



NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN ẢNH HƯỞNG TỚI QUÁ TRÌNH TỤT LIỆU/THÁO LIỆU ĐỐI VỚI VẬT LIỆU SẴN CỤC TRONG HỆ THỐNG SẤY THÁP DẠNG KÊNH

Nguyễn Tuấn Anh^{1*}, Lê Minh Lu², Nguyễn Đình Tùng³

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và khảo nghiệm trên mô hình thực nghiệm, xác định các thông số chính ảnh hưởng tới khả năng “tụt” liệu trong tháp sấy kênh dòng thẳng. Vật liệu khảo sát ở đây là sắn cục, kích thước $3 \div 5$ cm với sự thay đổi hàm ẩm khác nhau: 60% (độ ẩm sắn tươi ở trạng thái tự nhiên vài ngày sau thu hoạch); 50%, 40%, 30%, 20%, 13,5% (độ ẩm của sản phẩm sắn sau khi sấy) tới khả năng “tụt” liệu. Qua đây xác định được thời gian và khả năng “tụt”/“chảy” liệu. Kết quả cho thấy khả năng “tụt” liệu tốt nhất, ở chế độ với thông số hàm ẩm nhỏ hơn 20% tương ứng với thời gian “tụt” liệu $t_t = 2,45$ s và tốc độ “tụt” liệu $v_t = 0,449$ (m/s).

Từ khóa: Tốc độ tụt liệu; khả năng tụt liệu; sắn cục; sấy tháp dòng liên tục dạng kênh.

Study to determining main parameters affected to slipping and uploading process of cassava morsel in continuous cross-flow particle dryer

Abstract: The paper shows the results of research, design, fabrication and experimentation on the experimental model, identified the main parameters that affect upon the ability of sliding and unloading process of material in continuous cross-flow grain/particle dryer. The material investigation was cassava particle/cassava morsel which has size of ca. $3 \div 5$ cm and at different moisture content level: 60% (moisture from 2 to 3 days after harvest); 50%, 40%, 30%, 20%, 13.5% (moisture preservation/material moisture after drying). The results show the best “slipping process” was at ca. 20% moisture content of material which was corresponding to a slipping duration of $t_t = 2.45$ s and a sliding velocity of $v_t = 0.449$ (m/s).

Keywords: Slipping velocity; ability of sliding; cassava particle; continuous cross-flow particle dryer.

Nhận ngày 10/5/2017; sửa xong 14/6/2017; chấp nhận đăng 23/6/2017
Received: May 10, 2017; revised: June 14, 2017; accepted: June 23, 2017



1. Đặt vấn đề

Sắn là một trong những cây lương thực quan trọng trong phát triển kinh tế tại các nước đang phát triển. Những năm gần đây sản lượng sắn trên thế giới đạt được khoảng 288,9 ÷ 300 triệu tấn. Riêng Việt Nam sản được trồng tại nhiều tỉnh thành trong cả nước, tổng diện tích trồng lên tới 566,5 nghìn ha, với năng suất bình quân 18,84 tấn/ha, cho sản lượng đạt 10,67 triệu tấn (số liệu năm 2015) và có tăng “nhẹ” lên trong năm 2016 [1,2]. Sản phẩm cho sắn được sử dụng để chế biến tinh bột, chế biến thành sắn khô (làm nguyên liệu chế biến thức ăn chăn nuôi, chế biến thành Ethanol). Việc chế biến sắn khô ở Việt Nam hiện nay vẫn chỉ dùng phương pháp phơi khô tự nhiên dưới ánh nắng mặt trời và/hoặc sấy bằng vỉ ngang. Các phương pháp này cho sản phẩm có chất lượng không cao và năng suất nhỏ. Khi nhu cầu cần lượng lớn sắn khô để phục vụ các ngành công nghiệp chế biến khác, cần phải có phương pháp và nguyên lý sấy đáp ứng được yêu cầu năng suất cao, sản phẩm có chất lượng tốt, đồng đều. Ở đây với nguyên liệu sắn củ tươi sau khi băm thành cục, hợp lý hơn cả là phương pháp sấy dạng tháp có kênh dẫn dòng tác nhân sấy và dòng thải ẩm. Vấn đề đặt ra khi sấy sắn cục tươi có độ ẩm cao, kích thước lớn, có nhựa tiết ra khi cắt thái cho nên khả năng dính bám vào nhau rất lớn, khả năng “tụt liệu” khó. Bởi vậy cần tìm giải pháp để sử dụng sấy tháp mà vẫn đảm bảo được khả năng “tụt liệu” và không bị bết dính trong quá trình sấy. Đây là “ấn số” phải tìm và là mục tiêu của bài báo cần nghiên cứu để tìm ra các yếu tố ảnh hưởng. Do vậy xây dựng mô hình thí nghiệm để xác định “khả năng tụt” của nguyên liệu trong điều kiện chịu ảnh hưởng bởi: kích thước hạt/cục, độ bám dính, độ nén và độ ẩm của nguyên liệu. Sự ảnh hưởng của các yếu tố này phụ thuộc nhiều vào

¹ThS, Khoa Cơ điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

²TS, Khoa Cơ điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

³PGS.TS, Viện Nghiên cứu Thiết kế chế tạo máy Nông nghiệp, Bộ Công Thương.

*Tác giả chính. E-mail: tuananh.riam@gmail.com.

kích thước hình học của các kênh trong tháp sậy. Để có kết quả tin cậy cho lời giải nói trên, việc thiết lập mô hình theo trạng thái “hạt cứng tiếp xúc mềm” mới có thể cho ta kết quả chính xác nhất. Với mô hình “hạt cứng tiếp xúc mềm” có thể mô tả 3 điều kiện chảy của dòng nguyên liệu liên tục (bắt đầu, chảy bình ổn và làm chặt) trên cơ sở cơ học. Nhờ đó có thể biểu diễn giải tích tính chất chảy của vật liệu và còn có thể xác định được mức nén riêng. Dựa trên kết quả đó có thể đánh giá quan hệ giữa tính chất tiếp xúc mềm và khả năng chảy trên cơ sở vật lý của sự kiện. Nhờ đó các mô hình này có thể mô tả đầy đủ các hàm số đáp ứng tại các trạng thái chảy, các quá trình lưu chuyển và cất giã dòng vật liệu. Chi tiết của vấn đề này được trình bày trong những phần sau.



2. Vật liệu, phương pháp, thiết bị đo và thiết bị nghiên cứu

2.1 Vật liệu

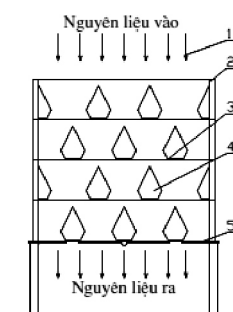
Vật liệu trong nghiên cứu này là sản cục (Hình 1). Sản cục là sản củ tươi sau khi thu hoạch khoảng 2 đến 3 ngày được băm, chặt thành khúc, cục có kích thước từ $3 \div 5$ cm. Với độ ẩm vật liệu làm thí nghiệm được xác định ở các độ ẩm là 60% (độ ẩm sản tươi ở trạng thái tự nhiên vài ngày sau thu hoạch); 50%, 40%, 30%, 20%, 13,5% (độ ẩm của sản phẩm sản sau khi sấy).



Hình 1. Vật liệu thí nghiệm sản cục

2.2 Phương pháp nghiên cứu, thiết bị đo, thiết bị nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu ở đây kết hợp giữa nghiên cứu lý thuyết, phương pháp thực nghiệm trên mô hình thí nghiệm để xác định độ tụt, tự chảy của vật liệu. Dựa vào phương pháp thực nghiệm và lý thuyết để xác định được kích thước hình học cơ bản của mô hình thí nghiệm cũng như các thông số ảnh hưởng. Về thiết bị đo trong thí nghiệm gồm có cân, đồng hồ chỉ thị sử dụng để cân khối lượng nguyên liệu nạp vào thiết bị, đồng hồ bấm giờ dùng để đo thời gian khi vật liệu bắt đầu xả cho tới khi kết thúc. Máy đo độ ẩm PA 400 sử dụng để đo độ ẩm của nguyên liệu sản cục ở các chế độ thí nghiệm khác nhau. Đối với thiết bị nghiên cứu để xác định khả năng tụt liệu, khả năng tự chảy của dòng vật liệu cũng như đánh giá khả năng “dắng” (dắng - khi xả liệu các hạt không còn sự rời rạc mà liên kết/dính với nhau tạo thành mảng làm tắc nghẽn cản trở dòng chảy), nén, “lèn” của dòng vật liệu được trình bày trên Hình 2.



Hình 2. Nguyên lý của mô hình thí nghiệm (trái); Mô hình Pilot thí nghiệm (phải):

1. Nguyên liệu vào; 2. Vỏ thiết bị; 3. Kênh cấp tác nhân sấy; 4. Kênh thải ẩm; 5. Cửa xả liệu

Với nguyên lý như Hình 2, nguyên liệu được cấp vào theo hướng từ trên xuống dưới, sau đó di chuyển trượt trên bề mặt các kênh theo hướng từ trên xuống dưới cho tới khi nguyên liệu được điền đầy từ đáy tháp lên trên đỉnh. Trong quá trình nạp liệu, nguyên liệu sẽ có sự bám dính vào nhau và có sự nén của lớp nguyên liệu lên bề mặt các kênh tạo thành “khối” nguyên liệu bên trong các “khoảng rỗng” chứa liệu. Sau khi nạp đầy nguyên liệu ta sẽ mở cửa xả đáy cho nguyên liệu thoát hết ra ngoài. Dùng đồng hồ bấm giây đo thời gian nguyên liệu bắt đầu xả cho tới khi nguyên liệu thoát hết ra ngoài, qua đây đánh giá khả năng “tụt” nguyên liệu xem có xả hết hay không, hay còn “đọng” lại bao nhiêu bên trong tháp, từ đó xác định thời gian tụt của nguyên liệu và khối lượng nguyên liệu thoát ra (xả ra). Vật liệu được thí nghiệm ở đây là sản cục với các độ ẩm khác nhau, vì ứng với mỗi giá trị độ ẩm khác nhau thì mức độ nén, dắng của vật liệu lên bề mặt kênh và bên trong thân tháp sẽ khác nhau.

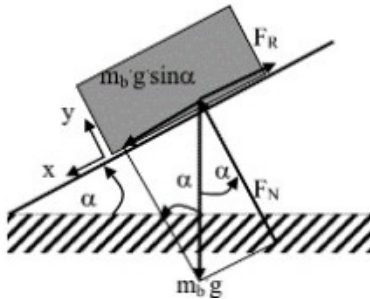


3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

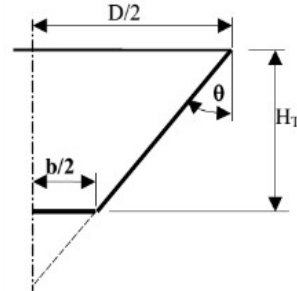
3.1 Kết quả tính toán, thiết kế, chế tạo mô hình thiết bị

Khi tính toán có rất nhiều thông số cần tìm mà các thông số liên quan tới khả năng tụt và tự chảy đối với nguyên liệu là sản cục. Khả năng này phụ thuộc nhiều yếu tố như kết cấu của kênh, mà kết cấu của kênh liên quan tới chiều cao, góc nghiêng của kênh, khe hở giữa các kênh, khoảng cách bước giữa các kênh và các hàng kênh. Hơn nữa còn phụ thuộc vào kích thước của cục sản và độ ẩm của sản. Mặt khác cần tìm các yếu tố ảnh hưởng còn lại đó là xác định góc nghiêng của kênh hợp lý, chiều cao của kênh, vì chúng liên quan trực tiếp tới các thành phần lực tác dụng lên mặt kênh. Trình bày tóm lược các thành phần lực của nguyên

liệu sản cục (ở đây xét cục sản như là một khối lượng) tác động lên trên bề mặt kênh sậy như trên Hình 3. Qua Hình 3 có thể phân tích được các thành phần lực cơ bản như F_N là lực pháp tuyến, F_T là lực tiếp tuyến, P là lực trọng trường, F_R là lực ma sát, α là góc nghiêng của kênh. Để tính được hệ số ma sát trượt (Hình 3) chính là tìm góc α sao cho cục sản bắt đầu trượt tại đó được gọi φ_w là góc ma sát. Mặt khác góc trượt của kênh θ được tính theo $\theta = 90^\circ - \alpha$ và góc đỉnh kênh θ_{dk} được tính bằng $\theta_{dk} = 2.\theta$.



Hình 3. Mô hình tính toán các thành phần lực của cục sản khi nằm trên kênh [3-5]



Hình 4. Sơ đồ xác định chiều cao và khoảng cách hai kênh [3-5]

Để cân bằng động lực học theo trục x , y trên Hình 3 có thể được biểu diễn bởi hệ như sau:

$$\sum F_x = 0 = m_b \cdot g \cdot \sin \alpha - F_R - F_T \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 = -m_b \cdot g \cdot \cos \alpha + F_N \quad (2)$$

Từ phương trình (1) và (2) có thể tính được: $F_T = m_b \cdot g \cdot \sin \alpha - F_R = m_b \cdot \ddot{x}$ (3)

$$F_N = m_b \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

Khi: $F_R = \mu_w \cdot (F_N + F_A) = \tan \varphi_w \cdot (F_N + F_A)$ (5)

$$F_R = \tan \varphi_w \cdot (m_b \cdot g \cdot \cos \alpha + F_A) = m_b \cdot g \cdot \tan \varphi_w \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \quad (6)$$

trong đó: m_b là khối lượng của hạt vật liệu kg; g là gia tốc trọng trường ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$); F_A là lực bám dính của sản cục với mặt kênh; μ_w là hệ số ma sát tĩnh.

Thay (6) vào (3) ta được:

$$F_T = m_b \cdot \ddot{x} = m_b \cdot g \cdot \sin \alpha - m_b \cdot g \cdot \tan \varphi_w \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \quad (7)$$

Chia 2 vế cho m_b ta được gia tốc của vật: $\ddot{x} = g \cdot \left[\sin \alpha - \tan \varphi_w \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \right]$ (8)

Mặt khác thời gian vật liệu trượt trên mặt nghiêng được xác định theo công thức: $dt = dx/v$;

$$v \frac{dv}{dx} = g \cdot \left[\sin \alpha - \tan \varphi_w \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \right] \quad (9)$$

Cho v biến thiên từ $v = 0$ tới v khi đó x cũng biến thiên từ $x = 0$ cho tới x ta có:

$$\int_0^v v \cdot dv = g \cdot \left[\sin \alpha - \tan \varphi_w \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \right] \int_0^x dx$$

$$\frac{v^2}{2} = g \cdot \left[\sin \alpha - \tan \varphi_w \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \right] \cdot x \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot x \cdot \left[\sin \alpha - \tan \varphi_w \cdot \cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \right]} \quad (10)$$

Lượng nguyên liệu khi nạp vào bên trong đến mức độ nhất định sẽ tạo nên độ nén (độ lèn) vì vậy dễ dẫn đến tình trạng nguyên liệu bị “dắng” chặt khó khăn cho việc dịch chuyển, thậm chí không “tụt” được liệu. Do đó cần phải xác định được chiều cao, khoảng cách giữa các kênh dựa trên góc nghiêng (góc trượt của kênh). Dựa trên Hình 4 ta có cơ sở để xác định các thông số này theo $H_T = \frac{D-b}{2 \cdot \tan \theta}$ hay có thể tính toán theo

góc trượt của kênh bằng $\tan \theta = \frac{D-b}{2H_T}$. Trong đó: D là khoảng cách giữa hai kênh liên tiếp; b là khoảng cách

giữa hai đáy kênh liên tiếp; H_T là chiều cao từ mặt nghiêng tới đỉnh kênh. Ở đây $\alpha = 90 - \theta$, và $\sin \alpha = \frac{H_T}{x}$, xem Hình 3 và 4. Thay vào (10) ta được:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot H_T \cdot \left[1 - \frac{\tan \varphi_w}{\tan \alpha} \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) \right]} \quad (11)$$

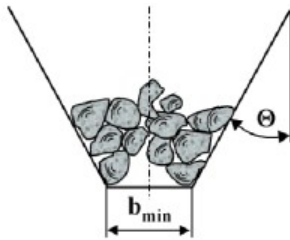
Có thể thấy rằng khi: $F_A = 0$ khi đó tốc độ trượt của cục sắn phụ thuộc vào góc nghiêng α và góc ma sát φ_w và sắn chỉ chuyển động hay dịch chuyển được khi $\alpha > \varphi_w$ và khi đó tốc độ trượt $v > 0$.

$$F_A > 0: \frac{\tan \varphi_w}{\tan \alpha} \cdot \left(1 + \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} \right) < 1 \Rightarrow \frac{F_A}{m_b \cdot g \cdot \cos \alpha} < \frac{\tan \alpha}{\tan \varphi_w} - 1$$

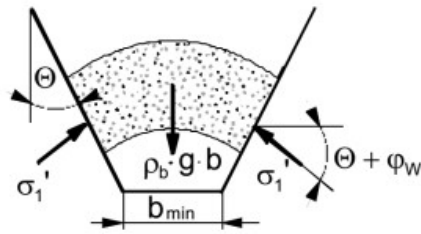
$$\text{Biến đổi công thức trên thu được: } \sin(\alpha - \varphi_w) > \frac{F_A}{m_b \cdot g} \cdot \sin \varphi_w \Rightarrow \alpha - \varphi_w > \arcsin \left[\frac{F_A}{m_b \cdot g} \cdot \sin \varphi_w \right]$$

$$\text{Để cục sắn có thể trượt được khi đó } v = 0; \text{ khi } v > 0 \text{ có: } \alpha > \varphi_w + \arcsin \left[\frac{F_A}{m_b \cdot g} \cdot \sin \varphi_w \right]$$

Mặt khác qua Hình 4 cho thấy khi khoảng cách giữa hai kênh càng lớn thì “độ tụt” của nguyên liệu càng dễ dàng. Nhưng phải tính toán sao cho có được số lượng kênh nhiều nhất có thể ở trong cùng một hàng hay ta cần phải có một khoảng cách nhỏ nhất/khoảng cách tối ưu (như trên Hình 5) giữa hai kênh liên tiếp để tăng sức chứa nguyên liệu (năng suất lớn nhất có thể), nhưng vẫn đảm bảo cho nguyên liệu tụt và chảy tốt. Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình Pilot về khả năng tự chảy của vật liệu cho thấy, trên thực tế áp lực của khối vật liệu nén lên hai bề mặt của kênh sảy tương đối lớn, vùng chịu ảnh hưởng của áp lực đó được mô tả vắn tắt như trên Hình 6.



Hình 5. Xác định khoảng cách tối thiểu b_{min} giữa hai kênh sảy dựa trên hình dạng của vật liệu [3-5]



Hình 6. Biểu đồ phân bố áp lực của khối vật liệu nén lên hai bên bề mặt của kênh sảy [3-5]

Đối với sắn tươi khi băm thành cục sẽ có hình dạng (form) đa dạng khác nhau, tuy nhiên trong nghiên cứu tác giả [3-5] đã khái quát hóa để tương đương về ba dạng cơ bản như sau:

$$+ \text{Đối với hạt vật liệu có hình dạng cầu (hoặc tương đương) khi đó: } b_{min\circ} = 5 \cdot d_0 \cdot \sqrt{k} \quad (12)$$

$$+ \text{Đối với hạt vật liệu có hình dạng vuông (hoặc tương đương) khi đó: } b_{min\square} = 5 \cdot d_0 \cdot \sqrt{1,08 \cdot k} \quad (13)$$

$$+ \text{Đối với hạt vật liệu có hình dạng chữ nhật (hoặc tương đương) khi đó: } b_{min\square} = 5 \cdot d_0 \cdot \sqrt{3} \quad (14)$$

trong đó: d_0 là độ lớn của hạt; k là hệ số phụ thuộc hình dạng, $k = 0,6 \dots 1,4$.

Khi tháp chứa đầy nguyên liệu thì sự phân bố áp lực của khối vật liệu nén lên hai bên bề mặt của kênh được khái quát hóa như trên Hình 6, việc xác định được đúng khoảng cách tối thiểu b_{min} cho “khối” vật liệu có thể chảy được/lưu thông được trong khoảng chứa vật liệu là rất quan trọng đối với máy sảy kiểu tháp có kênh dẫn, đó là cơ sở cho việc phá vỡ liên kết “vòm” giữa khối vật liệu với bề mặt kênh sảy.

Theo kết quả nghiên cứu về khả năng tự chảy của vật liệu của các tác giả [3-5] cho thấy để vật liệu có thể tự chảy được trên mặt nghiêng (với một góc α nào đó) cần xác định được khoảng cách tối thiểu b_{min} như trên Hình 5 và Hình 6 để vật liệu “lọt qua”. Cơ sở để xác định khoảng cách b_{min} dựa trên đặc tính hình dạng của vật liệu cần di chuyển. Cụ thể có thể xác định được giá trị đó dựa trên các phương trình thực nghiệm (12 ÷ 14). Để tính sự phụ thuộc vào các góc ma sát cũng như các góc trên mặt kênh sảy khoảng cách tối thiểu giữa hai kênh được xác định theo phương trình sau:

$$b_{min} = \frac{(1+m) \cdot \sigma_{c,krit} \cdot \sin(\varphi_w + \theta)}{\rho_b \cdot g} \quad (15)$$

$$\text{trong đó: } \sigma_c = a \cdot \sigma_1 + \sigma_{c,0} \quad (16)$$

$$\text{Và: } \sigma_i = \sigma_{c,krit} ; \sigma_i = \frac{\sigma_1}{ff} ; a = \frac{2 \cdot (\sin \varphi_{st} - \sin \varphi_i)}{(1 + \sin \varphi_{st}) \cdot (1 - \sin \varphi_i)} ; \sigma_{c,0} = \frac{2 \cdot \sin \varphi_{st} \cdot (1 + \sin \varphi_i)}{(1 + \sin \varphi_{st}) \cdot (1 - \sin \varphi_i)} \cdot \sigma_0$$

$$\text{Thay vào (16) ta được: } b_{min} = \frac{(1+m) \cdot 2 \cdot \sin \varphi_{st} \cdot (1 + \sin \varphi_i) \cdot \sin 2 \cdot (\varphi_w + \theta) \cdot \sigma_0}{\rho_b \cdot g \cdot \left[(1 - \sin \varphi_{st} \cdot \sin \varphi_i - (\sin \varphi_{st} - \sin \varphi_i) \cdot (2 \cdot ff - 1)) \right]} \quad (17)$$

Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm kết hợp với tính toán dựa trên các phương trình nêu trên, tác giả đã đưa ra được các thông số kích thước hình học cơ bản của kênh sậy, tháp sậy đối với mô hình thí nghiệm Pilot như trên Bảng 1. Đồng thời đã thiết kế, chế tạo đưa ra được thiết bị Pilot sử dụng cho nghiên cứu thực nghiệm nhằm xác định “độ tụt”/khả năng chảy (khả năng lưu thông) của dòng nguyên liệu, và xác định được thời gian “tụt”/xả hết liệu, kết quả thể hiện như trên Bảng 2 và đồ thị Hình 7.

Bảng 1. Các thông số kích thước hình học cơ bản của kênh sậy, tháp sậy từ mô hình Pilot

STT	Tên thông số	Ký hiệu	Giá trị	Thứ nguyên
1	Khoảng cách đỉnh hai kênh liên tiếp	D	350	mm
2	Khoảng cách tối thiểu giữa đáy hai kênh liên tiếp	b_{min}	185	mm
3	Chiều cao mặt nghiêng trượt của kênh	H_T	165	mm
4	Góc đỉnh kênh	$\theta_{dk} = 2 \cdot \theta$	53	độ (°)
5	Kích thước bao mô hình (dài, rộng, cao)	H, W, L	2200; 1170; 1750	mm
6	Số hàng kênh cung cấp tác nhân sậy và thải ẩm	z_s	2; 2	
7	Thể tích phần chứa nguyên liệu	V_c	1,5	m ³

3.2 Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của độ ẩm nguyên liệu tới khả năng tụt của nguyên liệu

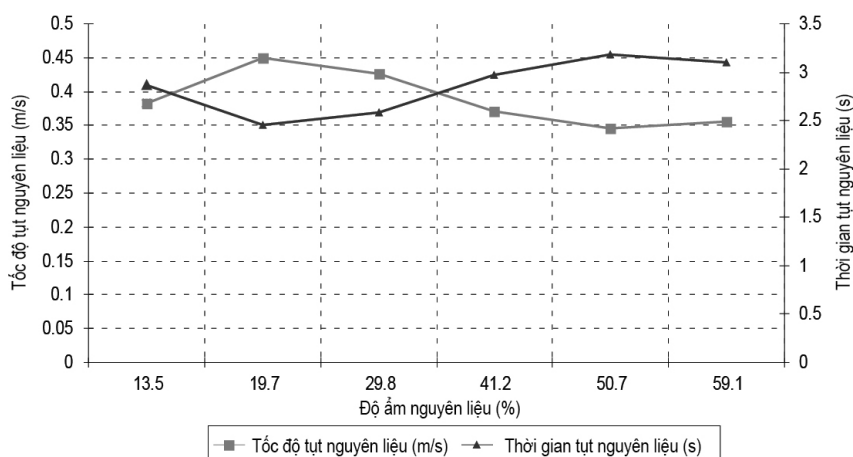
Khả năng tụt của nguyên liệu ngoài việc phụ thuộc vào hình dạng (form), kích thước còn phụ thuộc nhiều vào độ ẩm, cũng như kích thước hình học của kênh sậy, kênh thoát ẩm (kênh), khe hở giữa các kênh. Trong thí nghiệm này kích thước của sản cục từ 3 ÷ 5 cm, hình dạng kênh và khe hở giữa các kênh đã trình bày như ở trên, thông số thay đổi trong thí nghiệm này là độ ẩm nguyên liệu sản cục với các giá trị 60% (độ ẩm sản tươi ở trạng thái tự nhiên vài ngày sau thu hoạch), 50%, 40%, 30%, 20%, 13,5% (độ ẩm của sản phẩm sản sau khi sấy). Các giá trị thí nghiệm thu được trình bày ở Bảng 2 dưới đây.

Bảng 2. Kết quả thực nghiệm sự ảnh hưởng của độ ẩm nguyên liệu tới độ “tụt”/khả năng tụt liệu

Số TN	Khối lượng nạp vào (kg)	Độ ẩm sản cục cần thí nghiệm (%)	Độ ẩm sản cục đo thực tế khi thí nghiệm (%)	Thời gian chảy (s)	Tốc độ chảy (m/s)	Khối lượng mắc lại (kg)	Ghi chú
1	936,2	60	59,1	3,10	0,355	0	Liệu tụt hết không dể
2	929,1	50	50,7	3,18	0,346	0	Liệu tụt hết không dể
3	920,5	40	41,2	2,97	0,370	0	Liệu tụt hết không dể
4	902,0	30	29,8	2,58	0,426	0	Liệu tụt hết không dể
5	893,4	20	19,7	2,45	0,449	0	Liệu tụt hết không dể
6	872,1	13,5	13,5	2,87	0,383	0	Liệu tụt hết không dể

Từ số liệu ở Bảng 2 ta xây dựng được đồ thị Hình 7 cho thấy, với khối lượng nguyên liệu nạp vào ở các thí nghiệm (gồm 6 thí nghiệm) tương đối bằng nhau (coi như sự chênh lệch không nhiều), ứng với các thí nghiệm từ số 1 (độ ẩm 60%), tới thí nghiệm số 6 (độ ẩm 13,5%) thời gian “tụt” liệu giảm dần một cách rõ rệt, tương ứng với tốc độ “tụt” liệu tăng dần. Cụ thể nhìn đồ thị trên Hình 7 cho thấy quy luật diễn biến của kết quả của quá trình thí nghiệm là đúng “quy luật”.

Nhận xét: Khi độ ẩm của sản cục cao thì tốc độ và thời gian tụt của nguyên liệu có thay đổi nhưng không lớn, điều này cho thấy rằng khi nguyên liệu ẩm có sự dính bề mặt giữa nguyên liệu với nguyên liệu (nội ma sát), cũng như ma sát giữa sản cục với bề mặt kênh (ngoại ma sát) là rất lớn. Khi độ ẩm giảm dần thì tốc độ tụt của nguyên liệu tăng lên và thời gian tụt của nguyên liệu giảm đi, điều này cho thấy khả năng tụt của nguyên liệu đã tăng lên. Khi đó ma sát giữa nguyên liệu và nguyên liệu (nội ma sát) hay giữa nguyên



Hình 7. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của độ ẩm tới khả năng “tụt” và tốc độ “tụt” của nguyên liệu

liệu và mặt kênh (ngoại ma sát) đã giảm đi. Tốc độ tụt tốt nhất tại độ ẩm $w = 19,7\%$ cho thời gian tụt $t_t = 2,45s$ khi đó tốc độ tụt đạt $v_t = 0,449 m/s$. Đến một giá trị độ ẩm nào đó (ví dụ thí nghiệm số 6 với độ ẩm $13,5\%$) thì ta thấy thời gian tụt của nguyên liệu lại tăng lên và tốc độ tụt của nguyên liệu giảm đi (tuy nhiên giá trị không lớn). Điều này có thể được lý giải khi nguyên liệu khô chúng có độ co ngót về hình dạng (form) do lượng nước trong nguyên liệu đã bay hơi, vì vậy trọng lượng của mỗi cục sản lúc này sẽ giảm đi, dẫn tới “mật độ” chung sẽ giảm, nên lực trọng trường của vật lúc này nhỏ hơn (nhỏ nhất) so với các trạng thái thí nghiệm khác. Đây cũng là “nguyên cơ” để tạo ra sự lắng trong các kênh hơn.



4. Kết Luận

Đã xây dựng (tính toán, thiết kế, chế tạo) được mô hình thiết bị thí nghiệm Pilot đảm bảo tốt cho quá trình thí nghiệm và là cơ sở khoa học cho thiết kế, chế tạo thiết bị hoàn chỉnh quy mô công nghiệp sau này. Xác định được thông số hình học khe hở tối thiểu giữa hai kênh liên tiếp $b_{min} = 185 mm$ và kích thước mặt cắt của kênh có chiều cao trượt $H_T = 165 mm$, góc đỉnh kênh $\theta_{gk} = 53^\circ$ và khoảng cách giữa hai kênh liên tiếp $D = 350 mm$. Với độ ẩm và vật liệu sản cục từ 60% (độ ẩm sản tươi ở trạng thái tự nhiên vài ngày sau thu hoạch) đến $13,5\%$ (độ ẩm của sản phẩm sản sau khi sấy) xác định được tốc độ tụt liệu tốt nhất liệu tốt nhất tại độ ẩm khoảng $< 20\%$ ứng với thời gian tụt liệu $t_t = 2,45 s$ và có tốc độ tụt đạt $v_t = 0,449 m/s$.

Tài liệu tham khảo

1. Tổng cục thống kê (2014), *Niên giám thống kê*, NXB Thống kê, Hà Nội.
2. Tổng cục thống kê (2015), *Niên giám thống kê*, NXB Thống kê, Hà Nội.
3. Tomas J. (2013), *Mechanische Verfahrenstechnik, Vorlesung*, Universität Magdeburg, Deutschland.
4. Nguyễn Đình Tùng, cs. (2015), “Nghiên cứu sấy lạc trong máy sấy dòng cắt nhau”, *Tạp chí Công nghiệp Nông thôn*, (20):8-12.
5. Tomas J. (2015), *Mechanische Verfahrenstechnik, Vorlesung*, Universität Magdeburg, Deutschland.