

# NGHIÊN CỨU VỀ TRƯỜNG NHIỆT ĐỘ, TRƯỜNG TỐC ĐỘ VÀ TRƯỜNG ẨM ĐỘ TRONG LÒ SẤY THUỐC LÁ ĐỐI LƯU TỰ NHIÊN

RESEARCH ON HEAT FIELD, VELOCITY FIELD AND HUMIDITY FIELD  
IN NATURAL CONVECTION TOBACCO LEAF DRYER

Nguyễn Hay

Khoa Cơ khí Công nghệ, Đại học Nông Lâm Tp. HCM

ĐT: 8960721; FAX: 8960713

## SUMMARY

*Model of dryer chamber must be guaranteed well and legally for functions of regulation on drying tobacco, that mean temperature field must distribute evenly on surface of Tobacco leyers corresponding to required regulation (drying Tobacco). Velocity field of drying agent has to be distributed evenly when it move through layers of Tobacco in order to guarantee for biochemistry, evaporation and humid transportation process. Humidity field of drying agent must be distributed evenly on the surface, maintain constant corresponding to the time of yellow covered stage and the time of drying in the best way.*

## NGHIÊN CỨU LÝ THUYẾT

### Cơ sở phương pháp xây dựng mô hình nghiên cứu lò sấy thuốc lá đối lưu tự nhiên

Sấy thuốc lá là một quá trình phức tạp, vì phải thực hiện quá trình sinh hóa xảy ra đồng thời với quá trình sấy khô. Chất lượng của lá thuốc phụ thuộc rất nhiều vào sự phân bố của trường nhiệt độ  $t$ , trường tốc độ  $\omega$  và trường ẩm độ  $\varphi$  của tác nhân sấy theo thời gian sấy  $\tau$ .

Để tạo được mẫu mô hình nghiên cứu tốt trước tiên tạo 2 mô hình nghiên cứu cục bộ, sau đó ghép lại để phối hợp trên mô hình tổng thể nhằm đạt được các số liệu tin cậy và có tính khả thi cao:

- Mô hình đốt than vò viên trên ghi cố định nhằm tìm ra các thông số tối ưu cho buồng đốt với loại nhiên liệu này.

- Mô hình lò sấy gồm cách bố trí thiết bị và vật liệu sấy nhằm nghiên cứu các quá trình nhiệt, khí động của buồng, cách sắp xếp sản phẩm sấy... và ảnh hưởng của nó đến chất lượng lá thuốc sấy.

Mô hình buồng sấy cần phải bảo đảm tốt và hợp lý các chức năng của quá trình sấy thuốc lá, nghĩa là trường nhiệt độ phải phân bố đều theo mặt bằng các lớp vật liệu sấy ứng với qui trình yêu cầu. Trường tốc độ tác nhân sấy chuyển động qua lớp vật liệu phải được phân bố đều và thích hợp để đảm bảo cho quá trình sinh hóa (ủ vàng) và quá trình bay hơi tải ẩm. Trường ẩm độ của tác nhân

sấy cần phải phân bố đều trên mặt phẳng nằm ngang, duy trì không đổi tương ứng với thời gian ủ vàng và thời gian sấy khô một cách tốt nhất.

### Trường nhiệt độ trong buồng sấy

Động lực chủ yếu chi phối chính đến quá trình sấy là trường nhiệt độ  $t$ , do đó cần phải được xem xét trước để tạo sự phân bố thiết bị trao đổi nhiệt (TĐN) trong buồng sấy.

Trường nhiệt độ đối lưu tự nhiên muốn phân bố đều trong buồng sấy thiết bị TĐN phải được sắp xếp đạt các điều kiện sau:

- Ống lửa chính (ống đại hỏa) có nhiệt độ bề mặt cao, khả năng tỏa nhiệt lớn phân bố giữa lò đảm bảo cung cấp nhiệt cho một vùng lớn.

- Các ống lửa nhỏ (phân hỏa) được phân bố vòng thân lò, có khoảng cách nhất định đối với cửa hút để gió nóng lan tỏa đều. Các ống đại hỏa và phân hỏa phải có đường kính  $D$  tương ứng đảm bảo quá trình đối lưu ở chế độ chảy rối nhằm có sự khuếch tán nhiệt đồng đều khi qua tầng lá đầu.

- Lò đốt được đặt nằm trong buồng sấy để tận dụng nhiệt, phân bố không đều giữa vùng giao của ảnh hưởng các ống trao đổi nhiệt được bổ sung bởi gió nóng cấp 2 lấy từ áo buồng đốt.

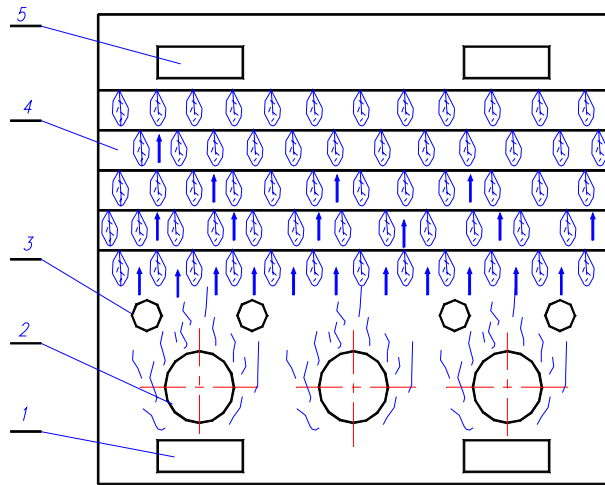
- Lớp vật liệu sấy phải được sắp xếp hợp lý theo chiều ngang cũng như số tầng theo chiều cao, nhằm tạo trở kháng khí động đồng đều trong lò.

- Cần phải có độ ổn định nhiệt phía dưới tầng lá cuối thích hợp để nhiệt độ lan tỏa trước khi gió nóng xuyên qua tầng lá thuốc sấy đầu tiên.

- Các cửa hút và cửa thoát phải được bố trí hợp lý về vị trí, kích thước cũng như diện tích cửa hút và thoát.

Nếu các yếu tố trên không bố trí hài hòa, thích hợp thì không thể tạo được trường nhiệt độ đồng đều. Trên cơ sở phân tích các yếu tố ảnh hưởng trên, sơ đồ nguyên lý bố trí thiết bị trong buồng sấy thể hiện trên hình vẽ 1.

Sự phân bố nhiệt độ và tốc độ trong quá trình trao đổi nhiệt với ống nằm ngang được thể hiện bởi hệ phương trình vi phân:



**Hình 1.** Mặt cắt ngang của lò sấy thuốc lá  
Ghi chú: 1. Cửa hút; 2. Ống nhiệt chính;  
3. Ống nhiệt phụ; 4. Lớp thuốc lá; 5. Cửa thoát

- Phương trình chuyển động:
- Phương trình năng lượng:
- Phương trình trao đổi nhiệt:

$$\bar{t}_{f1} \approx \frac{1}{2} (t'_{f1} + t_{f1}) \rho(\omega_x \frac{\partial \omega_x}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial \omega_x}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial \omega_x}{\partial z}) = \mu (\frac{\partial^2 \omega_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_x}{\partial z^2}) + \rho g \beta \Delta t$$

$$\rho(\omega_x \frac{\partial \omega_y}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial \omega_y}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial \omega_y}{\partial z}) = \mu (\frac{\partial^2 \omega_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega_y}{\partial z^2})$$

- Phương trình liên tục:

$$\omega_x \frac{\partial t}{\partial x} + \omega_y \frac{\partial t}{\partial y} + \omega_z \frac{\partial t}{\partial z} = a (\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2})$$

Trong đó:

$$\alpha = - \frac{\lambda}{\Delta t} \frac{\partial t}{\partial y} \Big|_{y=0}$$

$\Delta t = t_w - t_f$ ;  $\omega$  - Tốc độ dòng khí;

$$d_{iv} \frac{d\omega}{\omega} = 0$$

$\alpha$  - Cường độ trao đổi nhiệt bề mặt ống.

Để tìm được điều kiện xác định kích thước tối thiểu của ống đại hỏa và phân hỏa, cần phải xét sự phân bố nhiệt độ trên bề mặt vách ống của toàn chiều dài. Mục đích là phải tạo được điều kiện chảy rối của tác nhân sấy không khí bên ngoài ống như vậy mới tận dụng được diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, sự lan tỏa nhanh chóng đồng đều của trường nhiệt độ.

Qua quá trình nghiên cứu thực nghiệm kết hợp với phương trình vi phân trên, muốn chất lỏng chảy rối cần phải thỏa mãn tiêu chuẩn Rayleigh;  $Ra \geq 2.10^7$

$$Ra = (Gr, Pr)_m$$

Theo tính chất nhiệt vật lý của khí thì trong khoảng nhiệt độ này nhiệt dung riêng  $C_{p1}$  biến đổi không đáng kể nên có thể xem nhiệt độ khí biến đổi chiều dòng chảy theo quan hệ đường thẳng, nghĩa là nhiệt độ trung bình của dòng:

Dựa trên cơ sở này ta sẽ tính được nhiệt độ của khí trên đoạn ống đại hỏa và phân hỏa.

Nhiệt độ không khí bên ngoài (tác nhân sấy) ở chế độ sấy cao nhất là 70°C nên coi  $\bar{t}_{f2} \approx 70^\circ C$ .

Cường độ trao đổi nhiệt về phía khí biến đổi trong khoảng  $\alpha_1 \approx 35 \div 45 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ C$ , còn cường độ trao đổi nhiệt về phía không khí khoảng  $\alpha_2 \approx 12 \div 20 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ C$ . Căn cứ trên lý luận về các loại nhiệt trở, nếu bỏ qua nhiệt trở dẫn nhiệt thì có thể xem:

$$\overline{(t_{f1} - t_w)} \approx \frac{1}{3} (\overline{(t_{f1} - t_{f2})})$$

Từ các điều kiện đã xét ở trên tìm được giới hạn cho ống TĐN đảm bảo chế độ chảy rối là:

$$Gr_m = \frac{g \beta_m \Delta t D^3}{\gamma_m^2} = 3,44 \cdot 10^9 \cdot D^3$$

$$Ra = Gr \cdot Pr = 2,32 \cdot 10^9 \cdot D^3$$

Điều kiện lớp biên chảy rối là  $Ra \geq 2.10^7$  thì đường kính ngoài của ống đại hỏa và phân hỏa phải có kích thước  $D \geq 0,205 \text{ m}$ .

Do chế độ sấy còn có những giai đoạn nhiệt độ thấp hơn nên đường kính ống trao đổi nhiệt chọn trong mô hình có trong phạm vi  $0,4 \text{ m} \geq D \geq 0,3 \text{ m}$ .

Tầng dưới cùng là tầng ống lửa (thiết bị trao đổi nhiệt), sự bố trí thiết bị TĐN cần có kích thước gọn, nhưng đảm bảo sự phân bố tốc độ và nhiệt độ đồng đều. Kích thước ống TĐN cần phải bảo đảm điều kiện lớp biên nhiệt và lớp biên thủy lực chảy rối ở mức độ cao, tạo điều kiện khuyết tán nhiệt ở phần ổn định dạng dưới lớp lá cuối cùng (hình 2).

### Trường tốc độ trong buồng sấy

Theo định luật bảo toàn năng lượng áp dụng trong trường hợp đối lưu tự nhiên thì công do lực

nâng thực hiện trên quãng đường L là  $\rho g \beta \frac{\Delta t}{2} L$

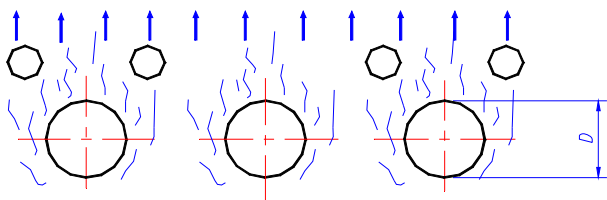
phải cân bằng với động năng tạo nên dòng khí qua lớp vật liệu là  $\rho \frac{\omega_{tb}^2}{2}$  :

$$\frac{\rho g \beta \Delta t L}{2} = \frac{\rho \omega_{tb}^2}{2}$$

Từ đây tìm được quan hệ:

$$\omega_{tb} \approx \sqrt{g \beta \Delta t L}$$

Do quan hệ này nếu khống chế tốt trường nhiệt độ qua các lớp lá một cách đồng đều thì trường tốc độ càng đồng đều, vì từ quan hệ trên ta đã nhận thấy số mũ của  $\omega_{tb}$  là 1 còn  $\Delta t$  có số mũ 1/2, nên một sự biến động nhỏ của  $\Delta t$  sẽ ảnh hưởng không đáng kể với sự biến động  $\omega_{tb}$ .



**Hình 2. Lớp biên nhiệt**

Trở kháng thủy lực lớp lá khi tươi lớn hơn nhiều so với lúc khô nên đóng vai trò ổn định trở kháng rất tốt cho đến khi tầng trên cùng bắt đầu khô. Khi tầng trên bắt đầu khô teo lại thì nhiều tầng dưới đã khô ổn định, đảm bảo cho sự ổn định mới của trở kháng thủy lực suốt quá trình sấy. Chúng ta không thể tính cụ thể bằng phương trình nhưng nó phải được đánh giá qua xử lý số liệu thực nghiệm để tìm được điều kiện tốt nhất có thể.

**Trường ẩm của tác nhân sấy**

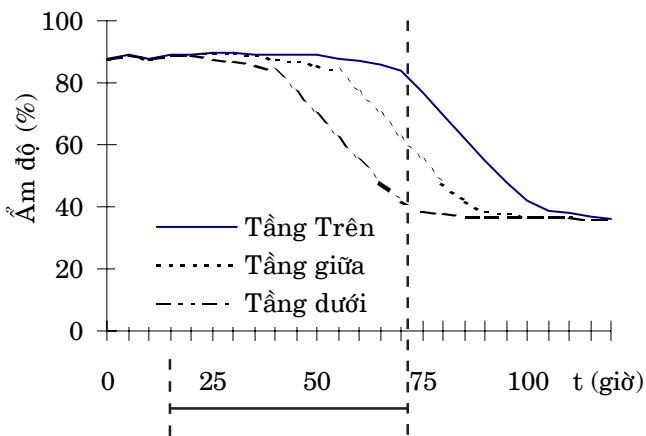
Trường ẩm độ và trường nhiệt độ tác nhân sấy đóng vai trò quan trọng đối với quá trình sinh hóa và làm khô sản phẩm trong buồng sấy để cho ra sản phẩm có chất lượng cao, chi phí nhiên liệu thấp.

Trường ẩm độ của các tầng theo chiều cao sẽ biến đổi theo thời gian để đảm bảo yêu cầu của quá trình sinh hóa. Quan hệ giữa ẩm độ và thời gian sấy của các tầng sẽ diễn ra theo dạng như đồ thị hình 3.

Để đảm bảo quá trình sinh hóa xảy ra thuận lợi thì phải chọn số tầng thích hợp, số tầng quá ít không đảm bảo đủ điều kiện độ ẩm và thời gian ủ, nếu số tầng quá nhiều, thời gian ủ kéo dài chất lượng lá thuốc sẽ kém. Qua tổng kết các số liệu của lò sấy trong nước và nước ngoài hoạt động nhiều

năm thì số tầng thực hiện trên mô hình nghiên cứu nên có số tầng  $n = 4 \div 7$ .

Để đảm bảo tính trung thực về đồng dạng của hiện tượng vật lý (khó dự đoán hết bằng các tiêu chuẩn đồng dạng) nên chọn tỷ lệ giữa nguyên hình và mô hình thực nghiệm là 1:1.



**Hình 3. Quan hệ giữa ẩm độ và thời gian sấy**

**NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM**

**Trường nhiệt độ và trường tốc độ**

*Nghiên cứu ảnh hưởng của các thông số đến độ đồng đều nhiệt độ trong lò sấy thuốc lá.*

Độ đồng đều nhiệt độ phụ thuộc nhiều yếu tố, nhưng trong nghiên cứu về sấy đối lưu tự nhiên chỉ đề cập đến các yếu tố thật sự ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình nghiên cứu, là các đại lượng điều khiển được và đại lượng đo được như sau: diện tích cửa hút và cửa thoát; chiều cao từ cửa hút đến cửa thoát; số tầng thuốc lá trong buồng sấy và số lượng cửa hút (cửa thoát).

Thông số đầu vào:

- $X_1$  - Diện tích cửa hút và cửa thoát.
- $X_2$  - Chiều cao từ cửa hút đến cửa thoát.
- $X_3$  - Số tầng thuốc lá trong buồng sấy.
- $X_4$  - Số lượng cửa hút (cửa thoát).

Thông số đầu ra:

- $Y_3$  - Độ đồng đều nhiệt độ trong buồng sấy.

Phương trình  $Y_3 = f(X_1, X_2, X_3, X_4)$  được xây dựng trên cơ sở thực nghiệm.

$$Y_3 = -1917,29 + 193,52X_1 + 820,83X_2 + 40,89X_3 + 16,69X_4 - 96,93 X_1^2 - 97,46X_2^2 - 4,03X_3^2 - 0,82X_4^2.$$

Hàm đạt cực đại tại:

$$X_1 = 1; X_2 = 4,2; X_3 = 5; X_4 = 10.$$

Vậy để độ đồng đều nhiệt độ cao nhất thì diện tích cửa hút (cửa thoát) là  $1m^2$ ; chiều cao từ cửa hút đến cửa thoát là  $4,2m$ ; số tầng thuốc lá trong buồng sấy là 5 và số lượng cửa hút (cửa thoát) là 10.

### Nhiệt độ trong buồng sấy

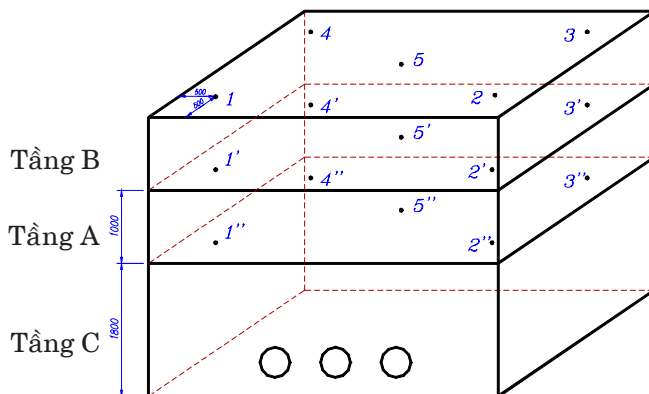
- Mục đích: Xác định độ đồng đều nhiệt độ trong buồng sấy của các loại bộ trao đổi nhiệt.

- Bố trí thí nghiệm.

Các đầu đo nhiệt độ trong lò sấy được bố trí thành 3 tầng, tầng A nằm ở lớp thuốc lá trên cùng, tầng B nằm ở lớp thuốc lá giữa và tầng C nằm ở lớp thuốc lá dưới, mỗi tầng có 5 đầu đo để đo 5 vị trí theo mặt phẳng nằm ngang như hình vẽ 4. Mỗi loại bộ trao đổi nhiệt được tiến hành ngẫu nhiên và lặp lại 3 lần.

Kết quả xử lý về chênh lệch nhiệt độ giữa các tầng trong buồng sấy được trình bày trong bảng 1 và 2.

- Kết luận: Qua việc phân tích các kết quả của thí nghiệm: nhận thấy bộ trao đổi nhiệt loại 3 đường ống khói ở giữa và lò đốt bằng thép 2 lớp (loại 1). Có chi phí nhiên liệu thấp hơn so với các loại khác. Vì loại này tận dụng được lượng nhiệt tỏa ra ở bầu lò và nhiệt độ trong buồng sấy đồng đều, dẫn đến chất lượng lá thuốc sau khi sấy có tỷ lệ loại 1 và loại 2 cao.



Hình 4. Vị trí đặt nhiệt kế trong buồng sấy của một tầng

Đối với loại bộ trao đổi nhiệt 3 đường ống có ống khói đặt một bên, do trở lực của 2 nhánh ống không đều do đó nhiệt độ tạo ra trên mỗi nhánh không đồng đều dẫn đến làm cho nhiệt độ trong buồng sấy không đều.

Đối với loại bộ trao đổi nhiệt 5 đường ống có lò đốt bằng gạch chịu lửa, do không tận dụng được lượng nhiệt ở phần lò đốt nên lượng nhiệt thải ra ở ống khói lớn hơn dẫn đến chi phí nhiên liệu lớn hơn.

Đối với loại bộ trao đổi nhiệt loại 3 có đường ống đại hỏa ngắn, nhiệt độ trong buồng sấy không đều, dẫn đến phẩm chất lá thuốc sau khi sấy đạt được không cao.

### Vận tốc không khí vào buồng sấy:

- Mục đích: Nhằm kiểm tra đánh giá lưu lượng không khí vào buồng sấy và sự đồng đều của dòng khí khi qua các cửa của buồng sấy so với việc tính toán thiết kế ban đầu, và sự ảnh hưởng của các loại bộ trao đổi nhiệt đến lưu lượng và độ đồng đều dòng khí vào buồng sấy.

- Bố trí thí nghiệm:

Thí nghiệm trên các lò sấy thuốc lá có vách buồng sấy bằng gạch (có số lượng cửa hút 10 cửa và cửa thoát 10 cửa) và có 4 loại bộ trao đổi nhiệt khác nhau, mỗi loại lò sấy được tiến hành ngẫu nhiên và lặp lại 3 lần.

Từ kết quả thí nghiệm, tiến hành phân tích bằng phương pháp thống kê để so sánh độ đồng đều vận tốc không khí qua cửa hút và cửa thoát buồng sấy của từng loại bộ trao đổi nhiệt ở 4 giai đoạn nhiệt độ buồng sấy đạt được là  $40^{\circ}C$ ;  $50^{\circ}C$ ;  $60^{\circ}C$  và  $65^{\circ}C$ . Kết quả được trình bày qua bảng 3.

- Kết luận:

+ Vận tốc vào buồng sấy qua các cửa hút phù hợp với lý thuyết tính toán từ  $1,05 \div 1,93 m/s$ .

+ Vận tốc ra khỏi buồng sấy qua cửa thoát phù hợp với lý thuyết tính toán từ  $1,1 \div 2,05 m/s$

+ Khi nhiệt độ trong buồng sấy tăng theo qui trình sấy, vận tốc dòng khí vào cửa hút và ra cửa thoát tăng.

+ Khi nhiệt độ tăng thì độ đồng đều vận tốc giảm.

+ Độ đồng đều vận tốc vào cửa cao hơn độ đồng đều vận tốc ra cửa.

Độ đồng đều vận tốc trung bình vào cửa hút và ra cửa thoát của bộ trao đổi nhiệt loại 1 cao nhất

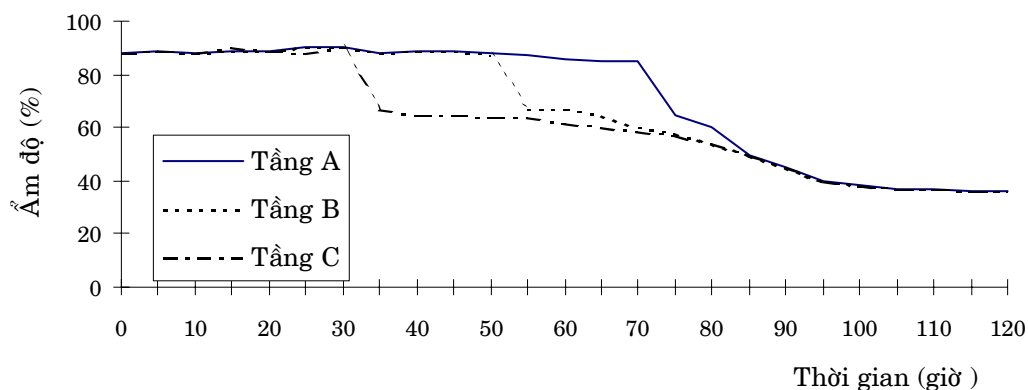


**Bảng 2.** Kết quả xử lý độ đồng đều vận tốc

| Loại bộ TDN                                  | Nhiệt độ<br>buồng sấy<br>( <sup>0</sup> C) | Chênh lệch vận tốc<br>không khí (m/s) |        | Độ phân tán CV (%) |        | Độ đồng đều<br>vận tốc (%) |        |
|--|--|---------------------------------------|--------|--------------------|--------|----------------------------|--------|
|  |  | Cửa vào                               | Cửa ra | Cửa vào            | Cửa ra | Cửa vào                    | Cửa ra |
| <b>Loại 1</b><br>(3 đường, ống khói giữa)    | 40   | 0.2                                   | 0.3    | 5.22               | 7.42   | 94.78                      | 92.58  |
|  | 50   | 0.4                                   | 0.4    | 7.05               | 8.66   | 92.95                      | 91.34  |
|  | 60   | 0.4                                   | 0.5    | 8.21               | 9.27   | 91.79                      | 90.73  |
|  | 65   | 0.5                                   | 0.6    | 9.15               | 11.09  | 90.85                      | 88.91  |
| <b>Loại 2</b><br>(3 đường, ống khói đặt bên) | 40   | 0.5                                   | 0.5    | 14.69              | 16.14  | 85.31                      | 83.86  |
|  | 50   | 0.6                                   | 0.7    | 15.12              | 17.17  | 84.88                      | 82.83  |
|  | 60   | 0.7                                   | 0.7    | 16.11              | 18.51  | 83.89                      | 81.49  |
|  | 65   | 0.8                                   | 1.0    | 17.89              | 19.41  | 82.11                      | 80.59  |
| <b>Loại 3</b><br>(4 đường, ống đại hỏa ngắn) | 40   | 0.5                                   | 0.6    | 14.98              | 15.84  | 85.02                      | 84.16  |
|  | 50   | 0.6                                   | 0.7    | 16.84              | 16.88  | 83.16                      | 83.12  |
|  | 60   | 0.8                                   | 0.8    | 17.05              | 17.97  | 82.95                      | 82.03  |
|  | 65   | 0.8                                   | 0.9    | 18.90              | 18.51  | 81.10                      | 81.49  |
| <b>Loại 4</b><br>(5 đường ống)               | 40   | 0.5                                   | 0.5    | 16.69              | 17.25  | 83.31                      | 82.75  |
|  | 50   | 0.6                                   | 0.7    | 17.49              | 18.59  | 82.51                      | 81.41  |
|  | 60   | 0.7                                   | 0.8    | 18.08              | 19.46  | 81.92                      | 80.54  |
|  | 65   | 0.8                                   | 1.0    | 19.45              | 20.93  | 80.55                      | 79.07  |

**Bảng 3.** Độ đồng đều vận tốc trung bình

| Loại bộ TDN | Độ đồng đều vận tốc<br>trung bình ở cửa hút (%) | Độ đồng đều vận tốc<br>trung bình ở cửa thoát (%) |
|-------------|---|---|
| Loại 1      | 92.59   | 90.89   |
| Loại 2      | 84.05   | 82.29   |
| Loại 3      | 83.06   | 82.70   |
| Loại 4      | 82.07   | 80.94   |



**Hình 5.** Trường ẩm 3 tầng trong lò sấy



**Trường ẩm**

Ẩm độ đóng một vai trò quan trọng trong giai đoạn 1 quá trình sấy thuốc lá. Khi nhiệt độ buồng sấy từ 32°C đến 38°C, ẩm độ trong buồng sấy đạt 80% đến 90% là điều kiện để các phản ứng sinh hóa biến đổi chất và tạo màu cho lá thuốc.

Trên hình 5 trình bày ẩm độ tác nhân của 3 tầng lá thuốc trong buồng sấy. Trong thời gian 30 giờ đầu ẩm độ của 3 tầng bằng nhau (88%), sau khoảng thời gian 35 giờ (buồng sấy mở cửa hút và thoát), ẩm độ tầng dưới (C) bắt đầu giảm xuống 65%, còn tầng A và B có giảm nhưng rất ít (2% - 3%); sau khoảng thời gian 55 giờ ẩm độ tầng B giảm xuống 65%, tầng A có giảm ít hơn, sau khoảng thời gian 90 giờ thì ẩm độ của tác nhân trong buồng sấy tương đối giống nhau, do lúc này lượng nước trong lá thuốc còn rất ít chỉ còn lại trong phần cuống lá và dưới dạng keo nên rất khó thoát ra.

Quan hệ giữa trường ẩm và trường nhiệt được trình bày trên đồ thị hình 6; 7 và 8.

Nhiệt độ tầng A từ 32°C đến 46°C ẩm độ bằng const.

Nhiệt độ tầng A từ 47°C đến 65°C quan hệ giữa trường ẩm và trường nhiệt theo đường Parabol, có phương trình như sau:

$$Y_A = 520,33 - 14,5X_A + 0,11X_A^2$$

$Y_A$  : trường ẩm tầng A ;  $X_A$  : trường nhiệt tầng A

Nhiệt độ tầng B từ 33°C đến 47°C ẩm độ bằng const.

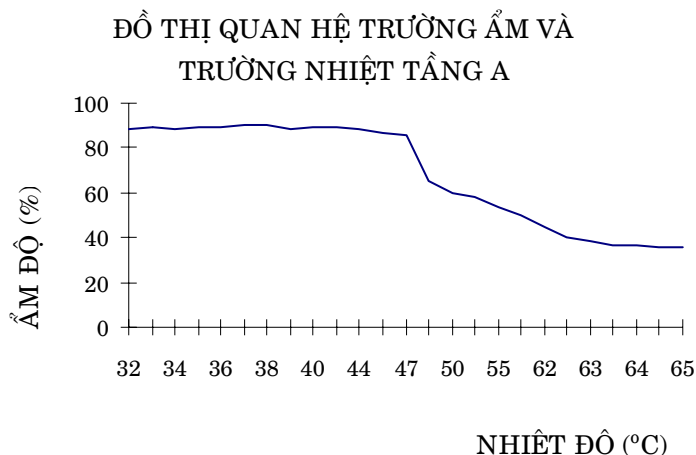
Nhiệt độ tầng A từ 48°C đến 65°C quan hệ giữa trường ẩm và trường nhiệt theo đường Parabol, có phương trình như sau:

$$Y_B = 231,35 - 4,07X_B + 0,02 X_B^2$$

$Y_B$  : trường ẩm tầng B

$X_B$  : trường nhiệt tầng B

Nhiệt độ tầng C từ 34°C đến 38°C ẩm độ bằng const.



**Hình 6.** Đồ thị quan hệ giữa trường ẩm và trường nhiệt tầng A

**Hình 7.** Đồ thị quan hệ giữa trường ẩm và trường nhiệt tầng B

**Hình 8.** Đồ thị quan hệ giữa trường ẩm và trường nhiệt tầng C

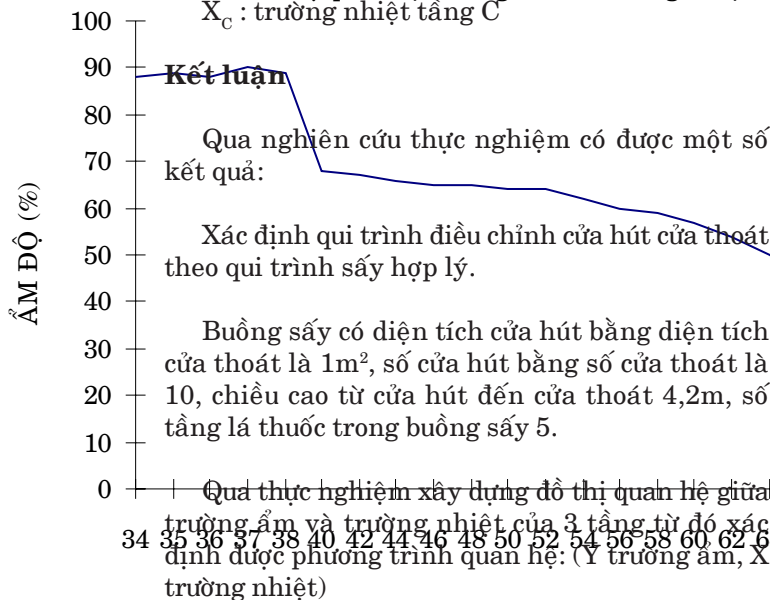
Nhiệt độ tầng C từ 39°C đến 65°C quan hệ giữa trường ẩm và trường nhiệt theo đường Parabol, có phương trình như sau:

$$Y_C = 92,71 + 0,19X_C - 0,01X_C^2$$

$Y_C$  : trường ẩm tầng C

Đồ thị quan hệ trường ẩm và trường nhiệt tầng C

$X_C$  : trường nhiệt tầng C



Tầng A:  $Y_A = 520,33 - 14,5X_A + 0,11X_A^2$

Tầng B:  $Y_B = 231,35 - 4,07X_B + 0,02 X_B^2$

Tầng C:  $Y_C = 92,71 + 0,19X_C - 0,01X_C^2$

Từ các kết quả thực nghiệm phối hợp trên mô hình tổng thể, với các số liệu thực nghiệm cung cấp đầy đủ cho chúng ta các thông số kỹ thuật cần thiết hợp lý để xây dựng được mô hình lò sấy thuốc lá đối lưu tự nhiên thích hợp với quy mô sơ chế thuốc lá tại Việt Nam.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

A. HIRUN and A. PROMWUNGKWA - *Flue Cured Tobacco* - Department of mechanical Engineering Chiang Mai University, Chiang Mai 50002 Thailand, 1981.

ANTHONY F. MILL - *Basic heat and mass transfer* - IRWIN, Chicago USA , 1995.

AKEHURST B.C - *Tobacco* - Longmans Green - Co Ltd, 1973.

E.R.G. ECKERT, R.M. DRAKE - *Analysis of Heat and mass transfer* - McGraw - Hill - USA 1972.

FAYEC, MCQUISTON . P. E. - *Finned Tube heat exchangers* - Oklahoma State University, 1996.

FRANÇOIS M. WHITE - *Heat and mass transfer* - University of Rhode island, 1988.