

Nghiên cứu thực nghiệm xác định chế độ sôi của hạt tiêu trong quá trình sấy tầng sôi

Phan Thành Nhân^{1,2,*}, Lê Nhật Minh^{1,2}, Nguyễn Thanh Tâm^{1,2}, Hoàng Thị Nam Hương^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Nghiên cứu đã tiến hành thực nghiệm nhằm xác định vận tốc sôi tối thiểu, chiều cao lớp hạt sôi và tổn thất áp suất của dòng khí qua lớp hạt phụ thuộc vào bề dày lớp hạt và ẩm độ hạt. Vật liệu sấy sử dụng trong thực nghiệm là hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô có ẩm độ tương ứng là 54,2% ẩm và 12% ẩm. Các thí nghiệm được thực hiện với bề dày lớp hạt thay đổi từ 4 - 44 mm và vận tốc tác nhân sấy thay đổi từ 5 - 11 m/s. Kết quả phân tích từ thực nghiệm cho thấy, vận tốc dòng không khí tối thiểu để lớp vật liệu sôi trong phạm vi từ 5,2 m/s đến 6,5 m/s. Tổn thất áp suất qua lớp hạt của hạt tiêu tươi là 225Pa còn với hạt tiêu khô là 147Pa ứng với vị trí bề dày lớp hạt là 37mm. So sánh kết quả thực nghiệm và tính toán từ các mô hình và các phương trình có thể thấy, kết quả tính toán từ mô hình chuẩn Fedorow, Baeyens- Geldart là phù hợp với dữ liệu thu được từ thực nghiệm. Sự tương quan giữa kết quả tính toán và thực nghiệm có sai số không đáng kể, xu hướng tăng tổn thất áp suất phụ thuộc theo chiều cao lớp hạt cũng khá tương đồng. Dựa trên kết quả thực nghiệm xác định trở lực qua lớp hạt phụ thuộc vào bề dày của lớp hạt cho hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô, các phương trình hàm số tuyến tính bậc 1 được thiết lập với độ tin cậy cao.

Từ khóa: chế độ sôi, vận tốc sôi tối thiểu, chiều cao lớp hạt sôi, trở lực lớp hạt, sấy hạt tiêu

GIỚI THIỆU

Phân tích đánh giá chế độ sôi của vật liệu sấy là một trong những công việc quan trọng nhất trong quá trình tính toán thiết kế hệ một thống sấy tầng sôi. Các thông số của chế độ sôi như vận tốc sôi tối thiểu, tổn thất áp suất qua lớp vật liệu và chiều cao lớp hạt sôi của vật liệu là các thông số có ảnh hưởng lớn đến quá trình sấy của vật liệu, ảnh hưởng đến mức độ xáo trộn của vật liệu đến sự tối ưu của quá trình sấy. Các nghiên cứu về sấy tầng sôi và xác định chế độ sôi tại Việt Nam đã được tiến hành từ những năm 1995 của trường đại học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh về máy sấy lúa, máy sấy bắp tầng sôi STS-1 và STS-5. Lý thuyết tầng sôi được tác giả Trần Văn Phú¹ trình bày trong giáo trình kỹ thuật sấy sử dụng giảng dạy tại các trường kỹ thuật. Năm 2002, tác giả Lê Đức Trung² đã thực hiện đề tài nghiên cứu ứng dụng phương pháp sấy tầng sôi trong sản xuất thức ăn thủy sản ở Việt Nam. Tác giả Bùi Trung Thành³ cũng đã có nghiên cứu về sấy nhiệt tầng sôi, xác định các thông số động học trong hệ thống sấy muối tinh, và nhóm tác giả Bùi Trung Thành, Lê Anh Đức⁴ cũng công bố một chương sách về vấn đề xác định tốc độ sôi trong hệ thống sấy muối tinh.

Tình hình nghiên cứu thế giới về sấy tầng sôi và xác định thông số vận tốc sôi tối thiểu cũng đã được thực hiện với có một số kết quả được công bố có giá trị cao.

Nhóm tác giả Christopher⁵ đã trình bày nghiên cứu lý thuyết về các thông số ảnh hưởng đến quá trình sấy tầng sôi trên hạt lúa mì với kết quả mô hình toán so sánh với thực nghiệm có độ sai lệch 5,6% theo công bố. Nhóm tác giả Wen – Yu⁶ và Baeyens – Geldart⁷ đã đưa ra các phương trình tính toán dự đoán tốc độ tầng sôi tối thiểu của các loại vật liệu nhiều hình dáng khác nhau.

Trong phạm vi bài báo này tập trung nghiên cứu xác định các thông số ảnh hưởng đến chế độ sôi của lớp hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô bao gồm vận tốc sôi tối thiểu, vận tốc sôi trong quá trình sấy hạt, trở lực của lớp hạt và chiều cao lớp hạt sôi để làm cơ sở cho việc thiết kế máy sấy tầng sôi sấy loại vật liệu này.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cơ sở lý thuyết

Xác định trở lực qua lớp hạt

Ở điều kiện lớp hạt sôi ổn định, trở lực của tác nhân sấy đi qua lớp hạt sẽ cân bằng với trọng lượng của lớp hạt, do đó ta có:

$$\Delta p = H(\rho_v - \rho_k)(1 - \epsilon)g \quad (1)$$

Xác định vận tốc sôi

Dựa trên tiêu chuẩn đồng dạng không thứ nguyên Fedorov và chuẩn Archimedes để xác định đồng dạng

¹Bộ môn Công Nghệ Nhiệt Lạnh, Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM

²Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Liên hệ

Phan Thành Nhân, Bộ môn Công Nghệ Nhiệt Lạnh, Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM

Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

Email: phannhan@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 17-5-2021
- Ngày chấp nhận: 9-11-2021
- Ngày đăng: 25-12-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4i4.846



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Nhân P T, Minh L N, Tâm N T, Hương H T N. Nghiên cứu thực nghiệm xác định chế độ sôi của hạt tiêu trong quá trình sấy tầng sôi. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 4(4):1194-1200.

Reynold và từ đó xác định được vận tốc sôi ổn định w_r của dòng khí đi vào lớp hạt ¹.

Chuẩn đồng dạng Fedorov

$$Fe = d_{td}^3 \sqrt{\frac{4g(\rho_v - \rho_k)}{3v_k^2 \rho_k}} \tag{2}$$

$$Re_r = (0.19 \div 0.285) Fe^{1.56} \tag{3}$$

Chuẩn đồng dạng Archimedes

$$Ar = \frac{gd_{td}^3(\rho_v - \rho_k)}{v_k^2 \rho_k} \tag{4}$$

$$Re_t = (0.22 \div 0.33) Ar^{0.52} \tag{5}$$

Theo chuẩn Reynold

$$Re_t = \frac{\omega_r d_{td}}{v_k} \tag{6}$$

Một số mô hình tính toán xác định vận tốc sôi tối thiểu của dòng khí đi vào lớp hạt như: mô hình của Kozeny-Carman, mô hình của Wen-Yu, mô hình của Beayens-Galdart, mô hình Leva, mô hình Bena được trình bày trong Bảng 1.

Phương pháp thực nghiệm

Nghiên cứu thực nghiệm và phân tích các kết quả từ các mô hình tính toán của các tác giả đã được công bố trên các tạp chí thế giới. So sánh đánh giá kết quả thực nghiệm và kết quả tính toán để xác định sự tương thích của mô hình thí nghiệm.

Vật liệu thí nghiệm

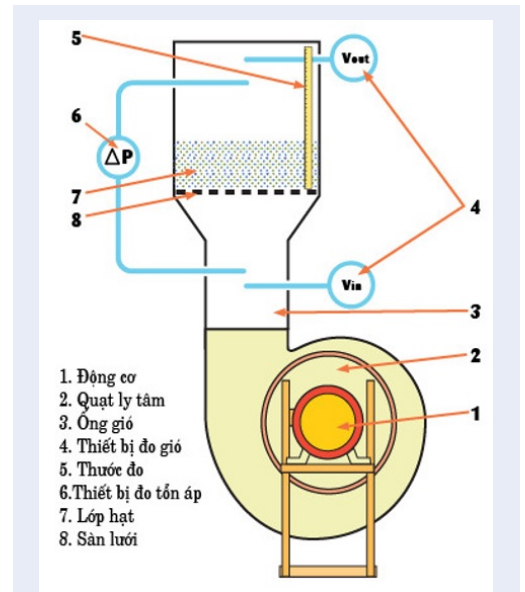
Tiêu sử dụng trong nghiên cứu là loại tiêu trồng tại Bình Phước, là loại phổ biến tại Việt Nam, với tên thường gọi “giống tiêu Ấn độ”, tên khoa học là Piper nigrum, thuộc họ Piperaceae, có nguồn gốc từ Ấn Độ, hạt tiêu tươi (Hình 1), hạt tiêu khô

Phân tích ẩm độ hạt: ẩm độ tiêu hạt tươi được phân tích bằng máy phân tích ẩm độ vật liệu AND MX-50 với sai số thiết bị là ± 0,1%. Ẩm độ hạt tươi được phân tích 5 lần với số lượng hạt mẫu tối thiểu là 5 gam lấy ngẫu nhiên, ẩm độ hạt tươi đạt được trung bình là (54,2 ± 1,3)%.

Đo kích thước trung bình của hạt tiêu: sử dụng thước kẹp dung sai ± 0,1 mm đo 100 hạt ngẫu nhiên để xác định đường kính trung bình của hạt tiêu tươi là 6,05 ± 0,39 mm.

Mô hình thí nghiệm

Mục đích thí nghiệm là xác định tổn thất áp suất qua lớp hạt và chiều cao lớp hạt sôi theo sự thay đổi của vận tốc gió, do đó hệ thống thí nghiệm được bố trí như Hình 2, quạt ly tâm (2) với động cơ điện (1) kết nối với bộ điều tốc Dimmer để điều khiển tốc độ gió ra khỏi quạt đi vào hệ thống thí nghiệm. Ưu điểm của bộ điều tốc dimmer điện trở là hệ thống có thể điều chỉnh vận tốc gió linh hoạt theo các giá trị mong muốn. Gió ra khỏi quạt ly tâm được qua qua ống dẫn gió (3) rồi dẫn qua lớp sàn lưới (8), bên trên sàn lưới buồng bố trí lớp hạt tiêu. Dụng cụ đo vận tốc gió (4) và đo tổn thất áp suất (6) được bố trí tại đầu vào và đầu ra của buồng thí nghiệm. Để xác định chiều cao lớp hạt sôi, trong buồng thí nghiệm có bố trí thước đo độ cao (5) tính từ mặt sàn lưới. Bảng 2 thể hiện thông số dụng cụ đo được sử dụng trong thí nghiệm.



Hình 2: Sơ đồ hệ thống thí nghiệm

Với mục đích là xác định chế độ tăng sôi của lớp hạt ở trạng thái hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô, do đó để đạt được hạt tiêu khô trong cùng mẫu vật liệu sấy thì hạt tiêu tươi từ ẩm độ tươi trung bình là 54,2% sẽ được sấy khô đến ẩm độ 12%.

Phạm vi thí nghiệm

Mục tiêu của thí nghiệm là xác định vận tốc sôi tối thiểu và chiều cao lớp hạt sôi của hạt tiêu tươi để đưa ra các thông số thiết kế hợp lý cho hệ thống sấy tầng sôi và thí nghiệm so sánh thêm ở trạng thái hạt khô. Do đó thí nghiệm thực hiện trên hạt tươi và hạt khô với ẩm độ hạt tương ứng là 54,2% và 12%. Trên cơ

Bảng 1: Các mô hình tính toán xác định vận tốc sôi tối thiểu

Tác giả	Mô hình toán	Phạm vi ứng dụng
Kozeny-Carman ⁴	$\omega_m = \frac{g(\rho_v - \rho_k)}{150\mu_k} \frac{\epsilon^3}{1-\epsilon} \varnothing^2 d_p^2$	Re < 10
Wen-Yu ⁶	$\omega_m = 7.9 \times 10^{-3} d_p^{1.82} (\rho_v - \rho_k)^{0.94} \cdot \mu_k^{-0.83}$	$d_p > 100 \text{ mm}$
Baeyens-Geldart ⁷	$\omega_m = \frac{9.125 \times 10^{-4} (g(\rho_v - \rho_k))^{0.934} d_p^{1.8}}{\mu_k^{0.87} \rho_v^{0.66}}$	$0.05 < d_p < 4 \text{ mm}$ $850 \text{ kg/m}^3 < \rho_v < 8810 \text{ kg/m}^3$
Leva ⁴	$\omega_m = \frac{7.169 \times 10^{-4} d_p^{1.82} (\rho_v - \rho_k)^{0.94} g}{\mu_k^{0.88} \rho_k^{0.006}}$	
Bena ⁸	$\omega_m = \frac{\mu_k}{\rho_k d_p} \left(\frac{1.38 \times 10^{-3} Ar}{(Ar+19)^{0.11}} \right)$	



Hình 1: Hạt tiêu tươi

Bảng 2: Liệt kê dụng cụ đo

Dụng cụ đo	Tên dụng cụ	Nước sản xuất	Sai số dụng cụ đo
Vận tốc gió	Testo 425	Đức	± 0,3 m/s
tổn thất áp suất	Cole Parmer- PH721	Mỹ	± 2%
chiều cao lớp hạt sôi	Thước kẻ	-	± 1 mm

sở các lớp hạt được rải đều trên sàn lưới theo thứ tự 1 lớp, 2 lớp, 3 lớp ... mà thí nghiệm được tiến hành với phạm vi bề dày thay đổi từ 4 mm đến 37 mm cho hạt tiêu tươi và từ 4 mm đến 44 mm đối với hạt khô. Vận tốc gió điều chỉnh trong phạm vi từ 5 m/s đến 11 m/s được xác định tại vị trí trước lớp hạt. Nhiệt độ môi trường thí nghiệm ở phạm vi từ 30°C đến 35°C. Phạm vi thông số thí nghiệm đầu vào được thay đổi theo từng thí nghiệm, cụ thể trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3: Phạm vi thông số thí nghiệm

Thông số đầu vào	
Ấm độ hạt	54,2% và 12%
Chiều cao lớp hạt tươi	[4 ÷ 37] mm
Chiều cao lớp hạt khô	[4 ÷ 44] mm
Vận tốc gió	[5 ÷ 11] m/s

Thông số đầu ra của thí nghiệm đo được là tổn thất áp suất qua lớp hạt và chiều cao lớp hạt sôi trung bình.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Ảnh hưởng của bề dày lớp hạt đến tổn thất áp suất qua lớp hạt và chiều cao lớp hạt sôi của hạt tiêu

Trong tính toán thiết kế hệ thống sấy tầng sôi, tốc độ sôi tối thiểu, chiều cao lớp hạt sôi và tổn thất áp suất qua lớp hạt ở trạng thái hạt tươi là các thông số quan trọng nhất. Trong quá trình sấy, hạt sẽ bốc hơi và trở nên khô hơn, nhẹ hơn nên tổn áp qua lớp hạt sẽ giảm dần. Trong điều kiện số vòng quay của quạt không đổi, khi tổn thất qua lớp hạt giảm dần, vận tốc gió sẽ tăng lên từ từ, cho đến khi hạt đủ độ khô sẽ bay theo gió ra cửa tháo liệu. Do đó các thực nghiệm đo đạc ở đây tập trung xác định mức độ sôi tối thiểu của lớp hạt và chiều cao lớp hạt sôi phụ thuộc vào vận tốc gió và tổn thất áp suất qua lớp hạt.

Xác định vận tốc sôi tối thiểu và chiều cao lớp hạt sôi của hạt tiêu tươi

Gọi H_o là chiều cao lớp hạt tĩnh, H_t là chiều cao trung bình tổng lớp hạt sôi đo được, H là chiều cao mức độ sôi trung bình, với $H = H_t - H_o$ (mm). Dựa trên kết quả thực nghiệm trình bày trên Hình 3, thực nghiệm được xác định với sự thay đổi của vận tốc gió đầu vào và chiều cao lớp hạt tĩnh ban đầu H_o , có thể thấy ở phạm vi vận tốc gió từ 5,2 m/s đến 6,5 m/s (tùy thuộc vào chiều cao tĩnh của lớp hạt) lớp hạt bắt đầu dao động có thể gọi là bắt đầu sôi tối thiểu (khối hạt trên ghi bắt đầu “giả lỏng”). Khi vận tốc gió tăng dần, mức độ sôi càng mạnh, tại chiều cao lớp hạt tĩnh ban đầu $H_o = 33$ mm lớp hạt bắt đầu dao động với vận tốc gió khoảng 6,3 m/s, khi vận tốc gió đạt 8,1 m/s thì chiều cao mức độ sôi của lớp hạt đạt trung bình là $H = 27$ mm. Khi vận tốc gió tăng lên 9,3 m/s thì đạt $H = 43$ mm và tại vị trí 10,3 m/s chiều cao mức độ sôi đạt đến gần $H = 90$ mm.

So sánh tổn thất áp suất qua lớp hạt giữa hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô

Dụng cụ đo độ chênh áp được lắp đặt tại vị trí ngõ vào và ngõ ra của dòng gió đi qua lớp vật liệu hạt, chiều cao tĩnh của lớp vật liệu được thay đổi từ 4 mm đến 37 mm đối với hạt tươi, và từ 4 mm đến 44 mm đối với hạt khô. Tại từng thí nghiệm, cố định chiều cao lớp hạt, thay đổi giá trị vận tốc gió tại vị trí đi vào lớp hạt (phạm vi vận tốc gió được điều chỉnh từ khi lớp hạt bắt đầu sôi cho đến khi lớp hạt sôi mạnh và bay theo gió). Kết quả tổn thất áp suất qua lớp hạt đo được thể hiện trên Hình 4. Có thể thấy, kết quả thực nghiệm của tổn thất áp suất qua lớp hạt ở trạng thái hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô phụ thuộc vào chiều cao lớp hạt. tại giá trị chiều cao lớp hạt là 33 mm, tổn thất áp suất qua lớp hạt của hạt tiêu tươi là 225 Pa và 147 Pa đối với hạt tiêu khô. Từ dữ liệu thực nghiệm, hàm tuyến tính xác định tổn thất áp suất phụ thuộc vào chiều cao lớp hạt được thiết lập với hệ số tương quan $R^2 > 0,99$ như sau:

Tổn thất áp suất dòng khí qua lớp hạt tiêu tươi phụ thuộc theo chiều cao lớp hạt:

$$y = 6,3180x + 19,6933$$

Tổn thất áp suất dòng khí qua lớp hạt tiêu khô phụ thuộc theo chiều cao lớp hạt:

$$y = 4,4624x + 0,3098$$

Trong đó:

y (Pa): tổn thất áp suất dòng khí qua lớp hạt

x (mm): chiều cao lớp hạt tĩnh

So sánh kết quả thực nghiệm và kết quả tính toán từ các mô hình lý thuyết và mô hình của các tác giả

So sánh vận tốc dòng khí qua lớp hạt sôi tối thiểu

Kết quả từ thực nghiệm thu được và trình bày trên Hình 3 có thể thấy vận tốc sôi tối thiểu đo đạc và quan sát từ thực tế đối với hạt tiêu tươi là trong phạm vi từ 5,2 m/s đến 6,5 m/s. Bên cạnh đó, áp dụng phương pháp tính toán sử dụng các tiêu chuẩn Fedorov và tiêu chuẩn Archimedes cũng như là các phương trình của nhóm tác giả Wen-Yu, Baeyens-Geldart, Leva, Bena, Kozeny Carman về tốc độ tối thiểu đi qua lớp vật liệu để tính lại cho hạt tiêu tươi. Các dữ liệu đầu vào tính toán cho các mô hình được xác định ở cùng điều kiện khi tiến hành thí nghiệm, chiều cao lớp hạt tươi từ 4 mm đến 37 mm, đường kính trung bình của hạt là 6,05 mm với độ sếp của lớp sôi đối với hạt cầu lấy $\epsilon = 0,4^1$, các thông số nhiệt vật lý của không khí xác định tại giá trị nhiệt độ môi trường $t = 30^\circ\text{C}$. Kết quả tính toán dựa trên các mô hình được trình bày trong Bảng 4.

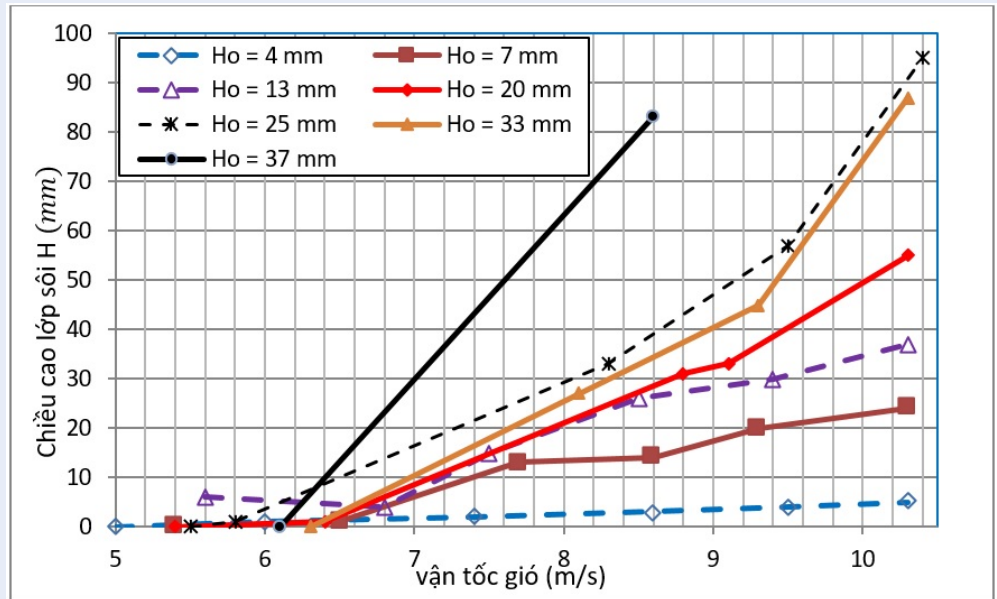
Theo kết quả Bảng 4, kết quả tính toán từ các mô hình theo chuẩn Fedorov, Baeyens- Geldart và Leva phù hợp với dữ liệu thu được từ thực nghiệm. Còn các mô hình khác có độ sai số lớn như Kozeny-Carman, có thể thấy phạm vi ứng dụng của mô hình không phù hợp với điều kiện thí nghiệm và với loại vật liệu này (giới hạn Reynold của mô hình $Re < 10$).

So sánh tổn thất áp suất qua lớp hạt với kết quả thực nghiệm và lý thuyết tính toán

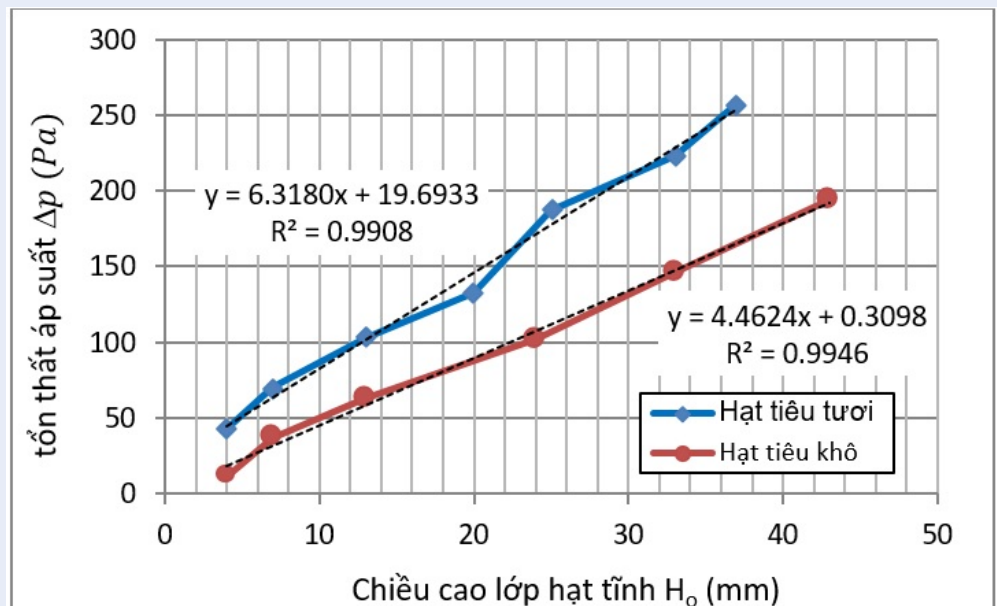
Áp dụng lý thuyết tính toán để xác định tổn thất áp suất qua lớp hạt tại các giá trị chiều cao lớp hạt (đã đo đạc từ thực nghiệm) và các thông số ban đầu như đã trình bày trong Phần 3.2.1. Kết quả so sánh tổn thất áp suất qua lớp hạt tiêu tươi theo lý thuyết và theo kết quả đo đạc thực nghiệm được trình bày trong Hình 5. Có thể thấy sự tương quan giữa kết quả tính toán và thực nghiệm có sai số không đáng kể, xu hướng tăng tổn thất áp suất phụ thuộc theo chiều cao lớp hạt cũng khá tương đồng. Có thể kết luận mô hình thực nghiệm đo đạc vận tốc tối thiểu và tổn thất áp suất qua lớp vật liệu của chế độ sôi là phù hợp và có độ chính xác cao.

KẾT LUẬN

Bài báo đã tiến hành thực nghiệm xác định chế độ sôi và tổn thất áp suất đi qua lớp hạt tiêu. Kết quả được kiểm chứng với phương trình lý thuyết và các phương trình thực nghiệm của các tác giả khác với kết quả đạt được có độ tin cậy cao. Đối với hạt tiêu tươi, vận tốc sôi tối thiểu trong phạm vi từ 5,2 m/s đến 6,5 m/s, tổn



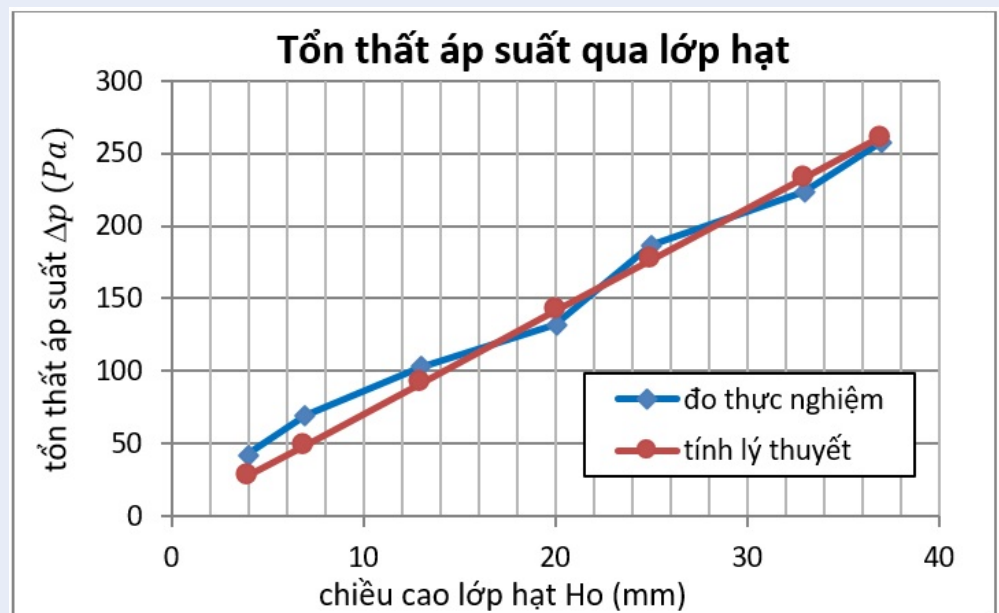
Hình 3: Đồ thị biểu diễn chiều cao lớp sôi của hạt tiêu tươi



Hình 4: Tổn thất áp suất dòng khí qua lớp hạt giữa hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô

Bảng 4: Bảng kết quả so sánh với mô hình toán

Vận tốc	Thực nghiệm	Theo chuẩn Fedorov	Theo chuẩn Archimede:	Wen-Yu	Baeyens-Geldart	Leva	Bena	Kozeny-Carman
ω [m/s]	5,2 ÷ 6,5	5,2 ÷ 7,8	2,5 ÷ 3,8	3,77	5,46	5,78	4,39	12,6



Hình 5: So sánh tổn thất áp suất qua lớp hạt giữa hạt tiêu giữa lý thuyết và thực nghiệm

thất áp suất qua lớp hạt được xây dựng trên phương trình hàm số tuyến tính bậc 1 cho hạt tiêu tươi và hạt tiêu khô. Đây là các thông số quan trọng trong quá trình tính toán thiết kế, chế tạo cũng như vận hành hệ thống sấy tầng sôi.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian và phương tiện vật chất cho nghiên cứu này.

DANH MỤC VIẾT TẮT

Δp (Pa) tổn thất áp suất qua lớp hạt
 H_t (m) chiều cao trung bình tổng lớp hạt sôi
 H_o (m) chiều cao lớp hạt tĩnh
 H (m) chiều cao mức độ sôi trung bình $H = H_t - H_o$
 d_{td}, d_p (m) đường kính trung bình của vật liệu hạt
 ε (-) độ xốp của lớp hạt
 ρ_v (kg/m^3) khối lượng riêng của vật liệu hạt
 ρ_k (kg/m^3) khối lượng riêng của tác nhân sấy
 ω_m (m/s) vận tốc sôi tối thiểu
 Ar (-) chuẩn động dạng Archimedes
 Fe (-) chuẩn động dạng Fedorov
 Re (-) chuẩn động dạng Reynolds

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xin cam đoan rằng không có bất kỳ xung đột lợi ích nào trong công bố bài báo.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Phan Thành Nhân tham gia vào việc đưa ra ý tưởng viết bài, thiết kế mô hình thực nghiệm và lên kế hoạch

thí nghiệm, phân tích kết quả và viết chính.

Lê Nhật Minh, Nguyễn Thanh Tâm tham gia làm mô hình thực nghiệm và làm thí nghiệm và ghi kết quả thí nghiệm.

Hoàng Thị Nam Hương đã đóng góp trong việc thảo luận, đọc và tìm hiểu mô hình toán và kết quả tính toán trên mô hình toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phú TV. Kỹ thuật sấy. Nhà xuất bản giáo dục. 2009;.
2. Đức Trung L. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, nghiên cứu ứng dụng phương pháp sấy tầng sôi trong sản xuất thức ăn thủy sản ở Việt nam, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh. 2002;.
3. Bui TT. Determination on hydrodynamic parameters in fine salt drying in a model of fluidized bed dryer, Journal of Heat Science and Technology. 2009;.
4. Thanh BT, Duc LA. Determination on fluidization velocity types of the continuous refined salt fluidized bed drying, Book chapter; Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.92077>.
5. Tremblay C, Zhou D. A study of efficient drying parameters for bed dryers, Proceedings of the 2nd International Conference on Fluid flow, Heat and mass transfer, Ottawa, Ontario, Canada. 2015;(179).
6. Wen CY, Yu YH. A generalized method for predicting the minimum fluidized velocity, AIChE Journal. 1966;12:610–612. Available from: <https://doi.org/10.1002/aic.690120343>.
7. Baeyens J, Geldart D. Predictive calculations of flow parameters in gas fluidized bed and fluidization behavior of various powders, proceedings of 22 Current Drying Processes the International Symposium on Fluidization and its Applications. 1973;.
8. Bena J, Ilavsky J, Kossaczsky E, and Valtyni J. Fluidizing point velocities of non-spherical particles, Collection of Czech, Chem Communications. 1963;28:555–569. Available from: <https://doi.org/10.1135/cccc19630555>.

An experimental research to determine the fluidized bed regime of pepper in the fluidized bed drying process

Phan Thanh Nhan^{1,2,*}, Le Nhat Minh^{1,2}, Nguyen Thanh Tam^{1,2}, Hoang Thi Nam Huong^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

This is an experimental study to determine that the minimum fluidization velocity, the fluidized bed height, and the pressure loss through the grain layer depend on the thickness of grain layers and moisture content of materials. The drying materials used in this study are fresh pepper and dried pepper of which moisture content is 54.2% and 12%, respectively. All the experiments are conducted with the thickness of the pepper layer ranging from 4mm to 44mm while the wind speed ranging from 5 m/s to 11m/s. From the result of experimental analysis, it can be seen that the minimum fluidization velocity of an air stream through fresh pepper ranges from 5.2m/s to 6,5m/s. The pressure drop of air stream through the fresh pepper is 225Pa while 147Pa for dry pepper, corresponding to the grain thickness of 37mm layer. By comparing the results determined from these experiments with computational models and some available correlations, the computational models of Fedorov, Baeyens-Geldart and Leva all match the experimental data collected from the pepper material. The correlation between the calculated and experimental results has a negligible error, the tendency to increase pressure loss depends on the thickness of grain layer is also quite similar. From the experimental data results obtained by determining the pressure drop through the pepper layers which depends on the thickness of both fresh pepper and dried pepper, the linear equations of the first order are established with high credibility.

Key words: fluidization conditions, minimum fluidization velocity, fluidized bed height, pressure drop, drying pepper

¹Department of Heat and Refrigeration, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Correspondence

Phan Thanh Nhan, Department of Heat and Refrigeration, Faculty of Mechanical Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: phannhan@hcmut.edu.vn

History

- Received: 17-5-2021
- Accepted: 17-5-2021
- Published: 25-12-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4i4.846



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Nhan P T, Minh L N, Tam N T, Huong H T N. **An experimental research to determine the fluidized bed regime of pepper in the fluidized bed drying process.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 4(4):1194-1200.