

LÊ VĂN HIẾU

# CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN DẦU MỎ



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**LÊ VĂN HIẾU**

**CÔNG NGHỆ  
CHẾ BIẾN DẦU MỎ**

*(Giáo trình dùng cho sinh viên trường Đại học Bách khoa  
và các trường khác)*

*In lần thứ 3 có chỉnh sửa*

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

**HÀ NỘI - 2006**

*Chịu trách nhiệm xuất bản:* PGs. Ts. TÔ ĐĂNG HẢI  
*Biên tập:* NGUYỄN NGỌC – PHẠM VĂN  
*Sửa bản in:* BÙI THỊ HƯƠNG  
*Vẽ bìa:* TRẦN THẮNG

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
**70- Trần Hưng Đạo – Hà Nội**

---

In 800 cuốn khổ 16 x 24 cm, tại Công ty in Hàng không.  
Giấy phép xuất bản số: 72 – 2005/CXB/12-39/KHKT, cấp ngày 7/11/2005  
In xong và nộp lưu chiểu tháng 11 / 2005.

## MỞ ĐẦU

Công nghệ chế biến dầu mỏ được xem như bắt đầu ra đời vào năm 1859 khi mà Edwin Drake (Mỹ) khai thác được dầu thô. Lúc bấy giờ lượng dầu thô khai thác được còn rất ít, chỉ một vài nghìn lít ngày và chỉ phục vụ cho mục đích thắp sáng. Nhưng chỉ một năm sau đó, không chỉ riêng ở Mỹ mà ở cả các nước khác người ta cũng đã tìm thấy dầu. Từ đó sản lượng dầu khai thác ngày càng được tăng lên rất nhanh. Chúng ta có thể thấy rõ điều này từ các số liệu cho dưới đây.

Lượng dầu thô (không kể khí đốt) đã khai thác được trên thế giới

Năm	Sản lượng (triệu tấn)
1860	0,1
1880	4,2
1900	19,9
1920	96,9
1930	296,5
1945	354,6
1950	524,8
1955	770,1
1960	1051,5
1965	1503,2
1970	2336,2
1975	2709,1
1980	3067,1
1985	3624,0
1990	3700
1994	3003,4
1995	2982,5
1997 riêng ở Việt Nam	10,1

Từ các số liệu trên cho thấy, thế giới đã khai thác và chế biến một số lượng dầu khổng lồ và với tốc độ tăng trưởng hàng thập niên rất nhanh (tăng

gấp đôi trong khoảng 10 năm cho đến năm 1980).

Ngành công nghiệp dầu do tăng trưởng nhanh đã trở thành ngành công nghiệp mũi nhọn của thế kỷ 20. Đặc biệt từ sau Đại chiến Thế giới II, công nghiệp dầu khí phát triển nhằm đáp ứng hai mục tiêu chính là:

- Cung cấp các "sản phẩm năng lượng" cho nhu cầu về nhiên liệu động cơ, nhiên liệu công nghiệp và các sản phẩm về dầu mỡ bôi trơn.

- Cung cấp các hóa chất cơ bản cho ngành tổng hợp hóa dầu và hóa học, tạo ra sự thay đổi lớn về cơ cấu phát triển các chủng loại sản phẩm của ngành hóa chất, vật liệu. Hóa dầu đã thay thế dần hóa than đá và vượt lên công nghiệp chế biến than.

Công nghiệp chế biến dầu phát triển mạnh là nhờ các đặc tính quý riêng của nguyên liệu dầu mỏ mà nguyên liệu từ than hoặc các khoáng chất khác không thể có, đó là giá thành thấp, thuận tiện cho quá trình tự động hóa, dễ khống chế các điều kiện công nghệ và có công suất chế biến lớn, sản phẩm thu được có chất lượng cao, ít tạp chất và dễ tinh chế, dễ tạo ra nhiều chủng loại sản phẩm đáp ứng mọi nhu cầu của các ngành kinh tế quốc dân.

Những sản phẩm năng lượng từ dầu khí dễ sử dụng, dễ điều khiển tự động, lại sạch sẽ, hầu như không có tro xỉ. Do vậy, ngày nay sản phẩm năng lượng dầu mỏ đã chiếm tới 70% tổng số năng lượng tiêu thụ trên thế giới. Trong tương lai gần, tỷ trọng năng lượng do dầu khí cung cấp có giảm đi một chút (còn khoảng 60 đến 65%), một phần do người ta đã tìm kiếm và áp dụng các nguồn năng lượng mới như năng lượng hạt nhân, một phần do xu thế tăng mục tiêu chế biến dầu cho sản xuất các hóa chất cơ bản, nhưng dầu khí hiện vẫn là nguồn nguyên liệu chủ yếu cung cấp năng lượng cho thế giới.

Trong số các sản phẩm năng lượng dầu mỏ, trước hết phải kể tới nhiên liệu xăng. Xăng cho động cơ ngày nay đã được nâng cấp rất nhiều về chất lượng, hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu của động cơ có tỷ số nén cao, hoạt động ổn định trong mọi điều kiện, không có hoặc rất ít độc tố có hại cho người sử dụng và môi trường. Tiếp theo là các nhiên liệu phân lục và nhiên liệu diesel. Các dạng nhiên liệu này đã góp phần phát triển các động cơ có kích thước gọn nhưng lại có công suất lớn, có tải trọng cao, hiệu suất nhiệt hiệu dụng cao hơn nhiều so với động cơ xăng trước đây có cùng kích thước.

Nhiên liệu công nghiệp từ dầu khí cũng có nhiều đặc tính quý mà các dạng nhiên liệu khác như than đá không thể có được, đó là giá thành rẻ, dễ

vận chuyển và bảo quản, dễ hiện đại hóa và tự động hóa trong sử dụng, ít tạp chất và có nhiệt năng cao.

Bên cạnh các sản phẩm năng lượng, các sản phẩm phi năng lượng như các loại dầu mỡ bôi trơn và các loại dầu công nghiệp cũng chiếm phần quan trọng không kém. Tất cả các máy móc hay nói đúng hơn là mọi chi tiết chuyển động từ rất nhỏ (các chi tiết trong đồng hồ) đến các chi tiết khổng lồ trong máy nâng cần cầu đều cần có dầu bôi trơn. Người ta ví dầu mỡ bôi trơn như là nguồn máu nóng trong động cơ, thiếu nó các động cơ không thể làm việc bình thường được. Đa số các sản phẩm dầu mỡ bôi trơn đều được chế tạo từ dầu mỏ.

Các sản phẩm hóa chất cơ bản từ công nghiệp dầu có độ tinh khiết cao, giá thành hạ, nên có chỉ số kinh tế cao. Chúng đã góp phần làm tăng nhanh các mặt hàng nhu yếu phẩm cho các nền kinh tế quốc dân, từ các vật dụng hàng ngày như vải sợi, chất dẻo, nhựa, đến các loại thuốc nhuộm, phân bón, thuốc nổ, thuốc trừ sâu... đều được chế ra từ dầu khí và ngày nay đã chiếm tới 90% tổng số các hợp chất hữu cơ trong công nghiệp hóa chất.

Ở Việt Nam, dầu khí đã được phát hiện và ngày 26/6/1986, tấn dầu đầu tiên đã khai thác được từ mỏ dầu Bạch Hổ. Tiếp theo nhiều mỏ dầu khí ở thềm lục địa phía Nam đã đi vào khai thác như mỏ Đại Hùng, mỏ Rồng, mỏ Rồng Đông, các mỏ khí như Lan Tây, Lan Đỏ... Năm 1994, chúng ta đã khai thác được 6,7 triệu tấn dầu, năm 1995 đã khai thác được 7,5 triệu tấn, năm 1997 chúng ta đã khai thác tới 10,1 triệu tấn dầu không kể khí và dự kiến năm 2000, sản lượng dầu khí của chúng ta có thể đạt 25 đến 30 triệu tấn dầu quy đổi (kể cả khí).

Nhà nước ta đã bắt đầu tiến hành xây dựng nhà máy chế biến dầu đầu tiên với công suất 6 triệu tấn năm. Đồng thời hàng loạt các dự án về sử dụng và chế biến khí đồng hành cũng như chuẩn bị xây dựng nhà máy chế biến dầu thứ 2 đang được phê duyệt. Như vậy ngành công nghiệp chế biến dầu khí nước ta đang bước vào thời kỳ mới, thời kỳ mà cả nước ta đang thực hiện mục tiêu công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Chắc chắn sự đóng góp của ngành dầu khí trong công cuộc công nghiệp hóa đất nước sẽ rất có ý nghĩa, không những chỉ bằng các chỉ tiêu kinh tế cụ thể mà ngành công nghiệp mũi nhọn này còn là nguồn động viên tinh thần của toàn Đảng, toàn dân ta và nhất là các thành viên đang hoạt động trong ngành dầu khí, hăng hái lao động sáng tạo, góp phần xây dựng đất nước để sau vài thập niên tới sánh ngang

*các nước tiên tiến trong khu vực và trên thế giới.*

*Công nghệ dầu khí trên thế giới ngày càng phát triển và luôn luôn được cải tiến. Để đáp ứng nhu cầu đào tạo và cập nhật công nghệ chế biến dầu khí cho sinh viên, chúng tôi biên soạn tập giáo trình này. Tuy đã có nhiều cố gắng, song không tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy tác giả rất cảm ơn sự đóng góp chân thành của quý bạn đọc để khi tái bản giáo trình sẽ được hoàn chỉnh hơn.*

**Tác giả**

## MỤC LỤC

### *Phần thứ nhất. DẦU KHÍ - NGUỒN NGUYÊN LIỆU CHỨA HYDROCACBON QUAN TRỌNG CHO CÔNG NGHIỆP*

<i>Chương 1: Tính chất hóa lý của dầu khí</i>	
1.1. Thành phần hóa học của dầu khí	7
1.1.1. Thành phần nguyên tố của dầu khí	7
1.1.2. Thành phần hóa học của dầu khí	7
1.1.2.1. Hydrocacbon - thành phần chính yếu của dầu khí	8
1.1.2.2. Những thành phần khác trong dầu mỏ	10
1.2. Các đặc tính vật lý quan trọng của dầu thô	12
1.2.1 Tỷ trọng	12
1.2.2. Độ nhớt của dầu và sản phẩm dầu	13
1.2.3. Thành phần phân đoạn	13
1.2.4. Nhiệt độ sôi trung bình	16
1.2.5. Hệ số đặc trưng <i>K</i>	18
1.3. Các sản phẩm trong lọc dầu	17
 <i>Phần thứ hai. CÁC QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN VẬT LÝ TRONG LỌC DẦU</i>	
<i>Chương 2. Chuẩn bị dầu thô trước khi chế biến</i>	
2.1. Ổn định dầu nguyên khai	20
2.2. Tách các tạp chất cơ học, nước, muối	20
2.2.1. Tách bằng phương pháp cơ học	20
2.2.2. Các phương pháp khác	21
<i>Chương 3. Chứng cất dầu thô</i>	
3.1. Ý nghĩa của quá trình chưng cất dầu thô	25
3.2. Cơ sở lý thuyết của quá trình chưng cất	26
3.2.1. Chưng cất đơn giản	26
3.2.2. Chưng cất phức tạp	28
3.2.3. Chưng cất trong chân không và chưng cất với hơi nước	31
3.3. Sản phẩm của quá trình chưng cất	33
3.4. Chế độ công nghệ và sơ đồ công nghệ chưng cất	35
3.4.1. Các thông số công nghệ ảnh hưởng đến quá trình chưng cất	35
	261



3.4.2. Lựa chọn sơ đồ công nghệ và chế độ công nghệ của quá trình chưng cất	40
<b>Chương 4. Sản xuất dầu nhờn từ dầu mỏ</b>	
4.1. Giới thiệu chung	52
4.2. Thành phần và tính chất của phân đoạn dầu nhờn	52
4.3. Công nghệ sản xuất dầu nhờn gốc	55
4.3.1. Chưng cất chân không	56
4.3.2. Các quá trình trích ly, chiết tách bằng dung môi	59
4.3.2.1. Quá trình khử asphan trong phần cặn gudron	60
4.3.2.2. Các quá trình trích ly bằng dung môi chọn lọc	65
4.3.3. Quá trình tách sáp	73
4.3.3.1. Tách sáp bằng phương pháp kết tinh	75
4.3.3.2. Tách sáp bằng dung môi chọn lọc	76
4.3.4. Quá trình làm sạch bằng hydro	81
4.3.5. Xu hướng cải tiến công nghệ sản xuất dầu gốc	81
4.3.6. Phân loại dầu gốc	84
<b>Phần thứ ba. CÁC QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN HÓA HỌC</b>	
<b>Chương 5. Quá trình chế biến nhiệt</b>	
5.1. Giới thiệu	85
5.2. Cơ sở lý thuyết của quá trình chế biến nhiệt	86
5.2.1. Sự biến đổi của các hợp chất parafin	86
5.2.2. Sự biến đổi của các hợp chất olephin	88
5.2.3. Sự biến đổi của các hợp chất naphten	89
5.2.4. Sự biến đổi của các hợp chất thơm	89
5.3. Các quá trình công nghệ của chế biến nhiệt	90
5.3.1. Quá trình cracking nhiệt	90
5.3.1.1. Thông số công nghệ của quá trình	92
5.3.1.2. Sơ đồ công nghệ	93
5.3.1.3. Sản phẩm của quá trình cracking nhiệt	96
5.3.2. Quá trình cốc hóa	97
<b>Chương 6. Quá trình cracking xúc tác</b>	
6.1. Cơ sở lý thuyết của quá trình	107
6.2. Cracking xúc tác các hợp chất hydrocacbon riêng lẻ và phân đoạn dầu mỏ	109
6.2.1. Cracking xúc tác hydrocacbon parafin	109
6.2.2. Cracking xúc tác hydrocacbon olephin	110
6.2.3. Cracking xúc tác hydrocacbon naphten	112
6.2.4. Cracking xúc tác hydrocacbon thơm	112

6.2.5. Cracking xúc tác phân đoạn dầu mỏ	114
6.3. Xúc tác cracking	116
6.3.1. Zeolit và xúc tác chứa zeolit	116
6.3.2. Thành phần và tính chất của xúc tác cracking công nghiệp	120
6.3.2.1. Độ hoạt tính của xúc tác cracking	120
6.3.2.2. Độ chọn lọc của xúc tác cracking	121
6.3.2.3. Những thay đổi tính chất của xúc tác khi làm việc	122
6.3.2.4. Tái sinh xúc tác	123
6.4. Nguyên liệu của quá trình cracking xúc tác	124
6.5. Sản phẩm của quá trình cracking xúc tác	125
6.6. Chế độ công nghệ của quá trình cracking xúc tác	127
6.7. Dây chuyền công nghệ cracking xúc tác	131
6.7.1. Lịch sử phát triển công nghệ cracking xúc tác	131
6.7.2. Dây chuyền công nghệ cracking xúc tác tiêu biểu	134
6.7.2.1. Dây chuyền cracking với lớp xúc tác chuyển động, xúc tác dạng cầu	134
6.7.2.2. Dây chuyền công nghệ xúc tác lớp sôi (FCC)	147
6.7.3. Hướng phát triển và cải tiến của FCC trong lọc dầu	150
<b>Chương 7. Quá trình reforming xúc tác</b>	
7.1. Cơ sở hóa lý của quá trình	155
7.1.1. Đặc điểm của các phản ứng chính trong quá trình reforming	156
7.1.1.1. Phản ứng dehydro hóa naphten thành hydrocacben thơm	156
7.1.1.2. Phản ứng dehydro vòng hóa <i>n</i> -parafin	157
7.1.1.3. Hydro izome hóa	159
7.1.1.4. Hydrocracking parafin và naphten	160
7.1.1.5. Phản ứng tạo cốc	161
7.2. Nguyên liệu và sản phẩm của quá trình reforming xúc tác	161
7.2.1. Nguyên liệu của quá trình reforming xúc tác	161
7.2.2. Hydro hóa làm sạch nguyên liệu	165
7.2.3. Sản phẩm của quá trình reforming xúc tác	172
7.3. Xúc tác reforming	175
7.3.1. Bản chất của xúc tác reforming	175
7.3.2. Vai trò của xúc tác trong khi cải tiến quá trình reforming	177
7.3.3. Sự thay đổi tính chất của xúc tác trong quá trình làm việc	178
7.3.4. Tái sinh xúc tác reforming	182
	263

7.4. Chế độ công nghệ của quá trình reforming xúc tác	183
7.4.1. Nhiệt độ	183
7.4.2. Áp suất	184
7.4.3. Tốc độ nạp riêng thể tích hay thời gian tiếp xúc (thời gian phản ứng)	185
7.4.4. Tỷ lệ hydro trên nguyên liệu ( $H_2/RH$ )	185
7.4.5. Độ khe khát của quá trình reforming xúc tác	186
7.5. Sơ đồ công nghệ của quá trình reforming xúc tác	187
7.6. Quá trình newreforming	207
<b>Chương 8. Quá trình hydrocracking</b>	213
8.1. Giới thiệu	214
8.2. Cơ sở hóa lý của quá trình	218
8.3. Chế độ công nghệ	218
8.4. Sơ đồ công nghệ hydrocracking	218
<b>Chương 9. Quá trình alkyl hóa</b>	224
9.1. Cơ sở hóa lý của quá trình	224
9.2. Nguyên liệu và sản phẩm của quá trình	228
9.3. Xúc tác của quá trình alkyl hóa	230
9.4. Chế độ công nghệ của quá trình alkyl hóa	230
9.4.1. Nhiệt độ phản ứng	231
9.4.2. Nồng độ axit	231
9.4.3. Thời gian phản ứng	232
9.4.4. Nồng độ izobutan	233
9.5. Dây chuyền công nghệ	233
9.5.1. Quá trình alkyl hóa với xúc tác là axit $H_2SO_4$	234
9.5.2. Quá trình alkyl hóa với xúc tác HF	234
<b>Chương 10. Quá trình izome hóa</b>	244
10.1. Cơ sở lý thuyết của quá trình	244
10.1.1. Đặc trưng về nhiệt động học	245
10.1.2. Cơ chế của phản ứng izome hóa n-parafin	246
10.1.3. Xúc tác của quá trình	247
10.2. Quá trình izome hóa công nghiệp	247
10.2.1. Các quá trình pha lỏng với xúc tác $AlCl_3$	250
10.2.2. Quá trình izome hóa pha hơi	259
<b>Tài liệu tham khảo</b>	261
<b>Mục lục</b>	