



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0035229

(51)^{2021.01} F26B 21/08; F26B 3/04; F26B 21/12;
F26B 21/04; F26B 21/10

(13) B

(21) 1-2019-02796

(22) 08/12/2017

(86) PCT/US2017/065290 08/12/2017

(87) WO 2018/107019 A1 14/06/2018

(30) 62/431,569 08/12/2016 US

(45) 25/04/2023 421

(43) 25/09/2019 378A

(73) R.P. SCHERER TECHNOLOGIES, LLC (US)

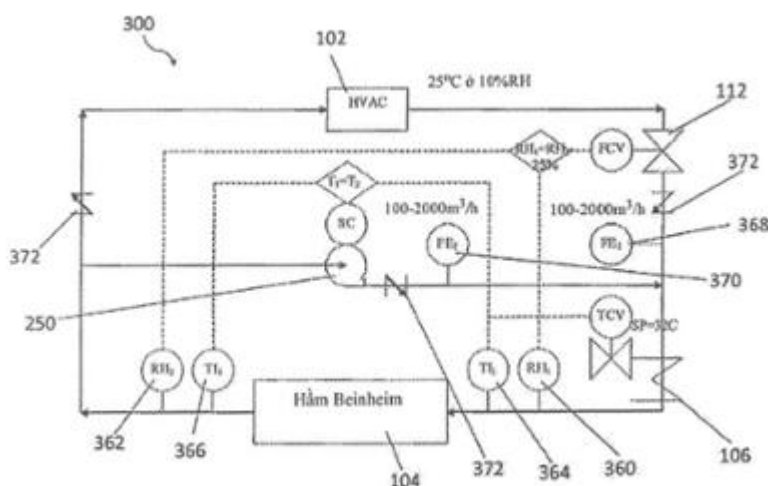
2215 Renaissance Drive, Suite B, Las Vegas, NV 89119, United States of America

(72) HART, Norton Richard (US); FULPER, Lester David (US).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG SẤY VIÊN NANG MỀM

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sấy viên nang mềm bao gồm các bước: a) cấp dòng không khí đến viên nang mềm ở tốc độ không khí đi qua viên nang mềm nằm trong khoảng từ 0,15 m/s đến 13 m/s; b) tăng, theo thời gian, nhiệt độ sấy mà tiếp xúc với viên nang mềm trong khi đảm bảo rằng nhiệt độ sấy này vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang của viên nang mềm; c) cho viên nang mềm tiếp xúc với độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH; d) giảm độ ẩm tương đối mà tiếp xúc với viên nang mềm khi viên nang mềm khô cho đến khi độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm đạt đến độ ẩm tương đối mong muốn; và e) cho viên nang mềm thu được từ bước d) tiếp xúc với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C. Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống sấy để thực hiện phương pháp này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống sấy mà làm giảm thời gian sấy viên nang mềm trong môi trường được kiểm soát.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quy trình bao bọc gel mềm thông thường, viên nang được vận chuyển, sấy đảo trộn, xếp chồng khay trên khay, và được đưa vào hầm sấy hoặc buồng sấy trong điều kiện có độ ẩm thấp và ở nhiệt độ môi trường cho đến khi viên nang đạt đến thông số kỹ thuật nhất định như tổn hao khối lượng, độ cứng, độ ẩm tương đối cân bằng, hoặc độ ẩm vật liệu nạp. Phụ thuộc vào chế phẩm viên nang gel mềm, thời gian sấy thường nằm trong khoảng từ 2 đến 10 ngày. Hơn nữa, các khiếm khuyết như dính hoặc vỡ viên nang có thể xuất hiện nếu viên nang không được lấy ra đúng lúc.

Việc sấy viên nang gel mềm đã được thực hiện ở các mức độ ẩm thấp đối với phạm vi rộng các sản phẩm, và các điều kiện sấy không nhất thiết được dựa trên thông số kỹ thuật cuối của sản phẩm cụ thể. Phương pháp này dẫn đến việc sấy không hiệu quả và có khả năng sấy quá mức viên nang, dẫn đến độ giòn quá mức và sự vỡ viên nang tiếp theo. Ngoài ra, việc sử dụng mức độ ẩm thấp cũng có thể làm cho phần bên ngoài của vật liệu gel khô nhanh hơn so với phần bên trong, dẫn đến vật liệu vỏ cứng hơn, và tạo ra ứng suất bên trong trong viên nang. Ứng suất bên trong như vậy có thể làm giảm độ bền vững tổng thể của sản phẩm cuối. Như vậy, sự giảm các khiếm khuyết và giảm thời gian chu trình sấy dùng để sấy viên nang mềm là cần thiết.

Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 8621764 mô tả quy trình và hệ thống sản xuất và sấy viên nang gelatin. Hệ thống và quy trình sấy bao gồm kết cấu sấy được chia thành ba vùng. Mỗi vùng bao gồm bộ phận xử lý không khí của bản thân nó mà có thể gia nhiệt hoặc làm nguội không khí cấp đến vùng tương ứng của nó. Một thiết bị HVAC được nối với tất cả các bộ phận xử lý không khí. Một loạt thiết bị sấy đảo trộn kéo dài qua kết cấu này từ vùng thứ nhất đến vùng thứ ba. Mỗi vùng được duy trì ở các điều kiện độ ẩm và nhiệt độ khác nhau. Nhiệt độ của mỗi vùng được điều chỉnh bằng cách sử dụng bộ phận gia nhiệt và bộ phận làm mát trong thiết bị xử lý không khí, và độ ẩm được thay đổi dựa trên sự thay đổi nhiệt độ. Vùng thứ hai là ẩm nhất, với nhiệt độ cao nhất trong vùng này là 87°F (30,56°C). Vùng thứ nhất được duy trì ở độ ẩm tương đối cao nhất trong tất cả

các vùng, với độ ẩm tương đối tối đa trong vùng này là 23%. Mặc dù tài liệu này cho thấy rằng đạt được sự giảm thời gian sấy lớn, nhưng phần lớn trong sự giảm đó có thể là do sự giảm lượng nước của gelatin ban đầu.

Đã biết rằng việc tăng nhiệt độ sẽ làm giảm thời gian sấy viên nang mềm. Tuy nhiên, các nỗ lực trước đây để tăng nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tiêu chuẩn đã dẫn đến các khiếm khuyết không chấp nhận được trong viên nang thu được. Các khiếm khuyết này được tạo ra khi gel mềm nguội từ nhiệt độ cao. Trong quá trình làm nguội, các vùng trong gel trong đó nước được loại bỏ có thể có kích cỡ khác nhau và có thể co với các mức độ khác nhau, dẫn đến chỗ lõm hoặc vết lõm ở bề mặt của viên nang.

Bởi vậy, hệ thống và phương pháp làm giảm thời gian sấy viên nang mềm là cần thiết để tạo ra viên nang có số khiếm khuyết tương tự, hoặc tốt hơn là ít khiếm khuyết hơn các quy trình sấy dài đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo phương án thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp sấy viên nang mềm. Phương pháp này bao gồm các bước:

a) cấp dòng không khí đến viên nang mềm ở tốc độ không khí đi qua viên nang mềm nằm trong khoảng từ 0,15 m/s đến 13 m/s;

b) tăng, theo thời gian, nhiệt độ sấy mà tiếp xúc với viên nang mềm trong khi đảm bảo rằng nhiệt độ sấy này vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang của viên nang mềm;

c) cho viên nang mềm tiếp xúc với độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH;

d) giảm độ ẩm tương đối mà tiếp xúc với viên nang mềm khi viên nang mềm khô cho đến khi độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm đạt đến độ ẩm tương đối mong muốn; và

e) cho viên nang mềm thu được từ bước d) tiếp xúc với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C.

Theo một số phương án, phương pháp có thể còn bao gồm bước:

giảm tốc độ dòng không khí mà tiếp xúc với viên nang mềm, khi viên nang mềm khô.

Trong mỗi phương án nêu trên, độ ẩm tương đối có thể được điều chỉnh để chênh lệch giữa độ ẩm tương đối mà tiếp xúc với viên nang mềm và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm được duy trì nằm trong khoảng từ 15%RH đến 35%RH.

Trong mỗi phương án nêu trên, viên nang mềm có thể là ưa béo. Trong các phương án nêu trên khi viên nang mềm là ưa béo, độ ẩm tương đối ban đầu có thể nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH. Trong các phương án nêu trên khi viên nang mềm ưa béo, độ ẩm tương đối thấp nhất mà tiếp xúc với viên nang mềm có thể nằm trong khoảng từ 10%RH đến 24%RH.

Trong mỗi phương án nêu trên, viên nang mềm có thể là ưa nước. Trong mỗi phương án nêu trên trong đó viên nang mềm là ưa nước, độ ẩm tương đối ban đầu có thể nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH và độ ẩm tương đối thấp nhất mà tiếp xúc với viên nang mềm có thể nằm trong khoảng từ 23%RH đến 57%RH.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất hệ thống sấy để sấy viên nang mềm. Hệ thống sấy này có thể bao gồm:

ít nhất một thiết bị sấy;

một bộ phận nối thông với thiết bị sấy để cấp dòng không khí đến thiết bị sấy;

một thiết bị làm ẩm được cấu tạo để có thể làm tăng độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy; và

một thiết bị gia nhiệt được cấu tạo để có thể làm tăng nhiệt độ của không khí trong thiết bị sấy.

Hệ thống sấy nêu trên có thể bao gồm quạt tuần hoàn được bố trí và được cấu tạo để tuần hoàn dòng không khí quay trở lại từ cửa xả của thiết bị sấy đến bộ phận mà cấp dòng không khí đến thiết bị sấy. Trong mỗi hệ thống sấy nêu trên, thiết bị làm ẩm có thể bao gồm quạt tuần hoàn.

Mỗi hệ thống sấy nêu trên có thể còn bao gồm van điều chỉnh dòng được cấu tạo để điều chỉnh lượng dòng không khí từ bộ phận đến thiết bị sấy.

Mỗi hệ thống sấy nêu trên có thể còn bao gồm quạt tuần hoàn được bố trí và được cấu tạo để tuần hoàn dòng không khí quay trở lại từ cửa xả của thiết bị sấy đến bộ phận mà cấp dòng không khí đến thiết bị sấy, và van điều chỉnh dòng có thể được cấu tạo sao cho việc giảm lượng dòng không khí từ bộ phận đến thiết bị sấy làm tăng độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy và việc tăng lượng dòng không khí từ bộ phận đến thiết bị sấy làm giảm độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy.

Trong mỗi hệ thống sấy nêu trên, thiết bị gia nhiệt có thể được cấu tạo để tăng nhiệt độ theo thời gian theo mức biến đổi nhiệt độ dựa trên điểm nóng chảy của vỏ nang của viên nang mềm. Theo phương án này, tổ hợp của van điều chỉnh dòng và thiết bị làm ẩm có thể được cấu tạo để điều chỉnh độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy sao cho độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy giảm theo thời gian từ độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH đến độ ẩm tương đối cuối nằm trong khoảng từ 10%RH đến 24%RH. Trong các phương án nêu trên, tổ hợp của van điều chỉnh dòng và thiết bị làm ẩm có thể được cấu tạo để điều chỉnh độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy sao cho độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy giảm theo thời gian từ độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH đến độ ẩm tương đối cuối nằm trong khoảng từ 23%RH đến 57%RH. Độ ẩm tương đối có thể được giảm theo cách nhờ đó chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm được duy trì nằm trong khoảng từ 15%dRH đến 35%dRH. Độ ẩm tương đối có thể được giảm theo cách nhờ đó chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm được duy trì nằm trong khoảng từ 15%dRH đến 35%dRH.

Theo một phương án khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sấy viên nang mềm. Phương pháp này bao gồm các bước:

- a) cấp dòng không khí đến viên nang ở tốc độ không khí đi qua viên nang mềm nằm trong khoảng từ 0,15 m/s đến 13 m/s;
- b) tăng, theo thời gian, nhiệt độ sấy mà tiếp xúc với viên nang mềm trong khi đảm bảo rằng nhiệt độ sấy này vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang;
- c) duy trì chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm nằm trong khoảng từ 15%dRH đến 35%dRH cho đến khi độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm đạt đến độ ẩm tương đối mong muốn; và
- e) cho viên nang mềm thu được từ bước c) tiếp xúc với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là đồ thị thể hiện tốc độ dòng nước so với chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong hệ thống sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của dung dịch muối bão hòa qua màng gelatin.

Fig.2 là đồ thị thể hiện tốc độ dòng nước theo thời gian ở một số mức chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong hệ thống sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của dung dịch muối bão hòa qua màng gelatin.

Fig.3 là đồ thị thể hiện các tác động nhiệt độ của việc làm nguội bay hơi theo thời gian của viên nang dầu cá trong thiết bị sấy dạng hầm có các tấm chắn được lắp đặt.

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống sấy theo một phương án của sáng chế.

Fig.5 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống sấy theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.6 là đồ thị thể hiện một ví dụ về mức biến đổi nhiệt độ và mức biến đổi độ ẩm tương đối theo một phương án của sáng chế.

Fig.7 là hệ thống điều chỉnh dạng môđun để điều chỉnh hệ thống sấy trên Fig.5.

Fig.8 là đồ thị thể hiện độ cứng của viên nang ura béo theo thời gian trong các quy trình sấy khác nhau.

Fig.9 là ảnh chụp thiết bị sấy tầng sôi được cải biến theo một phương án của sáng chế.

Fig.10 là đồ thị thể hiện tổn hao khối lượng của viên nang ura nước theo thời gian trong các quy trình sấy khác nhau.

Fig.11 thể hiện đồ thị của tốc độ dòng không khí quanh các chồng khay trong thiết bị sấy dạng hầm.

Fig.12 là đồ thị thể hiện độ cứng của viên nang giả được đối với độ ẩm tương đối cân bằng khi được sấy ở hai nhiệt độ khác nhau.

Fig.13 là ảnh chụp thiết bị sấy đảo trộn được cải biến theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để minh họa, các nguyên lý của sáng chế được mô tả bởi các phương án ví dụ khác nhau. Mặc dù các phương án nhất định của sáng chế được mô tả cụ thể ở đây, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ dễ dàng nhận ra rằng các nguyên lý tương tự có thể áp dụng tương đương với, và có thể được sử dụng trong, các hệ thống và phương pháp khác. Trước khi giải thích chi tiết các phương án được bộc lộ của sáng chế, cần hiểu rằng sáng chế không chỉ giới hạn ứng dụng của nó ở các chi tiết của phương án cụ thể bất kỳ thể hiện. Ngoài ra, thuật ngữ sử dụng ở đây được dùng để mô tả và không dùng để giới hạn. Hơn nữa, mặc dù các phương pháp nhất định được mô tả dựa vào các bước mà được thể hiện ở đây theo một thứ tự nhất định, trong nhiều

trường hợp, các bước này có thể được thực hiện theo thứ tự bất kỳ như có thể được nhận thấy bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này; do đó phương pháp không chỉ giới hạn ở cách bố trí các bước cụ thể được bộc lộ ở đây.

Cần lưu ý rằng như được sử dụng ở đây và trong yêu cầu bảo hộ kèm theo, dạng số ít “một” bao gồm cả dạng số nhiều trừ khi nội dung quy định rõ ràng theo cách khác. Hơn nữa, các thuật ngữ “một”, “một hoặc nhiều”, và “ít nhất một” có thể được sử dụng thay thế lẫn nhau ở đây. Các thuật ngữ “chứa”, “bao gồm”, “có” và “được cấu tạo từ” cũng có thể sử dụng thay thế lẫn nhau.

Trừ khi có quy định khác, tất cả các chữ số biểu thị lượng của các thành phần, các tính chất như khối lượng phân tử, tỷ lệ phần trăm, tỷ lệ, điều kiện phản ứng và v.v. sử dụng trong phần mô tả và yêu cầu bảo hộ được hiểu là được thay đổi trong tất cả các trường hợp bởi thuật ngữ “khoảng” cho dù thuật ngữ “khoảng” có mặt hay không. Do vậy, trừ khi quy định ngược lại, các thông số dạng chữ số nêu trong phần mô tả và yêu cầu bảo hộ là các giá trị gần đúng mà có thể thay đổi phụ thuộc vào các tính chất mong muốn cần thu được bởi sáng chế. Ở mức rất ít, và không dưới dạng cố gắng giới hạn việc ứng dụng học thuyết tương đương với phạm vi của sáng chế, mỗi thông số dạng chữ số cần được hiểu ít nhất theo số của chữ số quan trọng được thông báo và bằng cách áp dụng các phương pháp làm tròn thông thường. Mặc dù rằng các khoảng chữ số và thông số dạng chữ số nêu phạm vi rộng của sáng chế là các giá trị gần đúng, nhưng các trị số nêu trong các ví dụ cụ thể được thông báo càng chính xác càng tốt. Tuy nhiên, các trị số bất kỳ vốn có các sai số nhất định cần thu được từ độ lệch chuẩn được thấy trong việc đo thử nghiệm tương ứng của chúng.

Cần hiểu rằng mỗi thành phần, hợp chất, thành phần thay thế hoặc thông số đề cập ở đây để được hiểu dưới dạng được đề cập cho việc sử dụng một mình hoặc kết hợp với một hoặc nhiều thành phần, hợp chất, thành phần thay thế hoặc thông số khác được đề cập ở đây.

Cũng cần hiểu rằng mỗi lượng/giá trị hoặc khoảng của lượng/giá trị đối với mỗi thành phần, hợp chất, thành phần thay thế hoặc thông số được đề cập ở đây để được hiểu dưới dạng cũng được đề cập kết hợp với mỗi lượng/giá trị hoặc khoảng của lượng/giá trị được đề cập đối với (các) thành phần, (các) hợp chất, (các) thành phần thay thế hoặc (các) thông số khác bất kỳ được đề cập ở đây và rằng sự kết hợp bất kỳ của các lượng/các giá trị hoặc khoảng của các lượng/các giá trị đối với hai hoặc nhiều (các) thành phần,

(các) hợp chất, (các) thành phần thay thế hoặc (các) thông số được đề cập ở đây cũng được đề cập kết hợp với nhau đối với mục đích của phần mô tả này.

Cần hiểu thêm rằng mỗi giới hạn dưới của mỗi khoảng được đề cập ở đây để được hiểu dưới dạng được đề cập kết hợp với mỗi giới hạn trên của mỗi khoảng được đề cập ở đây đối với cùng một thành phần, hợp chất, thành phần thay thế hoặc thông số. Bởi vậy, sự đề cập đến hai khoảng cần được hiểu là sự đề cập đến bốn khoảng thu được bằng cách kết hợp mỗi giới hạn dưới của mỗi khoảng với mỗi giới hạn trên của mỗi khoảng. Sự đề cập đến ba khoảng cần được hiểu là sự đề cập đến chín khoảng thu được bằng cách kết hợp mỗi giới hạn dưới của mỗi khoảng với mỗi giới hạn trên của mỗi khoảng v.v.. Ngoài ra, các lượng/các giá trị cụ thể của một thành phần, hợp chất, thành phần thay thế hoặc thông số được đề cập trong phần mô tả hoặc ví dụ cần được hiểu là sự đề cập đến giới hạn dưới hoặc giới hạn trên của một khoảng và bởi vậy có thể được kết hợp với giới hạn dưới hoặc giới hạn trên khác bất kỳ của một khoảng hoặc lượng/giá trị cụ thể đối với cùng một thành phần, hợp chất, thành phần thay thế hoặc thông số được đề cập ở chỗ khác trong bản mô tả để tạo ra một khoảng cho thành phần, hợp chất, thành phần thay thế hoặc thông số đó.

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp thúc đẩy việc sấy viên nang mềm bằng cách điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm và/hoặc tốc độ dòng không khí mà tiếp xúc với viên nang mềm trong quá trình sấy. Cụ thể, tốc độ khuếch tán hoặc tốc độ dòng qua vỏ nang chứa gelatin được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh môi trường sấy. Cụ thể hơn, độ ẩm tương đối, nhiệt độ và/hoặc tốc độ dòng không khí trong môi trường sấy được điều chỉnh để tác động đến tốc độ khuếch tán hoặc tốc độ dòng nước qua vỏ nang chứa gelatin.

Sự tăng nhiệt độ sấy được biết dẫn đến tốc độ sấy nhanh hơn. Tuy nhiên, như nêu trên, có các giới hạn với sự giảm thời gian sấy mà có thể đạt được bằng cách chỉ tăng nhiệt độ sấy vì các khiếm khuyết không mong muốn có thể xuất hiện trong viên nang mềm. Bởi vậy, ngoài việc điều chỉnh nhiệt độ trong quá trình sấy, tốc độ không khí đi qua môi trường sấy cũng có thể được điều chỉnh để làm giảm thêm thời gian sấy viên nang mềm trong khi tránh được một số khiếm khuyết mà mặt khác có thể xuất hiện do việc sấy ở nhiệt độ cao.

Việc điều chỉnh tốc độ dòng không khí trong môi trường sấy có một số ưu điểm. Ví dụ, sự bay hơi của nước, như thu được từ định luật Fick được biểu thị dưới dạng,

$$N_{H_2O} = D_{ab} * P / (RTz) * \ln[(P - P_{sat}) / (P - P_{wet})]$$

trong đó N_{H_2O} là tốc độ dòng nước, D_{ab} là hằng số khuếch tán qua vật liệu, P là áp suất khí quyển, R là hằng số khí lý tưởng, T là nhiệt độ môi trường, z là độ dài không khí ứ đọng, P_{sat} là áp suất bão hòa của nước ở độ ẩm tương đối và P_{wet} là áp suất bão hòa ở T_{wet} bằng cách sử dụng nhiệt kế bầu ướt.

Định luật Fick nêu rằng sự khuếch tán nước qua vỏ nang tỷ lệ trực tiếp với nhiệt độ. Bởi vậy, ở nhiệt độ cao hơn, tốc độ khuếch tán cao hơn có thể được duy trì. Ngoài ra, định luật Fick cũng nêu rằng độ dài không khí ứ đọng (z) tỷ lệ với tốc độ dòng không khí. Bởi vậy, sự khuếch tán nước qua vỏ nang cũng tỷ lệ với tốc độ dòng không khí.

Mặc dù nhiệt độ là yếu tố chính trong việc sấy viên nang mềm, nhưng khi nhiệt độ được tăng đến cao hơn một mức nhất định, chất lượng của sản phẩm hoàn thiện giảm. Cụ thể, vỏ nang trở nên cứng và bởi vậy, khi nhiệt độ được giảm khi hoàn tất việc sấy, thể tích nạp co do đảo ngược sự giãn nở do nhiệt. Vỏ hóa cứng không thể uốn cong với sự giảm thể tích nạp, dẫn đến các chỗ lõm và vết lõm không mong muốn được tạo ra trong vỏ.

Hệ thống và phương pháp này bao gồm việc điều chỉnh cả nhiệt độ lẫn độ ẩm tương đối của hệ thống sấy trong quá trình sấy. Sự kết hợp này đã được thấy là làm giảm đáng kể thời gian sấy viên nang, cũng như làm giảm đáng kể hoặc ngăn ngừa các khiếm khuyết trong sản phẩm cuối mà mặt khác có thể xuất hiện do việc sấy ở nhiệt độ cao.

Khi viên nang khô, nhiệt độ được tăng để duy trì tốc độ loại bỏ hơi ẩm cao ra khỏi viên nang nhờ sự khuếch tán của nước qua vỏ nang. Lượng tăng nhiệt độ được xác định dựa trên điểm nóng chảy của chế phẩm vỏ nang cụ thể ở độ ẩm tương đối cân bằng (ERH: equilibrium relative humidity) cụ thể. Khi nhiệt độ tăng, tốc độ khuếch tán hoặc tốc độ dòng nước qua vỏ nang chứa gelatin được thúc đẩy như dự tính.

Ngoài ra, độ ẩm môi trường cũng được điều chỉnh từ đầu đến cuối quá trình sấy để giảm hoặc ngăn ngừa sự tạo thành các khiếm khuyết như các chỗ lõm và/hoặc vết lõm khi làm nguội lần cuối vỏ nang đã sấy. Việc điều chỉnh độ ẩm cũng có thể còn làm tăng tốc độ sấy.

Hệ thống và quy trình sấy này làm giảm đáng kể thời gian sấy, và tạo ra viên nang mềm đã sấy có thể chấp nhận được. Viên nang mềm thu được cũng có thể có các tính chất vật lý có lợi bổ sung mà được mong muốn trong viên nang mềm, như độ bền vững tăng.

Bài báo “Phase Diagram of Gelatin Plasticized by Water and Glycerol” của Mara

Coppola và các đồng tác giả thuộc Phòng thí nghiệm xử lý nhiệt (Thermal Physics Laboratory) ở Paris, Pháp, và Capsugel ở Colmar, France như được giới thiệu trong Tập tiểu luận Macromol, 2008, quyển 273, trang 56-65, phần mô tả của nó được kết hợp ở đây để tham khảo, nghiên cứu các đường cong hấp thụ gelatin ở các mức chất dẻo hóa khác nhau và các điểm nóng chảy và nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh tương ứng ở các mức hơi ẩm và chất dẻo hóa khác nhau. Tác động của nồng độ gelatin lên nhiệt độ nóng chảy của các màng có các nồng độ chất dẻo hóa khác nhau so với gelatin và nước được xác định. Xem, *Id.* ở trang 63, và Fig.7. Dữ liệu được nội suy để ước tính điểm nóng chảy của gelatin được dẻo hóa ở ERH tương ứng của nó. Kết quả cho thấy rằng khi sấy viên nang và ERH của gelatin giảm, nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang chứa gelatin tăng. Sự tăng nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang khi sấy viên nang cho phép nhiệt độ sấy được tăng trong quá trình sấy để dẫn hơi ẩm ra khỏi viên nang ở tốc độ nhanh hơn.

Mặc dù viên nang mềm như viên nang nêu trên đã được sử dụng thành công trong nhiều năm dưới dạng viên nang đối với các vật liệu khác nhau, như dược phẩm, nhưng việc sử dụng gelatin trong các chế phẩm này có một số nhược điểm, như tính không tương hợp với các chất nhất định, và muốn không sử dụng gelatin từ nguồn động vật. Để khắc phục các nhược điểm tiềm tàng này, viên nang mềm đã được phát triển, viên nang này không chứa gelatin. Viên nang mềm mà không chứa gelatin thường chứa caragenan và/hoặc tinh bột thay vì gelatin. Ví dụ về viên nang mềm như vậy, và phương pháp sản xuất liên quan có thể được thấy trong các bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 6340473, 6582727, và 6884060. Nhiều chế phẩm viên nang mềm khác mà không chứa gelatin cũng được biết trong lĩnh vực kỹ thuật này và có thể được sấy bằng các phương pháp và các hệ thống theo sáng chế.

Hệ thống và quy trình này có thể áp dụng để sấy cả viên nang mềm chứa gelatin, cũng như các loại viên nang mềm khác mà không chứa gelatin. Thử nghiệm tương tự có thể được sử dụng cho viên nang không chứa gelatin để xác định điểm nóng chảy và ERH tương ứng đối với chế phẩm viên nang cụ thể cần được sấy trong quy trình sấy được mô tả dưới đây. “Viên nang gel mềm” và “viên nang mềm” như được sử dụng trong phần mô tả đề cập đến cả viên nang mềm chứa gelatin, cũng như viên nang mềm không chứa gelatin.

Sự điều chỉnh độ ẩm tương đối của môi trường sấy cũng có thể được sử dụng để giảm thời gian sấy. Cụ thể, chênh lệch giữa độ ẩm tương đối mà tiếp xúc với viên nang

trong hệ thống sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang (dưới đây gọi là “chênh lệch độ ẩm tương đối hoặc dRH (differential relative humidity)”) có thể được sử dụng để dẫn nước ra khỏi viên nang mềm. dRH này có thể được điều chỉnh trong quá trình sấy cho mục đích này. Việc điều chỉnh chênh lệch độ ẩm tương đối có thể được sử dụng tạo ra thời gian sấy nhanh hơn so với các quy trình sấy thông thường trong khi tránh các khiếm khuyết thường kết hợp với việc sấy gia tốc viên nang mềm.

Sự điều chỉnh độ ẩm tương đối có thể được sử dụng để duy trì tốc độ khuếch tán hơi ẩm cao hơn qua vỏ nang mềm ngay cả sau khi đã đạt đến nhiệt độ sấy an toàn tối đa. Nhiệt độ sấy tối đa có thể được xác định dựa trên các yếu tố như nhiệt độ nóng chảy của chế phẩm vỏ nang cụ thể, mối quan tâm về độ an toàn, như quy định OSHA, và/hoặc các yếu tố khác.

Tốc độ truyền hơi ẩm (MVTR: Moisture Vapor Transition Rate) của nước qua màng gelatin ở các mức độ ẩm tương đối khác nhau được xác định. Với mục đích này, lỗ MVTR được nạp dung dịch muối quá bão hòa và được bao quanh bởi màng gelatin. Tiếp đó độ ẩm tương đối bên ngoài được giảm từng bước trong khi theo dõi tổn hao khối lượng của lỗ MVTR, dung dịch muối, và màng gelatin khi nước từ dung dịch muối khuếch tán qua màng gelatin. Ở mỗi độ ẩm tương đối bên ngoài, độ dốc không đổi của đường cong tổn hao khối lượng được xác định. Độ dốc của đường cong tổn hao khối lượng ở trạng thái ổn định đối với mỗi độ ẩm tương đối bên ngoài được vẽ đồ thị đối với chênh lệch độ ẩm tương đối giữa dung dịch muối bên trong và độ ẩm tương đối bên ngoài. Kết quả của việc so sánh này được thể hiện trên Fig.1. Kết quả này cho thấy rằng chênh lệch độ ẩm tương đối là khoảng 25% RH giữa độ ẩm tương đối của dung dịch muối quá bão hòa và độ ẩm tương đối bên ngoài tạo ra tốc độ truyền nước nhanh hơn qua màng gelatin.

Trong cùng một nghiên cứu cũng đã thấy rằng việc thay đổi chênh lệch độ ẩm tương đối tạo ra lợi ích bổ sung. Fig.2 thể hiện đồ thị tổn hao khối lượng khi độ ẩm tương đối bên ngoài nằm bên ngoài lỗ được thay đổi. Khi thay đổi độ ẩm tương đối bên ngoài có tổn hao khối lượng cao ban đầu mà giảm theo hàm mũ cho đến khi đạt đến tổn hao khối lượng ở trạng thái ổn định. Tổn hao khối lượng ban đầu cao hơn tốc độ tổn hao khối lượng ở trạng thái ổn định của các chênh lệch độ ẩm tương đối khác, như được thấy trên Fig.2. Như vậy, việc điều chỉnh độ ẩm tương đối bên ngoài có thể còn tăng tốc độ khuếch tán bằng cách tạo ra các khoảng thời gian ngắn có tốc độ khuếch tán ban đầu cao mà lớn

hơn tốc độ khuếch tán ở trạng thái ổn định thông thường trước khi tốc độ tổn hao khối lượng đạt đến trạng thái ổn định.

Ngoài ra, như lưu ý ở trên tốc độ dòng không khí cũng tác động đến tốc độ khuếch tán nước qua vỏ nang. Dòng không khí cũng có thể giúp duy trì nhiệt độ mong muốn trong hệ thống sấy bằng cách loại bỏ không khí ra khỏi hệ thống mà đã được làm nguội bởi việc làm nguội bay hơi mà do sự bay hơi nước ra khỏi vỏ nang vào không khí trong môi trường sấy. Việc làm nguội bay hơi có thể làm chậm quy trình sấy bằng cách giảm nhiệt độ trong môi trường sấy với việc sử dụng các thiết bị sấy tiêu chuẩn, như hầm sấy.

Ví dụ, thiết bị sấy dạng hầm thường bao gồm các chồng khay mật độ cao, dung tích lớn được nạp vào hầm. Hầm này hướng không khí qua các khay thay vì quanh chồng khay, điều này thường xuất hiện trong việc sấy không khí hở hoặc buồng sấy. Tuy nhiên, phần lớn dòng không khí trong các hầm này vẫn di chuyển quanh các chồng khay. Các tấm chắn đã được bổ sung dưới dạng phương pháp để đổi hướng không khí trở lại các chồng khay, và việc sử dụng các tấm chắn như vậy đã có kết quả tích cực. Tuy nhiên, với việc sử dụng các tấm chắn, việc làm nguội bay hơi trở thành yếu tố giới hạn đối với việc sấy viên nang mềm trong thiết bị sấy dạng hầm. Khi nước bay hơi ra khỏi viên nang, nhiệt bị mất bởi sự bay hơi và điều này làm nguội viên nang, cũng như không khí xung quanh. Việc sấy càng nhanh thì tác dụng làm nguội bay hơi càng lớn.

Fig.3 thể hiện đồ thị tác động của việc làm nguội bay hơi trên các chồng khay chứa viên nang trong hầm chứa các tấm chắn để đổi hướng dòng không khí. Không khí lạnh hơn được tạo ra bởi sự bay hơi nước ra khỏi vật liệu trong các chồng khay trước trong hầm tạo ra nhiệt độ thấp hơn trong các chồng khay sau. Phụ thuộc vào nhiệt độ khởi đầu và lượng bay hơi trong các chồng khay trước, một số chồng khay cuối trong hầm có thể có nhiệt độ không khí thấp mà gần với, hoặc thậm chí đạt đến, nhiệt độ bầu ướt khoảng 10°C.

Việc giảm độ ẩm của môi trường sấy không có tác động lên việc làm nguội bay hơi. Thay vào đó, việc giảm độ ẩm làm giảm nhiệt độ bầu ướt và làm tăng chi phí hữu ích. Dữ liệu đã cho thấy rằng mặc dù sự bay hơi tiếp tục ở nhiệt độ thấp hơn, nhưng tốc độ bay hơi là chậm hơn. Như vậy, viên nang nằm trong khay sau của hệ thống sấy sẽ có thời gian sấy chậm hơn cho dù độ ẩm được giảm do nhiệt độ và tốc độ bay hơi giảm gây ra bởi việc làm nguội bay hơi.

Hơn nữa, mặc dù việc tăng nhiệt độ không khí đi vào hệ thống có thể là hữu dụng,

nhưng việc làm nguội bay hơi không nhờ đó được giảm hoặc được ngăn ngừa. Như vậy, nếu nhiệt độ của không khí đi vào hệ thống được duy trì ở nhiệt độ chấp nhận được đối với việc sấy viên nang trong các chồng khay ban đầu, nhiệt độ thấp hơn trong các chồng khay sau gây ra bởi việc làm nguội bay hơi vẫn khiến cho các chồng khay này khó sấy viên nang ở tốc độ mong muốn.

Dòng không khí tăng, hoặc dòng không khí tuần hoàn, như trong sáng chế, có thể được sử dụng để giải quyết vấn đề làm nguội bay hơi. Cụ thể hơn, sự điều chỉnh tùy ý với dòng không khí có thể được tiến hành trong quá trình sấy để bù đắp cho việc làm nguội bay hơi. Sự điều chỉnh dòng không khí như vậy có thể được tiến hành ngoài việc thực hiện điều chỉnh đối với độ ẩm tương đối và nhiệt độ của môi trường sấy.

Theo một số phương án, quạt tuần hoàn tùy ý có thể có trong hệ thống sấy. Quạt tuần hoàn như vậy có thể được bố trí và được cấu tạo để tuần hoàn không khí từ cửa xả trở lại để cấp không khí cho hệ thống sấy. Quạt tuần hoàn cũng có thể được sử dụng để điều chỉnh tốc độ dòng không khí trong hệ thống sấy. Ngoài ra, sự kết hợp quạt tuần hoàn và nguồn ẩm có thể được sử dụng để điều chỉnh độ ẩm tương đối trong môi trường sấy.

Việc cấp dòng không khí qua môi trường sấy có thể làm giảm các tác động của việc làm nguội bay hơi bằng cách di chuyển liên tục không khí đã làm nguội xa khỏi viên nang và ra khỏi cửa xả của hệ thống sấy. Không khí đã làm nguội được lấy ra có thể được thay thế bằng không khí ẩm hơn đi vào để chống lại tác động làm nguội bay hơi. Quạt tuần hoàn có thể được sử dụng trong loại thiết bị sấy bất kỳ để tạo ra các lợi ích tương tự.

Theo một số phương án, dòng không khí tốc độ cao được sử dụng trong các giai đoạn sấy ban đầu vì tốc độ làm nguội bay hơi cao nhất xuất hiện trong các giai đoạn sấy ban đầu. Khi việc sấy diễn ra, tốc độ bay hơi giảm đi và vì vậy tốc độ làm nguội bay hơi cũng giảm đi. Kết quả là, tốc độ dòng không khí có thể được giảm trong các giai đoạn sấy sau trong khi vẫn chống lại một cách hiệu quả tác động của việc làm nguội bay hơi.

Bởi vậy, theo một số phương án, các thay đổi điều chỉnh về nhiệt độ và độ ẩm tương đối được sử dụng cùng với các thay đổi tùy ý về tốc độ dòng không khí để đảm bảo sấy nhanh hơn viên nang mềm với khiếm khuyết ít hơn.

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống sấy 100 theo một phương án của sáng chế. Theo phương án này, hệ thống 100 bao gồm thiết bị HVAC 102, thiết bị sấy tiêu chuẩn 104, thiết bị gia nhiệt 106, và thiết bị làm ẩm 108. Fig.5 thể hiện hệ thống sấy 200 theo phương án thứ hai của sáng chế trong đó quạt tuần hoàn tùy ý 250 đã được bổ sung

vào hệ thống sấy.

Thiết bị HVAC 102 có thể tùy ý bao gồm thiết bị hút ẩm, và được sử dụng để cấp không khí khô lạnh qua hệ thống sấy. Thiết bị HVAC 102 có thể được nối trực tiếp với van điều tiết để chỉ cấp không khí mới đến hệ thống sấy, hoặc không khí có thể được kéo vào từ và được giải phóng trở lại buồng chứa thiết bị sấy. Như được thể hiện trên Fig.5, quạt tuần hoàn cũng có thể được sử dụng để tuần hoàn không khí rời khỏi thiết bị sấy để trộn với không khí đi vào thiết bị sấy. Chỉ không khí tuần hoàn, không khí mới, không khí từ buồng sấy cấp bởi thiết bị HVAC, hoặc dạng kết hợp bất kỳ của các nguồn không khí nêu trên có thể được sử dụng trong thiết bị sấy. Độ ẩm không khí cấp từ thiết bị HVAC có thể nằm trong khoảng từ 5%RH đến 30%RH. Tốt hơn nếu độ ẩm tương đối của không khí cấp bởi thiết bị HVAC thấp hơn so với độ ẩm tương đối mong muốn của không khí trong thiết bị sấy không khí. Như vậy không khí cấp bởi thiết bị HVAC được xem là “không khí khô”.

Nhiệt độ của không khí đi vào hệ thống từ thiết bị HVAC có thể nằm trong khoảng từ 20°C đến 29°C, và nhiệt độ mong muốn có thể thường được chọn dựa trên mức phù hợp của buồng trong đó có bố trí thiết bị sấy. Tốt hơn nếu nhiệt độ không khí ra khỏi thiết bị HVAC nằm trong khoảng từ 22°C đến 26°C, và tốt nhất nếu nhiệt độ nằm trong khoảng từ 23°C đến 25°C.

Giữa thiết bị HVAC và thiết bị sấy là van điều chỉnh dòng tùy ý 110. Van điều chỉnh dòng 110, nếu được sử dụng, có thể được thiết lập, điều chỉnh thủ công, hoặc được điều chỉnh nhờ việc sử dụng các cảm biến để đóng hoặc làm giảm kích cỡ lỗ nạp khi muốn hạn chế không khí khô đi vào hệ thống.

Thiết bị sấy có thể là thiết bị sấy tiêu chuẩn bất kỳ đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở (các) dạng bất kỳ gồm băng tải sấy, thiết bị sấy đảo trộn, thiết bị sấy tầng sôi, hầm sấy, hoặc buồng sấy. Hệ thống hoặc phương pháp được mô tả ở đây là độc lập với loại thiết bị sấy sử dụng.

Thiết bị làm ẩm cấp độ ẩm cho hệ thống. Thiết bị làm ẩm có thể bao gồm thiết bị tạo hơi nước, tạo sương siêu âm, bốc hoặc đệm. Như nêu trên, bản thân viên nang ướt tạo ra độ ẩm nào đó trong môi trường sấy bởi sự bay hơi nước ra khỏi viên nang. Việc sử dụng tùy ý dòng không khí tuần hoàn có thể thu hơi ẩm ra khỏi môi trường sấy và đưa hơi ẩm này trở lại hệ thống. Độ ẩm tương đối ban đầu của hệ thống là cao khi viên nang ướt được đưa vào hệ thống và độ ẩm tương đối của hệ thống giảm theo thời gian khi sấy

viên nang. Khoảng độ ẩm tương đối hữu dụng cho việc sấy gia tốc có thể nằm trong khoảng từ 2%RH đến 89%RH phụ thuộc vào loại viên nang đang được sấy. Ví dụ, tốt hơn nếu viên nang có vật liệu nạp ưa béo, cũng được gọi là viên nang ưa béo, được sấy bằng cách sử dụng %RH thấp hơn so với viên nang có vật liệu nạp ưa nước, cũng được gọi là viên nang ưa nước.

Đối với viên nang ưa béo thì tốt hơn nếu khoảng độ ẩm tương đối ban đầu từ 49%RH đến 79%RH và khoảng độ ẩm tương đối cuối từ 2%RH đến 36%RH. Tốt hơn nữa nếu khoảng độ ẩm tương đối ban đầu đối với viên nang ưa béo là từ khoảng 59%RH đến 69%RH và khoảng độ ẩm tương đối cuối đối với viên nang ưa béo là từ khoảng 10%RH đến 24%RH.

Đối với viên nang có vật liệu nạp ưa nước thì tốt hơn nếu khoảng độ ẩm tương đối ban đầu là từ khoảng 49%RH đến 79%RH và tốt hơn nếu khoảng độ ẩm tương đối cuối là từ khoảng 15%RH đến 58%RH. Tốt hơn nữa nếu khoảng độ ẩm tương đối ban đầu đối với viên nang ưa nước là từ 59%RH đến 69%RH và khoảng độ ẩm tương đối cuối đối với viên nang ưa nước là từ khoảng 23%RH đến 57%RH.

Nhiệt độ của môi trường sấy có thể được duy trì bằng cách sử dụng thiết bị gia nhiệt. Nhiệt có thể được cấp, ví dụ, bằng một hoặc nhiều phương pháp sau, gia nhiệt bằng chi tiết gia nhiệt, nhiệt tản từ động cơ, ánh sáng, hoặc bởi lực ma sát được tạo ra bởi chính quy trình. Nhiệt độ sấy phải được duy trì thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của chế phẩm viên nang mềm cụ thể đang được sấy. Như nêu trên, nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang tăng khi sấy viên nang, và bởi vậy nhiệt độ sấy có thể được tăng theo thời gian khi nhiệt độ nóng chảy tăng. Khoảng nhiệt độ tổng thể hữu dụng cho hệ thống sấy gia tốc có thể nằm trong khoảng từ 22°C đến 68°C. Tốt hơn nếu khoảng nhiệt độ là từ khoảng 32°C mà là nhiệt độ nóng chảy của phần lớn vỏ gelatin ướt đến 48°C mà là nhiệt độ tối đa thông thường có thể được sử dụng theo các tiêu chuẩn của Cơ quan an toàn nghề nghiệp và sức khỏe (Occupational Health and Safety Administration). Tuy nhiên, với sự cách ly thích hợp và vỏ nang có các điểm nóng chảy đủ cao, trong một số trường hợp có thể sử dụng nhiệt độ cao hơn nữa để thực hiện việc sấy nhanh hơn. Ngoài ra, trong một số trường hợp, nhiệt độ thấp có thể được sử dụng phụ thuộc chủ yếu vào chế phẩm viên nang mềm cụ thể.

Nếu quạt tuần hoàn tùy ý được sử dụng, quạt này có thể là một phần của thiết bị HVAC, hoặc quạt có thể là một phần riêng biệt của hệ thống sấy. Sự tuần hoàn là tùy ý,

nhưng sự tuần hoàn có thể được sử dụng để giúp duy trì nhiệt độ mong muốn và độ ẩm tương đối trong hệ thống sấy, và cũng có thể được sử dụng để giảm chi phí năng lượng. Tốc độ quạt của quạt tuần hoàn có thể được điều chỉnh để thích hợp với hệ thống được sử dụng, và quạt có thể được vận hành theo cách nhờ đó tốc độ không khí đi qua viên nang mềm nằm trong khoảng từ 0,15m/s đến 13 m/s, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,15m/s đến 8,3m/s, và tốt nhất nếu nằm trong khoảng từ 0,35m/s đến 2,5m/s. Phụ thuộc vào loại thiết bị sấy được sử dụng, tốc độ quạt có thể được điều chỉnh. Ví dụ, đối với việc sấy tầng sôi, tốc độ quạt lớn có thể là cần thiết để tạo ra tác dụng có lợi, nhưng trong các loại thiết bị sấy này thì việc tăng dòng không khí có các tác dụng giới hạn lên việc sấy, trong khi làm tăng chi phí điện. Như vậy, các lợi ích của dòng không khí tăng phải được xem xét dựa trên chi phí vận hành quạt.

Sự giảm tốc độ dòng không khí qua viên nang do tốc độ quạt giảm sẽ làm tăng độ ẩm tương đối xung quanh viên nang vì hơi ẩm từ viên nang tiếp tục bay hơi. Kết quả là, sự điều chỉnh tốc độ quạt cũng có thể được sử dụng để điều chỉnh độ ẩm tương đối trong môi trường sấy khi quy trình sấy diễn ra, cũng như giảm tác động của việc làm nguội bay hơi. Bởi vậy, theo một số phương án, tốc độ quạt sẽ được giảm theo thời gian, liên tục hoặc gián đoạn để duy trì tốc độ quạt mà đảm bảo mức độ ẩm tương đối mong muốn không thay đổi trong hệ thống sấy.

Để sử dụng hệ thống sấy như được mô tả ở đây, và được thể hiện trên Fig.4 và Fig.5, viên nang mềm yêu cầu việc sấy như vậy được tạo ra trước tiên theo các phương pháp tiêu chuẩn. Tiếp đó, viên nang ướt được bố trí trong thiết bị sấy, và hệ thống sấy được vận hành. Nhiệt độ, độ ẩm tương đối và dòng không khí tùy ý có thể điều chỉnh được bằng tay, bằng hệ thống được lập trình, hoặc có thể được điều chỉnh dựa trên dữ liệu thu được theo thời gian thực từ hệ thống, hoặc bằng bộ điều chỉnh được lập trình trước để tạo ra mức biến đổi của nhiệt độ, độ ẩm tương đối, và tùy ý tốc độ dòng không khí dựa trên chế phẩm viên nang mềm cụ thể đang được sấy, các điều kiện môi trường cục bộ và thời gian sấy mong muốn.

Nhiệt độ ban đầu trong thiết bị sấy được lựa chọn dựa trên chế phẩm viên nang mềm cụ thể sử dụng trong vỏ nang. Nhiệt độ cần được lựa chọn để gần với, nhưng thấp hơn ít nhất từ 2 đến 3°C so với điểm nóng chảy của chế phẩm viên nang mềm cụ thể. Ví dụ, nhiệt độ có thể được duy trì từ 2°C đến 10°C, hoặc 2°C đến 7°C hoặc 2°C đến 5°C, hoặc 3°C đến 8°C hoặc 3°C đến 6°C, hoặc tốt nhất nếu thấp hơn từ 2°C đến 3°C so với

điểm nóng chảy của vỏ nang mềm trong quá trình sấy. Để duy trì chênh lệch nhiệt độ này, nhiệt độ trong hệ thống sấy sẽ phải được tăng khi điểm nóng chảy của vỏ nang tăng do việc sấy. Điểm nóng chảy của chế phẩm viên nang mềm được xác định trong phóng thí nghiệm ở các nồng độ nước thay đổi. Các đường cong hấp thụ có thể được phát triển để tương quan với nồng độ nước và độ ẩm tương đối cân bằng. Do đó, bằng cách sử dụng các đường cong hấp thụ như vậy, điểm nóng chảy của viên nang có thể được xác định theo thời gian thực trong quá trình sấy bằng cách theo dõi độ ẩm tương đối cân bằng.

Theo thời gian, khi sấy viên nang, độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang giảm và điểm nóng chảy của chế phẩm viên nang mềm tăng. Khi điểm nóng chảy tăng, nhiệt độ trong thiết bị sấy được tăng để tối đa hóa sự loại bỏ hơi ẩm ra khỏi viên nang theo thời gian đơn vị. Tốt hơn nếu nhiệt độ được điều chỉnh bằng cách sử dụng thiết bị gia nhiệt và thiết bị làm mát tùy ý.

Vì nhiệt độ của không khí cấp đến thiết bị HVAC của hệ thống có thể thấp hơn nhiệt độ mong muốn sấy, nên thiết bị gia nhiệt trong hệ thống được sử dụng để tăng nhiệt độ không khí bên trong thiết bị sấy đến điểm thiết lập mong muốn. Ngoài ra, nếu quạt tuần hoàn tùy ý được sử dụng, sự tuần hoàn không khí rời khỏi thiết bị gia nhiệt trở lại không khí đi vào thiết bị gia nhiệt có thể được sử dụng để bảo toàn nhiệt và giúp duy trì nhiệt độ điểm thiết lập mong muốn. Sau thời gian nào đó, nhiệt độ trong hệ thống có thể ổn định do mối quan tâm về độ an toàn, hoặc các yếu tố khác.

Viên nang được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng hoặc nhiệt độ môi trường khi quy trình sấy hoàn tất, hoặc gần như kết thúc. Với mục đích này, thiết bị làm mát tùy ý có thể được tính đến, hoặc lượng bổ sung của không khí lạnh hơn từ thiết bị HVAC có thể được phép đi vào thiết bị sấy.

Trong khi nhiệt độ đang được điều chỉnh, độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy cũng được điều chỉnh. Sự điều chỉnh độ ẩm được sử dụng để duy trì chất lượng của viên nang được gia nhiệt. Độ ẩm tương đối bắt đầu ở mức cao và được giảm theo thời gian khi sấy viên nang.

Tốt hơn nếu độ ẩm tương đối được điều chỉnh bởi thiết bị làm ẩm và/hoặc quạt tuần hoàn. Độ ẩm được cấp cho hệ thống bởi thiết bị làm ẩm, hoặc bởi hơi ẩm bay ra từ viên nang hoặc bởi không khí tuần hoàn. Van điều chỉnh dòng 110 cũng có thể được sử dụng trên cửa nạp không khí từ thiết bị HVAC để làm giảm, hoặc ngăn không cho dòng không khí có độ ẩm tương đối thấp đi vào thiết bị sấy để điều chỉnh thêm độ ẩm tương

đôi.

Độ ẩm tương đối được điều chỉnh để duy trì chênh lệch độ ẩm tương đối qua vỏ của viên nang nằm trong khoảng từ 15%dRH đến 35%dRH, tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 20%dRH đến 30%dRH, và tốt nhất nếu chênh lệch độ ẩm tương đối là khoảng 25%dRH. Độ ẩm tương đối trong hệ thống sấy được giảm khi sấy viên nang để duy trì chênh lệch độ ẩm tương đối này. Tuy nhiên, nếu nhiệt độ không còn tăng, do độ an toàn hoặc các lý do khác, độ ẩm tương đối có thể được thay đổi để thay đổi chênh lệch độ ẩm tương đối để thay đổi (ví dụ tăng) tốc độ bay hơi ra khỏi viên nang.

Mức biến đổi độ ẩm và nhiệt độ ví dụ đối với viên nang ưa béo được thể hiện trên Fig.6. Đường cong tương tự có thể được tạo ra đối với viên nang ưa nước. Đường cong đối với viên nang ưa nước sẽ thường có độ dốc ít dốc hơn so với đường cong đối với viên nang ưa béo. Độ ẩm cuối của viên nang ưa nước thường nằm trong khoảng từ 53% đến 57% do các khác biệt bên trong theo chế phẩm nạp. Nhiệt độ vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của chế phẩm viên nang mềm, nhiệt độ này tăng khi sấy viên nang. Sự tăng nhiệt độ theo thời gian giúp làm bay hơi ẩm ra khỏi viên nang.

Mỗi sự điều chỉnh nhiệt độ và/hoặc độ ẩm có thể được tiến hành nhờ chương trình dựa trên các tính chất vật liệu của chế phẩm viên nang mềm cụ thể, hoặc có thể được dựa trên dữ liệu tiếp nhận từ một hoặc nhiều cảm biến được bố trí trong hệ thống. Phương pháp ưu tiên trong việc lựa chọn nhiệt độ và/hoặc độ ẩm tương đối theo thời gian được dựa trên độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang, nhưng các phương pháp khác cũng có thể được sử dụng, như đo tổn hao khối lượng của viên nang.

ERH của viên nang có thể được đo theo thời gian thực. Dựa trên mối tương quan giữa ERH và nhiệt độ nóng chảy của viên nang mềm, tiếp đó ERH được vẽ đồ thị thể hiện mức biến đổi độ ẩm tương đối và nhiệt độ, hoặc đưa vào công thức dựa trên đồ thị hiệu chỉnh. Các giá trị tương ứng có thể được sử dụng để xác định các điểm thiết lập nhiệt độ và độ ẩm tương đối đối với hệ thống theo thời gian.

Độ ẩm tương đối ban đầu là cao dựa trên ERH cao đối với viên nang sản xuất và thường nằm trong khoảng từ 45%RH đến 90%RH. Hơn nữa, độ ẩm tương đối cuối đối với mỗi viên nang mềm được điều chỉnh và có thể được tùy chỉnh đối với mỗi chế phẩm. Ví dụ, đối với viên nang dầu cá thì độ ẩm tương đối cuối nằm trong khoảng từ 10%RH đến 24%RH được mong muốn. Đối với viên nang ibuprofen, độ ẩm cuối nằm trong khoảng từ 23%RH đến 57%RH được mong muốn.

Bằng cách sử dụng hệ thống này, viên nang dầu cá thông thường có thể được sấy đến độ cứng $>8N$ trong 9 giờ, và viên nang ibuprofen thông thường có thể được sấy đến độ ẩm vật liệu nạp $<7,5\%$ trong 48 giờ. Các giá trị này tương ứng với mức giảm thời gian sấy từ 60 đến 80% so với quy trình sấy viên nang gel mềm thông thường, quy trình sấy thông thường này thường mất từ 2 đến 10 ngày phụ thuộc vào chế phẩm cụ thể.

Khi viên nang được sấy đến lượng ẩm mong muốn, chúng được lấy ra khỏi thiết bị sấy. Điểm cuối của quy trình sấy có thể được xác định theo độ cứng viên nang, tổn hao khối lượng, độ ẩm vật liệu nạp được xác định bằng phương pháp Karl Fischer, độ ẩm viên nang được xác định theo tổn hao khi sấy (LOD: Loss on Drying), hoặc các phương pháp khác được biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Fig.7 thể hiện sơ đồ hệ thống điều chỉnh ưu tiên 300 đối với hệ thống sấy như được thể hiện trên Fig.5 sử dụng thiết bị sấy dạng hầm làm thiết bị sấy. Tốt hơn nếu thiết bị HVAC cấp không khí ở $25^{\circ}C$ và $10\%RH$. Tuy nhiên, các thông số về nhiệt độ không khí và độ ẩm tương đối có thể được thay đổi phụ thuộc vào mức tiện nghi buồng, và mức độ ẩm tương đối mong muốn để sấy sản phẩm cụ thể.

Ba cặp cảm biến khác nhau có thể được sử dụng trong hệ thống ưu tiên này. Cặp cảm biến thứ nhất đo độ ẩm tương đối của không khí cấp 360 và không khí quay trở lại 362. Tốt hơn nếu chênh lệch độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy được duy trì ở khoảng $25\%dRH$. Nếu muốn, độ ẩm tương đối của không khí cấp có thể được điều chỉnh và được duy trì ở các mức cao hơn một chút để giảm đến mức tối thiểu các khiếm khuyết sản phẩm khi nhiệt độ cao được sử dụng để tăng tốc độ sấy. Chênh lệch độ ẩm tương đối có thể được thiết lập ở một giá trị, hoặc có thể được thay đổi trong suốt quá trình để tác động đến thời gian sấy.

Để điều chỉnh độ ẩm tương đối, van điều chỉnh dòng 112 có thể được sử dụng trên ống ra khỏi thiết bị HVAC 102. Độ ẩm tương đối của không khí đi vào hệ thống từ thiết bị HVAC 102 là thấp, và đối với phương án này là khoảng $10\%RH$. Do đó, bằng cách giảm lượng dòng ra khỏi HVAC, độ ẩm tương đối của không khí cấp sẽ được tăng. Cảm biến độ ẩm tương đối không khí cấp 360 có thể được sử dụng để thu được số đo mà cung cấp thông tin để điều chỉnh van điều chỉnh dòng 112 dựa trên bộ điều chỉnh một vòng để duy trì chênh lệch độ ẩm tương đối mong muốn trong thiết bị sấy.

Để duy trì chênh lệch độ ẩm tương đối $25\%dRH$ và duy trì độ ẩm tối thiểu $15\%RH$, mà là mức tối thiểu ở đó van HVAC bắt đầu đóng, thuật toán sau có thể được sử

dụng:

$$=IF(RH1>MIN, (IF(RH2<(DIFF+DIFF),(RH2-MIN),DIFF),(RH2-MIN))$$

RH1: Độ ẩm tương đối từ cảm biến cấp

RH2: Độ ẩm tương đối từ cảm biến quay trở lại

DIFF: Chênh lệch độ ẩm tương đối mong muốn

MIN: Điểm thiết lập độ ẩm tối thiểu.

Ở điểm này, chênh lệch độ ẩm tương đối sẽ được tính lại để đảm bảo rằng RH1 không giảm thấp hơn điểm thiết lập tối thiểu.

Cặp cảm biến thứ hai bao gồm các cảm biến điều chỉnh nhiệt độ 364 và 366. Bộ trao đổi nhiệt hoặc chi tiết gia nhiệt khác 106 được lắp đặt trong ống cấp của thiết bị sấy 104. Cảm biến nhiệt độ cấp không khí 364 điều chỉnh sự truyền nhiệt dựa trên bộ điều chỉnh một vòng để duy trì và điều chỉnh nhiệt độ phía cấp. Như nêu trên, các giá trị nhiệt độ có thể được thiết lập tăng để tăng mức khuếch tán nước từ gel, trong khi vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy đối với chế phẩm viên nang mềm cụ thể.

Cụm cảm biến thứ ba 368, 370 được sử dụng theo phương án này của hệ thống điều chỉnh 300 là cụm cảm biến điều chỉnh dòng không khí. Việc tăng dòng không khí đã cho thấy giảm đến mức tối thiểu các tác động của việc làm nguội bay hơi, và giảm thời gian sấy như nêu trên. Các cảm biến dòng không khí có thể được sử dụng thu được thông tin cần được sử dụng để điều chỉnh dòng đến từ một mình thiết bị HVAC, hoặc tốt hơn nếu quạt tuần hoàn cũng được sử dụng trong hệ thống. Việc bổ sung quạt tuần hoàn làm tăng tốc độ không khí qua viên nang. Hoạt động của quạt tuần hoàn được dựa trên thuật toán mà giảm đến mức tối thiểu chênh lệch giữa nhiệt độ cấp và nhiệt độ quay trở lại được theo dõi bởi các cảm biến nhiệt độ bằng cách điều chỉnh tốc độ quạt.

Chênh lệch nhiệt độ [°C]	Điều chỉnh quạt [%]
<1°C	0
>1°C	100

Trong đó, nếu nhiệt độ ở cảm biến nhiệt độ cửa xả 366 nhỏ hơn 1°C so với nhiệt độ ở cảm biến nhiệt độ cửa nạp 364 thì khởi động quạt hoặc tăng tốc độ quạt.

Tốt hơn nếu mỗi quạt tuần hoàn và thiết bị HVAC cấp dòng không khí nằm trong khoảng từ 100 m³/h đến 2000m³/h. Một số van một chiều 372 cũng được bố trí khắp hệ thống để ngăn dòng ngược trở lại thiết bị HVAC, thiết bị sấy, và/hoặc ống tuần hoàn.

Quạt tuần hoàn cũng cấp không khí có độ ẩm và nhiệt độ cao hơn đến không khí cấp khi so sánh với không khí được cấp bởi thiết bị HVAC.

Mặc dù hệ thống điều chỉnh nêu trên đã được mô tả đối với việc thay đổi nhiệt độ, độ ẩm tương đối và dòng không khí, nhưng cần hiểu rằng sự giảm thời gian sấy có thể đạt được nhờ việc sử dụng một hoặc nhiều chi tiết bất kỳ trong số các chi tiết này. Hơn nữa, sự kết hợp bất kỳ của hai trong số các chi tiết nêu trên cũng có thể làm giảm thời gian sấy. Tốt hơn nếu hệ thống sử dụng kết hợp giữa điều chỉnh nhiệt độ và điều chỉnh độ ẩm để làm giảm thời gian sấy viên nang mềm và tạo ra viên nang có các tính chất vật lý chấp nhận được.

Các ví dụ dưới đây chỉ để minh họa mà không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế. Các cải biến và điều chỉnh thích hợp khác đối với các điều kiện và thông số khác nhau thường gặp trong lĩnh vực kỹ thuật này, và là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, đều nằm trong phạm vi của sáng chế. Các ví dụ sau minh họa việc thực hiện sáng chế theo một số phương án ưu tiên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1 (thời gian sấy viên nang ưa béo):

Tác động của việc thay đổi độ ẩm tương đối và nhiệt độ lên tốc độ sấy nang của viên nang ưa béo được đo. Sự điều chỉnh được thực hiện bằng cách sử dụng hầm sấy tiêu chuẩn. Nhiệt độ của hầm sấy tiêu chuẩn là 22°C và độ ẩm tương đối của hầm sấy tiêu chuẩn là 12%RH khi bắt đầu quá trình. Các mẫu thử được bố trí trên khay với giấy khay, tạo thành chồng riêng phần, và được bố trí trong hầm. Các mẫu thử viên nang được lấy cách nhau 6 giờ để thử nghiệm độ cứng.

Hai thử nghiệm so sánh được tiến hành bằng cách sử dụng thiết bị sấy đảo trộn. Đường cơ sở cho thiết bị sấy đảo trộn thu được bằng cách sử dụng thiết bị sấy đảo trộn liên tục thùng lớn CS-TJS-1. Tải thùng được giới hạn ở 60 kg và 100 kg với điểm giữa là 80 kg, và các tốc độ quay 3 vòng/phút và 6 vòng/phút được sử dụng, với điểm giữa là 4,5 vòng/phút. Độ ẩm tương đối được giữ ở 12%RH đối với thử nghiệm đường cơ sở và nhiệt độ được duy trì ở 24°C. Nghiên cứu so sánh thứ hai được tiến hành với cùng thiết bị và cùng thông số, nhưng với nhiệt độ được duy trì ở 35°C.

Các máy ghi dữ liệu được sử dụng để thu được nhiệt độ và độ ẩm tương đối bên trong thùng thiết bị sấy đảo trộn cũng như trên bộ lọc đầu vào và cửa xả của thiết bị sấy đảo trộn. Viên nang thử được lấy để đo khối lượng viên nang và độ ẩm tương đối cân

bằng (ERH) trước mỗi thử nghiệm, và độ cứng, tổn hao khối lượng, và ERH cũng được đo cách nhau 1-2 giờ trong 6 giờ đầu tiên và cách nhau 6-12 giờ sau đó đối với hai thử nghiệm so sánh.

Đối với các nghiên cứu thử nghiệm, thiết bị sấy đảo trộn liên tục thùng lớn CS-TJS-1 được cải biến để bao gồm hệ thống điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm tương đối. Thiết bị sấy đảo trộn cải biến được thể hiện trên Fig.13. Các thông số khác đều được giữ giống nhau đối với các thử nghiệm so sánh. Hệ thống điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm tương đối bao gồm ống tuần hoàn, van điều tiết, và nồi hơi để bảo toàn nhiệt năng và bổ sung độ ẩm vào hệ thống. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối trong vỏ thiết bị sấy đảo trộn được đo bằng cách sử dụng máy phát Vaisala đã hiệu chỉnh. Dòng không khí được gia nhiệt bằng cách sử dụng chi tiết gia nhiệt bố trí bên trong thiết bị sấy đảo trộn. Độ ẩm được bổ sung bằng cách sử dụng nồi hơi Nortec. ERH của viên nang được đo bằng cách sử dụng máy đo độ hoạt động nước Aqualabs trong đó bốn viên nang được bố trí trong bộ phận chứa đóng kín và độ ẩm tương đối được đo cho đến khi phát hiện tốc độ thay đổi độ ẩm tối thiểu. Nhiệt độ và độ ẩm ở các vị trí khe giữa các viên nang được theo dõi bằng cách sử dụng máy ghi dữ liệu iButton trong túi nylon.

Các mẫu thử được lấy mỗi giờ và khối lượng của 10 viên nang được cân và tính trung bình. Tổn hao khối lượng được tính từ khối lượng ban đầu. Tổn hao khối lượng được vẽ đồ thị được thể hiện trên Fig.8 từ đó các điểm thiết lập nhiệt độ và độ ẩm tương đối mới được xác định và được đưa vào. Đối với thử nghiệm này, các ước tính đối với ERH và nhiệt độ được tiến hành từ dữ liệu thu được từ trước đối với chế phẩm viên nang mềm cụ thể như được thể hiện trên đồ thị trên Fig.6, và nhiệt độ nóng chảy được tính trực tiếp từ ERH của viên nang bất kể tổn hao khối lượng. Bốn mức biến đổi nhiệt độ/độ ẩm khác nhau được tiến hành, đều bằng cách sử dụng các thay đổi của đồ thị như được thể hiện trên Fig.6.

Các nghiên cứu điều chỉnh bổ sung được tiến hành bằng cách sử dụng thiết bị sấy đảo trộn liên tục thùng lớn CS-TJS-1. Nghiên cứu điều chỉnh theo cùng một phương thức như phương pháp thử nghiệm, nhưng chỉ bao gồm mức biến đổi nhiệt độ, không có sự điều chỉnh độ ẩm tương đối. Bằng cách chỉ sử dụng nhiệt độ, viên nang bị lõm khi nguội. Viên nang có cả sự điều chỉnh nhiệt độ lẫn điều chỉnh độ ẩm không tác động đến chất lượng của viên nang. Do đó có thể kết luận rằng cả sự điều chỉnh nhiệt độ lẫn độ ẩm là cần thiết để gia tốc việc sấy.

Kết quả của ví dụ này được thể hiện trên Fig.8. Độ cứng của các mẫu thử được đo bằng cách sử dụng Bareiss Digitest Gelomat. Thông số kỹ thuật độ cứng của sản phẩm cụ thể này nằm trong khoảng từ 7 đến 10 N. Kết quả thể hiện rằng việc sử dụng sự điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm tương đối làm giảm thời gian sấy từ khoảng 36 giờ đối với các hàm sấy xuống khoảng 12 giờ. Cũng giảm thời gian sấy đối với thiết bị sấy đảo trộn tiêu chuẩn lớn hơn 50%. Việc sử dụng sự điều chỉnh chính xác hơn độ ẩm tương đối và nhiệt độ sẽ cho phép giảm thêm thời gian sấy.

Ví dụ 2 (thời gian sấy ưa nước):

Tác động của việc thay đổi độ ẩm và nhiệt độ lên tốc độ sấy viên nang đối với viên nang ưa nước được thử nghiệm bằng cách sử dụng thiết bị sấy tầng sôi quy mô phòng thí nghiệm như được thể hiện trên Fig.9. Nghiên cứu này cũng được tiến hành để quan sát chất lượng của sản phẩm ưa nước cuối. Sự điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm tương đối đối với thử nghiệm này được thực hiện thủ công và như vậy không chính xác, nhưng các kết quả vẫn cho thấy mức cải thiện sấy 80% so với thử nghiệm sấy đối chứng đạt được bởi sự giảm thời gian sấy từ 10 ngày xuống 2 ngày. Kết quả đối với thời gian sấy của các mẫu thử đối chứng và mẫu thử so sánh đối với hai mẫu thử thử nghiệm được thể hiện trên Fig.10. Bảng 1 dưới đây thể hiện các thông số đối với nhiệt độ, độ ẩm tương đối và dòng không khí mà được sử dụng cho mỗi thử nghiệm.

Đối với thử nghiệm đối chứng, viên nang ưa nước được bố trí trong đĩa cân với khăn ăn trên đỉnh ở điều kiện môi trường. Khối lượng của 10 viên nang được cân và thời gian của mỗi thử nghiệm được ghi.

Các thử nghiệm so sánh được tiến hành để so sánh các kết quả bằng cách sử dụng sự điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm tương đối theo sáng chế với việc sử dụng thiết bị sấy tầng sôi ở hai nhiệt độ khác nhau (tầng sôi 22 và tầng sôi 32). Đối với các thử nghiệm thiết bị sấy tầng sôi so sánh, dòng không khí được duy trì ở khoảng 12 m/s từ đầu đến cuối thử nghiệm. Đối với tầng sôi 22, nhiệt độ được duy trì ở khoảng 22°C. Độ ẩm không được điều chỉnh và thay đổi trong khoảng từ 10,9%RH đến 14,8%RH. Các điều kiện nhiệt độ và độ ẩm này là giống như “điều kiện môi trường” được sử dụng cho thử nghiệm đối chứng.

Đối với tầng sôi 32, độ ẩm không được điều chỉnh và được đo trong khoảng từ 5,2%RH đến 8,0%RH trong thử nghiệm này. Nhiệt độ được duy trì ở khoảng 32°C bằng

cách sử dụng thiết bị gia nhiệt. Độ ẩm tương đối thấp hơn có thể được giải thích bởi nhiệt độ cao hơn được sử dụng trong thử nghiệm so sánh này.

Hai mẻ thử nghiệm khác nhau được so sánh với hai mẫu thử đối chứng và hai mẫu thử so sánh về tốc độ sấy. Hai thử nghiệm này được ký hiệu Độ ẩm 2 và Độ ẩm 5 trên Bảng 1. Dòng không khí không được tạo tầng sôi và được duy trì thấp hơn 1 m/s đối với các thử nghiệm này để sự điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm có thể được đánh giá. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối được điều chỉnh từ đầu đến cuối các thử nghiệm. Mỗi thử nghiệm tiến hành sử dụng một công thức khác nhau dựa trên điểm nóng chảy và ERH đối với chế phẩm gel mềm cụ thể để tạo tương quan giữa tổn hao khối lượng với điểm thiết lập độ ẩm tiếp theo. Đối với nhiệt độ mẻ thử nghiệm thứ nhất, nhiệt độ được tăng từ khoảng 30°C đến khoảng 45°C, sau đó nhiệt độ được giảm trở lại xuống 25°C. Độ ẩm tương đối được duy trì ở mức cao từ đầu đến cuối thử nghiệm và nằm trong khoảng từ 75%RH đến 30%RH và thường giảm khi nhiệt độ tăng.

Đối với mẻ thử nghiệm thứ hai, nhiệt độ được tăng từ khoảng 30°C đến khoảng 42°C, sau đó nhiệt độ giảm trở lại xuống 25°C. Độ ẩm tương đối cũng được duy trì ở mức cao từ đầu đến cuối thử nghiệm và nằm trong khoảng từ 70%RH đến 40%RH khi nhiệt độ tăng. Khác biệt giữa thử nghiệm thứ nhất và thử nghiệm thứ hai là các điểm thiết lập cụ thể mà được sử dụng sau mỗi thử nghiệm.

Tổn hao khối lượng được đo theo thời gian. Viên nang ưa nước được xem là khô khi có 1,9 g tổn hao khối lượng/10 viên nang.

Một số mẻ bổ sung cũng được thử nghiệm với sự thay đổi nhiệt độ, dòng không khí tạo tầng sôi và độ ẩm. Các thông số cho mỗi thử nghiệm này được thể hiện trên Bảng 1. Mỗi viên nang được kiểm tra bằng mắt khi hoàn tất quy trình. Các kết quả quan sát bằng mắt cũng được thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1

	Ngày	Thời gian	Khối lượng (g)	Dòng không khí (m/s)	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Quan sát
Đối chứng 1	22/5	13:40	10,189	Điều kiện phòng			Không quá khô chỉ 5 ngày có một số khiếm khuyết hình dạng
	22/5	16:11	9,525				
	23/5	15:45	8,866				
	28/5	10:30	8,466				
		Tồn hao khối lượng =	1,723				
Đối chứng 2	27/5	14:23	10,148	Điều kiện phòng			khô/trong/xanh dương-xanh lá cây/bóng 10 ngày
	27/5	17:15	9,403				
	28/5	10:45	8,875				
	29/5	14:31	8,628				
	30/5	10:44	8,529				
	2/6	10:55	8,367				
	3/6	10:59	8,333				
	4/6	10:26	8,306				
	5/6	11:10	8,283				
	6/6	9:32	8,265				
		Tồn hao khối lượng =	1,883				
Tầng sôi 22	22/5	13:40	10,212	12,59	22,4	10,9	hóa cứng vỏ/da/ các khiếm khuyết hình dạng
	22/5	16:11	9,196	13,1	22,9	14,8	
	23/5	15:45	8,736	12,51	23	12,2	
	27/5	10:30	8,389	13,31	22,2	13,1	
		Tồn hao khối lượng =	1,82				
Tầng sôi 32	30/5	10:56	10,142	11,56	30,3	7,5	quá khô? hóa cứng vỏ ít hơn/bóng
	30/5	13:40	9,077	12,16	30,7	8	
	2/6	10:49	8,329	12,34	31	7,1	
	3/6	10:59	8,268	12,54	31	5,2	
		Tồn hao khối lượng =	1,874				
Tầng sôi w/mức biến đổi MTB	27/5	14:37	10,071	12,69	30,8	7,6	lõm mạnh 41°C
	27/5	17:15	9,058	11,91	31,3	8	
	28/5	10:45	8,473	11,69	36	6	
	29/5	14:31	8,204	11,34	40,1	2,4	
	30/5	10:44	8,126	11,67	40,5	2,6	
		Tồn hao khối lượng =	1,998				

Bảng 1 (tiếp)

	Ngày	Thời gian	Khối lượng (g)	Dòng không khí (m/s)	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Quan sát
Tầng sôi	3/6	11:12	10,247	12,45	31,8	4,8	lõm mạnh 49°C quá cao
w/mức biến đổi nhanh	3/6	12:08	9,356	12,56	31,7	4,2	
	3/6	13:22	9,118	11,32	38,1	2	
	3/6	16:10	8,911	11,24	39	1,6	
	4/6	10:21	8,469	11,61	40	1,5	
	4/6	16:39	8,376	10,63	43,6	3,1	
	5/6	8:52	8,276	11,41	44,2	1	
	5/6	11:04	8,26	10,89	48,2	1,2	
		Tổng hao khối lượng =	1,987				
Hầm 32	5/6	13:47	10,512	0,45	31	6,7	
	5/6	15:10	9,48	0,35	30,8	13,5	
	5/6	16:56	9,289	0,36	32	7,1	
	6/6	9:30	8,845	0,39	32,4	6,3	
	9/6	10:10	8,476	0,37	32,3	7,5	
		Tổng hao khối lượng =	2,036				
Thử nghiệm 1	9/6	11:13	10,323	<1	30,8	58,9	hơi trong/các khiếm khuyết hình dạng/lõm (nóng chảy)
	9/6	13:10	9,253		32,2	60,4	
	9/6	14:58	9,082		33,6	40,4	
	9/6	16:25	8,962		35,6	39	
	10/6	8:56	8,628		35,7	29,4	
	10/6	11:06	8,597		38,2	35,3	
	10/6	14:25	8,555		38,2	33,8	
	10/6	17:23	8,823		39,7	29,5	
	11/6	9:00	8,4		39,2	6,8	
	11/6	10:48	8,393		41,8	35,4	
		Tổng hao khối lượng =	1,93				
Thử nghiệm 2	11/6	14:47	10,161	<1	31,2	55	hơi trong/các khiếm khuyết hình dạng/lõm (nóng chảy)
	11/6	15:41	9,302		32,3	51	
	11/6	16:53	9,062		36,9	46	
	12/6	8:59	8,53		31,6	41,9	
	12/6	11:43	8,489		40,5	42,2	
	12/6	15:59	8,435		40,8	43,8	
	13/6	8:45	8,177		42,9	1	
		Tổng hao khối lượng =	1,88				

Bảng 1 (tiếp)

	Ngày	Thời gian	Khối lượng (g)	Dòng không khí (m/s)	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Quan sát
Thử nghiệm 3	16/6	11:23	10,324	<1	30,3	54,8	Xanh lá cây nhưng mờ đục quá nóng
	16/6	12:41	9,39		31,6	55,1	
	16/6	14:42	9,171		33,2	49,5	
	16/6	16:59	9,048		35	45	
	17/6	8:49	8,653		40,3	34,4	
	17/6	16:34	8,555		41,7	30,2	
	18/6	9:16	8,417		44,1	37	
	18/6	13:18	8,4		38,8	38,8	
	18/6	14:34	8,396		30,8	23,7	
	18/6	17:04	8,392		28,8	27,6	
		Tổng hao khối lượng =	1,93				
Thử nghiệm 4	19/6	10:20	10,18	<1	29,4	76,1	Xanh lá cây nhưng mờ đục quá nóng
	19/6	11:30	9,385		32,7	65	
	19/6	13:15	9,126		33,9	65,7	
	19/6	6:46	8,91		36,2	44,6	
	20/6	8:59	8,517		41	36,3	
	20/6	16:15	8,421		41,8	37,3	
	23/6	9:00	8,322		27,5	55,9	
		Tổng hao khối lượng =	1,858				
Thử nghiệm 5	23/6	14:16	9,918	<1	28,8	71,8	Màu rất đẹp/bóng/trong
	23/6	15:26	9,129		31,9	69,4	
	23/6	17:19	8,895		32,8	64,4	
	24/6	8:50	8,488		33,5	62,3	
	24/6	11:03	8,456		35,3	58,5	
	24/6	14:31	8,42		35,8	61,7	
	24/6	16:53	8,379		38,2	52	
	25/6	8:45	8,224		39,1	48	
	25/6	11:40	8,196		41,2	42,5	
	25/6	13:04	8,192		34	50,3	
	25/6	14:16	8,185		31,9	46,1	
		Tổng hao khối lượng =	1,933				
Thử nghiệm 6	25/6	15:26	10,077	Tầng sôi	28	75,4	Tầng sôi không hữu dụng mờ đục hóa cứng vỏ
	25/6	16:44	9,203		28	71	
	26/6	8:54	8,708		24,2	79,6	
	26/6	11:05	8,659		33,9	45	
	26/6	15:33	8,639		34,7	53,3	
	27/6	8:47	8,414		36,6	51	
	27/6	14:35	8,349		28	49	
	27/6	16:14	8,745		22,3	51,7	
		Tổng hao khối lượng =	1,682				

Các kết quả từ ví dụ này cho thấy rằng bằng cách theo dõi tổn hao khối lượng và độ ẩm tương đối cân bằng đã biết của sản phẩm, việc sử dụng mức biến đổi nhiệt độ tăng được thấy làm giảm thời gian chu trình sấy lên đến 80% từ 10 ngày xuống 2 ngày. Sự điều chỉnh độ ẩm là cần thiết để duy trì chất lượng của viên nang được sấy. Không có sự điều chỉnh độ ẩm, viên nang bị lõm và biến màu. Với sự điều chỉnh độ ẩm, viên nang trở nên trong, bóng, và có màu sắc tốt, cho thấy rằng sự điều chỉnh nhiệt độ và độ ẩm cải thiện đáng kể thời gian chu trình sấy trong khi duy trì chất lượng của viên nang.

Ví dụ 3 (sử dụng hệ thống điều chỉnh trong thiết bị sấy dạng hầm):

Một phương án của sáng chế được thử nghiệm bằng cách sử dụng thiết bị sấy dạng hầm tiêu chuẩn. Quạt tuần hoàn dòng không khí tương đương đến thiết bị HVAC hiện có được bổ sung vào các hầm sấy dùng để sấy viên nang gel mềm. Hệ thống sấy này bao gồm các cảm biến nhiệt độ, cảm biến độ ẩm, cảm biến dòng, chi tiết gia nhiệt, và van điều tiết để điều chỉnh việc cấp không khí nguội khô vào hầm sấy, như được thể hiện trên Fig.7 và như nêu trên. Quạt tuần hoàn làm tăng dòng không khí. Chi tiết gia nhiệt làm tăng nhiệt độ trong hầm. Van điều chỉnh dòng được sử dụng để tác động đến độ ẩm tương đối trong hầm bằng cách hạn chế dòng không khí khô từ thiết bị HVAC vào vòng tuần hoàn. Hơi ẩm bay ra từ viên nang tạo ra độ ẩm trong hầm sấy. Chênh lệch độ ẩm tương đối được theo dõi bởi cảm biến độ ẩm được bố trí phía trước và phía sau hầm và được duy trì bởi van điều chỉnh dòng, mà được sử dụng để cho phép lượng tăng không khí khô từ thiết bị HVAC vào trong hầm. Theo thiết kế cụ thể này, tốc độ không khí vào trong hầm có thể được giảm, mà sau đó làm tăng độ ẩm tương đối khi các tác động của việc làm nguội bay hơi giảm đi.

Thử nghiệm xử lý không khí

Bộ xử lý không khí HVAC điều chỉnh dòng dựa trên sự tính tổng dòng không khí cần thiết cho mỗi hầm. Điều này có nghĩa là bảo toàn năng lượng khi không cần đến các hầm. Dòng không khí tối đa qua bộ phận xử lý không khí là 3500 m³/h. Dựa trên đề xuất của nhà sản xuất, áp suất ống tối đa là 1200 Pa. Để tránh hư hại cho ống, các khóa liên động được lắp đặt để mở van điều tiết đi vòng ở 960 Pa, và đóng bộ phận xử lý không khí ở 1080 Pa.

Với tất cả các van điều tiết, các van và đường dẫn vòng được đóng kín, dòng không khí tối thiểu ghi được là 1200 m³/h. Dòng không khí tối thiểu ghi được qua mỗi hầm lần lượt là 220 m³/h, 260 m³/h, và 300 m³/h. Kết quả là, dòng không khí ước tính

420 m³/h bị rò rỉ qua van điều tiết đi vòng, tổn hao bằng 35%.

Với HVAC ở 100%, dòng không khí tối đa qua mỗi hầm cải biến được đo riêng biệt lần lượt ở 2221 m³/h, 2116 m³/h, và 2201 m³/h. Với mỗi sự thiết lập hầm trong AUTO ở 850 m³/h, đã thấy rằng hệ số hiệu chỉnh 30% cần được bổ sung vào điểm thiết lập nhằm duy trì đủ áp suất để có được dòng không khí cần thiết. Điều này có thể được giải thích bởi sự rò rỉ không khí qua van điều tiết đi vòng.

Đối với dòng không khí tuần hoàn, với quạt tuần hoàn tắt, dòng không khí tối thiểu qua các ống tuần hoàn lần lượt là 18 m³/h, 20 m³/h và 46 m³/h. Giá trị này có thể được xem là bằng không khi van một chiều được lắp đặt giữa quạt tuần hoàn và HVAC. Để tránh hư hại động cơ, tần số tối thiểu 6 Hz được thiết lập trên bộ biến đổi tần số (VFD: Variable frequency Drive). Theo thiết bị này, tần số tối thiểu của bộ phận xử lý không khí cũng được thiết lập ở 6 Hz. Do khối lượng của van một chiều, dòng không khí tuần hoàn không tăng cho đến khi tốc độ quạt đạt đến 30-40 Hz. Kết quả này tương ứng với dòng không khí nằm trong khoảng từ 260 đến 290 m³/h. Kết quả là, sự điều chỉnh nào đó có thể đã bị mất gần cuối quá trình sấy.

Với các quạt tuần hoàn ở 100%, và dòng không khí HVAC vào trong hầm được thiết lập ở 850 m³/h trong AUTO, dòng không khí tuần hoàn tối đa trong các hầm lần lượt là 1685 m³/h, 2067 m³/h, và 1705 m³/h. Khác biệt là do cân bằng áp suất mỏng manh giữa HVAC và quạt tuần hoàn. Thông số kỹ thuật đối với quạt tuần hoàn là 2400 m³/h. Do đó, quạt tuần hoàn không đáp ứng thông số kỹ thuật. Đối với các thử nghiệm tiếp theo, tần số tối đa của quạt tuần hoàn được thiết lập tạm thời ở 77 Hz.

Điều chỉnh độ ẩm

Dòng không khí được điều chỉnh theo tầng bởi bộ phận điều chỉnh chênh lệch độ ẩm tương đối ở điểm thiết lập 25%RH. Chênh lệch độ ẩm tương đối được duy trì ở 25%RH và độ ẩm tương đối tối thiểu là 15%RH bằng cách sử dụng thuật toán:

$$= \text{IF}(\text{RH1} > \text{Min}, (\text{IF}(\text{RH2} < (\text{DIFF} + \text{DIFF}), (\text{RH2} - \text{MIN}), \text{DIFF}), (\text{RH2} - \text{MIN})))$$

Chênh lệch độ ẩm tương đối được tính lại để đảm bảo RH1 không giảm thấp hơn mức tối thiểu 15%RH.

Điều chỉnh nhiệt độ

Nhiệt độ tối đa bị giới hạn bởi cảm biến 40°C. Với nhiệt độ thiết lập ở 35°C trong AUTO, đã thấy rằng van điều chỉnh không mở cho đến ~30% và không đóng cho đến ~20%, khiến cho sự điều chỉnh nhiệt độ khó khăn hơn.

Kết quả

Trong quá trình phân tích, có một số trường hợp trong đó dòng không khí không đạt đến mức mong đợi vì các quạt tuần hoàn không đáp ứng thông số kỹ thuật. Hệ số hiệu chỉnh phải được bổ sung vào điểm thiết lập HVAC vì tổng các dòng không khí trong hầm không tăng thêm. Điều này có thể do sự rò rỉ qua van điều tiết đi vòng. Ngoài ra, dòng không khí dường như bị giới hạn do độ giảm áp. Dòng không khí trung bình ở lỗ thông khí quay trở lại bên trên cửa đo được là $1964 \text{ m}^3/\text{h}$.

Sử dụng dòng không khí trung bình đo được bằng $1964 \text{ m}^3/\text{h}$ nêu trên, tốc độ dòng không khí qua các khay được đo với các tấm chắn nằm ở giữa mỗi chồng khay. Các tấm chắn là các tấm chất dẻo được bố trí giữa mỗi chồng khay để ngăn không cho dòng không khí đi quanh chồng khay và đổi hướng dòng không khí để đi qua chồng khay. Các kết quả thể hiện tốc độ cao và ổn định giữa các khay. Tuy nhiên, tốc độ dòng không khí nhỏ hơn nhiều $1,53 \text{ m/s}$ theo lý thuyết. Các tấm chắn bị mòn tương đối và đôi khi bị nứt. Do đó, thiết kế tấm chắn khác có thể là cần thiết. Do vậy, có thể đạt được tốc độ tốt hơn. Mặc dù thấp hơn dòng không khí dự tính, nhưng tốc độ khay không thể hiện sự cải thiện so với các lần đo trước. Sự so sánh kết quả đối với tốc độ dòng không khí được thể hiện trên Fig.11.

Dòng không khí trong các hầm tiêu chuẩn không có các tấm chắn trung bình là $0,29 \text{ m/s}$. Dòng không khí trong các hầm tiêu chuẩn có các tấm chắn trung bình là $0,41 \text{ m/s}$, và dòng không khí trong các hầm cải biến có các tấm chắn trung bình là $0,86 \text{ m/s}$. Do đó, dòng không khí trong các hầm cải biến có các tấm chắn lớn hơn hai lần dòng không khí trong các hầm tiêu chuẩn có các tấm chắn, và lớn hơn gần ba lần dòng không khí của các hầm tiêu chuẩn không có các tấm chắn.

Diện tích khe hở khay của các chồng khay cực thấp trong hầm đo được là 5360 cm^2 . Tốc độ không khí đi qua, bên trên, đến các phía bên, và bên dưới các chồng khay trong các hầm cải biến trung bình là $0,69 \text{ m/s}$. Kết quả là dòng không khí qua các chồng khay trong hầm đo được là $1330 \text{ m}^3/\text{h}$, với dòng không khí dự tính là $1964 \text{ m}^3/\text{h}$. Đây là độ lệch 32%.

Thử nghiệm ướt

Khoảng 15 kg nước được nạp lên mỗi chồng khay ($\sim 180 \text{ ml/khay}$) để mô phỏng lượng nước bay hơi ra khỏi viên nang mềm trong hầm sấy. Hệ thống điều chỉnh ngay lập tức tăng độ ẩm và giảm nhiệt độ ra khỏi chồng thứ nhất ngay khi chồng khay đi vào hầm.

Quạt tuần hoàn bật ngay đến tốc độ cao nhất khi thấy chênh lệch nhiệt độ $>1^{\circ}\text{C}$. Sau 2-3 giờ, tất cả 9 chồng khay có nước đã được bố trí trong hầm. Cả cảm biến nhiệt độ lẫn cảm biến độ ẩm ghi mỗi chồng khay khi chúng đi vào hầm.

Sự bay hơi nước là quá mức và độ ẩm tương đối sau khoảng 4 giờ đạt đến 91%RH. Khi độ ẩm tương đối tăng, van điều chỉnh dòng không khí đóng để duy trì chênh lệch độ ẩm tương đối bằng 25%RH.

Để tăng tốc độ của thử nghiệm, nhiệt độ được tăng đến 34°C sau 3 giờ. Van nước nóng được mở và tiếp đó được đóng để duy trì điểm thiết lập này. Mặc dù, nhiệt độ dòng cấp đạt đến 34°C , nhưng nhiệt độ dòng quay trở lại hiếm khi đạt được 28°C trước khi quy trình bắt đầu làm nguội. Điều này cho thấy rằng chồng khay cuối vẫn chứa hơi ẩm nào đó, nhưng tiếp tục sấy ở nhiệt độ an toàn. Ngoài ra, nhiệt độ dòng quay trở lại do việc làm nguội bay hơi không bao giờ giảm thấp hơn 18°C , trong khi nhiệt độ bầu ướt thường là 9°C . Kết quả là, viên nang được giữ ẩm và được dự tính sấy nhanh hơn. Gần cuối quá trình sấy, độ ẩm tương đối dòng quay trở lại giảm thấp hơn 35%RH, mà là chỉ báo rằng quy trình sấy gần như hoàn tất và nhiệt độ bắt đầu quay trở lại bình thường ở 24°C .

Khi chênh lệch nhiệt độ giảm thấp hơn 1°C , quạt tuần hoàn chạy chậm lại. Khi quạt tuần hoàn chạy chậm lại, độ ẩm tương đối tăng, và bộ phận điều chỉnh dòng không khí được mở để giảm độ ẩm tương đối. Bộ điều chỉnh dòng không khí đóng khi đạt đến điểm thiết lập độ ẩm tối thiểu 15%RH. Cuối cùng, tất cả ba sự điều chỉnh tuần hoàn, điều chỉnh nhiệt độ và điều chỉnh độ ẩm chậm lại đến khi dừng và quy trình sấy hoàn tất. Các khay được kiểm tra và nước không còn lại trên các chồng khay. Quy trình sấy này được khởi động và dừng một cách tự động.

Mặc dù dòng không khí không đáp ứng các thông số kỹ thuật, nhưng sơ đồ điều chỉnh cũng có thể khởi động và dừng thiết bị sấy một cách tự động.

Ví dụ 4

Viên nang giả được được tạo ra từ gelatin tiêu chuẩn L2ARB và dầu dừa phân đoạn (FCO: fractionated coconut oil) được tạo ra bằng cách sử dụng các quy trình sản xuất tiêu chuẩn và được sấy ở hai mức nhiệt độ khác nhau là 35°C và 48°C . Độ cứng của viên nang được đo trên một khoảng ERH bằng cách sử dụng Bareiss Digitest Gelomat. Kết quả được thể hiện trên Fig.12. Viên nang đã xử lý nhiệt mềm hơn ở độ ẩm tương đối tương tự, và ít giòn hơn và ít có thể vỡ.

Tuy nhiên, cần hiểu rằng mặc dù nhiều đặc tính và ưu điểm của sáng chế đã được đề cập trong phần mô tả ở trên, cùng với các chi tiết về kết cấu và chức năng theo sáng chế, nhưng phần mô tả chỉ nhằm mục đích minh họa, và các thay đổi có thể được tiến hành về chi tiết, đặc biệt là về hình dạng, kích cỡ và cách bố trí các bộ phận theo nguyên lý của sáng chế với phạm vi đầy đủ được thể hiện theo nghĩa rộng thông thường của các thuật ngữ trong đó yêu cầu bảo hộ kèm theo được diễn đạt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống sấy dùng để sấy viên nang mềm bao gồm:

ít nhất một thiết bị sấy (100, 200);

một bộ phận (102) nối thông với thiết bị sấy (100, 200) để cấp dòng không khí đến thiết bị sấy (100, 200);

một thiết bị làm ẩm (108) được cấu tạo để có thể làm tăng độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy (100, 200);

một thiết bị gia nhiệt (106) được cấu tạo để có thể làm tăng nhiệt độ của không khí trong thiết bị sấy (100, 200), và

van điều chỉnh dòng (110) được cấu tạo để điều chỉnh lượng dòng không khí từ bộ phận (102) đến thiết bị sấy (100, 200),

khác biệt ở chỗ, tổ hợp của van điều chỉnh dòng (110) và thiết bị làm ẩm (108) được cấu tạo để điều chỉnh độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy (100, 200) sao cho độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy (100, 200) giảm theo thời gian từ độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH đến độ ẩm tương đối cuối nằm trong khoảng từ 10%RH đến 24%RH, hoặc từ độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH đến độ ẩm tương đối cuối nằm trong khoảng từ 23%RH đến 57%RH, và độ ẩm tương đối được giảm theo cách nhờ đó chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy (100, 200) và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm được duy trì nằm trong khoảng từ 15%RH đến 35%RH.

2. Hệ thống sấy theo điểm 1, còn bao gồm quạt tuần hoàn (250) được bố trí và được cấu tạo để tuần hoàn dòng không khí quay trở lại từ cửa xả của thiết bị sấy (100, 200) đến bộ phận (102) mà cấp dòng không khí đến thiết bị sấy (100, 200).

3. Hệ thống sấy theo điểm 2, trong đó thiết bị làm ẩm (108) bao gồm quạt tuần hoàn (250).

4. Hệ thống sấy theo điểm 1, còn bao gồm quạt tuần hoàn (250) được bố trí và được cấu tạo để tuần hoàn dòng không khí quay trở lại từ cửa xả của thiết bị sấy (100, 200) đến bộ phận (102) mà cấp dòng không khí đến thiết bị sấy (100, 200), và trong đó van điều chỉnh dòng (110) được cấu tạo sao cho việc giảm lượng dòng không khí từ bộ phận (102) đến thiết bị sấy (100, 200) làm tăng độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy (100,

200) và việc tăng lượng dòng không khí từ bộ phận (102) đến thiết bị sấy (100, 200) làm giảm độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy (100, 200).

5. Hệ thống sấy theo điểm 1, trong đó thiết bị gia nhiệt (106) được cấu tạo để tăng nhiệt độ theo thời gian theo mức biến đổi nhiệt độ dựa trên điểm nóng chảy của vỏ nang của viên nang mềm.

6. Hệ thống sấy theo điểm 1, trong đó tổ hợp của van điều chỉnh dòng và thiết bị làm ẩm được cấu tạo để điều chỉnh độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy sao cho độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy giảm theo thời gian từ độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH đến độ ẩm tương đối cuối nằm trong khoảng từ 10%RH đến 24%RH.

7. Hệ thống sấy theo điểm 1, trong đó độ ẩm tương đối được giảm theo cách nhờ đó chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy (100, 200) và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm được duy trì nằm trong khoảng từ 15%dRH đến 35%dRH.

8. Phương pháp sấy viên nang mềm bằng cách sử dụng hệ thống sấy theo điểm 1, bao gồm các bước:

a) cấp dòng không khí đến viên nang mềm ở tốc độ không khí đi qua viên nang mềm nằm trong khoảng từ 0,15 m/s đến 13 m/s;

b) tăng, theo thời gian, nhiệt độ sấy mà tiếp xúc với viên nang mềm trong khi đảm bảo rằng nhiệt độ sấy này vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang của viên nang mềm;

c) duy trì chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm nằm trong khoảng từ 15%dRH đến 35%dRH cho đến khi độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm đạt đến độ ẩm tương đối mong muốn; và

d) cho viên nang mềm thu được từ bước c) tiếp xúc với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C.

9. Phương pháp theo điểm 8, còn bao gồm bước:

giảm tốc độ dòng không khí mà tiếp xúc với viên nang mềm, khi viên nang mềm khô.

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó viên nang mềm là ưa béo.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó viên nang mềm là ưa béo và độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 59%RH đến 69%RH.

12. Phương pháp theo điểm 8, trong đó độ ẩm tương đối thấp nhất mà tiếp xúc với viên nang mềm nằm trong khoảng từ 10%RH đến 24%RH.

13. Phương pháp theo điểm 8, trong đó viên nang mềm là ưa nước.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH và độ ẩm tương đối thấp nhất mà tiếp xúc với viên nang mềm nằm trong khoảng từ 23%RH đến 57%RH.

15. Phương pháp sấy viên nang mềm bằng cách sử dụng hệ thống sấy theo điểm 1, phương pháp này bao gồm các bước:

a) cấp dòng không khí đến viên nang ở tốc độ không khí đi qua viên nang mềm nằm trong khoảng từ 0,15 m/s đến 13 m/s;

b) tăng, theo thời gian, nhiệt độ sấy mà tiếp xúc với viên nang mềm trong khi đảm bảo rằng nhiệt độ sấy này vẫn thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vỏ nang của viên nang mềm;

c) cho viên nang mềm tiếp xúc với độ ẩm tương đối ban đầu nằm trong khoảng từ 49%RH đến 79%RH;

d) làm giảm độ ẩm tương đối mà tiếp xúc viên nang mềm khi viên nang mềm khô đến khi độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm đạt đến độ ẩm tương đối mong muốn; và

e) cho viên nang mềm thu được từ bước d) tiếp xúc với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C, khác biệt ở chỗ, trong bước d) chênh lệch giữa độ ẩm tương đối trong thiết bị sấy và độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm được duy trì nằm trong khoảng từ 15%dRH đến 35%dRH cho đến khi độ ẩm tương đối cân bằng của viên nang mềm đạt đến độ ẩm tương đối mong muốn.

1/12

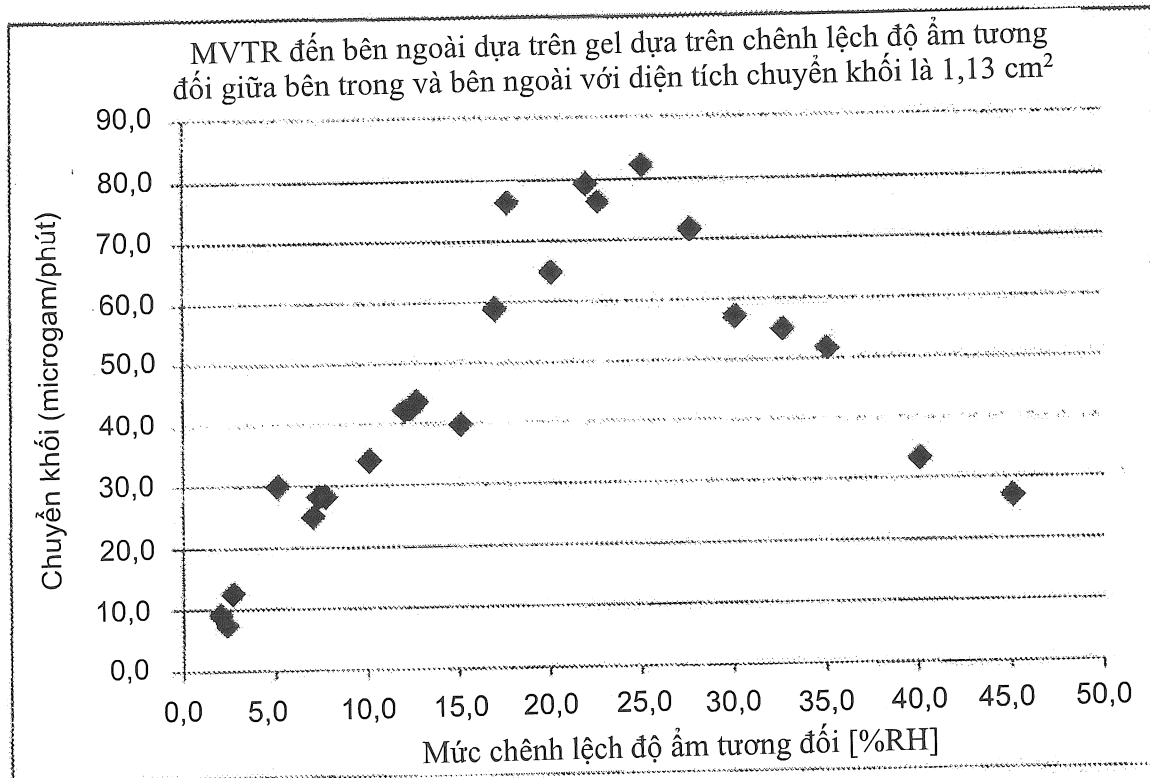


Fig.1

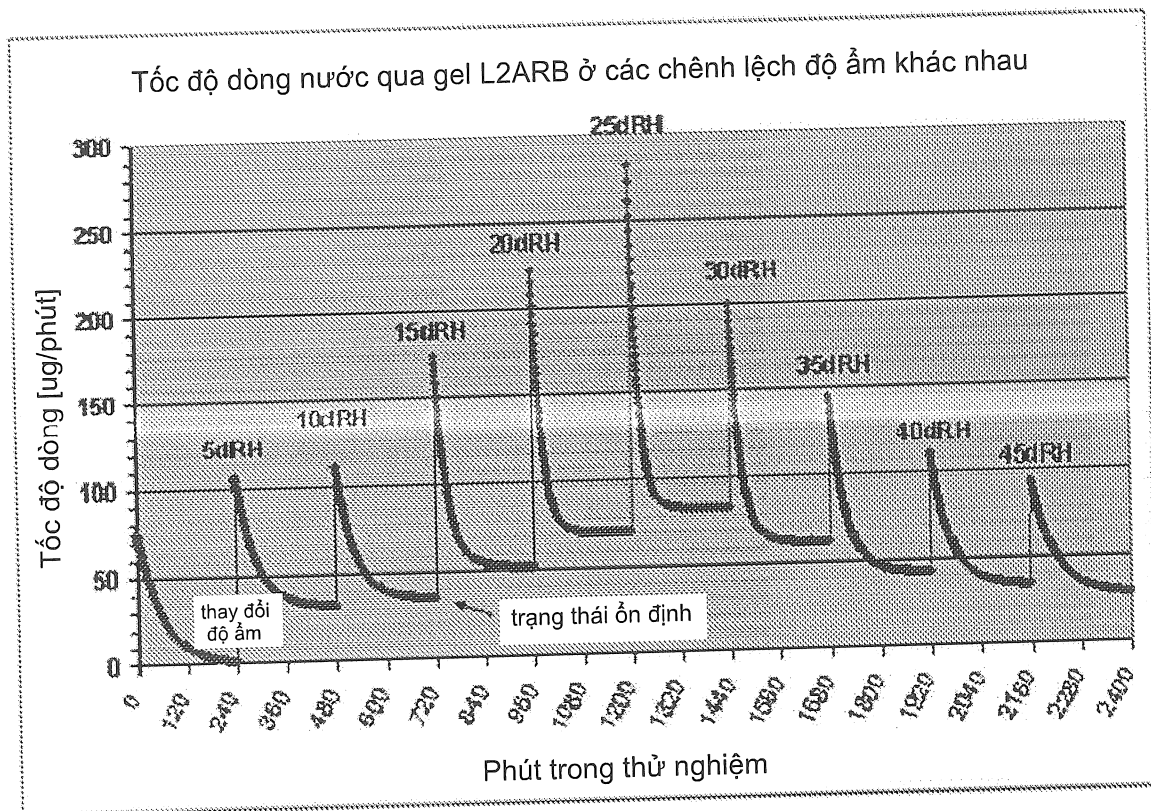


Fig.2

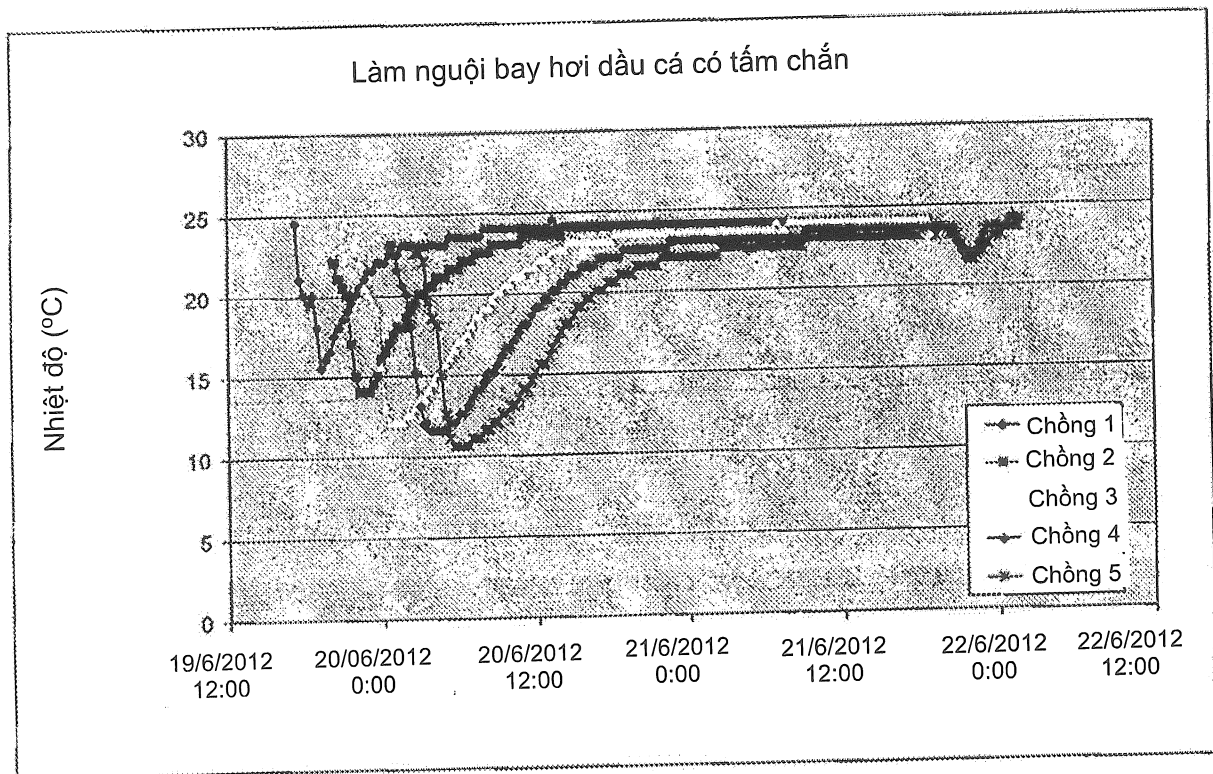


Fig.3

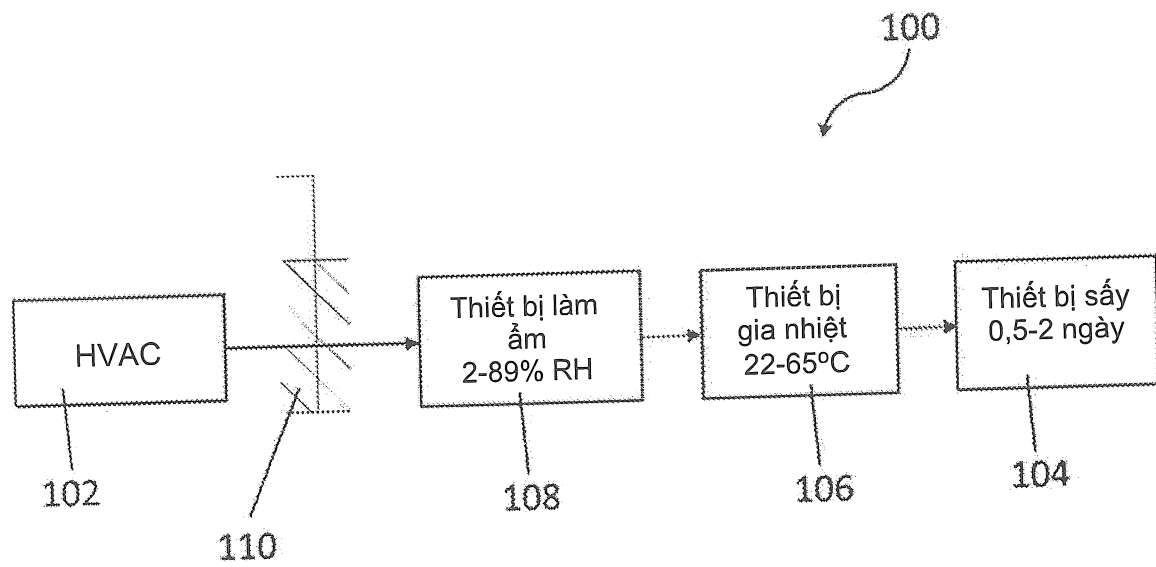


Fig.4

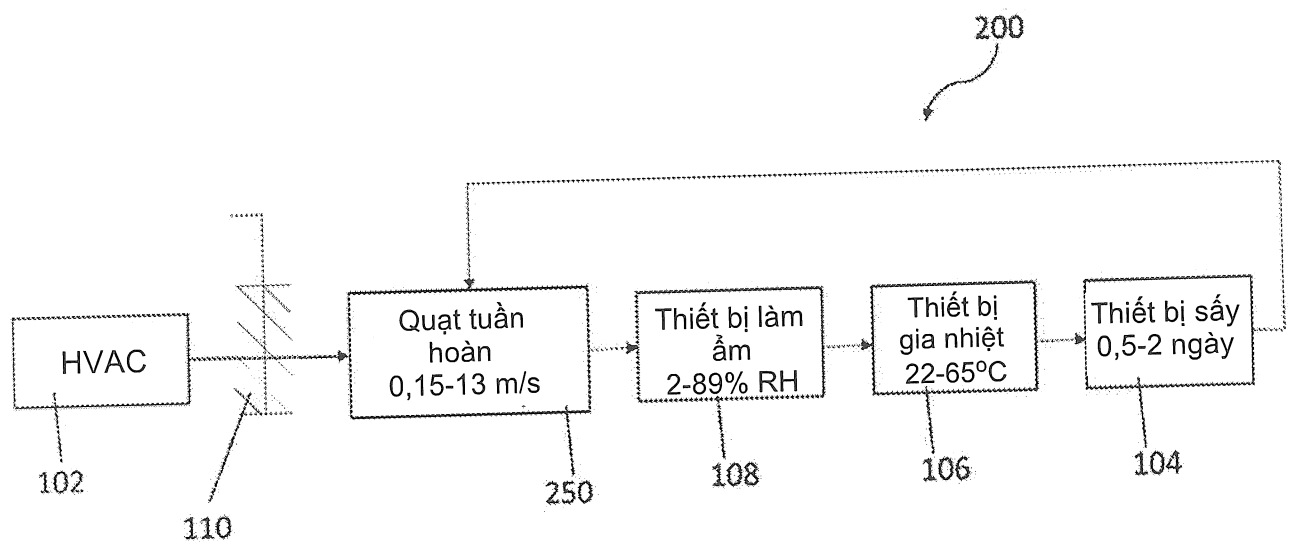


Fig.5

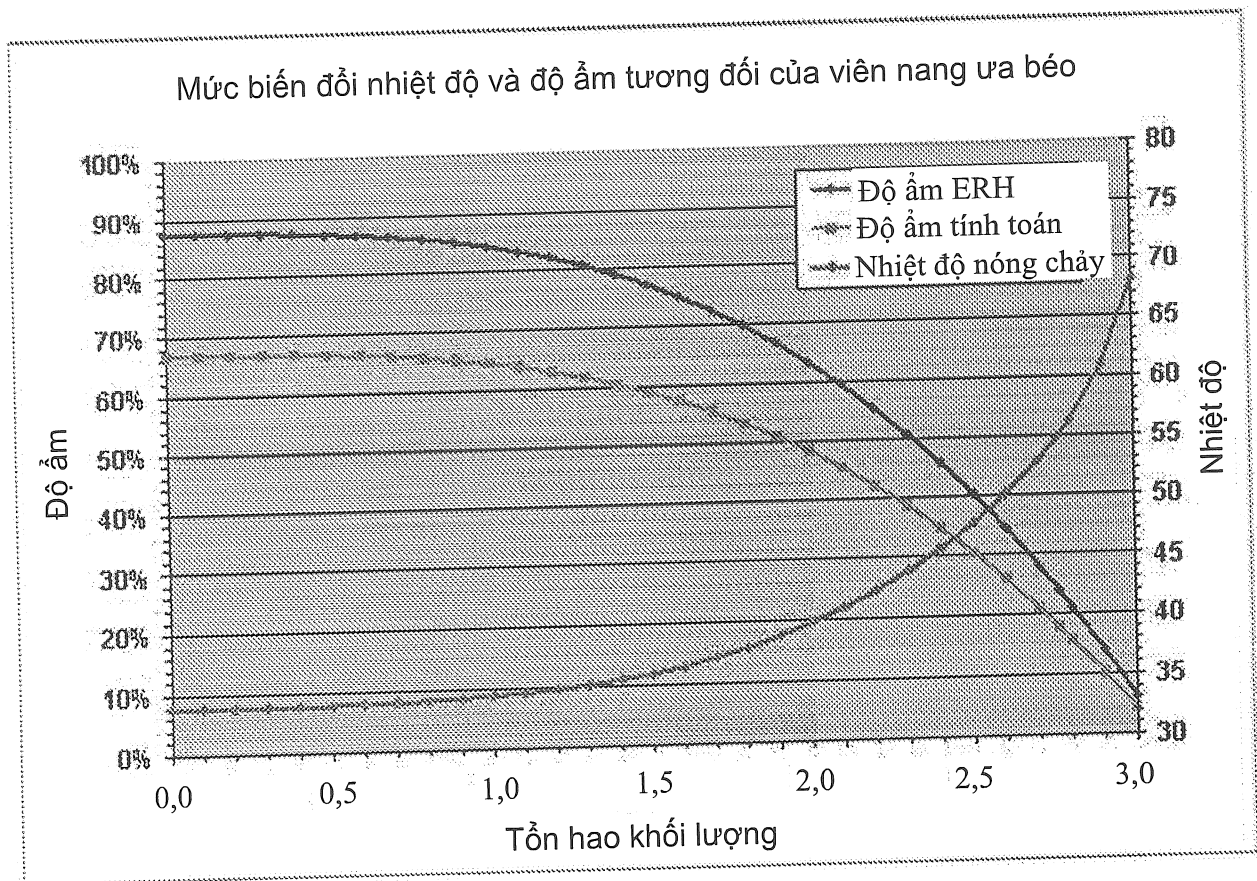


Fig.6

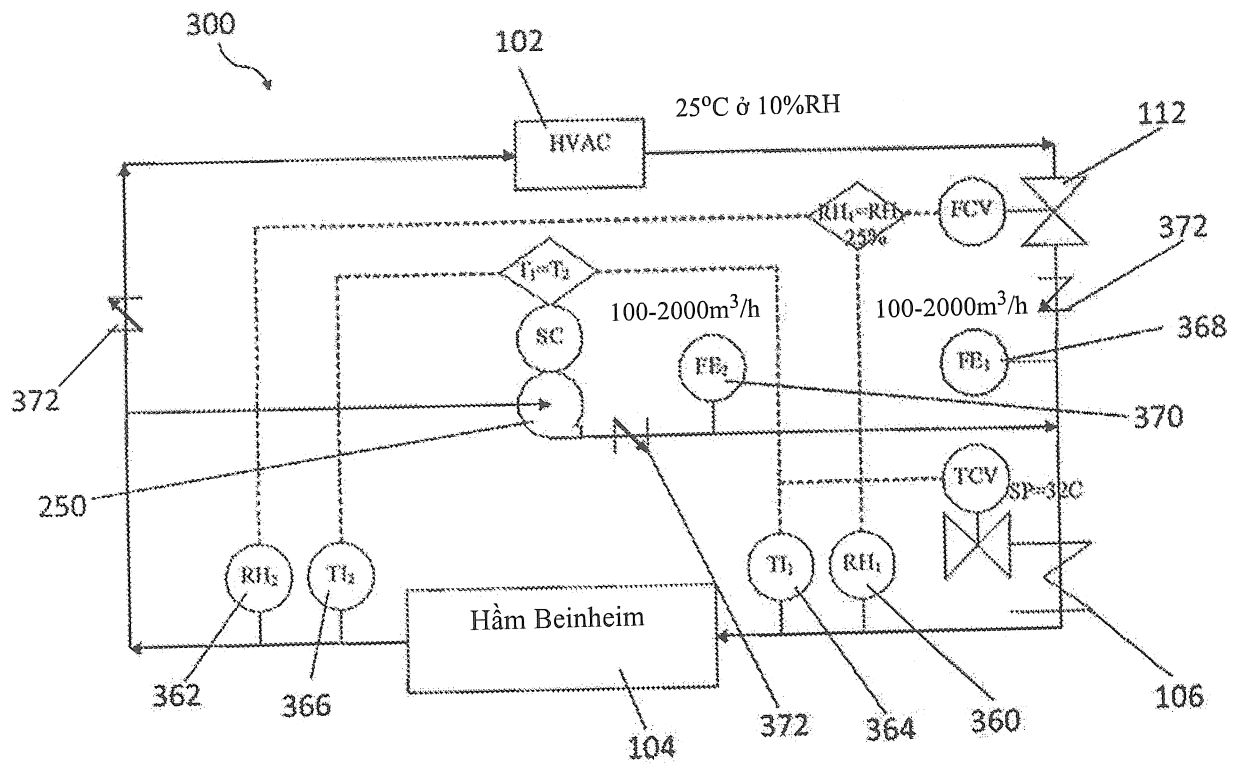


Fig.7

Sấy gia tốc viên nang dầu cá

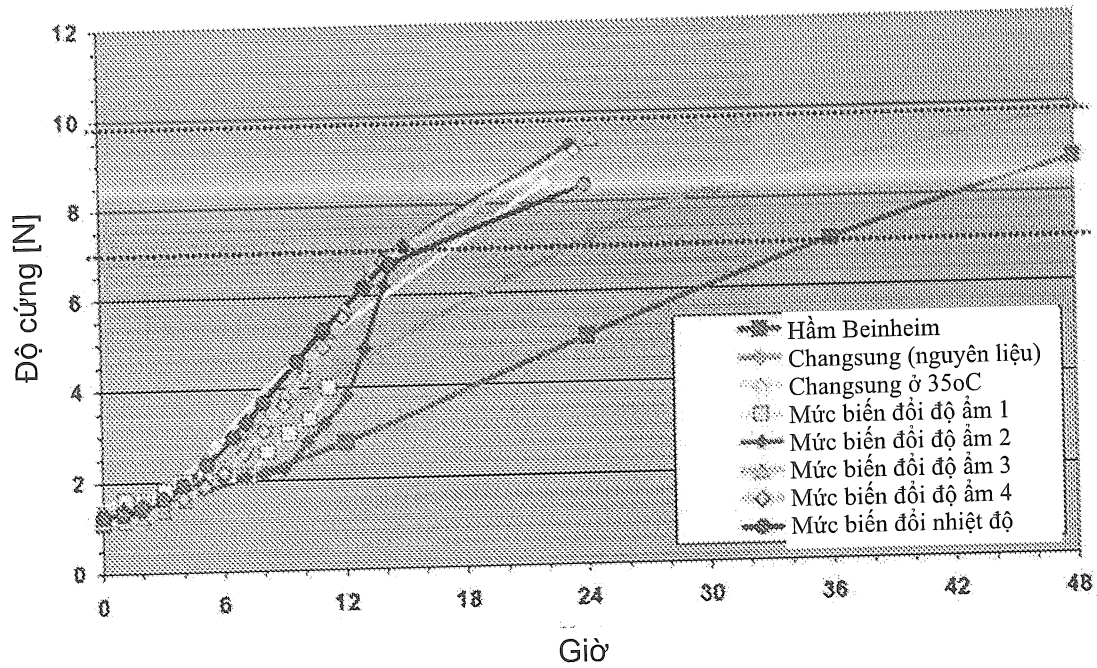


Fig.8

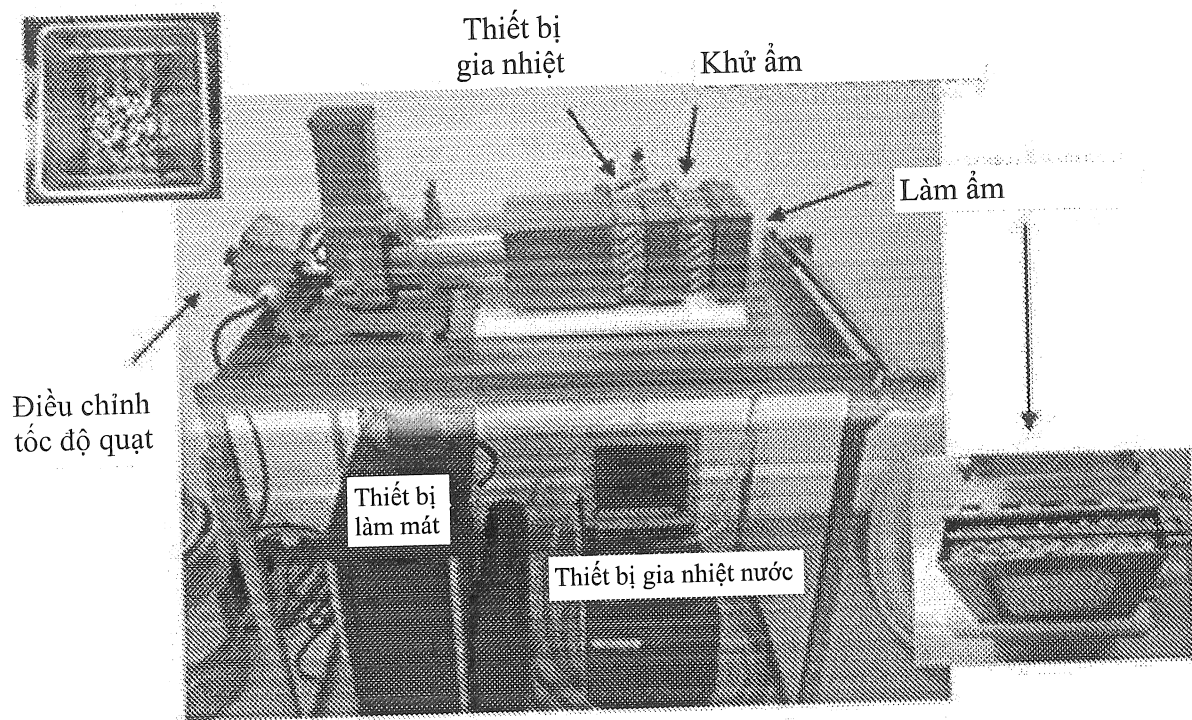


Fig.9

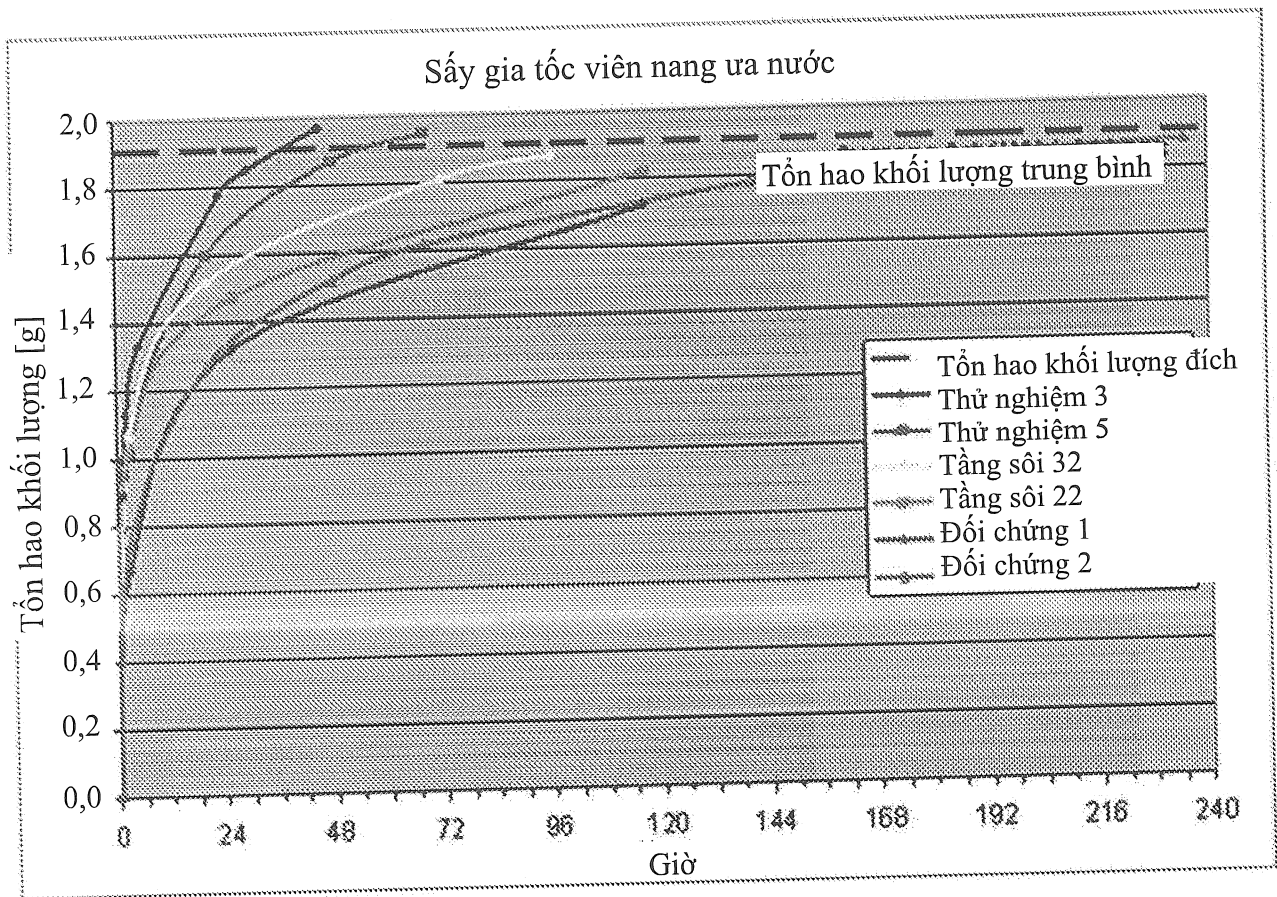


Fig.10

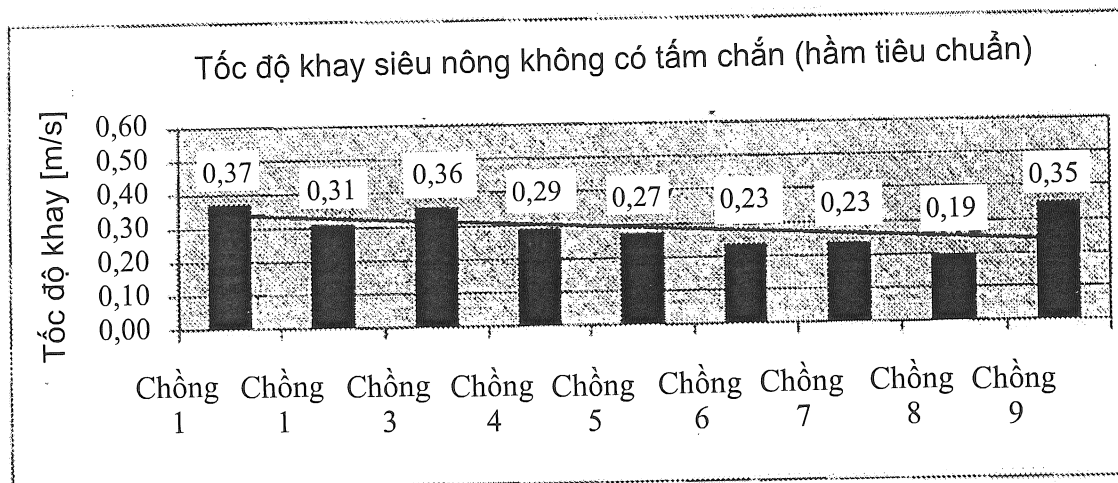
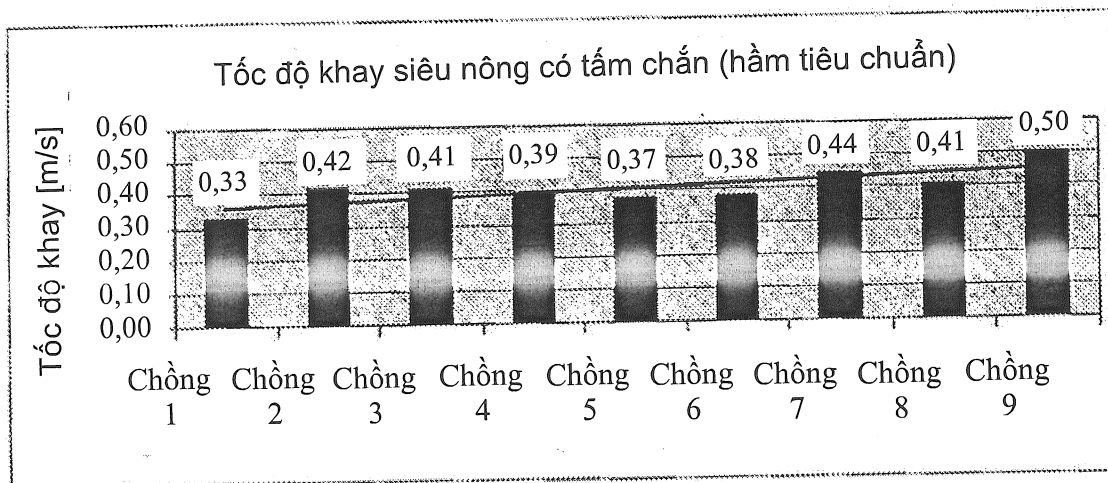
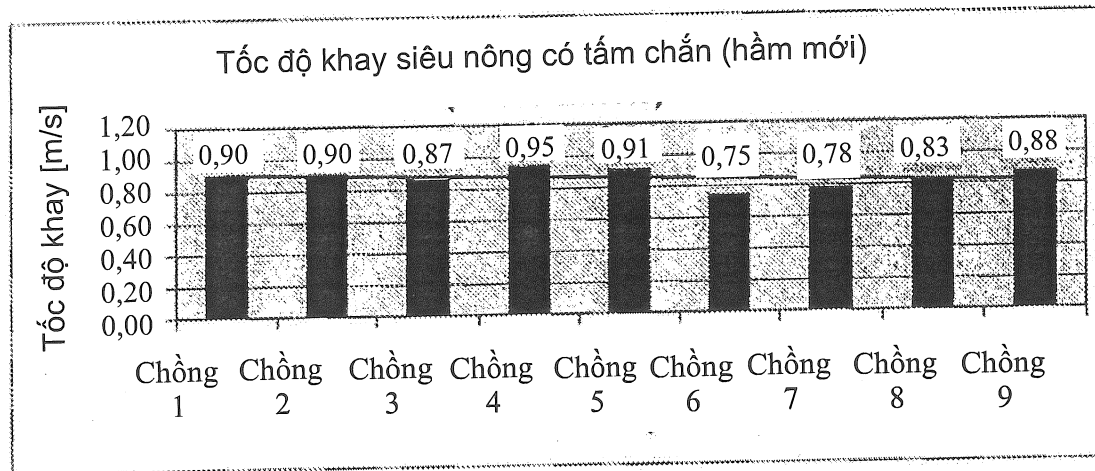


Fig.11

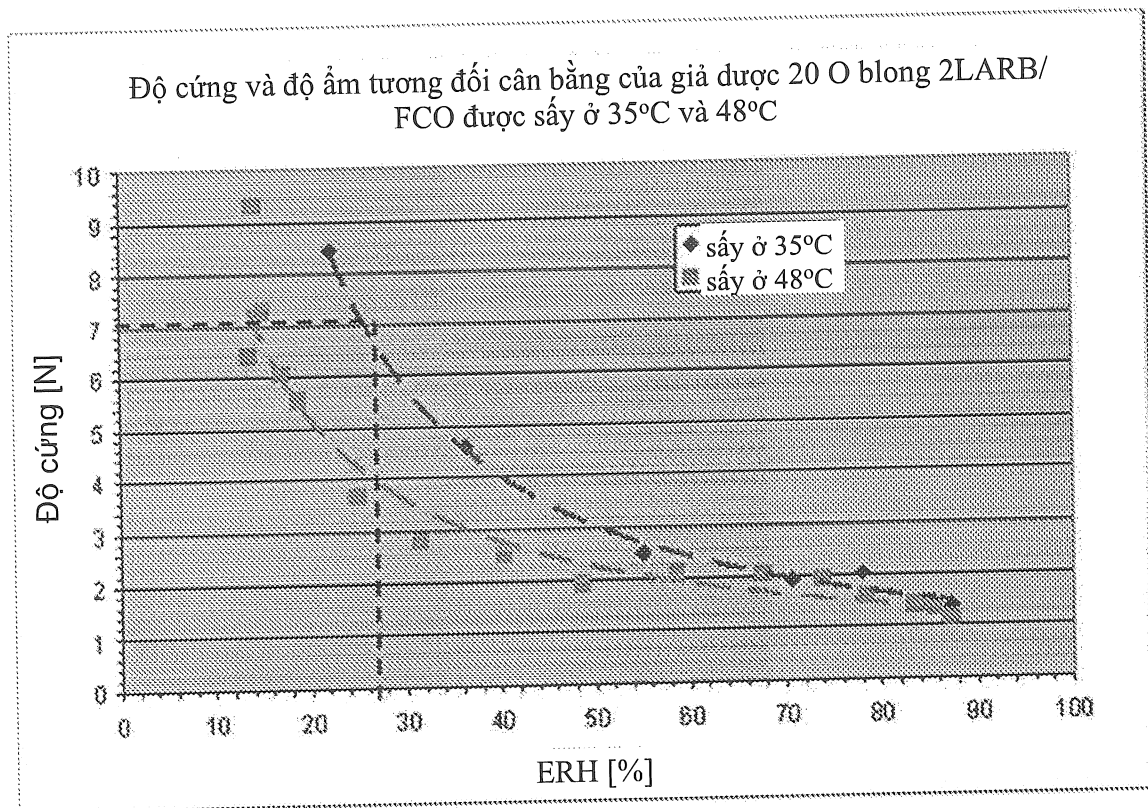


Fig.12

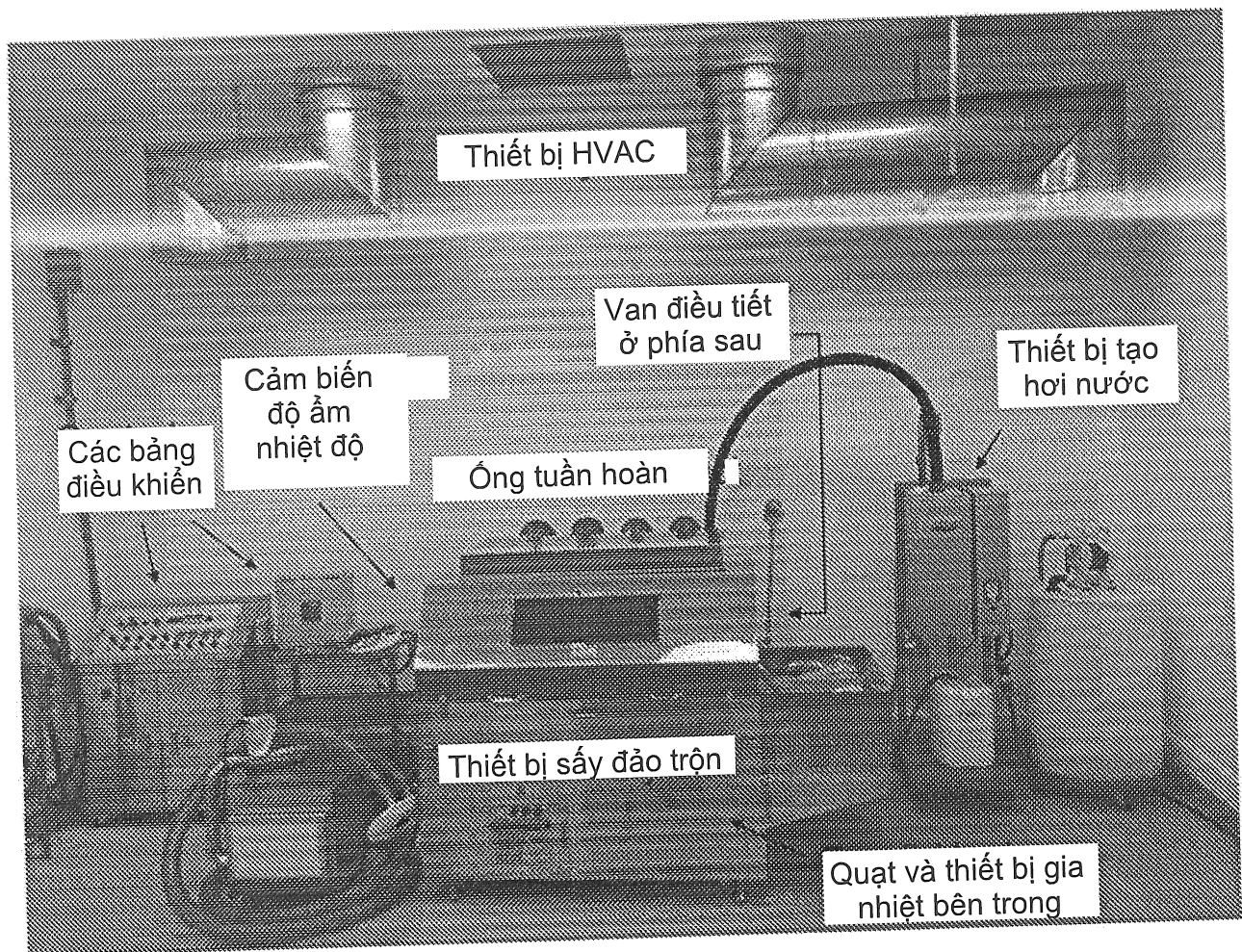


Fig.13