

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN BẢO ÔN VỎ Lò SẤY GỠ NHIỆT ĐỘ CAO

Nguyễn Cảnh Mão¹, Bùi Duy Ngọc²

¹ Công ty cổ phần Chương Dương

² Viện Nghiên cứu Công nghiệp rừng - Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Từ khóa: Bảo ôn, lò sấy
gỗ nhiệt độ cao

Lò sấy gỗ có vỏ lò với kết cấu 4 lớp bao gồm: lớp 1 bằng inox 304 dày 3,0mm; lớp 2 bằng bông khoáng (rockwool); lớp 3 bằng polyurethane (PU); lớp 4 bằng tôn nhôm kẽm dày 0,75mm. Theo tính toán lớp 2 làm bằng bông khoáng (rockwool) có chiều dày $S_1 = 80\text{mm}$. Lớp 3 là lớp xốp polyurethane (PU) có chiều dày $S_2 = 45\text{mm}$. Với lò sấy gỗ theo thiết kế và tính toán như đã nêu cho phép duy trì chế độ sấy với nhiệt độ $T^0 = 100 \div 150^\circ\text{C}$, $\text{EMC} \leq 16\%$.

Results on calculation of heat insulation of outer casing of high temperature drying oven

Keywords: Heat
insulation, high
temperature drying oven

Outer casing of drying oven consists of 4 layers: the first layer was made of inox 304 with thickness of 3.0mm; the second one is rockwool; the third one is polyurethane (PU) and the last one is steel sheet with thickness of 0.75mm. As for calculation results, the second layer is rockwool with thickness of $S_1 = 80\text{mm}$. The third layer is polyurethane (PU) with the thickness of $S_2 = 45\text{mm}$. With the design and calculation as mentioned above, drying oven can maintain drying temperature at $T^0 = 100 \div 150^\circ\text{C}$ and Equilibrium Moisture Content (EMC) $\leq 16\%$.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sấy gỗ là một công đoạn quan trọng trong quá trình sản xuất mọi sản phẩm từ gỗ. Sấy gỗ cho phép ta nâng cao chất lượng gỗ như: làm cho gỗ có tính ổn định kích thước cao hơn, tăng độ bền tự nhiên của gỗ, tăng khả năng dán dính của gỗ, v.v. Công đoạn sấy gỗ có ảnh hưởng nhiều đến giá thành sản phẩm gỗ do đây là công đoạn tiêu tốn nhiều thời gian, công sức và năng lượng (PGS.TS. Hồ Xuân Các, PGS.TS. Nguyễn Hữu Quang, 2005).

Sấy gỗ theo phương pháp truyền thống (sấy cưỡng bức trong các lò sấy đối lưu trong môi trường sấy là không khí ẩm có nhiệt độ $T^0 < 100^{\circ}\text{C}$ với nguồn nhiệt là hơi nước bão hòa hoặc nước nóng áp suất thấp) có nhiều ưu điểm nổi bật như: chất lượng sấy cao, chế tạo và vận hành thiết bị đơn giản. Tuy nhiên điểm yếu lớn nhất của phương pháp sấy truyền thống này là thời gian sấy dài dẫn đến chi phí sấy lớn. Với mong muốn giảm thời gian sấy, ngay từ đầu thế kỷ XX các phương pháp sấy nhanh đã được nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới quan tâm. Các phương pháp sấy nhanh đó là: sấy chân không, sấy cao tần, sấy nhiệt độ cao (Nguyễn Cảnh Mão, 1994).

Sấy nhiệt độ cao có những đặc điểm: Môi trường sấy là hơi nước quá nhiệt. Nhiệt độ sấy cao ($T^0 > 100^{\circ}\text{C}$). Vận tốc gió đối lưu trong lò sấy cao (4,0 - 9,0m/s). Thời gian sấy ngắn (thường chỉ bằng 20 - 50% so với sấy truyền thống). Chi phí sấy giảm 20 - 30% so với sấy truyền thống (Nguyễn Cảnh Mão, 1994).

Khi sấy ở môi trường sấy nhiệt độ cao thì yêu cầu công nghệ quan trọng nhất đối với vỏ lò sấy là bảo đảm duy trì được EMC trong môi trường sấy theo đúng yêu cầu của các chế độ sấy mềm, bảo đảm chất lượng sấy gỗ cao. Để đạt được điều đó, vỏ lò sấy phải hạn chế được hiện tượng ngưng hơi ẩm tự phát (không điều khiển được) trên bề mặt.

Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi giới thiệu *Kết quả tính toán bảo ôn vỏ lò sấy gỗ nhiệt độ cao*. Lò sấy gỗ nhiệt độ cao này được thiết kế cho nhiệt độ sấy biến đổi trong khoảng 100°C đến 150°C , áp suất tuyệt đối của môi trường trong lò sấy $P \leq 1,50$ bar (tương đương nhiệt độ bão hòa của hơi nước $T_{bh} \leq 111,4^{\circ}\text{C}$).

II. MỤC TIÊU VÀ ĐIỀU KIỆN TÍNH TOÁN

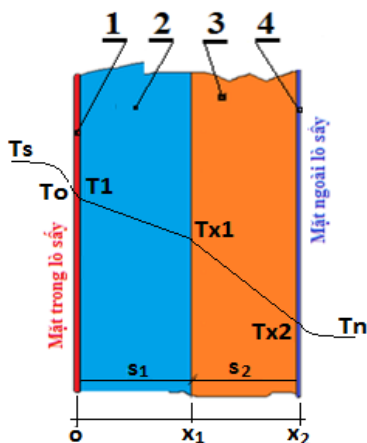
2.1. Mục tiêu tính toán

Xác định được chiều dày các lớp cách nhiệt S1 và S2.

2.2. Điều kiện tính toán

2.2.1. Kết cấu vỏ lò sấy

Qua phân tích và tính toán chúng tôi chọn kết cấu bảo ôn của vỏ lò sấy như sau (Hình 1): Phía trong (nhiệt độ cao) là lớp bông khoáng (rockwool) có tính bền nhiệt cao ($\lambda = 0,033 - 0,036$ w/m. $^{\circ}\text{K}$); phía ngoài là lớp xốp polyurêtan (PU) có hệ số cách nhiệt $\lambda = 0,018 - 0,02$ w/m. $^{\circ}\text{K}$



Chú thích:

- 1. Vỏ trong (inox dày 3,0mm)
- 2. Lớp rockwool có $\lambda = 0,034$ w/m. $^{\circ}\text{K}$
- 3. Lớp PU có $\lambda = 0,019$ w/m. $^{\circ}\text{K}$
- 4. Lớp tôn nhôm kẽm dày 0,75mm

Hình 1. Sơ đồ tính toán nhiệt vỏ lò sấy

2.2.2. Điều kiện tính toán

Nhiệt độ sấy $T^0 = 100-150^{\circ}\text{C}$; áp suất tuyệt đối trong lò sấy $P \leq 1,50 \text{ bar}$. Trong giai đoạn sấy đầu, ($W \geq 30\%$), đòi hỏi duy trì trị số EMC cao ($\text{EMC} \geq 16\%$); với việc không chế áp suất trong lò sấy $P \leq 1,50 \text{ bar}$, khả năng ở giai đoạn đầu nhiệt độ sấy khó vượt quá trị số $115 - 120^{\circ}\text{C}$. Ở các giai đoạn sấy cuối (khi $W \leq 20\%$) và ở chế độ xử lý nhiệt, nhiệt độ trong lò sấy có thể đạt đến 150°C đòi hỏi vỏ lò sấy có khả năng cách nhiệt cao nhất.

Từ phân tích trên, chúng ta có thể lượng hóa các điều kiện tính toán nhiệt như sau:

- Yêu cầu hạn chế ngưng tụ ẩm trên bề mặt vỏ lò sấy:

$$\Delta T = (T_s - T_o) \leq 3^{\circ}\text{C} \text{ khi } T_s = 115 - 120^{\circ}\text{C} \quad (2.1)$$

$$k(T_s - T_n) = \alpha_t(T_s - T_0) = \frac{S_1}{\lambda_1}(T_1 - T_{x1}) = \frac{S_2}{\lambda_2}(T_{x1} - T_{x2}) = \alpha_n(T_2 - T_n) \quad (3.1)$$

Ở đây: α_t, α_n - Hệ số trao đổi nhiệt trên bề mặt trong và ngoài lò sấy. Các hệ số này phụ thuộc vào điều kiện trao đổi nhiệt (vận tốc khí, tính chất chất khí, trạng thái bề mặt vách ...) và thường được xác định bằng thực nghiệm thông qua các tiêu chuẩn đồng dạng Nu (Nusselt), Re (Reynolds), Gr (Grashof) và Pr (Prandtl). Đối với bề mặt trong lò sấy, trong trường hợp của chúng ta, với điều kiện chảy cụ thể là hơi quá nhiệt chảy xoáy trong kênh thẳng hệ số α có thể xác định theo công thức (3.2) sau (Мичеев М.А., Мичеева И. М., 1997; Касаткин А.Г., 2004).

$$\alpha = 1,15 \times 4 \sqrt{\frac{\Gamma \times \delta^2 \times g \times \lambda_k^3}{\mu \times \Delta T \times l}} \quad (3.2)$$

$$\alpha_t = 1,15 \times 4 \sqrt{\frac{(2775-1610) \times 0,862^2 \times 9,81 \times 0,0284^3}{0,0145 \times 10^3 \times 3 \times 1,01}} = 8,164 \text{ w/m}^2 \cdot \text{K} \quad (3.2a)$$

- Yêu cầu kết cấu hợp lý các lớp cách nhiệt:

$$T_{x1} \leq 90 - 95^{\circ}\text{C} \text{ khi } T_s = 150^{\circ}\text{C} \quad (2.2)$$

- Điều kiện biên:

Mặt ngoài lò sấy : Môi trường không khí tĩnh trong nhà xưởng: Lấy $T_n = 25^{\circ}\text{C}$;

Mặt trong lò sấy : Hơi quá nhiệt chuyển động rối với $v = 10 - 15 \text{ m/s}$. Nhiệt độ sấy tính toán $T_s = 150^{\circ}\text{C}$ khi xác định T_{x1} và $T_s = 120^{\circ}\text{C}$ khi xác định chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường và bề mặt vỏ trong lò sấy ΔT .

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Phương trình cân bằng nhiệt của quá trình truyền nhiệt là ổn định (3.1) (Мичеев М.А., Мичеева И. М., 1997; Касаткин А.Г., 2004).

Trong công thức này:

α - Hệ số trao đổi nhiệt

r - Nhiệt hàm của hơi quá nhiệt : $r = i - i'$. Ở 150°C ta có: $r = 2775-1610 = 1165 \text{ kJ/kg}$

δ - Khối lượng riêng của hơi quá nhiệt ; Ở đây $\delta = 0,862 \text{ kg/m}^3$

g - Gia tốc trọng trường; $g = 9,82 \text{ m/s}^2$

λ - Hệ số dẫn nhiệt của hơi quá nhiệt ; $\lambda = 0,0284 \text{ w/m} \cdot \text{K}$ ở áp suất 1,0 bar.

μ - Độ nhớt động học của hơi quá nhiệt ; $\mu = 0,0145 \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$

ΔT - Chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường và bề mặt kênh. Như đã đề cập đến ở trên, trong thiết kế này ta chọn $\Delta T = (T_s - T_o) \leq 3^{\circ}\text{C}$

l - Kích thước kênh; Theo thiết kế: $l = 1,0 \text{ m}$

Thay số vào công thức ta tính được:

Đối với bề mặt ngoài lò sấy, do lớp tôn nhôm kẽm ngoài giữ vai trò như khung ống cho nên ta lấy $\Delta T_2 = 5^\circ\text{C}$. Nhiệt độ trung bình không khí ngoài lò sấy lấy trung bình $T_n = 25^\circ\text{C}$, do vậy ta có:

$$T_2 = T_n + \Delta T_2 = 25 + 5 = 30^\circ\text{C} \quad (3.3)$$

Áp dụng Phương trình cân bằng nhiệt (3.1) ta có (Đặng Quốc Phú, 1991)

$$S_1 = \frac{\lambda_1 \times (T_1 - T_{x1})}{\alpha_t (T_s - T_1)}; S_2 = \frac{\lambda_2 \times (T_1 - T_{x1})}{\alpha_t (T_{x1} - T_2)} \quad (3.1a)$$

Áp dụng các điều kiện (2.1), (2.2) và điều kiện biên nêu trên, thay số vào ta tính được:

$$S_1 = \frac{0,034 \times (147 - 90)}{8,164 \times 3} = 0,0791\text{m};$$

$$S_2 = \frac{0,019 \times (90 - 30)}{8,164 \times 3} = 0,0465\text{m}$$

Ta lấy $S_1 = 80\text{mm}$ và $S_2 = 45\text{mm}$.

Trên cơ sở trị số S_1 và S_2 này, áp dụng công thức (3.1) ta tính được hệ số k của vỏ lò sấy như sau:

$$k = \frac{\alpha_t \times (T_s - T_1)}{(T_s - T_n)} = \frac{8,164 \times 3}{(150 - 25)} = 0,1959 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \quad (3.1b)$$

Ta cũng xác định được trị số nhiệt độ T_{x1} tại tọa độ giáp ranh giữa hai lớp cách nhiệt của vỏ lò sấy:

$$T_{x1} = T_1 - \frac{S_1 \times \alpha_t \times (T_s - T_1)}{\lambda_1} = 147 - \frac{0,08 \times 8,164 \times 3}{0,034} = 89,37^\circ\text{C} \quad (3.1c)$$

Như vậy $T_{x1} = 89,37^\circ\text{C} < 90 - 95^\circ\text{C}$ - điều kiện (2.2) được thỏa mãn.

IV. KẾT LUẬN

Lò sấy gỗ với thiết kế kết cấu của vỏ lò là 4 lớp bao gồm: lớp 1 là inox 304 dày 3,0mm; lớp 2 là bông khoáng (rockwool); lớp 3 là lớp xốp polyurethane (PU); lớp 4 là tôn nhôm kẽm dày 0,75mm. Kết quả tính toán được: lớp 2 dày $S_1 = 80\text{mm}$; lớp 3 dày $S_2 = 45\text{mm}$, nhiệt độ lớp PU $T_{x1} < 90^\circ\text{C}$; lớp 4 là tôn nhôm kẽm dày 0,75mm có hệ số cách nhiệt $k = 0,1959 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Lò sấy gỗ này cho phép duy trì chế độ sấy với nhiệt độ $T^0 = 100 \div 150^\circ\text{C}$, EMC $\leq 16\%$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Quốc Phú, 1991. Truyền nhiệt, Đại học Bách Khoa, Hà Nội
2. Nguyễn Cảnh Mão, 1994. Công nghệ sấy gỗ, Trường Đại học Lâm nghiệp.
3. PGS.TS. Hồ Xuân Các, PGS.TS. Nguyễn Hữu Quang, 2005. Công nghệ sấy gỗ, NXB Nông nghiệp.
4. ASHRAE, 1985. ASHRAE Handbook - Fundamental, New York.
5. Мичеев М.А., Мичеева И. М., 1997. Основы теплопередачи - Энергия - Москва
6. Касаткин А.Г., 2004. Основные процессы и аппараты химической технологии - Госхимиздат - Москва
7. Course in drying of timber, Responsibility for content: Rob Rule, timber traing Creswick Ltd, Australian

Người thẩm định: TS. Trần Tuấn Nghĩa