

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO BỘ PHẬN TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN NHIỆT, GIÓ CHO MÁY SẤY SẢN PHẨM NÔNG NGHIỆP DẠNG HẠT

Nguyễn Hữu Hưởng^{1*}, Bùi Quốc Huy¹, Tống Ngọc Tuấn¹,
Hoàng Xuân Anh¹, Nguyễn Ngọc Cường¹, Lê Văn Quân¹, Nguyễn Công Phúc²

¹Khoa Cơ - Điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Khoa Quân nhu, Học viện Hậu cần

*Tác giả liên hệ: nhhuong@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 06.12.2022

Ngày chấp nhận đăng: 05.10.2023

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm mục tiêu thiết kế, chế tạo bộ phận tự động điều khiển nhiệt, bộ cấp gió cho thùng sấy và bộ đóng mở cửa gió trên thùng sấy của máy sấy sản phẩm nông nghiệp dạng hạt cụ thể. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết, sử dụng phần mềm và phương pháp nghiên cứu thực nghiệm được sử dụng để đạt được mục tiêu đề ra. Trong nghiên cứu này, bộ phận tự động điều khiển nhiệt và gió đã được thiết kế và chế tạo cho máy sấy. Bộ phận tự động điều khiển nhiệt khi ứng dụng trên máy sấy phải đảm bảo tốt việc kiểm soát nhiệt độ dòng khí nóng đi vào thùng sấy trong quá trình sấy. Bộ cấp gió với cơ cấu đảo gió tự động giúp kiểm soát tốt thời gian đảo gió trong quá trình sấy. Trong nghiên cứu này, bộ phận mới được chế tạo ra lắp ráp phù hợp với tổng thể của máy sấy trước khi tiến hành khảo nghiệm. Thực hiện quá trình khảo nghiệm trên máy sấy để đánh giá khả năng ứng dụng của bộ phận tự động điều khiển và cho kết quả hoạt động tương đối tốt khi tích hợp trong tổng thể máy sấy. Nhiệt độ của máy sấy được kiểm soát tốt trong quá trình sấy, bộ cấp gió với cơ cấu đảo gió và bộ đóng mở cửa gió hoạt động tốt.

Từ khóa: Bộ điều khiển nhiệt, bộ cấp gió, máy sấy.

Design and Fabrication of Temperature and Wind Control Automation Components of Agricultural Product Dryer for Grains

ABSTRACT

This study aimed to design and manufacture automatic temperature control component, windy feeder for the drying box and a windy on-off component on the drying box of the specific agricultural product dryer for grains. Theoretical research method, software research and experimental research method were utilized to receive outline aim. In this research, temperature and wind control automation components were designed and manufactured for dryer. The automatic temperature control component as applied on the dryer must ensure reasonable temperature control of the hot air flow entering the drying barrel during the drying process. A windy feeder with an automatic wind reversal mechanism helps to control the drying time well. In this study, the newly fabricated components were assembled in a suitable dryer assembly before implementing experiments. The drying process on the dryer was carried out to evaluate the component's applicability and give relatively good performance when integrated into the overall dryer. The dryer temperature was well-controlled during the drying process and the windy feeder with the windy swing mechanism worked well.

Keywords: Temperature control component, windy feeder, dryer.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sấy là phương pháp tương đối có hiệu quả, tạo điều kiện cho bảo quản tốt sản phẩm, mặt khác có những sản phẩm phải thông qua phơi, sấy mới đảm bảo chất lượng tốt và nâng cao được giá trị thương phẩm (Đào Thế Anh, 2018).

Một số loại sản phẩm nông nghiệp như thóc, ngô và các loại hạt có dầu trước khi mang vào kho bảo quản đều phải có độ ẩm an toàn. Do đó, việc sấy các sản phẩm nông nghiệp là quan trọng, mang tính cấp thiết, là tiền đề cho việc chế biến và xuất khẩu các sản phẩm nông nghiệp. Trong hệ thống thiết bị sấy, bộ phận gia nhiệt là một

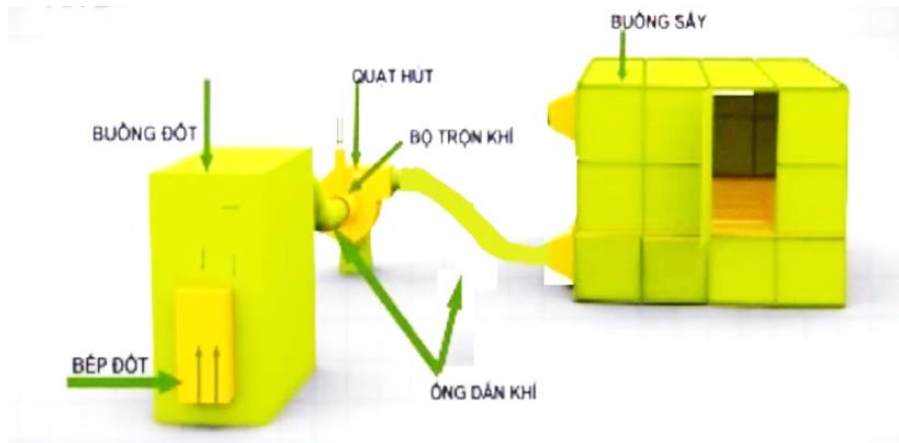
trong những bộ phận cung cấp nguồn nhiệt cho quá trình sấy. Hiện nay, chúng ta đang sử dụng hai phương pháp gia nhiệt để sấy nông sản gồm gia nhiệt trực tiếp và gián tiếp. Sử dụng bộ phận cấp nhiệt trực tiếp từ than tuy đáp ứng được nhu cầu của thị trường chung nhưng khi yêu cầu về chất lượng của sản phẩm cao hơn, cần chuyển sang bộ gia nhiệt gián tiếp để nâng cao chất lượng sấy. Khi sử dụng bộ gia nhiệt trực tiếp hay gián tiếp, vấn đề điều khiển nhiệt độ để đảm bảo tốt chất lượng sấy cần được nghiên cứu và phát triển (Nguyễn Như Tùng & cs., 2018; Nguyễn Văn Điều & cs., 2019).

Do yêu cầu ngày càng cao của người tiêu dùng về chất lượng của sản phẩm nông sản, trong những năm gần đây, nhiều thiết bị sấy đã được thiết kế và chế tạo. Những thiết bị sấy này thực tế còn tồn tại nhiều điểm chưa phù hợp và cần có sự cải tiến, vì vậy đây là lĩnh vực được nhiều nhà khoa học và cơ sở sản xuất quan tâm nghiên cứu và phát triển. Đối với nông sản dạng hạt, đặc biệt hạt là giống và những loại hạt đòi hỏi cao về chất lượng thì yêu cầu độ ổn định của các yếu tố trong đó có yếu tố nhiệt khi sấy là rất cao. Ngoài ra, trong một số nghiên cứu (Abud-Archila & cs., 2000; Cnossen & cs., 2001) chỉ ra rằng nhiệt độ khi sấy ảnh hưởng nhiều đến chất lượng của sản phẩm sấy. Trong nước cũng có nhiều công trình nghiên cứu và chế tạo các loại máy sấy tuy nhiên một số vẫn đang trong giai đoạn nghiên cứu hoặc thử nghiệm. Mặt khác, các thiết bị này khi áp dụng vào thực tế vẫn còn tồn tại hạn chế nhất định như chưa thực sự phù hợp với nhiên liệu đốt đa dạng sử dụng trong quá trình sấy (củi, trấu viên, lõi ngô,...), chưa thực sự phù hợp với yêu cầu thực tế của nơi sử dụng (quy mô, tính cơ động,...) (Sáng kiến & Giải pháp, 2017). Trong nhiều nghiên cứu, hệ thống điều khiển nhiệt vẫn thể hiện nhược điểm như chưa duy trì độ ổn định của khoảng nhiệt độ cung cấp cho khu vực sấy và độ ổn định của thiết bị được lắp trong hệ thống điều khiển,... Đặc biệt có các thiết bị chưa đồng bộ như thiếu bộ phận đảm bảo điều khiển tốt nhiệt trong quá trình sấy. Một số máy sấy, phần điều khiển nhiệt vẫn phụ thuộc quá nhiều vào người vận hành máy. Một số bộ điều khiển nhiệt hiện nay đã được áp dụng nhưng chưa phát huy được hiệu quả như mong đợi của người sử dụng (Sáng

kiến & Giải pháp, 2017; Nguyễn Văn Điều & cs., 2019). Nghiên cứu của Nguyễn Văn Điều & cs. (2019) đã chỉ ra rằng hệ thống điều khiển nhiệt chỉ ổn định trong khoảng thời gian ngắn khi ngọn lửa cháy đều do thiếu một số bộ phận như quạt gió lắp trên lò đốt.

Ngoài các yếu tố về nhiệt, phần điều khiển bộ phận đảo chiều gió cũng là vấn đề được quan tâm khi thiết kế và chế tạo máy sấy. Với máy sấy vĩ ngang, việc đảo gió có vai trò tương tự đảo hạt nhưng giúp giảm được nhiều thời gian lao động (Đỗ Thái Sơn, 2011). Hiện nay, nhiều máy sấy chưa có bộ cấp gió và việc đảo gió vẫn phải thực hiện thủ công (Sáng kiến & Giải pháp, 2017). Trong nghiên cứu liên quan đến máy sấy do nhóm tác giả của Học viện Nông nghiệp Việt Nam chế tạo, kết quả nghiên cứu chỉ tập trung vào điều khiển nhiệt vì máy sấy chưa có bộ cấp gió (trong bộ cấp gió có cơ cấu đảo chiều gió) (Nguyễn Văn Điều & cs., 2019). Một số loại máy sấy có các cơ cấu đảo gió nhưng thiết kế chưa đồng bộ và tồn tại nhiều nhược điểm. Hình 1 thể hiện một loại máy sấy đã được nghiên cứu và phát triển (Sáng kiến & Giải pháp, 2017), đây là loại máy sấy ứng dụng bộ điều khiển nhiệt nhưng vị trí tác động điều khiển nhiệt và phương pháp tác động chưa phù hợp, vẫn phụ thuộc vào thao tác của người sử dụng. Đối với loại máy sấy này, nếu được tích hợp thêm phần điều khiển nhiệt và điều khiển đảo chiều gió hợp lý sẽ nâng cao được hiệu quả khi sử dụng, từ đó tăng giá trị thương mại.

Nhiều loại máy sấy của nước ngoài đã được tích hợp chức năng điều khiển nhiệt để nâng cao hiệu quả trong quá trình sử dụng. Bộ phận điều khiển nhiệt trên các máy khác nhau có những đặc điểm khác nhau ở mạch điều khiển và các chi tiết phù hợp với kết cấu của máy. Một số máy sấy có sử dụng các thiết bị như cảm biến PT100 dải đo từ 0 đến 200°C, độ chính xác 0,1°C của Hàn Quốc, bộ phận nhận tín hiệu nhiệt độ từ bộ phận cấp nhiệt cưỡng bức và chuyển tín hiệu số về PLC là bộ điều khiển nhiệt độ Dotech FX của Hàn Quốc (Nguyễn Như Tùng & cs., 2018). Ngoài ra, một số máy sấy có thêm bộ phận điều khiển khác góp phần giảm lượng nhân công phục vụ trong quá trình sấy. Để phát huy được hiệu quả của máy sấy, nên có bộ điều khiển phù hợp với từng toạ máy sấy.



Hình 1. Cấu tạo của máy sấy nông sản loại vi ngang đảo chiều gió

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

- Thép C45 (Nghiêm Hùng, 2010; Trần Văn Địch & Ngô Trí Phúc, 2006) và thép SS400 (Mochamad Asrofi & cs., 2020) được ứng dụng trong chế tạo bộ cấp gió và vỏ tủ điện.

- Củi đốt (vật liệu thí nghiệm) thu gom từ các cơ sở sản xuất gỗ được sử dụng trong quá trình thực nghiệm sấy thóc để đánh giá khả năng làm việc của máy sấy.

- Dụng cụ thí nghiệm:

+ Thiết bị đo Big Digit Indoor/Outdoor Hygro-Thermometer của tập đoàn Extech Instruments của Mỹ. Thiết bị này dùng để đo nhiệt độ và độ ẩm ở bên trong thùng sấy với độ chính xác cao và có dải đo nhiệt độ từ $-10 \div 60^{\circ}\text{C}$ cùng với dải đo độ ẩm tương đối từ $10 \div 99\%RH$. Thiết bị được sử dụng độc lập với thiết bị trong bộ phận điều khiển nhiệt độ để đánh giá chính xác nhiệt độ trong quá trình sấy.

+ Cảm biến đo nhiệt độ dòng khí cấp cho thùng sấy tích hợp trên bộ điều khiển nhiệt là cảm biến nhiệt độ DS18B20 IC có chức năng cảnh báo nhiệt độ khi vượt ngưỡng với dải đo nhiệt độ: $-55 \div 125^{\circ}\text{C}$ với sai số $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$.

+ Bo mạch với bộ xử lý trung tâm sử dụng vi điều khiển.

- Máy sấy dùng trong thí nghiệm là máy sấy có năng suất $500\text{kg}/\text{m}^3$ do nhóm tác giả của Học viện Nông nghiệp Việt Nam thiết kế và chế tạo.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết: Nghiên cứu tổng hợp tài liệu về một số thiết bị điều khiển nhiệt và cơ cấu cơ khí trên một số loại máy sấy;

- Nghiên cứu phần mềm xây dựng sơ đồ mạch điều khiển của bộ phận tự động điều khiển nhiệt và gió của máy sấy;

- Phân tích, đánh giá và lựa chọn các loại cảm biến và bo mạch sẽ được sử dụng trong bộ phận tự động điều khiển nhiệt, gió của máy sấy;

- Nghiên cứu thực nghiệm: Sử dụng các thiết bị máy móc sẵn có chế tạo bộ phận tự động điều khiển nhiệt, gió của máy sấy trên cơ sở bản vẽ đã thiết kế và lắp ráp thành bộ phận hoàn chỉnh;

- Đánh giá khả năng làm việc của bộ phận tự động điều khiển nhiệt, gió thông qua đánh giá độ ổn định và độ sai lệch cho phép của nhiệt độ và thời gian đóng mở cửa gió.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thiết kế bộ phận tự động điều khiển nhiệt và gió cho máy sấy

3.1.1. Thiết kế bộ cấp gió

Bộ cấp gió là một phần của bộ phận điều khiển gió của máy sấy. Bộ cấp gió nhận khí nóng từ lò đốt (bộ gia nhiệt máy sấy bằng phương pháp gián tiếp) thông qua quạt để cung cấp cho thùng sấy trong quá trình sấy. Trong bộ cấp gió có cơ cấu đảo chiều gió giúp cho các lớp

thóc trong thùng sấy được tiếp xúc đều với khí nóng, do đó giúp cho quá trình sấy hiệu quả hơn. Trong quá trình sấy thóc, đảo gió không đúng cách thì khối thóc không đều nhiệt và dẫn đến ảnh hưởng đến chất lượng gạo của mẻ sấy.

Dựa trên quy trình công nghệ sấy của máy sấy, sấy được 2 ÷ 3 giờ đảo gió lần một và sau khi đảo gió xong, tiến hành sấy tiếp 2 ÷ 3 giờ rồi mới thực hiện đảo gió lần 2. Quá trình đảo gió được tiếp tục thực hiện sau 2 ÷ 3 giờ và thực hiện đảo gió tới khi khô thóc (thường đảo 3 ÷ 4 lần/mẻ sấy thóc). Do đó, để chủ động trong việc đảo gió cho máy sấy, việc thiết kế bộ cấp gió tự động là cần thiết.

Bộ cấp gió được thiết kế với các thông số kích thước cụ thể (Hình 2, Hình 3) căn cứ theo kích thước của quạt ly tâm CFA. 14-46.032 được lựa chọn và căn cứ vào chiều cao từ vị trí nền đặt thùng sấy đến tâm vị trí cấp gió và kích thước ống mềm (đường kính D = 300mm).

3.1.2. Thiết kế bộ đóng mở cửa gió ở thùng sấy

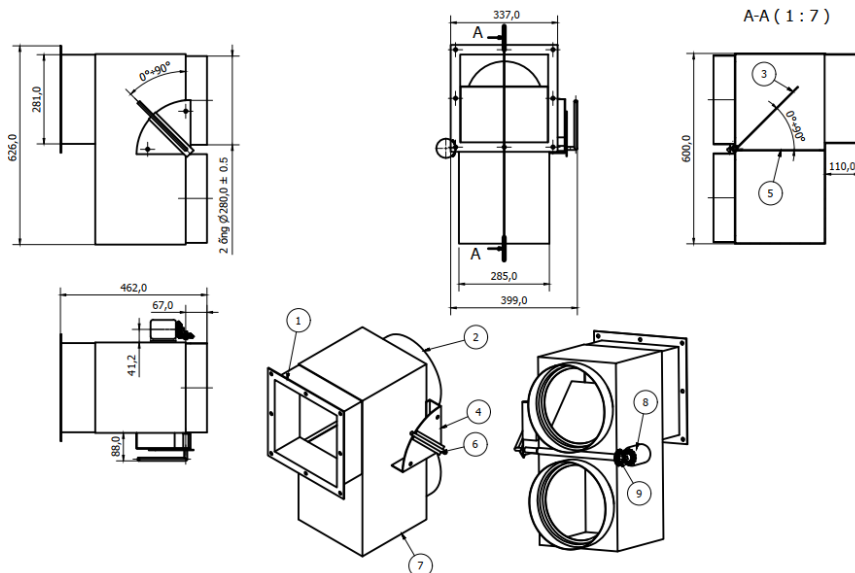
Bộ đóng mở cửa gió là một phần của bộ phận điều khiển gió của máy sấy. Bộ đóng mở cửa gió gồm nhiều cửa thoát gió được tích hợp cơ

cấu thực hiện quá trình đóng mở tự động khi nhận được tín hiệu điều khiển.

Trong quá trình sấy, khí nóng từ lò đốt vào bộ cấp gió và tiếp tục tới ngăn thùng sấy trên hoặc ngăn thùng sấy dưới theo từng giai đoạn. Khi gió được đưa lên ngăn thùng sấy trên thì cửa gió trên sẽ đóng và cửa gió dưới sẽ mở và ngược lại khi gió được đưa xuống ngăn thùng sấy dưới thì cửa gió dưới sẽ đóng và cửa gió trên sẽ mở. Dựa trên một số cơ cấu truyền động thường dùng và kích thước của ngăn cửa gió, đưa ra các phương án của bộ đóng mở cửa gió ở thùng sấy:

Phương án 1 sử dụng trục vít, đai ốc (Hình 4): Tấm thoát liên kết với đai ốc lắp trên trục vít nhờ bulong và đầu của trục vít nối với động cơ. Khi động cơ hoạt động, trục vít quay và đai ốc sẽ di chuyển trên trục vít kéo theo tấm thoát dịch chuyển.

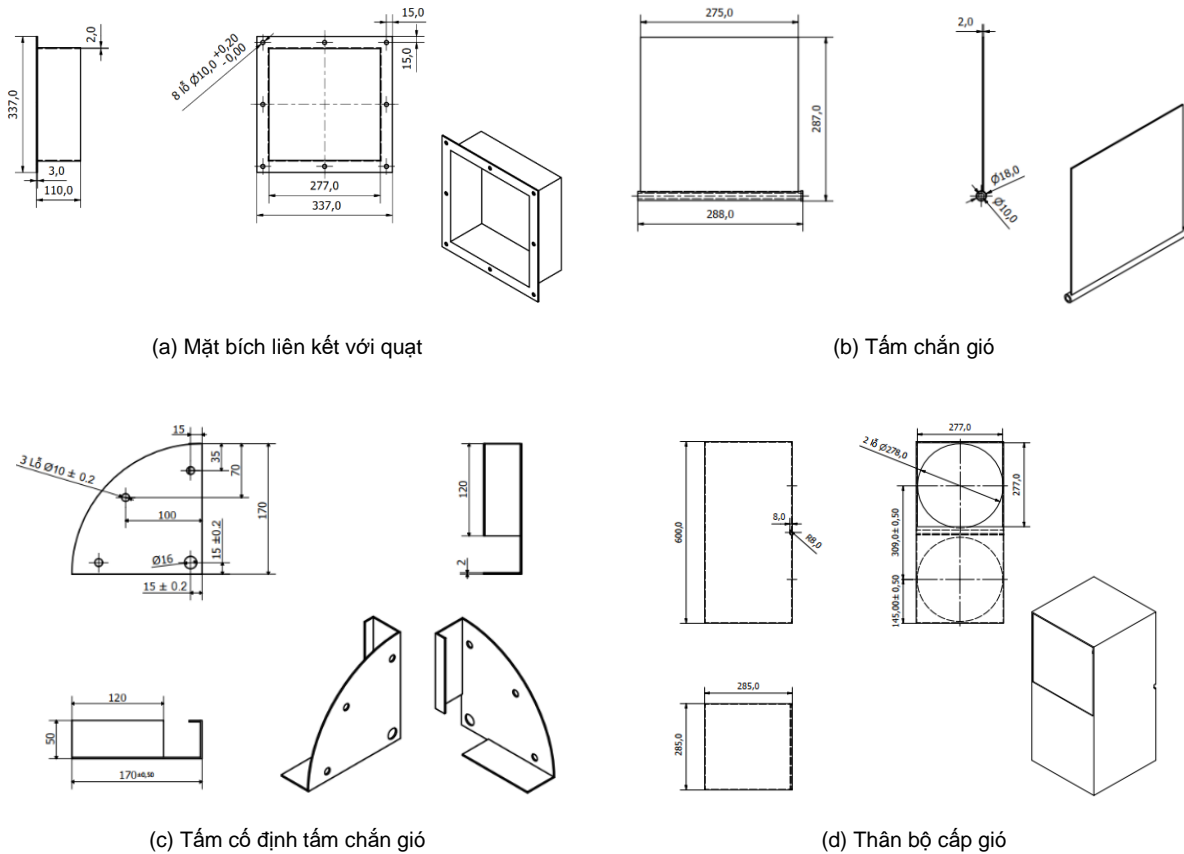
Phương án 2 sử dụng trục vít kết hợp gối đỡ ở hai đầu (Hình 5): Hai đầu của trục vít được liên kết với gối đỡ và tấm thoát được gắn với trục vít nhờ đai ốc. Một trong hai đầu của trục vít được nối thêm với động cơ. Khi động cơ quay, kéo theo trục vít cũng quay làm cho tấm thoát dịch chuyển.



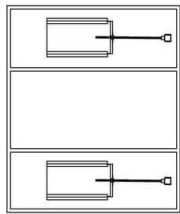
Ghi chú: 1 - Mặt bích liên kết với quạt; 2 - Ống cấp gió vào thùng sấy; 3 - Tấm chắn gió; 4 - Tấm cố định tấm chắn gió; 5 - Vách ngăn tấm chắn gió; 6 - Chi tiết xác định vị trí tấm chắn gió và gạt bằng tay khi cần thiết; 7 - Thân bộ cấp gió; 8 - Động cơ; 9 - Bộ truyền động bánh răng.

Hình 2. Bộ cấp gió

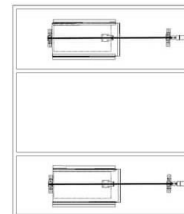
Thiết kế và chế tạo bộ phận tự động điều khiển nhiệt, gió cho máy sấy sản phẩm nông nghiệp dạng hạt



Hình 3. Bản vẽ một số chi tiết của bộ cấp gió



Hình 4. Phương án 1



Hình 5. Phương án 2

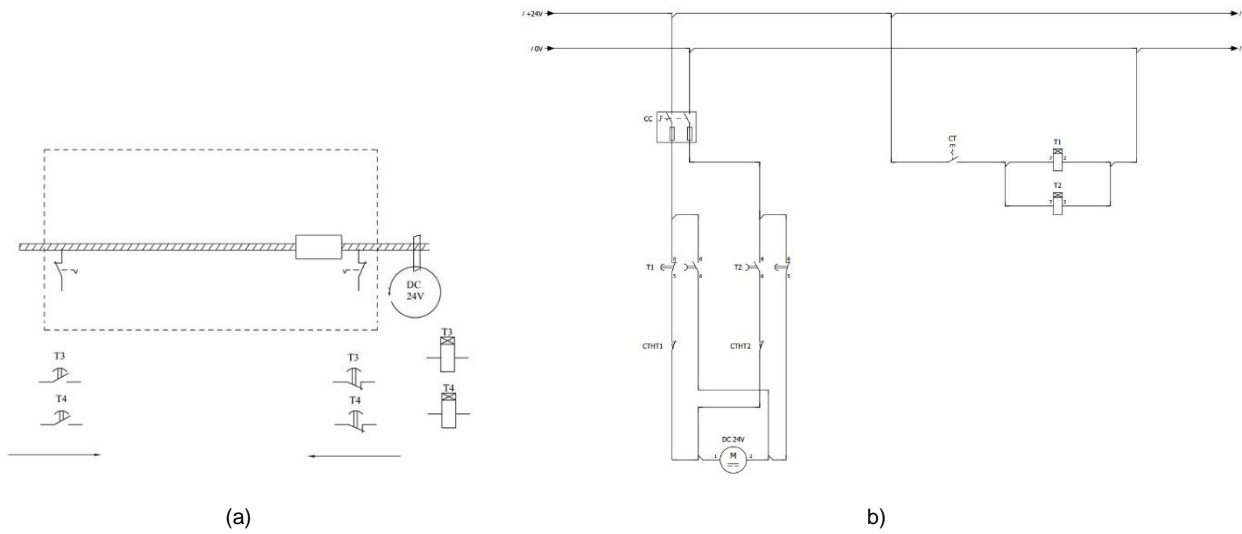
Phương án 3 sử dụng cơ cấu thanh răng và bánh răng: Thanh răng được liên kết với tấm thoát và bánh răng được liên kết với động cơ. Khi động cơ hoạt động, tấm thoát sẽ dịch chuyển.

Phương án được lựa chọn là phương án 2 vì có hai gối đỡ nâng cao độ cứng vững và trục vít không bị rung lắc trong quá trình làm việc. Sơ đồ điều khiển và sơ đồ nguyên lý đóng mở cửa gió ở thùng sấy được thể hiện trên hình 6. Hình 7 thể hiện vị trí các tấm thoát được lắp trên thùng sấy tại các vị trí cửa gió.

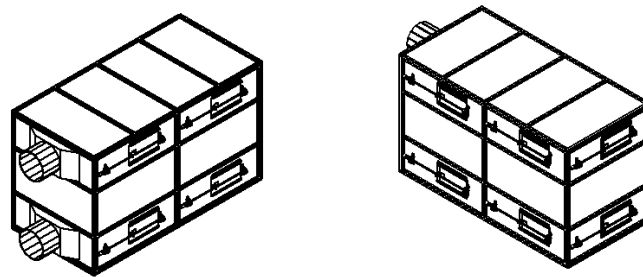
Mô hình cơ cấu đóng mở của gió gồm các chi tiết: thép tấm; động cơ, trục vít, đai ốc, gối đỡ, khớp nối mềm và bộ điều khiển động cơ. Bộ điều khiển động cơ gồm nguồn 24V, module 4-8 relay 5V, màn hình LCD1602, module I2C, module Buck, Arduino UNO, công tắc xoay.

* Tính toán lựa chọn động cơ

Động cơ có thể sử dụng trong bộ đóng mở cửa gió gồm động cơ bước và động cơ giảm tốc. Động cơ giảm tốc GA25-370 24VDC chạy ổn định với bộ nguồn 24V và có tốc độ phù hợp được lựa chọn.



Hình 6. Sơ đồ điều khiển tấm thoát để đóng mở cửa gió ở thùng sấy (a) và sơ đồ nguyên lý đóng mở cửa gió trên thùng sấy (b)



Hình 7. Vị trí các tấm thoát được lắp trên thùng sấy

Bảng 1. Bảng thông số của động cơ giảm tốc

Tỉ số truyền	21.3
Tốc độ không tải (vòng/phút)	280
Tốc độ có tải (vòng/phút)	230
Momen xoắn (Kg.cm)	2,5
Chiều dài hộp số L (mm)	19

* Tính toán lựa chọn tốc độ động cơ

Trên thùng sấy có nhiều cửa gió, vì vậy việc đóng mở cửa gió thủ công ở mỗi lần đảo gió là chưa phù hợp. Động cơ được nối với trục vít có bước ren 2mm và hành trình tấm thoát di chuyển trên trục vít 310mm. Căn cứ vào thời gian đóng mở cửa gió nhỏ hơn 30 giây và thông số của trục vít - đai ốc, lựa chọn tốc độ quay của động cơ 280 vòng/phút. Bảng 1 đưa ra một số thông số của động cơ đã lựa chọn.

3.1.3. Thiết kế bộ phận tự động điều khiển nhiệt

Cơ sở xây dựng sơ đồ mạch điều khiển

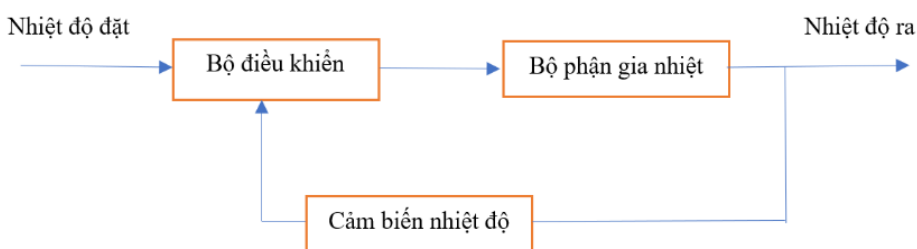
Bộ phận tự động điều khiển nhiệt kiểm soát nhiệt độ trong quá trình sấy và đưa ra những tín hiệu điều khiển phù hợp. Bộ phận này góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm sấy và nâng cao độ tin cậy của máy sấy. Hình 8 thể hiện dạng tổng quát của hệ thống điều khiển

làm cơ sở cho việc thiết kế và chế tạo hoàn chỉnh bộ phận tự động điều khiển nhiệt.

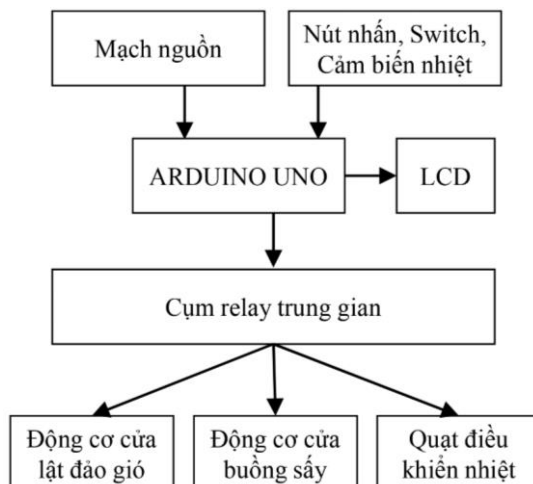
Căn cứ vào quy trình công nghệ sấy thóc và căn cứ vào yêu cầu không cho nhiệt độ khí nóng vào thùng sấy cao hơn $49 \pm 1^\circ\text{C}$ (đo bằng nhiệt kế tại đường ống trước khi vào thùng sấy) để đảm bảo nhiệt độ khối hạt luôn thấp hơn $43 \pm 1^\circ\text{C}$ (đo bằng nhiệt kế cắm sâu trong khối hạt), máy sấy phải có bộ phận tự động điều khiển nhiệt trong quá trình sấy. Trong nghiên cứu này, nhiệt độ của dòng khí nóng cấp vào thùng sấy được điều chỉnh và duy trì thông qua tác động đến lò đốt. Trong quá trình sấy luôn giữ cho nhiên liệu cháy đều và nhiệt độ khí nóng vào thùng sấy không vượt quá $49 \pm 1^\circ\text{C}$.

3.1.4. Sơ đồ mạch của bộ phận tự động điều khiển nhiệt và gió trên máy sấy

Dựa trên phân đặt vấn đề và thiết kế các bộ phận tự động điều khiển nhiệt và gió, xây dựng sơ đồ khối của bộ phận điều khiển (Hình 9), lưu đồ thuật toán (Hình 10, Hình 11) và sơ đồ mạch và đấu nối thiết bị (Hình 12).



Hình 8. Dạng tổng quát của hệ thống điều khiển



Hình 9. Sơ đồ khối của bộ phận điều khiển

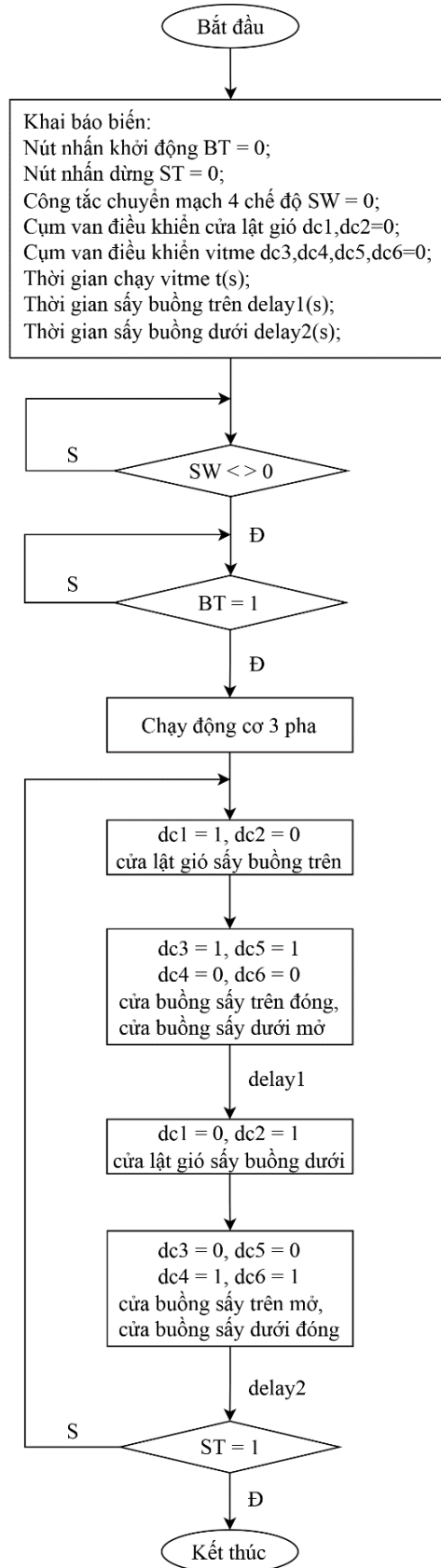
3.1.5. Tổng thể bố trí các bộ phận đã thiết kế trên máy sấy

Dựa trên máy sấy do nhóm tác giả của Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã chế tạo, tiến hành bố trí các bộ phận điều khiển nhiệt và gió. Hình 13 thể hiện tổng thể mô hình máy sấy sau khi đã tích hợp các bộ phận.

3.2. Chế tạo bộ cấp gió, bộ đóng mở cửa gió ở thùng sấy và lắp ráp tủ điều khiển

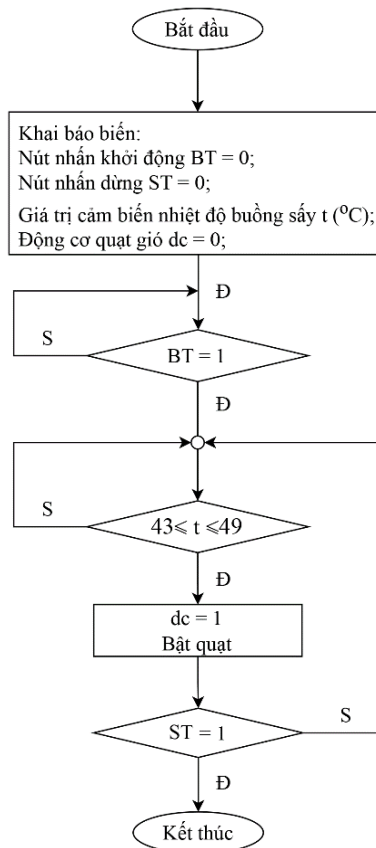
3.2.1. Chế tạo bộ cấp gió

Dựa trên bản vẽ đã thiết kế, vật liệu thép tấm C45 được sử dụng để chế tạo các chi tiết của bộ cấp gió. Các tấm của bộ cấp gió được cắt trên máy cắt CNC plasma, sau đó được hàn lại với nhau bằng máy hàn MIG. Một số chi tiết của bộ cấp gió được chấn trên máy chấn thủy lực (tấm cố định tấm chấn gió,...). Sau khi đã chế tạo xong, tiến hành sơn tĩnh điện bộ cấp gió. Hình 14 thể hiện bộ cấp gió sau khi đã chế tạo xong được lắp vào máy sấy.

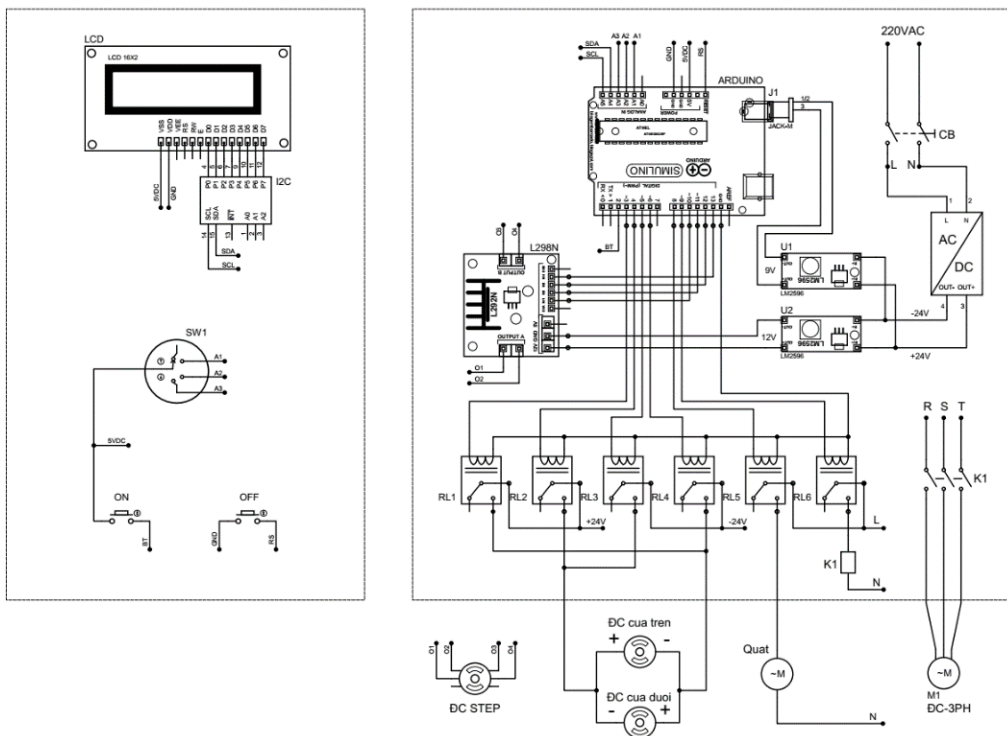


Hình 10. Lưu đồ thuật toán điều khiển cơ cấu cơ khí máy sấy

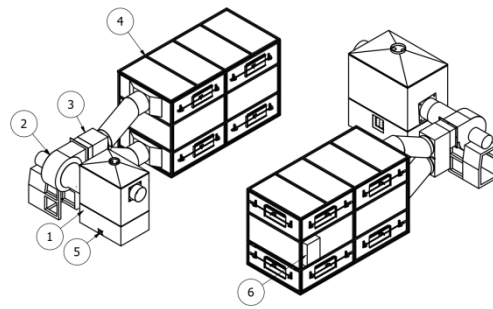
Thiết kế và chế tạo bộ phận tự động điều khiển nhiệt, gió cho máy sấy sản phẩm nông nghiệp dạng hạt



Hình 11. Lưu đồ thuật toán của bộ điều khiển nhiệt



Hình 12. Sơ đồ mạch và đấu nối thiết bị



Ghi chú: 1 - Lò đốt; 2 - Quạt; 3 - Bộ cấp gió; 4 - Thùng sấy 500kg/m³; 5 - Vị trí lắp quạt gió để điều khiển nhiệt; 6 - Tủ điện.

Hình 13. Tổng thể máy sấy sau khi tích hợp các bộ phận



Hình 14. Bộ cấp gió sau khi chế tạo



Hình 15. Động cơ giảm tốc và trục vít me - đai ốc trong bộ đóng mở cửa gió

3.2.2. Chế tạo bộ đóng mở cửa gió ở thùng sấy

Thép C45 được sử dụng để chế tạo cửa thoát và các tấm mặt bích liên kết. Trục vít me - đai ốc gồm thông số vít me T8, bước ren 2mm và được làm bằng vật liệu thép không gỉ mác 304. Trục vít me được cắt với chiều dài 700mm và kết hợp với loại đai ốc có bước ren phù hợp. Gối đỡ vòng bi dạng đứng trục 8mm với mã KP004 gồm thông số chiều dài 100mm và chiều cao 55mm. Lựa chọn và gia công lỗ của khớp nối để đảm bảo liên kết tốt giữa động cơ và trục vít me. Hình 15 thể hiện động cơ giảm tốc và trục vít me đã lựa chọn.

3.2.2. Lắp ráp tủ điều khiển

Phần vỏ tủ điều khiển được chế tạo bằng vật liệu SS400. Lựa chọn các thiết bị điều khiển và lắp ráp vào vỏ tủ điều khiển. Hình 16 thể hiện

hình ảnh tổng thể tủ điều khiển gồm các thiết bị đã được lựa chọn. Tủ điều khiển lắp ráp xong được liên kết vào thùng sấy của máy sấy. Kết nối tủ điều khiển với cảm biến đặt tại đường ống trước khi vào thùng sấy và động cơ điện 3 pha.

3.3. Đánh giá khả năng làm việc của bộ phận tự động điều khiển nhiệt và gió

3.3.1. Đánh giá khả năng làm việc của bộ phận điều khiển nhiệt

Kết quả thu được từ cảm biến nhiệt độ đặt tại thùng sấy truyền tín hiệu về bộ phận điều khiển ở các mức 43°C thì quạt bật và 49°C thì quạt tắt với sai số đo được thể hiện ở bảng 2. Để đo được nhiệt độ và đánh giá khả năng làm việc của bộ phận điều khiển nhiệt, tiến hành quá trình sấy thực nghiệm sử dụng nhiên liệu củi thu gom từ các cơ sở sản xuất (Hình 17).

Thiết kế và chế tạo bộ phận tự động điều khiển nhiệt, gió cho máy sấy sản phẩm nông nghiệp dạng hạt



Hình 16. Hình ảnh tổng thể tủ điều khiển



Hình 17. Nhiên liệu đốt và quá trình thực nghiệm trong lò đốt

Bảng 2. Bảng nhiệt độ và trạng thái quạt cấp gió cho lò đốt

Số lần thực nghiệm	Nhiệt độ	Sai số so với mức nhiệt độ đã chọn	Trạng thái Quạt
Lần 1	43°C	0°C	Bật
	48°C	-1°C	Tắt
Lần 2	42°C	-1°C	Bật
	50°C	+1°C	Tắt
Lần 3	43°C	0°C	Bật
	49°C	0°C	Tắt
Lần 4	44°C	+1°C	Bật
	49°C	0°C	Tắt
Lần 5	43°C	0°C	Bật
	48°C	-1°C	Tắt



Hình 18. Khảo nghiệm riêng từng cánh cửa thùng sấy trước khi tích hợp trên tổng thể máy sấy



Hình 19. Lắp đặt và khảo nghiệm tổng thể máy sấy

Bảng 3. Kết quả khảo nghiệm thời gian đóng mở cửa gió

Lần khảo nghiệm	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5
Thời gian	26 giây	25 giây	27 giây	26 giây	28 giây

Bảng 4. Kết quả khảo nghiệm cơ cấu đảo gió trong bộ cấp gió

Bố trí khảo nghiệm	Lần 1		Lần 2		Lần 3		Lần 4		Lần 5		Thời gian trung bình	
	t ₁ (phút)	t ₂ (giây)	t ₁ (phút)	t ₂ (giây)	t ₁ (phút)	t ₂ (giây)	t ₁ (phút)	t ₂ (giây)	t ₁ (phút)	t ₂ (giây)	(t _{tb1}) (phút)	(t _{tb2}) (giây)
Khảo nghiệm 1: Đặt 30 (phút)	28	1	30	1	30	1,5	32	1	31	1,5	30,2	1,2
Khảo nghiệm 2: Đặt 45 (phút)	43	1	45	1,5	44	1	46	1	47	2	45	1,3
Khảo nghiệm 3: Đặt 60 (phút)	59	1	62	1,5	61	1,5	60	1	60	1	60,4	1,2

Theo yêu cầu của bài toán điều khiển, nhiệt độ ở mức 43°C thì tín hiệu sẽ truyền về bộ phận điều khiển. Bộ phận điều khiển nhận được tín hiệu sẽ cấp nguồn cho quạt để cấp không khí cho quá trình đốt cháy nhiên liệu. Sau một khoảng thời gian làm việc, khi nhiệt độ cấp vào thùng sấy đạt 49°C thì sẽ ngắt nguồn cho quạt và quạt sẽ dừng hoạt động. Tuy nhiên, sai số của cảm biến và vị trí lắp đặt dẫn đến giá trị nhiệt độ thu được so với nhiệt độ đặt có sai số $\pm 1^\circ\text{C}$ được trình bày ở bảng 2. Giá trị của sai số nhiệt độ trong quá trình sấy vẫn đảm bảo yêu cầu của nhiệt độ sấy.

3.3.2. Đánh giá khả năng làm việc của bộ đóng mở cửa gió ở thùng sấy

Lắp ráp và vận hành để kiểm tra khả năng hoạt động của bộ đóng mở cửa gió ở thùng sấy (Hình 18). Khảo nghiệm riêng từng bộ phận và tổng thể bộ đóng mở cửa gió (Hình 19).

Căn cứ vào quá trình khảo nghiệm thực tế, thời gian đóng mở cửa gió trên thùng sấy có giá trị nhỏ hơn 30 (giây) đáp ứng được yêu cầu của bài toán đề ra. Bảng 3 thể hiện kết quả thu được sau 5 lần khảo nghiệm thời gian đóng mở cửa gió với giá trị chênh lệch so với mức 30 (giây) là ± 3 (giây). Để giảm được thời gian đóng mở cửa gió cần giảm độ ma sát ở các rãnh ray cánh cửa và điều chỉnh trục vít.

3.3.3. Đánh giá khả năng làm việc của bộ cấp gió

Đánh giá khả năng làm việc của bộ cấp gió tập trung vào việc đánh giá khả năng đóng mở của cơ cấu đảo gió trong bộ cấp gió. Trong quá trình sấy, khi thời gian sấy đạt từ 2 đến 3 giờ sẽ đảo gió (thường đảo 3 ÷ 4 lần/mẻ sấy). Khảo nghiệm điều khiển đảo gió ở các chế độ khác nhau để đánh giá độ chính xác của bộ phận điều khiển. Trong các khảo nghiệm này, lựa chọn thời gian đảo gió nhỏ hơn 2 giờ để đánh giá bộ phận điều khiển trước khi cài đặt đúng thời gian trong quá trình sấy thực tế. Khảo nghiệm được tiến hành ở 3 chế độ được cài đặt sẵn: Chế độ 1 (30 phút đảo gió), chế độ 2 (45 phút đảo gió), chế độ 3 (60 phút đảo gió). Các chế độ khảo nghiệm được quy ước như sau: Thời gian giữa các lần đảo gió trong bộ cấp gió t₁ (phút); thời gian đóng mở của cơ cấu đảo gió trong bộ cấp gió t₂ (giây); thời gian trung bình giữa các lần đảo gió trong bộ cấp gió t_{tb1} (phút); thời gian trung bình đóng mở của cơ cấu đảo gió trong bộ cấp gió t_{tb2} (giây).

Bảng 4 thể hiện thời gian giữa các lần đảo gió trong bộ cấp gió có sự thay đổi ở các lần khảo nghiệm với sai số ± 2 phút so với thời gian đã được cài đặt và thời gian đóng mở của cơ cấu đảo gió trong bộ cấp gió nhỏ hơn 2 giây. Với kết quả thực nghiệm này, cơ cấu đảo chiều gió trong bộ cấp gió đáp ứng được yêu cầu của quá trình sấy.

Sai số xuất hiện trong các lần khảo nghiệm cơ cấu đảo gió do bộ phận điều khiển xảy ra vấn đề nhiễu tín hiệu và quá trình lắp ráp các chi tiết của bộ cấp gió. Cơ cấu đảo gió trong bộ cấp gió đã chế tạo nếu cần yêu cầu độ chính xác cao hơn cần phải tiến hành chỉnh sửa, lập trình lại chương trình điều khiển cho bộ phận điều khiển và kiểm tra việc lắp ráp các chi tiết của bộ cấp gió.

4. KẾT LUẬN

Nhóm nghiên cứu đã thiết kế và chế tạo được bộ phận điều khiển nhiệt, gió cho máy sấy sản phẩm nông nghiệp dạng hạt. Bộ phận điều khiển nhiệt, gió được đánh giá khả năng làm việc thông qua các lần khảo nghiệm. Nhiệt và gió được điều khiển thông qua bộ phận điều khiển được tích hợp trong tủ điện lắp trên máy sấy. Các kết quả khảo nghiệm cho thấy nhiệt độ vào thùng sấy duy trì trong khoảng từ 43°C đến 49°C với sai số $\pm 1^\circ\text{C}$ và thời gian đóng mở của cơ cấu đảo gió trong bộ cấp gió nhỏ hơn 2 giây. Từ kết quả của quá trình khảo nghiệm và thực tế của quá trình sấy, bộ phận tự động điều khiển nhiệt và gió đáp ứng được yêu cầu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abud-Archila M., Courtois F., Bonazzi C. & Bimbenet J.J. (2000). Processing quality of rough rice during drying - modelling of head rice yield versus moisture gradients and kernel temperature, *Journal of Food Engineering*, 45: 161-169.

Cnossen A.G., Siebenmorgen T.J., Yang W. & Bautista R.C. (2001). An application of glass transition temperature to explain rice kernel fissure

occurrence during the drying process. *Drying Technology*. 19(8): 1661-1682.

Đỗ Thái Sơn (2011). Mô hình hóa thời gian sấy riêng trong sấy thóc tẻ theo lớp dày. *Tạp chí Khoa học và Phát triển*. 9(5): 814-822.

Đào Thế Anh (2018). Nhu cầu đổi mới công nghệ trong sản xuất và sau thu hoạch lúa gạo của Việt Nam. *Diễn đàn Khoa học - Công nghệ*. *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Việt Nam*. 6.

Nghiêm Hùng (2010). *Vật liệu học cơ sở*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Nguyễn Như Tùng, Phạm Thanh Loan & Nguyễn Đức Lợi (2018). Nghiên cứu thử nghiệm sấy nông sản, thảo dược để đánh giá, hoàn thiện máy sấy sử dụng tích hợp điện và năng lượng mặt trời. *Hội nghị Khoa học và Công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ V*.

Nguyễn Văn Điều, Hoàng Xuân Anh, Ngô Trí Dương & Bùi Quốc Huy (2019). Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và thử nghiệm hệ thống điều khiển nhiệt tự động cho bộ phận gia nhiệt gián tiếp của máy sấy đa năng đảo chiều gió sử dụng phụ phẩm nông nghiệp. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*. 17(4): 304-314.

Mochamad Asrofi, Mochammad Agus Vian Hidayatulloh, Gaguk Jatisukamto, Hary Sutjahjono & Rahma Rei Sakura (2020). The effect of temperature and volume fraction of mahoni (*Swietenia mahogani*) wood charcoal on SS400 steel using pack carburizing method: Study of hardness and microstructure characteristics. *AIMS Materials Science*. 7(3): 354-363.

Sáng kiến & Giải pháp (2017). Máy sấy thóc cơ động cỡ nhỏ. Chương trình Sáng kiến & Giải pháp được phát sóng trên kênh VTV2. Truy cập từ <https://www.youtube.com/watch?v=SBY5iTlr1Z8> ngày 31/11/2022.

Trần Văn Địch & Ngô Trí Phúc (2006). *Sổ tay thép thế giới*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.