệch 30 độ so với hướng chính Đông-Nam.



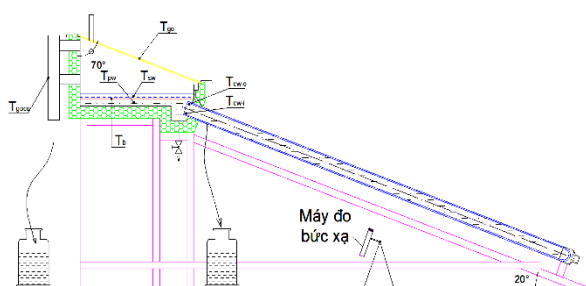
Hình 4. Thiết bị đo nhiệt độ (a), bức xạ mặt trời (b) và tốc độ gió (c)

Thiết bị đo có chỉ số đánh giá như bảng 1. Bức xạ mặt trời, nhiệt độ tại các điểm nút và tốc độ gió đều được đo trực tiếp bằng máy tại những thời điểm nhất định.

Bảng 1. Thông số thiết bị đo

T T	Tên thiết bị	Dải hoạt động	Độ chính xác
1	Máy đo nhiệt độ 12 kênh PCE – T 1200	-100÷1300°C	Sai số 0,1%
2	Đầu dò nhiệt độ loại K	-50÷1000°C	±0,4%+0,5°C
3	Máy đo bức xạ mặt trời PCE – SPM 1	0÷2000W/m ²	±10W/m ² ±5%
4	Máy đo tốc độ gió Smart Sensor - AR826	0÷15m/s	±0,1m/s

Nước ở nhiệt độ môi trường cung cấp vào bồn chung cất lúc 6h30 sáng. Quy trình nạp nước vào thiết bị như sau, nước ngọt được tiếp đầy các OTTCK, sau đó là máng chung cất, tiếp theo sẽ đặt các giá đỡ để đặt tấm truyền nhiệt rồi cho nước cần chung cất (ở đây cũng là nước ngọt) vào tấm truyền nhiệt. Do tấm truyền nhiệt được thiết kế kiểu máng nên nước cần chung cất ở những trường hợp là nước lợ, nước phen... sẽ không chảy xuống khối nước ngọt làm ô nhiễm khối nước ngọt bên dưới. Ở đây, tác giả dùng hoàn toàn nguồn nước thành phố để thực hiện.



Hình 5. Vị trí gắn đầu dò nhiệt độ trên thiết bị và cách đặt máy đo bức xạ mặt trời

Sau một thời gian chung cất, nước sẽ bị thiếu hụt. Vì vậy cứ sau 1 giờ lấy kết quả, tác

giả sẽ cấp nước bổ sung bằng tay một lượng nước đúng bằng lượng nước cất lấy ra từ thiết bị. Trước khi thí nghiệm, bề mặt kính phủ và OTTCK được làm sạch để bụi bẩn không làm ảnh hưởng tới kết quả thực nghiệm.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

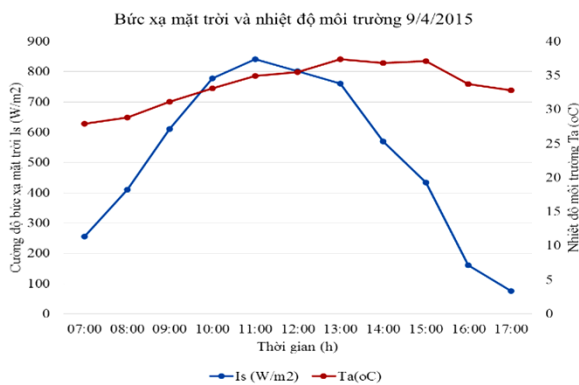
Sau khi tiến hành thực nghiệm song song 2 thiết bị chung cất nước sử dụng NLMT dạng:

- Single Basin kết hợp 8 OTTCK và BNTN (Thiết bị 1)
- Single Basin kết hợp 8 OTTCK (Thiết bị 2)

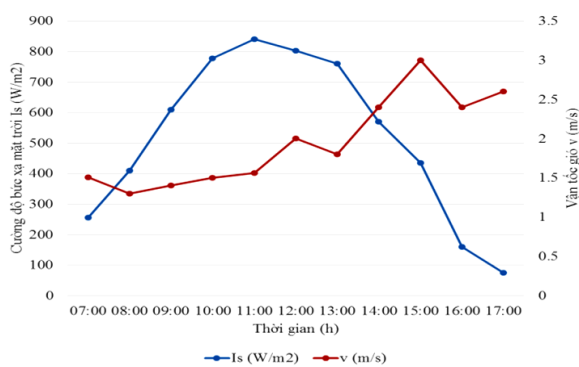
Ta thấy:

- Nhờ lắp thêm BNTN, sản lượng nước chung cất của thiết bị 1 đạt 6 kg/ngày, cao hơn 11,3 % so với sản lượng chung cất của thiết bị 2 là 5,23 kg/ngày, thể hiện qua hình 9. Điều này được giải thích, BNTN đóng vai trò như một nguồn lạnh, sự chênh lệch nhiệt độ giữa máng chung cất (MCC) và BNTN tạo ra sự chênh lệch khối lượng riêng giữa 2 vùng không khí ẩm, tạo vòng tuần hoàn tự nhiên do đó một phần hơi nước sẽ đi từ MCC qua BNTN, góp phần tăng tổng sản lượng của thiết bị.
- BNTN hỗ trợ quá trình giải nhiệt của kính phủ, do một phần hơi nước trong MCC đi qua BNTN nên nhiệt lượng mà kính phủ của thiết bị 1 nhận trong quá trình nhả ẩn nhiệt hóa hơi của hơi nước nhỏ hơn so với lượng nhiệt mà kính phủ 2 nhận được, điều này làm cho nhiệt độ bề mặt kính phủ của thiết bị 1 nhỏ hơn nhiệt độ bề mặt kính phủ của thiết bị 2, thể hiện qua hình 8. Nhiệt độ của kính phủ nhỏ hơn giúp phân áp suất hơi nước sát bề mặt kính phủ giảm xuống, tạo độ chênh lệch giữa phân áp suất hơi nước trong không khí ẩm và phân áp suất bão hòa của hơi nước sát bề mặt nước, do đó thúc đẩy quá trình bốc hơi trên bề mặt nước.

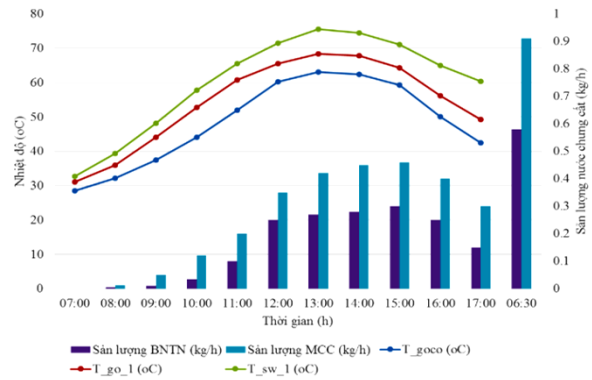
- Mặt khác, BNTN cũng gây tổn thất nhiệt nên song song với sự giảm nhiệt độ ở bề mặt kính phủ cũng là sự giảm nhiệt độ ở bề mặt nước, nhiệt độ bề mặt nước của thiết bị 1 nhỏ hơn nhiệt độ bề mặt nước ở thiết bị 2, thể hiện qua hình 8. Ở góc độ phát triển, BNTN vẫn có một lợi ích nhất định đối với sự tăng sản lượng nước ở các thiết bị chưng cất nước sử dụng NLMT.
- Một điều rất ý nghĩa với thiết bị chưng cất nước sử dụng NLMT dạng tĩnh là nó có khả năng chưng cất vào ban đêm do dung lượng nhiệt tích trữ trong khối nước lớn và có nhiệt độ cao, vào ban đêm nhiệt độ môi trường giảm làm quá trình ngưng tụ hơi nước diễn ra tốt. Ta thấy rằng ở thiết bị 1 lượng nước chưng cất từ 17-6h30 là 1,49 kg chiếm 24,83% trong tổng sản lượng 6kg và ở thiết bị 2 là 1,62 kg chiếm 30,97% trong tổng sản lượng 5,23 kg.



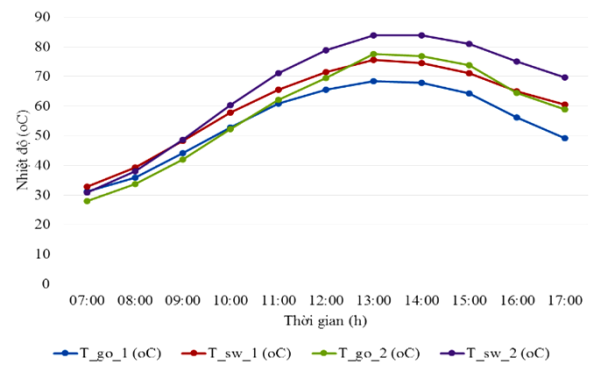
Hình 6. Biểu đồ thể hiện cường độ bức xạ mặt trời và nhiệt độ môi trường ngày 9/4/2015



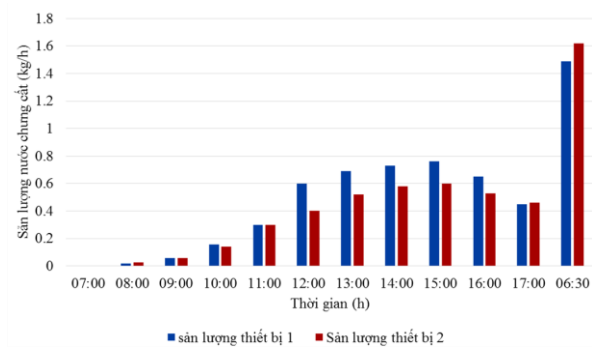
Hình 7. Biểu đồ thể hiện cường độ bức xạ mặt trời và vận tốc gió ngày 9/4/2015



Hình 8. Biểu đồ thể hiện nhiệt độ tại các điểm đặc trưng và sản lượng nước tại BNTN và màng chưng cất (MCC) trên thiết bị 1 đo bằng thực nghiệm ngày 9/4/2015



Hình 9. Biểu đồ thể hiện nhiệt độ nước (T_{sw}) và kính phủ (T_{go}) của thiết bị 1 và 2 đo bằng thực nghiệm ngày 9/4/2015



Hình 10. Biểu đồ thể hiện sản lượng nước chưng cất của thiết bị 1 và 2 ngày 9/4/2015

4. KẾT LUẬN

Dựa trên các kết quả nghiên cứu thực nghiệm đạt được cho thấy thiết bị chưng cất nước sử dụng năng lượng mặt trời mà nhóm tác giả thực hiện có sản lượng gia tăng đáng kể so với các sản phẩm cùng loại, đó là sự

kết hợp linh hoạt về mặt cấu tạo của bộ ngưng tụ ngoài tuần hoàn hơi để tăng diện tích ngưng tụ và ống thủy tinh chân không để gia nhiệt. Điểm nổi bật của thiết kế còn thể hiện ở tấm truyền nhiệt ngăn cách giữa bề mặt nước chưng cất và nước ngọt gia nhiệt trung gian để thiết bị có thể chưng cất nhiều loại nước khác nhau như nước phèn, nước lợ, nước biển...mà vẫn không ảnh hưởng đến độ

bền thiết bị, từ đó tăng tính linh động của thiết bị mà các nghiên cứu trước chưa đề cập đến. Với kết cấu đơn giản dễ chế tạo và hoàn toàn có thể thực hiện được ở trong nước nhóm chúng tôi muốn đem đến một thiết bị sản xuất nước hiệu quả, đảm bảo chất lượng, sử dụng nguồn năng lượng mặt trời sẵn có để phục vụ cho người dân.

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.hcm, 2012.
- [2] S. N. Rai and G. N.Tiwari, *Single basin solar still coupled with flat plate collector*, India, 1982.
- [3] G. N. Tiwari and N. K. Dhiman, *Performance study of high temperature distillation system*, India, 1990.
- [4] Raghendra Singh, Shiv Kumar, M. H. Hasan, M. Emran Khan, G. N. Tiwari, *Performance of a solar still integrated with evacuated tube collector in natural mode*, India, 2013.
- [5] Hitesh N. Panchal, *Enhancement of distillate output of double basin solar still with vacuum tubes*, India, 2013.
- [6] Husham M. Ahmed “Seasonal Performance Evaluation Of Solar Stills Connected To Passive External Condensers” Bahrain, 2012.
- [7] Tiến Sĩ Đinh Vương Hùng và cộng sự, *Thiết bị chưng cất nước biển dạng chủ động kết hợp bộ thu nhiệt tấm phẳng*, Khoa Cơ khí - Công nghệ, Trường đại học Nông Lâm Huế, 2014. <http://www.thanhnien.com.vn/the-gioi-tre/nuoc-ngot-cho-truong-sa>.
- [8] Thạc Sĩ Đỗ Tuấn Anh và cộng sự, *Thiết kế và chế tạo thiết bị tạo nước ngọt từ nước biển bằng năng lượng mặt trời phục vụ dân sinh kinh tế vùng ven biển và hải đảo*, Viện thủy điện và năng lượng tái tạo, 2011. <http://vawr.org.vn/hoạt động KHCCN/tóm tắt các kết quả NCKH>.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết

Hoàng Văn Việt

Công ty TNHH Lê Phong

Email: hoangvanviethd@gmail.com