

TS. NGUYỄN THỊ DIỆU VÂN

KỸ THUẬT HOÁ HỌC ĐẠI CƯƠNG

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA – HÀ NỘI

Mã số: 258 2009/CXB/701 06/BKHN

www.lib.hau.edu.vn - www.lib.hau.edu.vn - www.lib.hau.edu.vn - www.lib.hau.edu.vn - www.lib.hau.edu.vn

CHƯƠNG MỞ ĐẦU

§1. GIỚI THIỆU MÔN HỌC

Môn Kỹ thuật hoá học đại cương (KTHHĐC) có nhiệm vụ trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản của các ngành Công nghệ Hoá học nói chung.

Trong lịch sử phát triển của loài người, sản xuất có tính chất hoá học hình thành đã từ rất lâu (gốm, luyện kim, thực phẩm...) và dần phát triển cùng xã hội.

Đầu tiên phát triển dựa theo kinh nghiệm. Sau này kinh nghiệm tổng kết được nhiều, đúc kết thành lý luận, thành kiến thức.

Tuy nhiên, đến cuối thế kỷ XIX các giáo trình về Công nghệ Hoá học còn mang nặng tính chất mô tả. Đến đầu thế kỷ XX, nhất là sau Chiến tranh Thế giới thứ hai, kỹ thuật hoá học cũng như các ngành kỹ thuật khác phát triển rất nhanh chóng.

Trong công nghiệp hoá chất, sản phẩm rất đa dạng. Việc mô tả từng công nghệ cụ thể rất khó và ít tác dụng. Trong khi đó các kiến thức toán học, lý học, hoá lý phát triển rất mạnh có thể dùng làm công cụ cho các quá trình sản xuất hoá học. Số hoá chất rất nhiều (số liệu năm 2004 trên toàn thế giới có trên 1 triệu chất hoá học được sản xuất), kỹ thuật sản xuất rất đa dạng và khác nhau nhưng về bản chất có nhiều cái chung. Nếu được bản chất chung có thể hiểu được từng quá trình, điều khiển chúng theo ý muốn và cải tiến công nghệ.

Như vậy, một mặt phải nghiên cứu sâu vào từng sản xuất cụ thể, mặt khác phải khái quát hoá các vấn đề của kỹ thuật thành những quy luật chung.

Vì lý do đó, người kỹ sư ra trường không phải là người nắm được một số thông tin cụ thể, một số sản xuất cụ thể và sử dụng những hướng dẫn thao tác hay kỹ thuật cụ thể cùng với các số tay rồi cứ thế mà làm.

Trên thực tế, từng công nghệ có thể thay đổi khá nhanh cùng với tiến bộ kỹ thuật. Người kỹ sư cũng không làm việc mãi với một công nghệ mà có thể chuyển sang một lĩnh vực sản xuất khác, hay ở một vị trí công tác mới gắn với nhiều sản xuất khác nhau.

Như vậy, lúc học ở trường cần phải nắm vững những vấn đề chung nhất, cơ bản nhất cho các kỹ thuật sản xuất hoá chất. Tuy nhiên cũng cần phải biết một vài sản xuất cụ thể coi như ví dụ.

Nhiệm vụ chính của kỹ sư là giải quyết những vấn đề do sản xuất đặt ra. Hiểu kỹ thuật không những để thực hiện tốt mà còn để cải tiến công nghệ, đưa các tiến bộ khoa học vào sản xuất và giải quyết những vấn đề do thực tế đặt ra. Vì vậy, việc giảng dạy ở trường để giúp sinh viên hiểu bản chất của kỹ thuật hoá học, có phương pháp suy luận, nhận xét, tính toán để giải quyết các nhiệm vụ trên.

Như vậy chức năng môn KTHHĐC trong toàn bộ quá trình đào tạo kỹ sư hoá học như thế nào?

Trước khi học môn KTHHĐC sinh viên đã học các môn cơ bản và cơ sở cần thiết cho việc hiểu và nắm các lý luận, khái niệm của KTHH. Tuy nhiên, các kiến thức ấy mới được xem xét về mặt lý thuyết và tách rời nhau chứ chưa tạo thành một hệ thống. Môn KTHHĐC có nhiệm vụ nhắc lại các kiến thức ấy, các quy luật ấy, đặt nó trong điều kiện sản xuất, gắn chặt lại với nhau thành một khối thống nhất, một hệ thống hoàn chỉnh.

Môn KTHHĐC còn có một nhiệm vụ thứ hai là có những vấn đề cơ bản, chung cho KTHH nhưng không cần lý thuyết nhiều, hoặc yêu cầu đối với người kỹ sư không lớn (vì không trực tiếp làm tuy vẫn cần biết) nên không thành một giáo trình riêng (ví dụ như nguyên liệu, nước, năng lượng). Những vấn đề này sẽ trình bày gọn cho sinh viên có cái nhìn chung, toàn diện về KTHH, tạo điều kiện khi ra công tác nếu gặp phải thì không bỡ ngỡ mà tự mình có thể tìm hiểu sâu và giải quyết vấn đề. Với nhiệm vụ và nội dung như thế, giáo trình KTHHĐC gồm các chương:

- Chương 1 và 2 trình bày các khái niệm, lý thuyết và phương pháp nói chung.
- Chương 3 – 9 trình bày một số quá trình sản xuất tiêu biểu và quan trọng làm ví dụ ứng dụng các kiến thức học ở phần đầu.

Tuy nhiên KTHHĐC không phải là một cuốn bách khoa để tham khảo bất cứ sản xuất cụ thể nào, mà cũng không dùng để thay thế, bổ sung các giáo trình chuyên ngành về công nghệ hoá chất.

Yêu cầu học môn này đối với sinh viên là phải nắm được cơ bản và các phương pháp suy luận vì:

- Nội dung môn học rất cô đọng.
- Do ứng dụng vào thực tế sản xuất nên có nhiều yếu tố tác động cùng lúc, kể cả yếu tố kinh tế. Cho nên sinh viên phải biết lựa chọn, xem xét những yếu tố có tính quyết định và mức độ ảnh hưởng của nó.

§2. PHƯƠNG HƯỚNG PHÁT TRIỂN CHÍNH CỦA CNHH

Sự phát triển của CNHH được quyết định phần lớn do mức độ hoàn thiện của KTHH.

Mục đích chính của tiến bộ kỹ thuật là nâng cao hiệu suất lao động đồng thời nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm giá thành.

Những hướng chính để phát triển kỹ thuật hoá học là:

2.1. NÂNG CAO CƯỜNG ĐỘ VÀ HIỆU SUẤT LÀM VIỆC CỦA THIẾT BỊ

Tăng năng suất làm việc của thiết bị có thể bằng hai cách:

- Tăng kích thước của thiết bị.
- Tăng cường độ làm việc của thiết bị.

Thông thường kết hợp cả hai cách này:

2.1.1. Tăng thể tích của thiết bị sẽ tiết kiệm được kim loại cũng như các vật liệu khác tính cho một đơn vị thể tích phản ứng và trên một đơn vị sản phẩm làm ra. Như vậy, giảm được chi phí xây dựng toà nhà, phân xưởng và thiết bị phụ trợ. Giảm tổn thất nhiệt ra môi trường xung quanh, tăng cường độ làm việc của thiết bị và giảm các hệ số tiêu phí nguyên liệu.

2.1.2. Tăng cường độ làm việc của thiết bị có hai cách: cải tạo cấu trúc thiết bị hoặc hoàn thiện quy trình thiết bị.

Vì vậy, khi nghiên cứu động học quá trình người ta cố gắng thiết lập cấu trúc thiết bị và chế độ làm việc sao cho có thể đạt được tốc độ quá trình lớn nhất.

Khi nghiên cứu cải tiến các cấu trúc thiết bị cường độ của quá trình hoá học được tăng lên nhờ tăng sự khuấy trộn các cấu tử phản ứng và tăng bề mặt tiếp xúc giữa các chất tham gia phản ứng ở những trạng thái khác nhau (rắn, lỏng, khí).

Cải tiến cơ cấu thiết bị thường gắn liền với cơ giới hoá và tự động hoá.

2.2. CƠ KHÍ HOÁ CÁC QUÁ TRÌNH NẶNG NHỌC

Thay sức lao động con người bằng máy móc.

2.3. TỰ ĐỘNG HOÁ VÀ ĐIỀU KHIỂN TỪ XA

Là cơ giới hoá ở mức độ cao hơn cho phép tăng mạnh mẽ hiệu suất lao động và nâng cao chất lượng sản phẩm.

2.4. THAY THẾ QUÁ TRÌNH GIÁN ĐOẠN BẰNG QUÁ TRÌNH LIÊN TỤC

Nâng cao chất lượng sản phẩm, dễ dàng tận dụng nhiệt của phản ứng và những chất thải trong quá trình, dễ dàng tự động hoá, nâng cao hiệu suất và năng suất thiết bị.

2.5. SỬ DỤNG NGUYÊN LIỆU RẺ TIỀN VÀ PHỨC HỢP. TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG

Giá nguyên liệu chiếm đến 60-70% giá thành sản phẩm nên vấn đề chọn nguyên liệu rất quan trọng. Chủ yếu dựa vào yếu tố kinh tế.

Ưu tiên chọn nguyên liệu giá rẻ, chế biến rẻ, vận chuyển rẻ. Tốt nhất dùng nguyên liệu địa phương hay xây dựng nhà máy gần nguồn nguyên liệu.

Thay nguyên liệu thực phẩm bằng nguyên liệu không thực phẩm (ví dụ, khi chế biến rượu C_2H_5OH nếu thủy phân gỗ rẻ hơn 40%, tổng hợp từ dầu khí rẻ hơn 75% so với dùng lương thực).

Sử dụng nguyên liệu nghèo hơn (phụ thuộc vào các cải tiến công nghệ).

Sử dụng phức hợp nguyên liệu, tận dụng các cấu tử quý, bớt chất thải, bảo vệ môi trường.

§3. MỘT SỐ KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA

3.1. KHÁI NIỆM VỀ QUÁ TRÌNH KTHH

Một quá trình hoá học gồm có ba giai đoạn:

- Đưa tác nhân vào vùng phản ứng.
- Các phản ứng hoá học.
- Đưa sản phẩm ra khỏi vùng phản ứng.

3.1.1. Đưa tác nhân vào vùng phản ứng

Có thể dùng các biện pháp:

- Khuếch tán phân tử hay đối lưu.
- Ngưng tụ, nấu chảy.
- Hấp phụ, hấp thụ.
- Hoá hơi...
- Hoà tan.

3.1.2. Phản ứng hoá học

Có thể xảy ra theo các cách:

- Nối tiếp nhau;

- Song song với nhau;
- Vừa song song, vừa nối tiếp nhau.

3.1.3. Dẫn sản phẩm ra khỏi vùng phản ứng

Có thể tiến hành bằng khuếch tán đối lưu, chuyển chất từ pha này sang pha khác (khí, lỏng, rắn).

Các biện pháp đưa ra khỏi vùng phản ứng sẽ ngược với các biện pháp đưa tác nhân vào.

Tốc độ chung của quá trình công nghệ được giới hạn bằng tốc độ của giai đoạn chậm nhất trong ba giai đoạn thành phần.

- Nếu phản ứng hoá học (giai đoạn 2) có tốc độ chậm nhất và quyết định tốc độ chung của quá trình hoá học thì phản ứng được tiến hành trong vùng động học. Trong trường hợp này, muốn tăng tốc độ quá trình thì phải tăng những yếu tố ảnh hưởng mạnh lên tốc độ phản ứng hoá học như nồng độ chất dầu, nhiệt độ, chất xúc tác...

- Nếu tốc độ chung được quyết định bởi quá trình dẫn nguyên liệu vào hay dẫn sản phẩm ra (giai đoạn 1, 3) thì phản ứng hoá học xảy ra trong vùng khuếch tán. Như vậy, ở vùng này, muốn tăng tốc độ phải dùng phương pháp khuấy trộn, chuyển hệ từ nhiều pha thành một pha.

- Nếu tốc độ của cả ba giai đoạn thành phần xấp xỉ nhau thì trước tiên cần phải tác động vào các yếu tố tăng nhanh sự khuếch tán, cũng như tăng nồng độ các chất dầu và nhiệt độ.

3.2. MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA CƠ BẢN

3.2.1. Năng suất P

Năng suất (thiết bị, phản xươg, nhà máy) là lượng sản phẩm tạo ra hay lượng nguyên liệu chế biến trong một đơn vị thời gian.

Nếu G là trọng lượng, V_s là thể tích sản phẩm (hay nguyên liệu), τ là đơn vị thời gian thì năng suất P được tính:

$$P = \frac{G}{\tau} \text{ hay } P = \frac{V_s}{\tau}$$

P có thể tính bằng T/ng; Kg/h; m³/ng; m³/h...

3.2.2. Công suất Q

Là năng suất tối đa có thể đạt được.

3.2.3. Cường độ làm việc I

Cường độ làm việc I của thiết bị là năng suất của thiết bị tính theo một đại lượng đặc trưng (thể tích, diện tích bề mặt...).

Ví dụ, nếu v là thể tích của thiết bị thì có thể biểu diễn cường độ bằng:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{G}{\tau.V}$$

I có thể tính bằng T/h.m³ (theo thể tích), m³/m².h (theo bề mặt tiết diện).

3.2.4. Tiêu phí

Tiêu phí nguyên liệu, nước, năng lượng... cho một đơn vị sản phẩm. Thí dụ $T_{\text{nguyên liệu}}/I_{\text{sản phẩm}}$; m³nước/T; Kwh/m³...

3.2.5. Độ chuyển hoá

Độ chuyển hoá của nguyên liệu A là tỉ lệ A đã chuyển hoá so với ban đầu.

Nếu có nhiều tác nhân $A, B, C, \dots$ thì mỗi chất có độ chuyển hoá của mình $x_A, x_B, x_C, \dots$ nếu các chất ấy có tỉ lệ hợp thức thì $x_A = x_B = x_C$, nếu không thì các giá trị ấy sẽ khác nhau.

Trường hợp đã xác định tính theo nguyên liệu chủ yếu thì chỉ cần ghi x không có chỉ số A, B, C .

Theo định nghĩa thì:

$$x = \frac{G_0 - G}{G_0} \cdot 100\%$$

ở đây: G_0 là lượng nguyên liệu ban đầu

G là lượng nguyên liệu còn lại chưa phản ứng hết.

3.2.6. Hiệu suất sản phẩm ϕ_s

Hiệu suất sản phẩm thu được ϕ_s là tỉ lệ lượng sản phẩm thực tế thu được G_s trên lượng tối đa thu được G_{max} nếu chuyển hoá hoàn toàn.

$$\phi_s = \frac{G_s}{G_{\text{max}}}$$

Cũng có thể biểu diễn thông qua lượng tác nhân A .

$$\phi_s = \frac{\text{Lượng } A \text{ đã tác dụng}}{\text{Lượng } A \text{ ban đầu}}$$

Như vậy $\phi_s = x$ và hiệu suất sản phẩm là độ chuyển hoá của nguyên liệu.

Nếu phản ứng thuận nghịch thì G_s không thể đạt tới $G_{s, \text{max}}$ được mà cao nhất là tại thời điểm cân bằng, đạt tới G_s^* , khi đó:

$$\phi_s = \frac{G_s^*}{G_{s, \text{max}}} = \phi_s^* = x^*$$

Dấu (*) là trị số ở trạng thái cân bằng.

Chương I

NGUYÊN LIỆU, NƯỚC VÀ NĂNG LƯỢNG TRONG CÔNG NGHIỆP HOÁ HỌC

§1. NGUYÊN LIỆU TRONG CÔNG NGHỆ HOÁ HỌC

Nguyên liệu là một trong những yếu tố chính của quá trình công nghệ và quyết định tính kinh tế của quá trình ở mức độ lớn, quyết định kỹ thuật sản xuất và chất lượng sản phẩm.

Nguyên liệu là những vật liệu tự nhiên được sử dụng để sản xuất ra những sản phẩm công nghiệp.

Ngày nay, nguồn nguyên liệu trong CNHH không ngừng được phát triển vì nó có thể là bán thành phẩm hay là chất thải của những nền công nghiệp khác, hoặc có thể là sản phẩm phụ.

1.1. ĐẶC TÍNH VÀ TRỮ LƯỢNG NGUYÊN LIỆU

1.1.1. Phân loại và định nghĩa

Nguyên liệu của CNHH được phân loại theo nhiều dấu hiệu khác nhau.

1.1.1.1. Theo nguồn gốc

- + Khoáng vật
- + Thực vật
- + Động vật

1.1.1.2. Theo trạng thái tập hợp

- + Rắn
- + Lỏng (dầu, nước).
- + Khí (khí tự nhiên, không khí).

1.1.1.3. Theo thành phần

- + Vô cơ
- + Hữu cơ

