

TRỊNH THỊ THANH - NGUYỄN THỊ HÀ

# KIỂM TOÁN

# CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

TRỊNH THỊ THANH – NGUYỄN THỊ HÀ

**KIỂM TOÁN  
CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI**

16 Hàng Chuối – Hai Bà Trưng - Hà Nội

Điện thoại: (04) 9715011; (04) 9721544. Fax: (04) 9714899

Email: nxb@vnu.edu.vn

***Chịu trách nhiệm xuất bản:***

*Giám đốc:* PHÙNG QUỐC BẢO

*Tổng Biên tập:* PHẠM THÀNH HƯNG

***Chịu trách nhiệm nội dung:***

Hội đồng nghiệm thu giáo trình

Trường ĐHKHTN - Đại học Quốc gia Hà Nội

*Nhận xét:* GS MAI ĐÌNH YÊN

PGS TS NGUYỄN ĐÌNH BẢNG

PGS TS HOÀNG XUÂN CƠ

***Biên tập nội dung:*** NGUYỄN THUYẾT HẰNG

***Trình bày bìa:*** NGỌC ANH

---

**KIỂM TOÁN CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**

Mã số: 01. 0123. ĐH 2003

In 500 cuốn, khổ 14,5 x 20,5 tại Nhà in Đại học Quốc gia Hà Nội

Số xuất bản: 40/695/CXB ngày 17/6/2003. Số trích ngang 178KH/XB

In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2003

# MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	7
<b>Chương I. Mở đầu</b>	<b>9</b>
1.1. Các vấn đề chung	9
1.1.1. Khái niệm và ý nghĩa của kiểm toán môi trường	9
1.1.2. Các lợi ích của kiểm toán môi trường và ứng dụng ở Việt Nam	11
1.2. Kiểm toán chất thải công nghiệp	13
1.2.1. Các vấn đề liên quan đến kiểm toán chất thải công nghiệp	13
1.2.2. Tình hình thực hiện kiểm toán chất thải công nghiệp ở Việt Nam	16
1.3. Mối quan hệ giữa kiểm toán chất thải và các lĩnh vực khác	17
<b>Chương II. Cơ sở lý thuyết về cân bằng vật chất</b>	<b>21</b>
2.1. Cân bằng vật chất	21
2.1.1. Lý thuyết chung cân bằng vật chất	21
2.1.2. Cân bằng vật chất sử dụng thuật toán	26
2.1.3. Cân bằng vật chất và mô hình lan truyền các chất ô nhiễm	29

2.2. Sự chuyển khối	34
2.2.1. Sự chuyển khối do khuếch tán phân tử	35
2.2.2. Sự chuyển khối do đối lưu cưỡng bức	38
2.2.3. Sự chuyển khối giữa các pha	41
2.3. Tính toán cân bằng vật chất trong các quá trình công nghệ	43
2.3.1. Tính toán lượng chất thải theo hệ số thải của WHO	43
2.3.2. Tính toán lượng chất thải theo công thức	45
2.2.3. Tính toán lượng chất thải theo cân bằng vật chất và cân bằng nhiệt động học	48
<b>Chương III. Quy trình thực hiện kiểm toán chất thải công nghiệp</b>	59
3.1. Các dữ liệu cơ bản để thực hiện kiểm toán chất thải công nghiệp	59
3.1.1. Các điều kiện ban đầu cho việc kiểm toán chất thải công nghiệp	59
3.1.2. Quy trình và đặc điểm công nghệ sản xuất	62
3.1.3. Nguyên liệu, nhiên liệu, hoá chất sử dụng	64
3.2. Xác định và đánh giá các nguồn thải	69
3.2.1. Xác định các nguồn thải	69
3.2.2. Phương pháp đánh giá các nguồn thải	74
3.3. Xây dựng và đánh giá các phương án giảm thiểu chất thải công nghiệp	76

3.3.1. Nội dung các phương án giảm thiểu chất thải công nghiệp	76
3.3.2. Đánh giá các phương án giảm thiểu chất thải công nghiệp - Tính toán chi phí môi trường và lợi ích môi trường	77
3.3.3. Xây dựng kế hoạch giảm thiểu chất thải công nghiệp	80
<b>Chương IV. Các nghiên cứu điển hình</b>	<b>83</b>
4.1. Kiểm toán chất thải công nghiệp ngành thuộc da	83
4.1.1. Xác định các dữ liệu cơ bản để thực hiện KTCTCN	83
4.1.2. Xác định và đánh giá các nguồn thải	91
4.1.3. Xây dựng và đánh giá phương án giảm thiểu CTCN	95
4.2. Kiểm toán chất thải công nghiệp ngành sản xuất bia (NM bia Đông Nam Á)	97
4.2.1. Xác định các dữ liệu cơ bản để thực hiện KTCTCN	97
4.2.2. Xác định và đánh giá các nguồn thải	104
4.2.3. Đánh giá các phương án giảm thiểu CTCN	113
4.2.4. Xây dựng kế hoạch giảm thiểu CTCN ngành bia	125
4.3. Kiểm toán chất thải công nghiệp ngành bột và giấy	126
4.3.1. Xác định các dữ liệu cơ bản để thực hiện KTCTCN	126
4.3.2. Xác định và đánh giá các nguồn thải	135



4.3.3. Xây dựng và đánh giá phương án giảm thiểu CTCN	137
4.4. Kiểm toán chất thải công nghiệp ngành chế biến cao su (Công ty cao su Sao vàng)	146
4.4.1. Xác định các dữ liệu cơ bản để thực hiện KTCTCN	146
4.4.2. Xác định và đánh giá các nguồn chất thải	158
4.4.3. Xây dựng và đánh giá các phương án giảm thiểu/ xử lý chất thải công nghiệp	180
<b>Tài liệu tham khảo</b>	189

## LỜI NÓI ĐẦU

Một trong các yếu tố để quá trình phát triển bền vững trở thành hiện thực là áp dụng các công nghệ sản xuất có hiệu quả cao về kinh tế nhưng đồng thời cũng đảm bảo yêu cầu về giảm thiểu chất thải. Trong điều kiện không cải tiến được công nghệ, sử dụng vận hành hợp lý quy trình công nghệ cũng có thể làm giảm thiểu đáng kể mức độ ô nhiễm chất thải, tiết kiệm chi phí sản xuất và tránh lãng phí tài nguyên.

Các số liệu chính xác về nguồn và lượng chất thải xả vào môi trường là cơ sở cho việc thực hiện các hoạt động bảo vệ môi trường trong đó có giảm thiểu ô nhiễm chất thải. Điều này cũng có giá trị đối với các hoạt động tái sử dụng chất thải.

Giáo trình này xây dựng làm tài liệu hướng dẫn cho việc kiểm toán chất thải công nghiệp dựa trên các cơ sở khoa học để xác định nguồn và lượng chất thải. Tùy thuộc vào kết quả của quy trình kiểm toán, việc thực hiện giảm thiểu chất thải có thể được áp dụng theo các giải pháp về quản lý hay công nghệ cụ thể.

Giáo trình này là tài liệu giảng dạy cho sinh viên ngành Khoa học Môi trường. Đồng thời giáo trình cũng là tài liệu tham khảo cho các nhà quản lý, các chuyên gia tư vấn trong các hoạt động, nghiên cứu có liên quan.

Kiểm toán chất thải là một nội dung mới được tiếp cận ở Việt Nam, tài liệu tham khảo và kinh nghiệm thực tế còn hạn chế nên giáo trình không tránh khỏi thiếu sót. Chúng tôi chân thành cảm ơn và tiếp thu các ý kiến đóng góp của bạn đọc để sửa chữa, bổ sung cho giáo trình hoàn thiện hơn.

**Các tác giả**



## DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

BOD	Nhu cầu oxy sinh hoá
BVMT	Bảo vệ Môi trường
COD	Nhu cầu oxy hoá học
CSSV	Cao Vàng Sao vàng
CTCN	Chất thải công nghiệp
ĐTM	Đánh giá tác động môi trường
EA	Kiểm toán môi trường
FO	Dầu nhiên liệu
ICC	Phòng thương mại Quốc tế
ISO	Tổ chức Tiêu chuẩn Quốc tế
HỘI KHKT NHIỆT VN	Hội Khoa học Kỹ thuật nhiệt Việt Nam
KPHĐ	Không phát hiện được
KSONMT	Kiểm soát ô nhiễm môi trường
KTMT	Kiểm toán môi trường
KTCTCN	Kiểm toán chất thải công nghiệp
PX	Phân xưởng
SS	Chất rắn lơ lửng
TCCP	Tiêu chuẩn cho phép
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
TNLĐ	Tai nạn lao động
UNDP	Chương trình phát triển Liên Hợp Quốc
XN	Xí nghiệp
XNCS	Xí nghiệp cao su
XNNL	Xí nghiệp năng lượng

## *Chương I*

# **MỞ ĐẦU**

### **1.1. CÁC VẤN ĐỀ CHUNG**

Trong những năm 70, ở các nước Bắc Mỹ, đi đôi với việc phát triển nền công nghiệp và kinh tế, vấn đề môi trường ở đây cũng trở nên nghiêm trọng do chất thải, khí thải từ các nhà máy công nghiệp và các hoạt động phát triển khác. Vấn đề đặt ra là làm sao vừa phát triển công nghiệp vừa đảm bảo một môi trường trong sạch đã trở thành mối quan tâm hàng đầu của các nước này.

Để giải quyết vấn đề trên, người ta đã đưa ra những điều luật với những quy định chặt chẽ buộc bất kỳ công ty nào trong quá trình hoạt động nếu không thoả mãn các quy định về môi trường đều phải chịu nộp phạt. Làm cơ sở cho việc thực hiện các điều luật này người ta đã tìm ra một công cụ sắc bén và có hiệu quả, đó là kiểm toán môi trường. Mỹ và Canada là ví dụ cụ thể về hoạt động có hiệu quả trong lĩnh vực này.

#### **1.1.1. Khái niệm và ý nghĩa của kiểm toán môi trường**

Kiểm toán môi trường (EA) là một khái niệm mới, song thực chất nó đã và đang được thực hiện ở các cơ sở công nghiệp và các công ty dưới nhiều dạng và tên gọi khác nhau như: rà

soát môi trường, tổng quan môi trường, kiểm soát môi trường, và đánh giá tác động môi trường.

Kiểm toán môi trường là một thuật ngữ bắt nguồn từ ngành kế toán tài chính nhằm chỉ khái niệm về *phép kiểm chứng các hoạt động tác nghiệp và xác nhập về số liệu*.

Kiểm toán môi trường được sử dụng với các đề án đã và đang được thực hiện. Nội dung của nó tập trung vào kiểm tra các vấn đề môi trường như xem xét các hoạt động có liên quan đến vấn đề môi trường hay sự tuân thủ của các cơ sở công nghiệp đối với hệ thống quản lý môi trường, phần lớn dựa trên việc thu thập thông tin từ thực tế sản xuất.

+ Năm 1998 Viện thương mại Quốc tế ICC (International Chamber of Commerce) đã đưa ra khái niệm ban đầu về kiểm toán môi trường:

"Kiểm toán môi trường là một công cụ quản lý bao gồm ghi chép một cách khách quan công khai công tác tổ chức môi trường, sự vận hành của các thiết bị, cơ sở vật chất với mục đích quản lý môi trường bằng cách trợ giúp quản lý, kiểm soát các hoạt động và đánh giá sự tuân thủ các chính sách của công ty, bao gồm sự tuân thủ theo các tiêu chuẩn môi trường".

+ Theo tiêu chuẩn ISO 14001 (1996) phần 3.9 kiểm toán môi trường được định nghĩa như sau:

"Kiểm toán môi trường là một quá trình thẩm tra có hệ thống và được ghi thành văn bản bao gồm thu thập và đánh giá một cách khách quan các bằng chứng nhằm xác định những hoạt động, sự kiện, hệ thống quản lý liên quan đến môi trường hay các thông tin về những kết quả của quá trình này cho khách hàng".

Kiểm toán môi trường cho ta một bức tranh rõ nét về điều kiện môi trường hiện tại và chỉ ra tình trạng môi trường trước kia của cơ sở được kiểm toán. Thông qua kiểm toán môi trường, nhà quản lý có thể biết được nguyên nhân, địa điểm xảy ra những vấn đề môi trường, từ đó đưa ra những biện pháp thay thế công nghệ hợp lý hay những biện pháp khác phục trước mắt và lâu dài để vừa nâng cao hiệu quả sản xuất vừa cải thiện môi trường tốt hơn.

Một cách khái quát chúng tôi cho rằng: *Kiểm toán môi trường là tổng hợp các hoạt động điều tra, theo dõi có hệ thống theo chu kỳ và đánh giá một cách khách quan đối với công tác tổ chức quản lý môi trường, quá trình vận hành công nghệ sản xuất, hiện trạng vận hành của trang thiết bị,... với mục đích kiểm soát các hoạt động và đánh giá sự tuân thủ của các đơn vị, các nguồn tạo ra chất thải đối với những chính sách nhà nước về môi trường.*

Phạm vi thực hiện kiểm toán môi trường phụ thuộc vào các mục tiêu đề ra. Mục đích chung của kiểm toán môi trường nhằm giảm thiểu những rủi ro, tai biến về môi trường, nâng cao hiệu quả sản xuất và kinh tế cho các cơ sở sản xuất.

### **1.1.2. Lợi ích của kiểm toán môi trường và ứng dụng ở Việt Nam**

#### *a. Lợi ích của kiểm toán môi trường*

+ Bảo vệ môi trường và giúp đảm bảo sự tuân thủ các điều luật về môi trường.

+ Nâng cao trình độ quản lý và nhận thức của công nhân về vấn đề môi trường, đem lại hiệu quả tốt hơn trong quản lý



tổng thể môi trường, nâng cao ý thức về môi trường cũng như trách nhiệm của công nhân trong lĩnh vực này.

+ Đánh giá được chương trình đào tạo và tạo điều kiện đào tạo cán bộ.

+ Có được thông tin đầy đủ về hiện trạng môi trường của nhà máy. Căn cứ vào đó có thể cung cấp thông tin cơ sở dữ liệu trong cả trường hợp khẩn cấp và ứng dụng kịp thời.

+ Tạo điều kiện cho một cuộc thẩm tra độc lập xem các hoạt động kinh tế hay các chính sách hiện tại có tuân thủ luật môi trường và những chính sách, quy định có khả năng tuân thủ trong tương lai hay không?

+ Hỗ trợ việc trao đổi thông tin giữa các nhà máy, các cơ sở sản xuất.

+ Chỉ ra các thiếu sót, bộ phận quản lý yếu kém, từ đó đề ra các biện pháp chấn chỉnh có hiệu quả để đảm bảo hiệu suất công nghệ và giảm thiểu chất thải.

+ Ngăn ngừa và tránh các nguy cơ sự cố về môi trường ngắn hạn cũng như dài hạn.

+ Nâng cao uy tín cho công ty, củng cố quan hệ của công ty với các cơ quan hữu quan.

### ***b. Ứng dụng kiểm toán môi trường ở Việt Nam***

Ở nước ta trong những năm gần đây, kiểm toán môi trường được thực hiện dưới hình thức đánh giá tác động môi trường đã tiến hành ở một số nhà máy, cơ sở sản xuất đang hoạt động. Các báo cáo tác động môi trường của một số cơ sở công nghiệp có quy mô phải kể đến như: báo cáo đánh giá tác động môi trường của Nhà máy giấy Bãi Bằng, nhà máy Nhiệt điện Phú

Lại. Các báo cáo đã cho thấy những bức tranh tổng quát về hiện trạng môi trường của nhà máy, các tác động tích cực cũng như tiêu cực đến nhà máy hiện tại, dự báo trong tương lai và kiến nghị một số biện pháp nhằm cải thiện môi trường.

Thực chất trong quá trình kiểm toán môi trường, mục tiêu chủ yếu là kiểm toán chất thải, sự tuân thủ đối với các quy định về môi trường ở quy mô nhà máy, phạm vi kế toán có thể là toàn bộ nhà máy hoặc bao gồm cả khu vực dân cư xung quanh.

## **1.2. KIỂM TOÁN CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**

### **1.2.1. Các vấn đề liên quan đến kiểm toán chất thải công nghiệp**

#### *a. Ý nghĩa và mục tiêu của kiểm toán chất thải công nghiệp*

Kiểm toán chất thải công nghiệp (KTCTCN) là quá trình kiểm tra sự tạo ra chất thải nhằm giảm nguồn, lượng chất thải. KTCTCN là một loại hình của kiểm toán môi trường. KTCTCN là một công cụ quản lý quan trọng có hiệu quả kinh tế đối với nhiều cơ sở sản xuất.

Trước đây việc quản lý chất thải công nghiệp chỉ tập trung vào quá trình xử lý chất thải tại cuối đường ống nên có hiệu quả không cao. Kiểm toán chất thải công nghiệp cho phép thực hiện giảm thiểu chất thải và ngăn ngừa ô nhiễm ngay tại nguồn, ngoài ra có thể quay vòng tái sử dụng chất thải. Để đạt được mục tiêu này cần kiểm tra các quá trình sản xuất, xác định nguồn thải, tính toán cân bằng vật chất đầu vào và đầu ra ở mỗi công đoạn, các vấn đề vận hành sản xuất có thể được cải thiện nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất, đồng thời giảm thiểu chất



thải. Kiểm toán chất thải công nghiệp là bước đầu tiên trong quá trình sản xuất nhằm tối ưu hoá việc tận dụng triệt để tài nguyên và nâng cao hiệu quả sản xuất.

Kiểm toán chất thải công nghiệp liên quan đến việc quan sát, đo đạc và ghi chép các số liệu, thu thập và phân tích các mẫu chất thải. Để kiểm toán chất thải công nghiệp đạt hiệu quả cần phải được tiến hành theo phương pháp khoa học và cần thiết được sự ủng hộ, phối hợp của các nhà quản lý và sản xuất.

### ***b. Mục đích của KTCTCN***

Cung cấp thông tin về công nghệ sản xuất, nguyên liệu sử dụng, sản phẩm và các dạng chất thải.

Xác định các nguồn thải, loại chất thải phát sinh.

Xác định các bộ phận kém hiệu quả như quản lý kém, hiệu suất sử dụng nguyên liệu, năng lượng thấp, thải nhiều chất gây ô nhiễm môi trường thông qua các tính toán cân bằng vật chất.

Đề ra chiến lược quản lý và giải pháp giảm thiểu chất thải.

### ***c. Hiệu quả của việc thực hiện KTCTCN***

Góp phần đảm bảo việc tuân thủ chi phí - lợi ích không chỉ đối với luật pháp, các quy chế và các tiêu chuẩn mà còn đối với các quy định khác có liên quan.

Giảm kinh phí đầu tư vào các hệ thống xử lý chất thải, giảm sự tiêu hao nguyên vật liệu... từ đó tăng mức lợi nhuận.

Hạn chế mức độ ô nhiễm và rủi ro do chất thải gây ra đối với môi trường và sức khoẻ con người

Góp phần bảo vệ môi trường trên cơ sở phát triển bền vững.

#### *d. Một số yếu tố chính để xác định hiệu quả của KTCTCN*

Xác định các nguồn, số liệu và loại chất phát sinh.

Thu thập thông tin về các quá trình cơ bản, các nguyên liệu thô, các sản phẩm, việc sử dụng nước và các nhiên liệu, các thông tin về chất thải.

Nêu rõ tính kém hiệu quả của quá trình công nghệ sản xuất và các lĩnh vực quản lý yếu kém.

Giúp xây dựng các mục tiêu giảm thiểu lượng chất thải.

Giúp xây dựng các mục tiêu giảm lượng chất thải.

Cho phép xây dựng chiến lược quản lý chất thải có hiệu quả về mặt kinh tế.

Nâng cao nhận thức trong lực lượng lao động về lợi ích của việc giảm lượng chất thải.

Tăng cường kiến thức về quá trình công nghệ sản xuất.

Góp phần làm tăng hiệu suất của quá trình công nghệ sản xuất.

#### *e. Nội dung và quy trình kiểm toán chất thải công nghiệp*

##### **Nội dung KTCTCN**

Tính toán đầu vào và đầu ra trong quá trình sản xuất.

Xác định các đặc tính cơ bản của chất thải (nguồn, loại, lượng, tính chất của chất thải).

Đánh giá mức độ ô nhiễm của các loại chất thải, nguồn thải.

Đánh giá hiện trạng giảm thiểu ô nhiễm chất thải và lựa chọn các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm bổ sung mang tính khả thi.

Kiểm toán chất thải công nghiệp được thực hiện ở nhiều quy mô khác nhau: quy mô khu vực – xem xét các vấn đề của ngành công nghiệp; quy mô nhà máy – xem xét đặc thù của quá

trình sản xuất của nhà máy; và quy mô các phân xưởng sản xuất - xác định chính xác nguồn thải và đề xuất, áp dụng các biện pháp cụ thể để giảm thiểu chất thải một cách phù hợp và có hiệu quả.

### **Quy trình KTCTCN**

Trên thực tế kiểm toán chất thải công nghiệp bao gồm 3 giai đoạn: giai đoạn tiền đánh giá - đây là giai đoạn chuẩn bị kiểm toán, các vấn đề trọng tâm của công việc kiểm soát sẽ được đặt ra trong giai đoạn này; giai đoạn thu thập số liệu - tính toán trên cơ sở đầu vào và đầu ra của dây chuyền công nghệ sản xuất xây dựng cân bằng vật chất; và giai đoạn tổng kết - đánh giá các dây chuyền công nghệ sản xuất từ việc thực hiện cân bằng vật chất và đề ra các biện pháp giảm thiểu chất thải.

Quá trình kiểm toán chất thải công nghiệp nhiều khi còn gặp khó khăn do công nghệ lạc hậu của các cơ sở sản xuất. Tuy nhiên khi thực hiện kiểm toán chất thải, các kết quả thu được sẽ cho thấy một cách đầy đủ những vấn đề môi trường liên quan đến chất thải công nghiệp, nguyên nhân và kiến nghị phương án giảm thiểu để vừa nâng cao hiệu quả sản xuất vừa đảm bảo các vấn đề về bảo vệ môi trường.

### **1.2.2. Tình hình thực hiện kiểm toán chất thải công nghiệp ở Việt Nam**

Hiện nay, quá trình kiểm toán môi trường ở Việt Nam mới chỉ chú trọng tập trung vào kiểm toán chất thải công nghiệp. Các cơ sở công nghiệp được kiểm toán thường là các nhà máy giấy, nhà máy dệt, nhà máy hoá chất như nhà máy giấy Vạn Điểm, nhà máy giấy Hoàng Văn Thụ, công ty giấy Đồng Nai, nhà máy hoá chất Việt Trì... Mặc dù các nghiên cứu ban đầu

đã thu được một số kết quả nhất định nhưng quá trình thực hiện KTC/TCN không tránh khỏi những khó khăn, hạn chế. Nguyên nhân là do các cơ sở này đã cũ, không có đủ số liệu quan trắc liên tục làm ảnh hưởng đến quá trình phân tích đánh giá. mặt khác do thiếu quy chế về kiểm toán môi trường, do vậy các số liệu thu được cũng chưa đảm bảo độ tin cậy.

Tuy nhiên, kết quả kiểm toán chất thải công nghiệp cho thấy có thể cải thiện được môi trường một cách hữu hiệu, nâng cao hiệu quả kinh tế thông qua việc quản lý sản xuất trên cơ sở nâng cao ý thức của cán bộ, công nhân trong các cơ sở sản xuất. Việc ứng dụng các biện pháp kỹ thuật xử lý cuối đường ống đòi hỏi phải có sự nghiên cứu kỹ lưỡng, tiến hành thận trọng và triệt để.

### **1.3. MỐI QUAN HỆ GIỮA KIỂM TOÁN CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP VỚI CÁC LĨNH VỰC KHÁC**

Kiểm toán chất thải công nghiệp có quan hệ mật thiết với rất nhiều lĩnh vực khác như quan trắc môi trường, kiểm soát ô nhiễm môi trường (KSONMT), thanh tra bảo vệ môi trường (BVMT) ...

Quan trắc môi trường là quá trình lập đi lập lại hoạt động quan sát và đo lường về tình trạng lý, hoá, sinh của môi trường theo thời gian và không gian quy định.

Kiểm soát ô nhiễm môi trường là tổng hợp các hoạt động, biện pháp và công cụ nhằm phòng ngừa, khống chế không cho ô nhiễm xảy ra hoặc khi có ô nhiễm xảy ra thì chủ động xử lý làm giảm thiểu hay loại trừ ô nhiễm.



Thanh tra bảo vệ môi trường là các hoạt động thanh tra ô nhiễm, quan trắc chất lượng môi trường, quan trắc tiêu chuẩn thải, kiểm kê, kiểm toán, dự báo các nguồn thải, xây dựng và thực thi các kế hoạch phòng ngừa và xử lý sự cố ô nhiễm môi trường, các kỹ thuật và biện pháp khắc phục hậu quả, phục hồi và nâng cao chất lượng môi trường.

Một trong những nhiệm vụ của thanh tra bảo vệ môi trường là thanh tra cưỡng chế bắt buộc các cơ sở sản xuất phải tuân theo các quy định về tiêu chuẩn môi trường đã cam kết. Bất kỳ cơ sở sản xuất nào vi phạm các điều luật BVMT hay các quy định ban hành theo luật đều bị đình chỉ sản xuất theo các hành vi vi phạm căn cứ vào Nghị định 26/CP của chính phủ về xử phạt hành chính về BVMT. Hình thức thanh tra có thể tiến hành thường xuyên và cũng có thể tiến hành đột xuất.

Trách nhiệm thực hiện việc kiểm soát ô nhiễm môi trường bao gồm các thành phần nhà nước, địa phương, cơ sở sản xuất và người dân với các quyền hạn và trách nhiệm khác nhau.

+ Nhà nước - đề ra chiến lược, chính sách, quy chế, tiêu chuẩn môi trường.

+ Địa phương - đề ra các quy định và biện pháp phù hợp để thực thi chính sách.

+ Các cơ sở sản xuất - áp dụng các biện pháp ngăn ngừa và xử lý ô nhiễm.

+ Người dân - chấp hành và thực hiện các biện pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường.

Thanh tra môi trường là quá trình kiểm tra, xem xét mức độ tuân thủ các quy định, tiêu chuẩn, luật pháp bảo vệ môi

trường của các hoạt động kinh tế - xã hội. Thanh tra môi trường có nhiệm vụ thanh tra việc chấp hành các quy định của pháp luật về BVMT (tiêu chuẩn, quy định về phòng, chống, khắc phục suy thoái môi trường, ô nhiễm môi trường, sự cố môi trường; khí sử dụng và khai thác thành phần môi trường) của các tổ chức và cá nhân.

KTCTCN nói riêng, kiểm toán môi trường nói chung là phương pháp làm tăng hiệu quả việc thực hiện kiểm soát ô nhiễm và thanh tra BVMT. Nói cách khác KTCTCN là một trong những nội dung công việc của kiểm soát ô nhiễm và thanh tra BVMT. KTCTCN là một trong các cơ sở để thực hiện kiểm soát ô nhiễm môi trường. Muốn thực hiện tốt việc quản lý môi trường nói chung và quản lý chất thải nói riêng cần thiết phải có các thông tin, số liệu chính xác về nguồn và lượng thải. Để có được các thông tin này cần phải tiến hành kiểm toán chất thải công nghiệp.



## **Chương II**

# **CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ CÂN BẰNG VẬT CHẤT**

Việc nghiên cứu lý thuyết về sự trao đổi vật chất, cân bằng vật chất là một yêu cầu không thể thiếu trong lĩnh vực khoa học nói chung và công nghệ môi trường nói riêng. Đặc biệt việc xác định các nguồn chất thải cũng như việc kiểm toán trạng thái ô nhiễm môi trường của các chất thải công nghiệp. Định luật “Bảo toàn vật chất” được ứng dụng như là một công cụ quan trọng để thực hiện việc kiểm toán chất thải công nghiệp.

## **2.1. CÂN BẰNG VẬT CHẤT**

### **2.1.1. Lý thuyết chung về cân bằng vật chất**

Theo định luật bảo toàn vật chất, khi có một quá trình biến đổi vật chất xảy ra, chất này mất đi thì phải sinh ra chất khác, vật chất không bao giờ mất đi. Từ định luật này chúng ta có thể thiết lập được các phương trình tính toán sự biến đổi chất ô nhiễm từ nơi này di chuyển sang nơi khác.

Phân tích cân bằng vật chất phụ thuộc vào khu vực, không gian cụ thể. Giả thiết rằng khu vực nghiên cứu có một đường biên giới hạn, ta có thể xác định được lượng vật chất đi qua cũng như lượng vật chất bị hấp thụ, tích tụ trong phạm vi khu vực đó.

Một chất nào đó đi vào phạm vi khu vực nghiên cứu (biên của hệ) sẽ biến đổi thành ba dạng: một phần giữ nguyên tính chất và đi ra khỏi khu vực, một phần tích tụ trong khu vực và có thể có một phần bị hấp thụ biến đổi thành chất khác. Như vậy ta có thể thiết lập được phương trình cân bằng vật chất theo thời gian như sau (hình 2.1):

Lượng chất đầu vào = Lượng chất đầu ra + Lượng chất tích tụ + Lượng chất tiêu huỷ



Hình 2.1 - Sơ đồ cân bằng vật chất

Trong các quá trình sản xuất có thể xảy ra 2 trường hợp liên quan đến sự chuyển hoá vật chất:

+ Trường hợp đơn giản nhất là không có sự biến đổi chất, tức là trong suốt quá trình vật chất vận động, vật chất đó vẫn giữ nguyên trạng thái ban đầu, tức là chất đó không bị tích tụ tức là thành phần tích tụ bằng 0; cũng như không biến đổi thành chất khác, nồng độ chất ô nhiễm trong đường biên khu vực nghiên cứu vẫn giữ ổn định và bài toán sẽ được giải dễ dàng bằng các phương trình toán giải tích.

+ Trường hợp đơn giản thứ hai là vật chất được bảo toàn trong khu vực nghiên cứu, tức là không xảy ra các phản ứng hoá học hay bị phân huỷ do tác dụng của bức xạ mặt trời hoặc

hoạt động của vi khuẩn, khi đó thành phần "lượng chất tiêu huỷ" bằng 0.

Như trong trường hợp các chất rắn lơ lửng không tan trong môi trường nước sẽ không biến đổi thành chất khác trong quá trình di chuyển, tương tự đối với khí CO<sub>2</sub> trong môi trường không khí. Các chất không được bảo toàn trong quá trình vận động như là bức xạ radon trong nhà cửa hay là các chất thải hữu cơ dễ phân huỷ trong môi trường nước.

Trong nhiều trường hợp, để đơn giản hóa trong tính toán có thể bỏ qua nhiều thành phần bị tiêu huỷ nếu nó nhỏ không đáng kể so với các thành phần khác.

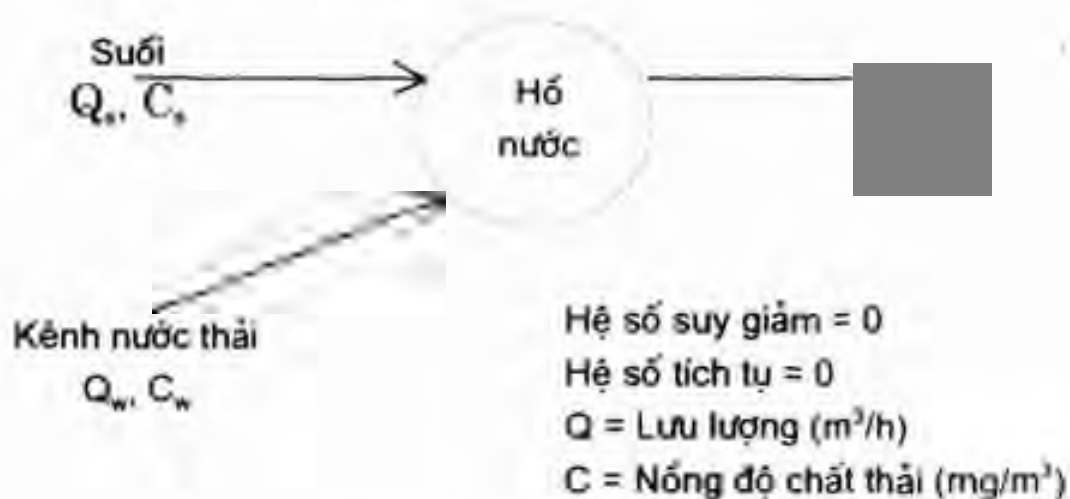
### **Hệ thống bảo toàn vật chất ổn định**

Hệ thống bảo toàn vật chất ổn định là trường hợp đơn giản nhất, tức là trường hợp mà từng chất cũng như tổng các chất được bảo toàn, không có tích tụ trong hệ:

$$\text{Lượng chất đầu vào} = \text{Lượng chất đầu ra}$$

Hệ thống bảo toàn vật chất ổn định được biểu diễn trên hình 2.2. Hệ thống nghiên cứu được giới hạn trong một hồ nước có các suối nước chảy vào. Giả sử có một dòng suối chảy vào hồ với lưu lượng chảy  $Q_1$  (m<sup>3</sup>/h) và nồng độ chất ô nhiễm là  $C_1$  (mg/m<sup>3</sup>). Dòng nước thứ hai chảy vào hồ là kênh dẫn nước thải với lưu lượng chảy là  $Q_2$  (m<sup>3</sup>/h) và nồng độ chất ô nhiễm là  $C_2$  (mg/m<sup>3</sup>). Dòng nước chảy ra khỏi hồ là dòng nước hỗn hợp với lưu lượng được bảo toàn và nếu giả thiết điều kiện bảo toàn hệ ổn định thì phương trình cân bằng vật chất có dạng sau đây:

$$C_1 Q_1 + C_2 Q_2 = C_m Q_m \quad (2.1)$$



Hình 2.2 Sơ đồ hệ thống bảo toàn ổn định

### Hệ thống ổn định không hoàn toàn

Rất nhiều chất ô nhiễm trong môi trường chịu tác động của các phản ứng hoá học, sinh học hoặc phản ứng hạt nhân và trong nhiều trường hợp chất ô nhiễm được xử lý trong điều kiện không được bảo toàn vật chất.

Như đã trình bày ở trên, trong điều kiện ổn định thì lượng chất ô nhiễm bị hấp thụ, tích tụ trong khu vực nghiên cứu bằng 0, nhưng nếu chất ô nhiễm không được bảo toàn thì phương trình có dạng:

$$\text{Lượng đầu vào} = \text{Lượng đầu ra} + \text{Lượng bị tiêu huỷ}$$

Phần tiêu huỷ của chất ô nhiễm không bảo toàn được tính khi bắt đầu xảy ra các phản ứng tiêu huỷ, có nghĩa là giả thiết rằng phần chất ô nhiễm mất đi tỉ lệ với lượng chất ô nhiễm:

$$\frac{dC}{dt} = -KC \quad (2.2)$$

$$\int_0^C \frac{dC}{C} = \int_0^t (-K) dt \quad (2.3)$$

Hay:  $\ln(C) - \ln(C_0) = \ln(C/C_0) = -Kt$  (2.4)

Trong đó: K = hệ số tiêu hủy với thứ nguyên là 1/đơn vị thời gian, dấu (-) biểu thị chất ô nhiễm mất đi theo thời gian

C = nồng độ chất ô nhiễm

t = thời gian

Do đó nồng độ chất ô nhiễm trong khu vực nghiên cứu sẽ biến thiên theo thời gian, theo phương trình sau:

$$\text{[Blank Box]} \quad (2.5)$$

Trong đó:  $C_0$  = nồng độ chất ô nhiễm tại thời điểm ban đầu (t= 0).

Nếu ta thừa nhận rằng chất ô nhiễm phân bố đồng đều trong toàn bộ thể tích của khu vực nghiên cứu, thì tổng lượng chất ô nhiễm sẽ là (C.V). Khi đó tổng lượng mất đi của chất ô nhiễm không bảo toàn được tính như sau:

$$\frac{d(C.V)}{dt} = V \cdot \frac{dC}{dt} \quad (2.6)$$

Và ta có thể viết phương trình cân bằng đối với chất ô nhiễm không bảo toàn là:

$$\text{Lượng bị tiêu hủy} = K.C.V$$

Do vậy công thức cuối cùng tương đối đơn giản về cân bằng vật chất đối với trường hợp chất ô nhiễm không bảo toàn trong hệ thống ổn định là (giả thiết rằng nồng độ chất ô nhiễm phân bố đều trong thể tích V):

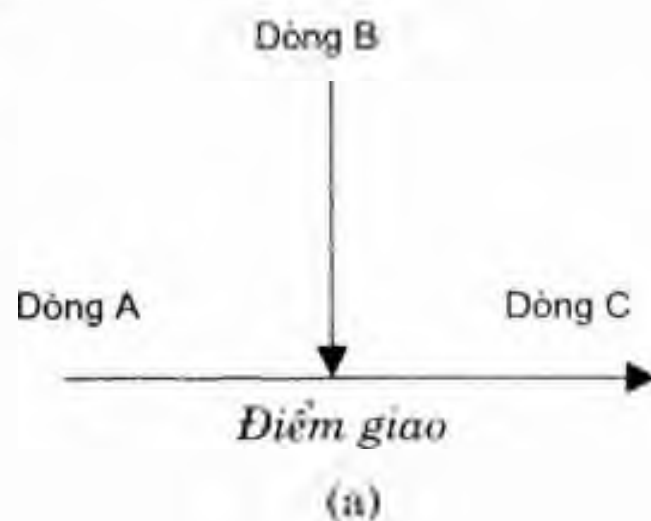
$$\text{Lượng chất ô nhiễm vào} = \text{Lượng chất ô nhiễm ra} + K.C.V$$



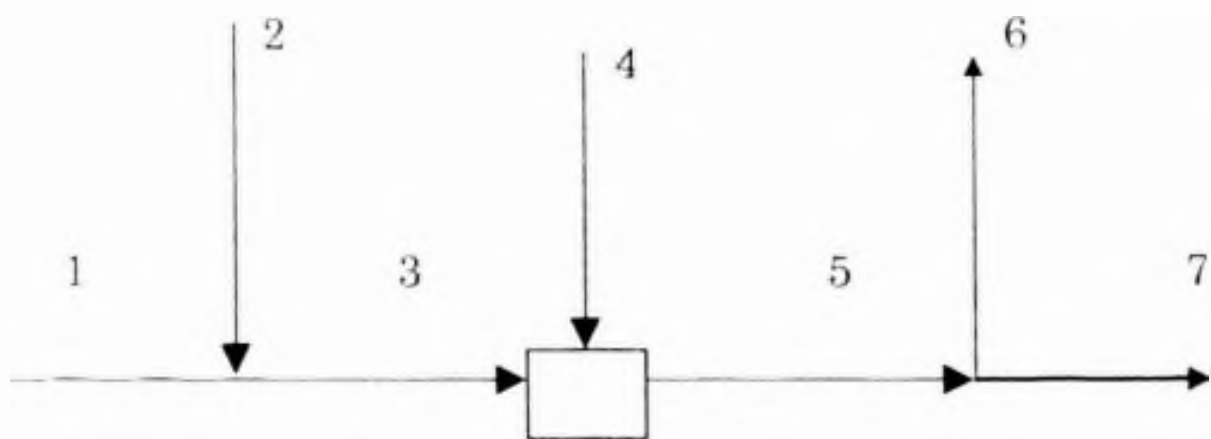
### 2.1.2. Cân bằng vật chất sử dụng thuật toán

Vấn đề về cân bằng vật chất là rất đa dạng bao gồm các vấn đề đơn giản hoặc các vấn đề phức tạp. Đối với các vấn đề đơn giản thường liên quan đến một dòng vật chất hay các quá trình chuyển hoá bậc 1 và chỉ cần tính toán đơn giản để tìm ra các đại lượng chưa biết. Trong các trường hợp quy trình sản xuất có nhiều công đoạn và quá trình chuyển hoá xảy ra phức tạp qua nhiều giai đoạn (bậc 2, 3), khi đó tính toán cân bằng vật chất sẽ phức tạp hơn. Để giải quyết cân bằng vật chất trong các trường hợp này cần áp dụng phương pháp toán học để giải các phương trình tuyến tính hoặc không tuyến tính. Trong các trường hợp này cần viết cân bằng vật chất cho mỗi bộ phận thiết bị và cho toàn bộ quá trình.

Trong thực tế cân bằng vật chất chung thường là tổng hợp của các cân bằng của mỗi bộ phận thiết bị. Các cân bằng riêng này có thể độc lập với nhau hoặc phụ thuộc tuyến tính. Ngoài ra cân bằng vật chất chung thường liên quan đến các điểm giao của các bộ phận thiết bị. Do vậy để dễ tính toán có thể thiết lập cân bằng vật chất tại *điểm giao của các dòng vật chất* (xem hình 2.3).







(b)

Hình 2.3 (a và b): Sơ đồ dòng vật chất với các hệ thống có điểm giao

Hình vẽ 2.3b mô tả một hệ thống thiết bị phức tạp hơn có nhiều dòng vật chất vào và ra khỏi thiết bị. Để tính toán cân bằng vật chất trong trường hợp này cần xác định được:

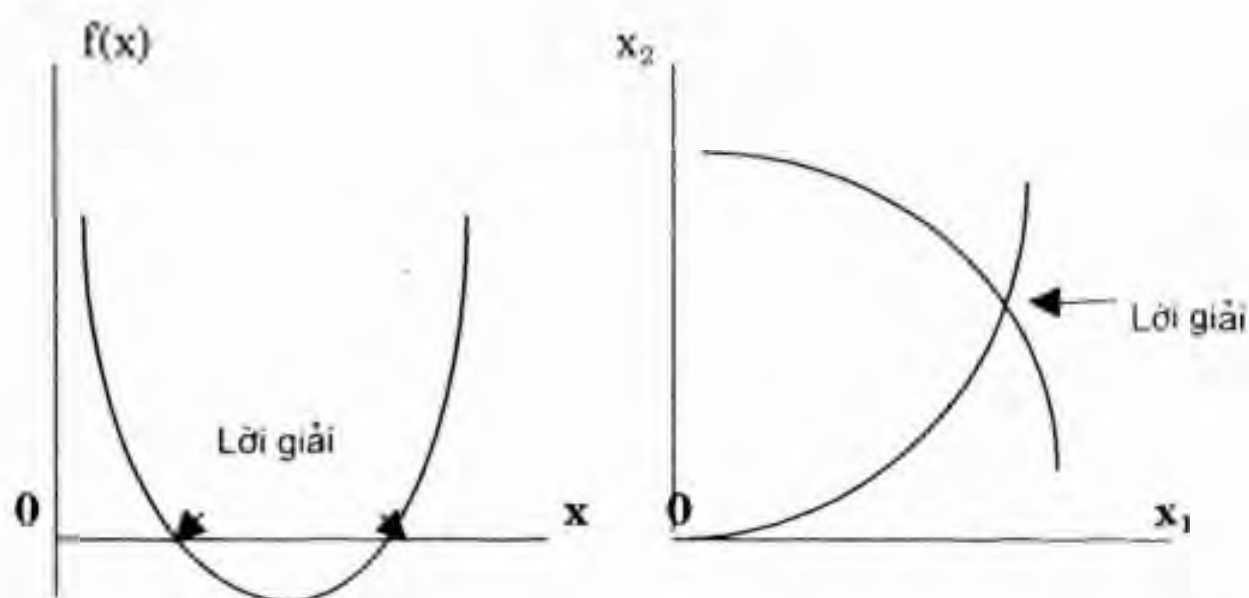
- + Dòng vật chất nào có cùng thành phần?
- + Dòng số 5 có cùng thành phần với thành phần bên trong thiết bị?
- + Dòng số 5, 6 và 7 có cùng thành phần không?
- + Giả sử không có phản ứng hoá học xảy ra thì thành phần đầu ra có bằng trung bình đầu vào của dòng số 3 và 4?

Ở đây cần chú ý rằng đối với mỗi trường hợp cụ thể có thể cần có các phân tích đầy đủ hơn tùy theo mức độ phức tạp của hệ thống dòng vật chất.

***Giải quyết cân bằng vật chất khi có nhiều phương trình đồng thời xảy ra:***

+ Nếu cân bằng vật chất có hai hoặc ba phương trình tuyến tính, các giá trị chưa biết có thể tìm được bằng cách thay thế, tính toán và giải các phương trình đơn giản.

+ Nếu cân bằng vật chất gồm nhiều phương trình không tuyến tính, cần phải vẽ đồ thị và để đơn giản tính toán kết quả tại các điểm cắt của đồ thị với các trục hoặc giao điểm của các đồ thị (xem hình 2.4).



Hình 2.4. Tính toán cân bằng vật chất bằng phương pháp vẽ đồ thị

Trong nhiều trường hợp sử dụng máy tính để giải quyết đồng thời các phương trình không tuyến tính là rất cần thiết và đạt hiệu quả cao do các đồ thị vẽ trên máy tính thường có độ chính xác cao hơn.

Để giải quyết vấn đề cân bằng vật chất cho một hệ thống phức tạp thông thường phải áp dụng quy luật chia nhỏ hệ, có nghĩa là xác định cân bằng cho mỗi thành phần hoặc cho từng bộ phận của hệ thống. Khi thiết lập cân bằng vật chất cho mỗi

thành phần chất trong một hệ xác định thường phải xây dựng một loạt các phương trình độc lập. Tiếp theo sử dụng các thuật toán thích hợp để giải các phương trình độc lập này vì chúng có thể là tuyến tính hoặc không tuyến tính.

### **2.1.3. Cân bằng vật chất và mô hình lan truyền các chất ô nhiễm**

Các tính toán cân bằng vật chất ở trên đều tập trung tính toán cho phạm vi của mỗi một quá trình công nghệ cụ thể mà chưa đề cập đến cân bằng vật chất ở phạm vi rộng hơn như môi trường xung quanh và khu vực lân cận ngoài nhà máy. Để nghiên cứu cân bằng vật chất trong các trường hợp này cần phải tính đến mô hình lan truyền vật chất trong các môi trường, chủ yếu là môi trường không khí. Dưới đây sẽ trình bày phương pháp nghiên cứu quá trình lan truyền chất ô nhiễm trong khí quyển.

#### **Mô hình lan truyền chất ô nhiễm trong khí quyển**

Sử dụng các mô hình toán học kết hợp với các tham số về sự khuếch tán rối khí quyển để xây dựng bài toán tính toán sự lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường khuếch tán rối, kết hợp với việc chọn một số điểm thử nghiệm để đo đạc, khảo sát nhằm kiểm tra độ tin cậy của mô hình, sau đó sử dụng mô hình để tính toán phân bố nồng độ chất ô nhiễm trong vùng nghiên cứu và các vùng khác có điều kiện tương tự.

#### **+ Sự phân bố nồng độ chất ô nhiễm**

Khi mô tả quá trình khuếch tán rối bằng mô hình toán học thì mức độ ô nhiễm không khí được đặc trưng bởi trị số nồng độ

chất ô nhiễm phân bố trong không gian và thay đổi theo thời gian, phụ thuộc vào trị số tốc độ gió trung bình trong một khoảng thời gian trung bình.

Các nguồn gây ô nhiễm được thải ra qua miệng ống thải, dưới tác dụng của gió, luồng khí thải bị uốn cong theo chiều gió, chất ô nhiễm được khuếch tán rộng ra theo hình loa và tạo nên vệt khói.

Các kết quả khảo sát cho thấy các chất khí độc và bụi lơ lửng lan truyền chủ yếu trong phạm vi góc cung rộng từ 10 – 20°. Đối với bụi nặng thì lắng đọng chủ yếu ở chân ống thải. Nếu giả thiết góc của vệt khói không đổi theo khoảng cách thì diện tích do vệt khói gây ô nhiễm sẽ tăng theo tỷ lệ bình phương khoảng cách. Trong thực tế, nồng độ ô nhiễm không khí sát mặt đất thường giảm đi rất chậm vì vệt khói thường nằm là là trên mặt đất. Vùng không khí gần mặt đất bị ô nhiễm thường bắt đầu từ vị trí cách chân ống thải một khoảng bằng 4-10 lần chiều cao ống thải và vị trí ô nhiễm cực đại cách chân ống thải 10-40 lần chiều cao ống thải.

Khí đông khí ra khỏi ống thải, ngay lập tức nó bị pha trộn với không khí của môi trường xung quanh và mức độ pha loãng tăng lên khi chuyển động xuôi theo hướng gió.

Nếu xét *Profil nồng độ* (sự thay đổi nồng độ theo chiều cao và phương ngang) thì ban đầu nồng độ chất ô nhiễm tăng lên rất mạnh ở đường trung tâm (trục vệt khói) và ở đó có một điểm nồng độ chất ô nhiễm đạt giá trị cực đại. Theo khoảng cách, nồng độ này tăng dần và đến một giới hạn khoảng cách nào đó thì hầu như không còn xảy ra sự biến đổi về nồng độ.

Khi trời lặng gió, luồng khí thổi xa theo phương thẳng lên trên và gây ô nhiễm khoảng không gian xung quanh ống khói.

**+ Phương trình mô tả sự lan truyền chất ô nhiễm trong khí quyển**

a) Thiết lập phương trình :

Xuất phát từ phương trình Navie-Stóc đối với chất lỏng nhớt.

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad}P + \frac{1}{3} \nu \text{grad div } \vec{V} + \nu \Delta \vec{V} \quad (2.7)$$

Trong đó:

$\vec{F}$ : Tổng các lực khối đơn vị

$-\frac{1}{\rho} \text{grad}P$ : Tổng các lực mật đơn vị hay lực gradien khí áp.

$\frac{1}{3} \nu \text{grad div } \vec{V} + \nu \Delta \vec{V}$ : Tổng các lực ma sát nhớt.

Ở đây:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \begin{array}{l} \mu : \text{ là hệ số ma sát nhớt} \\ \rho : \text{ là hệ số ma sát nhớt động} \\ \Delta : \text{ là toán tử Laplac:} \end{array}$$

$$\Delta = \frac{\delta^2}{\delta x^2} + \frac{\delta^2}{\delta y^2} + \frac{\delta^2}{\delta z^2}$$

Vì quá trình lan truyền chất ô nhiễm trong không khí gắn liền với quá trình khuếch tán rối, nên có thể sử dụng phương trình khuếch tán rối đối với chất lỏng nhớt để mô tả quá trình lan truyền các chất ô nhiễm trong không khí với giả thiết chất lỏng nhớt không chịu nén ( $\rho = \text{const}$ ) và các hệ số



ma sát nhớt được thay bằng các hệ số khuếch tán rối ( $K_x, K_y, K_z$ ). Trong trường hợp này ta giả thiết một phân tử tạp chất ô nhiễm có nồng độ trung bình là  $C$  chịu tác dụng của một lực rối và ngoại lực.

Ở đây, các lực ngoại lực bao gồm coriolit được bỏ qua vì các phân tử tạp chất rất nhỏ và thường lan truyền trong lớp không khí gần mặt đất và lực gradien khí áp cũng được bỏ qua vì xét trên một mặt phẳng nằm ngang, nồng độ tạp chất rất nhỏ nên sự chênh lệch áp suất giữa hai điểm trong không gian là không đáng kể. Vì vậy, lực khối lúc này chỉ gồm 2 lực  $F_1$  và  $F_2$ , trong đó:

$F_1 = \alpha C$ , là lực tính đến quá trình xâm nhập trên đường đi của các phân tử không khí chuyển động.

$F_2 = -\beta C$  là lực tính đến sự biến đổi từ chất này sang chất khác do phản ứng hoá học gây ra.

Với  $\alpha, \beta$  là hệ số tỷ lệ.

$$\text{Vì } \rho = \text{const} \Rightarrow \text{div } \vec{V} = 0 \Rightarrow \frac{1}{3} v_{\text{grad}} \text{div } \vec{V} = 0$$

Lúc này ta có thể viết phương trình biểu diễn sự lan truyền chất ô nhiễm trong không khí dưới dạng sau:

$$\frac{dC}{dt} = \frac{\delta}{\delta x} \left( K_x \frac{\delta C}{\delta x} \right) + \frac{\delta}{\delta y} \left( K_y \frac{\delta C}{\delta y} \right) + \frac{\delta}{\delta z} \left( K_z \frac{\delta C}{\delta z} \right) + \alpha C - \beta C \quad (2.8)$$

Sử dụng đạo hàm biến tính, ta viết lại phương trình (2.8) ở trên như sau :

$$\begin{aligned} \frac{\delta C}{\delta t} + U \frac{\delta C}{\delta x} + V \frac{\delta C}{\delta y} + W \frac{\delta C}{\delta z} = \\ \frac{\delta}{\delta x} \left( K_x \frac{\delta C}{\delta x} \right) + \frac{\delta}{\delta y} \left( K_y \frac{\delta C}{\delta y} \right) + \frac{\delta}{\delta z} \left( K_z \frac{\delta C}{\delta z} \right) + \alpha C - \beta C \end{aligned} \quad (2.9)$$



Trong đó:

$C$ : nồng độ trung bình của chất ô nhiễm trong không khí ( $mg/m^3$ )

$x, y, z$ : các thành phần tọa độ theo 3 trục  $Ox, Oy, Oz$ .

$U, V, W$ : các thành phần tốc độ gió theo 3 trục  $Ox, Oy, Oz$

$Kx, Ky, Kz$ : các thành phần của hệ số khuếch tán rối theo 3 trục  $Ox, Oy, Oz$ .

$t$ : thời gian

$\alpha$ : hệ số tính đến sự thâm nhập thêm lượng chất ô nhiễm từ môi trường xung quanh trên đường lan truyền.

$\beta$ : hệ số tính đến sự biến đổi từ chất này sang chất khác do các phản ứng ô xi hoá học xảy ra trên đường lan truyền.

Phương trình (2.9) ở trên là phương trình vi phân tổng quát mô tả trị số trung bình của nồng độ chất ô nhiễm không khí phân bố trong không gian và theo thời gian.

b) Đơn giản hoá phương trình

Trong trường hợp tổng quát phương trình (2.9) trên đây rất phức tạp, nó chỉ mang tính chất mô tả khái niệm chứ không giải được, nghiệm giải tích của nó chỉ tìm được bằng cách đơn giản hoá phương trình với các giả thiết khác nhau phù hợp với thực tế bài toán đặt ra.

Những giả thiết này gồm:

+ Xem quá trình khuếch tán rối là quá trình dừng (vì sự lan truyền các chất ô nhiễm trong không gian đối với những khoảng cách không lớn và quá trình phát tán diễn ra rất chậm), tức là:

+ Không phá vỡ quy luật chung của toán học, do đó có thể hướng véc tơ vận tốc gió theo trục Ox, khi đó thành phần vận tốc gió chiếu trên trục Oy bằng 0, tức là :

$$V = 0$$

+ Bỏ qua sự thâm nhập bởi các phân tử khác, cũng như các phản ứng hoá học xảy ra trên đường đi của chất ô nhiễm, tức là:

$$\alpha C - \beta C = 0$$

Mặt khác, thực nghiệm đã chứng minh được rằng nếu trục Ox trùng với hướng gió thì các phân tử tạp chất lan truyền theo hướng Ox có tính chất khuếch tán nhỏ hơn rất nhiều so với phương vuông góc với nó (Oy, Oz), nên có thể coi :

$$\frac{\delta}{\delta x} \left( K_x \frac{\delta C}{\delta x} \right) = 0$$

Khi đó, phương trình (2.9) được viết lại như sau :

$$U \frac{\delta C}{\delta x} + W \frac{\delta C}{\delta z} = \frac{\delta}{\delta y} \left( K_y \frac{\delta C}{\delta y} \right) + \frac{\delta}{\delta z} \left( K_z \frac{\delta C}{\delta z} \right) \quad (2.10)$$

Phương trình (2.10) chứa đạo hàm bậc một và đạo hàm bậc hai, vì thế để giải bài toán này cần bổ sung một điều kiện ban đầu và hai điều kiện biên để loại trừ các hằng số tích phân.

Mỗi một tác giả của một mô hình đưa ra các điều kiện ban đầu và điều kiện biên khác nhau phù hợp với bài toán của mình để giải thích phương trình vi phân tổng quát trên.

## 2.2. SỰ CHUYỂN KHỐI

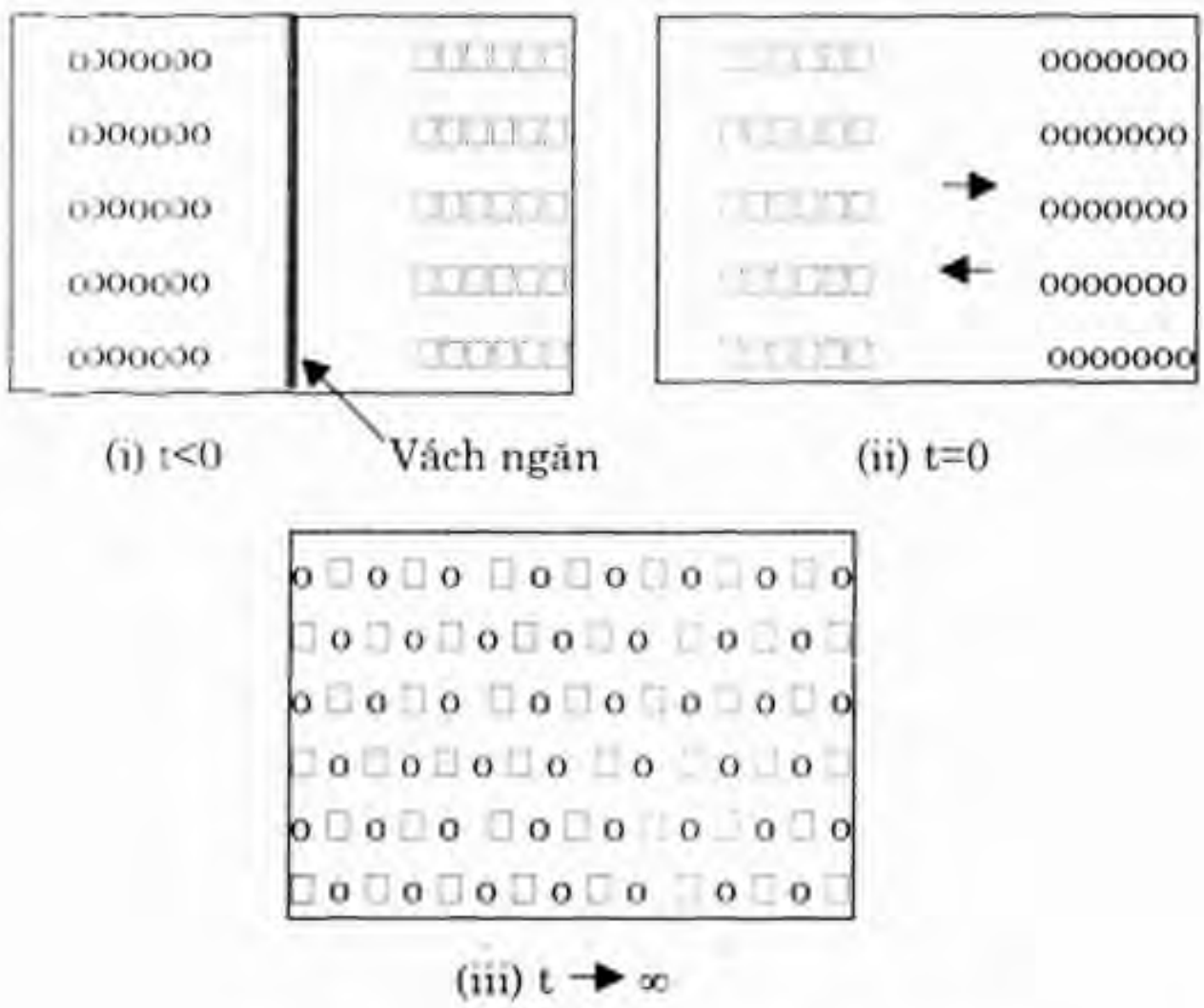
Sự chuyển khối là quá trình xảy ra trong một hệ hoặc giữa hệ và môi trường xung quanh do sự khác biệt đáng kể về nồng

độ của một thành phần nào đó giữa hai điểm không cân bằng như: quá trình bay hơi nước vào không khí; hoà tan đường vào nước; kết tinh muối từ dung dịch nước muối, hấp thụ khí và hơi độc; tách hỗn hợp chất lỏng bằng chưng cất; và chiết các chất.

### 2.2.1. Sự chuyển khối do khuếch tán phân tử

Sự chuyển khối do khuếch tán là sự chuyển khối xảy ra do chuyển động ngẫu nhiên của các phân tử riêng biệt trong hệ. Sự chuyển động này là chuyển động theo mô hình dòng chảy lớp (không phải dòng chảy xoáy cuộn).

Xét sơ đồ khuếch tán hai khí A và B dưới đây:



Hình 2.5 Sơ đồ chuyển khối do khuếch tán phân tử

Dòng phân tử A khuếch tán ( $N_A$ ) sẽ tỉ lệ với sự biến thiên nồng độ mol A ( $\Delta C_A$ ) và sự thay đổi khoảng cách dịch chuyển ( $\Delta x$ ). Khi đó tỉ lệ chuyển khối,  $\dot{n}_A$  (kmol/s) sẽ tỉ lệ thuận với sự biến thiên nồng độ mol A ( $\Delta C_A$ ) và diện tích bề mặt tiếp xúc giữa các pha; và tỉ lệ nghịch với sự thay đổi khoảng cách dịch chuyển ( $\Delta x$ ).

$$\dot{n}_A = N_A \cdot S \quad (2.11)$$

Giả sử phương chuyển khối theo một chiều nhất định theo hướng x, bằng thực nghiệm đã xác định được mối liên hệ giữa các đại lượng nêu trên qua Định luật Fick:

$$N_A = -D \frac{dC_A}{dx} \quad (2.12)$$

Trong đó:  $N_A$  - dòng phân tử mole A (kmol/m<sup>2</sup>.s);

$C_A$  - nồng độ mole A (kmol/m<sup>3</sup>);

S - diện tích (m<sup>2</sup>);

x - khoảng cách (m);

D - hằng số tỉ lệ = độ khuếch tán (m<sup>2</sup>/s).

**Bảng 2.1** Độ khuếch tán của một số chất

Pha	Quá trình khuếch tán	Độ khuếch tán, D (m <sup>2</sup> /s)
Pha khí (ở 25°C, 1atm)	CO <sub>2</sub> vào không khí	1,64 x 10 <sup>-5</sup>
	H <sub>2</sub> O vào không khí	2,50 x 10 <sup>-5</sup>
	H <sub>2</sub> vào không khí	4,10 x 10 <sup>-5</sup>
Pha lỏng (ở 20°C)	O <sub>2</sub> vào nước	1,80 x 10 <sup>-9</sup>
	CO <sub>2</sub> vào nước	1,50 x 10 <sup>-9</sup>
	NH <sub>3</sub> vào nước	1,76 x 10 <sup>-9</sup>
Pha rắn (ở 20°C)	H <sub>2</sub> vào niken (ở 85°C)	1,20 x 10 <sup>-12</sup>
	Hg vào Pb	2,50 x 10 <sup>-19</sup>
	Al vào Cu	1,30 x 10 <sup>-24</sup>

*Ví dụ 1:*

Một bình chứa đầy khí CO<sub>2</sub> và một bình chứa đầy không khí được nối với nhau bằng ống dài 0,1m, đường kính 0,05m. Tính tốc độ chuyển khối ở trạng thái ổn định của CO<sub>2</sub> qua ống dẫn khi nồng độ CO<sub>2</sub> trong hai bình tương ứng là 90% và 5%. Giả thiết thành phần hỗn hợp khí là đồng đều trong mỗi bình ở 25°C, 1 atm và sự chuyển khối là do khuếch tán phân tử.

Giải:

Theo Định luật Fick:

$$N_A = -D \frac{dC_A}{dx}$$

Đối với khí lý tưởng:  $PV = nRT$

$$C_A = \frac{n_A}{V} \longrightarrow C_A = \frac{P_A}{RT}$$

Như vậy ta có:

$$N_A = -(D/RT) \frac{dP_A}{dx}$$

Trong đó:  $P_A$  - Áp suất riêng phần của A;  $n$ - số mol khí;

$R$  - Hằng số (= 0,082 m<sup>3</sup>.atm/kmol.°K)

Tại điểm  $x = 0$ :  $P_A = 0,90 \times 1\text{atm} = 0,90\text{atm}$

Tại điểm  $x = 0,1$  m:  $P_A = 0,05 \times 1\text{atm} = 0,05\text{atm}$

Ở trạng thái ổn định giá trị  $N_A$  là không đổi do vậy ta có:

$$N_A = \frac{D}{RT} \left\{ \frac{P_{A1} - P_{A2}}{x_2 - x_1} \right\} \rightarrow N_A = \frac{1,64 \cdot 10^{-5}}{(0,082) \cdot (298)} \left\{ \frac{0,90 - 0,05}{0,10 - 0} \right\}$$



$$\longrightarrow N_A = 5,7 \cdot 10^6 \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}$$

Vậy:

$$\dot{n}_A = 5,7 \cdot 10^6 \cdot \left\{ (\pi/4) \cdot 25 \cdot 10^{-4} \right\} \cdot (3600) \cdot (10^3) = 4,0 \cdot 10^2 \text{ kmol/h}$$

Chú ý: Nếu không khí khuếch tán theo hướng ngược lại, tốc độ khuếch tán sẽ có cùng giá trị chỉ ngược dấu.

### 2.2.2. Sự chuyển khối do đối lưu cưỡng bức

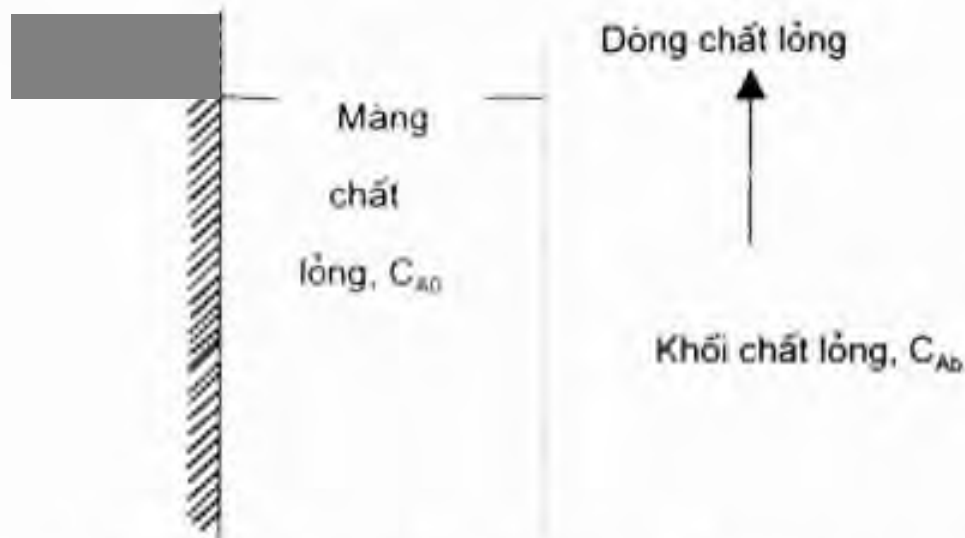
*Hệ số chuyển khối ( $k_c$ )*

Xét trường hợp khi một chất lỏng chuyển động theo dòng xoáy qua bề mặt chất rắn khi đó thành phần chất A của bề mặt rắn có thể bị chuyển vào khối chất lỏng và làm thay đổi nồng độ chất A trong dung dịch (xem hình 2.6). Khi đó tỉ lệ chuyển khối của thành phần A ( $\dot{n}_A$ ) sẽ tỉ lệ với diện tích bề mặt tiếp xúc và nồng độ A trong khối chất lỏng. Tuy nhiên, nồng độ thành phần A trong khối chất lỏng ( $C_{Ab}$ ) sẽ khác với nồng độ của A ở phần chất lỏng tiếp xúc gần với bề mặt rắn ( $C_{A0}$ ). Ta có:

$$\dot{n}_A = k_c S (C_{A0} - C_{Ab}) = \frac{C_{A0} - C_{Ab}}{1/k_c S} \quad (2.13)$$

Trong phương trình này hệ số chuyển khối sẽ có đơn vị tùy thuộc vào đơn vị của nồng độ thành phần A.

Trong phương trình trên giá trị  $(C_{A0} - C_{Ab})$  đặc trưng cho khả năng chuyển khối của A; giá trị  $(1/k_c S)$  đặc trưng cho mức độ cản trở (hạn chế) sự chuyển khối của A.



Hình 2.6 Sơ đồ chuyển khối khi khối chất lỏng chảy qua bề mặt rắn

*Vi dụ 2:*

Một lớp nước mỏng chảy qua bề mặt của tảng băng và một dòng không khí thổi qua bề mặt chất rắn. Nếu không khí là khô hoàn toàn thì lượng nước bay hơi vào không khí lớn nhất là bao nhiêu? Cho áp suất hơi của nước ở 0 °C là 46 mmHg; hệ số chuyển khối = 0,062 m/s và áp suất khí quyển là 760 mmHg.

Giải: Ta có phương trình

$$N_A = k_c(C_{A0} - C_{Ab})$$

$$\dot{n}_A = k_c S(C_{A0} - C_{Ab})$$

Tỉ lệ chuyển khối lớn nhất đạt được khi  $C_{Ab} = 0$  có nghĩa là khi không khí thổi qua tảng băng là khô hoàn toàn, khi đó ta có:

Theo định luật khí lý tưởng:

$$N_A = k_c C_{A0}$$

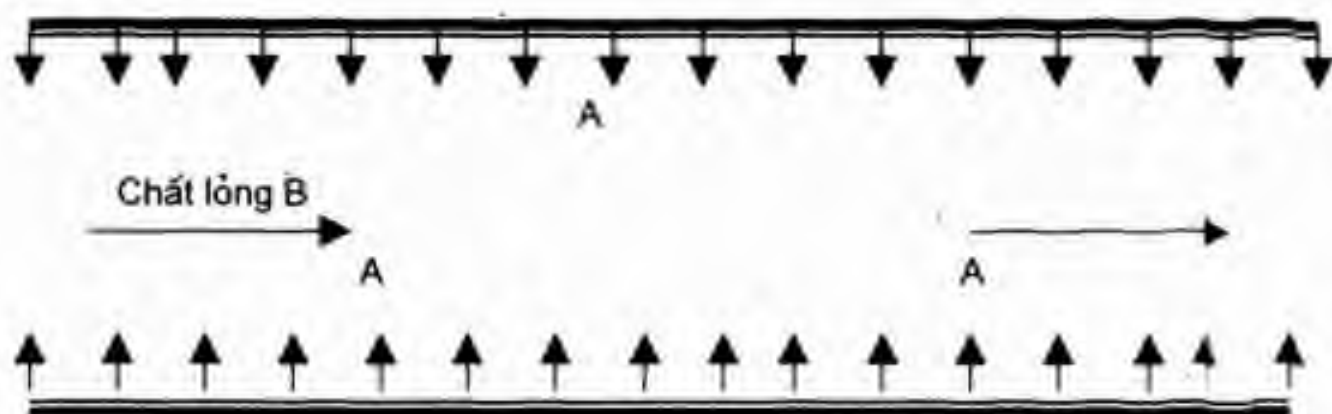
$$\Rightarrow \frac{P_{A0}}{RT} = \frac{46}{760} \cdot \frac{1}{(0,002) \times 273} = 2,70 \times 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$$

Vậy:

$$N_A = (0,062) \times (= 2,70 \times 10^{-3}) = 1,67 \times 10^{-4} \text{ kmol/m}^2 \cdot \text{s}$$

### Sự chuyển khối trong dòng chảy ống

Hình vẽ 2.7 mô tả sự chuyển khối đối lưu cưỡng bức trong dòng chảy ống. Chất A có trong thành phần nguyên liệu làm ống dẫn sẽ bị tan dần vào khối chất lỏng B khi dung dịch này chảy qua ống.



Hình 2.7 Sự chuyển khối đối lưu cưỡng bức trong dòng chảy ống

Bằng thực nghiệm đã tìm được mối liên hệ giữa độ khuếch tán của A vào B như sau:

$$\frac{k_c d}{D} = K \left[ \frac{D v \rho}{\mu} \right]^a \left[ \frac{\mu}{\rho d} \right]^{a+e} \quad (2.14)$$

Trong đó:  $v$ - Vận tốc dòng chất lỏng

$\rho$ - Mật độ dòng chất lỏng

$\mu$ - Độ nhớt

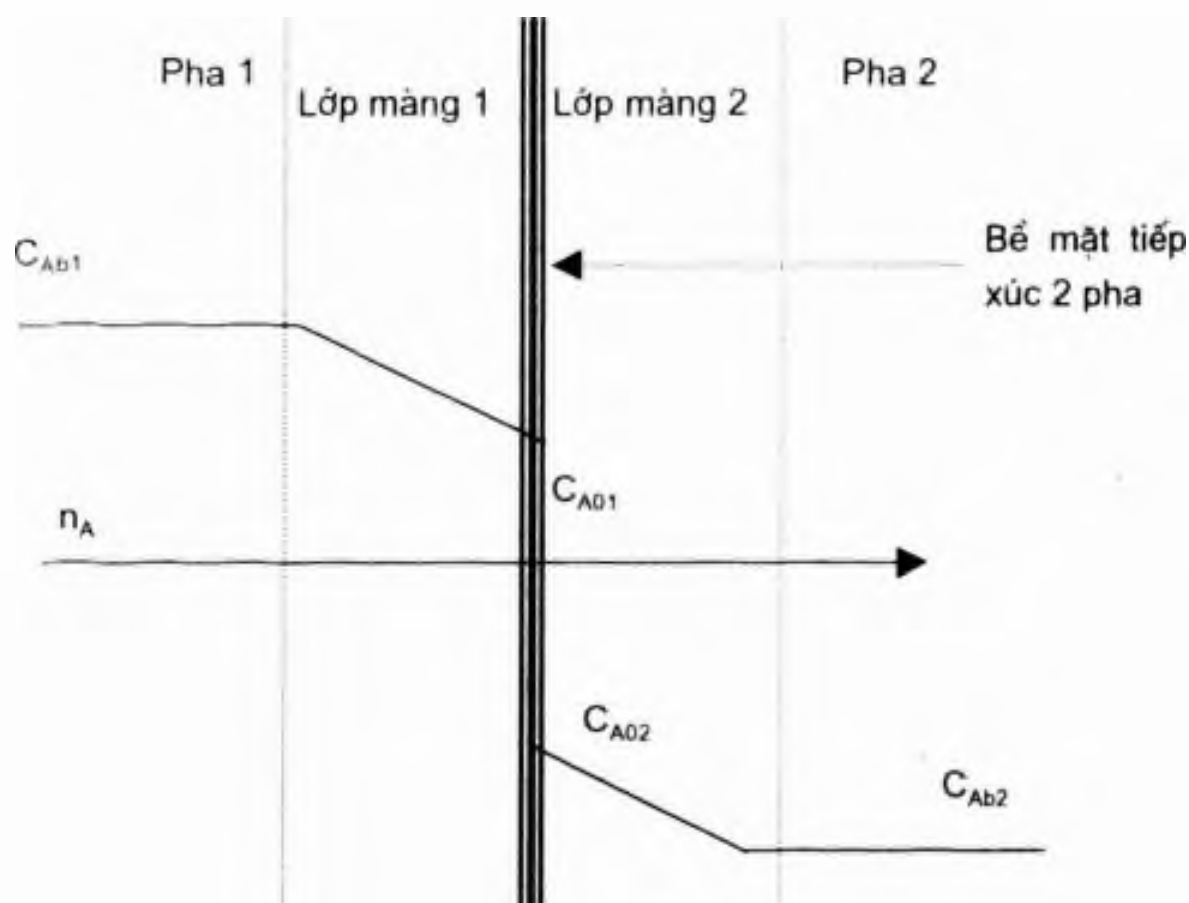
$d$ - Đường kính trong của ống dẫn

$D$ - Độ khuếch tán của A vào B

$K, a, e$  - Các hằng số thực nghiệm

### 2.2.3. Sự chuyển khối giữa các pha

Trên thực tế các quá trình tách hỗn hợp hay tách một thành phần từ hỗn hợp được sử dụng khá phổ biến, do vậy nghiên cứu tốc độ chuyển khối giữa các pha là rất cần thiết. Theo các nguyên tắc chung cần phải xét đến mức độ cản trở sự chuyển khối ở cả hai pha (xem hình vẽ 2.8).



Hình 2.8 Sơ đồ chuyển khối giữa hai pha

Trong trường hợp này, lý thuyết màng là tiền đề cho cả màng lớp hay màng tinh ở cả 2 phía của bề mặt tiếp xúc giữa 2 pha. Giả sử các giá trị cản trở sự chuyển khối là không thay đổi ở các lớp màng và không có sự cản trở của bề mặt tiếp xúc, có nghĩa là nồng độ tại bề mặt đạt trạng thái cân bằng:

$$C_{A02} = mC_{A01} \quad (2.15)$$

( $m$  - Hằng số cân bằng xác định bằng thực nghiệm)

Trong các trường hợp khi biết nồng độ của thành phần chất trong lòng khối chất lỏng nhưng chưa xác định được nồng độ ở bề mặt tiếp xúc giữa 2 pha, để xác định tốc độ chuyển khối cần đưa ra một biểu thức dựa trên cơ sở phần thêm vào pha này sẽ bằng với phần mất đi của pha kia:

Cân bằng cho pha 1:

$$C_{Ab1} \cdot C_{A01} = R_1 \cdot n_A \quad (2.16)$$

Trong đó: 
$$R_1 = \frac{1}{k_{c1}A}$$

Cân bằng cho pha 2:

$$C_{A02} \cdot C_{Ab2} = R_2 \cdot n_A \quad (2.17)$$

Trong đó: 
$$R_2 = \frac{1}{k_{c2}A}$$

Ta có: 
$$mC_{A01} = C_{A02}$$

$$\longrightarrow mC_{A01} \cdot C_{Ab2} = R_2 \cdot n_A$$

$$\longrightarrow C_{A01} - \frac{C_{Ab2}}{m} = \frac{R_2}{m} n_A \quad (2.18)$$

Từ các phương trình 2.16 và 2.18 ta có:

$$C_{Ab1} - \frac{C_{Ab2}}{m} = [R_1 + \frac{R_2}{m}] n_A \rightarrow n_A = \frac{\Delta C_A}{R_{01}} \quad (2.19)$$

Ở đây:  $\Delta C_A$  là giá trị biến thiên về nồng độ chung của toàn bộ hệ hay tổng mức độ chuyển khối giữa các pha.



Khi đó đối với pha 1 ta có: 
$$\Delta C_A = C_{Ab1} - \frac{C_{Ab2}}{m} \quad (2.20)$$

$R_{01}$  là tổng các cản trở ở pha 1:

$$R_{01} = \frac{1}{K_{c1}S} = \left[ R_1 + \frac{R_2}{m} \right] = \frac{1}{k_{c1}S} + \frac{1}{mk_{c2}S} \quad (2.11)$$

$$\longrightarrow n_A = \frac{\Delta C_A}{\left[ \begin{array}{c} 1 \\ K_{c1}S \end{array} \right]} = \frac{\text{Tổng khả năng chuyển khối}}{\text{Tổng các cản trở}} \quad (2.22)$$

## 2.3 TÍNH TOÁN CÂN BẰNG VẬT CHẤT TRONG CÁC QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

Lượng chất thải trong các quá trình công nghệ được tính toán theo 3 phương pháp sau:

Tính toán theo hệ số thải của WHO

Tính toán theo công thức

Tính toán theo cân bằng vật chất và cân bằng nhiệt động học.

Trong các phương pháp trên hai phương pháp đầu là tính toán gần đúng lượng chất thải sinh ra trong các quá trình công nghệ, phương pháp tính toán theo cân bằng động học, cân bằng vật chất và năng lượng thu được các kết quả chính xác hơn.

### 2.3.1. Tính toán lượng chất thải theo hệ số thải của WHO

Phương pháp đơn giản nhất để kiểm toán nguồn thải là sử dụng phương pháp hệ số thải của WHO (ổ chức Y tế Thế giới).

**Hệ số thải** là tỷ lệ lượng chất ô nhiễm (tính theo kg, g hay mg chất thải trong đơn vị thời gian giờ, phút hay giây) trên lượng nhiên liệu tiêu hao (tấn hay kg nhiên liệu trong đơn vị thời gian giờ, phút hay giây), hoặc trên đơn vị sản phẩm.

Phương pháp dùng hệ số thải để xác định lượng chất thải đã được áp dụng để tính toán nồng độ các chất ô nhiễm môi trường đối với nhà máy xi măng Bút Sơn và nhà máy điện Diêzen Nomura [Phạm Ngọc Đăng, 1998].

Ví dụ như hệ số thải đối với lò đốt than antraxite đã được nghiên cứu của nhà máy nhiệt điện được xác định như ở bảng 2.2.

**Bảng 2.2 Hệ số thải ô nhiễm của nhà máy nhiệt điện sử dụng than**  
[Phạm Ngọc Đăng, 1998]

Quá trình xử lý	Đơn vị nhiên liệu	Hệ số thải ( kg/U )				
		Bụi (TSP)	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	VOC
Không có lọc bụi	Tấn	5A	19,5.S	9,0	0,3	0,055
Lọc bụi bằng cyclon	Tấn	1,26A	19,5.S	9,0	0,3	0,055
Lọc bụi bằng tĩnh điện	Tấn	0,36A	19,5.S	9,0	0,3	0,055
Lọc bụi bằng túi vải	Tấn	0,01A	19,5.S	9,0	0,3	0,055

Trong đó:

A - độ tro của than; S - hàm lượng lưu huỳnh trong than;

VOC - chất hữu cơ bay hơi

Theo bảng trên khi không có lọc bụi, cứ đốt 1 tấn than thì sẽ thải ra 5.A kg bụi (TSP); 19,5.S kg SO<sub>2</sub>; 9,0 kg NO<sub>x</sub> ; 0,3 kg CO và 0,055 kg VOC (chất hữu cơ bay hơi). Nhìn chung phương pháp này có tính thống kê gần đúng.

### 2.3.2. Tính toán lượng chất thải theo công thức

Một phương pháp khác được sử dụng để tính toán nguồn thải ô nhiễm là tính lượng thải theo các công thức.

Công thức tính toán nguồn thải thường bỏ qua hình thức và công nghệ đốt nhiên liệu và tính theo nguyên lý chung, phụ thuộc vào loại nhiên liệu đốt và lượng nhiên liệu đốt.

**Lượng thải khí SO<sub>2</sub> (kg/h)** được tính theo công thức sau đây:

$$M_{SO_2} = 20B.S \quad (2.23)$$

Trong đó:

B - lượng nhiên liệu đốt (tấn/h);

S - hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu (%).

Lượng bụi thải M<sub>b</sub> (kg/h) khi đốt nhiên liệu rắn (than đá) được xác định như sau:

$$M_b = 100 B ( 1 - \eta \cdot 10^{-2} ) ( 10^{-2} A + q ) \alpha \quad (2.24)$$

Trong đó:

B - lượng nhiên liệu đốt (tấn/ h);

A - độ tro của nhiên liệu;

$\eta$  - hiệu suất của bộ lọc bụi (%);

q- lượng nhiệt tổn thất khi cháy không hoàn toàn (kcal/h);

$\alpha$ - tỷ lệ lượng bụi thoát ra theo đường dẫn khí ống khói (%).

Các đại lượng q và  $\alpha$  được cho trong các sổ tay kỹ thuật nhiệt, thông thường giá trị của  $\alpha = 70-80\%$ . Khi đốt cháy gas (khí tự nhiên) sẽ không thải ra khí lưu huỳnh và tro, và khi đốt nhiên liệu lỏng sự phát thải tro bụi là không đáng kể.

Lượng bụi thải cũng có thể xác định theo công thức đơn giản sau đây:

$$M_b = \alpha \cdot A \cdot B \cdot (1 - \eta) \quad (2.25)$$

Than cám Quảng Ninh thường có: A= 22%; S= 0,5%; C= 62,8%; Dầu FO có thành phần tương ứng: A=0,1%; S= 2,9%; C= 85%.

### **Tính lượng thải khí NO<sub>x</sub> (kg/h)**

Đã có một số công trình nghiên cứu đánh giá sự hình thành khí nitơ oxit khi đốt nhiên liệu rắn, lỏng và khí. Tuy nhiên cho đến nay chưa có phương pháp tính toán chính xác.

Theo kết quả nghiên cứu của Viện nhiệt kỹ thuật Liên bang Nga thì lượng nitơ oxit chuyển đổi thành NO<sub>2</sub> (kg/h) trong những trường hợp lò đốt nhiên liệu điển hình có thể tính toán gần đúng theo công thức sau đây:

$$M_{NO_2} = 26B \cdot A_R \quad (2.26)$$

Trong đó:

$A_K = D_K / (1000 + D_K)$  đối với lò hơi;

$A_K = Q_K / (1000 + Q_K)$  đối với lò đốt nước nóng;

$D_K$  - công suất hơi của lò (tấn hơi / giờ);

$Q_K$  - lượng nhiệt của lò (kcal / giờ);

$B$  - lượng nhiên liệu tiêu thụ trong 1 giờ, tính theo tấn nhiên liệu điều kiện chuẩn với nhiệt lượng tương ứng là 7000 kcal/kg.

### **Tính lượng thải khí CO<sub>2</sub> (kg/h)**

Ở các nhà máy nhiệt điện và các lò đốt tương đối lớn thường xảy ra quá trình đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu và toàn bộ hàm lượng cacbon được chuyển hóa thành CO<sub>2</sub> khi đó lượng cacbon dioxit được tính theo công thức:

$$M_{CO_2} = 3,67B \cdot A_C \quad (2.27)$$

Trong đó:  $A_C$  - hàm lượng cacbon trong than.

Khi cung cấp không đủ lượng không khí sẽ xảy ra tình trạng cháy nhiên liệu không hoàn toàn, do đó ngoài khí CO<sub>2</sub> còn phải tính lượng khí thải CO.

### **Tính lượng thải khí CO (kg/h)**

Lượng khí CO thải vào khí quyển được xác định phụ thuộc vào loại than, lượng than tiêu thụ và lưu lượng dòng không khí thổi vào lò. Lượng thải khí CO có thể tính gần đúng theo công thức sau đây:

$$M_{CO} = (0,08 + 0,12) \cdot 0,00239 \cdot A_C \cdot B \quad (2.28)$$

Trong đó:  $A_C$  - hàm lượng cacbon trong nhiên liệu (%)



Quá trình đốt nhiên liệu còn thải ra các khí độc hại khác, nhưng nói chung hàm lượng của chúng nhỏ và có thể bỏ qua.

Năm 1973 Detri đã đưa ra con số thống kê về khí thải của các lò đốt rác: lượng khí  $\text{CO}_2$  là 10-25 kg/tấn rác, và khí andehyt là 3-30kg/tấn rác.

Khi đốt rác trong lò đốt nhiều tầng thì trị số khí thải  $\text{CO}_2$  và andehyt được xác định theo các công thức trên cần nhân với hệ số tương ứng là 0,5 và 0,15. Ngoài ra quá trình đốt rác còn thải ra khí amoniac (1,4kg/tấn) và axit hữu cơ (0,3kg/tấn).

Nhiều chất ô nhiễm đặc trưng được thải ra từ nguyên liệu sản xuất và trong các quá trình sản xuất của một số ngành công nghiệp. Có thể xác định lượng các chất thải này một cách chính xác hơn trên cơ sở tính toán cân bằng vật chất có tính đến quá trình công nghệ và đặc điểm của nguồn thải.

### **2.3.3. Tính toán lượng chất thải theo cân bằng vật chất và cân bằng nhiệt động học**

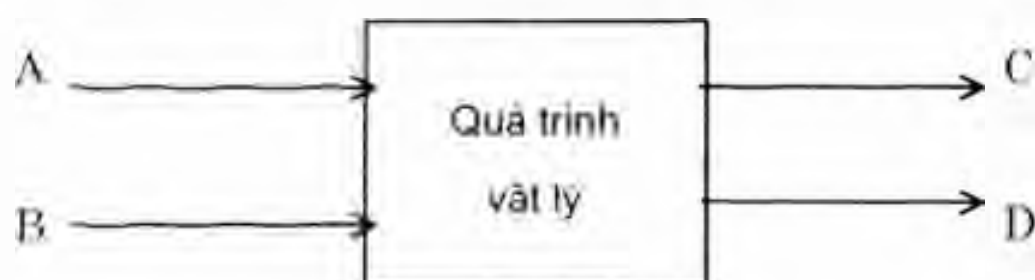
Thông thường, lượng chất ô nhiễm thải vào khí quyển có thể xác định từ lượng nhiên liệu và nguyên liệu tiêu hao trong quá trình sản xuất bằng phương pháp cân bằng vật chất và cân bằng nhiệt động học.

Các mối liên hệ về bảo toàn khối lượng dựa trên cơ sở các nguyên lý chung được ứng dụng cho cả trạng thái ổn định, không ổn định và có hoặc không có phản ứng hoá học kèm theo.

#### **Các quá trình vật lý ở trạng thái ổn định**

Trong các quá trình công nghệ mà ở đó không có những thay đổi về hoá học, mỗi phân tử riêng biệt cũng có tính chất

bảo toàn. Trong quá trình vật lý điển hình, đầu vào là A kết hợp với B và sản phẩm là C và D (hình 2.9).



Hình 2.9 Sơ đồ quá trình vật lý

Tổng khối lượng của các dòng vật chất là  $m_A$ ,  $m_B$ ,  $m_C$  và  $m_D$ ; thành phần khối lượng của mỗi phần tử riêng biệt tương ứng là  $x_A$ ,  $x_B$ ,  $x_C$  và  $x_D$ . (thành phần khối lượng của A là khối lượng của A chia cho tổng khối lượng của các thành phần có chứa A:  $x_A = m_A / \sum m_i$ )

Khi đó ta có các phương trình cho:

+ tổng khối lượng là:

$$m_A + m_B = m_C + m_D \quad (2.29)$$

+ thành phần A là:

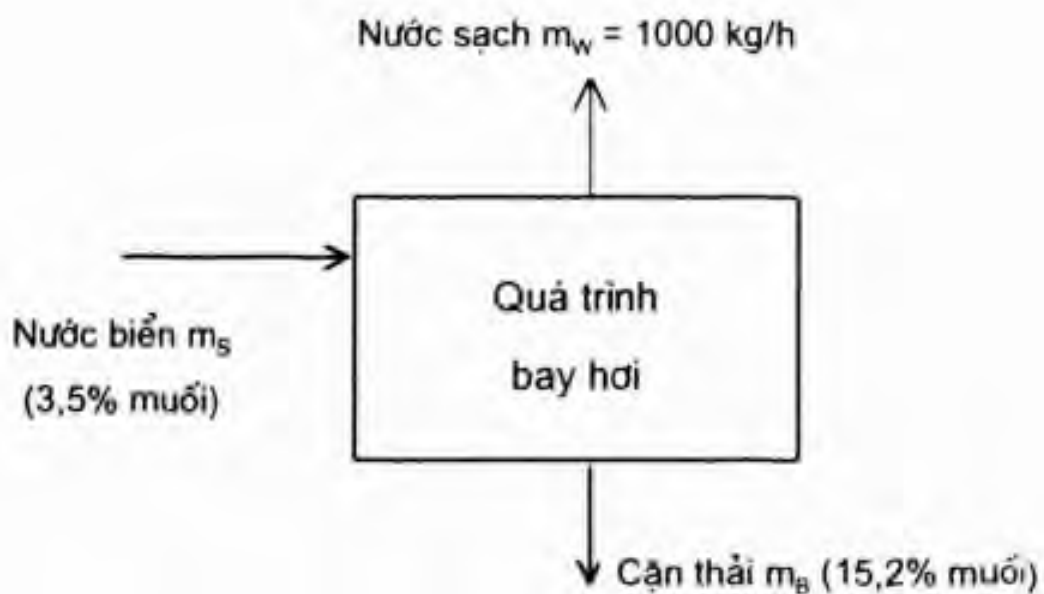
$$m_A x_{A,A} + m_B x_{A,B} = m_C x_{A,C} + m_D x_{A,D} \quad (2.30)$$

( $x_{A,B}$  là phần khối lượng của A trong thành phần B, ...)

Nếu có n thành phần khác nhau trong quá trình thì ngoài cân bằng cho tổng khối lượng sẽ có n-1 cân bằng riêng biệt của mỗi thành phần. Tính toán cân bằng vật chất trong quá trình vật lý ổn định được chỉ ra ở ví dụ 3.

### Ví dụ 3

Nước biển chứa 3,5% muối (theo trọng lượng) được sử dụng để sản xuất nước sạch theo quy trình bay hơi liên tục. Nếu dòng cặn thải chứa 15,2% muối (theo trọng lượng) thì lưu lượng đầu vào là bao nhiêu để sản xuất nước sạch đạt công suất 1000 kg/h?



Hình 2.10 Cân bằng vật chất của quá trình bay hơi nước biển

Theo định luật bảo toàn khối lượng ta có cân bằng khối lượng:

$$\text{Tổng khối lượng: } m_s = m_w + m_B = 1000 + m_B$$

$$\text{Cân bằng lượng muối: } m_s \times 0.0035 = m_w \times 0 + m_B \times 0.152$$

$$m_B = 0.0230 m_s$$

$$\text{Ta có: } m_s = \frac{1000}{1 - 0.023} = 1.300 \text{ kg.h}^{-1}$$

$$m_B = 300 \text{ kg.h}^{-1}$$

## Các quá trình vật lý ở trạng thái không ổn định

Việc ứng dụng các nguyên lý bảo toàn để bảo toàn tổng khối lượng thường chỉ được quan tâm xem xét ở một hệ đồng nhất và có tỉ lệ thành phần tích tụ khác không. Tuy nhiên tại thời điểm khác không thành phần của hệ sẽ thay đổi theo thời gian và như vậy hệ ở trạng thái không ổn định ta có:

$$\text{Tỉ lệ thành phần tích tụ} = \frac{dM}{dt} \quad (2.31)$$

Trong đó: M - là thành phần của hệ;

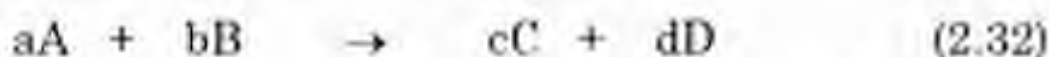
t - là thời gian.

Ví dụ 4 đưa ra một trường hợp về tính toán cân bằng vật chất trong quá trình vật lý không ổn định.

**Vi dụ 4:**

### Các quá trình ổn định kèm theo thay đổi về hoá học

Trong các quá trình hoá học khối lượng của các chất phản ứng và sản phẩm phản ứng không có tính bảo toàn. Các dữ kiện liên quan đến sự biến đổi bởi các tính chất này thu được qua các phương trình phản ứng. Như vậy khi A phản ứng với B tạo ra C và D ta có dạng tổng quát của phản ứng:

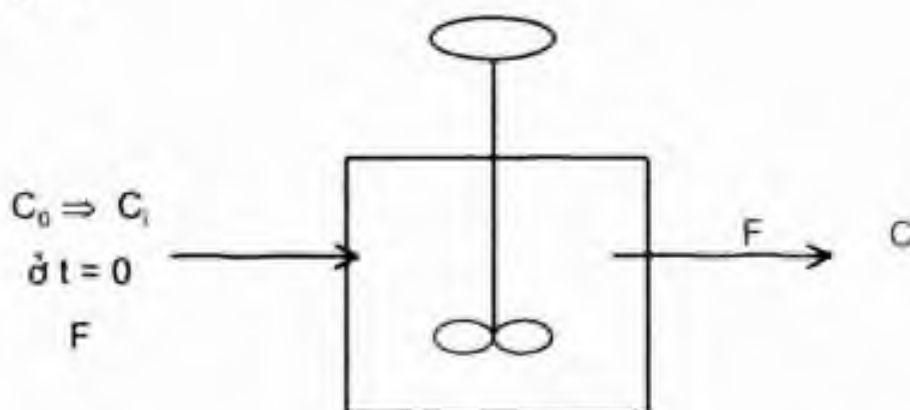


Phương trình này biểu diễn các quá trình chuyển hoá phân tử xảy ra và đưa ra cân bằng nguyên tử (tính chất bảo toàn) tham gia vào quá trình chuyển hoá (xem ví dụ 5).

*Chú ý:* chỉ có các tỉ lệ và không có giá trị tuyệt đối cho các hệ số a, b, c, và d.

- phản ứng không nhất thiết phải xảy ra hoàn toàn.
- để tiện lợi sử dụng đơn vị phân tử gam (mole) trong các phản ứng hoá học.

Một dung dịch đường chứa 10g/L đường chảy qua một bể khuấy có dung tích 1.0L với tốc độ không đổi là 0.01L/s. Nồng độ đầu vào đột ngột tăng lên 20g/L. Xác định sự thay đổi nồng độ đầu ra (C) theo thời gian, giả thiết tỉ trọng chất lỏng ( $\rho$ ) không thay đổi.



Hình 2.5. Cân bằng vật chất của hệ thống khuấy liên tục

Ta có: Tỉ lệ thành phần tích tụ = Tỉ lệ thành phần vào hệ

Phương trình cho tổng khối lượng là:

$$\frac{d(V_t \rho)}{dt} = F - F\rho = 0 \quad (2.33)$$

Phương trình sự thay đổi của đường là:

$$\frac{d(V_t C)}{dt} = FC_i - FC \frac{d(V_t C)}{dt \cdot F} = C_i - C \quad (2.34)$$

Gọi:  $\tau = V_t / F$  100s

Khi đó:  $\tau \cdot \frac{dC}{dt} = C_i - C$



$$\int_{C_0}^C \frac{dC}{C - C_1} = \frac{1}{\tau} \int_0^t dt; \ln(C - C_1) = -\frac{t}{\tau} \quad (2.35)$$

Như vậy ta có:  $C = C_1 + [C_0 - C_1] e^{-t/\tau} = 20 - 10 e^{-t/100}$

$t = 5 \quad 50 \quad 100 \quad 500$

$C = 10.49 \quad 13.93 \quad 16.32 \quad 19.93$

*Ví dụ 5:*

Dầu nhiên liệu có các thành phần phân tích chủ yếu như sau (% theo trọng lượng): C 84,6; H 10,9; S 0,7; O 3,8 được đốt với không khí dư 15% trong lò hơi.

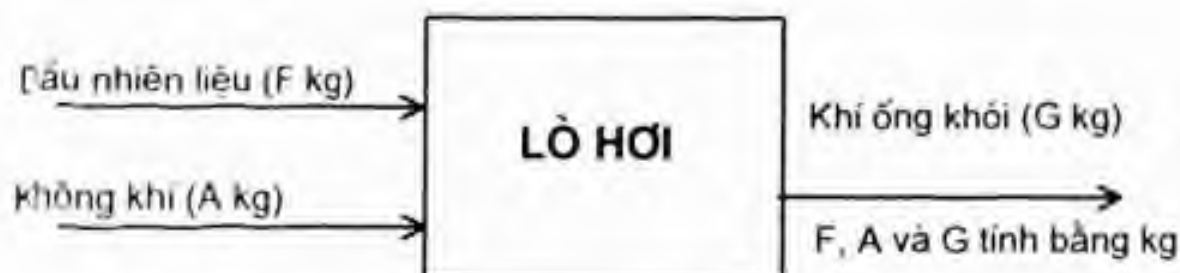
Giả sử phản ứng đốt cháy xảy ra hoàn toàn, xác định:

a) khối lượng không khí cần thiết để đốt cháy 1 kg nhiên liệu.

b) khối lượng của khí ống khói tạo ra khi đốt cháy 1 kg nhiên liệu.

c) thành phần khí ống khói (% theo thể tích).

d) thể tích của khí ống khói tạo ra (ở 300°C, 1atm) khi đốt cháy 1kg nhiên liệu.

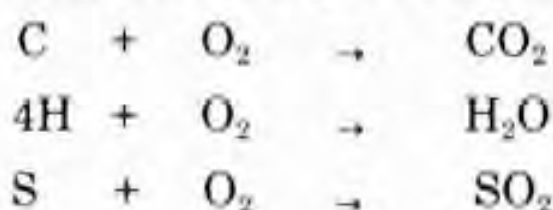


Hình 2.6 Cân bằng vật chất của quá trình đốt cháy

Theo định luật bảo toàn cho tổng khối lượng ta có với 1 kg nhiên liệu:

$$\begin{aligned} F + A &= G \\ 1 + A &= G \end{aligned} \quad (2.36)$$

Khi đốt cháy hoàn toàn sẽ xảy ra các phản ứng sau đây:



Khí ống khói gồm:

CO<sub>2</sub>: c kmol;  
 H<sub>2</sub>O: w kmol;  
 SO<sub>2</sub>: s kmol;  
 N<sub>2</sub>: n kmol;  
 và O<sub>2</sub> dư: y kmol

Cân bằng khối lượng trong hệ ổn định đối với mỗi nguyên tử riêng biệt là:

$$\text{Khối lượng vào} = \text{Khối lượng ra}$$

Ta có:

$$\text{cacbon (kg): } 0,846 = c \times 12 \Rightarrow c = 0.0705 \quad (2.37)$$

$$\text{hydro (kg): } 0,109 = w \times 2 \Rightarrow w = 0.545 \quad (2.38)$$

$$\text{lưu huỳnh (kg): } 0,007 = s \times 32 \Rightarrow s = 0.00022 \quad (2.39)$$

$$\text{nitơ (kg): } A \times 0,767 = n \times 28 \quad (2.40)$$

$$\text{oxy (kg): } A \times 0,233 + 0,038 = 32c + 16w + 32s + 32y$$

$$= 3,135 + 32y$$

$$\Rightarrow 0,223A = 3,097 + 32y \quad (2.41)$$

Vậy lượng oxy cần thiết (theo lý thuyết) là: 3,097 kg ( $y = 0$ )

Tổng lượng oxy cung cấp là:  $(3,097 + 32y)$  kg

Khi lượng oxy dư là 15% ta có:

$$\frac{32y}{0,397} = 0,15$$

$$\Rightarrow y = 0,0145$$

(a) Từ (2.41) ta có:  $A = 15,29$  kg

(b) Từ (2.36) ta có:  $G = 15,29 + 1 = 16,29$  kg

(c) Từ (2.40) ta có:  $n = 0,4187$  kmol

Thành phần	Kmol	% (theo % thể tích)
CO <sub>2</sub>	0,0705	12,26
H <sub>2</sub> O	0,0545	9,76
SO <sub>2</sub>	0,0002	0,04
N <sub>2</sub>	0,4187	74,98
O <sub>2</sub>	0,0145	2,60
Tổng số	0,5584	1000,00

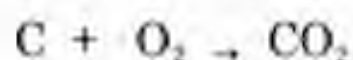
(d) Theo định luật khí lý tưởng:

$$p V = n R T$$

$$V = \frac{(0,5584)(0,082)(573)}{1,0} = 26,2 \text{ m}^3$$

## Các quá trình không ổn định kèm theo thay đổi về hoá học

Quá trình diễn ra khi các phân tử riêng biệt không được bảo toàn khi tham gia phản ứng, như ở ví dụ sau:



Cả oxy và cacbon đều mất đi và kết quả là cacbon dioxit được tạo thành.

Đối với các thành phần riêng không bảo toàn này các phương trình bảo toàn dưới đây được áp dụng:

(\*) Trong hệ phân lập:

$$\text{Lượng tích tụ} = - \text{Lượng mất đi do chuyển hoá}$$

(\*) Trong hệ không phân lập:

$$\text{Lượng tích tụ} = \text{Lượng thực chuyển hoá vào hệ} - \text{Lượng mất đi do chuyển hoá}$$

Trong trường hợp khí không khí chứa một lượng nhỏ  $CO_2$  đi qua một phòng tại thời điểm xác định, sự sản sinh  $CO_2$  được bắt đầu ở trong phòng (từ phản ứng đốt cháy). Khối lượng của phân tử  $CO_2$  có thể viết như sau:

$$\text{Lượng tích tụ} = \text{Lượng chuyển hoá vào hệ} - \text{Lượng chuyển hoá khỏi hệ} + \text{Lượng sản sinh ra}$$

Ở đây “lượng sản sinh ra” sẽ ngược dấu với “lượng mất đi do chuyển hoá”.

Đối với hầu hết các lĩnh vực công nghiệp, trên cơ sở tính toán cân bằng vật chất và kinh nghiệm thống kê có thể xác định được trị số trung bình của các chất thải ô nhiễm theo đơn vị sản phẩm.

Có thể dùng phương pháp đo lường gián tiếp nguồn thải để kiểm tra lượng thải thực tế của nhà máy. Ví dụ nếu đo nồng độ khí thải  $C_1$ , đo tốc độ khí thải  $W_1$  và nhiệt độ  $T_1$  ở cửa thoát chân ống khói sẽ xác định được lưu lượng khí thải  $L_1$  và lượng khí ô nhiễm thải ra là:

$$M = C_1 \cdot L_1$$

Trong một số trường hợp nếu khó xác định trị số  $M$  theo các phương pháp nêu trên thì có thể dùng phương pháp xác định nồng độ chất ô nhiễm phân bố theo luồng khói thải (theo trục khói (hồi) từ chân ống khói đến độ xa 2-5 km để xác định trị số ô nhiễm cực đại và từ đó có thể suy ra lượng chất thải.

Đối với hầu hết các quy trình, dữ liệu về khối lượng được tính theo khối lượng và thành phần của nguyên liệu thô, thành phần trung gian, chất thải, sản phẩm và sản phẩm phụ.

### **Các bước cơ bản để giải quyết các vấn đề về cân bằng vật chất**

- Vẽ sơ đồ của quá trình, các thành phần và dữ liệu liên quan; xác định đường biên của hệ, ghi ký hiệu và giá trị của mỗi dòng vật chất và các thành phần liên quan.



- Nếu có phản ứng hoá học kèm theo viết tất cả các phương trình phản ứng.
- Viết phương trình cân bằng tương ứng cho tổng khối lượng và cho mỗi thành phần.
- Tìm thêm các dữ liệu cần thiết.
- Giải các phương trình, tính toán, lập bảng nếu thích hợp.
- Diễn đạt lời giải bằng các con số thích hợp hay hình ảnh đặc trưng. Kiểm tra độ chính xác của lời giải.

### *Chương III*

## **QUY TRÌNH THỰC HIỆN KIỂM TOÁN CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**

Chương này sẽ mô tả các bước thực hiện kiểm toán giảm thiểu chất thải công nghiệp trên cơ sở các kinh nghiệm thực hiện kiểm toán chất thải công nghiệp tại một số cơ sở công nghiệp.

### **3.1. CÁC DỮ LIỆU CƠ BẢN ĐỂ THỰC HIỆN KIỂM TOÁN CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**

#### **3.1.1. Các điều kiện ban đầu cho việc kiểm toán chất thải công nghiệp**

##### *Sự chấp thuận của ban lãnh đạo cơ sở sản xuất*

KTCTCN là công việc do cơ sở sản xuất (doanh nghiệp) đứng ra tổ chức và thực hiện. Do vậy, việc nhận thức của cơ sở sản xuất đứng đầu là ban lãnh đạo về trách nhiệm và nghĩa vụ BVMT đóng vai trò rất quan trọng. Cơ sở sản xuất cần phải biết được các lợi ích lâu dài cũng như trước mắt có được từ việc thực hiện chương trình KTCTCN. Việc thực hiện tốt chương trình KTCTCN không những giảm các ảnh hưởng xấu tới môi trường, góp phần cải thiện điều kiện vệ sinh môi trường, nâng cao sức khỏe của công nhân và khu dân cư lân cận mà còn giảm chi phí, nâng cao lợi nhuận cho cơ sở sản xuất, tăng uy tín với xã hội ...

Ngoài ra, mặc dù KTCTCN chưa phải là yêu cầu bắt buộc của các cơ quan quản lý đối với cơ sở sản xuất song việc quản trắc môi trường phải được thực hiện và báo cáo định kỳ. Nếu như việc KTCTCN được thực hiện sẽ giúp ích rất nhiều cho các kết quả quản trắc môi trường.

Tóm lại, khi thấy rõ các lợi ích do việc thực hiện chương trình KTCTCN mang lại, các cơ sở sản xuất, đứng đầu là ban lãnh đạo (hoặc chủ doanh nghiệp) sẽ tự nguyện thực hiện. Ban lãnh đạo có chỉ thị và phân công các phòng ban, phân xưởng trong cơ sở sản xuất (nhà máy, xí nghiệp) cùng thực hiện.

### ***Chuẩn bị các mục tiêu cụ thể về KTCTCN***

Chương trình KTCTCN được xác định các mục tiêu cụ thể, trên cơ sở đó xác định được quy mô chương trình KTCTCN.

Để lập kế hoạch cho chương trình KTCTCN có hiệu quả cần phải xác định các vấn đề về chất thải chính liên quan đến một loại hình công nghệ hoặc liên quan đến loại ngành công nghiệp cụ thể. Mục tiêu KTCTCN có thể xem xét việc giảm thiểu chất thải nói chung hoặc sắp xếp ưu tiên để lựa chọn vào một loại chất thải cụ thể. Nhìn chung, chất thải nguy hại là nhóm chất được KTCTCN quan tâm đặc biệt.

Mục tiêu KTCTCN có thể tập trung vào: mức tiêu hao các loại nguyên, vật liệu; các chất thải nguy hại; và các chất thải khó xử lý.

### ***Thành lập nhóm KTCTCN***

Nhóm kiểm toán bao gồm các thành phần: thành viên phụ trách kỹ thuật, phòng môi trường, phòng y tế, công nhân lâu năm trong cơ sở sản xuất, chuyên gia môi trường về lĩnh vực kiểm toán. Các thành viên cần nắm được quy trình sản xuất,

tiêu chuẩn môi trường, cách lấy mẫu phân tích các chỉ tiêu môi trường theo tiêu chuẩn quy định...

### ***Chuẩn bị các tài liệu có liên quan***

Các tài liệu chủ yếu cần chuẩn bị để thực hiện KTCTCN:

- Bản đồ vị trí địa lý
- Sơ đồ mặt bằng
- Sơ đồ dây chuyền công nghệ
- Sơ đồ hệ thống cấp thoát nước
- Danh mục các nhà máy, xí nghiệp khu vực lân cận
- Danh mục trang thiết bị
- Tổng kết lượng, loại nguyên vật liệu sử dụng
- Lượng, loại sản phẩm (chính, phụ)
- Lượng, loại phế liệu, chất thải (trong đó đặc biệt quan tâm đến các loại chất thải chính, chất thải nguy hại).
- Các kết quả về quan trắc môi trường và các ý kiến đánh giá
- Hiện trạng sức khỏe công nhân, dân cư vùng lân cận
- Các nguồn thải của các cơ sở sản xuất lân cận

Báo cáo đánh giá tác động môi trường (ĐTM) nếu đã thực hiện

Trong quá trình thu thập, chọn lọc và phân tích tài liệu cần đặc biệt quan tâm đến các yếu tố liên quan đến độ chính xác của thông tin như: nguồn trích dẫn, nơi phân tích, thời gian nghiên cứu, nơi và các điều kiện liên quan đến quan trắc (thời điểm, điều kiện khí hậu, phương pháp phân tích...). Ngoài ra công suất, loại sản phẩm vào thời điểm nghiên cứu, tình hình hoạt động của các trang thiết bị... cũng cần được quan tâm.

### 3.1.2. Quy trình và đặc điểm công nghệ sản xuất

Quy trình công nghệ sản xuất có thể là quy trình chung, hay quy trình cho từng bộ phận.

Để tạo ra sản phẩm, trong nhà máy, công ty thường có nhiều bộ phận sản xuất. Bộ phận sản xuất được hiểu là một đơn vị sản xuất có một dây chuyền công nghệ tạo ra sản phẩm. Trong quy trình công nghệ mỗi cơ sở sản xuất đều có các bộ phận, phân xưởng sản xuất với những chức năng nhất định để tạo ra sản phẩm.

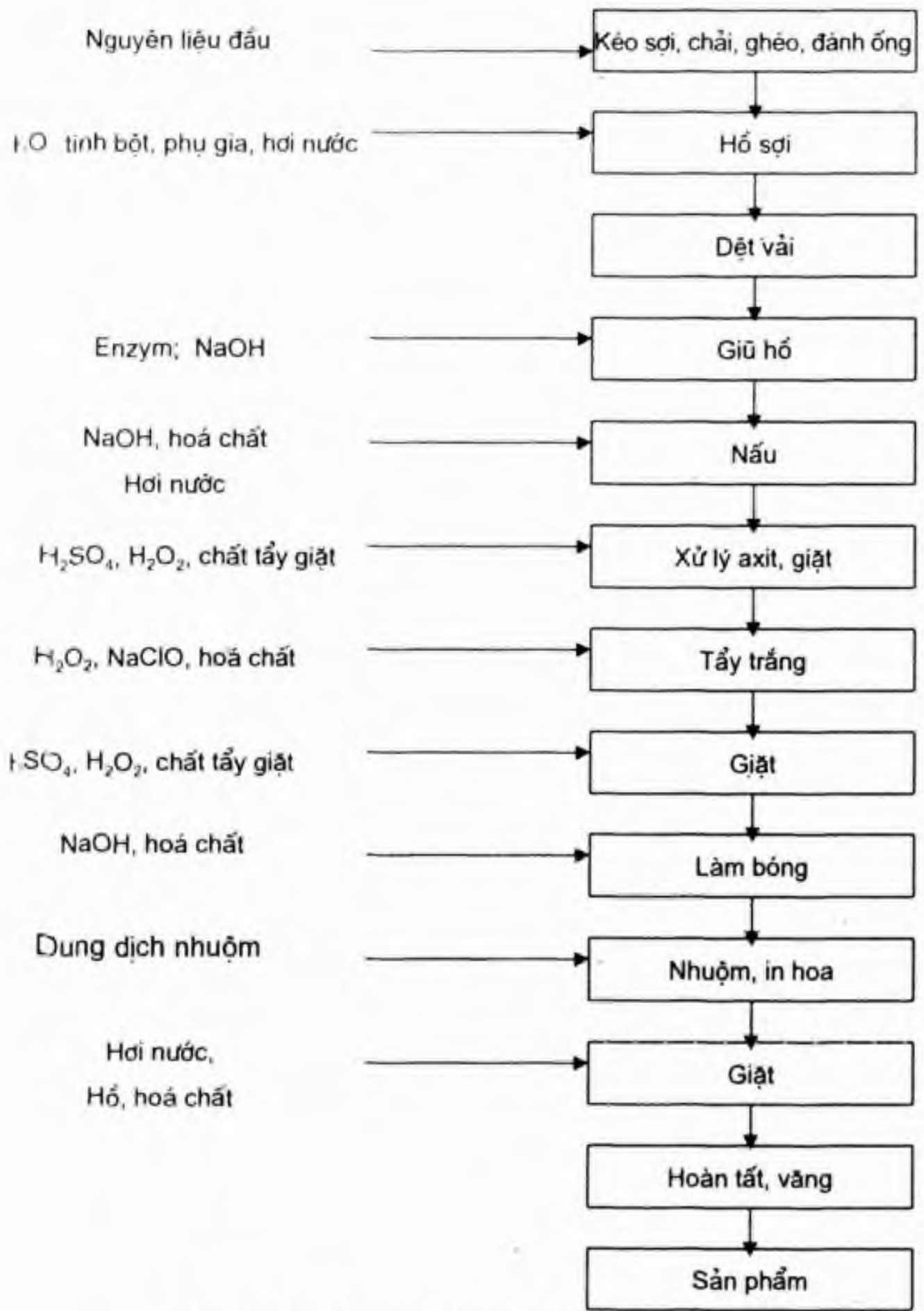
Mục đích của việc lập sơ đồ quy trình sản xuất trong KTCTCN nhằm xác định các loại chất thải tạo ra từ quá trình sản xuất có liên quan tới vật chất đầu vào và đầu ra. Do vậy các bộ phận như nồi hơi, hệ thống xử lý nước cấp, hệ thống xử lý chất thải (nước thải, rác thải, khí thải), kho chứa đựng nguyên vật liệu, sản phẩm ... cũng được coi là những bộ phận sản xuất.

Trong sơ đồ sản xuất cũng cần có các số liệu về nguyên vật liệu sử dụng để duy trì, bảo dưỡng thiết bị ví dụ như dầu mỡ bôi trơn, nước làm lạnh, nước tuần hoàn ... Trong quy trình sản xuất các bộ phận được nối với nhau theo sơ đồ hình khối.

Để xây dựng quy trình sản xuất có thể tham khảo các tài liệu về quy trình công nghệ của nhà máy kết hợp với khảo sát thực tế. Trong những trường hợp mà nội dung KTCTCN chỉ giới hạn ở một số bộ phận hoặc một khâu sản xuất nhất định, vẫn cần thiết phải xây dựng sơ đồ toàn bộ quy trình sản xuất và nêu rõ những lĩnh vực kiểm toán sẽ tiến hành.

Hình 3.1 dưới đây chỉ ra sơ đồ của quy trình công nghệ dệt nhuộm.





Hình 3.1 Sơ đồ quy trình công nghệ dệt nhuộm

Ngoài ra cũng cần phải thống kê các thiết bị có khả năng tiềm tàng gây ô nhiễm cho môi trường của từng bộ phận sản xuất như các thiết bị có nguy cơ bị rò rỉ, dễ gây ra sự cố môi trường...

### **3.1.3. Nguyên liệu, nhiên liệu và hoá chất sử dụng**

Các số liệu đầu vào được liệt kê, tổng kết dựa vào lượng tiêu thụ thực tế hàng năm. Trên cơ sở đó có thể tính toán hệ số tiêu thụ theo sản phẩm. Đặc biệt cần quan tâm đến các số liệu trong vòng 3 - 5 năm gần nhất vì nó thể hiện phần nào thực tế của quy trình sản xuất như: tình trạng vận hành máy, trạng thiết bị... Các số liệu trên được thống kê cho từng đơn vị sản xuất (theo quy trình công nghệ).

Mỗi loại nguyên vật liệu, hoá chất đầu vào đều cần phải chi tiết hoá theo loại, lượng với các mục đích sử dụng khác nhau.

#### ***Nhiên liệu***

Các loại nhiên liệu thường được sử dụng trong sản xuất là điện, than hoặc dầu FO, dầu DO và củi. Trong một nhà máy, xí nghiệp các bộ phận sản xuất có thể sử dụng các loại nhiên liệu khác nhau hoặc sử dụng cùng một loại nhiên liệu. Tất cả các loại nhiên liệu sử dụng trong các bộ phận của cơ sở sản xuất đều cần được thống kê và ghi chép đầy đủ.

Bên cạnh đó cũng cần phải thống kê lượng nhiên liệu bị thất thoát trong quá trình lưu kho, vận chuyển đến các bộ phận. Tính toán này dựa trên cơ sở sự khác biệt giữa lượng nhiên liệu nhập kho với lượng nhiên liệu thực tế đưa vào sử dụng tại các bộ phận. Kết hợp với khảo sát thực tế có thể phân tích các

nguyên nhân gây thất thoát để đưa ra các biện pháp hạn chế hoặc loại trừ các thất thoát này; ví dụ than bị thất thoát do nước mưa chảy tràn; dầu bị thất thoát do hở hoặc rò rỉ đường ống, máy móc ...

Khi thống kê các loại nhiên liệu cần đưa ra các thông tin về đặc tính gây ô nhiễm của các thành phần kèm theo như hàm lượng lưu huỳnh có trong nhiên liệu.

### ***Nước cấp***

Xác định nguồn và mục đích sử dụng nước cấp

+ Nguồn cấp nước

Nguồn nước cấp sử dụng tuỳ thuộc vào mỗi cơ sở và bộ phận sản xuất. Bên cạnh các nguồn nước cấp phổ biến như nước ngầm, nước mặt, nước máy cần lưu ý đến nguồn nước cấp từ việc tái sử dụng nước của các bộ phận sản xuất khác, ví dụ: nước làm mát được tái sử dụng làm nguồn nước rửa nguyên liệu (gỗ, tre, nứa) trong các cơ sở sản xuất giấy.

+ Mục đích sử dụng

Nước cấp trong sản xuất được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau: nước làm mát; nước rửa nguyên vật liệu; nước nổi hơi; nước pha chế hoá chất; nước cấp tạo sản phẩm; nước vệ sinh.

Đồng hồ đo nước là biện pháp hữu hiệu được sử dụng để xác định lưu lượng nước cấp. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp không sử dụng được phương pháp này do bộ phận sản xuất không có đồng hồ đo nước. Khi đó có thể sử dụng các biện pháp

khác để xác định lưu lượng nước cấp như dùng đồng hồ bấm giây và thiết bị đo thể tích.

Lượng nước không những cần được xác định theo các bộ phận sản xuất mà còn cần phải thống kê theo các nguồn nước được cấp (nếu như cơ sở sản xuất đó sử dụng các loại nguồn nước cấp khác nhau). Ví dụ như dùng nước ngầm làm nguồn cấp nước cho nổi hơi; nước máy làm nguồn cấp nước để tạo ra sản phẩm; nước hồ làm nước cấp để vệ sinh phân xưởng...

Ở nhiều cơ sở sản xuất, trong một số bộ phận nước cấp là nguồn nước tái sử dụng của các bộ phận khác. Các trường hợp này cũng cần được liệt kê, xác định và đo đạc một cách chi tiết.

Hiện trạng về cấp nước có thể được liệt kê theo mẫu bảng sau đây (bảng 3.1):

**Bảng 3.1** Mẫu hiện trạng sử dụng nước của cơ sở sản xuất

Công đoạn	Lượng nước sử dụng			Tổng (m <sup>3</sup> /ngày)
	Công nghệ	Hơi nước	Làm mát Công việc khác	
A				
B				
C				
Tổng				

### ***Nguyên liệu thô***

Nguyên liệu thô được lên danh mục cụ thể về lượng và loại khi cung cấp cho tất cả cả bộ phận sản xuất theo thời gian cụ thể. Nhìn chung, để tạo ra sản phẩm cơ sở sản xuất thường sử

đang nhiều loại sản phẩm thô khác nhau như nguyên liệu thô cho nhà máy giấy có thể là gỗ, tre, nứa... Nếu trong năm có sự thay đổi về nguyên liệu thô cung cấp cho cơ sở sản xuất cũng cần thiết ghi lại cụ thể.

### ***Hoá chất***

Hoá chất sử dụng trong công nghệ sản xuất sẽ quyết định tính chất của các chất thải, do vậy việc thống kê, kiểm tra các loại hoá chất sử dụng trong sản xuất là điều rất cần thiết.

Bên cạnh các thông tin số liệu về loại, lượng, tính chất của từng hoá chất sử dụng cần có các thông tin về quản lý các loại hoá chất đó như: loại bao bì đựng hoá chất, cách thức để hoá chất trong kho, phương pháp sử dụng, phương pháp xử lý bao bì sau khi sử dụng hết hoá chất. Do tính chất của các loại hoá chất rất khác nhau do vậy về nguyên tắc, các loại hoá chất không nên được thống kê với các mục tên (tên thương mại, tên hoá học) mà còn dưới dạng các công thức hoá học cụ thể.

Bảng 3.2 dưới đây là ví dụ về bảng mẫu liệt kê các số liệu loại lượng nguyên liệu đầu vào cho cơ sở sản xuất giấy.



**Bảng 3.2 Mẫu danh mục các loại, lượng nguyên vật liệu sử dụng trong các công đoạn sản xuất giấy**

Công đoạn sản xuất	Chuẩn bị nguyên liệu	Nấu	Tẩy	Xeo
Nhiên liệu, m <sup>3</sup> /năm Loại 1 Loại 2 .....				
Nước cấp, m <sup>3</sup> /năm Nước ngầm Nước mặt Nước máy				
Năng lượng, kW/h				
Nguyên liệu, tấn/năm Loại 1 Loại 2 .....				
Hoá chất Loại 1 Loại 2 .....				

Dựa trên các số liệu đầu vào có thể phần nào đánh giá lượng tích lũy, tổn thất do vận hành. Phần chương 2 ở trên đã đề cập một cách đầy đủ về cân bằng vật chất cũng như phương pháp tính toán lượng chất thải của một quá trình sản xuất.

## 3. 2. XÁC ĐỊNH VÀ ĐÁNH GIÁ CÁC NGUỒN THẢI

### 3.2.1. Xác định các nguồn thải

Tất cả các chất thải ra môi trường (khí thải, nước thải, chất thải rắn) cần được liệt kê cho mỗi quy trình hay đơn vị sản xuất. Các chất thải này có thể là khí thải ống khói, khí thoát ra từ các đường ống, thiết bị, nước rửa thiết bị, nước làm lạnh, nước thải, xỉ thải và các chất thải khác. Các thông tin càng chi tiết thì các số liệu cho bộ phận sản xuất càng trở nên rõ ràng và được sử dụng để thiết lập cân bằng vật chất.

Ngoài ra còn cần thống kê các thiết bị có khả năng tiềm tàng gây ô nhiễm cho môi trường của từng bộ phận sản xuất.

Nước thải

#### + Mục đích

Xác định lượng nước thải và các chất ô nhiễm có trong nước thải.

Nước thải của nhà máy thường được chia ra làm hai nguồn:

#### + Các nguồn nước thải ra khỏi nhà máy

Nguồn thải ra khỏi nhà máy cần thống kê các thông tin sau: các nguồn thải; các điểm thải; nồng độ chất thải cho từng nguồn thải và lưu lượng và tải lượng thải tính theo nồng độ chất thải.

Lượng nguồn nước thải ra khỏi nhà máy phụ thuộc vào hệ thống thoát nước của nhà máy đó. Các nguồn nước thải ra khỏi nhà máy có thể là nước thải của từng bộ phận sản xuất (nước làm mát, nước mưa chảy tràn, nước thải sinh hoạt, nước thải của từng bộ phận sản xuất) hoặc nguồn thải chung tổng hợp tất cả các loại nước thải. Nguyên nhân có các dòng thải khác nhau đổ ra môi trường ngoài cũng rất đa dạng, có những nhà máy do

tính chất cần tách dòng nhằm mục đích hạn chế tối đa các tác động bất lợi, song cũng có nhà máy do không có quy hoạch nên dòng thải xả thải một cách tùy tiện.

Lưu lượng, nồng độ và tải lượng thải được xác định cho từng nguồn thải, nếu như nguồn thải có nhiều dòng thải thì phải xác định cho từng dòng thải. Đối với những nhà máy có 2, 3 dòng nước thải sản xuất được thải chung ra cùng một dòng sông hay có dòng được thải ra hồ, có dòng ra sông và có dòng ra đồng ruộng cũng cần phải thống kê đầy đủ các dòng thải.

Để thực hiện được các công việc này, trước hết cần có các số liệu đo đạc cả năm của nhà máy về lưu lượng và nồng độ các chất thải. Vì lượng chất thải thay đổi theo mùa và thay đổi theo thực tế sản xuất nên các số liệu đo cần kèm theo các mô tả về tình hình sản xuất và chất lượng nguyên liệu sử dụng.

#### **+ Các nguồn nước thải trong nhà máy**

Nguồn thải trong nội bộ nhà máy cần có các thông tin sau: nồng độ chất thải theo từng nguồn thải; lưu lượng và tải lượng thải tính theo nồng độ chất thải và vị trí thải.

Đối với các nguồn nước thải trong nhà máy cần đặc biệt quan tâm đến các nguồn có chứa chất thải nguy hại và các nguồn thải đã hoặc có khả năng tuần hoàn, tái sử dụng. Để góp phần quản lý hữu hiệu các chất thải nhằm hạn chế tối đa các tác động xấu do chúng gây nên, các nguồn thải chứa chất thải nguy hại là đối tượng KTCTCN quan tâm nhất. Để có cơ sở thực hiện, nhóm kiểm toán cần có danh mục cụ thể về các chất nguy hại sử dụng trong quy trình sản xuất cũng như tạo ra trong các loại chất thải.

Theo quyết định của thủ tướng chính phủ về ban hành quy chế quản lý chất thải nguy hại thì mỗi chủ nguồn chất thải nguy hại đều phải có sổ đăng ký quản lý chất thải nguy hại do cơ quan quản lý nhà nước về môi trường hướng dẫn. Sổ đăng ký quản lý chất thải nguy hại này có kèm theo các thông tin liên quan như tên, thành phần, số lượng chất thải nguy hại. Đội kiểm toán có thể dựa trên danh mục chất thải nguy hại trong sổ đăng ký để làm cơ sở cho việc định hướng kiểm toán.

Giảm lượng nước thải là một trong những biện pháp hữu hiệu để giảm thiểu ô nhiễm chất thải. Nhiều bộ phận sản xuất, mức độ ô nhiễm nước thải không cao như nước làm mát (ô nhiễm nhiệt), nước rửa nguyên liệu nhà máy giấy (ô nhiễm các chất vô cơ bùn cát) có thể tận dụng cấp nước trong các bộ phận sản xuất khác, sau khi đã sơ bộ xử lý (dể nguội, lắng đọng). Để đánh giá được hiệu quả của công việc này, việc kiểm toán các nguồn nước thải này cũng cần được quan tâm.

Bên cạnh đó còn nhiều nhà máy chỉ có một dòng nước thải duy nhất đổ ra môi trường xung quanh vì nước thải đã qua hệ thống xử lý tập trung. Do vậy, cần dựa vào tình hình cụ thể của mỗi nhà máy để có kế hoạch kiểm toán các dòng thải.

Đối với nước thải, các điểm thải thường là hệ thống cống chung của khu vực dân cư, các thủy vực (biển, cửa sông, suối, ao hồ) và các vùng trũng lân cận.

Tuy nhiên, trong một số trường hợp có thể nước thải không đến được điểm thải do nước thải bị ngấm, rò rỉ mất mát trên đường chảy. Ngoài ra có thể do: lượng nước thải quá ít, đường thải là đường đất hoặc cống xây đã bị hư hỏng... Nước thải bị mất mát do rò rỉ là điều cần quan tâm vì sẽ gây ra các hậu quả khác như: ô nhiễm đất, nước (nước ngầm, nước mặt).



#### + Phương pháp tiến hành

- Xác định các nguồn, điểm, hướng thải.
- Xác định loại nước thải và lưu lượng thải tại các điểm.
- Xác định tính chất nước thải của từng dòng thải.
- Xác định các nguồn chứa nước thải.

#### **Khí thải**

Trong việc kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí cần tiến hành song song việc phân tích thành phần khí quyển, quan trắc khí tượng, xác định các tham số của nguồn thải. Nồng độ các chất ô nhiễm trong môi trường phụ thuộc rất nhiều vào nguồn thải.

Để quản lý môi trường và giảm thiểu ô nhiễm trước tiên cần phải kiểm toán nguồn thải bao gồm:

- Xác định hình thức nguồn thải.
- Kích thước hình học nguồn thải, như đối với ống khói là kích thước chiều cao, đường kính miệng ống khói.
- Các tham số của nguồn thải như lượng thải chất ô nhiễm vào khí quyển trong một đơn vị thời gian, lưu lượng khí thải (luồng khói), cũng như nhiệt độ của khí thải.

Các nguồn khí thải gây ô nhiễm cần ưu tiên trong KTCTCN là các nguồn có thể gây ra các tác động xấu đối với sức khỏe cộng đồng và môi trường. Một số loại chất gây ô nhiễm điển hình từ nguồn khí thải được đưa ra dưới đây:

#### + Cacbon monoxit (CO)

Cacbon monoxit thường tấn công vào hemoglobin và thể cacbon monoxit để tạo ra cacboxyhemoglobin.



Carboxyhemoglobin là phức bền do vậy kết quả làm giảm khả năng tải  $O_2$  của máu.

#### + *Hydro sunfua ( $H_2S$ )*

$H_2S$  là khí kích thích hệ hô hấp và gây ngạt. Ngoài ra các phản ứng kích thích trực tiếp vào mô mắt gây viêm màng kết. Hít phải  $H_2S$  sẽ gây kích thích đối với toàn bộ cơ quan hô hấp và có thể mắc các bệnh về phổi. Ở nồng độ cao hơn,  $H_2S$  ngay lập tức làm tê liệt các trung tâm hô hấp và có thể gây tử vong.

#### + **Đối với việc đánh giá khí thải từ nhà máy sợi**

Một trong những chất thải ô nhiễm của các nhà máy sợi là carbon disunfua ( $CS_2$ ), được sử dụng để hình thành tơ nhân tạo, một phần  $CS_2$  sẽ chuyển thành hydro sunfua ( $H_2S$ ). Kết quả cho thấy khoảng 60%  $CS_2$  hợp thành trong sản phẩm sợi nhân tạo và 85% khí  $H_2S$  được hình thành sẽ được thổi ra từ dây chuyền công nghệ (nguồn thải thấp). Khoảng 10% khí  $CS_2$  và  $H_2S$  được dẫn thải theo cống rãnh thoát nước.

#### **Chất thải rắn**

Tính chất, hàm lượng... chất thải rắn sản xuất phụ thuộc vào loại hình sản xuất và quy mô của cơ sở sản xuất. Trong KTCTCN cần thiết liệt kê, phân loại cụ thể chất thải rắn của từng công đoạn sản xuất, trong đó đặc biệt quan tâm các loại chất thải rắn có thể tái sử dụng và chất thải rắn nguy hại. Việc thu gom chất thải rắn đưa vào tái sử dụng không những tận thu được một nguồn kinh phí đáng kể mà còn hạn chế được rất nhiều mức độ tác hại do chúng gây nên, ví dụ: việc thu gom xơ sợi nhà máy giấy để đưa vào tái chế tạo ra các loại sản phẩm khác đem lại hiệu quả kinh tế rất đáng kể.

Chất thải rắn nguy hại cần có biện pháp xử lý đặc biệt, do vậy việc thống kê, thu gom chất thải rắn loại này cần thiết được tiến hành ngay từ đầu. Một trong những cơ sở để thực hiện là kết hợp việc đo đạc ở hiện trường và căn cứ vào sổ đăng ký quản lý chất thải nguy hại của cơ sở.

Mục tiêu chính của nội dung kiểm toán chất thải rắn là tính toán chất thải cần để xử lý, cụ thể:

- Hàm lượng các chất gây ô nhiễm.
- Nơi phân loại, xử lý.
- Phương tiện chuyên chở, nơi tạm giữ (trung chuyển).
- Các chất nguy hại có trong chất thải rắn.

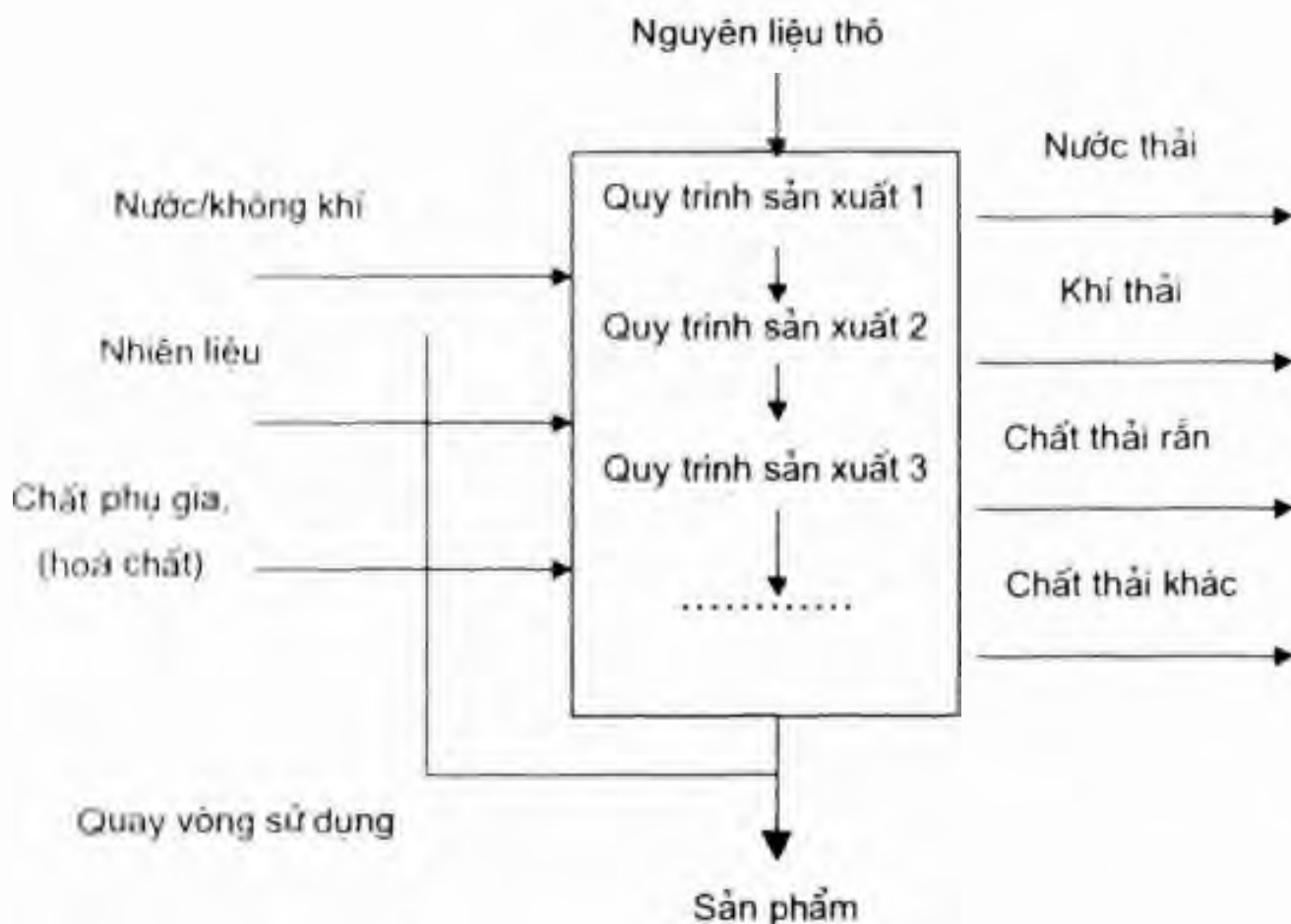
### **Các loại chất thải khác**

Một số loại chất ô nhiễm khác có thể đưa vào danh mục các loại chất thải khác như ô nhiễm phóng xạ, ô nhiễm nhiệt, ô nhiễm tiếng ồn, ... Trong mỗi trường hợp cụ thể tùy theo mức độ của các loại chất ô nhiễm này mà cần có hình thức xác định và đánh giá thích hợp.

### **3.2.2. Phương pháp đánh giá các nguồn thải**

Mỗi một quy trình sản xuất đều phải có vật chất đầu vào, vật chất đầu ra. Thông thường sản phẩm của quá trình này là nguyên liệu vào của quá trình tiếp sau. Các số liệu đầu vào của mỗi quá trình sản xuất ở các bộ phận cần được đưa ra một cách chi tiết nhất trong sơ đồ công nghệ sản xuất.

Dưới đây là sơ đồ cân bằng vật chất của một quá trình sản xuất (hình 3.2).



**Hình 3.2 Sơ đồ cân bằng vật chất (đầu vào, đầu ra) của quá trình sản xuất**

Đầu vào của một cơ sở sản xuất thường bao gồm:

- Nhiên liệu
- Nước cấp
- Nguyên liệu thô
- Hoá chất

Để tính toán đầu vào của một quy trình sản xuất thường đơn giản hơn nhiều so với tính toán đầu ra bao gồm sản phẩm, thứ phẩm, các chất thải rắn, nước thải, khí thải, nhiệt tổn thất,... Có thể thực hiện phân tích một cách chi tiết đầu ra của từng giai đoạn sản xuất. Khi đó việc xác định sẽ dễ dàng hơn do

giai đoạn sản xuất miêu tả đầy đủ, chi tiết hơn quy trình sản xuất chung.

Các tiêu chí được sử dụng để phân loại dòng chất thải phụ thuộc vào mục đích cụ thể của phân loại. Tiêu chí này bao gồm:

- Nguồn gốc của chất thải
- Bản chất của chất thải
- Tác động môi trường của chất thải
- Điểm xả của chất thải

Một trong những công việc KTCTCN thực hiện là tăng khả năng sử dụng lại hoặc loại bỏ chất thải.

Khi đánh giá các nguồn thải có thể đánh giá theo nguyên vật liệu, đánh giá theo sản lượng, hay đánh giá theo tiêu chuẩn.

### **3.3. XÂY DỰNG VÀ ĐÁNH GIÁ CÁC PHƯƠNG ÁN GIẢM THIỂU CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**

#### **3.3.1. Nội dung các phương án giảm thiểu chất thải công nghiệp**

Để có các phương án giảm thiểu chất thải khả thi cần xem xét tất cả các nguyên nhân phát sinh chất thải bao gồm cả những sai sót trong quản lý điều hành sản xuất đến các nguyên nhân phức tạp.

Mức độ khả thi của các phương án giảm thiểu chất thải phụ thuộc rất nhiều vào trình độ chuyên môn và kinh nghiệm thực tế của nhóm chuyên gia thực hiện. Khi xây dựng các phương án giảm thiểu chất thải cũng cần theo dõi lấy ý kiến của các chuyên gia tư vấn kỹ thuật môi trường, các nhà chế tạo và cung

cấp thiết bị. Ngoài ra cũng cần tham khảo các biện pháp giảm thiểu ở các nhà máy có cùng công nghệ hay sản xuất các sản phẩm tương tự. Phương án giảm thiểu chất thải công nghiệp bao gồm các nội dung sau:

- Lựa chọn giải pháp thích hợp cho từng loại chất thải, tăng khả năng tái sử dụng.
- Thay đổi quy trình công nghệ hoặc từng bộ phận công nghệ nếu cần.
- Đổi mới thiết bị có hiệu suất sử dụng cao về năng lượng và nguyên liệu.
- Thay đổi việc kiểm soát bằng quá trình tự động hoá.
- Thay đổi điều kiện kỹ thuật, thời gian lưu, nhiệt độ, tốc độ, khuấy, xúc tác.
- Thay đổi nhiên liệu hoặc chủng loại nhiên liệu thô.
- Xử lý chất thải bằng các biện pháp vật lý, hoá học, sinh học phối hợp.
- Tuán hoàn tái sử dụng chất thải.

### **3.3.2. Đánh giá các phương án giảm thiểu chất thải công nghiệp - Tính toán chi phí và lợi ích môi trường**

Mặc dù các biện pháp giảm thiểu và xử lý chất thải được thực hiện dưới nhiều hình thức khác nhau, tuy nhiên quy trình phân tích đánh giá các biện pháp giảm thiểu/ tính toán chi phí - lợi ích đều được thực hiện trên cùng một nguyên tắc. Nội dung đánh giá bao gồm:

- Ảnh hưởng về lượng và mức độ gây ô nhiễm của chất thải.
- Khả năng gây ô nhiễm, đặc biệt là ô nhiễm thứ cấp do thay đổi tính độc, tính phân huỷ.



- Ảnh hưởng tới các nguồn nguyên liệu không tái tạo.

- Ảnh hưởng tới năng lượng tiêu thụ.

- Tính toán chi phí lợi ích. Các tính toán này được so sánh giữa chi phí hiện tại và chi phí theo phương án. Cần thiết lưu ý các chi phí xây dựng và chi phí vận hành.

Khi phân tích đánh giá các phương án giảm thiểu chất thải, việc phân tích các chi phí thực hiện giảm thiểu và xử lý chất thải, xác định các lợi ích kinh tế có thể thu được từ cả quá trình giảm thiểu và xử lý chất thải đóng một vai trò rất quan trọng và quyết định việc lựa chọn phương án giảm thiểu khả thi, hiệu quả nhất. Dưới đây là một số bước rất cần thiết cho cơ sở sản xuất khi xác định, tính toán các chi phí môi trường và xem xét các quá trình hoạt động nào gây nên các chi phí này:

Đánh giá/ tính toán tiềm năng có thể tiết kiệm được trong việc sử dụng nguồn nhân lực và trong các quá trình sản xuất để hạn chế tạo ra chất thải.

Đánh giá/ tính toán chi phí đầu tư cần thiết và chi phí trong các biện pháp sử dụng nguyên vật liệu, nước và năng lượng một cách bền vững.

Chi phí cho việc giảm thiểu/ xử lý chất thải tại các quá trình hoạt động khi xác định rõ các hoạt động tạo ra chất thải. Chi phí này không bao gồm trong chi phí chung của toàn doanh nghiệp. Điều này là động lực để các bộ phận sản xuất, các phòng ban có trách nhiệm giảm lượng chất thải tạo ra. Xác định khả năng sử dụng nguyên vật liệu một cách hiệu quả, tái chế và tái sử dụng chất thải trong quá trình sản xuất hoặc cho các cơ sở khác.

Bảng 3.3 và 3.4 đưa ra các đề mục cần xem xét khi tính toán chi phí hàng năm cho xử lý chất thải hiện có và chi phí cho các phương án giảm thiểu/ xử lý chất thải trong kế hoạch [4].

Nếu chi phí hàng năm cho phương án giảm thiểu/xử lý chất thải nhỏ hơn chi phí hàng năm để xử lý chất thải hiện tại, thì cần xem xét lợi ích thực thu được từ phương án giảm thiểu/xử lý có đủ bù lại các chi phí đầu tư cho phương án này không? trong bao lâu? nếu xét thấy việc đầu tư này có lợi hơn việc xử lý chất thải như hiện tại thì có thể thực hiện các bước tiếp theo.

**Bảng 3.3 Phân tích chi phí xử lý chất thải hiện tại**

Thành phần chi-thu	Cách tính	Thành tiền
Chi hoá chất, nguyên liệu	$a_1$	"
Chi phí điện	$a_2$	"
Chi phí cấp nước	$a_3$	"
Nhân công	$a_4$	"
Chi phí bảo trì, sửa chữa	$a_5$	"
Chi phí tư vấn, kiểm soát	$a_6$	"
Chi phí tiêu huỷ chất thải	$a_7$	"
Chi phí vận chuyển chất thải	$a_8$	"
Chi phí vận hành, bảo dưỡng,	$a = a_1 + \dots + a_8$	"
Khấu hao thiết bị, nhà xưởng	$b$	"
Chi phí phát sinh do chất thải	$c$	"
Phấn thu hồi từ quá trình xử lý	$d$	"
Tổng chi phí xử lý chất thải	$e = a + b + c + d$	"
Chi phí xử lý cho 1 đơn vị chất thải	$f = \frac{e}{\text{Tổng lượng chất thải xử lý/năm}}$	$\frac{d}{\text{Đơn vị chất thải (m}^3, \text{kg)}}$

**Bảng 3.4** Xác định chi phí cho các phương án giảm thiểu xử lý chất thải

Thành phần chi-thu	Cách tính	Thành tiền
Chi hoá chất, nguyên liệu	$a_1$	-
Chi phí điện	$a_2$	-
Chi phí cấp nước	$a_3$	+
Nhận công	$a_4$	-
Chi phí bảo trì, sửa chữa	$a_5$	-
Chi phí tư vấn, kiểm soát	$a_6$	-
Chi phí tiêu huỷ chất thải	$a_7$	-
Chi phí vận chuyển chất thải	$a_8$	-
Chi phí vận hành, bảo dưỡng	$a = a_1 + \dots + a_8$	-
Khấu hao thiết bị, nhà xưởng	$b$	-
Chi phí phát sinh do chất thải	$c$	+
Phản thu hồi từ quá trình xử lý	$d$	+
Tổng chi phí xử lý chất thải	$e = a + b + c - d$	-
Chi phí xử lý cho 1 đơn vị chất thải	$f = \frac{e}{\text{Tổng lượng chất thải xử lý/năm}}$	$\frac{d}{\text{Đơn vị chất thải (m}^3, \text{kg)}}$

### 3.3.3. Xây dựng kế hoạch giảm thiểu chất thải công nghiệp

Khi xây dựng kế hoạch giảm thiểu chất thải cần lên danh mục tất cả các biện pháp giảm thiểu và xử lý chất thải; sắp xếp thứ tự ưu tiên dựa trên nguyên tắc: ưu tiên thực hiện trước các phương án/ biện pháp dễ thực hiện, chi phí thấp và cho hiệu quả ngay. Đối với các biện pháp phức tạp, đòi hỏi vốn đầu tư lớn cần phải lập kế hoạch thực hiện chi tiết, bao gồm các bước sau:

### *Bước chuẩn bị*

Lập ban chuyên trách thực hiện công tác giảm thiểu/ xử lý chất thải có sự tham gia của lãnh đạo nhà máy, cán bộ kỹ thuật-công nghệ, cán bộ tài chính và các cán bộ hỗ trợ khác; Xây dựng mục tiêu chung, mục tiêu cụ thể và phân công trách nhiệm cụ thể cho từng thành viên và các bên có liên quan; Xác định chi phí cần thiết và nguồn trợ cấp tài chính thực hiện giảm thiểu và xử lý chất thải.

### *Bước thực hiện*

Bổ trí mặt bằng, các thiết kế cần thiết, chuẩn bị trang thiết bị, vận chuyển lắp đặt, chạy thử và hiệu chỉnh dây chuyền công nghệ để thực hiện biện pháp giảm thiểu / xử lý chất thải; Cùng với việc triển khai về mặt công nghệ kỹ thuật cần thực hiện công tác đào tạo, huấn luyện cho nhân viên vận hành, quản lý hệ thống dây chuyền công nghệ giảm thiểu xử lý.

### *Bước giám sát thực hiện và đánh giá kết quả*

Cần giám sát thường xuyên việc thực hiện dự án giảm thiểu xử lý chất thải theo các mục tiêu đặt ra ban đầu. Các kết quả số liệu thu được là cơ sở để đánh giá hiệu quả thực hiện và hiệu chỉnh các hoạt động khi các kết quả chưa đáp ứng được các mục tiêu đặt ra ban đầu.

Tóm lại các kế hoạch giảm thiểu chất thải công nghiệp cụ thể như sau:

- Xây dựng kế hoạch hành động khả thi.
- Sắp xếp ưu tiên về đầu tư và thời gian.
- Thực hiện các phương án biện pháp ưu tiên.
- Lập chương trình giám sát hiệu quả của các phương án giảm thiểu chất thải.

- Bổ sung sửa đổi quy trình khi cần thiết.

Sau khi chuẩn bị xong tiến hành bước thực hiện là giai đoạn quan trọng nhất của kế hoạch. Trình tự các công việc cần làm để thực hiện kế hoạch được chỉ ra ở hình 3.3.



Hình 3.3 Quy trình các bước thực hiện kế hoạch giảm thiểu/ xử lý chất thải công nghiệp