

NGHIÊN CỨU SỰ ẢNH HƯỞNG CỦA KÍCH THƯỚC NGUYÊN LIỆU TỚI DÒNG LƯU CHẤT TRONG QUÁ TRÌNH SẤY MÙN CƯA THỰC NGHIỆM TRÊN THIẾT BỊ SẤY TRÔNG QUAY KẾT HỢP KHÍ ĐỘNG

Nguyễn Văn Thành¹, Nguyễn Đình Tùng², Bùi Hải Triều¹

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của kích thước vật liệu sấy (độ lớn của hạt) tới dòng lưu chất trên thiết bị sấy trông quay kết hợp khí động. Kết quả nghiên cứu xét trong điều kiện giữ nguyên chế độ công nghệ sấy chỉ thay đổi đặc tính của vật liệu sấy thông qua kích thước khác nhau đối với vật liệu sấy. Kích thước của vật liệu sấy được khảo sát ứng với các giá trị 0,63mm; 1,0mm; 1,6mm; 2,5mm và 4,0mm thông qua chế độ nhiệt độ tác nhân sấy 439°C; vận tốc dòng tác nhân sấy 8,5m/s; độ ẩm vật liệu sấy 40,35% để tìm ra mối quan hệ phụ thuộc giữa chúng. Từ kết quả mối quan hệ này làm cơ sở khoa học để xác định được chiều dài của máy sấy cần thiết tương ứng với mỗi trường hợp giá trị của kích thước nguyên liệu sấy, giúp ích cho việc thiết kế hệ thống sấy phù hợp và đạt hiệu quả kinh tế.

Từ khóa: sấy trông quay kết hợp khí động; sấy mùn cưa; dòng lưu chất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc sử dụng sinh khối để sản xuất năng lượng ngày càng trở nên phổ biến vì sinh khối là nguồn nhiên liệu thân thiện với môi trường. Gỗ là nguồn năng lượng sinh khối chính được sử dụng và chế biến nhiều trong thực tiễn, khi chế biến gỗ sẽ tạo ra một lượng phụ phẩm mùn cưa khá lớn với hàm lượng ẩm cao và không đồng đều (De Fusco L., Jeanmart H. và cs (2015) và Viktor S., Martin M. và cs (2016)). Một trong những phương pháp sử dụng có hiệu quả nguồn “phế liệu” này là phương pháp tạo viên nhiên liệu. Yêu cầu đối với viên nhiên liệu cần phải thỏa mãn có hàm lượng nước thấp, khối lượng riêng lớn và mật độ năng lượng cao, thuận tiện cho việc vận chuyển và sử dụng. Tuy nhiên trước khi mùn cưa được ép viên cần phải được làm khô để đủ điều kiện ép viên và đảm bảo tiêu chuẩn đối với viên nhiên liệu, cũng như tăng hiệu quả sử dụng năng lượng trong quá trình chuyển đổi và giảm phát thải khi sử dụng. Một trong những nguyên lý thường được sử dụng là nguyên lý sấy trông quay (Yohann R., Vijay K.D. (2016) và Alberto A. và cs (2015)), hoặc

nguyên lý sấy khí động. Tuy nhiên mỗi phương pháp có ưu nhược điểm riêng, tựu chung lại là chi phí năng lượng riêng lớn (đối với sấy trông quay) và chi phí đầu tư lớn (đối với sấy khí động). Trong trường hợp nguyên liệu sấy là mùn cưa người ta hoàn toàn có thể sử dụng phương pháp kết hợp giữa hai nguyên lý nêu trên, đó là nguyên lý sấy thùng quay kết hợp khí động (sấy trông quay phân tầng). Nội dung bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm sự ảnh hưởng của đặc tính nguyên liệu sấy thông qua thay đổi kích thước độ lớn của hạt mùn cưa tới dòng lưu chất trong quá trình sấy mùn cưa trên thiết bị sấy trông quay kết hợp khí động.

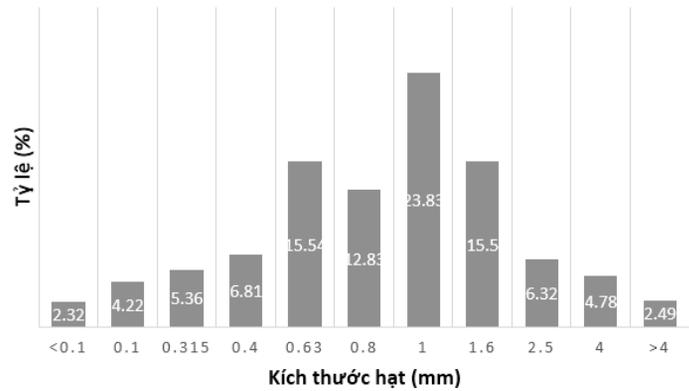
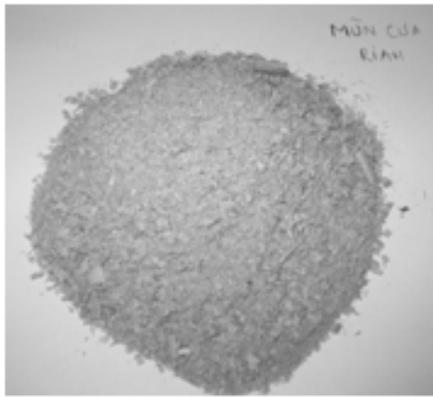
2. VẬT LIỆU, PHƯƠNG PHÁP, THIẾT BỊ NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu nghiên cứu ở đây là mùn cưa của gỗ keo (hình 1 – trái) được thu gom từ một số cơ sở chế biến gỗ tại các tỉnh phía Bắc. Vật liệu có độ ẩm trung bình là 40,35%, với dải phân bố kích thước của từ 0,63 ÷ 4mm (chiếm 78,8%) còn lại một phần nhỏ là kích thước lớn hơn 4mm. Trong bài báo này vật liệu được nghiên cứu có dải phân bố kích thước từ 0,63÷4mm (hình 1 -phải); tỷ khối của vật liệu khoảng 252 kg/m³.

¹ Khoa Cơ điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

² Viện nghiên cứu Thiết kế chế tạo máy Nông nghiệp, Bộ Công Thương



Hình 1. Hình ảnh nguyên liệu (trái) và Biểu đồ hàm mật độ về phân loại kích thước hạt mùn cưa (phải) sử dụng trong thí nghiệm

Trong bài báo này đã sử dụng phương pháp nghiên cứu lý thuyết và phương pháp nghiên cứu thực nghiệm. Kết quả nghiên cứu thu được từ các dữ liệu đo đạc sẽ được xử lý nhờ phần mềm excel để thiết lập nên các đồ thị biểu thị sự quan hệ, phụ thuộc giữa các thông số công nghệ.

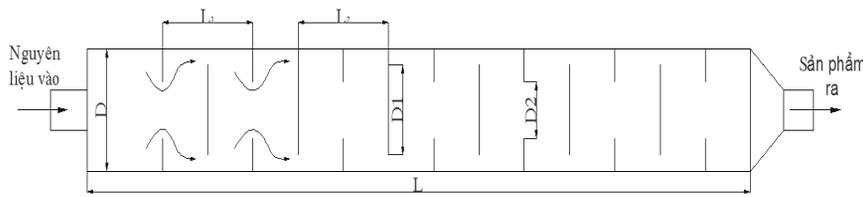
2.2. Thiết bị đo sử dụng trong nghiên cứu

Một số thiết bị đo sử dụng trong quá trình thí nghiệm như sau: Cân đo độ ẩm Sartorius MA 45 (xuất xứ: CHLB Đức); Súng bắn Laser nhiệt độ EbroTFI 650 (xuất xứ: CHLB Đức); Bộ sensor cảm biến nhiệt độ Pt100 và đồng hồ hiển thị (xuất

xứ: Đài loan); Bộ sensor cảm biến độ ẩm ELEKTRONIK EE23 (xuất xứ: Áo); Thiết bị đo tốc độ/lưu lượng gió Testo 425 (xuất xứ: CHLB Đức); Đồng hồ bấm giờ Traceable 1044 (xuất xứ: Nhật Bản).

2.3. Thiết bị nghiên cứu

Thiết bị nghiên cứu ở đây là hệ thống sấy mùn cưa kiểu trống quay kết hợp khí động (hình 2 - phải), hoạt động theo nguyên lý liên tục, năng suất 1-1,5 tấn/giờ với các thông số kết cấu chính được thể hiện như ở bảng 1, nguyên lý/kết cấu của thiết bị được thể hiện như trên hình 2 – trái.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý (trái), thiết bị thí nghiệm (phải)

Bảng 1. Các thông số kích thước chính của thiết bị thí nghiệm

TT	Tệ thông số	Ký hiệu	Thứ nguyên	Giá trị
1	Đường kính máy sấy	D	mm	1500
2	Chiều dài máy sấy	L	mm	12000
3	Đường kính vách chắn	D ₁	mm	1100
4	Đường kính trong của vách ngăn	D ₂	mm	700
5	Bước của vách chắn	L ₁	mm	1500
6	Bước của vách ngăn	L ₂	mm	1500

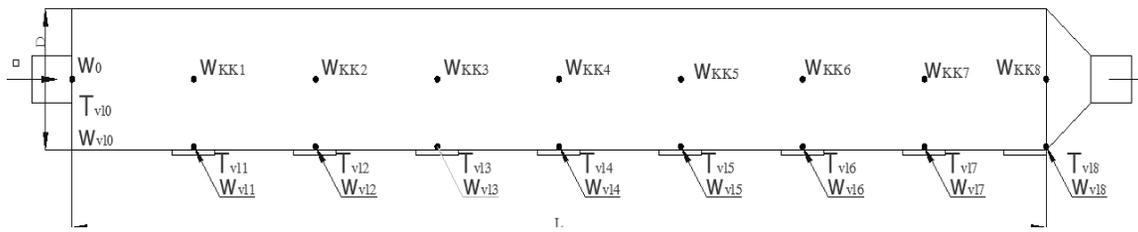
2.4. Phương thức và bố trí thí nghiệm

Ngoài các thiết bị đo thì việc xác định vị trí đo

các thông số cũng có ảnh hưởng rất lớn tới độ chính xác, độ tin cậy của kết quả thí nghiệm. Trên

hình 3 mô tả sơ đồ bố trí vị trí đo độ ẩm dòng tác nhân sấy, độ ẩm vật liệu trong quá trình sấy và

nhệt độ thân nhiệt của vật liệu sấy trong suốt chiều dài máy sấy.



Hình 3. Sơ đồ bố trí vị trí đo độ ẩm tác nhân, nhiệt độ thân nhiệt và độ ẩm nguyên liệu sấy

Hình 3 thể hiện sơ đồ bố trí đo nhiệt độ, ẩm độ của vật liệu sấy và độ ẩm của dòng tác nhân sấy ở mỗi khoảng (vị trí) máy sấy khác nhau ứng với vật liệu sấy được khảo sát có kích thước từ 0,63mm ÷ 4,0mm.

Bố trí thí nghiệm: Cảm biến nhiệt PT10 và cảm biến ẩm được đặt phía trong của trống sấy được cố định theo dây/ống dọc tâm trống sấy hướng về phía đường kính của trống sấy, tín hiệu đo được sẽ được truyền tín hiệu hiển thị trên đồng hồ điện tử. Lưu lượng gió đo được thông qua thiết bị đo Testo 1425, vị trí đo lưu lượng đặt tại vị trí đầu vào của trống sấy, thể hiện ở vị trí W_0 trên đồ thị hình 4. Các cửa lấy mẫu nhanh được bố trí dọc theo chiều dài của trống sấy có bộ (Đóng, mở nhanh - lấy mẫu trong quá trình thiết bị vẫn đang hoạt động).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu xác định “vận tốc bay” của hạt mùn cưa cũng như các kết quả nghiên cứu ở các công trình trước đó của Tác giả đã thực hiện cho thấy, với thông số vận tốc dòng tác nhân sấy khoảng 8,5 m/s và nhiệt độ tác nhân sấy khoảng 439°C thì thiết bị sấy sẽ đạt năng suất cao và cho phí năng lượng riêng phù hợp nhất nhưng hoàn toàn không có sự “bắt cháy” của vật liệu sấy trong quá trình sấy. Bởi vậy, trong các nghiên cứu này nhóm tác giả lựa chọn vận tốc dòng tác nhân sấy khoảng 8,5 m/s và nhiệt độ tác nhân sấy khoảng 439°C làm thông số để tiến hành khảo nghiệm.

3.1. Xác định mối tương quan giữa kích thước và nhiệt độ thân nhiệt của vật liệu sấy dọc theo chiều dài máy sấy

Mục tiêu thực nghiệm nhằm xác định được sự thay đổi nhiệt độ thân nhiệt của vật liệu sấy dọc theo chiều dài của máy sấy ứng với mỗi dải kích thước vật liệu được khảo sát khác nhau cụ thể như sau:

0,63mm; 1,0mm; 1,6mm; 2,5mm và 4,0mm. Kết quả khảo sát thực nghiệm xác định được sự ảnh hưởng của các thông số nêu trên được trình bày thông qua đồ thị hình 5 dưới đây:



Hình 4. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa nhiệt độ thân nhiệt của hạt mùn cưa dọc theo chiều dài máy sấy với các kích thước hạt mùn cưa khác nhau:

$$d = 0,63 \div 4mm$$

Qua đồ thị hình 4 cho thấy khi kích thước hạt mùn cưa càng lớn thì thân nhiệt hạt mùn cưa càng nhỏ và độ ẩm hạt mùn cưa càng lớn dọc theo chiều dài của máy sấy. Kết quả thực nghiệm được thể hiện rõ đối với hai quy luật thay đổi khác nhau tương ứng với hai nhóm vật liệu sấy có kích thước là 1,0 ÷ 4,0mm (nhóm 1) và kích thước 0,63mm (nhóm 2). Cụ thể đối với vật liệu sấy thuộc nhóm 1 thì nhiệt độ thân nhiệt của mùn cưa tăng dần dọc theo chiều dài của máy sấy từ 0 ÷ 12m nhưng không quá 67°C, khi đó độ ẩm cũng sẽ giảm dần (hình 5). Đối với vật liệu sấy thuộc nhóm 2: i). nhiệt độ thân nhiệt tăng dần đúng quy luật như trên cho tới tại vị trí máy sấy 9m, tại vị trí này nhiệt độ thân nhiệt của vật liệu sấy cũng đo được không quá 67°C; ii). sau vị trí 9m thì nhiệt độ thân nhiệt mùn cưa tăng dần lên đột biến và đạt giá trị khoảng 118°C ứng với vị trí máy sấy dài 10,5m sau đó nhiệt độ tăng rất chậm (gần như giữ

nguyên) đến cuối máy sấy (tại vị trí 12m); iii). lý do nhiệt độ thân nhiệt của mùn cưa tăng đột biến tại vị trí máy sấy sau 9m là bởi lúc này vật liệu sấy đã được làm khô gần như tuyệt đối.

3.2. Xác định mối tương quan giữa kích thước và độ ẩm của vật liệu sấy dọc theo chiều dài máy sấy

Tương tự như trên, đồ thị hình 5 cho thấy, khi xét dọc theo chiều dài của máy sấy, hạt mùn cưa có kích thước càng lớn thì độ ẩm hạt mùn cưa càng lớn. Cụ thể đối với vật liệu sấy thuộc nhóm 1 thì độ ẩm của mùn cưa giảm dần dọc theo chiều dài của máy sấy từ 0÷12m nhưng không thấp hơn 2 % (ứng với hạt có kích thước $d=1,0\text{mm}$). Đối với vật liệu sấy thuộc nhóm 2: độ ẩm giảm dần đúng quy luật cho tới tại vị trí máy sấy 9m, tại vị trí này đối với vật liệu sấy có kích thước $d=0,63\text{mm}$ độ ẩm của vật liệu giảm đến giá trị $\approx 0\%$ và giữ nguyên đến cuối máy sấy (tại vị trí 12m), lý do độ ẩm của mùn cưa gần như giữ nguyên từ sau 9m đến cuối máy sấy (tại vị trí 12m) là bởi lúc này vật liệu sấy đã được làm khô gần như tuyệt đối (0%).



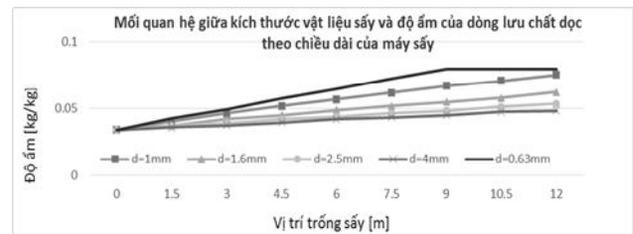
Hình 5. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa độ ẩm của hạt mùn cưa dọc theo chiều dài máy sấy với các kích thước hạt mùn cưa khác nhau: $d = 0,63 \div 4\text{mm}$

Riêng đối với đường đặc tính về tốc độ giảm ẩm đối với trường hợp kích thước hạt mùn cưa $d=0,63\text{mm}$ nhanh hơn so với vật liệu sấy nhóm 1 vì quá trình trao đổi nhiệt ẩm trong trường hợp này được diễn ra nhanh hơn.

3.3. Xác định mối tương quan giữa kích thước của vật liệu sấy và độ ẩm của dòng lưu chất dọc theo chiều dài máy sấy

Qua đồ thị hình 6 cho thấy, quá trình tăng độ ẩm của dòng lưu chất dọc theo chiều dài của máy sấy được diễn ra theo quá trình tăng dần đều. Riêng đối với trường hợp hạt mùn cưa có kích thước $d=0,63\text{mm}$ chỉ tăng đến vị trí tương ứng chiều dài máy sấy là 9m, còn sau đó sẽ không đổi cho tới hết chiều dài của máy sấy, nguyên nhân là đến thời điểm

này độ ẩm của vật liệu sấy đã về đến giá trị $\approx 0\%$. Khi xét tại cùng một vị trí đo, đối với trường hợp vật liệu sấy có kích thước càng lớn (ví dụ $d=4\text{mm}$) thì độ ẩm của dòng lưu chất lúc này đo được nhỏ hơn so với trường hợp kích thước của vật liệu sấy nhỏ (ví dụ $d=1\text{mm}$) trong cùng một điều kiện công nghệ sấy không đổi, bởi vì quá trình thoát ẩm của vật liệu sấy có kích thước nhỏ nhanh hơn so với vật liệu sấy có kích thước lớn. Mặt khác cũng qua đồ thị cho thấy độ ẩm của dòng lưu chất tăng lên phụ thuộc rất nhiều vào độ lớn kích thước hạt của vật liệu sấy.



Hình 6. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa độ ẩm của dòng lưu chất dọc theo chiều dài máy sấy với các kích thước hạt mùn cưa khác nhau:

$$d = 0,63 \div 4\text{mm}$$

Nhận xét:

Qua các đồ thị hình 4, 5, 6 cho thấy: trong trường hợp khi sấy mùn cưa có kích thước hạt từ 0,63mm đến 4,0mm thì chiều dài máy sấy tối đa có thể được lựa chọn trong khoảng từ 9 đến 12m.

4. KẾT LUẬN

Kết quả thực nghiệm cho thấy, ở cùng một vị trí đo khi kích thước hạt của vật liệu sấy càng lớn thì nhiệt độ thân nhiệt của vật liệu sấy tại vị trí đó càng nhỏ và độ ẩm của vật liệu sấy càng lớn. Mặt khác, cũng cho thấy nhiệt độ thân nhiệt của vật liệu sấy tăng nhanh dần lên và độ ẩm của vật liệu sấy giảm dần tương ứng dọc theo chiều dài của máy sấy.

Độ ẩm của dòng lưu chất tăng lên dọc theo chiều dài của máy sấy theo chiều từ khi vật liệu vào đến khi vật liệu ra. Xét ở cùng một vị trí đo, khi vật liệu sấy có kích thước càng nhỏ thì độ ẩm của dòng lưu chất đo được càng lớn.

Từ kết quả nghiên cứu này cho thấy nếu lựa chọn máy sấy theo nguyên lý trống quay kết hợp khí động để sấy mùn cưa làm viên nhiên liệu ứng với độ ẩm của sản phẩm sau khi sấy đạt tiêu chuẩn để ép viên nhiên liệu (13% ẩm), khi kích thước hạt của vật liệu

sấy $d \leq 0,63\text{mm}$ thì chiều dài máy sấy có thể lựa chọn tối đa $L=5,0\text{m}$, tương tự đối với các trường hợp $d \leq 1,0\text{mm}$, $d \leq 1,6\text{mm}$, $d \leq 2,5\text{mm}$ và $d \leq 4,0\text{mm}$ thì chiều dài tối đa của máy sấy có thể lựa chọn tương ứng là $L=7,5\text{m}$, $L=9,0\text{m}$, $L=10,0\text{m}$ và $L=12,0\text{m}$. Với

kết quả nghiên cứu này làm cơ sở cho việc lựa chọn được chiều dài của thiết bị sấy (trồng sấy) hợp lý đối với từng “loại” mùn cưa, do đó góp phần vào việc xác định được chi phí đầu tư cho thiết bị hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- De Fusco L., Jeanmart H., Blondeaub J. (2015). *A modelling approach for the assessment of an air-dryer economic feasibility for small-scale biomass steam boilers*, Fuel Processing Technology, 134, 2015, 251–258.
- Viktor S., Martin M., Marc O.B., Florian S. (2016). *Coupled DEM–CFD simulation of drying wood chips in a rotary drum – Baffle design and model reduction*, Fuel, 184, 2016, 896–904.
- Yohann R., Vijay K.D. (2016). *Numerical modeling of a co-current cascading grotary dryer*, Food and bioproducts processing, 99, 2016, 166–178.
- Alberto A., Henrik S., Henrik T. (2015). *Design of an integrated dryer and conveyor belt for woody biofuels*, Biomass and bioenergy, 77, 2015.

Abstracts:

EXPERIMENTAL ON THE INFLUENCE OF MATERIAL SIZE TO AIR-GAS FLOW ON CO-ROTARY DRYER AND PNEUMATIC DRYER

This paper presents experimental studies the influence of drying material size (the magnitude of the particle) to air-gas flow on Co-rotary dryer and pneumatic dryer. The research results at the conditions remain dry technology mode only changes the characteristics of the material drying through different size for drying materials. The size of the dried material is investigated with the values 0,63mm; 1,0mm; 1,6mm; 2,5mm and 4,0mm via the drying temperature regime 439°C, drying velocity 8,5m/s; material moisture 40,35% to find out the relationship between them depends. From the results of this relationship as a scientific basis for determining the length of the dryer required corresponding to each case the value of the size of raw materials drying, useful in designing systems suitable drying and Achieve economic efficiency.

Keywords: Co-rotary dryer and pneumatic dryer; sawdust drying; air-gas flow

Ngày nhận bài: 18/6/2019

Ngày chấp nhận đăng: 21/8/2019