

ĐÁNH GIÁ Lò ĐỐT CÁC PHỤ PHẨM NÔNG NGHIỆP SỬ DỤNG CHO MÁY SẤY SÀN PHẪNG QUY MÔ CÔNG NGHIỆP

EVALUATION OF AGRICULTURAL RESIDUES COMBUSTOR USED FOR INDUSTRIAL-SCALE FLAT-FLOOR DRYING

Nguyễn Đình Tùng^{1,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2024.054>

TÓM TẮT

Các phụ phẩm nông nghiệp (sinh khối) có tiềm năng được sử dụng làm nhiên liệu đốt thay thế cho than. Các sản phẩm nông nghiệp như sắn, ngô, lúa, ... cần sấy khô để tăng giá bán/tăng giá trị gia tăng và tăng thời hạn sử dụng. Một trong những công nghệ sấy khô vẫn sử dụng tương đối hiệu quả về đầu tư cho các doanh nghiệp, cơ sở sản xuất có thể sử dụng là sấy sàn phẳng cải tiến với nguồn nhiệt từ lò đốt sử dụng nhiên liệu sinh khối. Trong nghiên cứu này nhằm mục đích xác định và đánh giá hiệu quả lò đốt đạt được khi chuyển đổi từ nhiên liệu rắn (sinh khối) thành nguồn năng lượng nhiệt cho hiệu quả của lò. Lò đốt được thực hiện với hai loại nhiên liệu là lá quế và lõi ngô, xét trong trường hợp không tải và có tải. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm được thực hiện khi chạy lò không tải (khi không kết nối với máy sấy) và có tải (khi có kết nối với máy sấy). Kết quả cho thấy hiệu suất lò đạt được cao hơn trong trường hợp đốt nhiên liệu cành lá quế, hiệu suất lò thấp hơn khi đốt lõi ngô, xét cho cả hai trường hợp có tải và không tải. Kết quả cụ thể đạt được giá trị: i) khi không tải $\approx 87,98\%$ (với cành lá quế) và $\approx 78\%$ (với lõi ngô); ii) khi có tải $\approx 88,65\%$ (với cành lá quế) và $\approx 79,15\%$ (với lõi ngô).

Từ khóa: Lò đốt phụ phẩm nông nghiệp; nông sản; sấy sàn phẳng; sinh khối.

ABSTRACT

Agricultural residues (biomass) have the potential to be used as an alternative fuel for coal. Agricultural products such as cassava, corn, and rice, ... has to be dried to increase the selling price/ additional value and shelf life. One drying technology that is still relatively effective in terms of investment for businesses is enhanced flat-floor drying with heat from an agricultural residue combustor. In this research, the purpose is to determine and evaluate the furnace efficiency achieved when converting from solid fuel (biomass) into a thermal energy source. The combustor is operated by 2 types of fuel, cinnamon leaf and corn cob, in case of no-load and load. Experimental research results are assessed when the combustor is running at no-load (when not connected to the dryer) and with load (when the dryer is connected). The results show that efficiency is higher in the case of burning cinnamon leaf fuel, and lower efficiency when burning corn cob, for both load and no-load cases. The specific results obtained are: (i) at no-load: $\sim 87.98\%$ (with cinnamon leaves) and $\sim 78\%$ (with corn cobs); (ii) at load: $\sim 88.65\%$ (with cinnamon leaves) and $\sim 79.15\%$ (with corn cobs).

Keywords: *Agricultural residues combustor; agricultural products; flat floor drying; biomass.*

¹Viện Nghiên cứu thiết kế chế tạo máy nông nghiệp

*Email: nguyentungbo@gmail.com

Ngày nhận bài: 22/6/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 18/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/01/2024

1. GIỚI THIỆU

Sinh khối là vật liệu hữu cơ không hóa thạch có nguồn gốc từ thực vật, động vật và vi sinh vật có thể được sử dụng làm nguồn nhiên liệu đốt thay thế. Sự sẵn có của sinh khối ở Việt Nam là dễ dàng để có được, đặc biệt là từ chất thải như lá quế, lõi ngô, bã mía, rơm rạ, trấu, gỗ và gáo dừa. Chất thải sinh khối có thể được sử dụng làm nguồn năng lượng thông qua chuyển đổi ở các dạng khác cũng như trực tiếp [1, 2].

Phương pháp phơi khô khá truyền thống và có một số nhược điểm, chẳng hạn như phụ thuộc nhiều vào thời tiết thất thường; thời gian phơi tương đối dài do ánh sáng mặt trời dao động; Và mức độ sạch của sản phẩm khô không được duy trì đúng mức. Nhìn chung, nông dân thu hoạch nông sản có độ ẩm vẫn cao. Nếu quá trình sau thu hoạch nông sản không được thực hiện đúng quy trình sẽ ảnh hưởng đến chất lượng và giá bán thấp. Quá trình sấy khô nhờ tận dụng nhiệt từ nhiên liệu sinh khối là một giải pháp cho công nghệ sau thu hoạch nông sản [3-5].

Một trong những công nghệ sấy khô sau thu hoạch là máy sấy sàn phẳng cải tiến được trang bị lò đốt sinh khối [3-5]. Lò được thiết kế với dạng dàn ống trao đổi nhiệt kiểu calorifer khí - khí tạo ra khí nóng (tác nhân sấy) để cấp trực tiếp vào buồng sấy với loại máy sấy sàn phẳng. Lò được trang bị bộ trao đổi nhiệt kiểu calorifer khí - khí được bố trí hợp lý theo sơ đồ tối ưu, ở được sắp xếp theo hình tam giác/hình thoi/vuông [6-8]. Khoảng trống giữa các đường ống này sẽ tạo thành luồng không khí lưu thông được gọi là dòng chảy chéo. Lò gián tiếp bộ trao đổi nhiệt dạng ống có các ưu điểm như kiểm soát nhiệt độ sấy dễ dàng hơn và hiệu quả hơn so với sấy bằng lò đốt thông thường [8].

Năng lượng nhiệt tiềm năng của chất thải sinh khối được sử dụng làm nhiên liệu rất khác nhau, chủ yếu phụ thuộc vào loại chất thải. Nếu nhiệt lượng sinh ra từ quá trình đốt sinh khối có thể được chuyển hóa hoàn toàn bằng lò đốt trao đổi nhiệt thì việc sấy khô nông sản có thể được thực hiện một cách tối ưu. Nhìn chung, công trình nghiên cứu về tối ưu hóa nhiệt của nhiên liệu sinh khối sử dụng trong lò sấy sàn phẳng còn hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu này nhằm mục đích khảo sát hiệu suất của lò trao đổi nhiệt với sự biến đổi nhiên liệu từ sinh khối. Sinh khối được chọn từ các loại thực vật có nhiều ở Việt nam, cụ thể là cành cây (lá quế), lõi ngô. Nghiên

cứu này nhằm mục đích xác định ảnh hưởng của sự thay đổi nhiên liệu sinh khối đến hiệu suất của lò.

2. VẬT LIỆU, PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐO NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này được thực hiện trong khoảng thời gian từ năm 2018 đến năm 2022 thông qua các giai đoạn là nghiên cứu thăm dò, nghiên cứu thiết kế, chế tạo và thử nghiệm.

2.1. Vật liệu

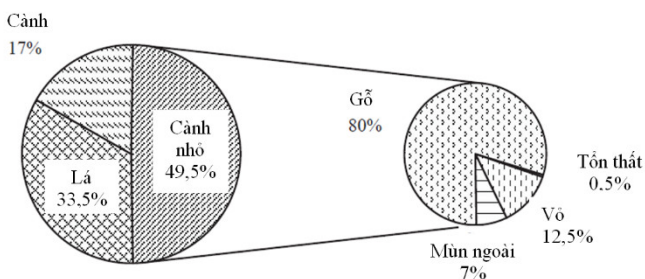
Chất thải sinh khối được sử dụng làm nhiên liệu cho lò bao gồm cành cây (lá quế), lõi ngô. Cành cây (lá quế) thu được từ quá trình cắt tỉa cành cây và sau khi đã chiết xuất lấy tinh dầu, còn lại là "bã cành quế"; lõi ngô thu được từ chất thải của quá trình sau khi tẽ hạt (hình 1).



Hình 1. Hình ảnh vật liệu nghiên cứu: cành lá quế và lõi ngô

Bảng 1. Nhiệt trị của gỗ quế [1, 2, 9-11]

| Nhiên liệu | Đặc tính | Giá trị | Thứ nguyên | Ghi chú |
|------------|----------------|---------|------------|--|
| Gỗ quế | Nhiệt trị thấp | 20,18 | MJ/kg | Độ ẩm cơ sở không có, 1 tuần sau khi bóc vỏ vỏ cây |
| | Độ ẩm | 15,94 | % | |
| Lá quế | Nhiệt trị thấp | 19,08 | MJ/kg | |
| | Độ ẩm | 11,7 | % | |
| Lõi ngô | Nhiệt trị thấp | 15,74 | MJ/kg | |
| | Độ ẩm | 18,16 | % | |



Hình 2. Tỷ lệ giữa trọng lượng của các bộ phận thân quế/cành quế

Riêng đối với cành lá quế: làm nguồn nhiên liệu, người dân vùng trồng quế sử dụng chúng làm chất đốt trong đun nấu, việc này đã được thực hành hàng ngàn năm. Cần nghiên cứu xác định thêm về tính sinh nhiệt của nó có

những đặc tính vượt trội so với bất kỳ loại củi/sinh khối nào khác. Nhiệt trị và Độ của cành lá quế (gỗ quế) có thể làm nhiên liệu để phát điện.

Quan hệ giữa trọng lượng của các bộ phận thân quế/cành quế được mô tả như trên hình 2.

2.2. Phương pháp

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm để đánh giá. Sự thay đổi khi thí nghiệm là lò được thử nghiệm khi không tải (nghĩa là chỉ đốt lò để đo đánh giá lò còn chưa có kết nối với máy sấy) và có tải (nghĩa là lò có kết nối với máy sấy đã có vật liệu sấy).

- Lò không tải. Thử nghiệm được thực hiện nhiều lần với sự thay đổi của nhiên liệu sinh khối, cụ thể là cành lá quế và lõi ngô. Mỗi loại sinh khối được cân trọng lượng trước khi cấp vào lò đốt để xác định chi phí nhiên liệu đốt (công suất nhiệt của lò đốt). Sau đó, vận tốc dòng không khí/khí nóng được đo tại đầu ra của quạt gió. Quá trình thử nghiệm được thực hiện cho đến khi hết nhiên liệu.

- Lò có tải. Quy trình kiểm tra này nhìn chung giống với quy trình kiểm tra lò không tải. Sinh khối là cành lá quế và lõi ngô được làm nhiên liệu đốt cho quá trình sấy khô sản phẩm bằm khúc trong 55 đến 65 giờ. Nhiệt độ khí nóng ra khỏi lò được duy trì trong khoảng 85 - 110°C, nhiều khi có thể "đẩy" nhiệt độ lên 90 - 115°C tùy theo loại sản phẩm và thời gian sấy.

2.3. Thiết bị đo



Hình 3. Thiết bị đo khi nghiên cứu thực nghiệm

Thiết bị đo trong nghiên cứu này (hình 3) gồm: a- cân bàn để xác định khối lượng (VN); b- thiết bị đo nhiệt độ cầm tay kiểu súng bắn (Ebro - CHLB Đức); c- máy đo lưu lượng và vận tốc gió (Testo - CHLB Đức); d- các biến tần điều khiển tốc độ động cơ; e- ampe kim đo điện năng tiêu thụ (CHLB Đức); f- máy đo độ ẩm nhiên liệu trước; ngoài ra còn có các sensor cảm biến nhiệt độ đo nhiệt độ bên trong lò để đo khảo sát và kiểm tra. Các thiết bị đo này có ảnh hưởng lớn đến độ chính xác của kết quả thực nghiệm.

2.4. Phương pháp phân tích

- Hệ số truyền nhiệt: Hệ số truyền nhiệt xảy ra trong dây ống tạo thành mô hình so le với số hàng ống < 20, có thể được tính theo phương trình Zukauskas (1) [6, 8].

$$N_{UD} = C_2 C_1 R_e P_r^{0,36} \left(\frac{P_r}{P_{rs}} \right)^{\frac{1}{4}} \tag{1}$$

Trong đó, Nu là số Nusselt, Pr là số Prandtl, Re là số Reynolds và C là hệ số hiệu chỉnh. Số Reynolds có thể được xây dựng như trong phương trình (2) [6, 8].

$$Re = \frac{v_{max} D}{\nu} \tag{2}$$

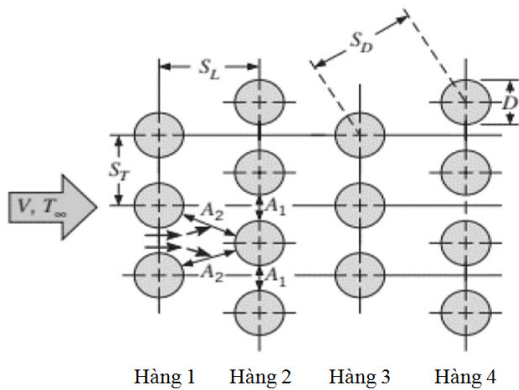
Trong đó, v_{max} là vận tốc tối đa của chất lỏng trong dây ống (m/s), D là đường kính ống (m) và ν là độ nhớt động học của không khí (kg/m.s). Hơn nữa, v_{max} trong mô hình so le có thể xảy ra tại A1 và A2 theo hình 4 với điều kiện $2(SD - D) < (ST - D) v_{max}$ được lập như phương trình (3) và (4) [6, 8].

$$v_{max,A1} = \frac{ST}{ST - D} v \tag{3}$$

$$v_{max,A2} = \frac{ST}{2(SD - D)} v \tag{4}$$

Hệ số truyền nhiệt (h) được tính như phương trình (5), với k là hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng [6, 8]:

$$h = Nu \frac{k}{D} = (W / m^2 K) \tag{5}$$



Hàng 1 Hàng 2 Hàng 3 Hàng 4

Hình 4. Mặt cắt ngang khi bố trí ống trao đổi nhiệt/Bố trí ống kiểu so le

- **Tốc độ truyền nhiệt:** Tốc độ truyền nhiệt (q) được phân tích bằng cách biết nhiệt độ trung bình. Giá trị chênh lệch (LMTD) trước tiên sử dụng phương trình (6) [6, 8].

$$q = N(h\pi D L \Delta T_{lm}) = (kW) \tag{6}$$

Trong đó, N là số lượng ống dây ống, h là hệ số truyền nhiệt (W/m²K) và ΔT_{lm} là trung bình logarit của chênh lệch nhiệt độ giữa các môi chất.

- **Hiệu suất lò:** Hiệu suất lò thu được từ việc so sánh giữa năng lượng được sản xuất bởi lò và năng lượng đầu vào từ nhiên liệu. Năng lượng nhiên liệu đầu vào được lấy từ phương trình (7) [6, 8].

$$Q_{nhienvu} = \frac{\text{Nhiettrithap cuanhienlieu}}{(\text{kg})} \times \text{Tongtrongluong cuanhienlieu (kg)} \tag{7}$$

Năng lượng đầu ra do lò tạo ra được tính theo phương trình (8) [6, 8].

$$Q_{lo} = M_{khongkhi} \times C_{p, khongkhi} \times \Delta T \times \text{Thoigian} \tag{8}$$

Trong đó, M_{air} là khối lượng không khí đi ra khỏi cửa ra của quạt gió (kg/s), $C_{p,air}$ là nhiệt dung của không khí

(kJ/°C.kg), và dT là chênh lệch nhiệt độ giữa lối ra lò và môi trường xung quanh nhiệt độ (°C). Tiếp theo, hiệu suất sưởi ấm hoặc hiệu suất lò được tính bằng phương trình (9) [6, 8].

$$\text{Hieusuat lo} = \frac{Q_{lo} \text{ (MJ)}}{Q_{nhienvu} \text{ (MJ)}} \times 100\% \tag{9}$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết kế lò

Lò được đề cập trong nghiên cứu này là lò đốt gián tiếp sử dụng nhiên liệu sinh khối được tích hợp hệ thống trao đổi nhiệt kiểu khí - khí dạng chùm ống [8]. Lò được sử dụng tạo ra nguồn nhiệt từ quá trình đốt cháy sinh khối như bã lá quế/cành quế và lõi ngô. Nhiệt từ quá trình đốt cháy sau đó di chuyển đến các ống trao đổi nhiệt kiểu khí - khí phía trên buồng đốt với sự trợ giúp của lực hút/đẩy từ quạt gió ly tâm trong dàn ống trao đổi nhiệt có một cửa hút gió vào và một cửa hút lấy gió ra, không khí lạnh đi vào bên trong dàn ống trao đổi nhiệt sẽ được làm nóng. Sau đó, không khí nóng thoát ra ngoài qua cửa gió ra để đưa đến buồng hòa trộn khí tạo thành dòng khí nóng để đưa vào buồng sấy. Thiết kế lò được thể hiện trong sơ đồ kết nối hình 5, lắp đặt lò liên kết với hệ thống sấy (hình 6).



Hình 5. Một số hình ảnh về kết quả chế tạo, lắp đặt và đốt lò chạy chưa có tải (chưa kết nối với máy sấy)



Hình 6. Một số hình ảnh về kết quả lắp đặt và chạy có tải: kết nối với hệ thống sấy sàn phẳng quy mô 60 - 80 tấn sấy bằm tươi/mẻ

Lò này được thiết kế theo dạng hình vuông để phù hợp với việc kết nối với máy sấy sàn phẳng, sao cho dòng khí nóng từ lò đốt cấp nhiệt vào buồng sấy có trợ lực cục bộ nhỏ nhất. Kích thước của lò là (2.700 x 2.700 x 4.500) mm. Dàn ống trao đổi nhiệt ở đây là ống hình trụ có đường kính 141mm và đường ống gom là 250mm, các chùm ống được bố trí thẳng đứng ngay phía trên và xung quanh buồng đốt sao cho tổng tiết diện mặt cắt ngang của lò nhỏ nhất, nhưng tổng diện tích của bộ trao đổi nhiệt lớn nhất (ta tạm gọi là bố trí tối ưu). Có sự trợ giúp của quạt gió dòng khí nóng sẽ di chuyển zíc zắc bên trong hệ các chùm ống để tạo ra được dòng khí nóng sạch với nhiệt độ đạt được cao nhất dựa trên kết quả trao đổi nhiệt kiểu khí - khí. Quạt gió có chức năng là hút không khí từ môi trường qua bộ trao đổi nhiệt bên trong buồng đốt của lò, sau đó dòng khí nóng được chuyển tiếp đến buồng sấy.

3.2. Hệ số truyền nhiệt

Phương pháp "Zukaukas" được chọn trong phân tích truyền nhiệt vì nó chỉ xem xét các tính chất của không khí đi vào từ hệ các chùm ống. Tốc độ dòng khí nóng từ quá trình đốt cháy đi vào, ở đây nhiệt khó xác định trên và bên trong đường ống trao đổi nhiệt vì xảy ra đối lưu tự nhiên. Sự sắp xếp bố trí đường ống thiết kế được sử dụng là một sự sắp xếp (so le) tam giác. Mô hình so le được sử dụng vì kết quả hệ số truyền nhiệt lớn hơn mô hình bố trí "thẳng hàng", điều này là do dòng lưu chất di chuyển uốn khúc để kéo dài thời gian di chuyển/thời gian tiếp xúc giữa hai dòng lưu chất (khí - khí) thông qua các khoảng trống giữa các đường ống và tạo thành một dòng chảy chéo hỗn hợp.

Dựa trên thử nghiệm lò không tải, tốc độ dòng không khí trong dây ống (V_1) được giả định là giống như tốc độ luồng không khí ra khỏi quạt gió (V_2), là 16,5m/s với diện tích mặt cắt ngang của quạt gió là 0,4416m². Diện tích mặt cắt ngang của đầu vào miệng ống là 0,4906m². Dựa trên tính toán kết quả thu được V_1 là 14,85m/s. Các giả định được sử dụng bao gồm trạng thái ổn định, dòng chảy không nén được, hiệu ứng bức xạ không đáng kể, và không có sự thay đổi pha của chất lỏng (dòng lưu chất).

Khi không khí đi vào miệng ống, nó sẽ đi qua khe hở giữa các ống và đến vận tốc tối đa (V_{max}) trong mặt phẳng A_1 hoặc

A_2 , như thể hiện trong hình 4. Dựa trên thông số kỹ thuật của kích thước ống ngang hàng ống bao gồm đường kính ống, khoảng cách giữa ngang (ST) và ống dọc (SD), có thể kết luận rằng V_{max} trong mặt phẳng A_1 là 40,5m/s. Giá trị của V_{max} được dùng để tính số Reynolds. Khi đó, giá trị của hệ số truyền nhiệt xuất hiện trong có thể biết ống trao đổi nhiệt bằng cách xác định số Reynolds và số Nusselt trước.

Dựa trên kết quả tính toán, số Reynolds lớn hơn 3960 nó được đưa vào dòng chảy rối. Số Reynolds tỷ lệ thuận với số Nusselt. Hệ số Nusselt càng cao, đối lưu càng hiệu quả. Khi đốt nhiên liệu sinh khối mặc dù có thay đổi một số loại sinh khối khác nhau đi chăng nữa thì giá trị trung bình của hệ số truyền nhiệt cũng biến thiên không nhiều (ví dụ giá trị đó là 142,36; 142,64; và 142,77W/m².K tương ứng khi đốt cành lá quế, lõi ngô). Chính vì vậy trong nghiên cứu này tác giả không đề cập đến yếu tố này.

Hơn nữa, điều này là do giá trị V_{max} không thay đổi khi cấp vào bộ trao đổi nhiệt, nên giá trị này thay đổi không nhiều là vậy. Ngoài ra, yếu tố phân biệt là các thông số từ bảng đặc tính của không khí đi vào dây ống bao gồm độ nhớt động học của không khí, độ dẫn nhiệt của không khí và hệ số Prandtl, nhưng các yếu tố này không khác biệt đáng kể. Giá trị hệ số truyền nhiệt của không khí đi qua dàn ống nằm trong khoảng 28 - 280W/m².K [6-8]. Một tài liệu tham khảo khác cho thấy giá trị của hệ số truyền nhiệt đối lưu cưỡng bức trong chất lỏng khí nằm trong khoảng 25 - 250W/m².K [7-8].

Ở chế độ thử nghiệm có tải của lò là khi máy sấy sàn phẳng chứa đầy tải trọng sấy bằm tươi với tổng trọng lượng 60 - 80 tấn. Dựa trên kết quả kiểm tra, V_{max} của không khí đi vào dây ống là 37,92m/s. Kết quả này nhỏ hơn so với thử nghiệm khi máy sấy không tải (trên sàn sấy không có liệu), ở đây có sự chênh lệch giá trị nhỏ như vậy là do tốc độ dòng khí bị hạn chế bởi tải trọng (trợ lực) lớp liệu.

3.3. Tốc độ/tỷ lệ truyền nhiệt

Các thông số được sử dụng để xác định tốc độ truyền nhiệt trong ống trao đổi nhiệt là số lượng ống, tổng diện tích bề mặt của ống, hệ số truyền nhiệt và chênh lệch nhiệt độ giữa bên nóng và bên lạnh của bộ trao đổi nhiệt chùm ống. Các giá trị nhiệt độ khí nóng thu được với lá quế, lõi ngô làm nhiên liệu tương ứng là 95 - 115°C và 90 - 105°C. Do đó công suất nhiệt với nhiên liệu lá quế, đạt giá trị cực đại tương ứng là 1.059,989kW_{th}, hay ≈ 1.060kW_{th}, và đạt giá trị nhỏ nhất là 875,643kW_{th} Hay ≈ 876kW_{th}. Tương tự công suất nhiệt với nhiên liệu lõi ngô đạt giá trị tối đa là 867,817kW_{th}, hay ≈ 868kW_{th}, và đạt giá trị nhỏ nhất là 829,557kW_{th}, hay ≈ 830kW_{th}. Qua đây cho thấy công suất nhiệt thu được từ việc đốt lõi ngô có xu hướng giảm so với khi đốt lá quế, điều này là do lõi ngô không tạo ra nhiệt đốt cháy tối ưu, hơn nữa cũng do nhiệt trị thấp của lõi ngô nhỏ hơn so với cành lá quế.

Công suất thu được từ lò đốt khi đốt giữa cành lá quế, lõi ngô cho kết quả khác nhau. Sự khác biệt này bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố bao gồm: i) đặc tính của nhiên liệu (tỷ lệ thành phần nhiên liệu: C, H, O, N, S, a, W); ii) sự phân bố nhiệt

độ giữa lưu chất trong đường ống của ống; và iii) khả năng nạp nhiên liệu,... Các đặc tính đốt cháy của vật liệu có thể bị ảnh hưởng bởi thành phần nhiên liệu: (C, H, O, N, S, a, W) và nhiệt trị thấp của nhiên liệu. Cành lá quế, lõi ngô có nhiệt trị thấp lần lượt là 19,08 và 14,65MJ/kg ứng với độ ẩm lần lượt là 11,7 và 22,16% [1, 2, 9-11]. Ngoài ra, độ ẩm của vật liệu cũng ảnh hưởng đến quá trình cháy [1].

Trong thực tế, tốc độ truyền nhiệt dao động, qua đó công suất nhiệt cũng dao động thay đổi trong khoảng giá trị nhất định, nguyên nhân do do hệ số nạp nhiên liệu không ổn định. Công suất nhiệt tối đa thu được là $\approx 1.060kW_{th}$ (đối với lá quế) và $\approx 868kW_{th}$ (đối với lõi ngô). Kết quả thu được không khác nhiều so với thử nghiệm không tải đối với cả hai loại nhiên liệu cành lá quế và lõi ngô. Điều này là do nhiệt độ bề mặt của ống trao đổi nhiệt chênh lệch không đáng kể.

3.4. Hiệu suất lò (Hiệu suất nhiệt)

Thực tế hiệu suất nhiệt của lò đốt phụ thuộc vào hiệu suất đốt (hiệu suất quá trình cháy nhiên liệu), bởi vậy mục đích việc xác định được chế độ tối ưu cho hiệu suất đốt thông qua lượng không khí "tối thiểu" cần cấp vào buồng đốt để đảm bảo cho đủ lượng ô xy tham gia quá trình phản ứng cháy đối với nhiên liệu để đảm bảo cháy hết lượng "chất bốc" có trong nhiên liệu, giảm tối thiểu lượng tồn dư chất bốc (các bon) trong nhiên liệu đốt chưa cháy hết còn tồn đọng lại trong tro. Như vậy hiệu suất của quá trình cháy sẽ cao, nhờ vậy nâng cao được hiệu suất quá trình đốt và công suất nhiệt thu được của lò.

Các thử nghiệm về hiệu suất của lò đã được tiến hành để xác định hiệu suất của lò khi không tải (chưa kết nối với máy sấy) và khi có tải (kết nối với máy sấy/máy sấy chứa vật liệu sấy). Hiệu suất lò là tỷ lệ giữa năng lượng từ nhiên liệu có sẵn và năng lượng nhiệt được chuyển đổi trong quá trình đốt cháy, được đưa ra ngoài ở đầu ra của quạt gió. Năng lượng do lò tạo ra bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố bao gồm khối lượng không khí đi qua cửa ra của quạt gió, nhiệt dung riêng của không khí và sự khác biệt giữa nhiệt độ của không khí ra khỏi lò và nhiệt độ môi trường xung quanh. Trong khi đó, năng lượng từ nhiên liệu sinh khối chịu ảnh hưởng của khối lượng vật liệu, độ ẩm của vật liệu và nhiệt trị thấp của vật liệu.

Trong phạm vi bài báo này tác giả không trình bày diễn giải chi tiết, trình tự các bước thay số liệu vào các phương trình từ (1) đến (9) để tính toán các thông số: hệ số truyền nhiệt; tốc độ/tỷ lệ truyền nhiệt; hiệu suất lò đốt mà chỉ trình bày kết quả cuối cùng tính toán được. Tuy nhiên quá trình thực nghiệm lò đốt nêu trên đã xác định các thông số như: hệ số truyền nhiệt dựa trên các phương trình từ (1) đến (5), ở đây cần lưu ý đến thông số đã được trình bày bên trên V_{max} là vận tốc tối đa của không khí chảy trong dây ống của dàn trao đổi nhiệt (m/s) đã đo thực tế, còn các thông số khác trong các phương trình nêu trên được tra bảng và dựa vào bản vẽ thiết kế của dàn ống trong bộ trao đổi nhiệt của lò ta sẽ có các số liệu cụ thể, sau đó thay số liệu vào các phương trình nêu trên, từ đó xác định được giá trị cần tìm. Tương tự đối với tốc độ/tỷ lệ truyền nhiệt khi thay các số liệu vào

phương trình (6) và hiệu suất lò đốt khi ta thay các số liệu vào các phương trình (7) đến (9) ta sẽ xác định được giá trị cần tìm.

Trong thử nghiệm hiệu suất lò khi không tải (chưa kết nối với máy sấy), nhiệt độ trung bình của không khí ra khỏi lò với cành lá quế, lõi ngô làm nhiên liệu thu được tương ứng là 105 và 97,5°C. Tổng năng lượng do lò tạo ra có thể được phân tích bằng nhiệt hợp lý. Nhiệt lượng cảm nhận của lò đốt bằng nhiên liệu cành lá quế trong 60 phút cháy là 3.484,139MJ; với nhiên liệu là lõi ngô đốt cháy trong 60 phút thu được 3.069,36MJ.

Nhiệt lượng cung cấp từ nhiên liệu cành lá quế vào cho lò để đốt cháy, ở đây số liệu đo tính trong thời gian 60 phút (tính cho 1 giờ) là 3.960MJ tương tự đối với nhiên liệu là lõi ngô đốt cháy trong 60 phút (số liệu đo tính trong thời gian 1 giờ) là 3.935MJ. Qua đó cho thấy hiệu suất của lò khi đốt cành lá quế đạt được khoảng $\approx 87,98\%$ và khi đốt lõi ngô đạt khoảng $\approx 78\%$. Nguyên nhân hiệu suất đạt được khi đốt nhiên liệu lõi ngô thấp hơn so với cành lá quế là do đặc tính nguyên liệu và đặc biệt là nhiệt trị thấp của nguyên liệu lõi ngô nhỏ hơn nhiều so với cành lá quế. Ở đây đối với thiết kế của lò đã phù hợp khi sử dụng cho cả hai loại nguyên liệu nêu trên, mặc dù lõi ngô và cành lá quế khi cấp lên trên bề mặt ghi lò khe hở không khí giữa các ống nguyên liệu của hai loại này không có sự khác nhau đáng kể, do đó không gây cản trở quá trình đốt cháy.

Tương tự khi thử nghiệm trong trường hợp có tải (kết nối với máy sấy có nguyên liệu sấy trên sàn), hiệu suất lò lúc này là $\approx 88,65\%$ và khi đốt lõi ngô đạt khoảng $\approx 79,15\%$. Hiệu suất của lò tỷ lệ thuận với năng lượng nhiệt do lò tạo ra, một trong những yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của lò là việc cung cấp oxy vào buồng đốt, lượng oxy vào buồng đốt càng nhiều thì nhiệt độ đốt cháy sinh ra càng cao.

Hiệu suất của lò với các phương pháp xử lý khác nhau khi không tải và có tải cho kết quả khác nhau. Hiệu suất của lò có thể được nhìn thấy từ giá trị hiệu suất được tạo ra, nếu hiệu suất cao, hiệu suất có thể nói là tối ưu. Hiệu suất của lò với nhiên liệu cành lá quế; lõi ngô, lần lượt là $\approx 87,98\%$ và $\approx 78\%$.

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu chạy thực nghiệm được thực hiện khi chạy lò khi không kết nối với máy sấy và có kết nối với máy sấy, trong đó hiệu suất cao hơn được tìm thấy trong trường hợp đốt nhiên liệu cành lá quế. Điều này là do đặc tính của nhiên liệu và nhiệt độ của lò do đốt (nhiệt độ trong buồng đốt) cành lá quế cao hơn. Trong đó hiệu suất lò thấp hơn khi đốt lõi ngô, điều này là do lõi ngô có đặc tính nhiên liệu, nhiệt trị thấp và quá trình cháy, nhiệt độ cháy khác so với cành lá quế. Trong khi đó, hiệu suất của lò khi có tải (kết nối với máy sấy) đối với hai loại nguyên liệu đốt nêu trên lần lượt là $\approx 88,65\%$ và $\approx 79,15\%$, giá trị thu được cao hơn là do có thêm quạt lò (quạt thúc lò dưới ghi) có chức năng thổi khí oxy vào buồng đốt để quá trình cháy diễn ra tối ưu hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyen Dinh Tung, *Theoretische und experimentele Untersuchungen zur energetische Nutzung von landwirtschaftlichen Abfällen aus Vietnam*. Dissertation Universität Rostock, Deutschland, 2009.
- [2]. Martin Kaltschmitt, Hans Hartmann, Hermann Hofbauer, *Energie aus Biomasse*. Springer Verlag, 2011.
- [3]. Otto Krischer, W. Kast, *Trocknungstechnik, Erster Band: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Trocknungstechnik*. Springer Berlin Heidelberg, 1978.
- [4]. Karl Kröll, *Trocknungstechnik, Zweiter Band: Trockner und Trocknungsverfahren*. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [5]. Karl Kröll, Werner Kast, *Trocknungstechnik, Dritter Band: Trocknen und Trockner in der Produktion*. Springer Berlin Heidelberg, 1978.
- [6]. Cengel Y A., *Heat Transfer: A Practical Approach*. New York: Mc Graw-Hill, 2003.
- [7]. Suryanto A., *Modifikasi Plat Penyerap Kalor Matahari dan Alat Pendukungnya untuk Proses Pengeringan: Plat Galvanis dan Plat Seng Gelombang*. Universitas Diponegoro, 2012.
- [8]. VDI Wärmeatlas. *Springerverlag* 2010.
- [9]. Gunther B 2012 *Calorific Value of Selected Wood Species and Wood Products J. Wood Wood Prod.* 70 755–7
- [10]. Iskandar T., *Identifikasi Nilai Kalor Biochar dari Tongkol Jagung dan Sekam Padi pada Prses Pirolisis*. Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, 2014.
- [11]. Tahir M., "Rancang Bangun Sistem Pengering Energi Surya dan Biomassa dengan Kontrol Suhu untuk Pengeringan Biji-bijian," *J. Agrosains Trop.* 4, 11-6, 2013.

AUTHOR INFORMATION**Nguyen Dinh Tung**

Research Institute of Agricultural Machinery, Vietnam