

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG KHỬ ẨM TRONG SẤY LẠNH ĐIỀU KHIỂN BẰNG CAREL

RESEARCH AND DESIGN CAREL CONTROL DEHUMIDIFICATION SYSTEM

Trần Quang Hùng¹, Lê Thành Nam¹,
Nguyễn Ngọc Tuấn Linh², Nguyễn Đức Nam^{3,*}

TÓM TẮT

Việt Nam là nước có khí hậu nhiệt đới gió mùa, quanh năm nóng ẩm. Với điều kiện như vậy nhiều công trình, kho bảo quản, lưu trữ cần được hút ẩm, nhiều sản phẩm nông nghiệp, công nghiệp, thực phẩm, dược liệu,... cần được sấy khô. Nghiên cứu này nhằm mục đích nắm vững quy trình tính toán hệ thống khử ẩm và thiết kế hệ thống điều khiển sử dụng thiết bị điều khiển Carel trong điều kiện Việt Nam, nhằm sử dụng hiệu quả và tiết kiệm năng lượng điện. Kết quả thử nghiệm cho thấy thiết bị hoạt động ổn định và hiệu quả.

Từ khoá: Hệ thống sấy, phương pháp khử ẩm, điều khiển Carel.

ABSTRACT

Vietnam is a country with a tropical monsoon climate, all year round hot and humid. With such conditions, many works, storage warehouses, storage need to be dehumidified, many agricultural, industrial, food, medicinal products,... It needs to be dried. This research aims to master the process of calculating dehumidification systems and designing control systems using Carel control equipment in Vietnamese conditions, in order to use efficiently and save electrical energy. The test results showed that the device worked stably and efficiently.

Keywords: Drying system; Control Carel; Dehumidification method.

¹Lớp ĐH Công nghệ kỹ thuật nhiệt 1 - K12, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Lớp ĐH Công nghệ kỹ thuật nhiệt 2 - K12, Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: namnguyenhic@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay nhiều sản phẩm chủ yếu phải nhập ngoại như các loại kẹo Chocolate, kẹo Jelly, kẹo Carament..., gần đây được sản xuất trong nước với dây chuyền công nghệ nhập khẩu từ nước ngoài [7]. Tuy nhiên việc sản xuất các sản phẩm trên trong điều kiện Việt Nam thường gặp khó khăn, nhất là về mùa mưa và khi trời nồm cần phải trang bị thêm máy hút ẩm kiểu hấp thụ. Theo quan điểm tiết kiệm điện năng và kinh phí đầu tư, quá trình hút ẩm và sấy ở nhiệt độ thấp nếu sử dụng các máy hút ẩm hấp thụ không hợp lí vì phải tốn điện năng để hoàn nguyên chất hút ẩm và trong quá trình hoàn nguyên sẽ làm nóng không khí rồi lại tốn

năng lượng và kinh phí mua sắm máy lạnh để hạ nhiệt độ của chính khối không khí đó [8].

Bài báo này đưa ra phương án tính toán, thiết kế hệ thống khử ẩm dùng trong sấy nhiệt độ thấp bằng máy lạnh nén hơi. Nhóm nghiên cứu hy vọng kết quả của đề tài này có thể được xem là tài liệu tham khảo đáng tin cậy để thiết kế các loại thiết bị khử ẩm, sấy lạnh tương tự.

2. THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN CAREL

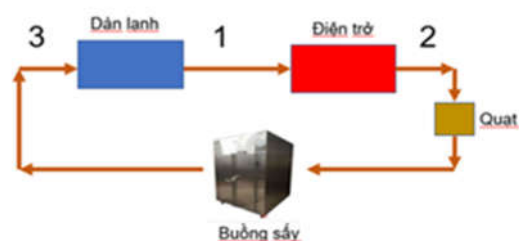
Để thay thế các thiết bị đóng cắt thủ công thông thường ta sử dụng bộ lập trình Carel.

Carel Pco compact là bộ điều khiển có thể lập trình. Nó bao gồm bộ điều khiển có thể lập trình, màn hình hiển thị, các cổng kết nối vào ra. Pco Compact linh hoạt cho tất cả các loại ứng dụng và yêu cầu trong lĩnh vực HVAC / R, có thể dễ dàng sử dụng để lập trình điều khiển thiết bị lạnh hoặc điều hòa không khí.

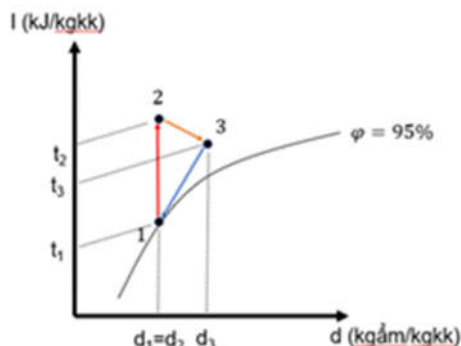


Hình 1. Carel Pco compact

3. MÔ HÌNH TOÁN THIẾT BỊ SẤY



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hệ thống sấy

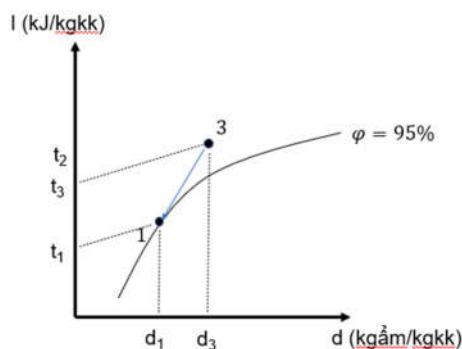


Hình 3. Đồ thị I-d quá trình sấy

- Chế độ sấy hồi lưu toàn phần được thực hiện theo sơ đồ thiết bị trên hình 2 và trạng thái tác nhân sấy thay đổi trên đồ thị I-d như hình 3[1].

- Trong HTS hồi lưu toàn phần, ẩm trong VLS được TNS mang đi và thải vào môi trường dưới dạng nước ngưng ở Dàn lạnh.

3.1. Mô hình toán hệ thống khử ẩm



Hình 4. Đồ thị I-d biểu diễn quá trình làm lạnh khử ẩm

- Lượng nhiệt hiện dàn bay hơi cần cung cấp

$$Q_h = \frac{L_o \cdot C_p \cdot (t_3 - t_1)}{3600} \quad (1)$$

- Lượng nhiệt ẩn dàn bay hơi cần cung cấp

$$Q_a = \frac{h \cdot L_o \cdot (d_3 - d_1)}{3600} \quad (2)$$

- Tổng lượng nhiệt dàn bay hơi cần cung cấp

$$Q_o = Q_h + Q_a \quad (3)$$

- Ta có $d_3 = d_s$ và $\phi_s = 100$ (%)

- Áp suất bão hòa tại điểm đọng sương là:

$$p_{bs} = \frac{d_s}{(0,621 + d_s) \cdot \phi_s} \quad (4)$$

- Mặt khác:

$$p_{bs} = \exp\left(12 - \frac{4026,42}{235,5 + t_s}\right) \quad (5)$$

- Ta suy ra được t_s (°C)

- Nhiệt độ bay hơi của môi chất: $t_o = t_s - 10^\circ\text{C}$ (6)

- Chọn nhiệt độ ngưng tụ là t_k (°C)
- Dựa vào đồ thị logp-h ta tra được

t_o (°C) \rightarrow p_o (bar)

t_k (°C) \rightarrow p_k (bar)

- Tỷ số nén:

$$\pi = \frac{p_k}{p_o} \quad (7)$$

- Lựa chọn chu trình 1 cấp

- Năng suất lạnh riêng: $q_o = h_1 - h_4$ (8)

- Lượng môi chất đi qua dàn:

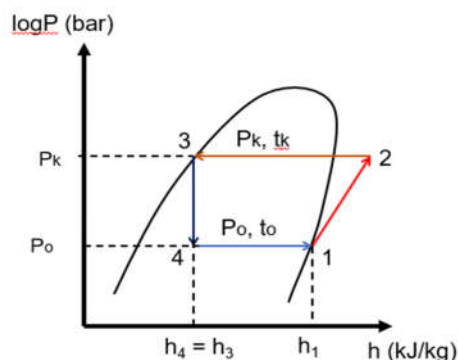
$$m = \frac{Q_o}{q_o} \quad (9)$$

- Lượng nhiệt thải Q_k : $Q_k = m \cdot (h_2 - h_3)$ (10)

- Công nén N_s : $N_s = m \cdot (h_2 - h_1)$ (11)

- Hệ số lạnh:

$$\varepsilon = \frac{Q_o}{N_s} \quad (12)$$



Hình 5. Chu trình 1 cấp

❖ Tính chọn máy nén:

- Dựa vào đồ thị logp - h ta tra các thông số và tính được năng suất lạnh riêng tiêu chuẩn q_{otc} [5]:

$$Q_{otc} = h_1 - h_4 \quad (13)$$

- Năng suất lạnh riêng thể tích:

$$q_{vtc} = \frac{q_{otc}}{v_1} \quad (14)$$

- Ta tính được năng suất lạnh tiêu chuẩn:

$$Q_o = V_{lt} \cdot \lambda \cdot q_{vtc} \quad (15)$$

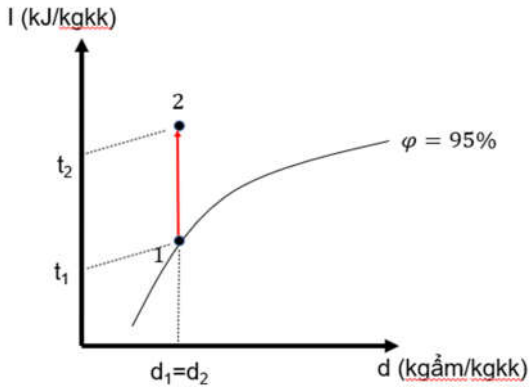
- Năng suất lạnh quy đổi của máy nén:

$$Q_{oMN} = Q_{otc} \cdot \frac{\lambda}{\lambda_{tc}} \cdot \frac{q_o}{q_{otc}} \cdot \frac{v_{1tc}}{v_1} \quad (16)$$

Số máy nén chọn:

$$n = \frac{Q_o}{Q_{oMN}} \quad (17)$$

3.2. Mô hình toán của hệ thống sấy không khí



Hình 6. Quá trình đốt nóng TNS trên đồ thị I-d

- Nhiệt lượng cần thiết để sấy không khí từ điểm 1 lên điểm 2:

$$Q_s = L_o \cdot (I_2 - I_1) \tag{18}$$

Nhiệt lượng thực của điện trở

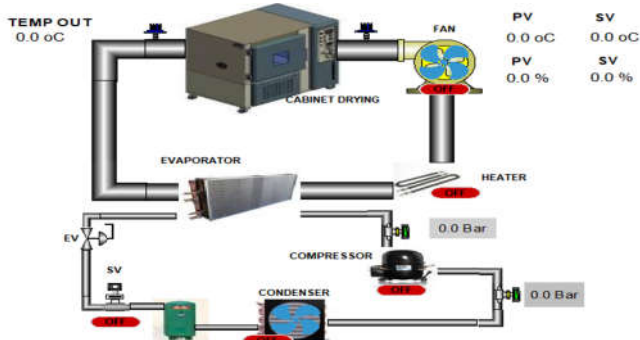
$$Q_{DT} = \frac{Q_s}{\eta} \tag{19}$$

với $\eta = 0,8$ là hiệu suất của điện trở

- Để thuận tiện trong quá trình tính toán, sao cho nhanh và hiệu quả, ta sử dụng phần mềm EES để tính toán.

Hình 7. Giao diện phần mềm

4. THIẾT KẾ MÔ HÌNH SẤY THỰC TẾ

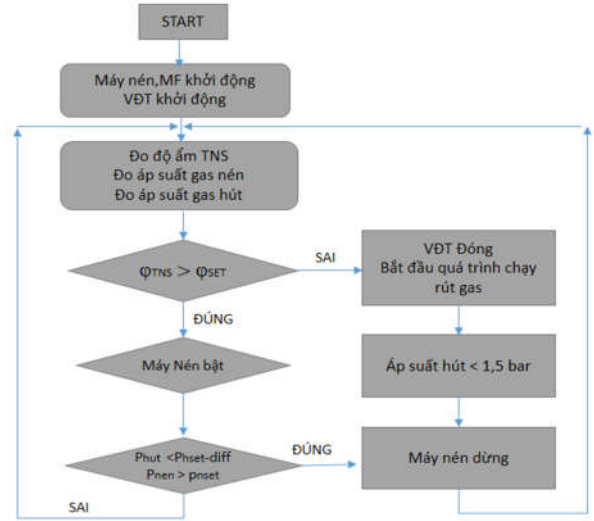


Hình 8. Hệ thống sấy nhiệt độ thấp

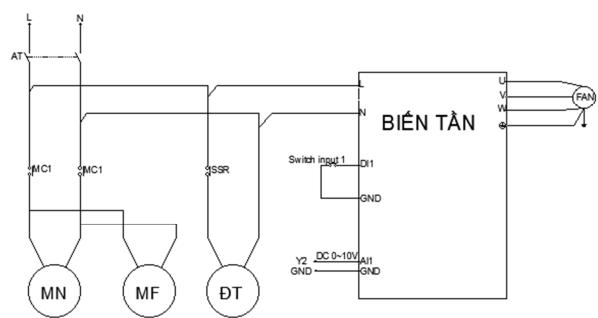
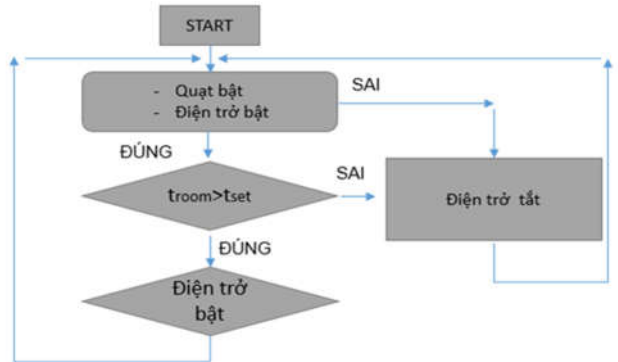
4.1. Thiết kế hệ thống điều khiển và mô hình thực tế

- Thiết kế phần mềm điều khiển trên PLC Carel bằng thuật toán sau:

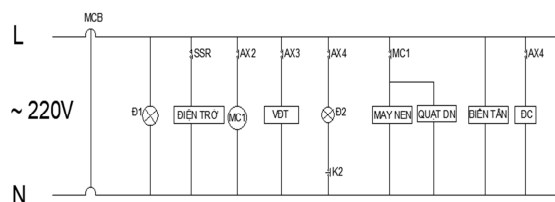
+) Lưu đồ chương trình điều chỉnh độ ẩm:



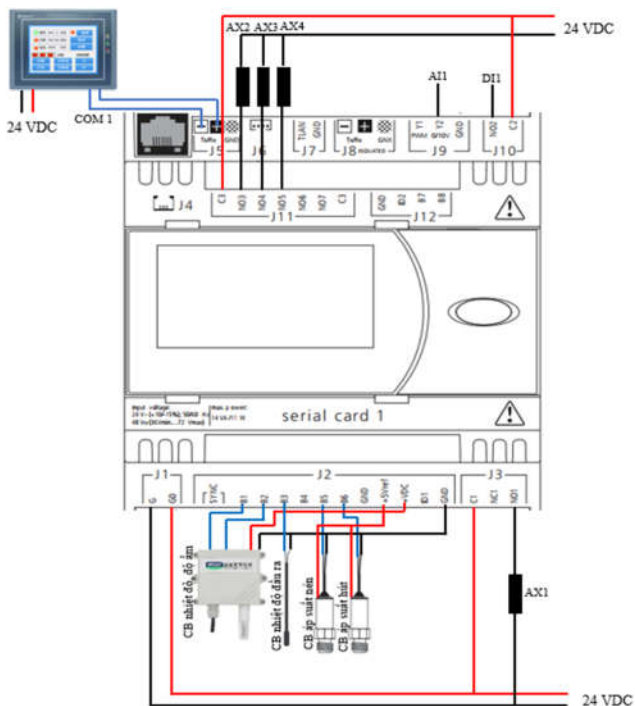
+) Lưu đồ điều chỉnh nhiệt độ:



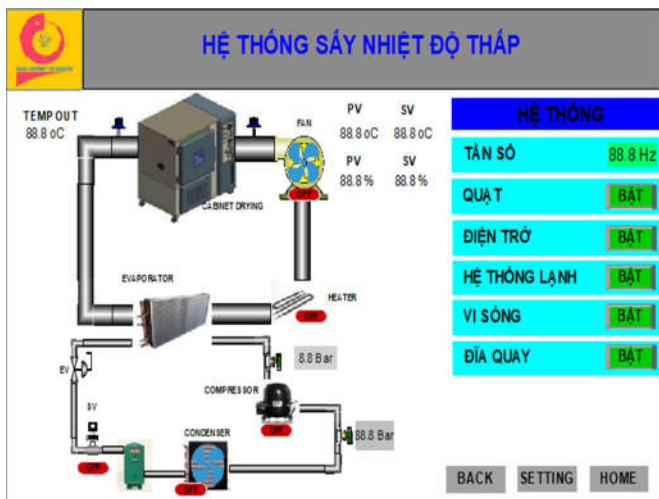
Hình 9. Sơ đồ mạch động lực



Hình 10. Sơ đồ mạch điều khiển



Hình 11. Sơ đồ đấu dây



Hình 12. Thiết kế giao diện trên HMI

4.2. Thực hiện thí nghiệm

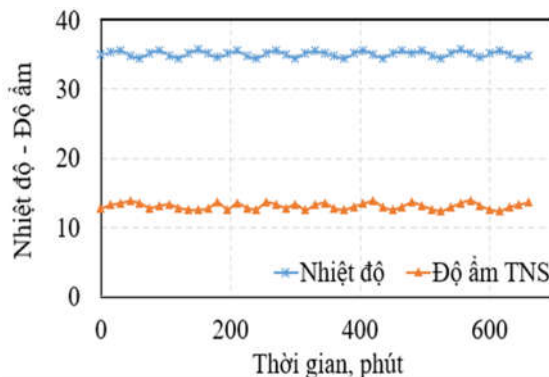
Để hiệu chỉnh được kết quả một cách chính xác nhất có thể, chúng tôi sẽ tiến hành thí nghiệm sấy thử 200g Cà rốt trên hệ thống đã thiết kế trong 3 điều kiện nhiệt độ 35°C; 40°C và 45°C.

Điều kiện môi trường sấy:

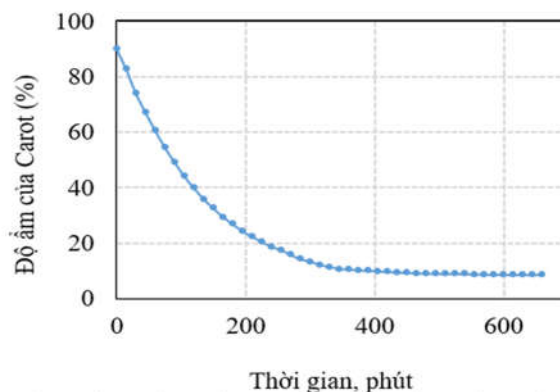
- Nhiệt độ phòng thí nghiệm $t_0 = 26^\circ\text{C}$
- Độ ẩm phòng $\phi_0 = 60\%$
- Độ ẩm ban đầu của VLS = 90%

Nhiệt độ, độ ẩm và tốc độ tác nhân sấy được cài đặt trên thiết bị theo yêu cầu công nghệ, các thông số quá trình được ghi lại 15 phút/lần. Quá trình sấy sẽ kết thúc khi giá trị khối lượng vật liệu sấy không thay đổi ở 3 lần cân liên tiếp.

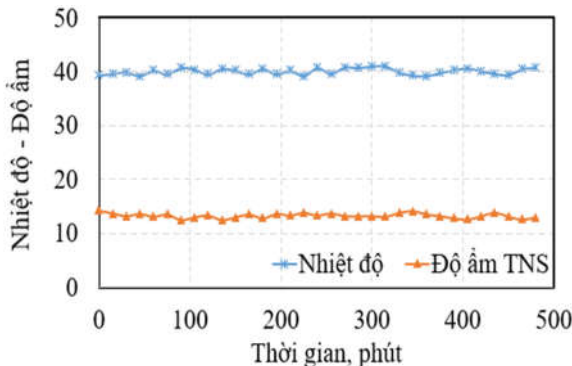
4.3. Kết quả và thảo luận



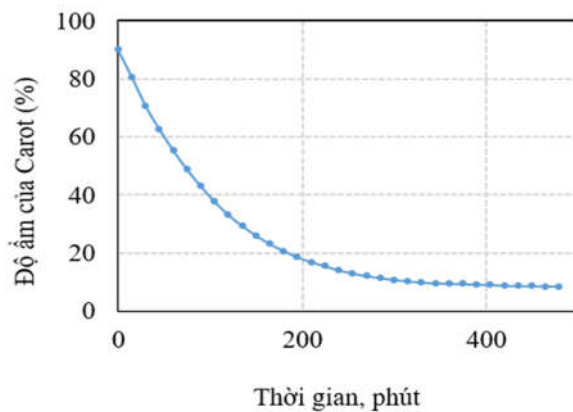
Hình 13. Đồ thị nhiệt độ - độ ẩm TNS ở nhiệt độ 35°C



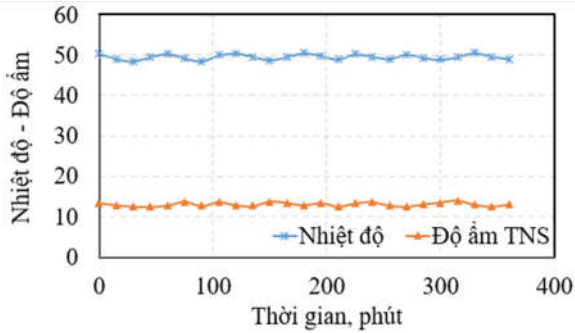
Hình 14. Đường đặc tính sấy ở nhiệt độ 35°C



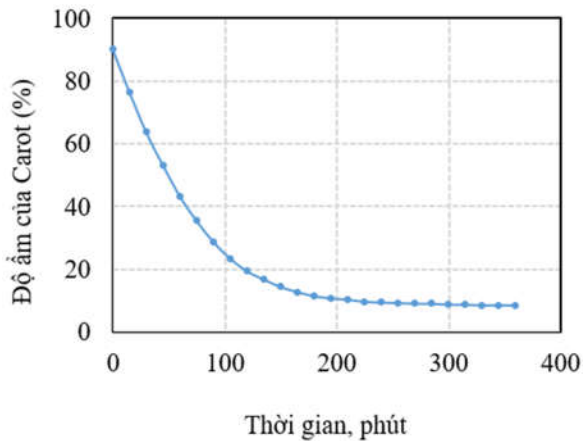
Hình 15. Đồ thị nhiệt độ - độ ẩm TNS ở nhiệt độ 40°C



Hình 16. Đường đặc tính sấy ở nhiệt độ 40°C



Hình 17. Đồ thị nhiệt độ - độ ẩm TNS ở nhiệt độ 50°C



Hình 18. Đường đặc tính sấy ở nhiệt độ 50°C

- Ở chế độ sấy 45°C thì VLS chỉ mất 6 giờ để tách được lượng ẩm ra khỏi VLS, thay vào đó ở chế độ 35°C thì mất tận 11 giờ để tách được ẩm ra. Vì thế nhiệt độ sấy cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình sấy.

- Giá trị nhiệt độ và độ ẩm luôn được giữ ổn định với sự sai số nhất định trong suốt quá trình sấy làm cho quá trình sấy diễn ra 1 cách ổn định.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu về lập trình tính toán hệ thống và thiết kế, chế tạo mô hình hệ thống khử ẩm dùng trong sấy nhiệt độ thấp ứng dụng bộ PLC Carel để lập trình điều khiển giám sát nhiệt độ và độ ẩm tác nhân sấy. Hệ thống hoạt động ổn định, vận hành đơn giản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Văn Phú, 2002. *Tính toán và thiết kế hệ thống sấy*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Phạm Song Phương, 2007. *Đồ án tốt nghiệp ngành Trang thiết bị Lạnh- Nhiệt*, Trường đại học Giao thông vận tải, Hà Nội.
- [3]. Trần Văn Phú, 2008. *Kỹ thuật sấy*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [4]. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuyền, 2009. *Máy và thiết bị lạnh*. NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [5]. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuyền, 2002. *Kỹ thuật lạnh cơ sở*, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [6]. Nguyễn Đức Lợi, 2001. *Tự động hóa hệ thống lạnh*. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
- [7]. Phạm Văn Tuyền, Đỗ Thái Sơn, Nguyễn Luận, 1999. *Hiệu quả sử dụng bơm nhiệt sấy lạnh ở công ty Bán kẹo Hải Hà*, Tạp chí KH&CN Nhiệt, Hà Nội.
- [8]. Nguyễn Phong Nhã, 2007. *Nghiên cứu thực nghiệm đặc tính động học quá trình bám tuyết trên bề mặt dàn bay hơi - tách ẩm máy sấy lạnh*, Hà Nội./.