

28

TRẦN VĂN PHÚ

KỸ THUẬT SẤY



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

GS.TSKH. TRẦN VĂN PHÚ



KỸ THUẬT SẤY

(Tái bản lần thứ nhất)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Lời nói đầu

Sấy là một khâu quan trọng trong dây chuyền công nghệ, được sử dụng phổ biến ở nhiều ngành công nghiệp chế biến nông – lâm – hải sản. Sấy không chỉ đơn thuần là tách nước và hơi nước ra khỏi vật liệu mà là một quá trình công nghệ phức tạp, đòi hỏi vật liệu sau khi sấy phải đảm bảo chất lượng theo một chỉ tiêu nào đó với mức chi phí năng lượng (điện năng, nhiệt năng) tối thiểu. Chẳng hạn, khi sấy gỗ thì không được nứt nẻ, cong vênh hoặc khi sấy thực phẩm thì phải đảm bảo giữ được màu sắc, hương vị và chất lượng của sản phẩm v.v...

Để thực hiện quá trình sấy người ta sử dụng một hệ thống các thiết bị gồm thiết bị sấy (TBS) như buồng sấy, hầm sấy, tháp sấy...; thiết bị đốt nóng tác nhân sấy (TNS) trong các calorifer, thiết bị lạnh để khử ẩm TNS, bơm quạt và một số thiết bị phụ khác. Đương nhiên, trong hệ thống đó, TBS là quan trọng nhất. Trong cuốn sách này hệ thống thiết bị để thực hiện một quá trình sấy nào đó được gọi là hệ thống sấy (HTS) kèm theo đặc trưng của TBS, ví dụ HTS buồng, HTS hầm v.v...

Để đảm bảo chất lượng sản phẩm với mức chi phí năng lượng tối thiểu, trong mỗi loại HTS (HTS buồng, HTS hầm v.v...) khi sấy một sản phẩm nhất định phải có chế độ sấy thích hợp. Chế độ sấy được hiểu là quy trình tổ chức quá trình trao đổi nhiệt–ẩm giữa TNS và vật liệu sấy (VLS), độ ẩm trước và sau quá trình sấy của VLS, nhiệt độ và độ ẩm của TNS vào ra TBS, thời gian sấy tương ứng v.v... Tóm lại, chế độ sấy rất quan trọng và luôn gắn với một HTS cụ thể với một VLS cụ thể. Do đó, khi thiết kế một HTS để sấy một VLS nào đó với năng suất đã cho, trước hết, phải chọn chế độ sấy thích hợp. Chọn chế độ sấy cho một HTS thường được thực hiện theo kinh nghiệm. Trong cuốn sách này, sau phần giới thiệu kết cấu của HTS, tính toán cân bằng nhiệt–ẩm cho TBS, tác giả giới thiệu một số chế độ sấy đã được sử dụng trong sản xuất hoặc đã được nghiên cứu trong phòng thí nghiệm. Đây là một trong những khác biệt quan trọng của KỸ THUẬT SẤY so với các tài liệu tham khảo hiện có.

Nội dung cơ bản khi tính toán cân bằng nhiệt–ẩm của một HTS là tính toán quá trình sấy lý thuyết sau khi chọn được kết cấu TBS và tính toán quá trình sấy thực. Trong các tài liệu hiện có, các tính toán này thường được thực hiện nhờ sự trợ giúp của đồ thị I–d. Sử dụng đồ thị I–d cho phép chúng ta có cái nhìn trực quan sự thay đổi trạng thái TNS trong quá trình trao đổi nhiệt–ẩm với VLS. Tuy nhiên, với kỹ thuật tính toán nhờ máy tính cá nhân (máy xách tay hay máy cầm tay) như hiện nay thì việc tính toán quá trình trao đổi nhiệt–ẩm khi thiết kế một HTS bằng giải tích không cần sử dụng đồ thị I–d tỏ ra thuận tiện và thích hợp

hơn, đặc biệt khi thay đổi chế độ sấy. Cơ sở của phương pháp giải tích tính cân bằng nhiệt-ẩm của TBS đã được tác giả đề cập trong giáo trình Tính toán và thiết kế HTS (NXB Giáo dục, 2001, 2003).

Khác với các tài liệu khác, trong cuốn sách này tác giả sử dụng phương pháp giải tích để tính toán các quá trình sấy lý thuyết và thực tế. Khi giới thiệu kết cấu của mỗi loại HTS đều có các ví dụ tính toán chính xác quá trình cân bằng nhiệt-ẩm của TBS đó. Khi tính toán quá trình sấy thực thì việc tính toán các tổn thất ra môi trường qua kết cấu rất phức tạp. Vì vậy, sau khi cho ví dụ tính toán chính xác, tác giả có đưa ra các nhận xét và cách tính toán sơ bộ, đơn giản.

Khi biên soạn, tác giả có sử dụng nhiều tài liệu tham khảo đã được công bố, nhiều báo cáo khoa học của bản thân và các cộng sự cũng như của nhiều tác giả khác trong các hội nghị, hội thảo. Vì vậy, trong phần tài liệu tham khảo chỉ ghi những tài liệu đã được in ấn và phát hành rộng rãi. Rất mong các đồng nghiệp thông cảm.

Với các đặc điểm riêng biệt trên đây, KỸ THUẬT SẤY là tài liệu giúp tính toán và thiết kế một HTS cho các kỹ sư nói riêng và độc giả nói chung khi thiết kế hoặc lựa chọn phương án sấy. Khi biên soạn, tác giả bám sát các yêu cầu của chương trình khung về kỹ thuật sấy của Bộ Giáo dục và Đào tạo đã được thông qua nên cuốn sách này có thể dùng làm tài liệu giảng dạy trong các trường đại học, cao đẳng.

Tuy đã rất cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót, tác giả mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc. Mọi ý kiến xin gửi về Công ty Cổ phần sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên – Hà Nội hoặc Bộ môn Kỹ thuật nhiệt, Viện Khoa học & Công nghệ Nhiệt – Lạnh, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Tác giả xin chân thành cảm ơn và trân trọng những ý kiến đóng góp của bạn đọc nhằm hoàn thiện cuốn sách này trong những lần tái bản sau.

Tác giả

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ KỸ THUẬT SẤY	5
1.1. Động lực quá trình sấy, phương pháp sấy và tác nhân sấy	5
1.2. Phân loại các hệ thống sấy	6
Chương 2. KHÔNG KHÍ ẤM VÀ KHÓI LÒ	12
2.1. Không khí ẩm	12
2.2. Khói lò	19
Chương 3. TRUYỀN NHIỆT – TRUYỀN CHẤT TRONG VẬT LIỆU ẤM VÀ ĐỘNG HỌC QUÁ TRÌNH SẤY	25
3.1. Các đại lượng đặc trưng của vật liệu ẩm	25
3.2. Quá trình tương tác giữa vật liệu ẩm và không khí	31
3.3. Các dạng liên kết ẩm	34
3.4. Dẫn nhiệt và khuếch tán ẩm trong vật liệu sấy	38
3.5. Động học quá trình sấy	41
Chương 4. QUÁ TRÌNH SẤY LÝ THUYẾT, CHẾ ĐỘ SẤY VÀ THỨ TỰ THIẾT KẾ MỘT HỆ THỐNG SẤY	44
4.1. Quá trình sấy lý thuyết	44
4.2. Chế độ sấy	45
4.3. Thứ tự thiết kế một hệ thống sấy	52
Chương 5. TÍNH TOÁN THIẾT BỊ SẤY ĐỐI LƯU	55
5.1. Cân bằng nhiệt – ẩm trong thiết bị sấy dùng không khí làm tác nhân	55
5.2. Cân bằng nhiệt – ẩm trong thiết bị sấy dùng khói lò làm tác nhân	68
5.3. Hiệu suất nhiệt của hệ thống sấy	69
Chương 6. THIẾT KẾ HỆ THỐNG SẤY BUÔNG	71
6.1. Cấu tạo hệ thống sấy buông	71
6.2. Thiết kế hệ thống sấy buông	72
6.3. Chế độ sấy một số nông – lâm – hải sản trong các hệ thống sấy buông	84
Chương 7. THIẾT KẾ HỆ THỐNG SẤY HẦM	97
7.1. Cấu tạo hệ thống sấy hầm	97
7.2. Các bước tính toán hệ thống sấy hầm	98
7.3. Chế độ sấy của hệ thống sấy hầm với một số nông – lâm – hải sản	107
Chương 8. THIẾT KẾ HỆ THỐNG SẤY THÙNG QUAY	111
8.1. Cấu tạo của hệ thống sấy thùng quay	111
8.2. Tính toán hệ thống sấy thùng quay	111

Chương 9. THIẾT KẾ HỆ THỐNG SẤY THÁP	126
9.1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống sấy tháp.....	126
9.2. Tính toán hệ thống sấy tháp.....	133
9.3. Thứ tự thiết kế hệ thống sấy tháp.....	136
9.4. Chế độ sấy tháp của ngô, đậu	147
Chương 10. HỆ THỐNG SẤY TẦNG SÔI VÀ HỆ THỐNG SẤY KHÍ ĐỘNG	148
10.1. Cấu tạo, nguyên lý hoạt động	148
10.2. Tính toán hệ thống sấy tầng sôi	151
10.3. Chế độ sấy tầng sôi khi sấy hạt ngũ cốc	156
10.4. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hệ thống sấy khí động	163
Chương 11. HỆ THỐNG SẤY PHUN	170
11.1. Nguyên lý làm việc và cấu tạo của hệ thống sấy phun	170
11.2. Tính toán buồng sấy.....	175
Chương 12. HỆ THỐNG SẤY TIẾP XÚC	185
12.1. Nguyên lý làm việc và cấu tạo	185
12.2. Tính toán hệ thống sấy tiếp xúc trong chất lỏng nóng.....	188
12.3. Tính toán hệ thống sấy tiếp xúc bề mặt	195
Chương 13. HỆ THỐNG SẤY THĂNG HOA	200
13.1. Nguyên lý và sơ đồ cấu tạo hệ thống sấy thăng hoa	200
13.2. Tính toán nhiệt các thiết bị cơ bản của hệ thống sấy thăng hoa.....	204
Chương 14. HỆ THỐNG SẤY BẰNG DÒNG ĐIỆN CAO TẦN	212
14.1. Nguyên lý sấy bằng dòng điện cao tần	212
14.2. Bộ phát cao tần và tính công suất tiêu thụ.....	214
Chương 15. TÍNH TOÁN CÁC THIẾT BỊ PHỤ CỦA HỆ THỐNG SẤY	217
15.1. Tính toán calorifer	217
15.2. Buồng đốt.....	222
15.3. Quạt và cách chọn quạt.....	225
15.4. Thiết bị truyền tải.....	232
Chương 16. VẤN ĐỀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀ CÁC GIẢI PHÁP TRONG KỸ THUẬT SẤY	234
16.1. Kết cấu và nguyên lý hoạt động của một số thiết bị khử bụi	234
16.2. Khử các chất độc hại trong khói lò	243
Chương 17. KIỂM TRA VÀ TỰ ĐỘNG HÓA HỆ THỐNG SẤY	245
17.1. Xác định độ ẩm của vật liệu sấy	245
17.2. Kiểm tra tính đồng đều của sản phẩm sấy	248
17.3. Kiểm tra chế độ sấy	249
17.4. Tự động hóa hệ thống sấy	252
Phụ lục	254