

NGUYỄN BIN

CÁC QUÁ TRÌNH, THIẾT BỊ

*TRONG CÔNG NGHỆ
HÓA CHẤT
VÀ THỰC PHẨM*



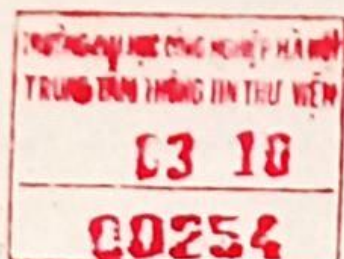
TẬP 1

**CÁC QUÁ TRÌNH THỦY LỰC,
BƠM, QUẠT, MÁY NÉN**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

GS, TSKH NGUYỄN BIN



CÁC QUÁ TRÌNH, THIẾT BỊ TRONG CÔNG NGHỆ HÓA CHẤT VÀ THỰC PHẨM

Tập 1

CÁC QUÁ TRÌNH THỦY LỰC,
BƠM, QUẠT, MÁY NÉN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2002

LỜI NÓI ĐẦU

Các quá trình, thiết bị trong công nghệ hóa chất và thực phẩm được xây dựng trên cơ sở khoa học tự nhiên và kỹ thuật. Đặc điểm của lĩnh vực này là nghiên cứu những qui luật hoạt động của các quá trình để định ra cơ cấu thiết bị, nhằm thích ứng với thực tế sản xuất. Vì vậy, hiểu sâu về quá trình và thiết bị sẽ giúp cho các kỹ sư khả năng tính toán, thiết kế thiết bị, khả năng vận hành, cải tiến hoặc đề xuất những thiết bị thích ứng nhất cho một công nghệ cụ thể, với năng suất và hiệu suất cao. Do đó, đối tượng phục vụ của cuốn sách này rất rộng, bao gồm các ngành công nghệ hóa chất, thực phẩm, như công nghệ hóa dầu, phân bón, chế biến lương thực, dược liệu, xử lý môi trường, v.v.

Các quá trình và thiết bị (hóa công) được coi là một môn học cơ sở rất quan trọng cho sinh viên ngành hóa chất, thực phẩm, luyện kim. Mục đích trang bị cho sinh viên các ngành này những kiến thức về các quá trình thủy lực, truyền nhiệt, chuyển khối và các quá trình hóa học; hiểu biết về phương pháp phân riêng hệ không đồng nhất dưới tác dụng của cơ học (lắng, lọc, ly tâm) hoặc dưới tác dụng của nhiệt (chưng luyện, hấp thụ, hấp phụ, trích ly, kết tinh). Ngoài ra còn trang bị thêm những kiến thức về truyền nhiệt, cô đặc, sấy, lạnh đông và đập, nghiền, sàng.

Nội dung được trình bày gồm những phần sau:

- Tập 1: Các quá trình thủy lực (thủy tĩnh, thủy động, vận chuyển chất lỏng và nén khí).
- Tập 2: Phân riêng hệ không đồng nhất (lắng, lọc, ly tâm); khuấy trộn chất lỏng và đập, nghiền, sàng.
- Tập 3: Truyền nhiệt và các quá trình nhiệt (dẫn nhiệt, nhiệt đôi lưu và bức xạ nhiệt; đun nóng, làm nguội, ngưng tụ và cô đặc); lạnh đông.
- Tập 4: Các quá trình chuyển khối (chưng luyện, hấp thụ, hấp phụ, trích ly, kết tinh và sấy...).

Tập 5: Các quá trình hóa học (nhiệt động, động hóa học và cân bằng hóa học, thời gian lưu, động lực học...).

Trong từng phần có trình bày cơ sở lý thuyết và tính toán; mô tả nguyên lý cấu tạo của thiết bị điển hình, cùng các ví dụ và bài tập.

Bộ sách được dùng làm tài liệu học tập, tham khảo cho sinh viên đại học thuộc ngành công nghệ hóa học, thực phẩm và các ngành có liên quan khác. Đồng thời cũng được dùng làm tài liệu tham khảo cho các cán bộ kỹ thuật thuộc các ngành trên.

Mặc dù bộ sách được viết trên cơ sở tham khảo của nhiều tài liệu trong và ngoài nước, song không thể tránh khỏi những thiếu sót, mong nhận được sự đóng góp ý kiến của quý độc giả. Ý kiến xin gửi về Bộ môn Quá trình - Thiết bị công nghệ Hóa và Thực phẩm, Trường đại học Bách khoa Hà Nội.

Tác giả

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
CHƯƠNG 1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN	
1.1. ĐỐI TƯỢNG VÀ NHIỆM VỤ CỦA MÔN HỌC	5
1.2. NỘI DUNG	6
1.3. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG	7
1.3.1. Cân bằng vật liệu	8
1.3.2. Cân bằng nhiệt lượng	9
1.3.3. Năng suất	9
1.3.4. Hiệu suất	10
1.3.5. Cường độ sản suất	10
1.3.6. Công suất và hiệu suất	10
1.4. HỆ ĐƠN VỊ	11
1.5. THUYẾT ĐỒNG DẠNG VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ NGUYÊN	12
1.5.1. Thuyết đồng dạng	12
1.5.2. Nhiệm vụ và phương pháp phân tích thứ nguyên	18
1.5.3. Xác định chuẩn số từ phương trình vi phân	27
1.5.4. Ví dụ	28
Phần thứ nhất - CÁC QUÁ TRÌNH THỦY LỰC, THỦY CƠ VÀ CƠ HỌC	
CHƯƠNG 2. NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ THỦY LỰC HỌC	
A. TÍNH LỰC HỌC CỦA CHẤT LỎNG	43
2.1. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH LỰC HỌC CỦA CHẤT LỎNG	43
2.2. NHỮNG TÍNH CHẤT VẬT LÝ CỦA CHẤT LỎNG	43
2.2.1. Khối lượng riêng	43
2.2.2. Độ chịu nén ép	45
2.2.3. Áp suất	45

2.3	TRƯỜNG THỜI CÂN BẰNG CỦA CHẤT LỎNG	47
2.3.1	Áp suất thủy tĩnh	47
2.3.2	Phương trình vi phân cân bằng Euler	48
2.3.3	Phương trình cơ bản của tĩnh lực học chất lỏng	49
2.3.4	Khái niệm về chuẩn cao piezomet	50
2.3.5	Thế năng và thế năng riêng của chất lỏng	51
2.4	ĐỘNG DUNG CỦA TRƯỜNG THỜI CƠ BẢN THỰC LỰC HỌC CHẤT LỎNG	52
2.4.1	Định luật Pascal	52
2.4.2	Sự cân bằng của chất lỏng trong bình thông nhau	54
2.4.3	Áp lực của chất lỏng lên đáy bình và thành bình	55
2.4.4	Dụng cụ đo áp suất	56
B	ĐỘNG LỰC HỌC CỦA CHẤT LỎNG	58
2.5	KHÁI NIỆM VỀ ĐỘNG LỰC HỌC CỦA CHẤT LỎNG	58
2.5.1	Lưu lượng và vận tốc chuyển động của chất lỏng	58
2.5.2	Độ nhớt và các yếu tố ảnh hưởng lên độ nhớt	60
2.5.2.1	Độ nhớt	60
2.5.2.2	Ảnh hưởng của nhiệt độ và áp suất đến độ nhớt	61
2.5.3	Sức căng bề mặt	64
2.5.4	Chất lỏng phi Newton	64
2.5.4.1	Chất lỏng dẻo	65
2.5.4.2	Chất lỏng biến dạng	65
2.5.4.3	Chất lỏng đàn hồi	65
2.6	CHẾ ĐỘ CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG	66
2.6.1	Chảy dòng và chảy xoáy	66
2.6.2	Bán kính thủy lực	67
2.6.3	Dòng ổn định và dòng không ổn định	67
2.6.4	Phương trình dòng liên tục	68
2.6.5	Tính lưu lượng trong ống dẫn	70

2.7. CÁC PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN VỀ CHUYỂN ĐỘNG CỦA CHẤT LỎNG	72
2.7.1. Phương trình vi phân chuyển động của Euler	72
2.7.2. Phương trình Bernoulli	74
2.7.2.1. Thiết lập phương trình Bernoulli	74
2.7.2.2. Ứng dụng phương trình Bernoulli	77
2.7.3. Phương trình Navier - Stokes	87
2.8. TRỞ LỰC TRONG ỐNG DẪN CHẤT LỎNG	88
2.8.1. Trở lực do ma sát chất lỏng lên thành ống	89
2.8.2. Trở lực cục bộ	94
2.8.3. Chọn đường kính ống dẫn	99
2.9. THỦY ĐỘNG LỰC HỌC CỦA LỚP HẠT	104
2.9.1. Khái niệm	104
2.9.2. Trở lực của lớp hạt	106
2.9.3. Xác định vận tốc của dòng chảy qua lớp hạt	109
2.10. THỦY ĐỘNG LỰC CỦA DÒNG HAI PHA KHÍ - LỎNG	115
2.10.1. Khái niệm	115
2.10.2. Quá trình sục bọt	117
2.10.2.1. Sự hình thành bọt khí	117
2.10.2.2. Sự dâng của bọt trong chất lỏng	121
CHƯƠNG 3. VẬN CHUYỂN CHẤT LỎNG VÀ NÉN KHI	
3.1. VẬN CHUYỂN CHẤT LỎNG	127
3.1.1. Các thông số đặc trưng của bơm	127
3.1.1.1. Năng suất của bơm	128
3.1.1.2. Công suất của bơm	128
3.1.1.3. Hiệu suất của bơm	128
3.1.1.4. Áp suất toàn phần và chiều cao hút của bơm	129
3.1.2. Bơm thể tích	132
3.1.2.1. Bơm pittông	132
3.1.2.2. Các loại bơm thể tích khác	147

3.1.3. Bơm ly tâm	148
3.1.3.1. Nguyên tắc làm việc của bơm ly tâm	149
3.1.3.2. Sự chuyển động chất lỏng trong bơm và phương trình cơ bản	151
3.1.3.3. Chiều cao hút của bơm ly tâm	156
3.1.3.4. Hiện tượng xâm thực trong bơm ly tâm	156
3.1.3.5. Năng suất, công suất và hiệu suất của bơm ly tâm	157
3.1.3.6. Định luật tỷ lệ, đặc tuyến của bơm, đặc tuyến đường ống	157
3.1.3.7. Ghép bơm song song, nối tiếp	162
3.1.3.8. Đồng dạng của bơm ly tâm	163
3.1.4. Các loại bơm khác	164
3.1.4.1. Bơm hướng trục	164
3.1.4.2. Bơm xoáy lốc	165
3.1.4.3. Bơm sục khí	166
3.1.4.4. Bơm tia	166
3.1.4.5. Thùng nén	167
3.1.4.6. Ống xiphông	168
3.1.5. So sánh và chọn bơm	168
3.2. VẬN CHUYỂN VÀ NÉN KHÍ	170
3.2.1. Khái niệm chung	170
3.2.2. Máy nén pittông	172
3.2.2.1. Nguyên tắc làm việc máy nén pittông	172
3.2.2.2. Quá trình nén lý thuyết và thực tế	173
3.2.2.3. Máy nén nhiều cấp	176
3.2.2.4. Năng suất và công suất của máy nén	178
3.2.2.5. Cấu tạo máy nén pittông	181
3.2.3. Máy nén và thổi khí kiểu rôto	183
3.2.3.1. Máy nén và thổi khí kiểu cánh trượt	184
3.2.3.2. Máy nén thổi khí kiểu hai guồng quay	184
3.2.4. Máy nén và máy thổi khí kiểu tuabin	185

3.2.4.1. Nguyên tắc làm việc của máy nén, máy thổi khí kiểu tuabin	185
3.2.4.2. Cấu tạo máy nén và máy thổi khí kiểu tuabin	186
3.2.4.3. Công suất và hiệu suất	188
3.2.5. Quạt gió	189
3.2.5.1. Quạt ly tâm	189
3.2.5.2. Quạt hướng trục	192
3.2.6. Bơm chân không (Máy hút chân không)	193
3.2.6.1. Bơm chân không kiểu pittông	194
3.2.6.2. Bơm chân không kiểu rôto	195
3.2.6.3. Bơm chân không kiểu phun tia	197
3.2.6.4. Bơm khuếch tán	198
3.2.7. So sánh và chọn máy nén, máy thổi khí	198
3.3. BẾ CHỨA KHÍ	199

CHƯƠNG 4. VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP

4.1. CÁC QUÁ TRÌNH THUYẾT TÍNH VÀ THUYẾT ĐỘNG LỰC HỌC	205
4.1.1. Tóm tắt công thức thường dùng	205
4.1.2. Ví dụ	206
4.1.3. Bài tập	224
4.2. BƠM, QUẠT, MÁY NÉN	234
4.2.1. Tóm tắt công thức thường dùng	234
4.2.2. Ví dụ	240
4.2.3. Bài tập	250
Tài liệu tham khảo	257