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

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

TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
03 10
01062

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

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 đối 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 quí 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 THUỶ LỰC, THỦY CƠ VÀ CƠ HỌC

CHƯƠNG 2. NHỮNG KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ THUỶ LỰC HỌC

A. TĨNH LỰC HỌC CỦA CHẤT LỎNG 43

2.1. KHÁI NIỆM VỀ TĨNH 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. PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG CỦA CHẤT LỎNG 47
2.3.1. Áp suất thuỷ 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 chiều cao pezômet 50
2.3.5. Thế năng và thế năng riêng của chất lỏng 51
2.4. ỨNG DỤNG CỦA PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN TĨNH 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
II. 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 thuỷ 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 – Stockes 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. THUỶ 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. THUỶ 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 KHÍ

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. BỂ CHỨA KHÍ 199

CHƯƠNG 4. VÍ DỤ VÀ BÀI TẬP

4.1. CÁC QUÁ TRÌNH THUỶ TĨNH VÀ THUỶ 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