

**CHẾ TẠO MÁY SẤY NÔNG SẢN DÙNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI
CÓ CẢI TIẾN MÀNG HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG NANO TiO₂**

Trần Thị Chung Thủy¹

Tóm tắt: Máy sấy nông sản sử dụng nguồn năng lượng mặt trời là thiết bị hoạt động dựa trên hiệu ứng nhà kính. Diện tích và đặc tính bề mặt của tấm thu năng lượng mặt trời là hai trong các thông số quan trọng có ảnh hưởng tới hiệu suất hoạt động của máy. Trong bài báo này, diện tích tấm thu năng lượng của máy đã được tính toán phù hợp với khối lượng nông sản cần sấy; thêm vào đó, tính năng bề mặt đã được cải tiến nhờ ứng dụng màng nano TiO₂.

Từ khóa: Hiệu ứng nhà kính, sấy nhiệt, buồng thu năng lượng, sự đối lưu, entanpi, màng nano.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Năng lượng mặt trời là một trong các nguồn năng lượng có khả năng tái tạo, đem lại nhiều triển vọng ứng dụng trong bối cảnh nguồn năng lượng truyền thống ngày càng cạn kiệt bởi những ưu điểm: nguồn cung cấp vô tận, sẵn có trong tự nhiên, là nguồn năng lượng sạch và thân thiện với môi trường, cấu tạo trang thiết bị đơn giản, và có thể triển khai ở mọi nơi.

Việt Nam có tiềm năng về năng lượng mặt trời rất lớn do điều kiện khí hậu thuận lợi từ Bắc tới Nam, có nhiều ngày nắng trong năm. Do vậy, việc tận dụng nguồn năng lượng Mặt trời dồi dào dựa trên hiệu ứng nhà kính để thiết kế máy sấy nông sản cho bà con nông dân là phù hợp với nhu cầu thực tiễn của nền nông nghiệp và công nghiệp nước ta (Vũ Việt Anh, 2011), (Vũ Phạm Lan Anh, 2012), (www.vietthien.vn, 2013),...

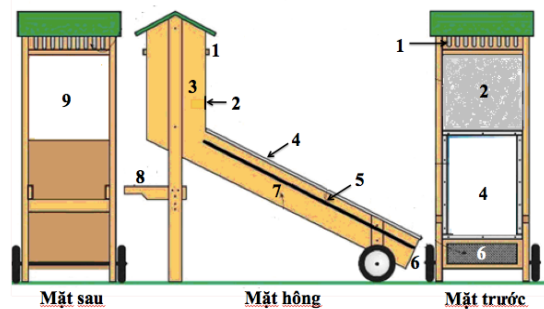
Để khai thác nguồn năng lượng sẵn có này, hiện có nhiều nghiên cứu trong nước và ngoài nước đã tập trung vào chế tạo các mẫu máy sấy sử dụng năng lượng Mặt trời (C.L.Hii, et al 2012), (Er. M. Dhiwaha, 2010) (www.vietthien.vn, 2013), (Vũ Việt Anh, 2011),... Tuy nhiên các máy sấy nhập khẩu có giá thành cao, chỉ phù hợp với việc sấy ở quy mô công nghiệp tại các nhà máy, dây chuyền sản xuất có số vốn đầu tư lớn. Trong khi, nhu cầu sấy các sản phẩm nông nghiệp vừa và nhỏ của các hộ gia đình nông nghiệp của nước ta rất cao. Vì vậy, việc nghiên cứu chế tạo ra loại máy sấy đáp ứng nhu cầu này đem lại giá trị kinh tế và khả năng ứng dụng lớn.

Trong phạm vi bài báo này, tác giả tập trung

nghiên cứu chế tạo máy sấy nông sản, thực phẩm mini (khối lượng vật cần sấy: 10kg) phù hợp cho việc sấy các loại nông sản với lượng nhỏ ở các hộ gia đình. Đặc biệt, buồng hấp thụ năng lượng Mặt trời của máy được cải tiến, trong đó tấm kính hấp thụ năng lượng được phủ lớp màng nano TiO₂ có tính năng kháng khuẩn, chống mốc, chống ẩm và tự làm sạch cao.

2. GIỚI THIỆU VỀ MÁY SẤY NÔNG SẢN SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Máy sấy dùng năng lượng Mặt trời hoạt động dựa trên hiệu ứng nhà kính. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động được trình bày trong hình 1 (www.vietthien.vn, 2013).



Hình 1. Cấu tạo máy sấy nông sản có buồng sấy riêng biệt với buồng thu năng lượng

- 1. Lỗ thông thoáng, giúp hơi nước thoát ra
- 2. Gương phản chiếu (nếu có thì hiệu suất sấy nhiệt cao hơn)
- 3. Buồng sấy, khay sấy
- 4. Mặt kính hay tấm trong suốt
- 5. Tấm tôn sơn đen
- 6. Lỗ đi vào của không khí
- 7. Buồng thu năng lượng
- 8. Tay cầm để đẩy máy
- 9. Cửa mở để đưa khay sấy vào

¹ Bộ môn Vật lý, khoa Năng lượng, trường Đại học Thủy lợi.

Ánh sáng mặt trời khi xuyên qua mặt kính hay tấm trong suốt của buồng thu năng lượng, gặp vật đen đặt bên trong buồng thu (một dạng bể nhiệt), sẽ khiến vật đen nóng lên, làm bức xạ ra các tia hồng ngoại. Do hiệu ứng nhà kính, các tia này có năng lượng yếu (bước sóng dài) nên không xuyên được qua kính để thoát ra ngoài mà bị giam giữ trong buồng thu năng lượng. Sự xuất hiện và tồn tại của các tia này làm cho không khí bên trong buồng thu năng lượng nóng lên, giãn nở và bay lên trên, đi vào buồng sấy, xuyên qua khay lưới chứa vật cần sấy, làm bốc hơi và mang hơi ẩm thoát ra ngoài qua lỗ thông khí. Sự đối lưu của dòng khí khiến cho luồng không khí mới từ bên ngoài đi vào buồng thu năng lượng và tiếp tục bị hun nóng do tiếp xúc với tấm hấp thu năng lượng.

3. CÔNG CỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Phương pháp tính toán diện tích tấm thu năng lượng Mặt trời của buồng hấp thụ nhiệt phù hợp với khối lượng nông sản cần sấy (Vũ Việt Anh, 2011), (Trần Chung Thủy, 2015)

Diện tích của tấm thu năng lượng Mặt trời là một trong các thông số quan trọng của máy sấy. Để quá trình sấy được hiệu quả, diện tích của tấm cần được tính toán phù hợp với khối lượng vật cần sấy.

Diện tích của tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời được xác định bởi công thức:

$$A = \frac{Q_u}{E \cdot D \cdot \varepsilon_{ht} - K_G \cdot (T_{ht} - T_{mt})} \quad (1)$$

trong đó:

Q_u : nhiệt lượng hữu ích do không khí mang ra khỏi tấm thu năng lượng, có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho quá trình sấy $Q_s(W)$;

E : cường độ bức xạ Mặt trời (W/m^2);

D : độ trong của tấm che ($D = 0,95$ đối với kính trắng);

ε_{ht} : độ hấp thụ của tấm thu năng lượng ($D = 0,85$ đối với kính trắng);

T_{ht} : nhiệt độ của tấm thu năng lượng (K);

T_{mt} : nhiệt độ của môi trường (K);

K_G : hệ số tổn hao nhiệt toàn phần, với tấm

thu năng lượng làm bằng kính trắng thì $K_G = 9,2(K^{-1})$;

3.2. Phương pháp chế tạo màng nano TiO_2 tự làm sạch của tấm thu năng lượng Mặt trời

Do điều kiện hoạt động ngoài trời của máy sấy, nên tấm kính của buồng thu năng lượng dễ bị bụi bẩn, vi khuẩn và nấm mốc. Điều này ảnh hưởng đến hiệu suất hấp thụ năng lượng mặt trời của máy. Vì vậy, việc vệ sinh buồng thu năng lượng là việc làm cần thiết và thường xuyên, gây lãng phí thời giờ trong quá trình tháo lắp. Để tiết kiệm thời gian và nâng cao hiệu quả làm sạch buồng thu, bài báo đã tập trung nghiên cứu và khai thác ứng dụng tự làm sạch và làm sạch hiệu quả của màng nano TiO_2 trong chế tạo và cải tiến tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời.

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng màng nano TiO_2 được ứng dụng rộng rãi bởi tính năng kháng khuẩn, chống mốc và tự làm sạch và chống mờ hơi nước (Nguyễn Thị Huệ, 2009-2010).

Hiện nay, có nhiều phương pháp chế tạo màng nano TiO_2 , tuy nhiên để chế tạo được màng trên diện tích để lớn thì cần phải lựa chọn được phương pháp phù hợp. Với mục đích nghiên cứu này, công nghệ sơn phủ và thiêu kết ở nhiệt độ cao là phương pháp phù hợp để phủ màng nano TiO_2 trên tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời với diện tích bất kỳ (Trần Chung Thủy, 2010).

Quy trình chế tạo màng như sau: bột nano TiO_2 kích thước 20nm thương phẩm (Merck) được phân tán bằng cách rung siêu âm trong hỗn hợp dung môi nước và rượu với nồng độ rượu 5g/l trong thời gian 1 giờ để tạo thành dung dịch huyền phù trong đó các hạt nano TiO_2 được phân bố đồng nhất. Dung dịch này được phun trên bề mặt tấm kính có diện tích được tính toán thích hợp với khối lượng nông sản cần sấy. Sau đó, tấm kính đã phủ TiO_2 được nung ở nhiệt độ $700^{\circ}C$ trong 20 phút rồi để nguội đến nhiệt độ phòng trước khi đưa vào sử dụng.

3.3. Phương pháp nghiên cứu khả năng tự làm sạch của màng nano TiO_2 phủ trên tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời

Màng nano TiO_2 được khảo sát cấu trúc bề

mặt và sự phân bố các hạt nano bằng ảnh chụp từ kính hiển vi lực nguyên tử (AFM) trên hệ đo AFM NT. MTD, chiều dày của màng được đo bằng hệ đo Anpha – Step IQ Profiler, độ trong suốt của màng được khảo sát bằng máy đo phổ hấp thụ và truyền qua UV-VIS-NIR Jasco V570.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Bên cạnh việc sấy công nghiệp khối lượng lớn nông sản thì việc sấy một khối lượng nông sản nhỏ dùng cho các hộ gia đình trong các sinh hoạt hàng ngày cũng hết sức có ý nghĩa về khía cạnh ứng dụng và thực tiễn. Vì vậy, báo cáo tập trung vào nghiên cứu, chế tạo máy sấy nông sản mini dùng cho các hộ gia đình, với khối lượng nông sản cần sấy dưới 10 kg. Các kết quả nghiên cứu này cũng hoàn toàn có thể áp dụng để chế tạo máy sấy với khối lượng nông sản lớn hơn.

4.1. Tính diện tích tấm thu năng lượng Mặt trời cho buồng sấy chứa 10 kg nông sản

* **Tính nhiệt lượng hữu ích do không khí mang ra khỏi tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời Q_u :**

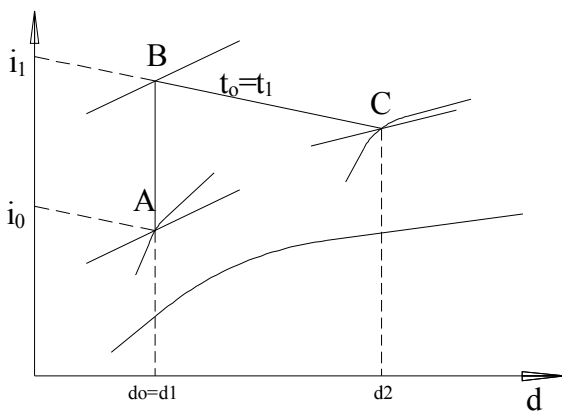
$$Q_u = Q_s = \frac{W \cdot Q}{\tau_s} \quad (2)$$

trong đó:

Q : nhiệt lượng cần thiết để làm bay hơi 1 kg nước từ vật liệu cần sấy:

$$Q = \frac{I_1 - I_0}{d_2 - d_0} \quad (3)$$

Trạng thái của không khí ẩm được xác định bởi 2 thông số độc lập trong 4 thông số: nhiệt độ T , entanpi I , độ ẩm ϕ và độ chứa hơi d (hình 2);



Hình 2. Quá trình sấy lý thuyết trên đồ thị $I-d$ (Trần Văn Phú, 2005)

Tra đồ thị mối liên hệ giữa nhiệt lượng với độ ẩm $I-d$ của không khí ẩm, thu được kết quả sau:

Với trạng thái 1 của không khí, các thông số thu được gồm: $\phi_0 = 85\%$, $t_{0\text{mt}}^0 = 25^\circ \Rightarrow d_0 = 12.10^{-3}$ (kg ẩm/kg.K²), $I_0 = 58$ (kJ/kg.K²).

Với trạng thái 2 của không khí, các thông số thu được gồm: $\phi_2 = 20\%$, $t_0 \text{ sấy} = 60^\circ$, $d_1 = d_0 = 12.10^{-3}$ (kg ẩm/kg.K²), $I_1 = 100$ (kJ/kg.K²), $d_2 = 28.10^{-3}$ (kg ẩm/kg.K²).

Thay vào (3), ta có:

$$Q = \frac{100 - 58}{28.10^{-3} - 12.10^{-3}} = 2625 \text{ (kJ / kg)}$$

Lượng nước cần bốc hơi khối vật liệu là:

$$W = G \frac{\phi_0 - \phi_2}{1 - \phi_2} = 10 \text{ (kg)} \cdot \frac{80\% - 20\%}{1 - 80\%} = 7,5 \text{ (kg)}$$

Với thời gian sấy $\tau_s = 16$ (giờ), ta thu được:

$$Q_u = Q_s = \frac{2625 \cdot 10^3 \cdot 7,5}{16 \cdot 3600} = 341,8 \text{ (W)}$$

* **Tính cường độ bức xạ Mặt trời trung bình E :**

$$E = \frac{E_{tp}}{\tau_n} = \frac{5.076 \cdot 10^3 \text{ (W / m}^2 \text{ / ngày)}}{8 \text{ (h)}} = 634,5 \text{ (W / m}^2 \text{)}$$

* **Tính nhiệt độ của tấm thu năng lượng Mặt trời T_{ht} :**

Mặt trời T_{ht} :

$$T_{ht} = T_{tb} + \frac{\varepsilon_{ht} \cdot E \cdot D}{\alpha_1} = \frac{T_v + T_r}{2} + \frac{\varepsilon_{ht} \cdot E \cdot D}{\alpha_1} = \frac{(273K + 20K) + 374K + 70K}{2} + \frac{0,85 \cdot 5076 \cdot 10^3 \cdot 0,95}{7025} = 323,53 \text{ (K)}$$

với α_1 : hệ số truyền nhiệt đối lưu đến dòng khí;

T_v : nhiệt độ khí vào;

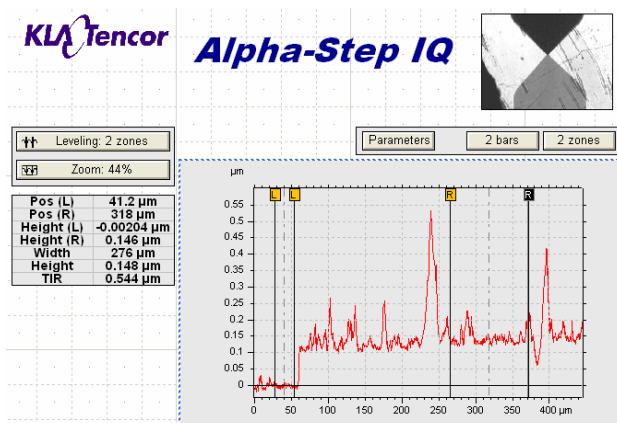
T_r : nhiệt độ khí ra;

Thay các giá trị của Q_u , E , D , ε_{ht} , K_G , T_{hb} , T_{mt} vào (1), thu được diện tích cần thiết của tấm hấp thụ năng lượng mặt trời cho buồng hấp thụ năng lượng của máy sấy tương ứng với 10 kg nông sản cần sấy là:

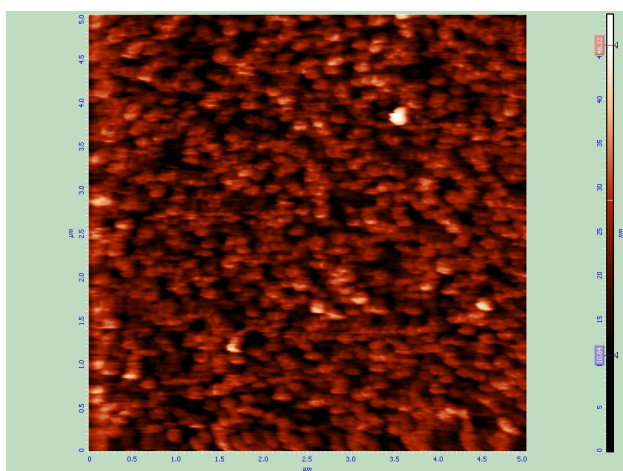
$$A = \frac{341,8}{634,5 \cdot 0,95 \cdot 0,85 - 9,2(323,53 - 293)} = 1,47 \text{ (m}^2 \text{)}$$

4.2. Khảo sát tính chất bề mặt màng nano TiO_2 phủ trên tấm thu năng lượng Mặt trời

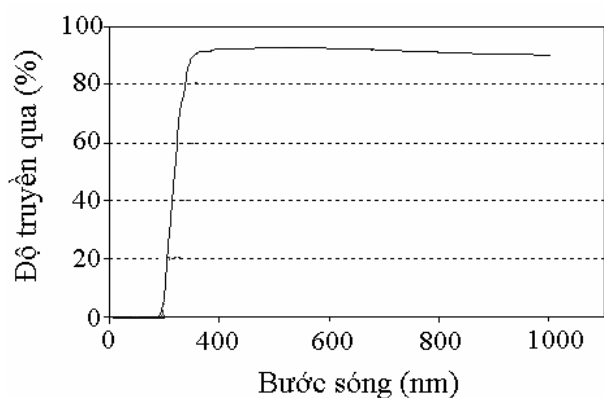
Kết quả khảo sát cho thấy màng nano TiO_2 có chiều dày cỡ 150 nm (hình 3), các hạt nano có sự phân bố khá đồng đều (hình 4), có độ truyền qua cao, đạt được đến 90% trong vùng tử ngoại và ánh sáng nhìn thấy của quang phổ Mặt trời (hình 5).



Hình 3. Chiều dày của màng nano TiO_2



Hình 4. Ảnh chụp bằng kính hiển vi lực nguyên tử (AFM) của màng nano TiO_2



Hình 5. Phổ truyền qua của màng nano TiO_2

Sự phân bố đồng đều của các hạt nano cho thấy chế độ sơn phủ màng TiO_2 là thích hợp trong việc trải màng trên diện tích rộng của tấm thu năng lượng. Chiều dày màng TiO_2 đáp ứng tiêu chuẩn kích thước nanomet, ở phạm vi kích thước này khả năng tự làm sạch được phát huy

cao hơn. Độ truyền qua cao cho thấy việc trải màng nano TiO_2 không ảnh hưởng tới độ trong suốt và khả năng hấp thụ năng lượng Mặt trời của tấm thu năng lượng.

4.3. Chế tạo và kết quả khảo sát sự vận hành của máy sấy nông sản sử dụng năng lượng Mặt trời

Thông số kỹ thuật cơ bản của máy được thể hiện trong **bảng 1**.

Nội dung	Thông số kỹ thuật
Dung tích buồng sấy	1,23 m x 0,4 m x 1,2 m
Khối lượng nông sản cần sấy (tối đa)	10 kg
Diện tích tấm thu năng lượng	1,47 m ²
Dung tích buồng thu năng lượng	0,5 m x 1,2 m x 0,15 m
Chiều dày lớp màng tự làm sạch (nano TiO_2) của tấm thu năng lượng	150 nm

Phiên bản thực tế của máy được thể hiện ở hình 6.



Hình 6. Phiên bản máy sấy nông sản dùng năng lượng Mặt trời, khối lượng nông sản tối đa là 10 kg (diện tích tấm hấp thụ năng lượng là 1,47 m²)

Kết quả khảo sát nhiệt độ bên trong lò sấy khi nhiệt độ ngoài trời là 37 °C thu được như sau. Sau 15 phút, nhiệt độ trong buồng sấy là 41,5 °C. Nhiệt độ trong buồng sấy tăng lên đến 55 °C sau 1 tiếng. Sau 3 tiếng, nhiệt độ trong buồng sấy đạt được 60 °C và duy trì nếu nhiệt độ ngoài trời không thay đổi. Kết quả tính toán và khảo sát cho thấy nếu duy trì được thời gian chiếu sáng 16 giờ thì nông sản sẽ được sấy khô 60%. Việc lựa chọn thời gian sấy tùy thuộc vào mục đích sử dụng.

5. KẾT LUẬN

5.1. Đã tính toán được diện tích của tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời phù hợp với khối lượng

nông sản cần sấy.

5.2. Đã cải tiến được buồng hấp thụ năng lượng với tính năng kháng khuẩn, chống ẩm mốc và tự làm sạch cao bằng công nghệ sơn phủ màng nano TiO₂ lên tấm hấp thụ năng lượng Mặt trời.

5.3. Đã chế tạo được máy sấy nông sản dùng cho các hộ gia đình trong sinh hoạt hàng ngày với các thông số kỹ thuật: diện tích tấm thu nhận năng lượng Mặt trời của buồng thu là 1,47 m², buồng sấy chứa 10 kg khối lượng nông sản, nhiệt độ buồng sấy có thể đạt được 60 °C sau 3 giờ sấy ở nhiệt độ ngoài trời là 37 °C. Nông sản được sấy khô 60% sau 16 giờ chiếu sáng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Vũ Việt Anh, (2011), *Bài tập môn học: Sử dụng năng lượng tái tạo*, trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.
- Nguyễn Quang Nam, 2014, *Bài giảng năng lượng tái tạo*.
- Nguyễn Thị Huệ, (2009-2010), *Nghiên cứu xử lý ô nhiễm không khí bằng vật liệu sơn nano TiO₂/Apatite, TiO₂/Al₂O₃ và TiO₂/bông thạch anh*.
- Đặng Đình Thống, Lê Danh Liên - Đại học Bách khoa Hà Nội, 2012, *Cơ sở năng lượng mới và tái tạo*.
- Trần Chung Thủy, (2015), *Tính toán diện tích tấm hấp thụ năng lượng cho buồng hấp thụ nhiệt của máy sấy nông sản dùng năng lượng Mặt trời*, Tuyển tập báo cáo hội nghị thường niên Trường Đại học Thủy lợi.
- C.L. Hii, S.V. Jangam, S.P. Ong and A.S. Mujumdar, (2012), *Solar Drying: Fundamentals, Applications and Innovations* ISBN: 978-981-07-3336-0.
- Er. M. Dhiwahaar, (2010), *Solar dryer for fish and vegetable*, published by energy@mcrc.murugappa.org.

Abstract:

MANUFACTURING SOLAR DRYER FOR AGRICULTURAL PRODUCTS IMPROVED TiO₂ NANO ENERGY ABSORPTION MEMBRANE

A dryer for agricultural products using the solar energy is an equipment that operates on the greenhouse effect. The area and surface character of solar energy obtained panel are two of the important parameters affecting to the performance of the machine. In this article, the area of solar energy obtained panel was estimated suitably for the mass of agricultural products and the surface property of solar energy obtained panel was improved by applying TiO₂ nano thin film.

Keywords: Greenhouse effect, heat trap, energy obtained box, convection, entapi, nano thin film.

BBT nhận bài: 03/5/2017

Phản biện xong: 27/6/2017