

NGUYỄN THỊ MINH HIỀN

CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN KHÍ TỰ NHIÊN VÀ KHÍ ĐỒNG HÀNH



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



NGUYỄN THỊ MINH HIỀN

**CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN
KHÍ TỰ NHIÊN
VÀ KHÍ ĐỒNG HÀNH**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI * 2002

LỜI GIỚI THIỆU

Từ tháng 12 năm 1998 Nhà máy xử lý khí Dinh Cố, nhà máy xử lý khí đầu tiên của nước ta đã chính thức đi vào hoạt động, cung cấp LPG phục vụ cho công nghiệp và dân dụng. Các dự án Khí – Điện – Đạm số I ở Vũng Tàu, dự án Khí – Điện – Đạm số II ở Cà Mau đã và đang triển khai thực hiện, nhằm sử dụng có hiệu quả nguồn nguyên liệu khí thiên nhiên và khí đồng hành của đất nước. Trước sự phát triển của ngành công nghiệp dầu khí nói chung và của ngành công nghiệp chế biến khí nói riêng, nhu cầu đào tạo kỹ sư và kỹ thuật viên hàng năm ngày càng tăng.

Cuốn “Công nghệ chế biến khí thiên nhiên và khí đồng hành” được biên soạn nhằm mục đích giới thiệu cho các kỹ sư, kỹ thuật viên và sinh viên chuyên ngành Công nghệ Hoá dầu và khí những kiến thức cơ bản về các phương pháp tính toán hỗn hợp các hydrocacbon từ C_1 đến C_{10} , H_2O , CO_2 , H_2S , ... các cấu tử chính trong thành phần khí tự nhiên và khí đồng hành, phục vụ cho việc tính toán thiết kế các quá trình công nghệ xử lý khí. Đồng thời cuốn sách cũng đề cập đến một số quá trình công nghệ chuyển hoá khí tự nhiên và khí đồng hành thành các hợp chất chủ yếu sử dụng làm nguyên liệu cho công nghệ tổng hợp hữu cơ - hoá dầu.

Cuốn sách được chia làm ba phần:

Phần I: Thành phần và tính chất của khí tự nhiên và khí đồng hành. Trong phần này giới thiệu thành phần, tính chất và phương pháp tính toán các đại lượng nhiệt động của hỗn hợp khí tự nhiên và khí đồng hành. Trong mỗi chương đều có các bài toán ví dụ áp dụng làm sáng tỏ lý thuyết, củng cố các kiến thức cơ bản. Tác giả cũng đã đưa vào trong phần này các đồ thị thực nghiệm rất cần thiết cho việc tính toán thiết kế công nghệ.

Phần II: Các quá trình công nghệ cơ bản chế biến khí, bao gồm các công nghệ làm sạch khí khỏi các tạp chất (tách bụi, làm ngọt khí, sấy khí) và các quá trình công nghệ chế biến hiện đang được sử dụng phổ biến. Đó là

các quá trình công nghệ ngưng tụ nhiệt độ thấp, hấp thụ nhiệt độ thấp và chưng cất nhiệt độ thấp. Tùy theo thành phần hỗn hợp khí đưa vào chế biến và yêu cầu mức độ tách các cấu tử định trước mà lựa chọn giải pháp công nghệ thích hợp. Lần tái bản này có bổ sung công nghệ của Nhà máy xử lý khí Dinh Cố (Bà Rịa – Vũng Tàu).

Phần III: Chuyển hoá khí tự nhiên và khí đồng hành, bao gồm các quá trình công nghệ cơ bản chuyển hoá khí thành khí tổng hợp, metanol, amoniac, axetylen..., là những nguyên liệu quan trọng cho tổng hợp hữu cơ - hoá dầu.

Mặc dù tác giả đã dành nhiều nỗ lực nhưng do biên soạn lần đầu, nên chắc không tránh khỏi còn thiếu sót. Rất mong các bạn đồng nghiệp và bạn đọc góp ý bổ sung để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong các lần tái bản sau.

GS. TS. ĐÀO VĂN TƯỜNG

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	3
CÁC KÝ HIỆU DÙNG TRONG SÁCH	9
PHẦN I	
THÀNH PHẦN VÀ TÍNH CHẤT CỦA KHÍ TỰ NHIÊN VÀ KHÍ ĐỒNG HÀNH	11
Chương I	
Giới thiệu về khí tự nhiên và khí đồng hành	13
I.1. Thành phần và các đặc tính của khí tự nhiên và khí đồng hành	13
I.2. Chế biến và sử dụng khí tự nhiên và khí đồng hành trên thế giới	15
I.3. Chế biến và sử dụng khí tự nhiên và khí đồng hành ở Việt Nam	17
Chương II	
Các tính chất của khí tự nhiên và khí đồng hành	19
II.1. Phương trình trạng thái của các hydrocarbon	19
II.2. Giải độ pha hệ một cấu tử	21
II.3. Giải độ pha hệ nhiều một cấu tử	24
II.4. Cân bằng pha lỏng – hơi	27
II.5. Phương pháp giải tích xác định hằng số cân bằng pha của hỗn hợp các hydrocarbon	31
II.6. Phương pháp giải độ xác định hằng số cân bằng pha của hỗn hợp các hydrocarbon	40
II.7. Ứng dụng của hằng số cân bằng pha	51
Chương III	
Các thông số nhiệt động của các hydrocarbon riêng biệt và hỗn hợp của chúng	55
III.1. Nhiệt độ sôi và áp suất hơi bão hoà	55

III.2. Các đại lượng tới hạn	58
III.3. Thông số acentric ω	72
III.4. Các tính chất của hydrocacbon ở trạng thái lỏng	73

Chương IV

Tính chất của hệ hydrocacbon và nước 77

IV.1. Hàm ẩm của khí	77
IV.2. Các phương pháp xác định hàm ẩm của khí	77
IV.3. Ảnh hưởng của nitơ và các hydrocacbon nặng đến hàm ẩm của khí	92
IV.4. Hàm ẩm cân bằng của các hydrat	93
IV.5. Sự tạo thành hydrat	94
IV.6. Dự đoán khả năng tạo thành hydrat	97

PHẦN II

CÁC QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ CƠ BẢN CHẾ BIẾN KHÍ 111

Chương V

Chuẩn bị khí để chế biến 113

V.1. Làm sạch khí khỏi các tạp chất cơ học	113
V.2. Các phương pháp hạn chế sự tạo thành hydrat trong quá trình chế biến khí	116
V.3. Làm sạch khí khỏi H_2S và CO_2 (làm ngọt khí)	127

Chương VI

Chế biến khí bằng phương pháp ngưng tụ 131

VI.1. Sơ đồ ngưng tụ nhiệt độ thấp có chu trình làm lạnh ngoài	132
VI.2. Sơ đồ ngưng tụ nhiệt độ thấp có chu trình làm lạnh trong	143
VI.3. Sơ đồ ngưng tụ nhiệt độ thấp có chu trình làm lạnh tổ hợp	147

Chương VII

Chế biến khí bằng phương pháp hấp thụ 155

VII.1. Sơ đồ nguyên lý công nghệ chế biến khí bằng phương pháp hấp thụ	155
VII.2. Các thông số công nghệ của quá trình chế biến khí bằng phương pháp hấp thụ nhiệt độ thấp	159
VII.3. Các phương trình cơ bản tính toán quá trình hấp thụ	162
VII.4. Các sơ đồ công nghệ hấp thụ nhiệt độ thấp hiện đại	166

Chương VIII

Chế biến khí bằng phương pháp chưng cất 176

Chương IX

Phạm vi ứng dụng của các quá trình chế biến khí 181

PHẦN III

CHUYỂN HOÁ KHÍ TỰ NHIÊN VÀ KHÍ ĐỒNG HÀNH 185

Chương X

Oxy hoá ghép đôi metan 187

X.1. Xúc tác và cơ chế quá trình oxy hoá ghép đôi metan	187
X.2. Các thiết bị phản ứng nghiên cứu quá trình oxy hoá ghép đôi metan	192

Chương XI

Các công nghệ chuyển hoá metan thành khí tổng hợp 194

XI.1. Cơ chế quá trình	194
XI.2. Các quá trình công nghệ cơ bản	195
XI.3. Các quá trình công nghệ phát triển	202
XI.4. So sánh về năng lượng và giá cả	204

Chương XII	
Công nghệ tổng hợp metanol	206
XII.1. Công nghệ tổng hợp metanol trực tiếp từ metan	206
XII.2. Công nghệ sản xuất metanol từ khí tổng hợp	209
Chương XIII	
Công nghệ tổng hợp amoniac	223
XIII.1. Cơ sở hoá lý của quá trình tổng hợp amoniac	223
XIII.2. Công nghệ tổng hợp amoniac	227
Chương XIV	
Công nghệ tổng hợp axetylen	233
XIV.1. Cơ sở hoá lý của quá trình phân huỷ hydrocacbon để sản xuất axetylen	233
XIV.2. Công nghệ sản xuất axetylen	242
PHỤ LỤC	257
<i>Phụ lục 1. Hằng số cân bằng pha K</i>	259
<i>Phụ lục 2. Các hệ đơn vị đo và quan hệ giữa chúng</i>	263
TÀI LIỆU THAM KHẢO	288

CÁC KÝ HIỆU DÙNG TRONG SÁCH

ω	Thừa số acentric
ρ	Tỷ trọng
ε	Hệ số hiệu chỉnh đối với khí chua
φ_i	Hệ số fugat của cấu tử i
γ_i	Hệ số hoạt độ của cấu tử i
a_i	Hoạt độ của cấu tử i
$C_{\geq 3}$	Các hydrocacbon parafin từ propan trở lên
f_i	Fugat của cấu tử i
f_i^K	Fugat của cấu tử i ở trạng thái khí
f_i^L	Fugat của cấu tử i ở trạng thái lỏng
f_i^o	Fugat của cấu tử i tinh khiết
f_w	Fugat của hơi nước
g_i	Khối lượng của cấu tử i
k	Hằng số tốc độ của phản ứng
K_p	Hằng số cân bằng của phản ứng
K_i	Hằng số cân bằng pha của cấu tử i
K_{r-k}	Hằng số cân bằng rắn - khí
M_i	Khối lượng phân tử của cấu tử i
n_i	Số mol cấu tử i
P	Áp suất, MPa (hệ SI), psi (hệ Anh)
P^*	Áp suất hơi của hỗn hợp ở nhiệt độ $T = 0,7T_c$
P_c	Áp suất tới hạn
P_c'	Áp suất giả tới hạn (của hỗn hợp)
P_{ci}	Áp suất tới hạn của cấu tử i
P_{qt}	Áp suất quy tụ
P_r	Áp suất rút gọn
P_r'	Áp suất giả rút gọn (của hỗn hợp)
Q	Hiệu ứng nhiệt, kJ/mol

t	Nhiệt độ, °C (hệ SI), °F (hệ Anh)
T	Nhiệt độ tuyệt đối, K
T_c	Nhiệt độ tới hạn
T_c'	Nhiệt độ giả tới hạn (của hỗn hợp)
T_{ci}	Nhiệt độ tới hạn của cấu tử i
T_r	Nhiệt độ rút gọn
T_r'	Nhiệt độ giả rút gọn (của hỗn hợp)
v_i	Nồng độ phân thể tích của cấu tử i
V_c	Thể tích tới hạn
V_c'	Thể tích giả tới hạn (của hỗn hợp)
V_{ci}	Thể tích tới hạn của cấu tử i
V_i	Thể tích của cấu tử i
V_r	Thể tích rút gọn
V_r'	Thể tích giả rút gọn (của hỗn hợp)
W	Hàm ẩm của hỗn hợp khí chua
W_1	Hàm ẩm của CO_2
W_2	Hàm ẩm của H_2S
W_{hc}	Hàm ẩm của hỗn hợp các hydrocacbon (khí ngọt)
x_i	Nồng độ phân mol của cấu tử i
x_i'	Nồng độ phân khối lượng của cấu tử i
x_w	Phân mol của nước trong pha lỏng
y_w	Phân mol của nước trong pha hơi
z	Hệ số chịu nén

CÁC CHỮ VIẾT TẮT

LPG (Liquefied Petroleum Gas)	Khí đồng hành hoá lỏng
LNG (Liquefied Natural Gas)	Khí tự nhiên hoá lỏng
CNG (Compressed Natural Gas)	Khí tự nhiên nén