

LỜI ĐỀ TỰA

(cho lần xuất bản thứ ba)

Kể từ lần xuất bản thứ hai của cuốn sách "Kỹ thuật tách hỗn hợp nhiều cấu tử, tập 2 – Tính toán và thiết kế", tác giả đã nhận được nhiều ý kiến phản hồi và đề nghị liên quan đến các giải pháp tăng cường độ tin cậy trong tính toán và thiết kế các quá trình và thiết bị chuyển khối.

Để tăng được độ tin cậy của các kết quả tính toán và thiết kế thì ngoài việc lựa chọn được các phương pháp tính toán - thiết kế có độ tin cậy và các phương pháp chắc chắn nhất để kiểm tra các kết quả, còn cần phải có được các thông số vật lý có độ chính xác cao của các hệ vì các thông số này có ảnh hưởng nhiều đến các kết quả tính toán – thiết kế. Để đáp ứng phần nào các yêu cầu của độc giả và của các kỹ sư, trong lần xuất bản này tác giả đã bổ sung thêm chương 9 "Các thông tin và số liệu cần cho tính toán – thiết kế". Trong chương này tác giả đã tiến hành biên soạn và cập nhật các số liệu thực nghiệm về các tính chất vật lý của các chất lỏng và khí thường gặp trong thực tế. Các số liệu được thể hiện ở dạng các bảng, các đồ thị hoặc các giản đồ thuận tiện cho việc tra cứu. Với độ tin cậy cao, các số liệu thực nghiệm của các tính chất vật lý của các hệ dẫn trong cuốn sách này sẽ được ưu tiên sử dụng cho mục đích tính toán và thiết kế.

Để vượt qua các khó khăn thường gặp khi tìm kiếm các số liệu thực nghiệm của các tính chất vật lý, tác giả cũng đã tiến hành lựa chọn và cập nhật các phương pháp tính toán và dự đoán các tính chất vật lý của các hệ. Các phương pháp này đã được kiểm chứng kỹ lưỡng dựa vào các kết quả thực nghiệm đã công bố cho nhiều hệ khác nhau. Độ tin cậy của các kết quả tìm được theo các phương pháp trên đáp ứng đầy đủ các yêu cầu của mục đích tính toán và thiết kế.

Trong lần xuất bản thứ ba này, ngoài việc bổ sung chương 9, cuốn sách cũng đã được tiếp tục chỉnh sửa, tuy nhiên khó tránh hết được các thiếu sót. Rất mong tiếp tục nhận được các nhận xét, góp ý và các đề xuất của bạn đọc để cuốn sách tiếp tục được hoàn thiện hơn. Mọi thông tin xin gửi theo địa chỉ:

GS. TS. Nguyễn Hữu Tùng

Bộ môn Quá trình – Thiết bị Công nghệ Hóa chất và Thực phẩm

Viện Kỹ thuật Hóa học – Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Số 1 Đại Cồ Việt, Hà Nội

Email: tungnguyenhu@yahoo.com.vn

Hà Nội, tháng 8 năm 2013

Tác giả

LỜI NÓI ĐẦU

Tách hỗn hợp nhiều cấu tử trở thành các sản phẩm tinh khiết cao luôn là nhiệm vụ quan trọng và khó khăn cần phải được giải quyết của kỹ thuật và công nghiệp. Quá trình tách này thường tiêu tốn nhiều năng lượng, gặp nhiều khó khăn (đặc biệt trong các trường hợp thường gặp trong thực tế khi các cấu tử của hỗn hợp có nhiệt độ sôi nằm trong một khoảng hẹp và do đó có khả năng tạo các hỗn hợp đẳng phí cao) và cần có đầu tư lớn cho hệ thống thiết bị.

Để có thể điều khiển được các quá trình tách hỗn hợp nhiều cấu tử trong công nghiệp, cũng như để tính toán, thiết kế và tối ưu hóa hệ thống thiết bị công nghiệp cần phải hiểu rõ được các nguyên lý và bản chất hóa – lý của các quá trình này. Nhằm đáp ứng được phần nào các mục đích trên, Nhà xuất bản Bách Khoa – Hà Nội xin trân trọng giới thiệu bộ giáo trình “*Kỹ thuật tách hỗn hợp nhiều cấu tử*” của PGS. TS. Nguyễn Hữu Tùng. Bộ giáo trình gồm 2 tập dùng cho sinh viên đại học và sau đại học ngành Kỹ thuật hóa học của trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Bộ sách cũng có thể sử dụng làm tài liệu học tập và nghiên cứu cho sinh viên và các cán bộ nghiên cứu các ngành kỹ thuật liên quan (Hóa chất, Môi trường, Dầu khí, Sinh học, Thực phẩm, Điều khiển, Tự động hóa quá trình ...). Đặc biệt trong nhiều phần của bộ sách, các cơ sở lý thuyết của các quá trình tách các hỗn hợp đã được thể hiện trên các ví dụ là các quá trình tách đang được ứng dụng trong công nghiệp, nhằm tạo điều kiện thuận lợi để giúp người đọc hiểu rõ hơn các nguyên lý và bản chất của các quá trình cũng như dễ dàng hơn trong việc tiếp cận thực tế công nghiệp. Ngoài ra, bộ sách đã cập nhật một số lượng lớn các kết quả lý thuyết và thực tế, cùng nhiều tài liệu tham khảo hữu ích để giúp bạn đọc trong việc tra cứu.

Bộ sách được biên soạn dựa trên kinh nghiệm nhiều năm giảng dạy môn học kỹ thuật cơ sở “*Quá trình và Thiết bị Công nghệ Hóa học*” cũng như môn học chuyên ngành “*Kỹ thuật tách hỗn hợp nhiều cấu tử*” tại Khoa Công nghệ Hóa học trong trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, cũng như các lớp đào tạo nâng cao năng lực chuyên môn cho các cơ sở thực tế.

Tập 1 “*Các Nguyên lý và Ứng dụng*” trình bày các cơ sở lý thuyết của các quá trình tách hỗn hợp nhiều cấu tử và các ứng dụng của kỹ thuật tách hỗn hợp nhiều cấu tử trong công nghiệp hóa chất, dầu khí và các ngành liên quan. Các nội dung được trình bày trong tập này có thể được sử dụng làm cơ sở để tiến hành mô phỏng các quá trình và thiết bị của công nghiệp hóa chất nhằm mục tiêu tối ưu hóa các quá trình và hệ thống thiết bị và giảm năng lượng tiêu tốn để thực hiện các quá trình.

Tập 2 “*Tính toán và Thiết kế*” trình bày các phương pháp mới nhất, có độ tin cậy cao nhất (ở thời điểm hiện tại) dùng để tính toán và thiết kế các hệ thống thiết bị tách hỗn hợp nhiều cấu tử. Đây là những kiến thức rất cần thiết và hữu ích trong tính toán, thiết kế và vận hành các quá trình và thiết bị tách các hỗn hợp nhiều cấu tử (Ví dụ: các quá trình và thiết bị lọc dầu, các hệ thống tách hỗn hợp khí đã hóa lỏng ...).

Bộ sách được xuất bản lần đầu nên khó tránh khỏi các thiếu sót. Rất mong nhận được các nhận xét và góp ý để giúp lần tái bản được hoàn thiện hơn. Mọi thông tin xin được gửi theo địa chỉ:

PGS. TS. Nguyễn Hữu Tùng

Bộ môn Quá trình – Thiết bị Công nghệ Hóa chất và Thực phẩm

Khoa Công nghệ Hóa học – Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Số 1 Đại Cồ Việt, Hà Nội

Email: tungnguyenhu@yahoo.com.vn

Hà Nội, tháng 5/2010

Nguyễn Hữu Tùng

Chương 7

TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ CÁC THÁP CHUYỂN KHỐI

7.1. THÁP LOẠI ĐĨA

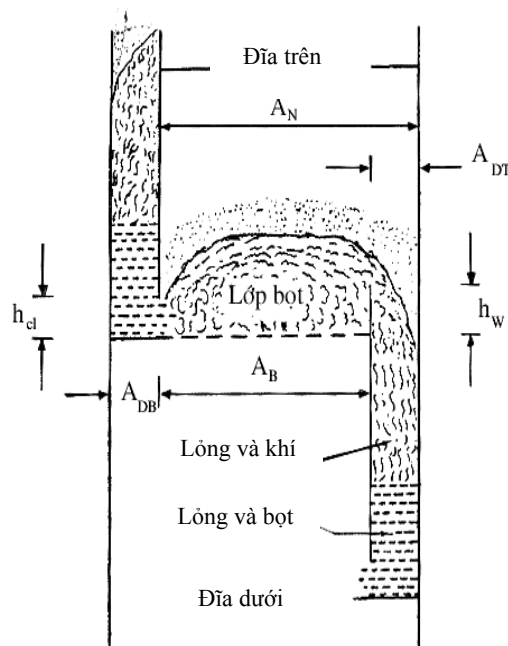
Chưng cất và hấp thụ là các quá trình quan trọng nhất và phổ biến nhất trong số các quá trình chuyển khối hệ khí – lỏng.

Các thiết bị tiếp xúc pha phổ biến nhất và đã được sử dụng từ lâu nay là các tháp loại đĩa và loại đệm. Các loại tháp này sẽ được trình bày chi tiết trong phần này của cuốn sách.

Ở phần này hai khái niệm “khí” và “hơi” được sử dụng thay thế cho nhau mặc dù trong thực tế hai khái niệm này có những đặc điểm khác nhau và sẽ chính xác hơn nếu khái niệm “hơi” sẽ được dùng cho các quá trình chưng cất.

Đĩa loại các dòng pha chuyển động theo sơ đồ chéo dòng (hình 7.1) bao gồm phần diện tích sục khí và phần diện tích phục vụ cho chảy truyền chất lỏng. Lỏng từ đĩa trên sẽ đi vào kênh chảy truyền lỏng và đi vào phần diện tích sục khí của đĩa ở ngay phía dưới. Tại vùng diện tích sục khí, pha lỏng tiếp xúc với pha khí đi từ đĩa dưới lên qua các lỗ của đĩa và tạo thành lớp bọt hoặc tạo thành các tia trên đĩa.

Để duy trì mức chất lỏng, trên đĩa ở phía dòng lỏng đi vào kênh chảy truyền có lắp ngưỡng chảy tràn chất lỏng. Phần lớp bọt tạo thành ở mức cao hơn ngưỡng chảy tràn sẽ đi vào kênh chảy truyền và đi xuống phía dưới. Trong kênh chảy truyền khí sẽ được tách ra khỏi lỏng và đi ngược lên trên, còn lỏng sẽ đi vào phần sục khí của đĩa dưới. Trên đĩa, tại phần diện tích sục khí, có thể lắp nhiều loại chi tiết khác nhau (như chớp, van, lỗ ...) nhằm tăng cường sự tiếp xúc giữa các pha.



Hình 7.1. Sơ đồ đĩa chéo dòng làm việc ở chế độ lớp bọt

7.1.1. Tính gần đúng các kích thước của tháp loại đĩa

Các kích thước chính của tháp có thể đánh giá gần đúng được nếu như xác định được số đĩa thực tế cần thiết cho việc tách hỗn hợp ở trong tháp. Các kích thước này cần cho việc đánh giá sơ bộ giá thành của tháp trong việc lập các dự án.

7.1.1.1. Chỉ số hồi lưu của tháp chưng cất liên tục hỗn hợp hai cấu tử

Cho tháp chưng cất chỉ số hồi lưu R được định nghĩa theo công thức:

$$R = \frac{L}{D}$$

Ở đây: L – lượng lỏng sau thiết bị ngưng tụ trên đỉnh tháp được đưa hồi lưu về tháp, kmol/h;

D – lượng sản phẩm đỉnh, kmol/h.

Chỉ số hồi lưu có thể thay đổi trong khoảng $R_{\min} < R < \infty$, với $R_{\min}$ – chỉ số hồi lưu nhỏ nhất.

Chỉ số hồi lưu có ảnh hưởng trực tiếp đến vị trí của đường làm việc của đoạn luyện và đoạn chưng trên đồ thị $x - y$ (đồ thị McCabe).

Phương trình đường làm việc của đoạn luyện:

$$y = \frac{R}{R+1}x + \frac{x_D}{R+1}$$

Ở đây: x_D – nồng độ phần mol của sản phẩm đỉnh.

Phương trình đường làm việc của đoạn chưng:

$$y = \frac{R+F/D}{R+1}x + \frac{1-F/D}{R+1}x_B$$

Ở đây: x_B – nồng độ phần mol của sản phẩm đáy;

F – lưu lượng hỗn hợp đầu, kmol/h.

Chỉ số hồi lưu nhỏ nhất $R_{\min}$

Khi chỉ số hồi lưu của tháp chưng cất bằng $R_{\min}$, để đạt được mức độ tách cần thiết của hỗn hợp ($x_B \div x_D$) thì số đĩa lý thuyết N_{LT} của tháp sẽ tiến đến ∞ (do đường làm việc của tháp và đường cân bằng pha cắt nhau hoặc tiếp xúc với nhau).

Để xác định $R_{\min}$ xét hai trường hợp sau:

a. Đường làm việc và đường cân bằng pha cắt nhau (hình 7.1*)

Ở trường hợp này $R_{\min}$ có thể xác định theo công thức:

$$R_{\min} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F} \quad (7.1^*)$$

Ở đây: x_F – nồng độ phần mol của hỗn hợp lỏng đầu;

y_F^* – nồng độ pha hơi ở trạng thái cân bằng pha với nồng độ x_F .

Ở trường hợp này $R_{\min}$ cũng có thể xác định bằng phương pháp đồ thị:

Trên đồ thị $x - y$ của McCabe (hình 7.1* và 7.42) kéo dài đường làm việc của đoạn luyện cho tới khi cắt trục tung. Tung độ của giao điểm khi đó sẽ bằng:

$$\bar{B}_{\max} = \frac{x_D}{R_{\min} + 1}$$

MỤC LỤC

	Trang
LỜI NÓI ĐẦU	5
Chương 7. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ CÁC THÁP CHUYỂN KHỐI	7
7.1. THÁP LOẠI ĐĨA	7
7.1.1. Tính gần đúng các kích thước của tháp loại đĩa	8
7.1.1.1. <i>Chỉ số hồi lưu của tháp chưng cất liên tục hỗn hợp hai cấu tử</i>	8
7.1.1.2. <i>Khoảng cách giữa các đĩa</i>	13
7.1.1.3. <i>Đường kính của tháp</i>	14
<i>Đường kính tháp chuyển khối loại đĩa chóp</i>	15
<i>Đường kính tháp đĩa lỗ và đĩa van</i>	18
<i>Kiểm tra đường kính của tháp</i>	22
7.1.2. Các loại đĩa	22
7.1.2.1. <i>Đĩa loại lỗ</i>	23
7.1.2.2. <i>Đĩa loại van cố định</i>	23
7.1.2.3. <i>Đĩa loại van chuyển động</i>	23
7.1.2.4. <i>Đĩa loại chóp</i>	23
7.1.3. Sơ đồ chuyển động của lỏng ở trên đĩa loại chéo dòng	25
7.1.4. Các đĩa làm việc theo nguyên tắc ngược chiều (đĩa ngược chiều)	27
7.1.5. Chọn loại đĩa	27
7.1.6. Bố trí mặt đĩa	28
7.1.7. Cấu tạo cơ khí của đĩa	29
7.1.7.1. <i>Đĩa có cấu tạo kiểu ô đĩa</i>	29
7.1.7.2. <i>Đĩa tổ hợp (cụm đĩa)</i>	30
7.1.8. Kênh chảy truyền chất lỏng	31
7.1.9. Số đường đi của lỏng trên đĩa	34
7.1.10. Khoảng cách giữa các đĩa	34
7.1.11. Ngưỡng chảy tràn về phía cửa lỏng ra khỏi đĩa	35
7.1.12. Kích thước lỗ	36
7.1.13. Phần diện tích lỗ ở trên đĩa	37
7.1.14. Cân bằng các đường đi của dòng lỏng trên đĩa	37
7.1.15. Chiều dày của đĩa	38
7.1.16. Các giải pháp tăng năng suất của đĩa	38
7.1.16.1. <i>Kênh chảy truyền kiểu cắt cụt và đẩy lỏng về phía trước</i>	39
7.1.16.2. <i>Kênh chảy truyền kiểu tấm nghiêng</i>	39

7.1.16.3.	<i>Đĩa có lắp nhiều kênh chảy truyền được cắt cụt</i>	41
7.1.16.4.	<i>Đĩa hướng kính</i>	41
7.1.16.5.	<i>Đĩa tách lỏng bằng lực ly tâm</i>	41
7.1.16.6.	<i>Đĩa loại chớp</i>	42
7.1.16.7.	<i>Đĩa loại lỗ không lắp kênh chảy truyền lỏng (Dual-flow)</i>	42
7.1.17.	So sánh các loại đĩa	43
7.1.18.	Một số đại lượng dùng trong tính toán – thiết kế đĩa	44
7.1.18.1.	<i>Tải trọng hơi và tải trọng lỏng</i>	45
7.1.18.2.	<i>Tải trọng của ngưỡng chảy tràn</i>	46
7.1.18.3.	<i>Tải trọng lỏng của kênh chảy truyền</i>	46
7.1.19.	Chế độ dòng ở trên đĩa	46
7.1.19.1.	<i>Chế độ lớp bọt (hoặc chế độ hỗn hợp)</i>	48
7.1.19.2.	<i>Chế độ nhũ tương</i>	48
7.1.19.3.	<i>Chế độ tia (chế độ giọt)</i>	48
7.1.19.4.	<i>Chế độ sặc (đĩa bị ngập)</i>	49
7.1.20.	Dự đoán sặc đĩa do cuốn tia lỏng theo khí	49
7.1.21.	Hiện tượng sặc (ngập) kênh chảy truyền lỏng	58
7.1.22.	Tắc nghẽn kênh chảy truyền lỏng	60
7.1.23.	Yếu tố giảm tốc SF (hệ số giảm tải)	62
7.1.24.	Lượng lỏng bị cuốn theo khí	63
7.1.24.1.	<i>Ảnh hưởng của tốc độ khí</i>	63
7.1.24.2.	<i>Ảnh hưởng của lưu lượng dòng lỏng</i>	64
7.1.24.3.	<i>Ảnh hưởng của các yếu tố khác</i>	64
7.1.25.	Dự đoán điểm sặc đĩa	64
7.1.26.	Trở lực của đĩa	67
	Xác định trở lực của đĩa bằng phương pháp hệ số trở lực của cụm phần tử trên đĩa	75
7.1.27.	Trở lực của kênh chảy truyền	81
7.1.28.	Các giới hạn thủy lực khác	81
7.1.28.1.	<i>Dự đoán lượng lỏng rò rỉ cho đĩa lỗ</i>	82
7.1.28.2.	<i>Dự đoán lượng lỏng rò rỉ cho đĩa van</i>	84
7.1.28.3.	<i>Hiện tượng tuột lỏng của đĩa</i>	84
7.1.28.4.	<i>Khoảng làm việc của đĩa (tỉ số vận hành)</i>	85
7.1.28.5.	<i>Sự tạo luồng của dòng hơi trên đĩa</i>	85
7.1.28.6.	<i>Vùng làm việc của đĩa</i>	87
7.1.29.	Chuyển đổi chế độ dòng trên đĩa	88
7.1.29.1.	<i>Chuyển chế độ dòng từ chế độ lớp bọt sang chế độ phun tia</i>	88

7.1.29.2.	<i>Chuyển chế độ dòng từ chế độ lớp bột sang chế độ nhũ tương</i>	90
7.1.29.3.	<i>Chuyển chế độ dòng trên đĩa van</i>	90
7.1.30.	Hiệu suất của đĩa	90
7.1.30.1.	<i>Một số định nghĩa về hiệu suất của đĩa</i>	90
7.1.30.2.	<i>Quan hệ giữa hiệu suất chung và hiệu suất Murphree của đĩa</i>	92
7.1.30.3.	<i>Cơ sở để xác định hiệu suất đĩa</i>	92
7.1.30.4.	<i>Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất đĩa</i>	93
7.1.31.	Xác định hiệu suất đĩa	97
7.1.31.1.	<i>Phương pháp thực nghiệm chính xác</i>	97
7.1.31.2.	<i>Chuyển quy mô từ một tháp công nghiệp đang làm việc</i>	97
7.1.31.3.	<i>Chuyển quy mô từ một tháp công nghiệp đang làm việc sang các điều kiện khác của quá trình</i>	97
7.1.31.4.	<i>Các số liệu kinh nghiệm</i>	98
7.1.31.5.	<i>Chuyển quy mô từ quy mô bán sản xuất hoặc quy mô thí nghiệm</i>	100
7.1.31.6.	<i>Chuyển quy mô từ tháp Oldershaw</i>	100
7.1.31.7.	<i>Dự đoán hiệu suất bằng các quan hệ thực nghiệm</i>	102
7.1.31.8.	<i>Dự đoán hiệu suất bằng phương pháp lý thuyết</i>	103
7.1.31.9.	<i>So sánh hiệu suất của một số loại đĩa</i>	108
7.2.	THIẾT KẾ GÂN ĐÚNG THÁP LOẠI ĐĨA LỖ	120
7.2.1.	Trình tự thiết kế	120
7.2.2.	Ký hiệu các phần diện tích của đĩa	120
7.2.3.	Thiết kế (ví dụ 7.5)	121
7.3.	XÁC ĐỊNH CHÍNH XÁC CÁC KÍCH THƯỚC CỦA THÁP	139
7.3.1.	Tính kích thước của các loại đĩa	140
7.3.2.	Tính sơ bộ đường kính của tháp	143
7.3.3.	Sắp đặt sơ bộ mặt đĩa	145
7.3.4.	Vòng tính lặp thứ nhất	150
7.3.5.	Vòng tính lặp thứ hai	153
7.3.6.	Vòng tính lặp thứ ba	162
7.3.7.	Nhận xét tổng kết về quan điểm thiết kế	172
7.4.	VẬT LIỆU DÙNG ĐỂ CHẾ TẠO THIẾT BỊ	176
7.4.1.	Khả năng chống ăn mòn của vật liệu	176
7.4.2.	Ăn mòn đều	177
7.4.3.	Ăn mòn điện hóa	178
7.4.4.	Ăn mòn điểm	179

7.4.5.	Ăn mòn giữa các hạt	179
7.4.6.	Ăn mòn do ảnh hưởng của ứng suất	179
7.4.7.	Ăn mòn – Bào mòn	180
7.4.8.	Ôxy hóa ở nhiệt độ cao	180
7.4.9.	Giòn hóa kim loại do thẩm hydro	180
7.4.10.	Chọn vật liệu chống ăn mòn	181
7.4.11.	Gián đồ ăn mòn	181
7.4.12.	Giá vật liệu	182
7.4.13.	Nhiễm bẩn do vật liệu chế tạo gây ra	184
7.4.14.	Gia công tinh bề mặt thiết bị	184
7.4.15.	Các loại vật liệu chế tạo thường được sử dụng	184
7.4.16.	Sắt và thép	185
7.4.17.	Thép không gỉ	186
7.4.17.1.	<i>Phân loại thép không gỉ</i>	186
7.4.17.2.	<i>Các tính chất cơ học của thép không gỉ</i>	187
7.4.17.3.	<i>Khả năng chịu ăn mòn của các loại thép</i>	188
7.4.17.4.	<i>Thép không gỉ loại hợp kim mangan cao</i>	188
7.4.18.	Niken	189
7.4.19.	Hợp kim Monel	189
7.4.20.	Hợp kim Inconel	189
7.4.21.	Các hợp kim Hastelloys	189
7.4.22.	Đồng và các hợp kim của đồng	189
7.4.23.	Nhôm và các hợp kim của nhôm	190
7.4.24.	Chì	190
7.4.25.	Titan	190
7.4.26.	Tantan	190
7.4.27.	Ziricôn	191
7.4.28.	Bạc	191
7.4.29.	Vàng	191
7.4.30.	Platin	191
7.4.31.	Chất dẻo dùng làm vật liệu chế tạo trong các nhà máy hóa chất	191
7.4.31.1.	<i>Polyvinyl clorua (PVC)</i>	192
7.4.31.2.	<i>Polyôlêfin</i>	193
7.4.31.3.	<i>Polytêtoafuroethylene (PTFE)</i>	193
7.4.31.4.	<i>Polyvinylidene (PVDE)</i>	193
7.4.31.5.	<i>Nhựa được tăng cường độ bền bằng sợi thủy tinh (GRP)</i>	193

7.4.31.6.	<i>Cao su</i>	194
7.4.32.	Vật liệu gốm – sứ (vật liệu Silicat)	194
7.4.32.1.	<i>Thủy tinh</i>	194
7.4.32.2.	<i>Gốm</i>	195
7.4.32.3.	<i>Gạch chịu axit và gạch lát</i>	195
7.4.32.4.	<i>Các vật liệu chịu lửa</i>	195
7.4.33.	Cácbon	196
7.4.34.	Các lớp phủ bảo vệ	196
7.4.35.	Thiết kế nhằm chống ăn mòn	196
7.5.	CẤU TẠO CÁC THÁP CHUYỂN KHỐI	201
7.5.1.	Tháp chuyển khối loại đĩa lỗ	203
7.5.2.	Tháp chuyển khối loại đĩa rãnh	210
7.5.3.	Tháp chuyển khối loại đĩa van	214
7.5.4.	Tháp chuyển khối loại đĩa chớp	221
7.5.5.	Đĩa phân phối lỏng	226
7.6.	THÁP LOẠI ĐỆM	234
7.6.1.	Phân loại đệm	234
7.6.2.	Các nhiệm vụ chính của đệm	235
7.6.3.	Đệm loại đồ lộn xộn	237
7.6.4.	Đệm cấu trúc	239
7.6.5.	Hiện tượng sặc của tháp đệm và trở lực	241
7.6.5.1.	<i>Định nghĩa điểm sặc</i>	243
7.6.5.2.	<i>Dự đoán điểm sặc và dự đoán trở lực của đệm</i>	243
7.6.5.3.	<i>Tính trở lực của đệm tại điểm sặc theo công thức của Kister và Gill</i>	247
7.6.5.4.	<i>Dự đoán điểm sặc theo phương trình của Billet và Schultes</i>	247
7.6.5.5.	<i>Trở lực của đệm</i>	252
7.6.5.6.	<i>Trở lực cực đại của tháp đệm</i>	262
7.6.6.	Chọn tiêu chuẩn trong thiết kế về tháp đệm	264
7.6.7.	Trở lực trung bình của lớp đệm	264
7.6.8.	Quan hệ giữa chiều cao tương đương với đĩa lý thuyết HETP và chiều cao của đơn vị chuyển khối HTU	264
7.6.9.	Hiệu suất của đệm và vấn đề chuyển quy mô của tháp đệm	265
7.6.9.1.	<i>Hiệu suất của đệm</i>	265
7.6.9.2.	<i>Chọn phương pháp biểu diễn hiệu suất của đệm</i>	267
7.6.9.3.	<i>Các yếu tố ảnh hưởng đến chiều cao tương đương với đĩa lý thuyết HETP</i>	267

7.6.9.4.	<i>Các phương pháp dự đoán chiều cao HETP</i>	268
7.6.10.	Ảnh hưởng của hiện tượng phân bố không đều của dòng lỏng đến phần thiết kế tháp đệm	283
7.6.11.	Chuyển quy mô của tháp đệm	288
7.6.11.1.	<i>Đường kính của tháp đệm</i>	288
7.6.11.2.	<i>Chiều cao của tháp đệm</i>	289
7.6.11.3.	<i>Tải trọng của tháp đệm</i>	289
7.6.11.4.	<i>Độ thấm ướt của đệm</i>	290
7.6.11.5.	<i>Sự thấm ướt không hoàn toàn của đệm</i>	290
7.6.11.6.	<i>Làm sạch sơ bộ tháp đệm</i>	290
7.6.11.7.	<i>Lấy mẫu</i>	290
7.6.11.8.	<i>Lão hóa đệm</i>	290
7.6.11.9.	<i>Tổng kết và chỉ dẫn về chuyển quy mô của tháp đệm</i>	291
7.6.11.10.	<i>Đảm bảo an toàn trong chuyển quy mô của tháp đệm</i>	292
7.7.	CÁC BỘ PHẬN TRONG THÁP ĐỆM – ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC BỘ PHẬN BÊN TRONG THÁP ĐẾN HIỆU SUẤT CỦA ĐỆM	292
7.7.1.	Đĩa (lưới) đỡ đệm	292
7.7.1.1.	<i>Lưới đỡ đệm kiểu dầm đỡ có bước lớn</i>	293
7.7.1.2.	<i>Đĩa đỡ đệm kiểu dầm phun khí</i>	293
7.7.2.	Các bộ phận phối dòng	295
7.7.2.1.	<i>Các bộ phận phối lỏng</i>	295
7.7.2.2.	<i>Bộ dẫn dòng vào tháp – Bộ phận phối hơi</i>	299
7.7.2.3.	<i>Bộ phận phối lại dòng lỏng</i>	302
7.7.3.	Đĩa chặn đệm	303
7.7.4.	Phương pháp nạp đệm vào trong tháp	304
7.8.	MỘT SỐ YẾU TỐ KHÁC ẢNH HƯỞNG TỚI HIỆU SUẤT CỦA ĐỆM	304
7.8.1.	Lượng lỏng bị giữ lại trong đệm	304
7.8.2.	Lưu lượng dòng lỏng nhỏ nhất	306
7.8.3.	Dòng hai pha lỏng	307
7.8.4.	Độ nhớt và sức căng bề mặt cao của lỏng	308
7.9.	SO SÁNH CÁC THÁP LOẠI ĐĨA VÀ THÁP LOẠI ĐỆM	308
7.9.1.	Các yếu tố có lợi cho tháp đệm	308
7.9.2.	Các yếu tố có lợi cho tháp đĩa	310
7.9.3.	So sánh năng suất và hiệu suất của các loại tháp	313

7.10.	GIỚI HẠN HỆ THỐNG: NĂNG SUẤT TỐI ĐA CỦA CÁC THIẾT BỊ TÁCH	314
7.11.	TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ GÀN ĐÚNG THÁP CHUYỂN KHỐI LOẠI ĐỆM	317
7.11.1.	Loại đệm và kích thước của đệm	317
7.11.2.	Đường kính và trở lực của tháp	318
7.11.3.	Chiều cao của lớp đệm	325
7.11.3.1.	<i>Phương pháp số đĩa lý thuyết</i>	325
7.11.3.2.	<i>Phương pháp số đơn vị chuyển khối</i>	326
7.12.	THIẾT KẾ CHÍNH XÁC THÁP LOẠI ĐỆM	346
7.12.1.	Chiến lược thiết kế	346
7.12.2.	Xác định các kích thước của tháp loại đệm	347
7.12.2.1.	<i>Chọn loại tháp</i>	348
7.12.2.2.	<i>Xác định các kích thước của tháp đệm: Vòng lặp thứ nhất</i>	349
7.12.2.3.	<i>Xác định các kích thước của tháp đệm: Vòng lặp thứ hai</i>	353
7.12.2.4.	<i>Xác định các kích thước của tháp đệm: Kiểm tra phương án thiết kế</i>	355
7.12.2.5.	<i>Hiệu chỉnh phương án thiết kế theo kết quả tính kiểm tra</i>	358
7.12.3.	Nhận xét tổng kết về quan điểm thiết kế	359
7.12.4.	Dự đoán về các phương án thiết kế cải biến của các nhà cung cấp đệm	360
7.12.5.	Chọn loại tháp: Tháp loại đĩa hay tháp loại đệm	363
7.13.	NĂNG SUẤT CỦA ĐỆM VÀ BỘ GIẢN ĐỒ TỔNG QUÁT VỀ TRỞ LỰC CỦA ĐỆM (GPDC)	367
7.13.1.	Hướng dẫn sử dụng các giản đồ tổng quát về trở lực GPDC để nội suy các thông số của đệm	367
7.13.2.	Các chỉ dẫn về giản đồ tổng quát về trở lực GPDC dùng để nội suy	371
7.14.	CÁC SỐ LIỆU THỰC NGHIỆM VỀ HIỆU SUẤT CỦA ĐỆM	440
7.14.1.	Đệm loại đổ lộn xộn (Random Packing)	440
7.14.1.1.	<i>Thủ tục nội suy hiệu suất của đệm</i>	440
7.14.1.2.	<i>Hướng dẫn sử dụng bảng số liệu thực nghiệm về hiệu suất của đệm loại đổ lộn xộn</i>	441
7.14.2.	Đệm cấu trúc	460
7.14.2.1.	<i>Đồ thị thực nghiệm về hiệu suất của đệm cấu trúc</i>	460
7.14.2.2.	<i>Thủ tục nội suy</i>	460

Chương 8. TÍNH TOÁN CƠ KHÍ MỘT SỐ CHI TIẾT VÀ CỤM CHI TIẾT CỦA THIẾT BỊ HÓA CHẤT	482
8.1. ĐẶT VẤN ĐỀ	482
Phân loại các bình (thiết bị) chịu áp suất	483
8.2. BỘ MÃ SỐ VÀ CÁC BỘ CHUẨN CỦA BÌNH CHỊU ÁP SUẤT	483
8.3. CÁC PHƯƠNG TRÌNH VÀ CÁC NGUYÊN LÝ CƠ BẢN SỬ DỤNG TRONG TÍNH TOÁN VÀ THIẾT KẾ	484
8.3.1. Các ứng suất chính	484
8.3.2. Các ứng suất màng trong vỏ thiết bị dạng tròn xoay	485
8.3.3. Tấm phẳng	492
8.4. CÁC THÔNG SỐ THIẾT KẾ CHÍNH CỦA BÌNH CHỊU ÁP SUẤT	496
8.4.1. Áp suất thiết kế	496
8.4.2. Nhiệt độ thiết kế	496
8.4.3. Vật liệu chế tạo	496
8.4.4. Ứng suất thiết kế (độ bền thiết kế danh nghĩa)	496
8.4.5. Hiệu suất hàn ghép nối và phân loại các kết cấu	498
8.4.6. Độ ăn mòn cho phép	499
8.4.7. Tải trọng thiết kế	499
8.4.8. Chiều dày thực tế nhỏ nhất của thành bình	499
8.5. THIẾT KẾ BÌNH THÀNH MỎNG CHỊU ÁP SUẤT BÊN TRONG	500
8.5.1. Bình hình trụ và bình hình cầu	500
8.5.2. Đáy và nắp bình	501
8.5.3. Thiết kế đáy và nắp phẳng	501
8.5.4. Thiết kế đáy và nắp hình vòm	503
8.6. GIÁ ĐỠ BÌNH (THIẾT BỊ)	506
8.6.1. Gối đỡ kiểu yên ngựa	508
8.6.2. Trụ đỡ	511
8.7. THIẾT KẾ BÌNH CHỊU TẢI TRỌNG KẾT HỢP	521
8.7.1. Tải trọng do trọng lượng bình tạo ra	522
8.7.2. Tải trọng gió	523
8.7.3. Tải trọng do động đất gây ra	526
8.7.4. Tải trọng đặt lệch tâm	527
	825

8.8.	KẾT NỐI BÍCH	531
8.8.1.	Các kiểu mặt bích – chọn mặt bích	532
8.8.2.	Đệm bít kín	533
8.8.3.	Bề mặt của bích	536
8.8.4.	Thiết kế mặt bích	537
8.8.5.	Dãy chuẩn của mặt bích	540
	BẢNG CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ	542
	PHỤ LỤC C	543
	BẢNG TRA CỨU KHẢ NĂNG CHỊU ẪN MÒN CỦA VẬT LIỆU	543
	HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHỤ LỤC C	562
	PHỤ LỤC D. KÍCH THƯỚC CỦA CÁC MẶT BÍCH CHUẨN	567
	 Chương 9. CÁC THÔNG TIN VÀ SỐ LIỆU CẦN CHO TÍNH TOÁN - THIẾT KẾ	577
9.1.	ĐỘ CHÍNH XÁC CẦN THIẾT CỦA CÁC SỐ LIỆU KỸ THUẬT	577
9.2.	ĐỰ ĐOÁN CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ	578
9.3.	KHỐI LƯỢNG RIÊNG	579
9.3.1.	Chất lỏng	579
9.3.2.	Khối lượng riêng của khí và hơi (thể tích riêng)	580
9.4.	ĐỘ NHỚT	581
9.4.1.	Độ nhớt của lỏng	582
9.4.2.	Độ nhớt của khí ở áp suất thấp	589
9.4.3.	Độ nhớt của hỗn hợp khí ở áp suất thấp	591
9.5.	HỆ SỐ DẪN NHIỆT	594
9.5.1.	Hệ số dẫn nhiệt của chất rắn	594
9.5.2.	Hệ số dẫn nhiệt của chất lỏng	594
9.5.3.	Hệ số dẫn nhiệt của chất khí	595
9.5.4.	Hệ số dẫn nhiệt của hỗn hợp lỏng và hỗn hợp khí	595
9.6.	NHIỆT DUNG RIÊNG	596
9.6.1.	Nhiệt dung riêng của các chất rắn và các chất lỏng	596
9.6.2.	Nhiệt dung riêng của các chất khí	601
9.7.	ENTALPY HÓA HƠI (ẢNH NHIỆT HÓA HƠI)	602
9.8.	ÁP SUẤT HƠI BẢO HÒA	605

9.9.	HỆ SỐ KHUẾCH TÁN	605
9.9.1.	Hệ số khuếch tán của khí	605
9.9.2.	Hệ số khuếch tán của lỏng	607
9.10.	SỨC CĂNG BỀ MẶT	609
9.10.1.	Sức căng bề mặt của hỗn hợp hydrocacbon	610
9.10.2.	Sức căng bề mặt của hỗn hợp không chứa nước	611
9.10.3.	Sức căng bề mặt của dung dịch nước	612
9.10.4.	Sự phụ thuộc của sức căng bề mặt vào nhiệt độ	614
9.11.	NHIỆT ĐỘ SÔI CỦA DUNG DỊCH VÀ CHẤT LỎNG HỮU CƠ	618
9.11.1.	Xác định nhiệt độ sôi theo phương trình của Kireep	618
9.11.2.	Xác định nhiệt độ sôi theo quy tắc During	618
9.11.3.	Xác định nhiệt độ sôi theo quy tắc Babo	618
9.11.4.	Ảnh hưởng của áp suất đến mức độ tăng nhiệt độ sôi của dung dịch Δ'	621
9.12.	THÔNG SỐ TỐI HẠN	621
9.13.	SỐ LIỆU CÂN BẰNG PHA	624
	TÀI LIỆU THAM KHẢO	625
	TÀI LIỆU TRA CỨU CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ	628
	PHỤ LỤC E	629
	Phần A: Tính chất vật lý của lỏng và khí	629
	Phần B: Số liệu cân bằng pha lỏng - hơi	651
	I - Hệ 2 cấu tử	652
	II - Hệ 3 cấu tử	740
	Phần C: Tính chất vật lý của nước. Độ nhớt, sức căng bề mặt, nhiệt độ sôi, nhiệt dung riêng của lỏng và khí	770
	INDEX	814