



TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ  
NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG  
CHỦ BIÊN : PGS. TSKH. NGUYỄN XUÂN NGUYÊN

# CÔNG NGHỆ TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



**TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYÊN GIA CÔNG NGHỆ**



**NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG**

**Chủ biên: PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Nguyên**

# **CÔNG NGHỆ TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI - 2004**

## LỜI GIỚI THIỆU

Trung tâm Tư vấn Chuyển giao Công nghệ Nước sạch và Môi trường (CTC) thuộc Ban chỉ đạo Quốc gia về Cung cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường là một tổ chức khoa học, công nghệ có chức năng đào tạo nâng cao trình độ cho cán bộ khoa học và công nghệ, cán bộ quản lý và công nhân kỹ thuật theo các chương trình của Ban chỉ đạo Quốc gia về Cung cấp nước sạch và Vệ sinh môi trường trong lĩnh vực phòng chống ô nhiễm công nghiệp.

Xin trân trọng giới thiệu cuốn sách “Công nghệ tái sử dụng chất thải công nghiệp” do Trung tâm Tư vấn Chuyển giao Công nghệ Nước sạch và Môi trường biên soạn. Cuốn sách gồm 8 chương:

*Chương 1:* Quản lý, kiểm tra và kiểm soát các chất thải nguy hiểm, độc hại

*Chương 2:* Lắp đặt những trạm xử lý chất thải công nghiệp độc hại

*Chương 3:* Các quá trình xử lý chất thải nguy hiểm

*Chương 4:* Thiêu đốt chất thải nguy hiểm

*Chương 5:* Tận dụng và khử độc chất thải rắn là chất dẻo

*Chương 6:* Những phương pháp tận dụng nhiệt và tiêu hủy chất thải dẻo

*Chương 7:* Xử lý và tận dụng chất thải ở Việt Nam

*Chương 8:* Hiệu quả kinh tế khi tận dụng chất thải

Cuốn sách này là một trong những tài liệu dùng để tham khảo cho các cán bộ khoa học, cán bộ giảng dạy và sinh viên, đặc biệt dành cho các cán bộ khoa học thuộc lĩnh vực xử lý chất thải công nghiệp và vệ sinh môi trường.

Trong quá trình biên soạn chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của bạn đọc. Thư xin gửi về:

**Trung tâm Tư vấn  
Chuyển giao Công nghệ Nước sạch và Môi trường (CTC)**  
1001 Đường Hoàng Quốc Việt – Hà Nội

*Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*

# CHƯƠNG 1

## QUẢN LÝ, KIỂM TRA VÀ KIỂM SOÁT CÁC CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

### 1.1. ĐỊNH NGHĨA CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

Chất thải nguy hiểm, độc hại về mặt pháp lý trong hoạt động tái sử dụng và bảo tồn nguồn tài nguyên thiên nhiên được quy định như sau: “Chất thải nguy hiểm có thể ở dạng các hợp chất rắn, chất thải khí hoặc là các chất thải lỏng. Các chất thải có những tính chất vật lý, hoá học hoặc đặc tính lây nhiễm, là nguyên nhân làm tăng tỷ lệ tử vong, phát sinh ra các bệnh tật, làm mất năng lực hoạt động của con người, trước hết là đối với sức khỏe của con người và môi trường khi các chất thải nguy hiểm này không được xử lý, cất giữ, vận chuyển, loại bỏ hoặc quản lý một cách thích hợp”. Các nguyên vật liệu đã được pháp lý quy định như chất nguy hiểm, độc hại được sử dụng trong quá trình sản xuất có kiểm soát được thì không được xem là chất thải nguy hiểm, độc hại. Các chất thải phát sinh trong quá trình sản xuất và sinh hoạt có thể ở các dạng sau:

- Rắn, lỏng, nửa rắn, khí.
- Rác, phế thải, bùn, hoặc vật liệu thải khác.
- Các chất thải trong công nghiệp, thương mại, nông nghiệp, khai thác mỏ... phát sinh từ hoạt động công cộng như:
  - Bị loại bỏ hoặc chất đông (thu gom), cất trữ, hoặc đã được xử lý về mặt lý, hoá, sinh trước khi loại bỏ.
  - Có thể sử dụng được một số lần nữa trước khi thải bỏ.
  - Các sản phẩm phụ đôi khi bị thải bỏ.



Đặc biệt, chất thải rắn được xác định là chất thải nguy hiểm nếu chúng thuộc danh mục các chất thải nguy hiểm như luật đã quy định, chúng có các đặc tính đặc trưng của chất thải nguy hiểm. Bởi chúng có thể là nguyên nhân gây hại cho sức khỏe con người hoặc làm ô nhiễm môi trường.

Thuật ngữ chất thải nguy hiểm ở đây được phân loại thành:

- Chất dễ cháy: cháy ở nhiệt độ thấp hơn 140°F.
- Chất ăn mòn: có độ pH thấp hoặc bằng 2 (axit), hoặc lớn hơn 12,5 (bazơ).
- Chất phản ứng: chúng không bền và có sự chuyển hoá mãnh liệt không kèm theo tiếng nổ.
- Các chất độc tiềm ẩn: bao gồm các kim loại độc hoặc các hợp chất hữu cơ có độc tính.

Các chất thải nguy hiểm và các vật liệu nguy hiểm được chia ra:

- 1) Các vật liệu nguy hiểm.
- 2) Các chất thải nguy hiểm.

**Bảng 1.1. Các loại chất thải nguy hiểm**

STT	Nhóm chất thải nguy hiểm	%
1	Các dung môi (halogen hoá hoặc không phải dung môi halogen hoá)	51
2	Các chất thải dễ cháy	43,4
3	Các chất thải dễ ăn mòn	33,4
4	Dược phẩm, các sản phẩm hoá học thương mại, các chất trung gian trong sản xuất hoá học	27,8
5	Các chất độc hại	27,8
6	Nước thải mạ điện, bùn chứa xyanua	16,4
7	Các chất thải nguy hiểm	
8	Các chất thải có tính nguy hiểm cao	10,2
9	Các chất thải dễ phản ứng	7,1

Chất thải nguy hiểm hàng ngày tồn tại xung quanh chúng ta, chỉ có điều là nồng độ độc hại ở những mức độ khác nhau. Một số chất thải nguy hiểm là các sản phẩm phụ quen thuộc trong xã hội công nghiệp như đã từng được biết đến. Cơ quan Tiêu chuẩn của Mỹ cho rằng, khi các vật liệu làm bằng nhựa bị đốt cháy chúng sẽ tạo ra hàng trăm các hợp chất độc hại khác nhau như CO, SO<sub>2</sub>, NO, NH<sub>3</sub>, andehit, hydro xyanua và HCl... Vì vậy việc quản lý phải được kết hợp chặt chẽ và nhịp nhàng giữa chất thải nguy hiểm và vật liệu nguy hiểm.

## 1.2. QUẢN LÝ CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

*Định nghĩa về quản lý chất thải nguy hiểm:*

Quản lý chất thải nguy hiểm là xây dựng một hệ thống kiểm soát việc thu gom, phân loại nguồn thải, việc chứa đựng, vận chuyển, chế biến, xử lý, tái sử dụng các loại chất thải nguy hiểm.

*Chất thải nguy hiểm là những loại chất thải hoặc hỗn hợp chất thải có khả năng:*

- Gây ra tỷ lệ người mắc bệnh hoặc tử vong cao.
- Tăng độ nguy hiểm hiện tại cũng như trong tương lai đối với sức khỏe con người và ô nhiễm môi trường khi không được xử lý, chứa đựng hoặc vận chuyển không cẩn thận.

*Các chất thải nguy hiểm có thể phân ra thành các dạng sau:*

- *Chất dễ cháy:* Đó là các chất thải trong quá trình vận chuyển hay đóng gói có khả năng phát hoả hoặc làm tăng thêm độ hoả hoạn. Chúng thường là các chất lỏng có điểm cháy dưới 60°C (140°F).

Những chất không phải chất lỏng có thể dưới nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn gây ra cháy là do ma sát, do hút ẩm hoặc do thay đổi hoá học và khi bắt lửa, bốc cháy.

- *Chất ăn mòn:* Là những chất thải có thể ăn mòn các thùng chứa, trang thiết bị ngay cả ở điều kiện thường:

- Các vật liệu lỏng với pH ≤ 2 hoặc ≥ 12,5;
- Chất thải lỏng ăn mòn thép ở tốc độ lớn hơn 6,35 mm/năm.
- *Các chất dễ gây nổ trong quá trình phản ứng.*

**Bảng 1.2. Một số chất độc hại điển hình**

Hoá chất độc hại	Nồng độ cho phép, mg/l
Asen	5
Bari	100
Cadimi	1
Crom	5
Pb	5
Hg	0,2
Selen	1
Ag	5

Các chất độc hại như: PAH, xyanua, Pb, Hg, Sb, As, Cd, CFC, hydrocacbon, phenol, kim loại nặng, sunfit, dầu nhờn, nhựa đường, chất lỏng hữu cơ...

**Bảng 1.3. Số liệu ô nhiễm và tiêu chuẩn sạch**

	Ô nhiễm đất, mg/kg		Tiêu chuẩn sạch	
	lớn nhất	trung bình	đất, mg/kg	nước giải hấp, mg/l
Pb	> 5000	100 ÷ 1000	< 150	
Tổng CN <sup>-</sup>	> 1000	> 50	< 50	< 50
PAH	> 7000	≤ 500	< 20	< 0,2
Chất béo hữu cơ	> 10000	≤ 500	< 500	

**Bảng 1.4. Một số giá trị về kim loại nặng**

	Nồng độ lớn nhất của vật liệu trong đất chôn lấp, mg/kg	Nồng độ trong hỗn hợp xỉ và đất, mg/kg
Pb	38000	120 ÷ 5000
Sb	11000	3 ÷ 380
Cd	1300	0,1 ÷ 14
ΣPAH	1000	0,05 ÷ 10

**Bảng 1.5. Nồng độ trung bình của một số chất điển hình**

	Nước ngầm, mg/m <sup>3</sup>	Đất, mg/m <sup>3</sup>
Tricloetyl	4160	4185
Pecloetyl	6050	2150
Cloroform	65	80
Polyvinyl clorua	410	120
Benzen	110	230
Σ CHC	18300	
Σ BTX	1220	200
Tiêu chuẩn sạch Σ CHC	< 10 ÷ 20	< 1

### 1.3. KIỂM SOÁT CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

Vấn đề quản lý và kiểm soát các chất thải nguy hiểm, độc hại phải được coi là nhiệm vụ chung của mọi quốc gia.

Ban đầu người ta tập trung vào quản lý các chất có ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người, tìm các biện pháp tăng cường kiểm soát các chất độc hại, các chất dễ nổ và các chất bổ sung vào thực phẩm, các chất làm thuốc chữa bệnh và thuốc trừ sâu. Trong công tác quản lý chất độc hại phải nghiên cứu đến khả năng các chất tác động đến môi trường và sức khỏe của con người. Vì vậy cần phải tăng cường việc kiểm tra, kiểm soát ô nhiễm, các bệnh nghề nghiệp và đo độ sạch, kết hợp hạn chế sự phát thải và mức độ độc hại thải ra môi trường.

Sự phát triển của cộng đồng liên quan đến khả năng phát sinh nguy hiểm của hoá chất có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp tới sức khỏe con người và môi trường. Vì vậy phải hướng tới hạn chế các địa phương hoặc các vùng có liên quan đến các chất thải nguy hiểm, độc hại, để từ đó có thể kiểm soát được sản xuất, sử dụng, bảo quản và thải các chất thải nguy hiểm, độc hại. Nhiều chính phủ đã nhận thức được điều cần thiết phải kiểm tra, kiểm soát việc sử dụng các chất có thể

gây ra hậu quả nghiêm trọng cho môi trường toàn cầu, chẳng hạn như sử dụng hợp chất cloflocacbon (CFC) làm phá huỷ tầng ozon.

### **1.3.1. Những hoạt động quốc tế về quản lý chất thải nguy hiểm, độc hại**

Một số ví dụ sau đây về những hoạt động quốc tế có liên quan đến việc quản lý chất thải nguy hiểm và chất thải độc hại, như Chương trình Môi trường của Liên hợp quốc (UNEP) đã có các hành động sau:

- Năm 1976 thành lập “Tổ chức đăng kiểm các chất hoá học có khả năng gây độc hại” (IRPTC).
- Năm 1987 tại Luân Đôn đã có “Những hướng dẫn trao đổi thông tin về các chất hoá học trong thương mại quốc tế” (London Guidelines).
- Năm 1989 đã chấp thuận và bổ sung vào “Những hướng dẫn của Luân Đôn”.
- Năm 1985 FAO đã đưa ra các quy định quốc tế về “Hướng dẫn phân phối và sử dụng thuốc trừ sâu”.
- Năm 1989 đã có “Hiệp định cơ bản về di chuyển chất thải nguy hiểm qua biên giới”.
- Các tổ chức UNEP, WHO, ILO đã thành lập “Chương trình quốc tế về an toàn hoá chất” (IPCS).
- Các tổ chức UNEP, IE, UNIDO đã thành lập “Chương trình sản xuất sạch”.

### **1.3.2. Quản lý toàn diện chất thải nguy hiểm, độc hại**

Thiết lập một hệ thống quản lý toàn diện và kiểm tra, kiểm soát các chất thải nguy hiểm, độc hại ở cấp quốc gia hay cấp khu vực và kết hợp chặt chẽ tất cả các hoạt động sau đây:

- Cung cấp thông tin về chất thải nguy hiểm và tất cả các khả năng gây ra của chúng.

- Cung cấp các phương tiện nhận biết và phân loại.
- Đánh giá chất thải nguy hiểm, độc hại và đánh giá khả năng rủi ro.
- Các tiêu chuẩn đóng gói nhãn mác, trong đó có bảng yêu cầu về độ an toàn.
- Quản lý hợp lý việc di chuyển và bảo quản các chất thải nguy hiểm độc hại, bao gồm cả việc duy trì về kê khai và kiểm kê.
- Thiết lập hệ thống có hiệu lực để đánh giá công nghệ và quá trình sản xuất, sử dụng chất thải nguy hiểm, độc hại.
- Chương trình đảm bảo sức khỏe và an toàn cho con người khi sản xuất và sử dụng chất thải nguy hiểm, độc hại.
- Chương trình quản lý môi trường đảm bảo giảm thiểu phát thải phát sinh từ quá trình sản xuất hoặc sử dụng các chất thải. Kiểm tra các chất lắng và các phương pháp thải một cách hợp lý.
- Giáo dục cộng đồng về sử dụng an toàn các chất thải nguy hiểm.
- Đánh giá lại việc quản lý và kiểm tra, kiểm soát trên cơ sở những kiến thức và kinh nghiệm đã thu thập được.

#### **1.4. BẢO QUẢN CÁC CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI**

Chính sách của Mỹ về xây dựng các bể ngầm chứa hoá chất độc hại công bố vào ngày 23 tháng 9 năm 1988 được thiết lập trong phạm vi bộ luật yêu cầu có những quy định tối thiểu cho việc thiết kế, lắp đặt, vận hành và kiểm tra, kiểm soát hệ thống bể loại lớn trên toàn bộ nước Mỹ. Các chính sách đó bao gồm cả hệ thống chứa nhiên liệu xăng dầu, cũng như các hoá chất nguy hiểm, độc hại khác. Chúng được thiết kế để giúp cho việc kiểm soát chung được dễ dàng và giảm những bất lợi ảnh hưởng đến môi trường gây ra bởi rò rỉ sản phẩm từ các thiết bị chứa hoặc các đường ống dẫn. Chính sách quy định tiêu chuẩn việc



phát hiện rò rỉ trong hệ thống bể chứa hoá chất nguy hiểm, độc hại nghiêm ngặt hơn là đối với các thiết bị chứa nhiên liệu động cơ xăng dầu. Chính sách quy định tiêu chuẩn đối với việc phát hiện rò rỉ trong hệ thống bể chứa hoá chất độc hại, nguy hiểm. Hiệu quả của việc kiểm tra độ kín của bể chứa hoặc hệ thống đường ống dẫn được đo tự động để phát hiện rò rỉ trong bể chứa hoá chất và xăng dầu, cũng như tìm ra người điều khiển và người chủ thiết kế thiết bị.

Bảng dưới đây cho biết số liệu dung môi hữu cơ nguy hiểm, độc hại được bảo quản tại Mỹ và một số quốc gia.

**Bảng 1.6. Số liệu về bảo quản các dung môi**

Hoá chất	Số liệu của Mỹ năm 1987		Số liệu của 14 quốc gia năm 1990	
	% số bể	% thể tích bể được bảo quản	% số bể	% thể tích bể
Axeton	22,8	18,0	3,9	4,2
Toluen	13,3	14,2	5,6	9,2
Xylen	8,1	6,3	-	2,5
Metanol	6,6	5,5	3,8	3,3
Xeton	10,3	9,6	3,7	2,9
Tổng cộng	61,1	53,6	20,1	22,1

## CHƯƠNG 2

# LỰA CHỌN LẮP ĐẶT TRẠM XỬ LÝ CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

### 2.1. NHỮNG VẤN ĐỀ KỸ THUẬT TRONG VIỆC LỰA CHỌN MẶT BẰNG

Vấn đề lựa chọn địa điểm chứa các chất thải công nghiệp nguy hiểm, độc hại có thể rất phức tạp và tốn kém. Khi nghiên cứu một cách cẩn thận có thể chia quá trình này thành các giai đoạn sau đây:

*Giai đoạn nghiên cứu sơ bộ có nhiệm vụ:*

1. Thu thập thông tin xã hội;
2. Đánh giá nhu cầu;
3. Xác định tiêu chuẩn lựa chọn địa điểm.

*Giai đoạn thực thi cụ thể gồm:*

4. Xác định địa điểm;
5. Sở hữu đất;
6. Những thông tin tại địa phương;
7. Làm thủ tục xin phép địa phương;
8. Có được giấy phép của địa phương;
9. Giấy phép của chính quyền;
10. Thương thuyết;
11. Giải quyết những bất đồng.

*Giai đoạn trạm xử lý làm việc có nhiệm vụ:*

12. Vận hành trạm xử lý;
13. Tuân thủ những điều kiện đề ra;

14. Khắc phục những sự cố hư hỏng.

*Và công việc cuối cùng là:*

15. Chôn lấp.

Công việc lựa chọn địa điểm rất quan trọng và phải thực hiện các nhiệm vụ chủ yếu sau:

- 1) Xem xét những địa điểm có khả năng;
- 2) Đánh giá mặt bằng (tiêu chuẩn lựa chọn);
- 3) Phân loại mặt bằng theo ảnh hưởng của chúng đối với môi trường xung quanh.

Đầu tiên, liệt kê những địa điểm có khả năng, sau đó đánh giá trên cơ sở những tiêu chuẩn quy định, và cuối cùng xác định ảnh hưởng của chúng đến môi trường xung quanh trong trường hợp dùng để chứa chất thải.

Để có được cách giải quyết hiệu quả nhất đòi hỏi phải trả lời những câu hỏi sau đây: những tác động tiềm ẩn nào có thể liên quan tới hoạt động của bãi chứa; những đặc điểm nào của địa điểm được chọn, sẽ làm tăng hay giảm nhẹ những ảnh hưởng tiềm ẩn đó, những tiêu chuẩn để đánh giá liệu có thể chấp nhận ảnh hưởng đó.

Vấn đề cuối cùng liên quan đến việc vận chuyển và ảnh hưởng của những chất bản, chất dễ bắt lửa, chất gây nổ, chất ăn mòn, chất phóng xạ, chất truyền nhiễm hoặc chất kích thích. Hiển nhiên địa điểm tốt nhất là nơi các chất nêu trên ảnh hưởng thấp nhất đến con người và môi trường sống. Điều quan trọng nữa là phân loại các trạm được đề xuất để xử lý chất thải công nghiệp nguy hiểm. Thông thường thì những trạm xử lý này không khác nhiều so với các xí nghiệp hoá chất, vì vậy việc lắp đặt chúng không phải là vấn đề lớn. Việc chôn lấp chất thải mới là vấn đề phức tạp trong quá trình lựa chọn địa điểm, vì bản chất của việc chôn lấp chất thải là để tránh sự kiểm soát (từng phần hay toàn bộ) các chất thải nguy hiểm, độc hại đối với con người và môi trường sống.

## 2.2. NHỮNG TIÊU CHUẨN ĐỂ LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM

Trước tiên phải hệ thống các tiêu chuẩn lựa chọn địa điểm xây dựng các cơ sở xử lý chất thải độc hại, nguy hiểm. Việc phân tích các tiêu chuẩn đó liên quan trước hết đến những điều kiện cụ thể.

Khâu phân tích chất thải rất quan trọng trong việc lựa chọn hay đánh giá một địa điểm cụ thể, không phải là xem xét chung chung các nơi có thể xây dựng các cơ sở xử lý chất thải. Nói chung, việc lựa chọn địa điểm tối ưu phải được xét trên quan điểm hợp lý về kinh tế và các vấn đề liên quan đến vận chuyển phải quan tâm đến sự phân bố địa lý.

Đối với các nhà máy xử lý chất thải tiếp nhận những chất thải nguy hiểm chưa được xử lý, để giảm rủi ro trong quá trình vận chuyển nên sử dụng vài địa điểm gần các cơ sở xử lý khi có khối lượng lớn chất thải nguy hiểm, độc hại. Những chất thải đã ổn định hoặc đã được khử độc cũng có thể được đưa đến những nơi có điều kiện địa lý thủy văn thuận lợi. Khối lượng, đặc thù, tần số của chất thải được đưa đến, quy mô xử lý và chôn lấp chất thải là những chỉ tiêu kinh tế cần quan tâm. Để giảm chi phí đầu tư và chi phí thường kỳ nên thiết kế trạm xử lý có quy mô lớn. Nên chú ý đến những giới hạn ngặt nghèo yêu cầu đối với những chất thải đặc thù như những chất thải có chứa polyclodiphenyl, chúng phải được tiêu huỷ trong những lò có cấu tạo đặc biệt và phải được chôn lấp ở những bãi chứa theo những tiêu chuẩn đặc biệt. Phải quan tâm đến những hạn chế còn tồn tại liên quan đến luật lệ vận chuyển những lò chất thải nguy hiểm, giấy phép được thải chất nguy hiểm vào môi trường, quy chế của địa phương và đặc điểm sử dụng đất, ví dụ như ở vùng ven biển.

Với quy mô xử lý chất thải lớn đòi hỏi phải có địa điểm, khi lựa chọn có thể khoanh vùng, nếu có trước cấu trúc địa lý của địa điểm đó. Ví dụ nếu xem xét quá trình bơm thụt chất thải xuống giếng sâu thì việc lựa chọn địa điểm thích hợp có thể khoanh vùng dựa trên đặc thù các điều kiện địa chất của khu vực.

Với quá trình xử lý chất thải đã được lựa chọn sẽ xác định được loại chất lỏng và tương ứng là điều kiện địa chất cần thiết để chôn lấp. Trên cơ sở xử lý chất thải phải tìm ra được chủng loại và đặc tính nguy hiểm của chất thải để khoanh vùng địa điểm bãi chứa rác. Cuối cùng, những đặc điểm của quá trình xử lý chất thải sẽ quyết định nhu cầu về điện, nước và hạ tầng cơ sở, đó là yếu tố kinh tế quan trọng trong lựa chọn địa điểm.

### **2.2.1. Những đặc điểm địa chất**

Những đặc điểm địa chất bao gồm các tiêu chuẩn về địa tầng học và đo vẽ địa hình. Phân tích tiêu chuẩn đo vẽ địa hình, các điều kiện thủy văn và đất được tiến hành riêng biệt, bởi vì chúng có ý nghĩa đặc biệt khi lựa chọn địa điểm. Trước khi xem xét một địa điểm nào phải đối chiếu những đặc điểm địa chất chung theo những tiêu chuẩn đã nêu.

Hiện đã có những tiêu chuẩn địa lý chung cần phải lưu ý đến khi triển khai xây dựng các bãi chứa và chôn lấp chất thải rắn. Địa chất công trình bao gồm những yếu tố địa chất – vật lý, bảo đảm sử dụng đất có hiệu quả, đảm bảo tính bền vững của các thiết bị và của trạm xử lý, góp phần giải quyết những vấn đề liên quan đến phát triển công nghiệp. Khi đánh giá phải chú ý đến điều kiện có thể chấp nhận được của từng vùng để bố trí bãi chứa chất thải nguy hiểm, độc hại.

Cấu tạo địa chất, mức nước và khả năng chống thấm của đất trong điều kiện không kiểm soát được chất thải phải được nghiên cứu xem xét tại từng khu vực, để chấp nhận nhất là các trạm trang bị các bể lắng có độ dày địa tầng học lớn nhất. Các vùng có đá núi lửa lộ ra và những vách đá phân tán thường được coi là không thuận lợi, bởi vì chúng hạn chế không gian chôn lấp, thậm chí không thể đào sâu. Những vùng bình nguyên có lớp đá bazan hoặc đá vôi, cũng như vết tích thời kỳ băng hà làm chất thải thấm mạnh vào nước và lan truyền nhanh một khi không kiểm soát được việc thải chất thải nguy hiểm

cũng được coi là không thuận lợi. Địa hình núi đồi đá vôi, những thung lũng vết tích của thời kỳ băng hà, những lớp đá sỏi kích thước khác nhau, cũng như những vùng bị ngập lụt đều không thuận lợi theo quan điểm kinh tế và về kỹ thuật khi xây dựng trạm xử lý. Không xem xét những vùng có nhiều vết nứt cục bộ và những đường rạn nứt có thể đẩy nhanh quá trình phân tán chất bẩn vào nước, làm tăng mức độ nhiễm bẩn đối với môi trường.

Ở những nơi có tiềm năng động đất, tần số và cường độ của nó được coi như là nguyên nhân gây nên thêm những sự rạn nứt trong vùng đất đang nghiên cứu. Những vùng có khả năng bị động đất sẽ không thích hợp để chôn lấp sâu các chất thải nguy hiểm, độc hại bởi vì đào sâu có thể là một yếu tố kích thích động đất.

### **2.2.2. Những đặc điểm địa lý tự nhiên**

Những đặc điểm địa lý tự nhiên có quan hệ chặt chẽ không chỉ với các yếu tố địa chất, các đặc tính thủy văn mà còn phản ánh những hoạt động địa chất xảy ra gần đây.

Những vùng có độ dốc lớn (hơn 10%) chứng tỏ đang có quá trình hoạt động địa chất, điều này đặt ra những hạn chế cho việc sử dụng đất. Giá cả san lấp mặt bằng và xây dựng trong trường hợp này thường khá cao, đòi hỏi phải có những tuyến đường chuyên dùng hoặc những tuyến vận tải tối ưu, dẫn đến tăng chi phí nói chung và nguy cơ tiềm ẩn trong trường hợp chất thải nguy hiểm lọt ra ngoài.

Điều kiện địa chất có thể rất phức tạp và thay đổi trong giới hạn của địa phương có địa điểm lựa chọn, điều này đòi hỏi phải khảo sát cẩn thận. Tại những vùng có độ dốc thường gặp phải những chỗ gấp khúc, vết nứt, chỗ sụt lún và trôi trượt. Những vùng như vậy thường có trầm tích với số lượng lớn làm ô nhiễm nguồn nước từ những mạch nước ngầm. Những vùng bằng phẳng (độ dốc dưới 1%) cũng được coi là không thuận lợi. Những khu vực đó dễ bị ngập nước bởi những dòng sông, các bãi lầy hoặc những chỗ thấp hơn. Mặt khác ở những vùng



bình nguyên bằng phẳng thường có những chỗ thoát nước yếu, đất thường hơi xốp, nên có lợi thế hơn về nông nghiệp, nghỉ ngơi và bảo tồn sinh thái. Tuy nhiên cũng có thể sử dụng làm bãi chứa chất thải, nhưng với chi phí cao và rủi ro lớn. Những vùng có độ dốc nhỏ (từ 1 đến 10%) thường được xem là hợp lý nhất để bố trí trạm xử lý hoặc chôn lấp chất thải công nghiệp nguy hiểm, độc hại.

Mặc dù các biện pháp phòng cháy có tính đến sự an toàn của các thiết bị chứa chất thải, nhưng cũng không có thể đảm bảo an toàn tuyệt đối khi có chất thải nguy hiểm, độc hại. Cho nên việc sử dụng đất làm vật cản trong những trường hợp như vậy được xem như là ưu tiên số một. Khi chất lỏng nguy hiểm thấm qua đất cần phải có thời gian, cho nên có thể trong một thời gian nào đó tiến hành khắc phục sự thấm đó. Độ dày lớp đất và khoảng cách đến mạch nước ngầm xác định quá trình phát tán chất thải lỏng nguy hiểm. Lớp đất càng dày thì thời gian để các chất thải nguy hiểm thấm thấu vào nước ngầm càng lâu. Tốc độ dịch chuyển của chất lỏng chủ yếu được xác định bằng cấu trúc và độ đặc của đất, cũng như độ dốc của mặt bằng. Độ đặc của đất càng cao thì độ thấm càng thấp, như vậy chất lỏng sẽ thấm vào đất chậm hơn. Tương tự, các tầng kết cấu càng lớn, độ thấm vào đất càng nhỏ. Độ dốc càng lớn thì chất lỏng sẽ chảy thoát khỏi mặt đất càng nhanh, tốc độ thấm càng nhỏ. Tiêu chuẩn hút nước của đất, cũng như độ pH chỉ tác động đến các cấu tử bị hút của chất thải. Độ thấm của đất và mặt bằng của đất càng lớn thì chất thải bị hấp thụ càng mạnh. Hơn nữa sự gia tăng độ pH sẽ đẩy nhanh quá trình hấp thụ, đặc biệt đối với các kim loại nặng.

Các giải pháp kỹ thuật cũng có thể khắc phục những nhược điểm của đất. Ví dụ nếu đất ở những vùng có cơ sở xử lý chất thải không thích hợp cho chôn lấp chất thải không hoà tan, thì có thể chuyển sang chôn lấp ở các bãi chôn lấp khác với chi phí thấp hơn.

Ở các vùng đất có chứa thành phần lớn đất sét dẻo hoặc cấu

thành từ những hạt bùn nhỏ, đòi hỏi chi phí lớn để làm bể máy. Nếu trạm xử lý chất thải nguy hiểm được xây dựng trên đất màu nhiều dinh dưỡng (loại I), thích hợp cho trồng trọt trong nông nghiệp, thì hoàn toàn không hợp lý vì đất này vĩnh viễn không còn trồng trọt được nữa.

Những đặc tính thủy văn bao gồm những tiêu chuẩn thể hiện số lượng, chất lượng cũng như sự phân bố nguồn nước lộ thiên và nước ngầm. Những vùng lãnh thổ được xem là thích hợp để xây dựng các cơ sở xử lý chất thải công nghiệp cần phải đáp ứng các điều sau:

- Nguồn nước (lộ thiên hoặc ngầm) có khả năng cung cấp nước sạch 740 lít/phút;
- Phải có những mạch đá cứng dày, đặc để làm nền;
- Không có giao thông đường thủy quy mô lớn và không bị ngập nước.

Những vùng bị ngập nước không được sử dụng do hai nguyên nhân:

- Vấn đề an toàn: thông thường địa điểm phải cao hơn mức ngập nước tối đa, để bảo vệ trạm, thiết bị và chất thải;
- Những vùng bị ngập nước thường ở những nơi có mực nước ngầm và độ thấm của đất cao. Những thiết bị được đặt ở những vùng bị ngập nước, cản trở dòng chảy của nước.

Không nên chọn địa điểm ở những vùng có mực nước ngầm cao vì có khả năng nguồn nước bị ô nhiễm và việc thải rác bừa bãi (mực nước ngầm càng thấp thì càng lọc được nhiều chất bẩn trong đất). Hiệu quả quá trình lọc phụ thuộc vào chủng loại đất, tốc độ thấm của chất lỏng và khoảng cách đến lớp đất chứa nước. Tốc độ thấm phụ thuộc vào độ ẩm của đất và gradien thủy lực. Nói chung gradien thủy lực lớn có liên quan đến độ thấm thấp, và ngược lại độ dốc cũng ảnh hưởng đến gradien thủy lực: độ dốc càng lớn thì gradien thủy lực càng lớn.

Rõ ràng là mỗi địa điểm xử lý chất thải cần phải có một nguồn nước nhất định với đầu vào khoảng 740 lít/phút. Chất lượng nước quy định những chi phí cần thiết khi sử dụng nguồn nước này cho các quá trình sản xuất khác nhau.

Những khu vực có nền là những tảng đá dầy, đặc không chứa cacbonat, được ưa thích hơn là những khu vực có đá cacbonat dầy, đặc (đá vôi) hoặc đá phân tán. Đá cacbonat thường không được ưa chuộng vì chúng có những chỗ rỗng và những rãnh nên có độ thấm cao.

### **2.2.3. Những đặc điểm khí hậu**

Đặc điểm khí hậu có ý nghĩa trong khâu lựa chọn địa điểm, chủ yếu liên quan đến lượng mưa, biểu đồ gió, môi trường không khí có thể bị ô nhiễm, cũng như những hiện tượng thời tiết bất thường (bão lốc, gió giật...). Thông thường, ở những vùng ít mưa sẽ thuận tiện cho cấu trúc trạm xử lý đơn giản hơn, có điều kiện để hệ thống bay hơi hoạt động có hiệu quả hơn, hạn chế khả năng các hợp chất nguy hiểm có nồng độ cao bị rò rỉ hoặc thấm vào mạch nước ngầm khi chúng bất ngờ bị tràn ra ngoài, cải thiện điều kiện đường xá, thuận tiện cho xây dựng trạm xử lý chất thải và chứa tạm thời hoặc vĩnh viễn các chất thải đó. Lượng mưa ít đặc biệt thích hợp cho nơi chứa các chất thải không bay hơi, loại trừ khả năng làm nhiễm bẩn môi trường khi có nước mưa cuốn trôi trên mặt đất.

Mặt khác, lượng mưa ít cũng có những hạn chế nhất định. Ví dụ, nếu các hợp chất nguy hiểm vô tình được thải vào khí quyển thì mưa sẽ rửa sạch không khí khỏi những chất thải này.

Chỉ số của biểu đồ gió liên quan chặt chẽ tới việc lựa chọn địa điểm trạm xử lý đảm bảo an toàn vệ sinh, thông thoáng nhằm giảm nồng độ chất thải khi chúng vô tình bị thải vào không khí. Để giảm tối thiểu khả năng xuất hiện những đám mây bị nhiễm bẩn với nồng độ cao, đòi hỏi mức độ rối của dòng không khí phải cao tại những khu vực được đảm bảo an toàn vệ sinh. Hoàn toàn không nên xây dựng

những trạm xử lý ở những vùng có khả năng xuất hiện hiện tượng thời tiết bất thường (gió giật, bão lốc, đông tố), vì chúng làm tăng khả năng hư hỏng thiết bị và phát tán các chất nguy hiểm khi đất bị xói lở hoặc chúng bị cuốn trôi theo nước mưa.

#### **2.2.4. Những vấn đề giao thông vận tải**

Các vấn đề vận tải liên quan tới các yếu tố kinh tế và những rủi ro trong vận chuyển chất thải nguy hiểm, độc hại. Như vậy nên có đường giao thông ngắn nhất và sử dụng các phương tiện giao thông hiệu quả nhất.

Những yếu tố kinh tế cần tính đến khối lượng chất thải cần vận chuyển, khoảng cách chuyên chở, hệ thống giao thông hiện có. Chi phí vận chuyển thường tăng theo khoảng cách, đó là không kể đến những trường hợp khi bị quá tải do có thay đổi các phương thức vận chuyển. Chi phí vận chuyển có thể cũng tăng nếu quãng đường vận chuyển dài hơn 400 km (khoảng cách trung bình của một chuyến).

Yếu tố rủi ro phụ thuộc vào vận chuyển đường xa, khoảng cách và đặc điểm của đường, cũng như số lượng và phạm vi những điểm dân cư trên đường. Rủi ro thường tăng tỷ lệ với phạm vi điểm dân cư và số lượng của những điểm này trên đường vận chuyển chất thải. Vận chuyển xuyên qua thành phố rất nguy hiểm do hai yếu tố: con người và lưu lượng giao thông. Sự nguy hiểm rủi ro tăng cùng với sự gia tăng dân số, còn xác suất xảy ra sự cố trên đường vận chuyển liên quan đến sự gia tăng số lượng phương tiện tham gia giao thông. Một vấn đề khác không kém quan trọng phụ thuộc vào đặc điểm của từng địa phương trên tuyến đường: đường càng phức tạp thì xác suất xảy ra sự cố càng cao.

#### **2.2.5. Vấn đề về nguồn tài nguyên**

Vấn đề này liên quan đến những nguồn tài nguyên có ích tại địa điểm định chọn cũng như với hoạt động của con người. Phần lớn khía

cạnh của vấn đề này là sử dụng đất đai một cách hợp lý. Đưa ra những quy chuẩn để xác định việc sử dụng đất đai một cách hợp lý là rất phức tạp, cần phải phối hợp chặt chẽ với các đặc điểm khác của địa điểm đang nghiên cứu, đặc biệt các đặc điểm về địa lý, khí hậu, điều kiện tự nhiên và những gì có liên quan đến vấn đề môi trường sống của con người.

Trong khái niệm nguồn tài nguyên bao gồm việc sử dụng khoáng sản, hoạt động sản xuất, du lịch cũng như đặc điểm riêng trong quá trình phát triển thương mại, công nghiệp, xây dựng dân dụng... Cần phải dung hoà các khả năng khác nhau nảy sinh trong quá trình xem xét sử dụng các nguồn tài nguyên chủ yếu có chủ ý đến triển vọng và dự đoán nhu cầu của địa phương.

#### **2.2.6. Vấn đề môi trường sống**

Vấn đề môi trường sống, đặc biệt khó phản ánh để đưa ra những quy chuẩn lựa chọn địa điểm. Đánh giá ảnh hưởng đến hoạt động của con người thường vấp phải các quan điểm chủ quan, làm phức tạp thêm dư luận xã hội bởi nền tảng lịch sử và địa lý. Cho nên khi đưa ra những quy chuẩn đối với môi trường sống và ý nghĩa của những quy chuẩn đó phải phân biệt các yếu tố số lượng và đánh giá chất lượng. Các yếu tố về số lượng bao gồm: phân bố dân cư, nhu cầu cải thiện, khoảng cách đến các khu vực có giá trị lịch sử đặc biệt. Đánh giá chất lượng gồm các yếu tố như dư luận xã hội, các vấn đề kỹ thuật có liên quan đến các vấn đề nhân văn. Thông thường, các khu vực đô thị được xem là không thích hợp để bố trí các trạm xử lý chất thải. Thực tế, nhiều xí nghiệp công nghiệp ở những khu vực đông dân cư không thành công trong việc bố trí trạm xử lý, đặc biệt những xí nghiệp ở gần khu dân cư đang có tốc độ phát triển. Mặc dù những khu dân cư rộng lớn phát sinh ra phần lớn chất thải (điều này rất quan trọng khi giải quyết vấn đề giao thông), trong khi chưa có sự thống nhất quan điểm về mặt chính trị cũng như xã hội về sự cần thiết phải bố trí các trạm xử lý chất thải

gần khu dân cư, thậm chí trên địa phận các khu công nghiệp. Trong trường hợp nếu những rủi ro có thể khi bố trí các trạm xử lý như vậy sẽ phải được hạn chế đến mức thấp nhất bằng các biện pháp xây dựng và các biện pháp khác, tuy nhiên những rủi ro tương tượng sẽ rất lớn, điều đó có thể làm cho các khu vực dân cư đông đúc không được xem xét. Đồng thời cũng loại trừ cả những khu dân cư ven biển (do tầm quan trọng của những vùng này về tiềm năng du lịch, cũng như những đòi hỏi của luật pháp hiện hành về bảo vệ môi trường), những khu bảo tồn động vật, thích hợp để phát triển du lịch; những vùng giáp biên giới; những địa danh có ý nghĩa lịch sử và văn hoá lớn; những vùng có nhiều trường học, bệnh viện, và các cơ quan tương tự.

### **2.2.7. Những đặc điểm sinh học**

Về các đặc điểm sinh học, cần phải gắn liền với nghiên cứu hệ thống sinh thái vốn rất phức tạp và bao gồm nhiều yếu tố vật lý, hoá học và sinh học, có nhiều quan hệ ràng buộc. Để nhận rõ hệ thống sinh thái, tốt nhất nên xem xét những yếu tố chủ yếu. Biện pháp dự báo thường được sử dụng khi không thể thực hiện đo lường hoặc đánh giá tất cả các yếu tố. Trong trường hợp này cần phân tích đầy đủ và chi tiết từng nhóm sinh vật, môi trường sống của chúng hoặc những yếu tố quan trọng khác như chỉ số đánh giá chung chất lượng hoặc điều kiện hoạt động của hệ sinh thái.

Giới thực vật với bản chất quang hợp, là một nguồn năng lượng trong hệ sinh thái. Sức sinh sản của thực vật theo quan điểm năng lượng hoặc khối lượng sinh học là vô cùng quan trọng trong quá trình điều tiết số lượng và chủng loại động vật có thể tồn tại trong hệ sinh thái. Giới thực vật cũng cung cấp điều kiện để sinh sản và bảo tồn động vật, điều đó xác định chất lượng của toàn bộ hệ thống sinh thái. Do vậy khi lựa chọn địa điểm xử lý chất thải cần phải quan tâm đặc biệt đến vấn đề này.

Những vùng thuận lợi để bố trí các trạm xử lý chất thải có ý



nghĩa về mặt sinh thái thấp hoặc là do liên quan đến việc xây dựng, hoặc là liên quan đến các điều kiện hoá lý của tự nhiên. Những vùng đầm lầy có sức phát triển cao và độ nhạy cực lớn đối với những tác động môi trường khác nhau thì không nên sử dụng làm địa điểm xử lý chất thải. Những vùng đất tự nhiên hiếm hoi có thực vật hoặc động vật quý hiếm hay đang bị mất dần, cũng được xem là không phù hợp để xây dựng trạm xử lý chất thải.

**Bảng 2.1. Tiêu chuẩn để lựa chọn địa điểm**

Các yếu tố liên quan đến việc lựa chọn địa điểm	Các điều kiện	
	Sử dụng được	Không sử dụng được
<i>Điều kiện địa chất</i>		
Độ sâu của nền bãi chứa	Trên 15 m	Dưới 9 m
Loại đất đá	Đá phiến, cát chất lượng cao, các nham thạch kết tủa	Đá vôi dày đặc hoặc đá vụn các loại
Địa chấn	Khu vực nguy hiểm 0 - 1	Khu vực nguy hiểm 3
Kiến tạo	Trên 1,6 km kể từ đáy bãi chứa	Dưới 1,6 km kể từ đáy bãi chứa
Những đặc tính ít gặp		Có giá trị khảo cổ hoặc cổ sinh vật học
<i>Điều kiện địa lý</i>		
Địa hình	Độ dốc thoải, mở lộ thiên để khai thác	Những khu vực trũng ẩm thấp, vùng đồng bằng ngập nước, mỏ sâu hoặc mỏ lộ thiên, những mỏ có sỏi và sa thạch

**Tiếp bảng 2.1**

Các yếu tố liên quan đến việc lựa chọn địa điểm	Các điều kiện	
	Sử dụng được	Không sử dụng được
Độ dốc	Bằng phẳng hoặc những gò đất không dốc; độ dốc dưới 10%	Có độ dốc, mạch nước sâu; độ dốc trên 25%
<b>Các tầng đất</b>		
Độ sâu	trên 100 cm	dưới 25 cm
Kiến tạo	Từ bùn đến các loại đất phì nhiêu	Đất sét chất lượng cao
Rãnh thoát nước	Tốt vừa phải	Độ tơi xốp cao
Tốc độ lọc	Từ 1,5 đến 5 cm/h	Dưới 1,5 cm/h hoặc trên 5 cm/h
Hợp chất hữu cơ	gần 1%	trên 8%
Độ nghiêng	2 đến 12%	trên 25%
Độ thấm trong đất và đặc tính của nó	$10^{-3} \div 10^{-7}$ cm/s; hỗn hợp của cát, bùn, đất sét, cát bột và bùn phân tán	$10^{-1}$ cm/s; cát và sỏi hoặc đất sét có độ thấm $10^{-8}$ cm/s
<b>Điều kiện thủy văn</b>		
Rãnh thoát nước	Các chất dễ thấm, mặt đất khô	Đất sét nặng hoặc lớp hữu cơ, địa hình ngập nước, ao hồ
Nước lộ thiên	Những thung lũng bằng phẳng hoặc hình bậc thang có những khe suối và dòng chảy	Đồng bằng gần sông, những khu vực ngập nước (có lịch sử hàng trăm năm)

**Tiếp bảng 2.1**

Các yếu tố liên quan đến việc lựa chọn địa điểm	Các điều kiện	
	Sử dụng được	Không sử dụng được
Khoảng cách	Cách hồ và đầm lầy hơn 900 m; cách sông trên 600 m	Cách các nguồn nước lộ thiên 600 m; cách các đường phân nước 8 km
Nước ngầm	Không có trữ lượng lớn nước ngầm	Suối nhỏ, suối phun, đầm lầy
Độ sâu đến chỗ có nước	trên 24 m	
Khu mặt nước	Đáy đá cứng và sâu có lớp phủ dày không thấm nước	Gần giống với bề mặt của đáy sâu nhưng có lớp phủ mỏng có khả năng thấm nước
Hướng dòng chảy so với địa điểm	Chảy về địa điểm	Chảy ngược hướng địa điểm
Nguồn nước	trên 900 m	dưới 600 m
<b>Điều kiện khí hậu</b>		
Mưa	Vùng ít mưa	Vùng nhiều mưa
Bão tố	Những cơn bão ít có và gió mạnh	Những vùng chịu nhiều bão táp và gió giật
Gió	Gió nhẹ thông thoáng; không có những trung tâm dân cư ở những nơi có hướng gió chính	Trung tâm dân cư ở những vùng không khí ngột ngạt; những khu dân cư cách hướng gió chính 0,8 km

**Tiếp bảng 2.1**

Các yếu tố liên quan đến việc lựa chọn địa điểm	Các điều kiện	
	Sử dụng được	Không sử dụng được
<i>Vấn đề vận tải</i>		
Cách các toà nhà công cộng	trên 300 m	dưới 300 m
Khoảng cách đến các huyết mạch giao thông chính	trên 600 m	dưới 600 m
Có đường giao thông	Các tuyến giao thông ít xảy ra tai nạn	
<i>Những vấn đề về nguồn tài nguyên</i>		
Sử dụng đất	Không gần những vùng trồng trọt nông nghiệp	Gần các khu công viên, các khu bảo tồn hoặc những dòng sông đẹp
<i>Vấn đề môi trường</i>		
Nhân khẩu học	Mật độ dân cư thấp	
Vị trí	Cách các giếng khoan nước ăn trên 8 km	Gần các trung tâm văn hoá hoặc đường biên giới quốc tế; cách giếng nước dưới 0,8 km; cách đầu nguồn sông có dòng chảy dưới 1,6 km

**Tiếp bảng 2.1**

Các yếu tố liên quan đến việc lựa chọn địa điểm	Các điều kiện	
	Sử dụng được	Không sử dụng được
<i>Những khía cạnh sinh học</i>		
Môi trường sinh thái	Có giá trị sinh thái thấp, các loại động thực vật nghèo nàn, không có động vật quý hiếm	Là nơi sinh sống của các loại động thực vật quý hiếm và đang bị mất dần

Trên cơ sở những phân tích trên đây có thể rút ra những điều kiện để chọn địa điểm đặt trạm xử lý chất thải nguy hiểm, độc hại (bảng 2.1). Những điều kiện này có thể sử dụng để chọn địa điểm chứa chất thải. Những trạm xử lý này, loại trừ khả năng loại ra chất độc, thực chất là nơi thực hiện các quá trình sản xuất hoá học và không đòi hỏi những tiêu chuẩn ngặt nghèo.

### **2.3. VẬN DỤNG NHỮNG TIÊU CHUẨN LỰA CHỌN ĐỊA ĐIỂM**

Sau khi đã xác định tiêu chuẩn lựa chọn địa điểm có thể đánh giá trên thực tế địa điểm đó. Công việc đánh giá này thường được chia ra ba giai đoạn (hình 2.1) bao gồm: nhận xét chung đối với địa điểm, đánh giá địa điểm và hoàn thiện các thủ tục. Trong hai giai đoạn đầu sử dụng trực tiếp những tiêu chuẩn đã đề ra; đối với giai đoạn thứ ba sử dụng những tiêu chuẩn ít ngặt nghèo hơn.

Để có thể đơn giản khi áp dụng các tiêu chuẩn đề ra, người ta chia chúng thành hai nhóm: những tiêu chuẩn có thể áp dụng và những tiêu chuẩn không thể áp dụng, cũng như những tiêu chuẩn liên quan đến giá trị của địa điểm. Nhóm tiêu chuẩn đầu tiên xác định địa điểm đó có thích hợp hay không. Đối với các tiêu chuẩn về số lượng thì xác định

giá trị giới hạn, bởi vì tất cả những địa điểm có giá trị giới hạn đều không thích hợp, còn nếu ngược lại thì có thể xem xét. Các tiêu chuẩn “thích hợp” hay “không thích hợp” và các giá trị giới hạn thường dựa trên các “điều kiện không sử dụng được” (bảng 2.1). Những tiêu chuẩn phù hợp chủ yếu dựa trên những “tiêu chuẩn sử dụng được” (bảng 2.1). Dựa trên tính chất các tiêu chuẩn so sánh hai địa điểm trên cơ sở các số liệu có được. Tiêu chuẩn để đánh giá mức độ thích hợp bao gồm như thường lệ là các số liệu, trong đó có quy định giá trị giới hạn.

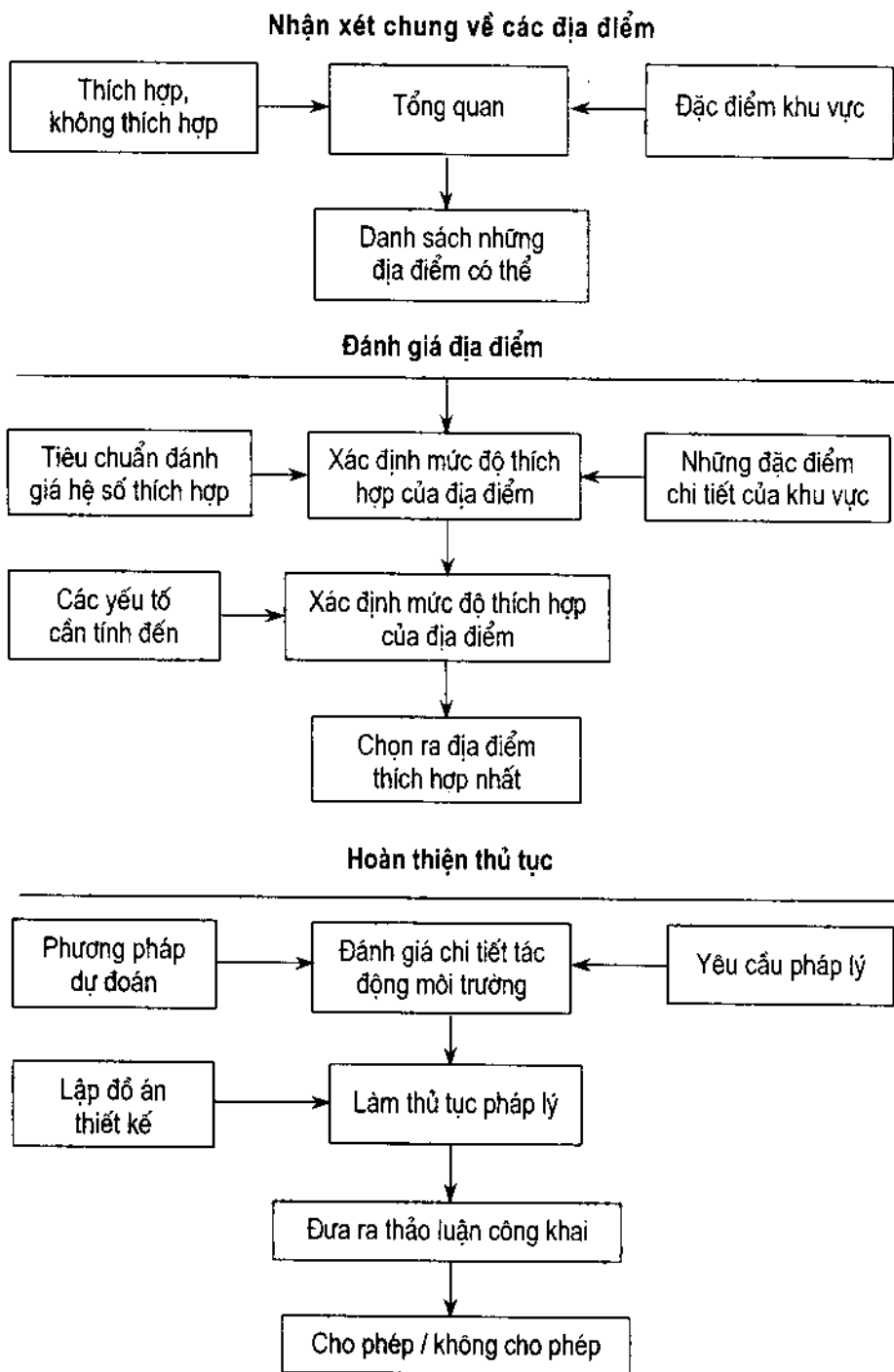
### **2.3.1. Xem xét tổng quan địa điểm**

Giai đoạn đầu tiên của quá trình lựa chọn địa điểm có thể được thực hiện theo hai cách:

- 1) Phát hiện trực tiếp những lô đất thích hợp ;
- 2) Phát hiện những lô đất qua sàng lọc những điều kiện không thích hợp.

Không có một cách lựa chọn nào có thể được xem là hoàn toàn tối ưu. Song kinh nghiệm cho thấy rằng, quá trình lựa chọn địa điểm để xây dựng trạm xử lý chất thải nguy hiểm thường có hiệu quả nhất khi một hoặc hai tiêu chí chiếm ưu thế. Ví dụ, nếu biết rằng địa điểm phải nằm trên đất thuộc quản lý của Nhà nước, có thể chỉ tập trung ở một số khu vực nhất định theo chế độ đã quy định cho phù hợp với thực tế. Đôi khi có vài tiêu chí xác định tính không phù hợp của những khu vực đó nhưng trong quá trình lựa chọn thì lại trở thành tối ưu.

Trong quá trình tuyển chọn, những khu vực không thích hợp bị loại trừ, điều đó cho phép tập hợp được một danh sách cô đọng những địa điểm có tiềm năng. Việc ứng dụng trong thực tế những tiêu chuẩn dùng để loại trừ được thực hiện bằng phương pháp đơn giản hay phức tạp tùy thuộc vào bản chất của tiêu chuẩn đó.



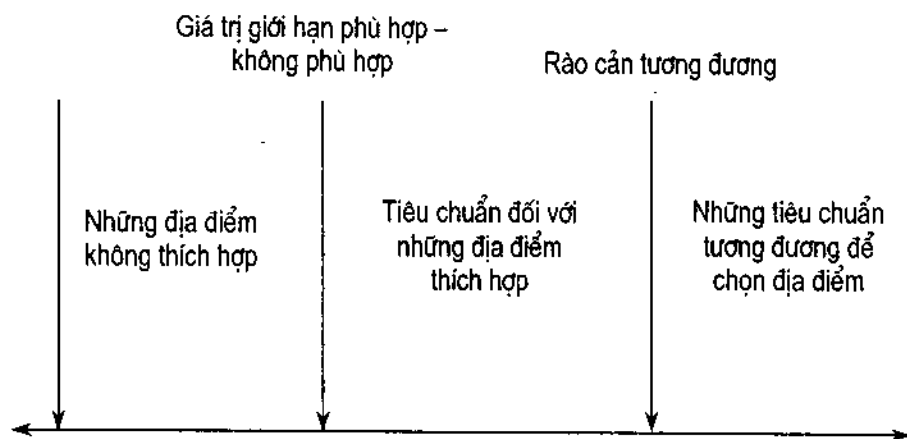
**Hình 2.1. Ba giai đoạn của quá trình chọn địa điểm**

Những địa điểm cần phải khảo sát theo những tiêu chuẩn loại trừ đã nêu (ví dụ, phù hợp – không phù hợp do độ chứa nước của khu vực hoặc những hạn chế về mặt pháp lý), được đánh dấu vào bản đồ khoanh vùng những khu vực đang nghiên cứu. Những bản đồ khoanh vùng sau đó được so sánh để chọn ra khu vực đáp ứng được tiêu chuẩn. Những khu vực đã chọn sẽ là phương án để tuyển chọn địa điểm.

Quá trình loại trừ các khu đất dựa trên bản đồ khu vực:

- 1) Loại trừ những khu vực bị ngập nước;
- 2) Loại trừ những khu vực có nguồn tài nguyên sinh học quý hiếm;
- 3) Loại trừ rừng và những khu vực tự nhiên khác;
- 4) Loại trừ các công viên.

Sử dụng máy tính trong quá trình khái quát các địa điểm có khả năng cho kết quả tốt nhất khi nghiên cứu chi tiết các địa điểm lớn hoặc khi sử dụng nhiều những tiêu chuẩn loại trừ và phải bảo tồn số liệu cho từng địa điểm nghiên cứu.



**Hình 2.2. Mối tương quan giữa giá trị giới hạn và những giá trị tương đương để đánh giá các địa điểm định chọn**



### 2.3.2. Đánh giá địa điểm

Giai đoạn hai của quá trình chọn địa điểm là thực hiện phân tích đối chiếu những địa điểm có tiềm năng, như đã nêu ở giai đoạn trước, để mỗi địa điểm có thể được sắp xếp bố trí phù hợp với nhu cầu. Trong trường hợp này việc đánh giá địa điểm dựa theo những tiêu chuẩn phù hợp tương đối. Như đã lưu ý trên đây, những tiêu chuẩn này có thể liên quan đến chuẩn mực giới hạn, trong đó có trị số này tốt hơn so với các trị số khác, nhưng không có cơ sở để bỏ qua không nghiên cứu (hình 2.2). Giai đoạn hai cũng có thể được xác định, khi có khác biệt về đại lượng dựa trên tiêu chuẩn, nhưng về bản chất là không có ý nghĩa. Tất cả các trị số ở khu vực như vậy chỉ có một mức độ phù hợp. Như vậy ảnh hưởng quá mức của yếu tố này sẽ bị ngăn chặn, nếu những yếu tố khác cũng có ý nghĩa tốt. Nói cách khác, không nên đánh giá địa điểm cách khu vực dân cư 160 km cao hơn địa điểm cách khu dân cư 80 km nếu ở địa điểm thứ hai có mạch nước ngầm thấp hơn nhiều so với địa điểm thứ nhất.

Như vậy, nảy sinh vấn đề kết hợp các trị số của từng tiêu chuẩn vào một tiêu chuẩn thống nhất có thể so sánh được để xếp loại các địa điểm. Bất kỳ sự đối chiếu so sánh nào cũng bao gồm đánh giá về mặt chất lượng liên quan đến những tiêu chuẩn có trị số tương đối. Trên quan điểm đó đòi hỏi phải có cách đánh giá cho mỗi thông số đang nghiên cứu: kết hợp giữa đánh giá trung hoà và tương đối (có thể đối chiếu được). Đánh giá tương đối được thực hiện trên cơ sở khoa học và kỹ thuật bởi các chuyên gia đầu ngành trên quan điểm sử dụng mỗi địa điểm theo tiêu chuẩn. Mặt khác, dung hoà một cách chủ quan ý kiến của từng cá nhân hay một nhóm về tầm quan trọng của từng tiêu chuẩn. Những cá nhân trong mỗi lĩnh vực có thể là những chuyên gia trong lĩnh đó, nhưng họ không phải là chuyên gia của lĩnh vực khác. Việc đánh giá tương đối cho phép so sánh những địa điểm phải chọn một trong các thông số cụ thể. Tuy nhiên, nếu không so sánh ảnh hưởng của các chỉ số khác nhau sẽ không tổng hợp được các đánh giá

khác nhau, tức là không thể khẳng định nếu như chất lượng không khí quan trọng hơn việc vi phạm cảnh quan một cách rõ ràng. Bởi vì ý kiến cá nhân có thể rất khác nhau tùy theo mức độ quan trọng của từng chỉ số của các nhóm khác nhau. Nhưng nếu có một nhóm chuyên gia đủ lớn thì việc tập hợp các yếu tố so sánh không quá khác nhau.

Đánh giá có thể đối chiếu thu được trên cơ sở thống kê các đánh giá của từng cá nhân trong số 10 chuyên gia. Tổng các yếu tố trung hoà bằng 100. Tích số của yếu tố trung hoà (từ 0 đến 100) với các yếu tố đánh giá tương đối của mỗi thông số là một tổng số của tất cả các thông số đánh giá địa điểm trong khu vực. Phép tính cộng đó là sự đánh giá chất lượng của mỗi khu vực mà sau đó có thể đối chiếu với con số lý tưởng (500) và với các khu vực khác trong vùng. Ngoài ra những yếu tố trung hoà các tiêu chuẩn liên quan đến khoa học đất đai được chia thành bốn nhóm sử dụng thể thức đồng nhất với việc trung hoà các tiêu chuẩn chủ yếu. Trong phần này chỉ có sự tham gia của các chuyên gia. Các chỉ số trung hoà không khác nhau nhiều ở những khu vực khác nhau tùy thuộc vào những giá trị tương đối mà các chuyên gia đã tính được. Những yếu tố đã được trung hoà được liệt kê ở bảng 2.2.

Như đã thấy, điểm chủ yếu của phương pháp này là đánh giá tầm quan trọng của các tiêu chuẩn. Cho nên cần những cố gắng để tìm ra một phương pháp liên kết các tiêu chuẩn vào một quá trình đánh giá thống nhất các địa điểm. Thông thường việc đánh giá này kết thúc bằng việc thiết lập mô hình toán học dựa vào đó có thể dự báo sự di chuyển của các hoá chất khỏi địa điểm và tác động tiếp theo sau đó của chúng đến con người và môi trường xung quanh. Khi áp dụng những mô hình toán học như vậy có thể so sánh đối chiếu những địa điểm khác nhau trên cơ sở những rủi ro tương đối. Phương pháp đặc biệt có ích vì kết quả của nó được xã hội đồng cảm hơn và có thể sử dụng nó trong giai đoạn thứ ba – giai đoạn đánh giá chất lượng địa điểm.

**Bảng 2.2. Những yếu tố trung hoà**

Tiêu chuẩn	Trung hoà
Các thông số hoá - lý	31
Địa chất	7
Thủy văn	8
Khí hậu	10
Thổ nhưỡng	6
Đặc điểm giao thông	28
Môi trường sống và việc sử dụng tài nguyên	23
Môi trường sinh thái	18
<b>Tổng cộng</b>	<b>100</b>

Đánh giá rủi ro là một phương pháp tiên tiến nhằm tổng hợp tất cả các đặc điểm của địa điểm định chọn.

Mô hình để đánh giá địa điểm có thể tương đối đơn giản nhưng cũng có thể rất phức tạp. Việc lựa chọn dựa trên cơ sở thoả hiệp về giá cả và mức độ chính xác của giá cả. Một mô hình tương đối đơn giản được lựa chọn cho địa điểm xử lý chất thải hoá chất, bao gồm:

- 1) Tốc độ các dòng chảy thủy động lực được xác định trên cơ sở các số liệu đã biết hoặc tính toán độ thấm, độ xốp và gradien thủy lực;
- 2) Mức độ thay đổi mực nước ngầm;
- 3) Sự thay đổi lượng nước mưa;
- 4) Những hiện tượng thuận nghịch hấp thụ và giải hấp;
- 5) Những quá trình chỉ hấp thụ không thuận nghịch hoặc những phản ứng hoá học bậc một;
- 6) Động năng của các quá trình bậc một.

Một mô hình toán học về địa điểm như vậy dựa trên thống kê quá trình thấm chất bẩn theo chiều thẳng đứng và phát tán chất bẩn theo chiều ngang, tương tự dòng chảy liên tục của nước trong đó đang xảy ra các quá trình chuyển dịch.

Sự cân bằng khối lượng chỉ đối với chất bẩn. Tốc độ ngang cho là như nhau trên bề mặt cũng như trong đất, được xác định trên cơ sở độ thấm, độ xốp và gradien thủy lực trong từng môi trường. Cả khu đất cũng như chất đất đều được xem là đồng thể với những tính chất đồng nhất. Công tác phân tích được tiến hành trong không gian hai chiều (theo phương thẳng đứng và phương nằm ngang xuất phát từ địa điểm khu đất).

Mặt khác, có thể sử dụng mô hình phức tạp hơn để chọn địa điểm chứa chất thải phóng xạ. Để thiết lập mô hình này cần nghiên cứu các giai đoạn sau đây:

- 1) Mô tả sự rò rỉ chất thải từ nơi chứa;
- 2) Xác định tốc độ rò rỉ dựa vào quá trình tiếp xúc của chất thải với nước ngầm;
- 3) Xác định quá trình di chuyển chất thải theo nguồn nước;
- 4) Đánh giá ảnh hưởng của việc di chuyển chất thải đối với người.

Chôn lấp chất thải phóng xạ có khả năng phát sinh rò rỉ và hòa tan vào nước ngầm. Như vậy, biện pháp an toàn chủ yếu gắn liền với việc xác định xác suất và đặc tính các hiện tượng tự nhiên có liên quan đến hoạt động của con người như đưa nước chảy vào nơi chứa và sau đó làm trôi chất bẩn đi. Một số trường hợp xảy ra được dẫn ở bảng 2.3.

Phân tích một trong các phương án cho phép xác định khả năng tiếp xúc với chất thải và tốc độ dòng chảy của nước. Tốc độ trôi của chất thải trong quá trình thực nghiệm được dùng làm căn cứ để tiến hành xử lý chất thải.

**Bảng 2.3. Những hiện tượng tiềm ẩn có thể phát sinh  
tại nơi chứa chất thải phóng xạ**

Hiện tượng thiên nhiên	Hiện tượng do con người gây ra	Hiện tượng do chất thải phóng xạ gây ra
Thời tiết thất thường	Công tác thiết kế và vận hành không đúng	Hiệu ứng nhiệt
Băng hà	Sập hầm mỏ	Phản ứng phân hoá
Bị cuốn trôi và xói mòn bởi dòng nước	Bố trí chất thải không đúng	đàn hồi
Hoạt động macma:	Những miệng núi lửa chưa phát hiện ra	Phản ứng phân hoá không đàn hồi
Hoạt động phun trào:	Hầm mỏ sâu	Sự di chuyển của chất lỏng
Sụt lở	Sự phá huỷ không lường trước được	Những hiện tượng hoá học
Di chuyển địa chất	Đào bới khảo cổ	Chuyển hoá địa hoá học
Hoạt động của núi lửa	Thử vũ khí	Ăn mòn
Đẳng tĩnh địa chất	Thải ra chất thải không phải phóng xạ	Tác động qua lại giữa cấu trúc địa chất và chất thải
Vận động kiến tạo núi	Khai thác khoáng sản (khoáng chất, hydrocacbon, các nguồn địa nhiệt, muối)	Tạo khí
Sụt lở những mặt bằng gần nhau	Nơi chôn lấp hydrocacbon	Ảnh hưởng cơ học
Sụt lở những mặt bằng cách xa nhau	Sự phá hoại cố ý	Phá hoại cục bộ
Phá hoại tại chỗ:	Chiến tranh	Thay đổi tính chất vật chất
- Phá huỷ do đập phá	Phá huỷ hệ thống nước ngầm	Nhiễm phóng xạ
- Phá huỷ bởi thủy lực	Tưới tiêu	Khí thoát ra từ các chất phân hoá
Thiên thạch	Bãi chứa	
Hoà tan	Khai thác quá mức chủ ý hoặc vô tình	
Chiếm đất	Tạo thành trung tâm dân cư	
Những trận đại hồng thủy		
Những hiện tượng không thấy rõ:		
Sụt lở, sự dịch chuyển uốn gãy, nguồn nước rửa, túi khí hoặc đầm nước mặn		

Dựa vào mô hình toán học để đánh giá dòng chảy thủy văn, lọc chất thải bằng những dòng chảy này, và cuối cùng nghiên cứu ảnh hưởng của chất nhiễm bẩn đến con người.

Tùy thuộc vào những đòi hỏi chung có thể chọn mô hình phù hợp với những mức độ phức tạp khác nhau.

Dưới đây ta chỉ mô tả một trong số các mô hình đã chọn để phân tích về hậu quả của việc thải chất phóng xạ ra môi trường đó là mô hình đầu tiên hay còn gọi là mô hình đơn giản lọc chất ô nhiễm bằng thủy động học dựa vào phép giải phương trình chảy đều để đạt được tốc độ dòng nước ngầm trong từng phương án cụ thể. Sau đó tốc độ này được dùng như là dữ liệu đầu vào cho mô hình cụ thể. Ở mô hình này giả sử ô nhiễm từ bể chứa vào nước ngầm có tốc độ không đổi hoặc có tốc độ thay đổi. Nếu nước ngầm có tốc độ không đổi xuyên qua môi trường địa chất đồng nhất vào hồ chứa thì chất phóng xạ hoà tan sẽ ở trạng thái hấp thụ cân bằng theo toàn bộ dòng chảy. Độ phóng xạ suy giảm xảy ra ngay ở bể chứa lẫn trong quá trình xâm thực qua môi trường địa chất, vì vậy nồng độ của các đồng vị hoà tan nhỏ, do đó hệ số hấp thụ không phụ thuộc vào nồng độ và hệ số phân tán không đổi.

Mô hình được sử dụng trong điều kiện môi trường phân tán nếu lựa chọn đúng các tham số đưa vào tính toán phù hợp với các số liệu hấp thụ.

Cách tiếp cận này áp dụng cả đối với môi trường dị thể. Vì vậy trong chương trình được sử dụng cho cách giải phương trình di chuyển một chiều, nó được xem là cổ hiệu quả hơn cả về thời gian cũng như chi phí để xác định ảnh hưởng của nước mặt tới con người do ô nhiễm chất phóng xạ.

## CHƯƠNG 3

# CÁC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ CHẤT THẢI NGUY HIỂM

### 3.1. KHÁI QUÁT

Tổ chức xử lý chất thải độc hại, nguy hiểm cần phải có quy trình nghiêm ngặt hơn so với chôn lấp. Để thực hiện vấn đề này phải tiến hành một số công việc mà trước hết là đưa các chất thải vào bãi an toàn. Ta sẽ nghiên cứu quá trình xử lý được sử dụng phổ biến hơn cả, đó là quá trình trung hòa các chất thải nguy hiểm hoặc giảm khối lượng có độ nguy hiểm xuống.

Một số hãng bảo vệ môi trường của Mỹ đã đưa ra các phương án không những xử lý chất thải độc hại, nguy hiểm để bảo vệ môi trường, mà còn tính toán cả đến yếu tố lợi ích kinh tế. Sau đây là các bước theo trình tự ưu tiên: trước hết giảm lượng chất thải, tách và cô đặc, xử lý chất thải, tận thu năng lượng hoặc nguyên liệu thứ cấp, thiêu đốt hoặc chôn lấp an toàn.

#### 3.1.1. Giảm lượng chất thải

Khử độc chất thải hoặc giảm lượng thải ngay tại nơi sản xuất để bảo vệ sinh thái và giảm mức độ nguy hiểm đối với môi trường. Giảm lượng chất thải có thể đạt được nhờ cải tiến hoặc thay đổi công nghệ. Trong quá trình thực hiện công nghệ có thể có sự rò rỉ gây ra tình trạng nguy hiểm, vì thế để hạn chế sự rò rỉ cần áp dụng các công nghệ thích hợp.

Việc vi phạm các quy trình kiểm tra công nghệ có thể dẫn đến hàng loạt sản phẩm hư hỏng phát sinh ra các chất thải nguy hiểm, độc hại. Cải tiến công nghệ có thể chỉ liên quan tới việc thay đổi tác nhân hóa học cho phép tránh được sự xuất hiện chất thải nguy hiểm. Ở các trường hợp đòi hỏi thay đổi toàn bộ quá trình thì các tiêu chí về kinh tế

sẽ xác định khả năng của những thay đổi này.

### **3.1.2. Tách và cô đặc chất thải nguy hiểm**

Tách và cô đặc chất thải nguy hiểm có thể cho phép giảm thể tích nhưng không nhất thiết phải giảm khối lượng chất thải nguy hiểm. Tách hoặc loại bỏ nước thường để tăng độ đậm đặc của chất thải như vậy giảm chi phí cho vận chuyển và chôn lấp. Các chi phí chôn lấp thường tỷ lệ thuận với lượng chất thải, nhưng không tỷ lệ với lượng cấu tử nguy hiểm. Tách các chất nguy hiểm thường được tiến hành ở tại xí nghiệp là nơi có nhiều chất thải trộn vào một dòng duy nhất, trong đó có một hoặc hai cấu tử là nguy hiểm. Các cấu tử này có thể tách ra và chế biến riêng để tránh trộn lẫn với các thành phần khác. Khử nước của bùn và làm bốc hơi ẩm khỏi chất thải lỏng là những ví dụ về công nghệ cô đặc.

Tận thu nhiệt hoặc vật liệu có ích (nguyên liệu thứ cấp) là khả năng cuối cùng trước khi xử lý chất thải, đôi khi không những mang lại lợi nhuận mà còn tránh được việc chôn lấp các chất thải nguy hiểm. Đốt phân cặn dầu hoả hoặc các vật liệu khác có thể tận thu nhiệt nhằm tiết kiệm năng lượng và giảm tác động ô nhiễm môi trường khi chôn lấp. Tận thu các vật liệu có giá trị từ chất thải có thể chỉ cần chi phí năng lượng thấp hơn so với thu được từ quặng của các nguyên liệu có hàm lượng cao. Công nghiệp tinh chế chất thải bằng dung môi là điển hình của việc thu nhận và tái sử dụng vật liệu ở Mỹ. Chính sách tăng giá thành chôn lấp ở các bãi an toàn so với thực tế sẽ khuyến khích việc tăng cường tận thu vật liệu có ích từ chất thải nguy hiểm. Nghiên cứu quá trình tinh chế chất thải gồm có công nghệ tận thu vật liệu có ích cũng như trung hòa các cấu tử nguy hiểm và vận chuyển đến nơi ít nguy hiểm để chôn lấp. Nghiên cứu được tiến hành ở cả quá trình xử lý nước thải và tinh chế chất thải khô. Công nghệ xử lý nước thải đã được nghiên cứu từ lâu khi có sự cần thiết phải nâng cao chất lượng nước bề mặt. Ngoài ra khi tinh chế chất thải khô phải chú ý đến vấn đề bảo vệ chất lượng nước ngầm, do khi rửa chất thải ở bãi chứa có thể sẽ làm cho các chất độc hại thâm nhập vào mạch nước ngầm. Vì vậy, cần



phân tích thông tin nhận được từ các nguồn khác nhau về các quá trình xử lý chất thải để có được kết quả cụ thể, trên cơ sở đó đưa ra tiêu chuẩn lựa chọn các phương pháp làm sạch chất thải thích hợp để có được hiệu quả tốt nhất.

### 3.2. LỰA CHỌN QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Nếu nước thải nguy hiểm, độc hại có khối lượng lớn thì thường không cần phân loại, vì có thể làm mất nước một cách dễ dàng bằng cách xử lý tại chỗ. Cần làm lạnh dung dịch và nước thải thải ra ngoài ngay khi tiến hành các bước xử lý các kim loại. Chỉ tính riêng khâu cuối cùng khi xử lý 30 triệu tấn thép cũng cần phải sử dụng tới 12 tỷ lít nước để rửa và thải ra 350 triệu lít dung dịch thải. Nếu nước rửa có  $\text{pH} = 2$  (giới hạn độ ăn mòn) thì với chất thải làm sạch sẽ là trên 98 triệu tấn chất thải. Do vậy, điều quan trọng là cần phải xử lý nước thải để giảm lượng chất thải nguy hiểm.

Lựa chọn quá trình xử lý phụ thuộc vào tính chất nước thải và chất lượng nước yêu cầu cần đạt được. Với các cấu tử nguy hiểm trong nước có thể loại bỏ bằng phương pháp tách hoặc trung hòa để cho phép thải ra môi trường một cách bình thường, quá trình xử lý thường có thể thực hiện trong một giai đoạn, ví dụ như trung hòa axit mạnh hoặc kiềm hoặc bằng phản ứng oxy hóa khử. Ở các trường hợp khác quá trình tách sẽ được thực hiện trong một số giai đoạn, bởi vì để xử lý nước thải đạt được yêu cầu mong muốn thường cần phải có quá trình chuẩn bị và quá trình kết thúc. Các cấu tử nguy hiểm tách ra khỏi nước thải phải được chôn lấp và cần phải có một quá trình chuẩn bị nhất định, ví dụ như khử nước ở bùn. Quá trình nhiều giai đoạn có thể đòi hỏi cả việc xử lý bằng sinh học, do vậy phải loại bỏ các chất độc hại làm ảnh hưởng đến quá trình phân hủy bằng vi sinh.

Để đánh giá sơ bộ quá trình xử lý cần xác định cẩn thận các tính chất của nước thải. Các tham số thường sử dụng phổ biến để đánh giá khả năng của quá trình xử lý, cũng như các kết quả ban đầu, các kết quả tiếp theo liên quan đến đặc tính của chất thải và cách lựa chọn quá trình được thể hiện ở bảng 3.1.

**Bảng 3.1. Các tham số nước thải dùng để đánh giá  
khả năng làm sạch**

Tham số	Hậu quả trực tiếp	Hậu quả tiếp theo
pH	$\leq 3$ hoặc $\geq 12$ là chất thải nguy hiểm, thay đổi pH có thể làm giảm lượng kim loại nặng	pH phải được tiêu chuẩn từ bước chuẩn bị trước khi xử lý nhiều quá trình
Tính chất kiềm/axit	Xác định nhu cầu các tác nhân để trung hòa hay hiệu chỉnh pH	Yêu cầu lượng lớn tác nhân để trung hòa dẫn đến nồng độ muối cao trong dung dịch xử lý
Các chất kết tủa chưa lọc ở nhiệt độ 103°C và 550°C	Các chất thải rắn nguy hiểm không hòa tan trong dung dịch	Yêu cầu chuẩn bị sơ bộ trước khi trao đổi ion, lọc qua than hoạt tính hoặc màng bán thấm
Các hạt rắn kết tủa	Các nguyên tố độc hại hấp thụ bằng các hạt rắn	
Các chất kết tủa lọc ở nhiệt độ 103°C và 550°C	Biện pháp hòa tan được xác định bằng sự có mặt chất kết tủa 550°C thấy nồng độ muối bền vững có thể ảnh hưởng tới quá trình trao đổi ion hoặc lọc qua màng	Lượng muối hòa tan cao có thể ảnh hưởng đến tinh chế bằng sinh học. Thải muối vào môi trường có thể sẽ bị hạn chế
Độ dẫn	Đặc trưng chất điện ly hòa tan có thể có muối bay hơi, ví dụ $\text{NH}_4^+$ , $\text{HCO}_3^-$ , các muối như vậy có thể bay hơi khỏi chất kết tủa làm sạch	Tương tác với quá trình trao đổi ion và màng

**Tiếp bảng 3.1**

Tham số	Hậu quả trực tiếp	Hậu quả tiếp theo
Hấp thụ oxy bằng hóa học	Có thể có các chất độc hại hữu cơ	Xác định đặc tính tính chế bằng quá trình sinh học
Hấp thụ oxy bằng sinh học	Có thể có các chất độc hại hữu cơ	Xác định đặc tính tính chế bằng quá trình sinh học
Cacbon hữu cơ		Đặc trưng có các chất hữu cơ chịu nhiệt
Các kim loại nặng	Độc tố của các chất thải	Cấu tử cơ bản của bùn
Các cấu tử nguy hiểm	Các cấu tử nguy hiểm của chất thải	Có thể ảnh hưởng không tốt tới quá trình làm sạch bằng sinh học

Thu hồi hoặc trung hòa các cấu tử nguy hiểm là mục đích cơ bản của quá trình làm sạch, song việc lựa chọn quá trình còn phụ thuộc vào nhiều tham số khác. Ví dụ nước ô nhiễm có thể có một lượng hợp chất hữu cơ nguy hiểm tương đối nhỏ, có thể loại ra một cách dễ dàng bằng cách cho hấp thụ qua than hoạt tính. Nhưng nếu nồng độ cacbon hữu cơ rất cao sẽ tác động tương hỗ với quá trình hấp thụ bằng than hoạt tính. Điều đó có nghĩa rằng cần thiết phải có quá trình điều chỉnh để đưa pH đến độ trung hòa trước khi xử lý bằng sinh học.

### **3.2.1. Tách pha rắn và lỏng**

Các chất rắn trong nước thải có thể tách ra bằng nhiều cách. Việc lựa chọn quá trình phụ thuộc vào lượng và đặc tính của chất rắn. Các hạt to nặng thường dễ tách hơn so với những hạt phân tán. Ngoài ra còn phải chú ý đến lượng chất rắn còn lại cho phép trong nước đã làm sạch. Lựa chọn quá trình tách có thể hướng tới việc tách bỏ hoàn toàn các cấu tử nguy hiểm là các hạt rắn. Nếu việc tách các cấu tử chỉ là

quá trình chuẩn bị để giảm thành phần sinh học trước khi làm sạch bằng sinh học thì có thể không đòi hỏi loại bỏ hoàn toàn các hạt rắn. Việc khử nước trong bùn thường không đòi hỏi làm sạch hoàn toàn dung dịch, bởi vì nó là một phần nhỏ của dòng nước ô nhiễm chính và có thể dễ dàng luân chuyển. Đối với dung dịch có lượng chất rắn nhỏ có thể áp dụng quá trình tách bằng trao đổi ion hoặc dùng than hoạt tính. Tuy nhiên nếu lượng chất rắn cao hơn 15 đến 25 mg/l thì cần phải sơ bộ tách chúng ra. Hiện nay trên thị trường có bán một số thiết bị dùng để tách các hạt, ví dụ dùng cho quá trình kết tủa bằng trọng lực hoặc lọc.

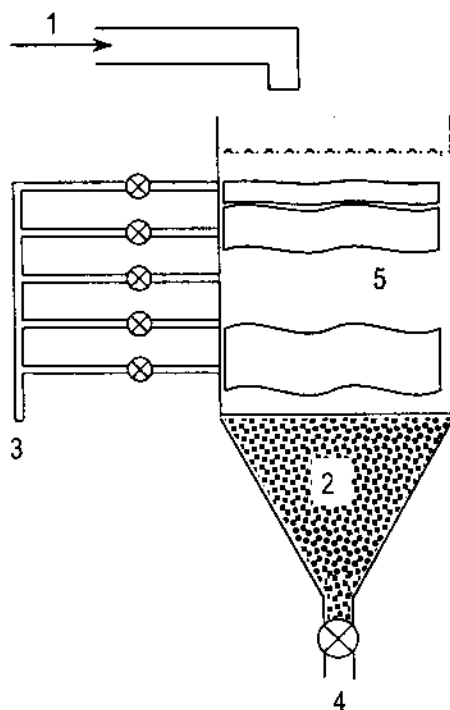
### **3.2.2. Sàng lọc**

Trong xử lý nước thải người ta dùng lưới để loại bỏ các phân tử rắn cỡ lớn có thể làm hỏng thiết bị khi làm việc liên tục. Lưới có thể gồm các thanh đặt song song hoặc các tấm đan bằng sợi có kích thước lỗ lớn hơn 0,6 cm. Hiện nay cũng có những thiết bị tự làm sạch không cần phải dùng phương pháp thủ công.

### **3.2.3. Lắng lọc**

Quá trình lắng lọc là tận dụng khối lượng riêng khác nhau, để tách các chất khỏi nước, lắng đọng xuống dưới. Quá trình này có hiệu quả tốt nên được sử dụng rộng rãi để loại bỏ các chất kết tủa hoặc các chất nổi lên. Trong thời gian nhất định, chất rắn trong nghiến cứu thải kết tủa xuống đáy hoặc nổi lên trên bề mặt.

Các chất nổi tạo ra có thể thu gom lại bằng cách cào, còn nước thải được thải đi hoặc xử lý tiếp. Bùn lắng xuống trong phần bùn của bể lắng và được lấy ra sau quá trình kết tủa bằng xẻng hoặc bằng máy xúc. Để loại bỏ chất kết tủa ra một cách dễ dàng, người ta chế tạo thiết bị có đáy hình côn (hình 3.1) và chuyển chất kết tủa qua van vào băng chuyền.



**Hình 3.1. Sơ đồ thiết bị kết tủa bằng loại vật liệu xốp:**

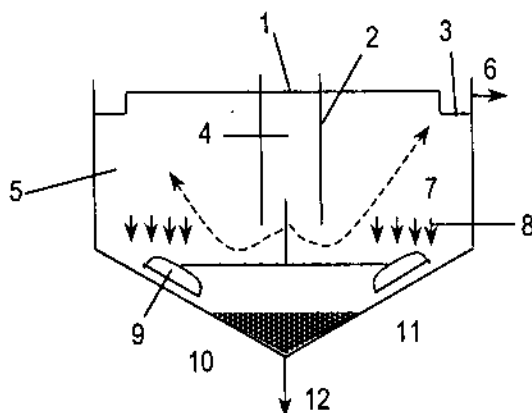
1- nước thải vào; 2- bùn; 3- dung dịch ra; 4- thải bùn; 5- vật liệu xốp

Đáy côn cần phải có góc nghiêng cho chất kết tủa tạo thành lớp trượt, song để loại bỏ hoàn toàn phải dùng các loại cào chuyên dụng. Ở phần thẳng đứng của thiết bị bố trí các ống tháo dung dịch ra (qua các van chuyên dụng) sau khi thực hiện quá trình lắng tủa.

Nếu có chỗ chứa có thể thu gom nước thải lại một vài ngày, như vậy quá trình lắng tủa sẽ tiến hành đồng thời với việc đưa phần nước thải mới vào và lấy dung dịch đã làm sạch ra. Việc loại bỏ chất kết tủa khỏi đáy bể lắng phải được định kỳ thực hiện.

Trường hợp khối lượng nước thải tương đối lớn, không có diện tích để bố trí các bể lắng tủa như trên phải dùng các thiết bị phức tạp

gọi là thiết bị lắng tuần hoàn. Các thiết bị này phải có được tốc độ lắng của cực đại. Để nâng cao tốc độ lắng của người ta không ngừng cải tiến thiết bị với nhiều cấu trúc khác nhau.



**Hình 3.2. Sơ đồ thiết bị lắng tuần hoàn:**

1- đầu vào của dung dịch; 2- bộ phận tăng tốc; 3- rào chắn; 4- vùng vào; 5- vùng kết tủa; 6- dung dịch ra; 7- dòng dung dịch; 8- các hạt kết tủa; 9- cào bùn; 10- hạt lắng; 11- kết tủa được thu gom và lấy ra tuần hoàn; 12- tháo bùn ra

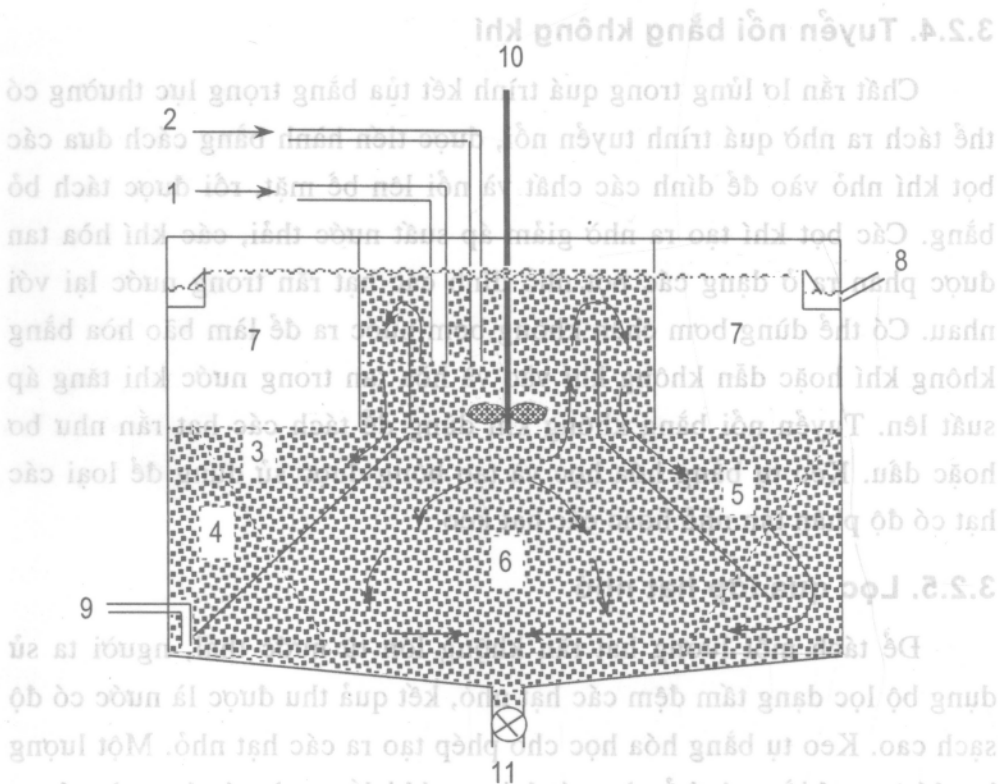
Trên hình 3.2 trình bày sơ đồ bể lắng tuần hoàn thông thường. Chất lỏng được đưa vào qua ống trung tâm có các tấm ngăn để hạn chế dòng. Nước thải được phân bố từ ống vào đến vùng xa trung tâm, được bảo vệ bằng các tấm chắn để ngăn ngừa chất lỏng khỏi bị nhiễu loạn. Thiết bị lắng có bộ phận cào đáy chuyển động quay để thải chất thải kết tủa ra liên tục hay tuần hoàn. Ngoài ra còn có máng xả các chất nổi lên ra ngoài.

Khi thiết kế cần có các số liệu về thể tích, tốc độ kết tủa, kích thước hạt rắn... Song đối với các hạt tạo bông có trong nước thải thì việc tính toán sẽ không chính xác, vì tốc độ kết tủa thay đổi do trong quá trình kết tủa kích thước các hạt tăng lên. Nếu không có số liệu về tốc độ kết tủa và kích thước các hạt rắn trong nước thải thì phải thông qua các thiết bị thử nghiệm công nghiệp để có được số liệu cho tính toán.

Khi thiết kế thiết bị làm sạch có thể dùng các số liệu thực nghiệm nhưng phải đảm bảo để thể tích thiết bị lắng tăng từ 25 đến 100%. Hệ số trữ lượng cũng cần được quan tâm khi thiết kế những thiết bị làm sạch trên cơ sở những số liệu thu được ở các trạm thực nghiệm công nghiệp nhỏ để tính toán ảnh hưởng của gió. Gần đây trên thị trường đã xuất hiện thiết bị lắng có tốc độ kết tủa cao, ở các trạm xử lý như vậy sử dụng nguyên lý kết tủa theo chiều sâu, trong thiết bị kết tủa bằng ống có góc lệch nhỏ hoặc lớn. Loại thiết bị làm sạch như vậy được sử dụng trong không gian hẹp hoặc để nâng công suất thiết bị làm sạch đang có.

Để kết tủa các hạt tạo bông và các hạt có tỷ trọng nhỏ, người ta dùng thiết bị làm sạch loại tiếp xúc chất rắn với các cấu trúc khác nhau, trong đó các vùng khuấy trộn và phản ứng chiếm phần lớn thể tích của thiết bị (hình 3.3).

Hiệu quả loại bỏ hạt rắn đạt được nhờ có sự kết hợp các vùng này với vùng kết tủa hoặc tạo bùn. Dòng nước thải được đưa vào từ phía trên vùng trộn thứ nhất và vùng phản ứng, sau đó chuyển tới vùng thứ hai, các chất phản ứng được bổ sung vào dòng hoặc trực tiếp vào vùng trộn. Việc khuấy trộn ở những vùng như vậy sẽ làm cho điều kiện tạo bông nhanh hơn, từ vùng khuấy trộn và vùng phản ứng nước thải tạo ra đi qua hai ống dẫn. Một phần tạo lưu chuyển tuần hoàn lại, phần còn lại sẽ chuyển qua bể lắng, trên thực tế tất cả các chất rắn được giữ lại. Nước sạch trên bùn sẽ tràn qua để vào đường thải, bùn được thu gom ở phía dưới rồi được thải ra với tốc độ sao cho đảm bảo việc thu gom hạt rắn ở vùng đậm đặc đạt được tối ưu. Thiết bị làm sạch loại tiếp xúc chất rắn đặc biệt có hiệu quả dùng để kết tủa các kim loại nặng khi dùng chất phản ứng  $\text{FeS}$ , tác nhân này có độ hòa tan hạn chế cho phép thu được chất lỏng sạch có nồng độ hợp chất lưu huỳnh thấp. Nhưng do việc giải phóng sunfua chậm nên cần thiết phải có thời gian tiếp xúc dài trong thiết bị làm sạch.



**Hình 3.3. Sơ đồ thiết bị làm sạch loại tiếp xúc chất rắn:**

1- nước thải; 2- bổ sung chất hóa học; 3- vùng kết tủa; 4- vùng đậm đặc; 5- dòng chất lỏng; 6- vùng phản ứng và khuấy trộn; 7- nước sạch; 8- máng nước ra; 9- lấy bùn ra; 10- khuấy; 11- xả bùn.

Để tăng nồng độ hoặc loại bỏ nước bùn khỏi bùn thu được từ thiết bị lắng thường dùng kết tủa bằng trọng lực. Thiết bị lắng tủa bằng trọng lực làm việc theo nguyên lý như thiết bị làm sạch, chỉ khác là quá trình xảy ra tương đối chậm so với kết tủa ở giai đoạn đầu trong thiết bị làm sạch.

Thiết bị lắng bằng vật liệu xốp đơn giản (hình 3.1) có thể sử dụng khi cần có thời gian kết tủa lớn. Kết tủa bằng trọng lực thường được áp dụng như là quá trình trung gian để khử nước của bùn trước khi lọc hoặc quay ly tâm.



### **3.2.4. Tuyển nổi bằng không khí**

Chất rắn lơ lửng trong quá trình kết tủa bằng trọng lực thường có thể tách ra nhờ quá trình tuyển nổi, được tiến hành bằng cách đưa các bọt khí nhỏ vào để dính các chất và nổi lên bề mặt, rồi được tách bỏ bằng. Các bọt khí tạo ra nhờ giảm áp suất nước thải, các khí hòa tan được phân ra ở dạng các bọt nhỏ dính các hạt rắn trong nước lại với nhau. Có thể dùng bơm chân không bơm nước ra để làm bão hòa bằng không khí hoặc dẫn không khí vào và hòa tan trong nước khi tăng áp suất lên. Tuyển nổi bằng không khí dùng để tách các hạt rắn như bơ hoặc dầu. Keo tụ bằng hóa học và tạo bông được sử dụng để loại các hạt có độ phân tán nhỏ hoặc các hạt keo.

### **3.2.5. Lọc qua lớp hạt nhỏ**

Để tách một lượng hạt rắn không lớn từ nước thải, người ta sử dụng bộ lọc dạng tấm đệm các hạt nhỏ, kết quả thu được là nước có độ sạch cao. Keo tụ bằng hóa học cho phép tạo ra các hạt nhỏ. Một lượng hạt không nhiều có thể còn sót lại sau khi lắng và các hạt này được loại bỏ bằng cách lọc. Nếu các hạt có chứa các chất nguy hiểm thì lọc sẽ đảm bảo loại bỏ hoàn toàn. Quá trình lọc được xem là quá trình chuẩn bị trước khi xử lý nước thải bằng than hoạt tính hoặc bằng nhựa trao đổi ion. Tuy than hoạt tính và nhựa trao đổi ion có thể thực hiện chức năng lọc nhưng người ta tránh dùng bởi vì phải thường xuyên thay vật lọc. Lọc qua tấm đệm là cách tốt nhất được sử dụng để xử lý chất thải. Các lớp lọc có bề dày từ 0,45 đến 0,9 m, thường dùng cát hoặc antraxit. Cát và than có thể sử dụng cùng với nhau làm lớp lọc kép có ưu điểm so với lớp lọc một lớp. Sự khác nhau về trọng lượng riêng giữa cát (trọng lượng riêng gần 2,6) và than (trọng lượng riêng gần 1,6) cho phép bố trí lớp than có đường kính 0,4 đến 1 mm và lớp dưới là lớp đã lọc. Rửa các lớp để loại bỏ các hạt đã lọc ra nhưng không được phá vỡ cấu trúc của lớp lọc, vì than nhẹ sẽ ở bên trên. Khả

năng sử dụng chất thứ ba là đá hoa cương (trọng lượng riêng  $\sim 4,2$ ) có trong thành phần của lớp lọc sẽ làm cho đặc tính của lớp lọc tốt hơn.

Chất lỏng làm sạch cho qua bộ lọc từ trên xuống với tốc độ 3 đến 5 m/h. Khi bộ lọc bị tắc phải tăng áp lực tác động vào tấm đệm để dòng chất lỏng làm sạch tiếp tục chảy, do vậy phải thường xuyên rửa tấm lọc. Nước để rửa cho chảy từ dưới lên và các phần tử lọc được tách ra. Nước rửa có chứa các phần tử lọc có thể được keo tụ bằng hóa học, nếu sử dụng quá trình đó thì có thể xử lý nước rửa riêng, ví dụ trong bể lắng bằng vật liệu xốp (hình 3.1). Nước rửa thường có lượng nhỏ trong dòng nước thải chung. Quá trình lọc qua tấm lọc chủ yếu để xử lý nước thải có độ sạch cao và khác với lọc nước mặt, thường chỉ dùng để khử nước của bùn. Khả năng của tấm lọc không những cho phép nhận được chất lỏng có độ sạch cao mà còn cho phép loại bỏ các phần tử có kích thước nhỏ hơn độ xốp của tấm lọc nhờ quá trình bám dính. Sự dính bám cho phép lọc các phần tử có kích thước siêu nhỏ. Các hạt nhỏ như vậy bao kín bề mặt tấm lọc và được loại bỏ trong quá trình rửa.

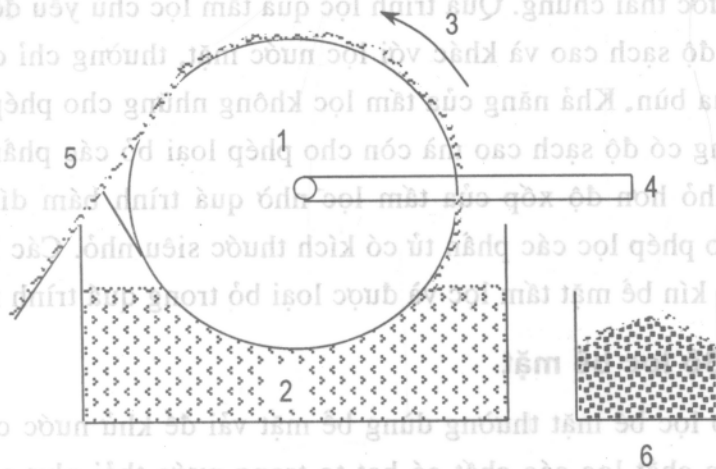
### 3.2.6. Bộ lọc bề mặt

Bộ lọc bề mặt thường dùng bề mặt vải để khử nước của các chất bột hoặc chất lọc các chất có hạt to trong nước thải như các chất thải tạo ra trong quá trình xử lý kim loại.

Hình 3.4 trình bày bộ lọc bề mặt dạng trống bọc vải hoặc lưới, lớp lọc trực tiếp được quay theo bề mặt của trống, một phần nhúng vào bột lọc. Nước qua bột lọc sẽ được tạo ra trên bề mặt trống và đi qua hệ thống chân không. Bột lọc cũng tác động vào lớp lọc làm tăng hiệu quả thu gom các phần tử rắn. Bột được loại bỏ ra bằng cách cào và đưa vào bộ phận chuyên dụng.

Cũng như các loại lọc bề mặt khác, đặc tính của bùn rất quan trọng để cho bộ lọc chân không hoạt động có hiệu quả, bùn phải đủ độ keo tụ để cho nước chảy qua một cách tự do. Ví dụ xử lý hóa học bằng sắt clorua hoặc bằng polyme yêu cầu để đảm bảo bộ lọc làm việc có

hiệu quả. Để khử nước của bùn người ta dùng loại máy nén chuyên dụng. Các loại bộ lọc bề mặt khác như: bộ chất vi lọc, lọc lớp, đĩa, tấm, có thể dùng để loại bỏ một lượng nhỏ chất rắn trong nước thải. Lựa chọn loại bộ lọc bề mặt để làm sạch nước thải phụ thuộc vào tính chất và nồng độ các phần tử rắn trong nước thải, cũng như phụ thuộc vào mức độ làm sạch đòi hỏi. Ví dụ bộ chất lọc vi nhỏ cho phép loại bỏ chỉ phần rắn, trong khi đó bộ lọc có các lớp có thể loại bỏ tất cả chất rắn để được chất lỏng có độ sạch cao.



**Hình 3.4. Sơ đồ thiết bị lọc chân không quay:**

1- máy quay; 2- bột lỏng; 3- hướng quay; 4- chân không; 5- cào; 6- bùn

### 3.2.7. Lọc ly tâm

Lọc ly tâm không những được sử dụng trong công nghiệp hóa học mà người ta còn dùng trong công nghiệp làm sạch nước thải đô thị, khi chất thải lỏng có chứa 2 đến 5% chất rắn. Lọc ly tâm cho phép tăng lượng chất rắn đến 50%. Chất lỏng thu được do kết quả làm sạch thường chứa một lượng lớn các hạt trong quá trình keo tụ hoặc kết tủa. Lọc ly tâm phải đảm bảo chất lỏng quay nhanh, lực tạo thành lớn hơn

trọng lực để cho quá trình tách và kết tủa chất nhanh hơn. Chất rắn có trong nước có thể có tỷ trọng lớn hoặc nhỏ hơn nước.

### **3.3. XỬ LÝ BẰNG HÓA HỌC**

Phân huỷ hoặc tách chất nguy hiểm trong nước thải khi xử lý bằng hóa học là công nghệ xử lý chất thải độc hại quan trọng. Bằng phương pháp này có thể phân huỷ được lượng lớn chất thải nguy hiểm ngay tại nơi sản xuất. Việc trung hòa axit hoặc kiềm trong nước thải là ví dụ cơ bản của quá trình xử lý bằng hoá học. Dùng thiết bị tương đối đơn giản vẫn loại bỏ được các phân tử nguy hiểm có trong nước thải.

Nhờ xử lý hóa học có thể loại bỏ được nồng độ kim loại nặng độc hại và tách chúng ra khỏi nước thải. Các kim loại kết tủa từ bùn thu được do kết quả quá trình tách pha. Phương pháp này được sử dụng rộng rãi trong công nghệ xử lý kim loại. Mặc dù bằng cách xử lý này không có thể loại được kim loại nặng nhưng có thể giảm được mức độ nguy hiểm do tạo ra các chất kết tủa kém hòa tan.

#### ***Trung hòa***

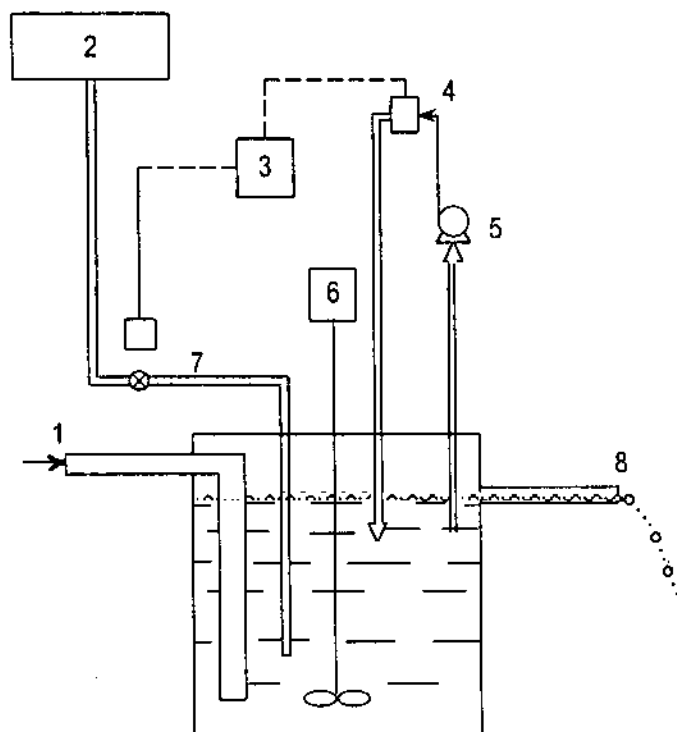
Trung hòa nước thải bằng axit hoặc kiềm là một trong những phản ứng điển hình về xử lý bằng hóa học. Thiết bị sử dụng rất đơn giản như khi xử lý phần chất thải axit nồng độ thấp. Người ta đưa chất thải vào thùng, bổ sung tác nhân trung hòa và khuấy đều, ví dụ xôđa (natri bicacbonat) cho đến khi giấy thử màu cho kết quả  $\text{pH} = 8$ . Để an toàn cho người cần thiết phải dùng các phương tiện bảo vệ như mặt nạ, găng tay cao su. Sử dụng các chất kiềm yếu như xôđa loại trừ được khả năng biến các chất thải do tác nhân phản ứng thành dung dịch kiềm mạnh. Ngoài ra dùng xôđa cũng rất an toàn. Nhưng để xử lý riêng cho chất thải thì chi phí khá cao khi xử lý lượng lớn chất thải.

Để trung hòa dòng chất thải liên tục bằng axit hoặc kiềm khi khối lượng chất thải tương đối lớn và tiến hành liên tục phải dùng thiết

bị tự động hóa. Dòng chất thải axit cho vào thùng trung hòa và bổ sung dung dịch natri hydroxyt để đảm bảo độ trung hòa. Tốc độ cung cấp được kiểm tra bằng van đặc biệt, đo pH bằng cách bơm dòng nước thải trung hòa không lớn lắm qua bể chứa có gắn các điện cực đo pH. Nếu pH vào thấp hơn giá trị đã cho thì thiết bị đo cho tín hiệu và van mở thêm để bổ sung natri hydroxyt. Hệ thống thiết bị như vậy có thể dùng để trung hòa chất thải axit hoặc kiềm. Trong trường hợp này axit thêm vào với tốc độ đo được kiểm tra bằng thiết bị đo pH. Trường hợp các tham số nước thải dao động lớn thì hệ thống tự động sẽ phức tạp hơn.

Hệ thống được trình bày trên hình 3.5 có thể không thích hợp khi chỉ số axit trong nước thải dao động lớn. Để đảm bảo giá trị pH ổn định có thể lắp đặt bổ sung thùng trung hòa phụ. Nếu nước thải có cả axit và kiềm thì cần có các hệ thống riêng để trung hòa axit hoặc kiềm. Nếu điều kiện cho phép thì bố trí thêm thùng hoặc bể điều hòa đảm bảo ổn định giá trị các tham số nước thải. Khi sản xuất có cả chất thải kiềm và axit thì bố trí thiết bị để bảo quản và trộn các chất thải, cần phải có yêu cầu tối thiểu về hóa chất trung hòa.

Lựa chọn hóa chất trung hòa phụ thuộc chủ yếu vào giá cả và tính hợp lý của thiết bị. Để trung hòa chất thải axit thường dùng hóa chất kiềm như nước vôi, natri hydroxyt và xôđa. Việc bảo quản và vận chuyển vôi tránh tiếp xúc với nước có thể dẫn đến chi phí lớn, nhưng giá thành của vôi không cao nên có thể chấp nhận được. Tuy vôi thường rẻ hơn natri hydroxyt hoặc xôđa nhưng khó đưa vào bể trung hòa vì độ hòa tan của nó bị hạn chế. Thường cho vôi vào ở dạng khô qua thiết bị chuyên dụng hoặc băng chuyển hoặc trực tiếp cho vào bể trung hòa hoặc vào bể chứa bùn. Trong trường hợp này thường xuất hiện vấn đề kết khối hệ thống cấp vôi khô hoặc bùn. Sử dụng bùn làm chất trung hòa có thể tăng lượng chất kết tủa, do vậy làm tăng chi phí chôn lấp chất kết tủa.



**Hình 3.5. Sơ đồ hệ thống tự động trung hòa liên tục chất thải axit:**

- 1- dung dịch vào; 2- thùng natri hydroxyt; 3- thiết bị đo pH;  
4- pH sensor; 5- bơm; 6- bộ trộn; 7- van điều chỉnh; 8- dòng chất lỏng

Dùng vôi để trung hòa axit sunfuric hoặc sunfit sẽ tạo ra canxi sunfat và canxi sunfit, độ hòa tan của chúng trong nước không cao nên xuất hiện các vấn đề về chất kết tủa. Tuy có nhược điểm như vậy nhưng người ta vẫn sử dụng rộng rãi vôi trong công nghiệp làm chất trung hòa do giá thành rẻ. Khi xử lý chất thải là axit, dùng vôi hoặc canxi cacbonat có thể có chi phí rất thấp nếu bố trí ở gần địa điểm khai thác vôi. Có thể dùng ở dạng cục cho trực tiếp vào trung hòa hoặc nếu tạo ra chất kết tủa không đóng vai trò quan trọng, có thể cho nước thải

qua tấm lọc có chứa đá vôi. Tốc độ trung hòa khi sử dụng đá vôi thấp hơn khi sử dụng vôi, đặc biệt khi trung hòa nước thải axit tạo ra chất kết tủa loại  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , ở bề mặt phân đá vôi, giảm vùng phản ứng trên bề mặt đá vôi. Giá hóa chất để trung hòa được xác định bằng chi phí vận chuyển và chi phí sản xuất. Hơn nữa khi so sánh giá thì phải tính đến khả năng trung hòa của hóa chất.

Ví dụ 1 kg canxi oxyt nguyên chất tương đương với lượng các chất nguyên chất sau: 1,32 kg  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ; 1,43 kg  $\text{NaOH}$ ; 1,78 kg  $\text{CaCO}_3$  và 1,89 kg  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Khi so sánh giá cũng cần thiết phải tính đến lượng các tạp chất có trong nguyên liệu. Để trung hòa chất thải kiềm thường dùng axit sunfuric hoặc  $\text{HCl}$ , trong đó axit sunfuric có ưu điểm về giá thành. Cũng cần phải tính đến khả năng sử dụng chất thải kiềm và axit có sẵn tại địa phương.

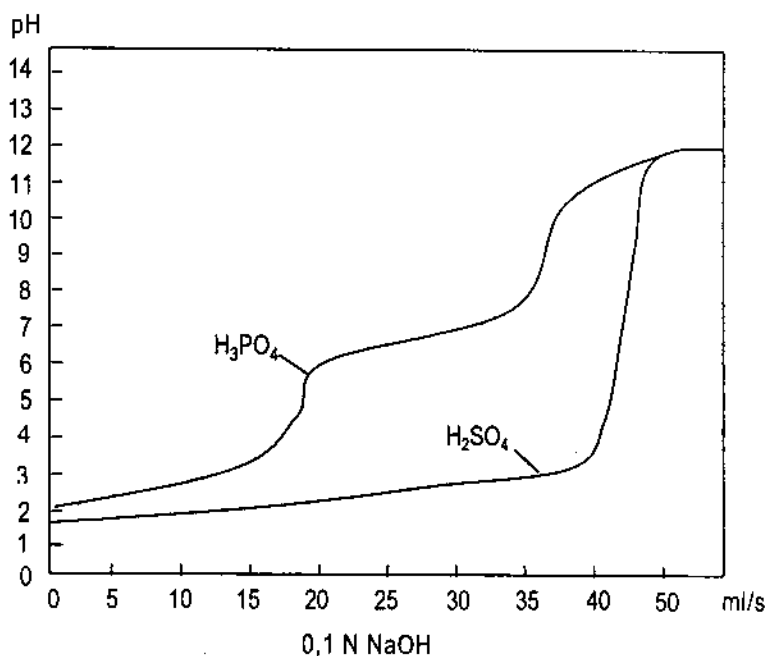
Lượng tác nhân trung hòa cần thiết phụ thuộc vào nồng độ kiềm hoặc axit. Lượng kiềm hoặc axit thường biểu thị bằng  $\text{mg/l CaCO}_3$  với trọng lượng tương đương 50 (50 mg đương lượng). Ví dụ có 40 mg dung dịch  $\text{NaOH}$  trong nước thải cần trung hòa sẽ cần 50  $\text{mg/l CaCO}_3$  hoặc 48  $\text{mg/l H}_2\text{SO}_4$ .

Để đánh giá được mức độ trung hòa chỉ cần tính lượng kiềm hoặc axit là đủ. Ví dụ chỉ số chất thải kiềm theo phenolphthalein là tương đương với lượng axit cần thiết để đạt độ  $\text{pH} = 8,3$  trong chất thải xử lý. Nếu cần đạt độ  $\text{pH} = 8,5$  thì bổ sung thêm axit.

Đối với chất thải axit, chỉ số phenolphthalein có thể dùng để tính toán lượng chất trung hòa để đạt  $\text{pH}$  từ 6 đến 8,3 khi có chất đệm. Nếu nước thải không có chất đệm (ví dụ phosphat hoặc muối kim loại nặng thủy phân ở khoảng  $\text{pH} = 6 \div 8,3$ ), nhờ chỉ số phenolphthalein người ta có thể nhận được kết quả tốt lượng chất trung hòa kiềm yêu cầu.

Trên hình 3.6 cho đường cong chiết đối với axit sunfuric  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và axit phosphoric  $\text{H}_3\text{PO}_4$  minh họa ảnh hưởng của chất đệm. Đường cong chiết đối với axit cho thấy sự khác nhau rất nhỏ giữa lượng kiềm

cần thiết để đạt được độ pH = 6,5 và pH = 8,3, trong khi đó đối với axit phosphoric đòi hỏi phải tăng lượng kiềm tới 45%. Khi trung hòa nước thải axit công nghiệp thường có kết tủa kim loại nặng trong nước thải.



**Hình 3.6.** Đường cong chiết đối với axit sunfuric và axit phosphoric

### 3.4. KẾT TỦA, KEO TỤ, TẠO BÔNG

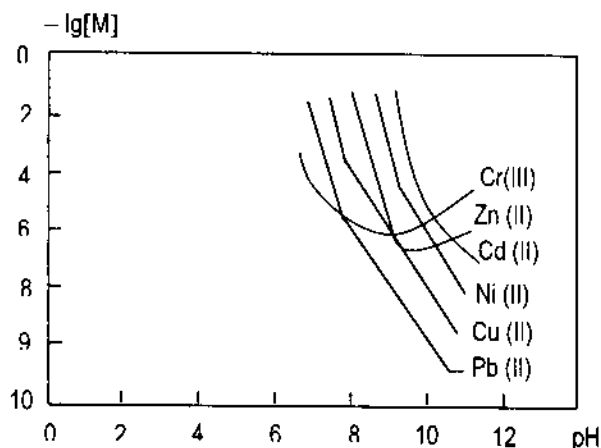
Xử lý nước thải bằng các phương pháp kết tủa, keo tụ, tạo bông được sử dụng rộng rãi để làm sạch chất thải công nghiệp và chất thải đô thị. Đặc biệt phương pháp này có hiệu quả để tách kim loại nặng độc hại ra khỏi nước thải. Tuy thuật ngữ kết tủa, keo tụ, tạo bông là chỉ những hiện tượng hoặc quá trình khác nhau, nhưng trong xử lý nước thì chúng đều là những quá trình làm sạch nước.

Kết tủa là quá trình tạo ra pha rắn từ các chất ô nhiễm hoà tan trong nước thải, bằng cách cho tác dụng với các tác nhân hoá học thích hợp. Sản phẩm rắn tạo ra được lắng lọc đem chôn lấp, còn nước sạch có thể tái sử dụng hoặc thải vào môi trường.



Keo tụ là dùng chất kết tủa khác làm tăng tốc độ lắng đọng các phân tử phân tán vi nhỏ trong nước thải.

Tạo bông là sự tổ hợp các hạt keo đã bị keo tụ. Quá trình tạo bông xảy ra sau quá trình keo tụ.



$$[M] = [M] + \sum_n [M(OH)_n]$$

**Hình 3.7. Đường cong độ hòa tan hydroxyt kim loại theo pH**

Để loại bỏ các ion kim loại nặng nguy hiểm, người ta dùng tác nhân kiềm để kết tủa chúng xử lý và thu gom bằng trung hòa. Ví dụ nếu nước thải có chứa  $Cr^{3+}$  hoặc  $Cd^{2+}$ , thêm tác nhân kiềm vào nước axit sẽ tăng lượng ion hydroxyl. Phương trình cân bằng của chất hòa tan không hoàn toàn như  $Cd(OH)_2$  được biểu thị sau:

$$k_p = [Cd^{2+}] [OH]^2 = 2,2 \cdot 10^{-14}$$

trong đó:  $k_p$  - hệ số độ hòa tan.

Nồng độ ion tính bằng mol đối với dung dịch nguyên chất  $Cd(OH)_2$   $1,8 \cdot 10^{-5}$  M  $[Cd^{2+}]$  (2 mg/l) và  $3,6 \cdot 10^{-5}$  M  $[OH]$ . Mối liên hệ tương hỗ đơn giản được biểu thị bằng phương trình trên cho phép minh họa ảnh hưởng của pH tới độ hòa tan các hydroxyt kim loại nặng.

Nhưng nhiều kim loại không theo mô hình này vì khả năng tạo ra các phức chất hydroxyl hòa tan khi pH cao, có thể tạo ra các hợp chất khác nhau. Đối với kim loại hai hóa trị có thể có dạng sau:

$$[M^{2+}] = M^{2+} + M(OH)^+ + M(OH)_2^0 + M(OH)_3^- + M(OH)_4^{2-}$$

Tổng  $M_i$  xác định độ hòa tan toàn bộ các kim loại. Như vậy độ hòa tan theo lý thuyết của nhiều kim loại là một hàm phức tạp có điểm cực tiểu.

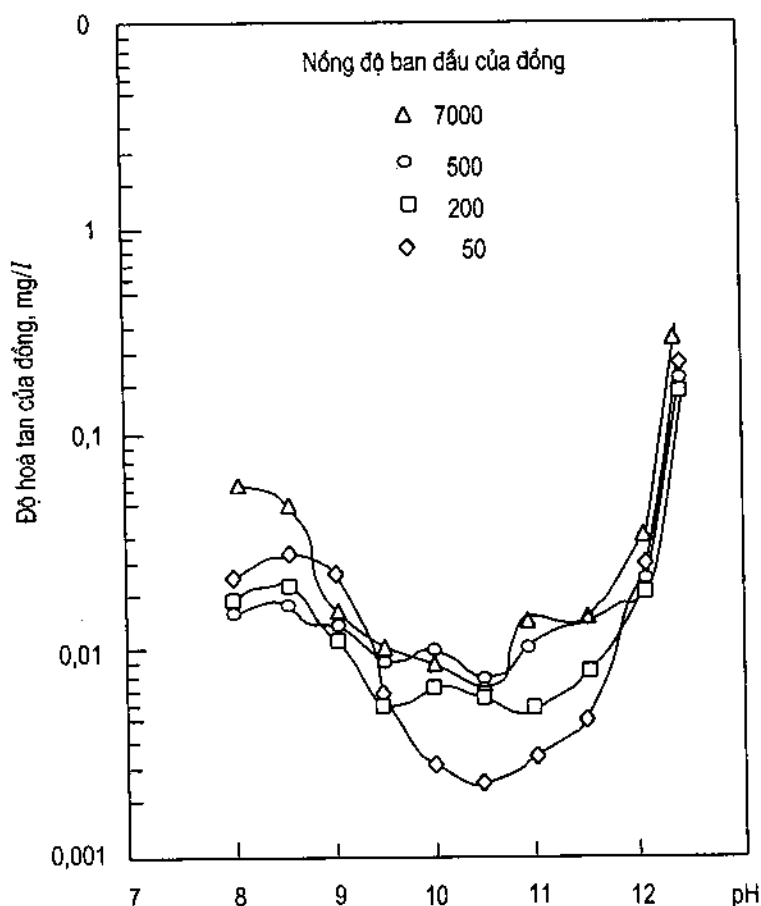
Quá trình đòi hỏi giá trị pH cao (pH = 10) để kết tủa tối ưu một số kim loại (niken, chì, và cadimi), giá trị pH cao sẽ làm tăng thêm lượng axit để trung hòa chất lỏng còn lại trước khi thải vào nước mặt. Trong công nghệ mạ kim loại bằng tĩnh điện người ta sử dụng rộng rãi quá trình kết tủa để loại bỏ kim loại nguy hiểm ra khỏi chất thải lỏng. Đặc biệt để xử lý các chất thải đó người ta sử dụng phương pháp phân hủy hóa học trong đó phá hủy xyanua và kết tủa các hydroxyl. Phân hủy xyanua không những hạn chế được các hợp chất nguy hiểm mà còn để giải phóng các kim loại nặng ra khỏi các hợp chất xyanua. Mặc dù việc loại bỏ xyanua ra khỏi hợp chất đồng - xyanua không thể thực hiện được hoàn toàn. Điều đó thấy rõ khi so sánh các đường cong pH - độ hòa tan (hình 3.8 và 3.9) của dung dịch đồng sunfat nguyên chất và của các chất thải đồng xyanua khi oxy hóa xyanua bằng hypoclorit.

Từ hình 3.9 thấy rằng, trong chất thải đồng xyanua có các hợp chất chiếm giữ các nguyên tử đồng. Các chất hữu cơ bổ sung hoặc cacbonat có thể sẽ là các hợp chất đó.

Nồng độ cho phép của đồng ví dụ lớn hơn 100 lần mức độ đạt được đối với dung dịch đồng sunfat nguyên chất (hình 3.8) nhưng nhỏ hơn điểm tối thiểu đạt được đối với chất thải đồng xyanua ở 1000 mg/l (hình 3.9). Các tiêu chuẩn được đưa ra trong bảng 3.2 thấp hơn trước đây đối với crom, cadimi và chì.

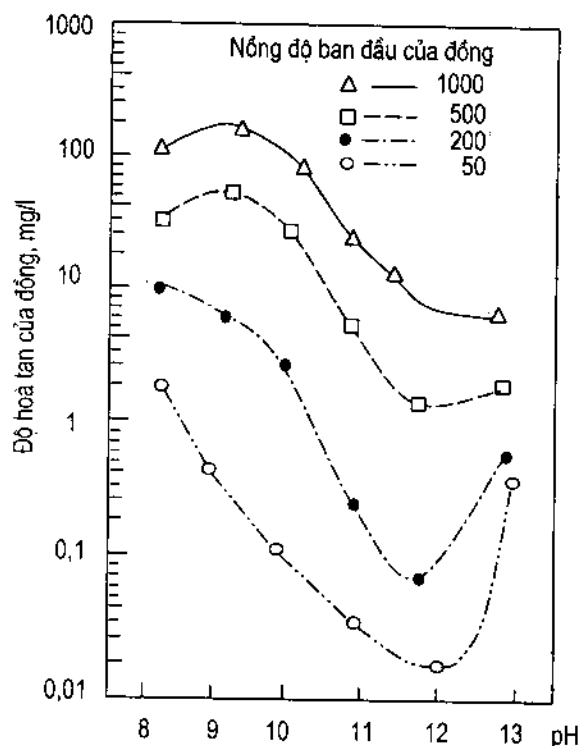
Các chất keo tụ như muối sắt, vôi được sử dụng rất có hiệu quả để loại bỏ kim loại nặng. Các phân tử của chúng keo tụ các chất hòa

tan sau đó tạo bông kết tủa và được tách ra nhờ lắng lọc. Bảng 3.3 cho kết quả quá trình làm sạch nước uống khỏi kim loại nặng nhờ quá trình keo tụ. Riêng niken là không loại bỏ được bằng cách này. Asen không kết tủa như các hợp chất hydroxyt, nhưng các ion của asen kết tủa với các hợp chất hydroxyt có chứa các kim loại nặng như sắt.



**Hình 3.8. Độ hòa tan của đồng trong dung dịch đồng sunfat theo pH**

Kết tủa dùng sắt hydroxyt cho phép loại asen đến 82% (lượng sắt clorua 20 mg/l). Kết quả còn có thể đạt tới 92% nếu tăng lượng sắt clorua đến 30 mg/l. Kết quả tốt nhất đạt được khi xử lý sơ bộ nước bằng clo (20 mg/l) sau đó keo tụ với sắt clorua 50 mg/l. Bằng phương pháp đó cho phép loại bỏ 98,7% lượng asen.



**Hình 3.9. Độ hòa tan của đồng trong dung dịch đồng xyanua theo pH**

Keo tụ nhờ vôi cho phép giảm lượng asen tới 20%. Kẽm, niken, mangan và thủy ngân cũng được loại bỏ nhờ sắt hydroxyt bằng cách kết tủa.

Kết tủa các kim loại nặng ở dạng hợp chất sunfua là kết tủa tinh chế nhờ hydroxyt kim loại. Độ hòa tan của sunfit kim loại nặng thường nhỏ hơn độ hòa tan của hydroxyt kim loại (hình 3.10).

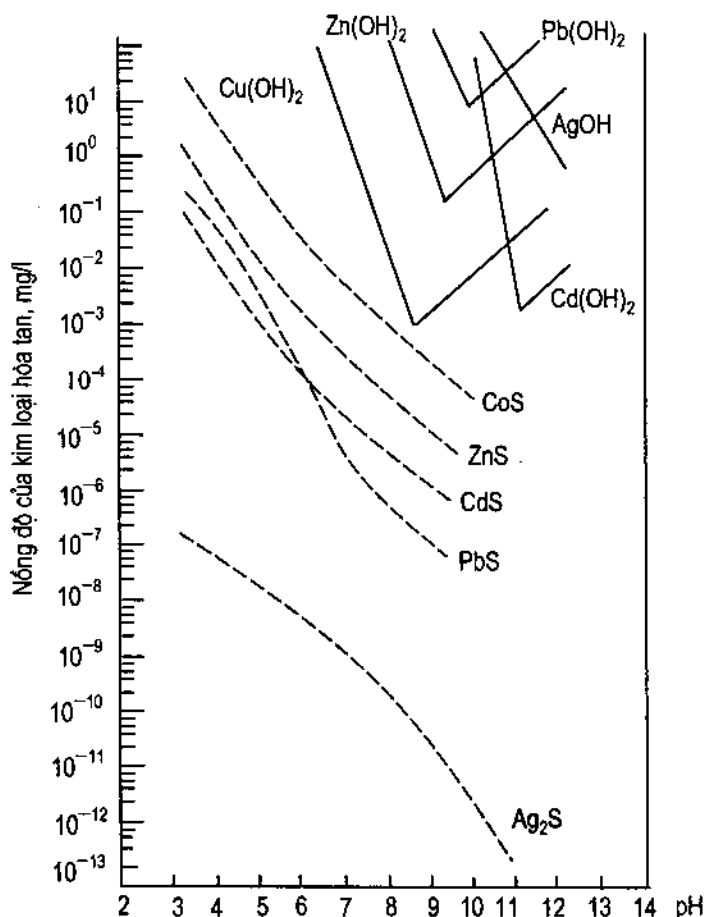
Bảng 3.2 đưa ra các tiêu chuẩn để xử lý sơ bộ chất thải lỏng của quá trình mạ kim loại với lượng chất thải hàng ngày không nhỏ hơn 38.000 l. Các số liệu này đặc biệt lưu ý đến nồng độ cực đại của kim loại nặng trong chất thải lỏng.

**Bảng 3.2. Tiêu chuẩn đối với nước thải của  
các xí nghiệp gia công kim loại**

Chất ô nhiễm	Tiêu chuẩn cho phép tối đa hàng ngày, mg/l	Giá trị cho phép trung bình trong 4 ngày quan sát liên tục, mg/l
CN <sup>-</sup>	1,9	1
Cu	4,5	2,7
Ni	4,1	2,6
Cr	7	4
Zn	4,2	2,6
Pb	0,6	0,4
Cd	1,2	0,7
Toàn bộ kim loại	10,5	6,8

**Bảng 3.3. Kết quả làm sạch nước uống khỏi kim loại nặng  
nhờ keo tụ muối sắt**

Kim loại	Nồng độ kim loại mg/l	
	trước xử lý	sau xử lý
Asen (V)	21	1,2
Đồng (II)	15	1,7
Crom (III)	15	0,2
Chì (II)	17	1,3
Niken (II)	16	17
Kẽm (II)	17	0,3



**Hình 3.10. Độ hòa tan của kim loại theo pH:**

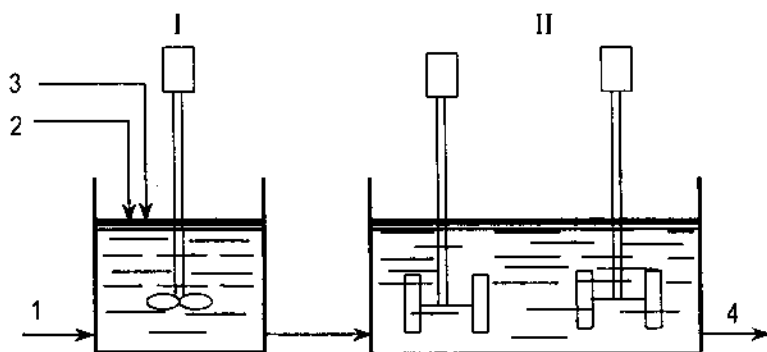
—— hydroxyt kim loại; ---- sunfit kim loại

Những khó khăn về công nghệ kết tủa bằng sunfit để loại bỏ kim loại nặng ra khỏi nước thải trước đây nay đã được khắc phục.

Dư lượng của các tác nhân kết tủa (natri sunfit hoặc natri hydroxyt) sẽ được loại bỏ hoàn toàn bằng cách dùng phương pháp điện cực đặc biệt. Như vậy sẽ loại bỏ đến mức tối thiểu về mùi và độ độc hại của việc sử dụng kết tủa bằng sunfit. Ngoài ra phân tích quá trình kết tủa các sunfit không hòa tan bằng cách đưa các ion sunfit bổ sung vào

nước thải sắt sunfit hòa tan mức độ vừa phải. Kết quả phân ly sắt sunfit sẽ tạo ra các ion sắt và sunfit, vì đa số các sunfit kim loại nặng có độ hòa tan rất nhỏ nên các ion sunfit bị hấp thụ khi kết tủa. Nồng độ cân bằng được duy trì do giải phóng các sunfit phụ. Khi tất cả các kim loại nặng kết tủa thì trong dung dịch chỉ còn lại một lượng sunfit hòa tan không lớn.

Keo tụ và tạo bông cho phép loại bỏ không những các chất độc hại ra khỏi nước thải mà còn có thể loại bỏ cả các chất rắn ra khỏi dòng vào. Quá trình này cũng thực sự cần thiết trước khi dùng bộ lọc trao đổi ion hoặc tháp hấp phụ dùng than hoạt tính, bởi nếu không các thiết bị này sẽ bị tắc do các hạt rắn. Thông thường keo tụ và tạo bông được thực hiện trong hai giai đoạn (hình 3.11).



**Hình 3.11. Sơ đồ thiết bị khuấy nhanh để tạo keo tụ và tạo bông:**

I- bể trộn nhanh; II- bể tuyển nổi (khuấy nhẹ để làm tăng kích thước hạt);

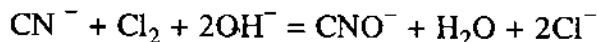
1- cấp nước thải; 2- chất tạo bông; 3- chất hóa học tạo keo tụ; 4- kết tủa

Các chất keo tụ như phèn chua, muối sắt, vôi và polyme khi thêm vào bể trộn nhanh sẽ nhanh chóng kết tủa và chiếm giữ các phần tử nhỏ tạo ra các hạt có kích thước lớn hơn. Sau đó chất lỏng chuyển sang bể tạo bông, ở đây khuấy nhẹ để cho các hạt không lớn chuyển thành bông và kết tủa. Từ bể này chất lỏng được đưa đến các quá trình làm sạch tiếp theo.

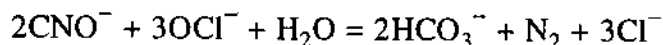
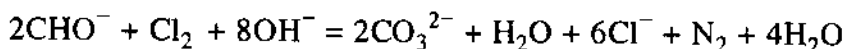
### 3.5. OXY HÓA - KHỬ

Quá trình oxy hoá - khử được sử dụng để chuyển hoá các chất ô nhiễm độc hại thành các chất không nguy hiểm hoặc kém nguy hiểm, hoặc để chuyển hoá chúng thành dạng khác dễ loại bỏ hơn. Do thêm vào nước thải các tác nhân nên trạng thái chất trong tác nhân cũng như trong nước thải sẽ thay đổi, một chất là oxy hóa còn chất khác là chất khử. Oxy hóa là quá trình làm tăng mức độ chất oxy hóa (ví dụ  $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ ) còn quá trình khử sẽ làm giảm mức độ chất oxy hóa (ví dụ  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ ). Oxy hóa chính là quá trình giải phóng điện tử (ví dụ  $\text{S}^{4+} \rightarrow \text{S}^{6+}$ ), còn sự khử là quá trình thu điện tử (ví dụ  $\text{Cr}^{6+} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ ).

Khi dùng các tác nhân hữu cơ để giải thích cơ chế phản ứng trong quá trình xử lý đa số nước thải, người ta dùng khái niệm oxy hóa như là thêm oxy hoặc loại bỏ hydro. Oxy hóa xyanua và khử  $\text{Cr}^{6+}$  được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp gia công kim loại để làm sạch nước thải. Thông thường xyanua được oxy hóa nhờ hợp chất clo kiềm hoặc dung dịch hypoclorit tương ứng với phản ứng sau:



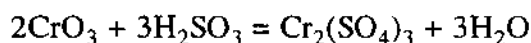
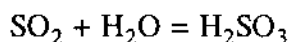
Khi tiếp tục thêm kiềm và clo hoặc hypoclorit vào sẽ cho:



Giai đoạn oxy hóa xyanua thành xyanit xảy ra tương đối nhanh, trong khi để oxy hóa đến cacbonat cần vài phút và tạo ra nitơ xảy ra rất chậm, có thể tới vài giờ. Cứ 400 g xyanit đòi hỏi 2,8 kg clo và 3,6 kg natri hydroxyt.

Khử  $\text{Cr}^{6+}$  đến  $\text{Cr}^{3+}$  thường được thực hiện với  $\text{SO}_2$  nếu khối lượng chất thải tương đối lớn; khi khối lượng chất thải nhỏ có thể dùng muối sunfit khử và thực hiện trong điều kiện độ axit cao (pH từ 2 đến 3), tương ứng với phản ứng sau:





Cứ 400 g crom oxyt ( $\text{CrO}_3$ ) đòi hỏi gần 400g  $\text{SO}_2$  .

Khi tiến hành các phản ứng tương tự người ta dùng thiết bị rất đơn giản trong đó có dung dịch chứa các tác nhân, thiết bị đo các tác nhân và dòng xử lý cũng như dung tích để tiến hành phản ứng bằng máy khuấy. Các thiết bị có thể tạo thành một hệ đo pH và thế năng oxy hóa khử. Quá trình oxy hóa xyanua nhờ clo và khử  $\text{Cr}^{6+}$  nhờ  $\text{SO}_2$  hoặc muối sunfit thường được dùng hơn cả. Tuy nhiên trong thực tế còn sử dụng các tác nhân khác như  $\text{H}_2\text{O}_2$ , ozon và chất điện phân. Đặc biệt chất điện phân dùng để xử lý chất thải có chứa xyanua. Khử  $\text{Cr}^{6+}$  có thể thực hiện được với sắt sunfat nhưng phải dùng khối lượng lớn nên tạo ra lượng lớn bùn kết tủa trong quá trình trung hòa.

Oxy hóa chất thải hữu cơ độc hại bằng ozon được áp dụng trong xử lý một số loại nước thải công nghiệp. Quá trình này có hiệu quả để loại bỏ phenol có trong nước thải và để xử lý chất thải xyanua có nồng độ cao.

Ozon là một chất oxy hóa mạnh được tạo ra khi cho oxy hoặc không khí đi qua các điện cực phóng điện. Hiệu suất của quá trình này không lớn (chỉ 10% năng lượng điện dùng để tạo ra  $\text{O}_3$  và  $\text{O}_2$ ), chỉ một phần rất nhỏ oxy đưa vào chuyển hoá thành  $\text{O}_3$ . Hơn nữa ozon có độ hòa tan thấp nên rất khó đưa vào thể tích lớn dung dịch. Năng lực oxy hóa của ozon khá cao nên nó là chất oxy hóa hữu ích, không tạo ra các chất dư thừa bất lợi khi thực hiện oxy hóa chất hữu cơ có chứa C, H và O (còn lại nước và  $\text{CO}_2$ ).

Thông thường ozon được dùng để khử các chất dư thừa hữu cơ. Chi phí chủ yếu của quá trình ozon hóa là chi phí điều chế ozon, khi quy mô sản xuất lớn thì quá trình này sẽ rất tốn kém.

Quá trình oxy hóa ẩm là công nghệ tương đối mới để xử lý các chất thải nguy hiểm. Hiệu suất của quá trình có thể đạt được trên 99% xyanua khi xử lý chất thải acrylonitryl. Để xử lý ẩm chất thải hữu cơ dùng oxy sạch hoặc không khí ở nhiệt độ đến 350°C và áp suất 180 atm. Giá thành oxy không phải là yếu tố chính trong quá trình oxy hóa ẩm, đặc biệt nếu dùng không khí với lượng chất hữu cơ oxy hóa trong chất thải cao có thể giảm được nhu cầu năng lượng là chỉ tiêu cơ bản trong giá thành của quá trình xử lý.

Bảng 3.4 cho danh mục một số chất oxy hóa thông dụng trong công nghiệp xử lý các chất thải lỏng. Bảng 3.5 cho một số chất khử thường dùng trong quá trình làm sạch các chất thải lỏng.

**Bảng 3.4. Chất oxy hóa dùng trong công nghiệp xử lý chất thải lỏng**

Chất oxy hóa	Chất thải
Clo và hợp chất clo	Xyanua
HNO <sub>3</sub>	Benzidin
Ozon	Phenol, xyanua
Chất điện phân	Xyanua

**Bảng 3.5. Chất khử dùng trong công nghiệp xử lý chất thải lỏng**

Chất khử	Chất thải
SO <sub>2</sub> , sunfit	Cr <sup>6+</sup>
Sắt sunfat	Cr <sup>6+</sup>
Boran BH <sub>3</sub>	Chì tetraetyl
Phoi sắt	Đồng

### 3.6. TRAO ĐỔI ION

Trao đổi ion đôi khi được xem là quá trình vật lý (quá trình hấp thụ), nhưng quá trình này làm thay đổi trạng thái hóa học (thí dụ như muối hòa tan biến thành nhựa không hòa tan), vì vậy trong phân loại nó đúng ra là quá trình hóa học. Trong đó xảy ra quá trình trao đổi ion trong dung dịch với các ion có trong các nhóm anion hoặc cation nhất định, hoặc trao đổi bằng các điện tích trong polyme không hòa tan hoặc trong các chất khoáng. Thường khi cho các chất thải lỏng đi qua lớp lọc của thiết bị trao đổi ion sẽ xảy ra thay thế các ion của dung dịch thành các ion có trong thiết bị trao đổi ion. Khi trao đổi bằng các cation, quá trình được gọi là quá trình trao đổi cation, còn khi trao đổi bằng các ion gọi là quá trình trao đổi ion. Trong vật liệu làm chất lọc của thiết bị trao đổi ion xảy ra sự thay thế các ion này thành các ion khác, vật liệu sẽ mất dần đi tính chất thu nhận ion từ dung dịch chất thải. Việc tái sinh chất lọc được thực hiện nhờ dung dịch điện phân loại bỏ các ion từ chất thải. Kết quả của quá trình tái sinh thường nhận được nồng độ ion lớn trong nước thải, đó là ưu điểm của quá trình nếu các ion nhận được có thể được tái sử dụng, song lại là nhược điểm nếu phải chôn lấp.

Quá trình trao đổi ion được sử dụng trong công nghiệp rất hạn chế, riêng trong ngành năng lượng nguyên tử nó được sử dụng rộng rãi để tinh chế nước thải có độ phóng xạ yếu và trong các thiết bị sản xuất nhiên liệu.

Sử dụng thiết bị trao đổi ion cho phép đạt được hiệu suất làm sạch rất cao và quan trọng hơn là đảm bảo nồng độ của các chất phóng xạ trong dung dịch thấp khi xả vào môi trường. Khi tái sinh các chất trao đổi ion sẽ thu được các chất thải có nồng độ các nguyên tố phóng xạ cao, người ta cho chúng vào thùng bê tông để chôn lấp, còn nhựa ion có thể đem chôn mà không cần tái sinh. Các chất trao đổi ion vô cơ như zeolit, nhôm silicat rất có hiệu quả để loại bỏ xeri phóng xạ,

chúng được chọn dùng theo tỷ lệ với các ion xeri. Chúng cũng được dùng để thu nhận ion amoni từ chất thải đô thị.

Chất trao đổi ion cũng được sử dụng để thu nhận niken và crom từ nước rửa của quá trình mạ kim loại. Chất trao đổi ion cô đặc niken hòa tan để tái sử dụng. Niken trong nước thải được thu gom trong nhựa trao đổi ion, còn chính nước nhờ có làm sạch amoniac sẽ giải phóng ra khỏi lưu huỳnh, clo và chất ô nhiễm có nguyên tố bo, sau đó được tái sử dụng. Nhựa trao đổi ion là cation có chứa niken được đưa đi tái sinh với  $H_2SO_4$ , kết quả nhận được dung dịch niken sunfat có thể tái sử dụng.

### 3.7. XỬ LÝ BẰNG SINH HỌC

Xử lý bằng sinh học được áp dụng đồng thời với quá trình lắng trong nước thải đô thị và công nghiệp. Làm sạch bằng sinh học được sử dụng để loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thải.

Làm sạch bằng sinh học nước thải chứa các hợp chất hữu cơ độc hại đòi hỏi phải mất nhiều công sức. Các vi sinh dùng để làm sạch bằng sinh học có thể bị hủy diệt khi lượng các chất độc hại trong nước thải tăng lên. Để phục hồi lượng vi sinh dùng để xử lý chất thải cần phải có nhiều thời gian. Có thể nói nhiều chất hữu cơ độc hại xử lý bằng sinh học là thích hợp. Song không phải tất cả chất hữu cơ độc hại đều có thể xử lý bằng sinh học. Trong xử lý sinh học dùng các vi sinh, chủ yếu là vi khuẩn. Quá trình sinh học để xử lý các hợp chất hữu cơ áp dụng hàng loạt phản ứng enzym. Các chất hữu cơ hòa tan đơn giản hấp thụ trực tiếp các tế bào vi sinh và oxy hóa chúng. Khi các tế bào vi sinh tiếp xúc với các hợp chất không hòa tan phức tạp thì các enzym sẽ sinh ra để thủy phân các chất này (protein và chất béo) thành các phân tử hòa tan thấm qua vỏ tế bào và hấp thụ lại.

Như vậy các phân tử lớn và các hợp chất hữu cơ phức tạp sẽ chuyển hóa tương đối chậm. Các hợp chất hữu cơ không bị phân tách

ra do oxy hóa bằng sinh học được gọi là “bền nhiệt” khó tinh chế. Các hợp chất khác có thể hấp thụ các vi sinh ở nồng độ thấp, nhưng độc tính cao. Khi có trong chất thải các hợp chất độc hại đòi hỏi phải có một thời gian nhất định để vi sinh tiếp xúc với các hợp chất. Trong quá trình tiếp xúc có thể phát sinh các chất hữu cơ độc hại khác, vì vậy hiểu biết một cách thấu đáo hệ xử lý sinh học là vấn đề quan trọng có liên quan đến quá trình trao đổi chất, năng lượng và tổng hợp.

Năng lượng dùng trong quá trình tổng hợp là yếu tố cơ bản của quá trình trao đổi chất. Tỏa năng lượng và tổng hợp là quá trình sinh học tương hỗ, trong đó tốc độ tổng hợp đạt cực đại cùng với tỏa năng lượng cực đại (tốc độ trao đổi chất cực đại). Mục đích chính của xử lý bằng sinh học là chuyển hoá các chất hòa tan hoặc các chất hữu cơ keo thành  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  và chất có thể loại bỏ bằng kết tủa.

Đối với các chất nguy hiểm, độc hại, điều quan trọng khẳng định rằng không thể đạt được việc loại bỏ một cách hoàn toàn, hơn nữa sản phẩm của quá trình trao đổi chất có thể chính nó lại là chất độc hại, vì vậy cần thiết phải xử lý bằng sinh học cũng như hòa tan để giảm nồng độ ô nhiễm. Để quá trình oxy hóa bằng sinh học có hiệu quả và thành công đòi hỏi một lượng nitơ và phospho nhất định để tổng hợp tế bào mới. Ngoài ra cũng đòi hỏi một lượng nhỏ các nguyên tố khác như natri và canxi... Các nguyên tố này thường có trong nước tự nhiên một lượng đủ để trao đổi các chất, nhưng nitơ và phospho đôi khi còn thiếu trong nước thải, làm giảm hiệu suất xử lý bằng sinh học. Trong những trường hợp như vậy cần bổ sung các chất đó. Nitơ bổ sung ở dạng nitơ amoni, bởi vì nitơ trong nitrat và nitrit không phù hợp cho việc sử dụng của vi sinh vật. Có hàng loạt muối phospho hòa tan để hấp thụ các vi sinh. Tỷ lệ tương ứng BOD/N/P bằng 100/5/1 được coi là tối ưu cho các vi sinh dùng trong quá trình xử lý chất thải bằng sinh học. BOD đặc trưng chất hữu cơ trong nước thải và được xác định như lượng oxy vi sinh yêu cầu để oxy hóa chất hữu cơ.

Hiện có một số phương pháp xử lý sinh học khác nhau: phương pháp bùn hoạt tính, bộ lọc sinh học, quạt thông khí, hồ oxy hóa và lên men kỵ khí. Lựa chọn phương pháp phụ thuộc vào tính chất, khối lượng nước thải và mức độ cần làm sạch chất ô nhiễm. Hệ sinh học đảm bảo thu nhận từ 50 đến 90% chất ô nhiễm, ở điều kiện tối ưu có thể đạt mức độ sạch cao hơn. Thường dùng hệ xử lý sinh học như bùn hoạt tính (aerotan), bộ lọc sinh học và hồ sinh học. Dưới đây là các phương pháp xử lý có quy mô công nghiệp được sử dụng rộng rãi.

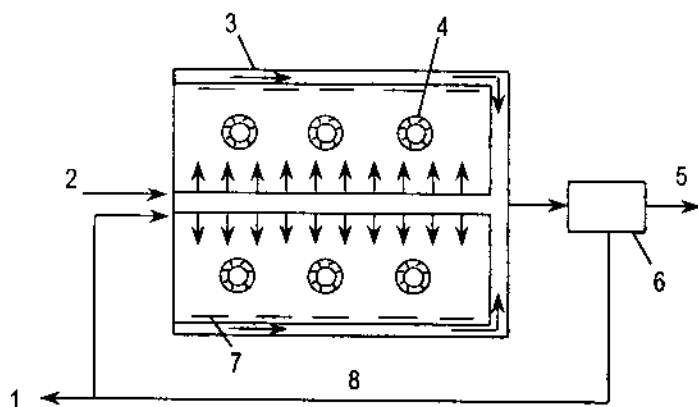
### **3.7.1. Quá trình bùn hoạt tính trong aeroten**

Dùng để chuyển hoá các hợp chất hữu cơ hòa tan, phân huỷ chúng thành  $\text{CO}_2$  và nước nhờ khối lượng vi sinh trong dung dịch thải. Trong quá trình, nước thải chứa các hợp chất hữu cơ được đưa vào bể kỵ khí để duy trì oxy hóa chất thải hữu cơ bằng sinh học và luôn được khuấy trộn để tạo ra tiếp xúc trực tiếp giữa các vi sinh và chất thải hữu cơ. Dung dịch đó được xác định như là hỗn hợp các phần tử lỏng và rắn. Trong thiết bị phản ứng nếu khuấy mạnh thì chất hữu cơ được tiếp xúc tốt với các vi sinh vật, đảm bảo năng lượng cần thiết để tạo ra và tăng thêm lượng vi sinh, tăng cường quá trình sinh hoá tạo ra  $\text{CO}_2$  và nước, còn chất thải hữu cơ sẽ chuyển hóa thành chất không độc hại và các vi sinh. Hỗn hợp các phần tử lỏng và rắn sau đó từ bể kỵ khí vào bể lắng, ở đó xảy ra tách khối lượng sinh học rắn khỏi nước thải. Nước đã được xử lý thu gom lại và xả vào môi trường.

Phần lớn khối lượng vi sinh được sử dụng lại ở các bể thoáng khí dùng bùn hoạt tính để tiếp tục quá trình xử lý phần nước thải mới, một lượng vi sinh được lấy ra để duy trì cân bằng vi sinh trong hệ các phần tử lỏng và rắn.

Quá trình sử dụng bùn hoạt tính có thể áp dụng để làm sạch hầu hết các loại chất thải hữu cơ có thể phân huỷ bằng sinh học. Hiện nay có nhiều quá trình khác nhau mà công nghệ đơn giản là công nghệ bùn hoạt tính. Bể được thiết kế hình vuông có chiều dài gấp 5 đến 10 lần

chiều rộng, không khí được cấp vào bằng thiết bị nén khí làm cho chất lỏng được khuấy trộn thành dòng xoáy chuyển động đến đầu ra của bể. Dòng xoáy được thực hiện do không khí tạo ra theo đường thẳng dọc bể. Những năm gần đây hệ thống dùng bùn hoạt tính khuấy trộn hoàn toàn được áp dụng để xử lý nước thải có tải lượng lớn chất độc hại và khó phân huỷ sinh học. Ở những hệ như vậy nước thải được khuấy mạnh khắp bể thoáng khí tạo điều kiện đồng nhất khắp bể.



**Hình 3.12. Sơ đồ quá trình trộn bùn hoạt tính:**

- 1- chất thải bùn; 2- cấp nước thải; 3- kênh dẫn chất lỏng sạch ra; 4- quạt thông gió; 5- đầu nước ra; 6- thể tích kết tủa; 7- rào chắn; 8- tuần hoàn bùn hoạt tính

Chất thải đưa vào được trộn đều trong bể có lắp bộ giảm thủy lực và do tải trọng sinh học. Ví dụ đối với quá trình chuẩn với bùn hoạt tính chứa lượng phenol trong nước thải 100 mg/l là độc hại, nhưng đối với hệ nước thải có lượng phenol 2000 ÷ 3000 mg/l nếu được khuấy đều sẽ không có ảnh hưởng độc hại, vì vậy khi khuấy trộn mạnh sẽ cho phép thiết lập được điều kiện cân bằng hoạt động của thiết bị.

Quá trình sử dụng bùn hoạt tính để loại bỏ hợp chất phenol có hàm lượng 135 mg/l ra khỏi nước thải có thể đạt tới hiệu suất 85 đến 95%, ngoài ra dùng hệ bùn hoạt tính cũng có thể loại bỏ được xyanua.

Một số thí dụ về xử lý nước thải dùng quá trình bùn hoạt tính để loại bỏ chất ô nhiễm hữu cơ trong đó có hợp chất phenol, hợp chất thơm, axit, este và acrylonitryl.

### **3.7.2. Lọc sinh học**

Nước thải liên tục hoặc không liên tục qua tấm đệm cố định sẽ đảm bảo sự phân bố đồng nhất trong thiết bị chuyên dụng. Khối lượng vi sinh sẽ tăng lên ở bề mặt tấm đệm tạo ra một lớp lọc sinh học. Nước thải cho chảy từ trên xuống qua bộ phận lọc đi qua lớp hoạt tính sinh học. Người ta sử dụng chất hữu cơ và là các chất dinh dưỡng có trong nước thải làm thức ăn cho vi sinh. Sản phẩm oxy hóa cuối cùng là chất lỏng được thu gom ở cuối quá trình để thải ra môi trường. Điều kiện hiếu khí duy trì được do sự khác nhau về trọng lượng riêng bên trong và bên ngoài tấm đệm không khí khi cho đi qua đệm lọc.

Lọc sinh học sẽ làm việc cho đến khi thể tích bên trong tấm đệm không còn chứa được các phần tử rắn hoặc các vi sinh. Lớp vi sinh tăng lên đến khi lực thủy lực của dòng nước thải đi xuống không bứt nó ra khỏi vật liệu đệm. Chất rắn được dòng chất lỏng mang theo vào bể làm sạch thứ cấp và kết tủa thành bùn.

Lọc sinh học có độ tin cậy cao so với quá trình tạo ra bùn hoạt tính, do có bể riêng biệt để thu gom vi sinh mới nên có thể chịu được tải trọng lớn. Bộ lọc sinh học đảm bảo các chỉ tiêu thu nhận chất ô nhiễm ổn định mặc dù thay đổi tham số thủy lực và lượng chất hữu cơ. Gần đây xuất hiện vật liệu dẻo cho phép giảm thời gian đi qua bộ lọc nhưng mức độ thu nhận tương ứng với BOD chỉ đạt đến 85%. Các cải tiến trong thiết kế gần đây cho phép điều chỉnh mức độ tạo bông sinh học qua bộ lọc để có thể thu nhận được nhiều chất hữu cơ ở mức độ cao, tỷ lệ BOD/COD cao hơn.

Lọc sinh học tương tự như quá trình bùn hoạt tính và cho phép đạt được mức độ thu nhận BOD cao như nhau. Nhờ các bộ lọc sinh học



như vậy người ta đã thu nhận được acrolein, benzyl, hydrocacbon clo hóa và phenol.

### 3.7.3. Hồ sinh học

Nước thải có thể được ổn định nhờ quá trình sinh học tự nhiên xảy ra ở các hồ tương đối nhỏ. Quá trình ổn định xảy ra nhờ quá trình quang hợp son khí hoặc quá trình oxy hóa vi khuẩn. Hồ sinh học dùng để xử lý nước thải trong phạm vi tương đối nhỏ hoặc ở các vùng xa xôi, phương pháp này có ưu điểm là chi phí thấp về thiết bị và khai thác.

Trong hồ sinh học có thể xảy ra quá trình kỵ khí và hiếu khí - kỵ khí. Hệ thống hồ sinh học có thể chỉ có một hoặc một số hồ bố trí nối tiếp hoặc song song. Ngoài ra có thể bố trí các hồ thành một dãy các hồ hiếu khí sau các hồ kỵ khí và ngược lại, để đảm bảo có được hiệu quả xử lý cao hơn so với chỉ dùng một loại hồ.

Các hồ hiếu khí thường chia ra làm hai loại phụ thuộc vào khả năng cung cấp oxy tự nhiên hoặc nhân tạo. Phương pháp cung cấp oxy tự nhiên đảm bảo thoáng khí bề mặt nhờ quá trình quang hợp son khí, những hồ như vậy thường gọi là hồ oxy hóa. Song cũng có thể dùng phương pháp cơ học để tạo ra oxy trong đó quá trình xảy ra tương tự như quá trình bùn hoạt tính. Các hồ cung cấp oxy bằng cơ học gọi là các hồ thoáng khí.

Trong các hồ oxy hóa nhờ son khí và vi khuẩn sẽ xảy ra quá trình ổn định các chất hữu cơ có trong chất thải. Vi khuẩn cần oxy tạo ra do quang hợp để phân hủy chất hữu cơ hiếu khí. Các chất dinh dưỡng và  $\text{CO}_2$  giải phóng ra trong quá trình hô hấp của vi khuẩn cần cho son khí. Trong một ngày khi độ quang hợp tăng lên, nồng độ oxy trong nước có thể đạt được mức độ trên bão hòa, thường ở các hồ như vậy vì không được khuấy trộn nên các phân tử rắn kết tủa xuống và tích tụ lại ở dưới đáy một lớp chất rắn là lớp bùn kỵ khí. Các hồ oxy hóa thường tương đối nông, khoảng 0,9 đến 1,5 m.

Trong các hồ hiếu khí xảy ra quá trình trộn đều bùn hoạt tính khi làm thoáng khí bằng cơ học. Các hồ thoáng khí có độ sâu 2,4 đến 4,5 m. Thường không có thể lấy oxy từ son khí được bởi vì nó không có thể phát triển được ở trên bề mặt hồ khi bị rối loạn.

Các hồ hiếu khí - kỵ khí được coi là ổn định, trong đó sử dụng son khí một cách tối đa, độ sâu 0,9 đến 2,4 m, các chất rắn kết tủa xuống đáy và ở đó sẽ bị phân tách ra do quá trình kỵ khí. Như vậy sẽ xảy ra trao đổi tương hỗ các sản phẩm phân hủy do kỵ khí và oxy hóa do hiếu khí ở lớp bên trên của hồ.

Các hồ kỵ khí là kết quả tất yếu của việc sử dụng rộng rãi các hồ ổn định, ở đó mức độ tải lượng hữu cơ rất lớn dẫn đến làm xuất hiện điều kiện kỵ khí trong toàn bộ hồ. Điều kiện sinh vật đáy bị phá vỡ nhưng được thay thế bằng quá trình ổn định kỵ khí. Chất thải hữu cơ được ổn định bằng các vi khuẩn kỵ khí mà metan và dẫn xuất tương tự quá trình xảy ra ở bể phản ứng kỵ khí. Các thông tin về làm sạch chất thải bằng các hồ ổn định rất hạn chế, thí dụ về sự phân hủy các hợp chất phenol.

#### **3.7.4. Lên men kỵ khí**

Quá trình phân hủy chất hữu cơ trong bể metan khi không có phân tử oxy được sử dụng rộng rãi để ổn định bùn. Sử dụng những quá trình như vậy đối với các chất thải nguy hiểm rất hạn chế vì độc tính của nó tăng lên.

### **3.8. LÀM SẠCH VÀ CHÔN LẤP CHẤT THẢI NGUY HIỂM TRONG ĐẤT**

Dùng đất để xử lý và chôn lấp nhiều loại chất thải dựa trên cơ sở tác dụng tương hỗ của thực vật và các lớp bề mặt của đất. Trong trường hợp này thực vật và đất làm chức năng lọc sinh học tự nhiên, bởi trong các lớp bề mặt của đất thường có các vi sinh cần thiết để phân hủy các chất hữu cơ bằng hóa sinh. Ngoài ra trong đất có thể xảy ra quá trình

vật lý và hóa học dẫn đến trung hòa các axit đậm đặc và kiềm, loại bỏ các chất vô cơ còn sót lại và lọc các chất rắn.

Dưới đây là một số quy định chung cho các chất cụ thể được phép thải vào đất:

- a) Vật liệu hữu cơ phải được phân hủy bằng sinh học với tốc độ quy định.
- b) Không có các vật liệu độc hại ở nồng độ ảnh hưởng không tốt tới vi sinh vật trong đất, một số vật liệu độc hại do hấp phụ hoặc trao đổi ion sẽ tích lại trong thời gian dài đến mức độ độc hại nhất định, vì vậy cần phải tìm biện pháp để hạn chế và khắc phục.
- c) Không có các chất làm ảnh hưởng không tốt đến chất lượng nước ngầm, nếu không tìm được phương pháp đánh giá yếu tố này thì việc giải quyết các vấn đề phát sinh sẽ rất khó khăn.
- d) Không được chứa các chất làm thay đổi tính chất của đất, đặc biệt độ thấm thấu và độ thoáng khí.

### **3.9. CÁC PHƯƠNG PHÁP VẬT LÝ TÁCH CÁC CHẤT Ô NHIỄM HÒA TAN**

Các quá trình vật lý cơ bản để tách các chất ô nhiễm hòa tan trong nước thải gồm:

Hấp phụ bằng than hoạt tính, chưng cất bốc hơi, thẩm thấu ngược, thu nhận bằng hòa tan, tách ra bằng hơi. Để xử lý chất thải nguy hiểm sử dụng cả các quá trình khác như làm lạnh, điện phân, tuyển nổi... Nhưng do nhiều nguyên nhân nên các quá trình này thực tế không sử dụng ở những trạm xử lý lớn.

Thành phần của nước thải là yếu tố rất quan trọng khi chọn quá trình vật lý để tách chất ô nhiễm. Theo kinh nghiệm thì dùng than hoạt tính chỉ kinh tế khi các chất ô nhiễm có nồng độ thấp do độ hoạt tính của than mất đi nhanh và cần phải thường xuyên thay nên chi phí rất

cao. Nếu chi phí để dùng than hoạt tính tỷ lệ thuận với nồng độ chất ô nhiễm thì khi dùng phương pháp bốc hơi, thu nhận bằng hòa tan, thẩm thấu ngược, xử lý bằng hơi thì sự phụ thuộc của nó không rõ lắm.

Đối với các phương pháp vật lý tách chất ô nhiễm, ngoài phương pháp hấp thụ bằng than hoạt tính có yêu cầu phải chôn lấp thì các phương pháp khác cần thiết phải dùng công nghệ đặc biệt. Thẩm thấu ngược thường phát sinh khối lượng nước thải đậm đặc rất lớn nên phải chôn lấp hoặc tuần hoàn.

Khi chọn phương pháp vật lý thu gom phải tính đến các tính chất hóa học và vật lý của chất ô nhiễm. Xử lý bằng hơi chỉ có hiệu quả đối với các chất khí hơi có áp suất rất lớn ở nhiệt độ sôi của nước. Dùng than hoạt tính thường khó hấp thụ các chất hữu cơ phân tử nhỏ hòa tan tốt. Các ion lớn và các phân tử hữu cơ khi xử lý bằng thẩm thấu sẽ được tách ra có hiệu quả hơn so với các phân tử và các ion nhỏ.

### **3.9.1. Hấp thụ bằng than hoạt tính**

Tách các chất hữu cơ và vô cơ ra khỏi nước thải bằng than hoạt tính được thực hiện chủ yếu nhờ quá trình hấp phụ, là quá trình tích tụ một chất này lên bề mặt chất khác. Như vậy diện tích bề mặt trên một đơn vị khối lượng lớn và cấu trúc xốp của vật liệu là yếu tố quan trọng để xác định hiệu quả của chất hấp phụ. Diện tích bề mặt của than hoạt tính dùng trong công nghiệp thường vào khoảng 580 đến 1400 m<sup>2</sup>/g. Thay đổi tính chất than hoạt tính công nghiệp liên quan đến kích thước bề mặt, cấu trúc và bản chất hóa học.

Tính hòa tan vật liệu hữu cơ trong nước thường là chỉ tiêu độ hấp phụ của nó bằng than hoạt tính. Các hợp chất hữu cơ không hòa tan hấp phụ tốt hơn. Tính hấp phụ cũng rất cao đối với hợp chất có hệ số tách octan - nước cao. Đường đẳng nhiệt hấp phụ là phương pháp chuẩn xác định số liệu về lượng hấp phụ hợp chất bằng than hoạt tính.

Những đường đẳng nhiệt như vậy được thể hiện bằng tỷ số vật

liệu hấp phụ trên đơn vị khối lượng than hoạt tính với nồng độ vật liệu đó trong dung dịch, trong tiếp xúc với than khi cân bằng các tham số đã cho.

Sự phụ thuộc logarit của các số liệu đẳng nhiệt như vậy đối với chất hấp phụ cụ thể thường là một đường thẳng. Phương trình thực nghiệm liên quan tới lượng chất hấp phụ trong dung dịch với lượng hấp phụ bằng than hoạt tính như sau:

$$\frac{x}{m} = k.c^{\frac{1}{n}}$$

trong đó:  $x$  - lượng vật liệu hấp phụ;

$m$  - khối lượng than hoạt tính;

$c$  - nồng độ chất hấp phụ trong dung dịch;

$k$  và  $n$  - các hằng số.

Dạng logarit phương trình này là:

$$\lg \frac{x}{m} = (\lg k) + \left(\frac{1}{n}\right)(\lg c)$$

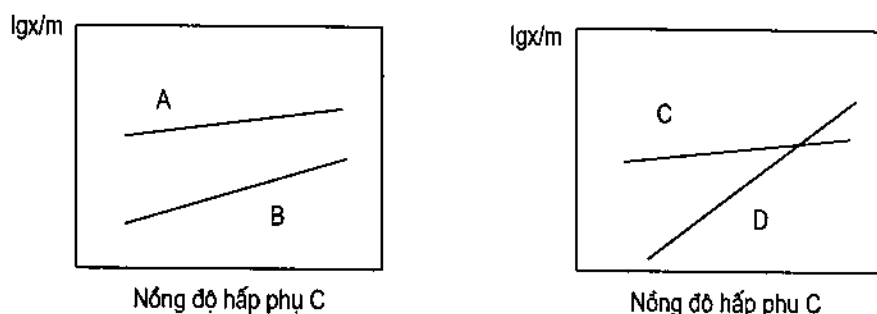
trong đó:  $k$  - điểm cắt đường thẳng khi  $c = 1$ ;

$1/n$  - độ nghiêng của đường đẳng nhiệt;

Đường đẳng nhiệt hấp phụ rất thuận lợi để đánh giá sơ bộ việc sử dụng than hoạt tính loại bỏ chất hấp thụ ra khỏi chất thải lỏng. Có thể dùng số liệu đường đẳng nhiệt hấp phụ để so sánh 60 hợp chất hữu cơ độc hại khác nhau với các hợp chất nguyên chất. Nhưng nước thải là một hỗn hợp nên so sánh rất phức tạp.

Đẳng nhiệt hấp phụ cho phép đánh giá mức độ thu hồi các chất, cũng như khả năng hấp phụ của than theo tỷ lệ với hợp chất đã cho.

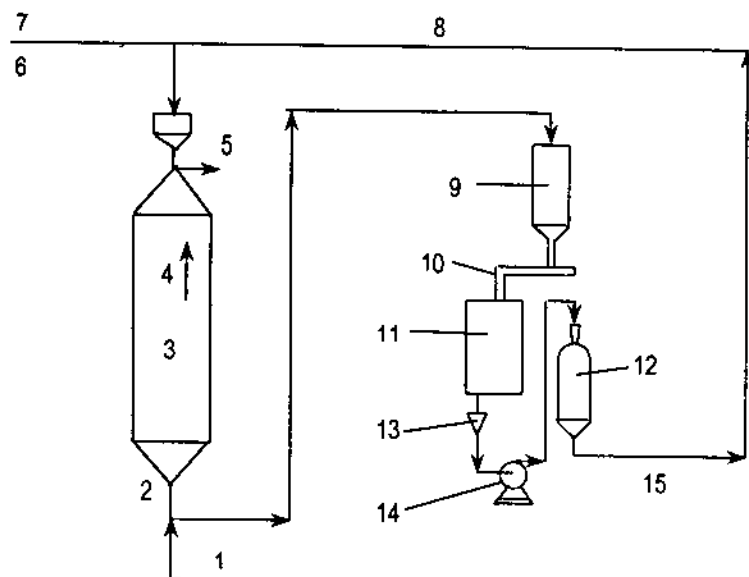
Bảng đẳng nhiệt có thể xác định được ảnh hưởng của pH và nhiệt độ tới quá trình. So sánh các loại than khác nhau ở các điều kiện như nhau sẽ cho phép lựa chọn điều kiện tối ưu để làm sạch nước thải.



**Hình 3.13. Các ví dụ đẳng nhiệt hấp phụ**

Xét thí dụ về bốn đường đẳng nhiệt đối với than hoạt tính khác nhau trên hình 3.13. Giá trị cao và góc nghiêng nhỏ đối với than A cho thấy tính chất của nó ở toàn dải nồng độ là tốt. Than B có góc nghiêng tương tự nhưng khả năng hấp phụ thấp hơn. Như vậy khi điều kiện như nhau thì than A hầu như sử dụng ở các quá trình hấp phụ khác nhau. Than C sẽ có ưu điểm trong quá trình phân đoạn so với than D đến điểm cắt các đường thẳng. Than D ngược lại, bởi vì có các tham số cao hơn ở nồng độ dòng vào. Ở các cột dùng than với góc nghiêng các đường đẳng nhiệt lớn là thích hợp. Than hoạt tính dùng ở dạng bột cho quá trình tiếp xúc phân đoạn và ở dạng hạt nhỏ cho các cột hấp phụ. Trong quá trình hấp phụ xảy ra khuếch tán chất hấp phụ từ dung dịch đến các phần tử than, sau đó vào trong các phần tử nên cần thiết phải tính thời gian tiếp xúc. Than dạng bột có độ phân tán cao vì vậy cân bằng đạt được rất nhanh (chỉ vài phút), nếu được khuấy đều. Với các hạt than có đường kính lớn hơn 1 mm thì quá trình xảy ra rất chậm, nghĩa là tốc độ hấp phụ tăng lên khi giảm kích thước hạt.

Các tháp hấp phụ có thể làm việc ở chế độ liên tục. Nước thải vào ngược dòng với than, như vậy chất lỏng đầu ra sẽ tiếp xúc với than mới, nồng độ chất hấp phụ còn thấp, than chưa bão hòa nên sẽ tiếp xúc với chất lỏng đầu vào đảm bảo hấp phụ tối đa.



**Hình 3.14. Hệ tháp hấp phụ dùng bột than hoạt tính:**

1- nước thải; 2- tầng áp; 3- tháp; 4- dòng; 5- đầu ra chất lỏng; 6- cấp than vào tháp; 7- cấp than mới; 8- cấp than tái sinh; 9- khử nước của than; 10- đường dẫn cấp than tái sinh; 11- lò tái sinh than; 12- rửa than; 13- làm lạnh than; 14- bơm xỉ than để tái sinh; 15- cấp than

Than đã sử dụng được thu gom dưới đáy tháp rồi đưa vào lò tái sinh, sau đó đưa quay trở lại tháp theo chiều từ trên xuống. Tốc độ tái sinh và đưa trở lại tháp được xác định bằng chất lượng của dung dịch đầu ra. Chất lượng dung dịch ra càng cao thì nhịp độ tái sinh càng cao. Khi tháp làm việc liên tục thì chất lượng chất lỏng xử lý không thay đổi.

Đối với đa số các trạm xử lý nước thải đều lấy thử nghiệm công nghiệp để làm rõ điều kiện làm việc tối ưu và chi phí tương ứng. Hấp phụ bằng than hoạt tính được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp để thu hồi các chất hóa học nguy hiểm có trong nước thải.

### 3.9.2. Quá trình bốc hơi

Người ta cung cấp nhiệt cho chất thải lỏng để làm bay các cấu tử dễ bay hơi ra khỏi chất lỏng. Áp dụng quá trình này với nước thải thường nhằm mục đích làm bốc hơi nước ra khỏi chất ô nhiễm không bay hơi. Kết quả là nhận được chất lỏng đậm đặc hoặc bùn có hàm lượng chất ô nhiễm cao có thể chôn lấp hoặc thu hồi để làm nguyên liệu thứ cấp, quá trình này tương tự như quá trình chưng cất thông thường.

Cấp nhiệt trong thiết bị bốc hơi truyền thống thường được thực hiện bằng thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống xoắn đặt trong nước. Hơi sau sử dụng có thể thải ra ngoài hoặc được ngưng tụ để tái sử dụng nước.

Nếu dùng nguồn nhiệt truyền thống thì công nghệ này có chi phí khá cao, song nếu dùng nhiệt thải ra thì chi phí sẽ thấp hơn. Thiết bị hiện đại sẽ cho phép giảm chi phí năng lượng khi dùng hệ máy nén tuần hoàn và thiết bị bốc hơi nhiều tầng.

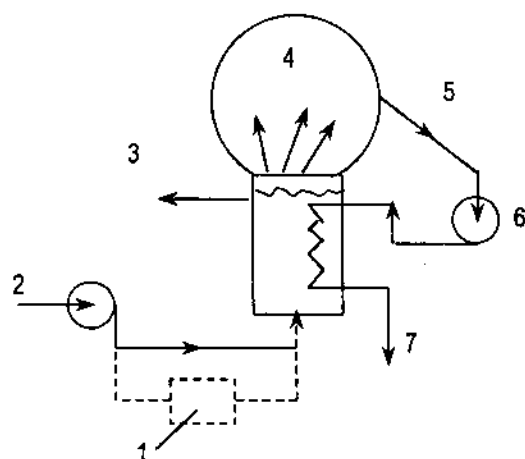
Hình 3.15 và 3.16 là sơ đồ hệ thống bốc hơi nén tuần hoàn và thiết bị bốc hơi ba bậc.

Thiết bị bốc hơi nén tuần hoàn làm việc như máy bơm nhiệt, trong đó máy nén dùng để cấp nhiệt từ nguồn này đến nguồn khác, trong trường hợp này là từ hơi đến chất lỏng. Khi nén hơi thì nhiệt độ của nó sẽ tăng lên và nhiệt sẽ chuyển qua ống xoắn hoặc các tấm trao đổi nhiệt của bộ ngưng tụ đến chất lỏng. Công tiêu hao chỉ cho phần năng lượng cần thiết để bốc hơi nước.

Thiết bị bốc hơi nhiều bậc (hình 3.16) cho phép dùng năng lượng cần thiết để bốc hơi một số lần nhưng chỉ khi áp suất và nhiệt độ thấp.

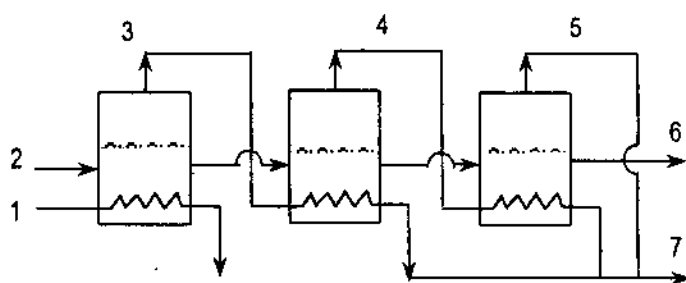
Ở bậc một dùng hơi nóng quá, ở bậc tiếp theo nhiệt làm cho hơi ngưng tụ. Tiết kiệm năng lượng do tăng số bậc lên, nhưng lại dẫn đến tăng chi phí cho thiết bị, nên tối ưu vẫn là chọn cách tăng tiết diện.





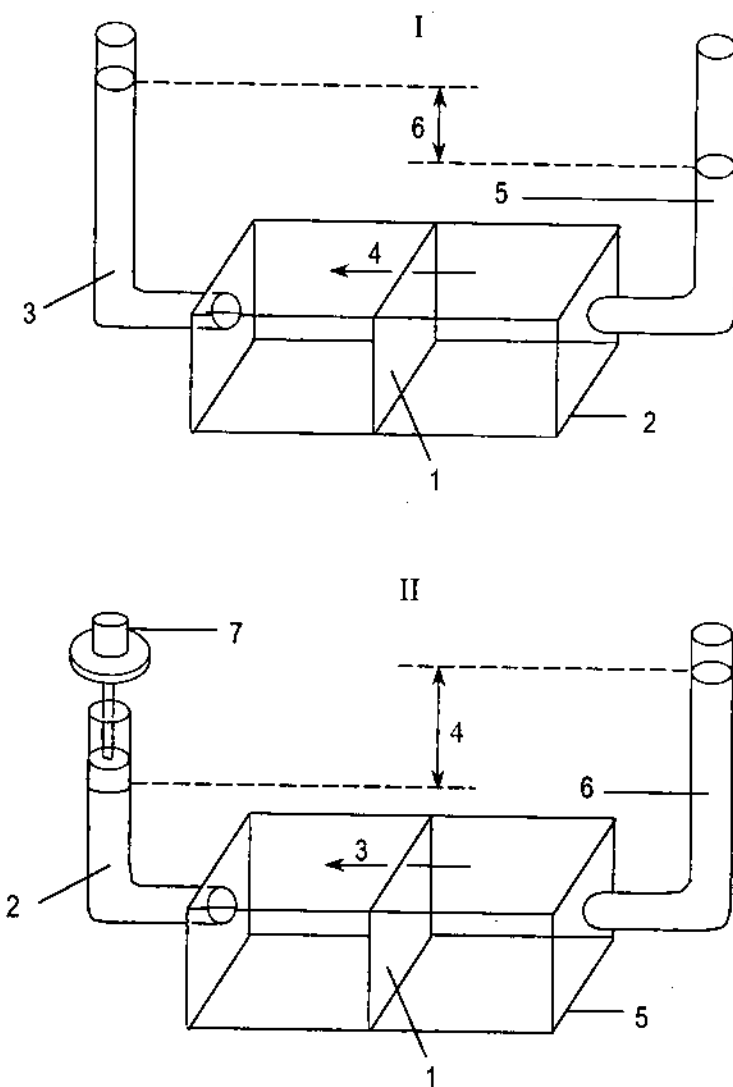
**Hình 3.15. Sơ đồ hệ thống bốc hơi nén hoàn toàn:**

1- nguồn nhiệt đầu tiên; 2- nước thải; 3- chất thải đậm đặc;  
4- thiết bị bốc hơi; 5- hơi; 6- máy nén (nguồn nhiệt); 7- nước sạch



**Hình 3.16. Sơ đồ hệ thống bốc hơi ba bậc:**

1- hơi; 2- nước thải; 3- bậc một; 4- bậc hai;  
5- bậc ba; 6- chất thải đậm đặc; 7- nước sạch



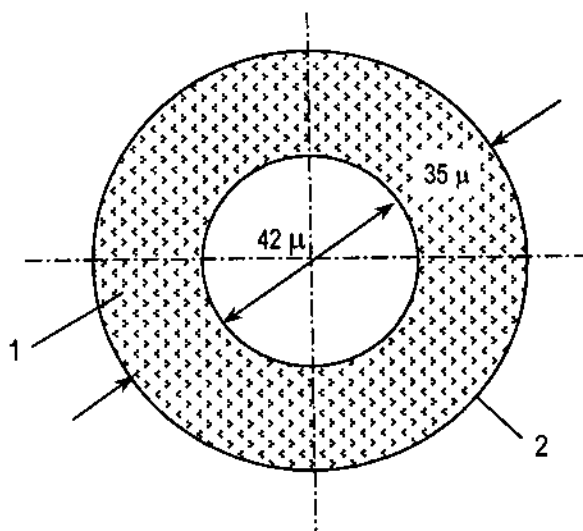
**Hình 3.17. Sơ đồ quá trình thẩm thấu thuận và nghịch:**

I- thẩm thấu thuận:

- 1- màng ngăn; 2- dung tích chứa; 3- dung dịch lỏng;  
 4- hướng dòng; 5- nước; 6- áp suất thẩm thấu;

II- thẩm thấu ngược:

- 1- màng ngăn; 2- dung dịch nước; 3- hướng dòng; 4- cột áp;  
 5- dung tích; 6- nước; 7- áp suất cấp = áp suất thẩm thấu + cột áp



**Hình 3.18. Màng ngăn dạng ống (bằng polyamit đối xứng):**

1- phần tử; 2 - vỏ có độ dày  $0,1 \div 1 \mu\text{m}$

Ăn mòn tạo ra hư hỏng và hiệu suất truyền nhiệt là những yếu tố quan trọng khi thiết kế và vận hành thiết bị bốc hơi. Ăn mòn cũng có thể hạn chế đến tối thiểu được bằng cách chọn vật liệu và kiểm soát được tính chất hóa học của nước thải (ví dụ pH). Việc lựa chọn các phương pháp hóa học để chống ăn mòn cũng rất quan trọng. Thiết kế bề mặt trao đổi nhiệt cũng là biện pháp có hiệu quả hạn chế sự ăn mòn.

Nếu mức độ làm sạch chất ngưng tụ cao (ví dụ khi bốc hơi nước thải có chứa các chất thải gây ra phản ứng) thì hơi giải phóng ra phải ở dạng giọt hoặc hạt vật chất. Thu hồi nó thực hiện bằng các thiết bị chuyên dụng, như bộ lọc dạng lưới cho hơi đi qua vào thiết bị ngưng tụ. Quá trình bốc hơi được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp hóa chất, cũng có thể dùng để xử lý nước thải có chất phóng xạ.

Thu hồi cadimi và crom từ nước rửa mạ kim loại cũng được thực hiện bằng bốc hơi. Nếu nồng độ chất nguy hiểm không cao thì dùng phương pháp bốc hơi mà không dùng phương pháp trao đổi ion, hấp

phụ hoặc thẩm thấu ngược.

Trên hình 3.18 là sơ đồ mặt cắt màng ngăn dạng ống. Do phải làm việc ở áp suất cao nên để đề phòng hư hỏng cần thiết kế giá đỡ chắc chắn và có thể lắp đặt hệ thống gồm nhiều ống. Theo nguyên lý làm việc, hiện nay có bốn loại màng ngăn:

- 1) Loại lò xo;
- 2) Loại gồm các ống mỏng;
- 3) Loại vòng tròn;
- 4) Loại gồm các tấm.

### **3.9.3. Thẩm thấu ngược**

Thẩm thấu ngược là quá trình chuyển động bất kỳ chất hòa tan nào từ dung dịch loãng vào dung dịch đậm đặc qua màng bán thấm. Loại màng như vậy cho phép chất hòa tan (trong trường hợp này là nước) thấm qua màng nhưng không cho chất hòa tan đi qua. Trong quá trình đó ở dung dịch đậm đặc xuất hiện một áp suất được coi là áp suất thẩm thấu ( gần  $410 \text{ g/cm}^2$  cho mỗi  $100 \text{ mg/l}$ ).

Nếu đặt một áp suất vào dung dịch đậm đặc cao hơn áp suất thẩm thấu thì dòng qua màng sẽ đổi hướng. Nước sạch từ dung dịch đậm đặc chảy qua màng, quá trình như vậy có thể bị hạn chế, nhưng trong đó lại cần thiết phải loại bỏ chất cô đặc tạo ra.

Giá trị áp suất thẩm thấu phụ thuộc vào nhiệt độ và nồng độ muối trong dung dịch. Tạo ra áp suất vào dung dịch muối nên phải dùng quá trình thẩm thấu, trong đó nước sạch khuếch tán qua màng theo hướng ngược với dòng thẩm thấu tiêu chuẩn nên từ đây ký hiệu thẩm thấu ngược là (0-0).

Màng dùng cho thẩm thấu ngược (0-0) thường có bề mặt rất mỏng, đặt trên giá đỡ xốp tương đối dày. Bề mặt màng cho tiếp xúc với dung dịch và là vùng phân cách muối - nước. Bề mặt của màng mịn nên dễ dàng cho muối và các chất ô nhiễm thấm qua, giá đỡ xốp không

ngăn chuyển động của nước sạch.

Trên hình 3.19 trình bày cấu trúc màng xoắn được dùng phổ biến hiện nay. Bề mặt của màng gồm các tấm đặc biệt tạo ra một không gian để cung cấp dung dịch. Toàn bộ cấu trúc cuộn lại thành hình trụ, chất lỏng được cung cấp theo các hình trụ song song.

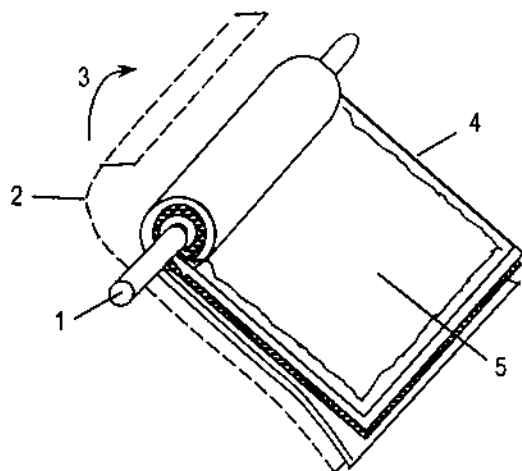
Hình 3.20 là sơ đồ công nghệ thẩm thấu ngược dạng môđun. Nhiệt độ, áp suất và pH là các thông số làm việc quan trọng của quá trình (0-0). Vật liệu dùng làm màng thông dụng là xenluloza axetat có pH lý tưởng trong khoảng 4 đến 6. Tăng nhiệt độ và áp suất dẫn đến tăng dòng qua màng.

Góc của dòng vào với bề mặt màng cũng rất quan trọng, bởi vì nó cho phép loại trừ sự phân cực xuất hiện khi thu hồi nước từ dung dịch và dẫn đến tạo ra gần bề mặt màng một lớp dung dịch đậm đặc, làm giảm tốc độ rút nước. Việc khuấy trộn lớp đậm đặc thực hiện được là do nước thải vào với tốc độ lớn qua các kênh hẹp để đảm bảo chảy thành lớp hoặc qua các kênh lớn để đảm bảo chảy rối.

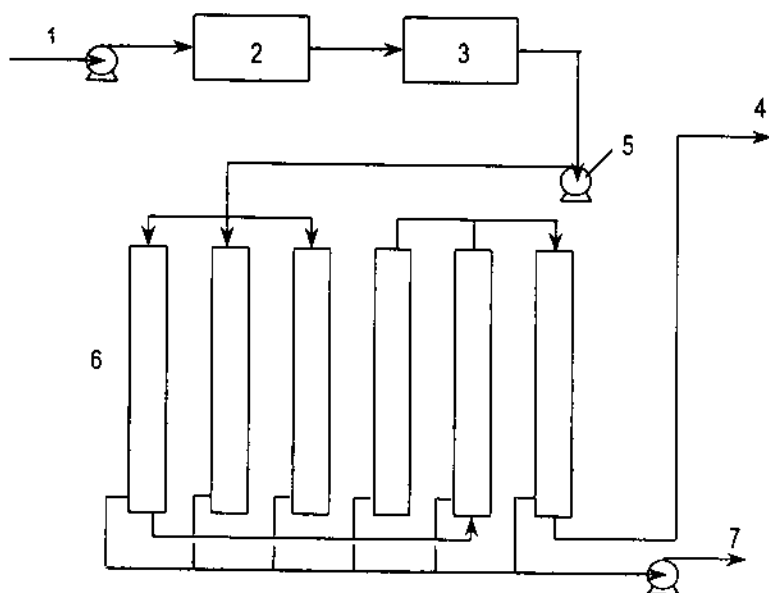
Quá trình (0-0) được dùng phổ biến để xử lý nước thải công nghiệp. Ở các trạm lớn dùng để thu hồi các hóa chất dùng trong công nghệ mạ điện.

*Chiết lọc:* Đó là quá trình các chất hòa tan chuyển từ một pha lỏng (nước) vào pha khác (thí dụ dung môi hữu cơ) khi tiếp xúc trực tiếp hai pha lỏng. Như khi hấp thụ bằng than hoạt tính, tương tác giữa chất hòa tan và dung môi hữu cơ phụ thuộc vào tính chất ưa nước của nó. Việc thu hồi các chất ưa nước khó khăn hơn so việc thu hồi các chất kỵ nước.

Mức độ thu hồi được đo bằng hệ số phân tách P, là tỷ lệ cân bằng nồng độ chất hòa tan trong mỗi pha lỏng. Ảnh hưởng của việc thay đổi các tính chất hóa học và cấu trúc chất hữu cơ hòa tan tới hệ số phân tách được thể hiện trong bảng 3.6. Sơ đồ quá trình chiết lọc thể hiện trên hình 3.21.



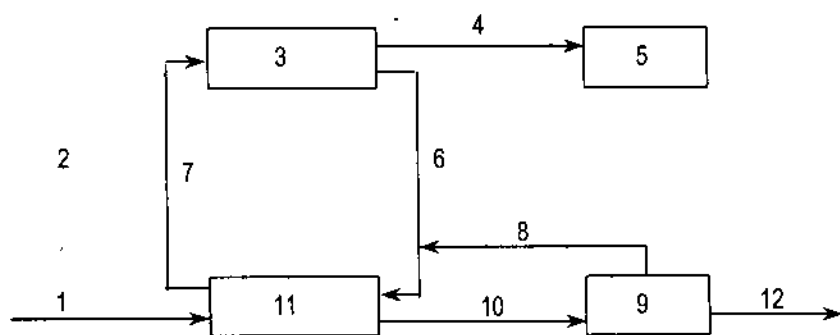
**Hình 3.19. Môđun xoắn dùng cho quá trình thẩm thấu ngược:**  
 1- đầu ra của dung dịch; 2- khe hở để cấp chất lỏng; 3- cuộn thành ống;  
 4- cấp chất lỏng vào; 5- dòng chất lỏng qua màng



**Hình 3.20. Sơ đồ quá trình thẩm thấu ngược:**  
 1- cấp nước; 2- chuẩn bị nước; 3- lọc; 4- nước muối;  
 5- bơm áp suất cao; 6- môđun thẩm thấu ngược; 7- nước sạch

Nước thải trộn trực tiếp với dung môi trong thiết bị trộn - kết tủa hoặc trong tháp chuyên dụng có chất đệm hoặc trong máy ly tâm. Dung môi thường được dẫn ngược với dòng nước thải hoặc qua các bộ trộn. Dung môi hữu cơ có chứa chất hòa tan đưa vào tái sinh theo một trong những quá trình thích hợp. Chất hòa tan tách ra để tái sử dụng hoặc chôn lấp, còn dung môi được quay trở lại. Nước thải đưa đi xử lý cũng phải làm sạch chất dung môi. Độ hòa tan của dung môi trong nước thải thay đổi tương đối rộng phụ thuộc vào tính chất hóa học của nó, chính chất dung môi cũng có thể coi là chất ô nhiễm và phải được thu hồi trước khi thải nước đã được làm sạch vào môi trường.

Chất hòa tan trong nước thải có hệ số phân tách cao sẽ được thu hồi đơn giản hơn so với chất có hệ số phân tách thấp, rõ ràng nó ảnh hưởng tới lượng dung môi cần thiết. Lượng dung môi cần thiết sẽ quyết định chi phí cho quá trình, đặc biệt nếu tái sinh chất dung môi thì đòi hỏi chi phí năng lượng rất lớn, ví dụ như khi chưng cất. Thu hồi chất dung môi bằng hơi cũng đòi hỏi chi phí năng lượng rất lớn. Làm sạch nước thải khỏi phenol được thực hiện chủ yếu bằng hòa tan.



**Hình 3.21. Sơ đồ chiết lọc chất ô nhiễm:**

1- nước thải; 2- chất hòa tan vào; 3- tái sinh dung môi; 4- chất hòa tan (chất ô nhiễm); 5- chôn lấp chất ô nhiễm; 6- dung môi làm sạch; 7- chưng cất thu hồi, bốc hơi phản ứng hóa học; 8- dung môi; 9- thu hồi dung môi; 10- nước xử lý; 11- chiết lọc; 12- nước sạch

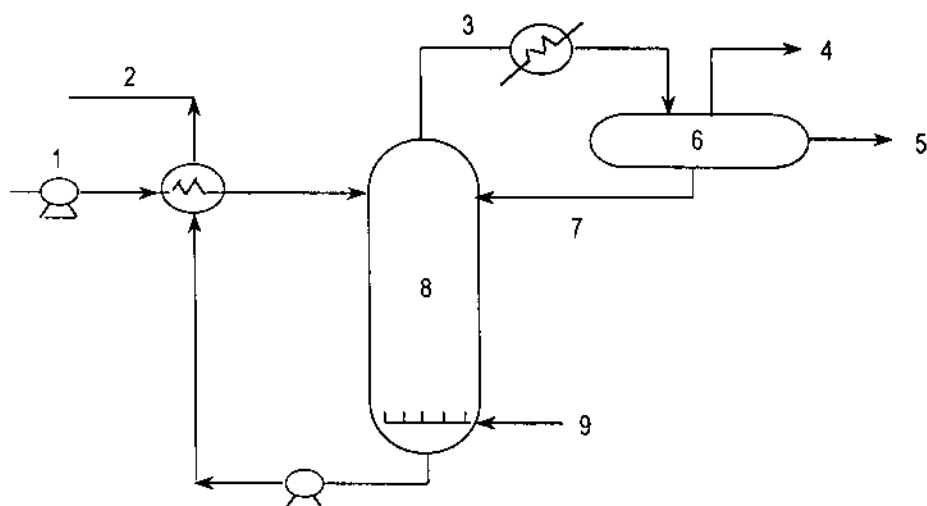
**Bảng 3.6. Hệ số phân tách đối với các chất hóa học khác nhau  
và cấu trúc của các chất**

X	Vòng béo $\log P_{RX} - \log P_{RH}$	Vòng thơm $\log P_{C_6H_5X} - \log P_{C_6H_6}$
$C_6H_5$	1,61	2,08
I	1	1,12
Liên kết giữa các phân tử hydro	0,65	-
Br	0,6	0,86
$CH_2$	0,5	0,5
$SCH_3$	0,45	0,61
Cl	0,39	0,71
Vòng kín	- 0,09	-
F	- 0,17	0,14
Mạch nhánh	- 0,2	-
Nhóm chức	- 0,2	-
$COOCH_3$	- 0,27	- 0,01
$N(CH_3)_2$	- 0,3	0,18
Nối đôi	- 0,3	-
$OCH_3$	- 0,47	- 0,02
Mạch vòng	- 0,6	-
$COOH$	- 0,67	- 0,28
$COCH_3$	- 0,71	- 0,55
CH	- 0,84	- 0,57
$NO_2$	- 0,85	- 0,28
O	- 0,98	-
OH	- 1,16	- 0,67
$NH_2$	- 1,19	- 1,23
$C=O$	- 1,21	-
$CONH_2$	- 1,71	- 1,49



Khi dùng hơi nước ở nhiệt độ cao để thu hồi các chất ô nhiễm bay hơi từ nước thải. Quá trình thường thực hiện liên tục trong tháp chưng chuyen dụng để đảm bảo trộn đều chất khí với chất lỏng (hình 3.22).

Nước thải được gia nhiệt trong thiết bị trao đổi nhiệt được đưa vào tháp và chảy xuống dưới ngược với dòng hơi đưa vào từ dưới lên. Dòng chất lỏng đi từ trên xuống dưới sẽ tiếp xúc với hơi có chứa một lượng chất bay hơi có trong nước, đồng thời nồng độ chất bay hơi trong chất thải lỏng sẽ giảm xuống đến mức tối thiểu. Để tiết kiệm năng lượng người ta đun nóng nước thải sơ bộ trong thiết bị trao đổi nhiệt.



**Hình 3.22. Sơ đồ làm sạch bằng bốc hơi:**

- 1- cung cấp nước thải; 2- nước xử lý; 3- bộ phận ngưng tụ;  
4- hơi đậm đặc; 5- dầu; 6- chứa chất ngưng tụ; 7- nước; 8- tháp  
có các đĩa hoặc các vòng để tăng bề mặt tiếp xúc; 9- hơi

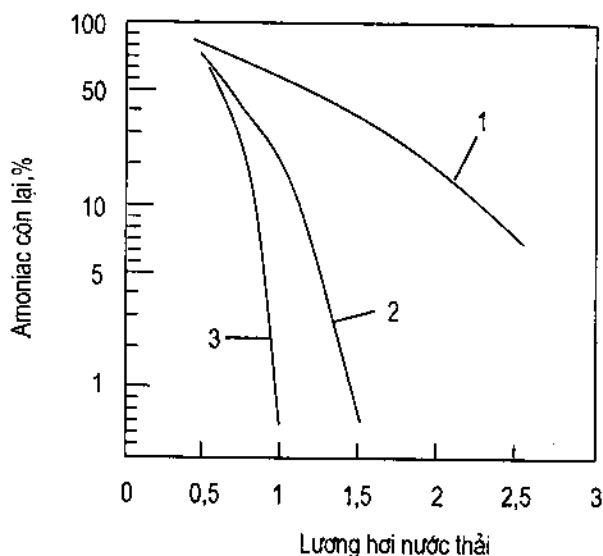
Hơi tụ lại ở phần trên của tháp có thể xử lý tiếp ở pha khí hoặc cho ngưng tụ trước khi thải ra môi trường. Bằng cách ngưng tụ hơi nước và các chất hữu cơ bay hơi sẽ tạo ra pha lỏng, như vậy có thể tách

ra được chất bay hơi. Hơi không ngưng tụ có thể xử lý tiếp hoặc thải vào khí quyển nếu mức độ ô nhiễm không lớn. Cho hơi ngưng tụ vào tháp tuần hoàn khép kín sẽ tăng nồng độ chất bay hơi ở đầu ra của tháp cũng như loại trừ được khả năng phải xử lý nước thải trước khi thải vào môi trường.

Mức độ thu hồi chất bay hơi có thể tăng lên nhờ tăng khả năng tiếp xúc hơi với nước, ví dụ có thể tăng chiều cao của tháp để tăng khả năng hỗn hợp.

Hiệu quả thu hồi chất bay hơi không chỉ phụ thuộc vào khả năng tiếp xúc giữa chất lỏng với hơi mà còn phụ thuộc cả vào nhiệt độ tương tác, trong trường hợp axit hoặc kiềm còn phụ thuộc vào cả độ pH.

Trên hình 3.23 thể hiện ảnh hưởng của tỷ lệ hơi – chất lỏng và số đĩa chưng cất tới hiệu suất thu hồi amoniac từ nước thải trong quá trình chế biến dầu lửa.



**Hình 3.23. Phụ thuộc mức độ thu hồi amoniac vào số đĩa và lượng hơi:**

1- 5 đĩa; 2- 10 đĩa; 3- 15 đĩa

Những số liệu trên cho thấy, khi lượng hơi quá nhỏ thì phải tăng số đĩa lên, nhưng vấn đề tiết kiệm hơi sẽ giảm xuống. Ở chiều cao nhất định của tháp chưng cất về lý thuyết sẽ đạt được sự cân bằng giữa chất lỏng và nồng độ hơi. Trong thực tế không đạt được sự cân bằng như vậy, nhưng có thể gần đạt được, vì vậy cần phải sử dụng đúng số đĩa. Mức độ cân bằng về lý thuyết chỉ dùng trong tính toán để mô tả đặc tính thiết bị làm việc ở những điều kiện khác nhau.

Nhiệt độ đưa vào tháp là yếu tố quan trọng để quá trình có được hiệu suất cao. Khi đưa một dòng lạnh vào để ngưng tụ hơi ở phần trên của tháp và như vậy sẽ làm tăng lượng hơi để cho thiết bị làm việc bình thường.

Đây là quá trình rất tốt dùng để làm sạch nước thải bằng hơi trong đó có thu hồi amoniac và hydro sunfua từ chất thải của công nghiệp chế biến dầu lửa, cũng như thu hồi amoniac từ chất thải trong sản xuất cốc và phenol.

### **3.10. CHI PHÍ CHO XỬ LÝ NƯỚC THẢI**

Trong phần này ta sẽ nghiên cứu chi phí đầu tư và khai thác các quá trình xử lý cơ bản cho một trạm có công suất từ 0,4 đến 3,7 triệu lít chất thải lỏng trong một ngày.

Thành phần chi phí đầu tư bao gồm các khoản mục sau đây:

- Chi phí trực tiếp: mua sắm lắp đặt thiết bị; dụng cụ và thiết bị kiểm tra, các đường ống, thiết bị điện, xây dựng, thiết bị sinh hoạt...
- Chi phí gián tiếp.
- Chi phí trực tiếp (thiết kế), lượng xây dựng, đảm bảo an toàn, chi phí khai thác hàng năm.
- Chi phí khai thác trực tiếp tổng cộng: nhân lực, vật liệu, hóa chất, năng lượng (năng lượng điện), nhiên liệu...
- Chi phí khai thác gián tiếp: sửa chữa thiết bị, thuế, chi phí chung và chi phí quản lý, vệ sinh thiết bị, tỷ lệ khấu hao.

Quá trình kết tủa và lọc là những quá trình có chi phí năng lượng và hóa chất thấp, còn quá trình bốc hơi và oxy hóa là những quá trình đòi hỏi năng lượng và hóa chất lớn nên chi phí cao hơn.

### 3.10.1. Chi phí tách pha rắn và lỏng

Trong bảng 3.7 cho các chi phí đầu tư cơ bản và khai thác cho sáu quá trình phân tách các pha. Các chi phí để lọc chân không và ly tâm có quan hệ gián tiếp với thể tích nước thải, nhưng phụ thuộc vào lượng kết tủa trong trường hợp đã thí dụ ở trên là 2045 kg chất khô trên 3,8 triệu lít.

**Bảng 3.7. Chi phí cho quá trình tách pha rắn và lỏng**

Quá trình xử lý	Công suất l/ngày					
	0,4.10 <sup>6</sup>			3,8.10 <sup>6</sup>		
	Chi phí đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD	Đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD
1. Lọc	48	24	0,66	67	27	0,07
2. Kết tủa	210	27	0,74	450	70	0,19
3. Tuyển nổi	840	85	2,32	2300	190	0,52
4. Lọc	270	45	1,23	1200	190	0,52
5. Lọc chân không	620	85	2,33	850	180	0,49
6. Ly tâm	53	84	2,30	1000	150	0,41

Giả sử chất kết tủa xác định được nhờ có kết tủa trọng lực và đưa vào lọc chân không hoặc quay ly tâm ở dạng 10% bùn. Các chi phí cho các thông số khác của bùn để lọc chân không và quay ly tâm có thể thay đổi.

Các chi phí cho kết tủa bằng trọng lực được tính từ việc sử dụng chất làm sạch với tải bề mặt từ 2400 đến 49000 l/ m<sup>2</sup>/ ngày.

Các chi phí để lọc qua tấm đệm mịn được dùng để tính cho lọc trọng lực với tấm đệm hai lớp có tải bề mặt là 163 l/ m<sup>2</sup>/ phút.

### 3.10.2. Chi phí cho quá trình xử lý hóa học

Trong bảng 3.8 là chi phí xử lý nước thải bằng hóa học. Các chi phí này thay đổi phụ thuộc vào thành phần chất thải. Với quá trình trung hòa được tính cho độ axit 1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> trung hòa ở thiết bị phản ứng bằng vôi, bể lắng để xử lý nước thải và lọc chất kết tủa. Làm sạch bằng hóa chất cần 200 mg phèn chua/ lít nước thải, tạo ra chất kết tủa trọng lực. Giá thành quá trình oxy hóa dựa vào sự phân hủy xyanua khi nồng độ 1000 mg/l xyanua đồng và 1000 mg/l natri xyanua nhờ có clorua kiềm. Giá thành quá trình trao đổi ion được tính từ điều kiện làm sạch nước thải công nghiệp có các kim loại: 15 mg/l Zn<sup>2+</sup>, 0,5 mg/l Cu<sup>2+</sup>, 19 mg/l CN<sup>-</sup> và 22 mg/l Cr<sup>6+</sup>.

**Bảng 3.8. Chi phí xử lý chất thải bằng hóa học**

Quá trình xử lý	Công suất l/ngày					
	0,4.10 <sup>6</sup>			3,8.10 <sup>6</sup>		
	Chi phí đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD	Đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD
1. Trung hòa	300	300	8,57	1500	1200	3,43
2. Kết tủa hóa học	260	50	1,37	500	130	0,36
3. Oxy hóa	4000	2500	68,4	-	-	-
4. Trao đổi ion	700	190	5,42	3500	1000	2,86

### 3.10.3. Chi phí cho xử lý bằng sinh học

Trong bảng 3.9 là chi phí cho ba quá trình xử lý sinh học. Nhu cầu oxy sinh học cho quá trình dùng bùn hoạt tính là 1300 mg/l.

Việc làm thoáng khí bằng khuếch tán bình thường người ta dùng 0,25 kg oxy sinh học cho 1 kg chất rắn ưa khí (lượng của nó trong bể thoáng khí 2000 mg/l). Bể thoáng khí dùng để làm sạch nước thải đặc trưng bằng BOD, 2100 mg/l trong 7 ngày.

**Bảng 3.9. Chi phí xử lý chất thải bằng sinh học**

Quá trình xử lý	Công suất l/ngày					
	0,4.10 <sup>6</sup>			3,8.10 <sup>6</sup>		
	Chi phí đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD	Đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD
1. Bùn hoạt tính	405	63	1,72	1310	270	0,74
2. Bể thoáng khí	210	30	0,82	380	57	0,16
3. Sử dụng đất (bùn)	-	-	-	67	13	0,04

### 3.10.4. Chi phí tách chất hòa tan

Trong bảng 3.10 đưa ra chi phí để tách chất hòa tan trong nước thải theo năm quá trình khác nhau, trong đó chỉ có hấp phụ bằng than hoạt tính là rất nhạy cảm với nồng độ chất ô nhiễm lấy ra. Các chi phí dựa trên cơ sở xử lý chất thải thứ cấp (BOD 20 ÷ 100 mg/l khi tải trọng

0,1 ÷ 3 kg/kg than hoạt tính). Các chi phí để thẩm thấu ngược dựa trên cơ sở xử lý nước rửa công nghệ mạ niken với mục đích tái sử dụng niken. Các chi phí để thu hồi nhờ hòa tan được xác định bằng xử lý 1,5% dung dịch phenol khi thu hồi chất dung môi (toluen) bằng chưng cất dung môi thải ra và xử lý hơi nước. Các chi phí cho quá trình xử lý bằng hơi dựa trên cơ sở làm sạch nước thải trong chế biến dầu lửa. Chi phí chủ yếu là giá thành năng lượng, ở trường hợp này là chi phí hơi cho thu hồi chất hoà tan 200 g/l nước thải xử lý.

**Bảng 3.10. Chi phí xử lý chất thải bằng quá trình vật lý**

Quá trình xử lý	Công suất l/ngày					
	0,4.10 <sup>6</sup>			3,8.10 <sup>6</sup>		
	Chi phí đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD	Đầu tư, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí khai thác/ 1 năm, 10 <sup>3</sup> USD	Chi phí cho 3,8 m <sup>3</sup> , USD
1. Hấp phụ bằng than hoạt tính	360	110	3,01	1600	260	0,71
2. Bốc hơi	-	-	-	1300	5342	8,99
3. Thẩm thấu ngược	180	55	1,51	950	370	1,01
4. Thu hồi bằng hòa tan	230	260	7,88	1300	770	2,33
5. Xử lý bằng hơi	130	90	2,57	600	520	1,49

## CHƯƠNG 4

# THIEU ĐỐT CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

### 4.1. BẢN CHẤT CỦA THIEU ĐỐT CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

Vấn đề môi trường có liên quan đến các bãi chôn lấp chất thải nguy hiểm, chất thải độc hại nên phải tìm phương pháp xử lý các chất thải đó nhanh và an toàn. Đốt chất thải nguy hiểm là phương pháp cơ bản để tiêu hủy chất thải hữu cơ nguy hiểm, độc hại. Đốt chất thải nguy hiểm thực chất là quá trình oxy hóa ở nhiệt độ cao làm biến đổi nguyên tố cơ bản của đa số các hợp chất hữu cơ (cacbon, hydro, oxy) thành  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$ . Nếu trong chất thải có các nguyên tố khác ngoài cacbon, hydro và oxy có thể khi đốt sẽ dẫn đến tạo ra các hạt khí hoặc chất rắn gây ô nhiễm thì cần phải có biện pháp thu gom các khí thải ra. Trong những năm gần đây người ta dùng công nghệ đốt chất thải ngoài trời tại những nơi chứa rác nên làm cho môi trường bị ô nhiễm nghiêm trọng. Để giảm thiểu chất ô nhiễm ra môi trường, cần thiết kế hệ thống thiết bị xử lý khí thải để đảm bảo cho môi trường những nơi đốt chất thải được tốt hơn, nhưng để giải quyết được vấn đề này đòi hỏi phải đầu tư tương đối lớn. Ở Mỹ nhiều nơi cấm đốt ngoài trời mà thay thế bằng các bãi chôn lấp ít tốn kém. Tuy chi phí ban đầu cao nhưng người ta thấy đốt là phương pháp có hiệu quả cao để tiêu hủy các chất thải và tránh được khả năng rò rỉ chất ô nhiễm từ các bãi chôn lấp. Vì vậy khi chọn phương pháp xử lý chất thải cần phải tính đến chi phí lâu dài và các hậu quả có thể xảy ra.

Trong phần này ta sẽ nghiên cứu những đặc điểm hóa học và vật lý quan trọng của quá trình đốt chất thải nguy hiểm, độc hại. Nghiên cứu thiết kế và hoạt động của các thiết bị đốt tập trung vào hai loại



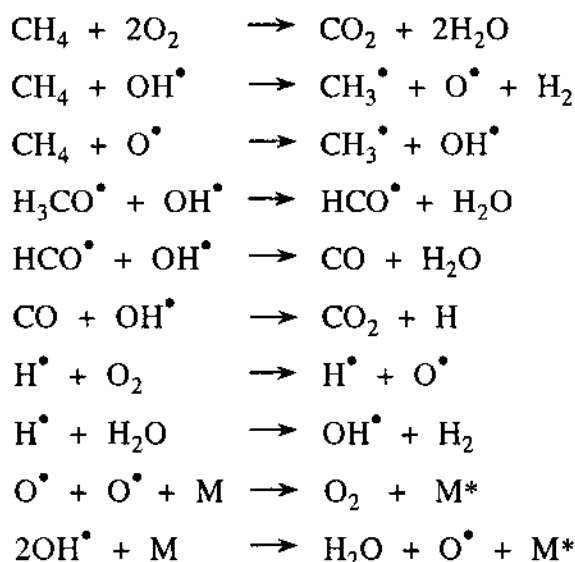
thiết bị cơ bản để đốt chất thải nguy hiểm, độc hại là: lò quay và lò bơm chất lỏng vào.

## 4.2. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM HÓA HỌC VÀ VẬT LÝ CỦA QUÁ TRÌNH ĐỐT CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

### 4.2.1. Phản ứng mạch của quá trình đốt

Đốt chất thải có thể hiểu đó là quá trình oxy hóa trong ngọn lửa, được sử dụng để tiêu hủy các vật liệu thải.

Chỉ có một vài phản ứng cháy là đơn giản, phương trình hệ số tỷ lệ chung thể hiện cho phản ứng cháy ít khi cho biết đầy đủ chi tiết về quá trình cháy. Một số phản ứng cho thấy xảy ra đồng thời hoặc liên tiếp theo một trật tự nhất định phụ thuộc vào bản chất của vật liệu cháy cũng như điều kiện xảy ra, đó là nhiệt độ, áp suất và lượng oxy cung cấp. Cháy theo các giai đoạn liên tục được thể hiện bằng chuỗi các phản ứng oxy hóa metan là thí dụ điển hình được mô tả bằng các phản ứng sau:



Ở đây M là nguyên tố thứ ba (có thể là nguyên tử hoặc phân tử bất kỳ trong hệ tham gia phản ứng).

Trong quá trình đốt hydrocacbon, tương tác của các gốc tự do  $\text{CH}_3^\bullet$ ,  $\text{HCO}^\bullet$ ,  $\text{OH}^\bullet$ ... đóng vai trò chất mang trong phản ứng liên tục. Phản ứng bị ngắt quãng khi hai hoặc các chất mang không ổn định va chạm với nguyên tố thứ ba M tạo ra phân tử không hoạt động.

Như vậy đốt các chất hữu cơ phức tạp có thể tạo ra các hợp chất trung gian nếu phản ứng không được thực hiện đến cháy hoàn toàn. Khi các chất hữu cơ nguy hiểm cháy không hết có thể sẽ phát sinh ra các chất nguy hiểm trung gian. Trong thực tế khó có thể đốt các chất thải cháy hoàn toàn, tuy nhiên vẫn có thể đạt được mục đích hạn chế tới mức tối thiểu thải các chất độc hại vào môi trường.

#### **4.2.2. Nhiệt tỏa ra khi cháy**

Đốt hỗn hợp nhiên liệu và oxy được bắt đầu khi nhiệt độ hỗn hợp đạt đến giá trị làm xuất hiện ngọn lửa, phản ứng như vậy thường tỏa ra một lượng nhiệt rất lớn và luôn phát ra ánh sáng. Phản ứng bắt đầu khi liên kết hóa học giữa các nguyên tử của các chất tham gia phản ứng bị phá vỡ, tạo ra các gốc tự do kết hợp lại với nhau hoặc tạo thành phản ứng mạnh dẫn đến sinh thành các hợp chất mới. Một số hoặc tất cả các hợp chất mới sẽ tạo ra từ một tổ hợp các nguyên tử ban đầu có nhiệt do oxy (nghĩa là  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  trong trường hợp cháy hoàn toàn hydrocacbon). Tổng năng lượng giữa các mối liên kết các nguyên tử của hợp chất mới nhỏ hơn tổng năng lượng của các mối liên kết của các chất tham gia phản ứng ban đầu, hiệu các năng lượng đó chính là năng lượng được giải phóng ra. Nhiệt tỏa ra khi cháy hoàn toàn 1 mol hợp chất được xác định như nhiệt cháy hoặc chính xác hơn là entanpi cháy, nếu quá trình xảy ra ở điều kiện áp suất không đổi.

Năng lượng cần thiết để tách mối liên kết nhất định giữa hai nguyên tử là giá trị thực tế ổn định phụ thuộc vào loại phân tử có chứa cặp liên kết các nguyên tử. Các cặp nguyên tử khác nhau có các mối liên kết khác nhau và có ái lực khác nhau, vì vậy năng lượng để tách các nguyên tử liên kết có thể thay đổi.

Giá trị năng lượng liên kết trung bình giữa các nguyên tử và mối liên kết bền trong các hợp chất hữu cơ khác nhau được cho trong bảng 4.1.

**Bảng 4.1. Năng lượng liên kết trung bình (kcal/mol)**

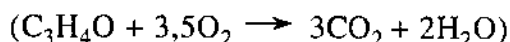
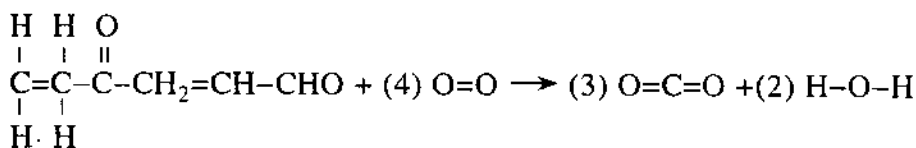
Liên kết	Năng lượng, kcal/mol	Liên kết	Năng lượng, kcal/mol
C-C	83	H-H	104
C=C	146	O-H	111
C≡C	200	O-N	48
C-H	99	N-H	93
C-O	86	Cl-Cl	57
C=O	192 (*)	Br-Br	46
C-N	72	I-I	36
C=N	147	F-F	36
C-Cl	81	H-Cl	103
C-Br	68	H-Br	88
C-I	52	H-I	71
C-F	116	H-F	135
C-S	65	H-P	79
O-O	47	H-S	83
O=O	118	P-Cl	79
N-N	52	P-Br	64
N≡N	225	S-Cl	61

*Ghi chú:* (\*) Năng lượng trung bình của liên kết CO<sub>2</sub>; năng lượng trung bình của mối liên kết đối với andehyt và xeton bằng 176 kcal/mol.

Nhiệt cháy gần đúng của các chất hữu cơ được tính bằng hiệu của tổng năng lượng liên kết các chất tham gia phản ứng (chất hữu cơ + oxy) và tổng năng lượng liên kết của sản phẩm cháy (nghĩa là  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

Như vậy có thể tính gần đúng nhiệt cháy của các hợp chất hữu cơ phức tạp từ các số liệu năng lượng liên kết trung bình (bảng 4.1)

Ví dụ tính nhiệt cháy gần đúng của hợp chất hữu cơ acrolein trên cơ sở năng lượng liên kết hóa học theo phương trình tỷ lệ đồng acrolein như sau:



Trong quá trình có bốn mối liên kết C-H bị phá vỡ, một C=C, ba O=O, một C-C và một C=O, sáu mối liên kết C=O ( $\text{CO}_2$  và bốn liên kết H-O) được tạo thành. Năng lượng cần để phá vỡ các mối liên kết được tính trên cơ sở các số liệu trong bảng 4.1:

$$(4 \times 99) + 146 + (3,5 \times 118) + 83 + 176 = 1214 \text{ kcal}$$

Năng lượng liên kết hóa học trong  $\text{CO}_2$  và  $\text{H}_2\text{O}$  được tính trên cơ sở giá trị trong bảng 4.1:

$$(6 \times 192) + (4 \times 111) = 1596 \text{ kcal}$$

Năng lượng giải phóng từ phản ứng cháy acrolein được xác định:

$$1596 - 1214 = 382 \text{ kcal}$$

gần với giá trị 389,6 kcal/mol của acrolein đã biết trong tài liệu.

Do thay đổi cấu trúc phân tử dẫn đến giảm tổng năng lượng liên kết của các chất tham gia phản ứng hoặc tăng tổng năng lượng liên kết của các sản phẩm được tạo ra sẽ có khả năng tăng nhiệt cháy lên. Thay gốc OH bằng gốc H ở bên phải phân tử acrolein sẽ cho axit acrylic,

nhật cháy là 327 kcal/mol. Thay thế trong phân tử acrolein hai nguyên tử hydro bằng oxy với hai mối liên kết sẽ cho propylen có nhật cháy 490,2 kcal/mol.

Thế các hợp chất hữu cơ halogen như hydrocacbon clo hóa có thể có nhật cháy rất nhỏ, nếu lượng nguyên tử halogen trong hợp chất cao. Từ bảng 4.2, nhật cháy của metan giảm xuống dần khi tăng mức độ thế các nguyên tử hydro bằng các nguyên tử clo.

**Bảng 4.2. Nhật cháy của metan và các hợp chất clometan**

Hợp chất	Công thức	Trọng lượng clo, %	Nhiệt lượng cháy, kcal/mol	Nhiệt lượng cháy, kcal/kg
Metan	CH <sub>4</sub>	0	210,8	13180
Clometyl	CH <sub>3</sub> Cl	70	164,2	3255
Clometylen	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	84	106,8	1258
Cloroform	CHCl <sub>3</sub>	89	89,2	747
Cacbon tetracolorua	CCl <sub>4</sub>	92	37,3	243

Hydrocacbon clo hóa với lượng lớn hơn 70% clo theo trọng lượng thường cần nguồn nhiệt phụ để duy trì sự cháy. Buồng đốt “nhật khép kín” có khả năng đảm bảo cháy không cần có nhiên liệu bổ sung khi đốt chất thải có khả năng tỏa nhiệt trong khoảng 2500 ÷ 3000 kcal/kg.

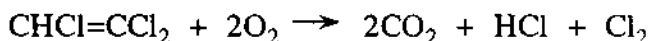
Cacbon tetracolorua được dùng làm chất chống cháy, như đã biết nó là hợp chất có độ độc hại cao. Khi đốt cần phải bổ sung một lượng lớn nhiên liệu mới có thể duy trì sự cháy được.

#### 4.2.3. Đốt các hợp chất hữu cơ halogen

Khi đốt cháy các hợp chất hữu cơ halogen sẽ tạo ra các sản phẩm độc hại như các halogen tự do, các axit halogenic, trong đó hỗn hợp nguy hiểm đến tính mạng con người là oxyt cacbon với clo (đó là chất

phosgen hay cacbonyl clorua  $\text{COCl}_2$ ), đây là khí độc đã được dùng trong thời gian Chiến tranh Thế giới thứ nhất.

Cháy hoàn toàn tricloetylen trong oxy không cần nhiệt bổ sung sẽ xảy ra phản ứng sau:



Phản tử  $\text{Cl}_2$  tạo ra do không có hydro cần thiết để tạo ra  $\text{HCl}$ , oxy hóa không hoàn toàn sẽ cho  $\text{CO}$  kết hợp với  $\text{Cl}_2$  để được  $\text{COCl}_2$ . Phản ứng này không thể phát triển được nếu không có nguồn nhiệt lượng bên ngoài bởi vì nhiệt cháy của mối liên kết năng lượng chỉ là 1600 kcal/kg. Việc làm sạch các chất khí phát thải rất đơn giản, nhất là clorua hydro có thể làm sạch bằng thiết bị lọc khí ẩm. Clo ở dạng khí có độ hòa tan nhỏ và phần lớn sẽ đi qua tháp lọc khí.

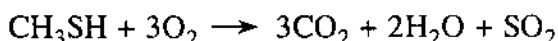
Phản ứng hóa học đốt cháy tricloetylen có thêm metan được mô tả bằng phương trình:



Hấp thụ  $\text{HCl}$  bằng nước trong tháp lọc khí sẽ tạo ra axit clohydric ăn mòn mạnh, nên phải dùng vật liệu không rỉ trong hệ thống làm sạch khí thải hoặc dùng các chất kiềm để trung hòa axit.

#### 4.2.4. Các sản phẩm của quá trình đốt các chất hữu cơ lưu huỳnh

Các hợp chất hữu cơ hoặc vô cơ có chứa lưu huỳnh khi đốt trong không khí sẽ cho  $\text{SO}_2$ . Ví dụ phản ứng cháy mercaptocarbon metyl được viết như sau:



Xuất phát từ đòi hỏi của môi trường nhất thiết phải làm sạch khí thải có chứa  $\text{SO}_2$  bằng các tháp lọc khí. Khi  $\text{SO}_2$  có nồng độ cao cần phải dùng thiết bị lọc khí bằng kiềm vì độ hòa tan của  $\text{SO}_2$  trong nước thấp.

#### 4.2.5. Sự tạo thành $\text{NO}_x$

Việc thải nitơ oxyt  $\text{NO}_x$  cũng phải hạn chế đặc biệt ở những vùng môi trường không khí chất lượng thấp. Trong buồng đốt có thể có hai nguồn tạo thành  $\text{NO}_x$ :

- 1) Tạo thành  $\text{NO}_x$  từ oxy và nitơ của không khí đưa vào buồng đốt.
- 2) Tạo thành  $\text{NO}_x$  khi oxy hóa hợp chất có chứa nitơ, ví dụ, amin, nitrat.

Nitơ oxyt tạo ra tương ứng với quá trình thứ nhất gọi là nitơ oxyt nhiệt, để đảm bảo cho phản ứng xảy ra đòi hỏi nhiệt độ phải cao hơn  $1600^\circ\text{C}$ .

Nitơ oxyt tạo ra theo quá trình thứ hai gọi là nitơ oxyt nhiên liệu. Thực tế sự tạo thành nitơ oxyt nhiên liệu không phụ thuộc vào nhiệt độ cháy, chỉ cần có nhiệt độ tối thiểu để phân hủy các chất ô nhiễm hữu cơ có chứa nitơ.

Sự tạo thành  $\text{NO}_x$  nhiên liệu có thể kiểm soát được bằng cách cho một luồng không khí vào. Để đảm bảo đốt các chất thải có hiệu quả cần có một dư lượng không khí không được nhỏ hơn mức tối thiểu (ví dụ dư 3% oxy). Khi dùng hai buồng nối tiếp có thể khắc phục được các nhược điểm nhờ có buồng thứ nhất hoạt động trong điều kiện không đủ oxy, kết quả là tạo ra  $\text{N}_2$  mà không phải  $\text{NO}$ ; ở buồng thứ hai để cháy chất thải thực hiện được lại cần thiết một lượng oxy.

Thí nghiệm đốt than cho thấy khi tăng lượng nitơ sẽ không dẫn đến tăng nồng độ  $\text{NO}_x$  ở buồng khí thoát ra.

Trong điều kiện đốt tương tự, nitơ hữu cơ chuyển hoá thành  $\text{NO}_x$  (theo %) giảm xuống với việc tăng lượng nitơ. Sự tạo thành  $\text{NO}$  nhiên liệu phụ thuộc loại liên kết nitơ. Nitơ oxyt thu hồi không có hiệu quả khi dùng hệ lọc khí bằng tháp ẩm thông thường, giá thành đầu tư hoặc các phương pháp khử để thu  $\text{NO}_x$  từ sản phẩm cháy cao.

#### **4.2.6. Đốt các hợp chất phospho hữu cơ**

Quá trình thực hiện trong điều kiện dư oxy sẽ cho  $P_2O_5$  là sản phẩm cơ bản của quá trình cháy. Trong điều kiện không đủ oxy có thể tạo ra  $P_2O_3$ . Pentoxit phospho  $P_2O_5$  dễ phản ứng với nước để tạo ra  $H_3PO_4$ , vì vậy có thể thu gom bằng tháp lọc khí ẩm hoặc kiềm.  $P_2O_3$  tác dụng với nước lạnh sẽ tạo ra  $H_3PO_4$ . Khi tiếp xúc với nước nóng sẽ tạo ra hàng loạt hợp chất trong đó có phosphin và phospho nguyên tố.

#### **4.2.7. Đốt các chất thải hữu cơ có chứa kim loại**

Khi đốt các chất thải có chứa các kim loại nặng nguy hiểm sẽ cho các chất thải thứ cấp: tro và bùn lỏng trong thiết bị lọc khí. Các kim loại nặng bốc hơi trong quá trình đốt (Hg, As, Se) có thể cho đi qua hệ thống làm sạch sản phẩm đốt cháy để khử bỏ.

#### **4.2.8. Tốc độ cháy**

Như đã nói, nhiệt lượng cháy là lượng năng lượng tỏa ra khi oxy hóa các chất bằng ngọn lửa và là chỉ số rất quan trọng, vì vậy để duy trì sự cháy trong điều kiện đã cho đòi hỏi một lượng nhiệt nhất định. Tốc độ của quá trình cháy là chỉ tiêu quan trọng xác định bằng các yếu tố, một phần liên quan đến tính chất nhiệt, một phần phụ thuộc vào cấu trúc và các thông số làm việc của thiết bị.

Nhiệt cháy, năng lượng hoạt tính, nhiệt bốc hơi của chất lỏng, nhiệt dung của nhiên liệu là các yếu tố có liên quan đến nhiên liệu (chất thải).

Tỷ lệ nhiên liệu/oxy, mức độ khuấy, cấp nhiệt vào hoặc thoát nhiệt ra là các yếu tố liên quan đến thiết kế và các điều kiện làm việc.

Nhiệt độ cháy liên quan đến tốc độ phản ứng, nó phụ thuộc trực tiếp vào nhiệt lượng cháy và nhiệt năng đưa vào. Qua nghiên cứu còn thấy phụ thuộc trái ngược vào nhiệt độ bốc hơi, nhiệt dung của nhiên liệu, nhiệt năng ra cũng như mức độ chênh lệch với tỷ lệ tối ưu của các chất tham gia phản ứng (nghĩa là tỷ lệ tỷ lệ nhiên liệu/ oxy). Ảnh



hường của các yếu tố này tới nhiệt độ cháy có thể biểu diễn theo phương trình nhiệt động học. Để kiểm tra nhiệt độ cháy thường thay đổi tỷ lệ các chất phản ứng (tỷ lệ dư lượng không khí). Nếu nhiệt độ trong buồng đốt cao hơn mức đã cho thì tăng dư lượng không khí sẽ dẫn đến giảm nhiệt độ.

Mức độ khuấy trộn chất phản ứng có ảnh hưởng lớn đến tốc độ phản ứng. Ở nhiệt độ đốt đã cho phải có thời gian nhất định để trộn các chất phản ứng, tốc độ trộn sẽ ảnh hưởng tới tiến trình của phản ứng. Để đảm bảo trộn nhanh ở vùng cháy phải lựa chọn cấu trúc sao cho dòng trộn có mức rối cao. Nhiên liệu lỏng cho đi qua vòi phun thành dòng để tăng bốc hơi và trộn với không khí. Tốc độ phản ứng trong buồng đốt thể hiện tính liên tục phức tạp của phản ứng, có thể biểu thị bằng phương trình động học bậc một:

$$\frac{dC}{dt} = k.C \quad (4.1)$$

trong đó:  $C$  - nồng độ nhiên liệu (chất thải) để oxy hóa;

$t$  - thời gian, s;

$k$  - hằng số động năng.

Giải phương trình trên ta được:

$$\ln v = k.t \quad (4.2)$$

trong đó:  $v$  = (nồng độ chất hữu cơ ở đầu vào)/(nồng độ chất hữu cơ ở đầu ra);

$t$  - thời gian cháy.

Để xác định sự phụ thuộc hằng số vào nhiệt độ trong phương trình tốc độ phản ứng (4.2) có thể sử dụng biểu thức:

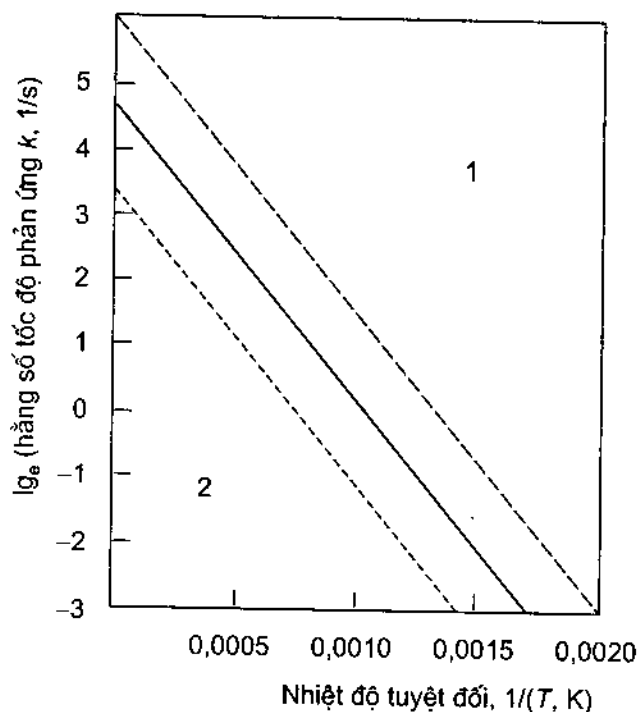
$$k = A \exp(-E/RT) \quad (4.3)$$

trong đó:  $A$  - giá trị thay đổi độ dốc hằng số động năng;

$E$  - năng lượng hoạt tính, cal/mol;

$R$  - hằng số khí lý tưởng;

$T$  - nhiệt độ, K.



**Hình 4.1. Hằng số tốc độ phản ứng không đổi phụ thuộc vào nhiệt độ:**

1,2- mức trên và mức dưới của 95% độ tin cậy hiệu chỉnh;

$k$ - hằng số tốc độ phản ứng, 1/s;  $T$ - nhiệt độ tuyệt đối

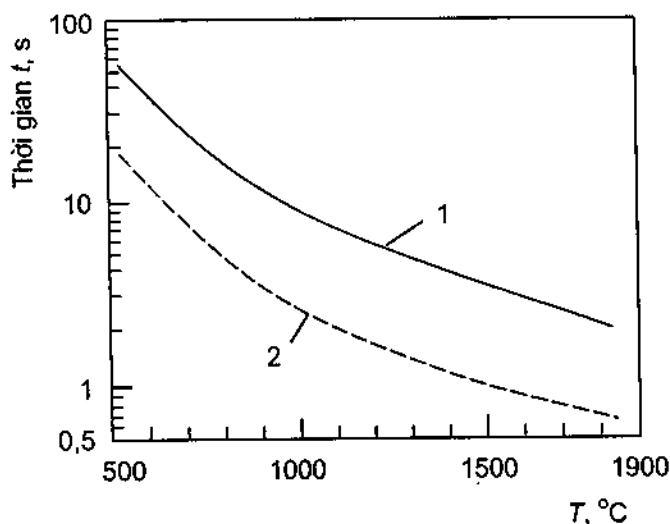
Hằng số động năng được xác định để đốt cháy hàng loạt chất thải độc hại. Phụ thuộc vào nhiệt độ các số liệu này được thể hiện trên hình 4.1, các đường liên tục tương ứng với hiệu chỉnh các số liệu, còn các đường gạch gạch là mức trên và mức dưới của 95% độ tin cậy hiệu chỉnh. Phương trình bậc hai đối với tất cả các số liệu về đốt chất thải độc hại có thể được mô tả sau:

$$k = 86 \exp(-8580/RT) \quad (4.4)$$

trong đó hệ số hiệu chỉnh bằng 0,8. Phương trình (4.2) và (4.4) có thể dùng để tính toán phần thành phần cháy còn lại ở nhiệt độ đã cho và thời gian trong vùng cháy.

Tỷ lệ thời gian/nhiệt độ tương ứng với sự phân hủy chất thải hữu cơ đến 99,9%, được thể hiện trên hình 4.2 được xem như là giá trị

trung bình đối với tất cả các buồng đốt (phương trình 4.4) ở mức dưới 95% độ tin cậy hiệu chỉnh, nhiệt độ trung bình cần thiết là  $1060^{\circ}\text{C}$ . Các số liệu này dùng để kiểm tra mức độ phân hủy chất thải độc hại khi nhiệt độ đốt thấp hơn  $1820^{\circ}\text{C}$ .



**Hình 4.2. Phụ thuộc thời gian - nhiệt độ để đạt được hiệu suất 99,9% khi đốt chất thải hữu cơ:**

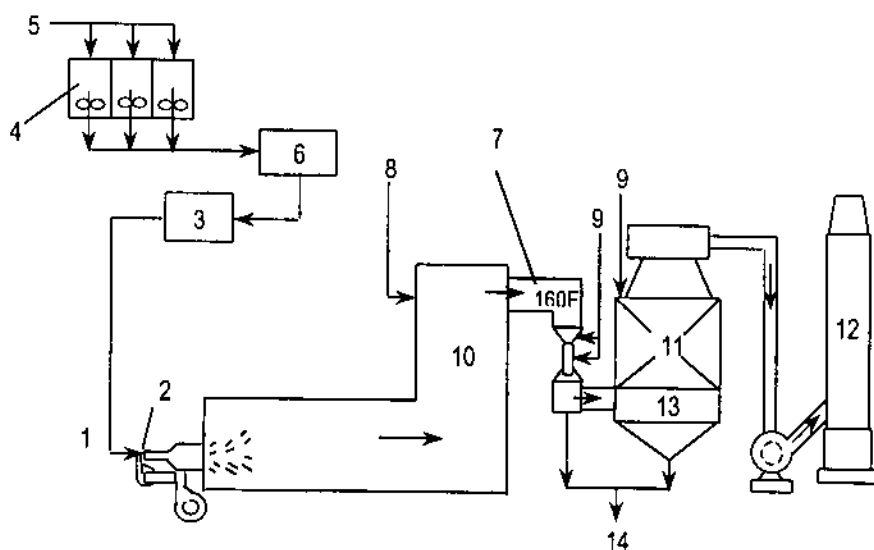
1- mức độ tin cậy đạt thấp nhất 95%; 2- giá trị trung bình

### 4.3. CÁC LOẠI BUỒNG ĐỐT CHẤT THẢI

Đưa chất thải lỏng trộn với không khí qua vòi phun vào buồng đốt, ở đó sẽ xảy ra quá trình oxy hóa bằng ngọn lửa. Ở đầu phun chất thải lỏng được tạo thành những giọt nhỏ (dưới  $40\ \mu\text{m}$ ). Các giọt chất lỏng càng nhỏ thì bề mặt càng lớn và việc trao đổi nhiệt sẽ thực hiện được càng nhanh. Như vậy tốc độ bốc hơi được tăng lên và được trộn với không khí để cho quá trình cháy xảy ra nhanh hơn. Không khí đưa vào với một áp suất có khả năng trộn và tạo thành dòng chuyển động hỗn loạn. Phân bố đều chất lỏng là yếu tố rất quan trọng trong hoạt động của buồng đốt.

Độ nhớt của chất thải lỏng hoặc bùn phải nhỏ hơn  $750 \text{ g/cm.s}$  để cho các dòng chất thải lỏng trong thiết bị phun tạo thành giọt nhỏ. Nếu chất thải lỏng có độ nhớt lớn có thể đốt hoặc trộn với các chất lỏng khác có độ nhớt nhỏ hơn. Để tiêu hủy chất thải hữu cơ lỏng trong công nghiệp người ta sử dụng buồng đốt có vòi phun chất lỏng. Các thiết bị như vậy có chi phí ở mức tối thiểu, tương đối đơn giản so với các buồng đốt chất thải rắn; độ nhớt cho phép tối đa để bơm chất lỏng vào khoảng  $10.000 \text{ g/cm.s}$ .

Trạm xử lý thường có bộ phận nạp nguyên liệu, bể chứa, bể trộn. Hệ thống làm sạch sản phẩm cháy gồm có thiết bị làm lạnh, thiết bị lọc khí và thiết bị làm lạnh khí (hình 4.3).



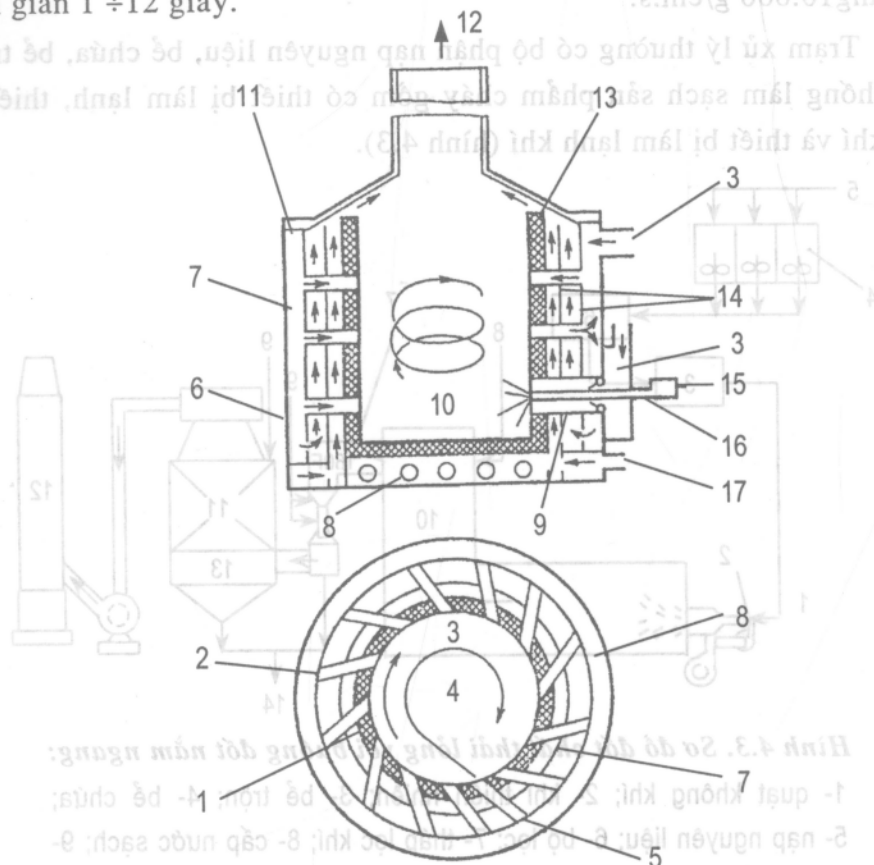
**Hình 4.3. Sơ đồ đốt chất thải lỏng với buồng đốt nằm ngang:**

- 1- quạt không khí; 2- khí thiên nhiên; 3- bể trộn; 4- bể chứa;  
5- nạp nguyên liệu; 6- bộ lọc; 7- tháp lọc khí; 8- cấp nước sạch; 9- nước tuần hoàn; 10- buồng bơm nước; 11- tháp lọc khí lạnh; 12- ống khói; 13- bộ tách hơi nước; 14- cấp nước bể tuần hoàn hoặc xử lý

Buồng đốt có thể thiết kế nằm ngang hoặc thẳng đứng, bên trên buồng đốt người ta đưa chất thải lỏng vào dòng xoáy, phần dưới là thể tích cháy. Các buồng có dòng xoáy có khả năng đảm bảo tỏa nhiệt ở mức  $900.000 \text{ kcal/h.m}^3$  lớn gấp 4 lần đốt bình thường có vòi phun dung dịch.

Thường thiết kế buồng đốt sao cho ngọn lửa không tác động trực tiếp với các thành chịu nhiệt, nhiệt độ phải chọn sao cho thấp hơn điểm chảy của chất thải, khoảng nhiệt độ điển hình thường từ 850 đến 1650°C.

Thiết bị đốt 3800 l/h chất thải ở nhiệt độ 1000 - 1200°C là ví dụ về thiết bị dùng để đốt chất thải lỏng cỡ lớn, thời gian cháy là 2,5 giây. Thiết bị có khả năng đốt 480 ÷ 900 l/h ở nhiệt độ 980 ÷ 1310°C cần thời gian 1 ÷ 12 giây.

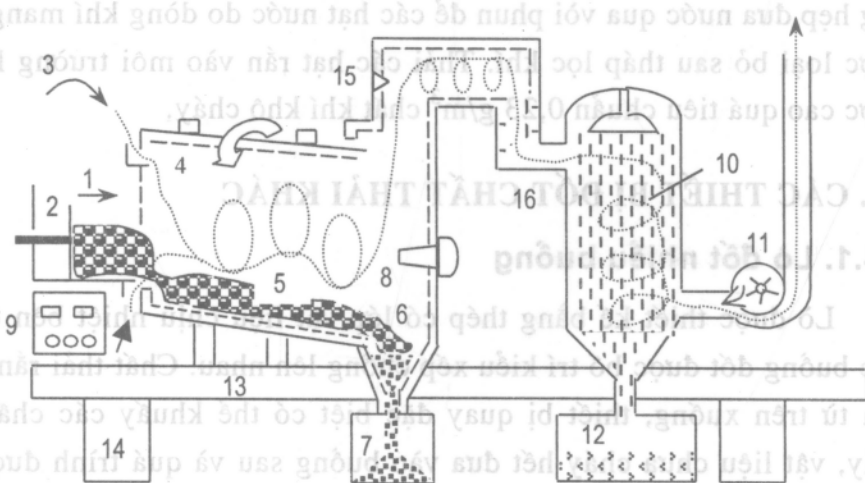


**Hình 4.4. Thiết bị đốt chất thải lỏng trong hệ kín:**

- 1- thành chịu nhiệt; 2- ống quạt gió; 3- cung cấp không khí; 4- cung cấp nước;  
5- ống nhiệt; 6- vỏ ngoài; 7- vỏ trong; 8- kênh làm nguội bằng không khí;  
9- cung cấp khí; 10- cung cấp dầu; 11- khoảng không lấp đầy không khí; 12- sản phẩm cháy đưa vào làm sạch; 13- thành chịu nhiệt; 14- không khí làm nguội các thành chịu nhiệt; 15- chất thải; 16- ống dẫn nhiệt; 17- không khí làm nguội

## Lò quay

Thực tế loại lò này có thể dùng để đốt cháy chất thải bất kỳ, nhưng ưu điểm hơn cả là dùng cho chất thải rắn và nhựa không thể xử lý trong các lò phun chất lỏng. Lò quay có cấu trúc hình trụ, thành lò được bọc một lớp vật liệu chịu nhiệt, tỷ số chiều dài với đường kính thích hợp là 2:1 đến 10:1, tốc độ quay  $1 \div 5$  vòng/phút, nhiệt độ cháy  $850 \div 1650^{\circ}\text{C}$ , thời gian lưu từ vài giây đến vài giờ phụ thuộc vào đặc tính chất đốt lỏng. Lò quay làm cho chất thải cháy được khuấy trộn với không khí đảm bảo cháy hoàn toàn. Các chất thải không cháy được chuyển vào lò nghiêng và được làm nguội bằng cách phun nước. Các chất thải hóa học đưa vào lò quay đảm bảo thoát nhiệt  $23.10^3$  kcal/h, chiều dài thiết bị là 11 m, chiều dày cách nhiệt bằng gạch chịu nhiệt gần 0,3 m. Vật liệu đưa vào buồng đốt thể tích 55 lít có khối lượng trung bình 80 kg, có thể thay đổi từ 70 đến 230 kg (hình 4.5).



Hình 4.5. Lò quay:

1- cung cấp chất thải để đốt; 2- hệ cung cấp tự động; 3- cấp không khí; 4- hình trụ quay có lớp cách nhiệt; 5- vùng cháy được quay; 6- tro; 7- khối lượng làm lạnh; 8- ngọn lửa mỗi; 9- bộ điều khiển; 10- thiết bị lọc khí; 11- ống thổi không khí; 12- nước tuần hoàn; 13- bộ nén; 14- cột đỡ; 15- buồng trước khi đốt; 16- làm lạnh sơ bộ

Lò đốt có buồng cháy thứ hai để đốt các hạt rắn trong dòng khí. Buồng này làm việc ở nhiệt độ  $820 \div 890^{\circ}\text{C}$  và thời gian lưu 1 giây để đốt các hạt rắn có kích thước  $1\text{ }\mu\text{m}$ . Dòng không khí đi qua lò vào buồng đốt thứ hai duy trì được nhờ có quạt đặt trong thiết bị lọc khí để làm sạch sản phẩm cháy. Sau khi nạp chất thải vào lò có bộ phận kiểm tra dòng không khí để điều chỉnh nhiệt độ. Vì vậy tốc độ đưa chất thải vào lò được duy trì ổn định đảm bảo nhiệt độ không thay đổi.

Hệ thống làm sạch sản phẩm cháy gồm các thiết bị cơ bản sau: Buồng làm lạnh sơ bộ các chất khí, tháp lọc khí, hệ tách các hạt nước, quạt và các đường ống. Trong buồng làm lạnh sơ bộ nhiệt độ của dòng khí thoát ra giảm đến  $80^{\circ}\text{C}$ . Buồng làm lạnh sơ bộ được xây bằng gạch chịu axit. Dùng vật liệu chống ăn mòn vì trong khí thải có thể có hydro clorua (HCl). Dùng tháp lọc khí có thể loại bỏ được các hạt rắn có kích thước đến  $0,1\text{ }\mu\text{m}$ . Để tăng hiệu suất thu gom các hạt rắn, ở chỗ đường ống hẹp đưa nước qua vòi phun để các hạt nước do dòng khí mang theo được loại bỏ sau tháp lọc khí. Thải các hạt rắn vào môi trường không được cao quá tiêu chuẩn  $0,23\text{ g/m}^3$  chất khí khô cháy.

## **4.4. CÁC THIẾT BỊ ĐỐT CHẤT THẢI KHÁC**

### **4.4.1. Lò đốt nhiều buồng**

Lò được thiết kế bằng thép có lớp vật liệu chịu nhiệt bên trong. Các buồng đốt được bố trí kiểu xếp chồng lên nhau. Chất thải rắn được đưa từ trên xuống, thiết bị quay đặc biệt có thể khuấy các chất thải cháy, vật liệu chưa cháy hết đưa vào buồng sau và quá trình được lặp lại cho đến khi cháy hoàn toàn. Tro được lấy ra từ dưới, không khí để đốt được đưa ngược chiều với vật liệu cháy, sản phẩm khí cháy thoát ra từ phía trên. Đưa chất thải rắn vào vùng trên của lò, ở đó có nhiệt độ gần  $540^{\circ}\text{C}$ . Ở vùng giữa chất khí và chất rắn cháy ở nhiệt độ  $870 \div 980^{\circ}\text{C}$ , ở vùng dưới tro được làm lạnh bằng không khí.

Lò nhiều buồng chiếm thể tích không gian tương đối lớn và giá

thành cao, đòi hỏi lượng nhiệt phụ rất lớn để xử lý chất thải có nhiệt lượng thấp. Nhiệt độ cực đại  $980^{\circ}\text{C}$ , nhưng thời gian lưu có thể vài giờ. Những thiết bị như vậy dùng để xử lý chất thải nguy hiểm.

#### **4.4.2. Đốt bằng lớp chất rắn**

Công nghệ đốt bằng lớp chất rắn được sử dụng trong công nghiệp xử lý dầu lửa và hóa học, thường là tiêu hủy bùn hoặc các chất thải tương tự. Các giai đoạn xử lý cơ bản gồm:

- 1) Loại bỏ vật cứng ra khỏi chất thải để bảo vệ cho thiết bị khỏi bị hư hỏng;
- 2) Cô đặc bùn;
- 3) Giảm kích thước chất rắn;
- 4) Khử nước;
- 5) Đốt;
- 6) Làm sạch khí thải và chôn lấp tro.

Thiết bị dạng tháp được nạp đầy cát mỏng hoặc đất sét, đưa không khí và chất rắn đã được nghiền vụn vào lớp cát, áp suất làm việc gần  $910\text{ g/cm}^2$ , nhiệt độ  $760 \div 810^{\circ}\text{C}$ . Để loại trừ có mùi, tháp làm việc ở nhiệt độ thấp. Bùn đưa vào phần dưới buồng đốt bên trên tấm phân phối; dòng không khí vào làm cho bùn trộn với cát bên dưới tấm phân phối. Bùn nóng lên và cháy, phần lớn nhiệt được truyền cho ống phun.

Sản phẩm khí khi cháy tạo ra các thành phần khác nhau và tro ở phần trên lò phản ứng được loại bỏ. Đèn đốt phụ được dùng để đốt nóng cát đến nhiệt độ cần thiết trước khi cấp bùn. Khi đạt được nhiệt độ làm việc thì đèn đốt phụ có thể tham gia vào quá trình đốt chất thải lỏng và khí.

Thiết bị đốt chất thải bằng lớp chất rắn là loại tương đối mới và đang được sử dụng phổ biến để đốt bùn. Ưu điểm của loại thiết bị này là:

- 1) Khuấy trộn đều bùn và không khí;
- 2) Không có các bộ phận chuyển động;



- 3) Quá trình trao đổi nhiệt xảy ra ở bên trong vòi phun để giảm yêu cầu nhiệt trong thiết bị trao đổi nhiệt, đảm bảo cho hiệu suất của quá trình cao;
- 4) Vòi phun thực hiện chức năng tích lũy nhiệt để cho quá trình xảy ra không bị quá tải nhiệt.

Nhưng thiết bị đốt dùng lớp chất rắn đòi hỏi chi phí tương đối cao nên chỉ dùng để xử lý lượng lớn chất thải khó đốt bằng các phương pháp thông thường. Để tiêu hủy chất thải nguy hiểm ít sử dụng loại thiết bị này.

#### **4.4.3. Các phương pháp xúc tác**

Phương pháp xúc tác dùng chủ yếu để tiêu hủy các chất thải khi cháy tạo ra các chất khí khác nhau có nồng độ thấp. Các chất thải tạo khí được đốt nóng lên và sau đó cho tiếp xúc với chất xúc tác xốp, quá trình oxy hóa xảy ra trên bề mặt chất xúc tác. Đa số các phản ứng được thực hiện ở nhiệt độ thấp (khoảng  $320 \div 540^{\circ}\text{C}$ ) cho phép tiết kiệm được nhiên liệu. Việc vận chuyển chất khí đi rất xa không kinh tế, vì vậy thường khí tiêu hủy ngay tại chỗ sản xuất. Trong công nghiệp hóa học phổ biến tiêu hủy chất thải tạo khí khi sản xuất chất hòa tan, thí dụ để giảm các mùi khó chịu, chất thải tạo ra khí sẽ được tiêu hủy cả trong công nghiệp chế biến dầu lửa. Đốt dùng chất xúc tác rất nhạy với nhiệt độ (cực đại  $920^{\circ}\text{C}$ ) và không dùng cho các hỗn hợp là nhiên liệu tái sử dụng.

#### **4.4.4. Tiêu hủy chất thải trong muối nóng chảy**

Các chất thải hữu cơ nguy hiểm có thể oxy hóa trong môi trường muối nóng chảy. Các sản phẩm độc hại từ oxy hóa như các hợp chất halogen và lưu huỳnh oxyt sẽ được loại bỏ nhờ quá trình hấp phụ. Với mục đích này người ta dùng cacbonat kiềm hoặc hydroxyt hoặc các hỗn hợp nóng chảy của chúng. Qua nghiên cứu thấy rằng mức độ phân hủy các hợp chất hóa học nguy hiểm rất cao.

## CHƯƠNG 5

# TẬN DỤNG VÀ KHỬ ĐỘC CHẤT THẢI RẮN LÀ CHẤT DỄ

### 5.1. TÌNH HÌNH CHUNG

Công nghiệp chất dẻo càng ngày càng phát triển mạnh. Trong công nghiệp chất dẻo vật liệu nhiệt dẻo chiếm vào khoảng 70% tổng số lượng chất dẻo sản xuất ra. Ví dụ, polyetylen áp suất cao, áp suất thấp, polypropylen, polyvinyl clorua, polystyren. Vì vậy đồng thời cùng với việc tăng lượng sử dụng chất dẻo công nghiệp, lượng chất thải dẻo làm ô nhiễm môi trường cũng ngày càng tăng, đặc biệt ở Nhật Bản và Cộng hòa Liên bang Đức, do đó việc tận dụng và khử độc các chất thải dẻo là vấn đề rất quan trọng, liên quan đến vấn đề sử dụng các chất thải dẻo là nguyên liệu thứ cấp để có thể sản xuất ra các sản phẩm tổ hợp cũng như dùng làm nguồn nguyên liệu. Trong tình trạng hiện nay khi nguyên liệu hóa dầu và năng lượng đang ngày càng trở nên khan hiếm thì việc sử dụng hợp lý các phương pháp xử lý và tận dụng chất thải dẻo sẽ góp phần nhất định vào việc giải quyết tình trạng khan hiếm đó.

**Bảng 5.1. Ví dụ về tình hình chất thải dẻo công nghiệp ở CHLB Đức**

Chất thải	Lượng thải chung, 10 <sup>3</sup> tấn	Phần trăm chất thải thải ra, %	Chất thải đã xử lý	
			10 <sup>3</sup> tấn	%
PVC	10	1	2,5	25
Polyetylen	7,5	0,5	3,5	46
Polypropylen	1	0,6	0,3	30
Polystyrol	3	0,1 ÷ 1	2,4	80
Vật liệu khác	10	1	5	50
Tổng cộng	31,5		13,75	

Người ta chia các chất thải dẻo làm hai nhóm: chất thải trong sản xuất và chất thải trong sinh hoạt.

Nhóm thứ nhất gồm các chất thải tạo ra trong quá trình tổng hợp polyme và tái chế chúng.

Nhóm thứ hai gồm các chất có nguồn gốc từ các ngành công nghiệp khác nhau có sử dụng chất dẻo và chất thải sinh hoạt cơ bản từ các sản phẩm tiêu dùng chủ yếu là bao bì.

Trong bảng 5.1 là số liệu về khối lượng chất thải nhóm thứ nhất phát sinh ra ở các xí nghiệp sản xuất chất dẻo của CHLB Đức. Từ các số liệu trong bảng 5.1 thấy rằng, trên 50% chất thải dẻo công nghiệp chưa được xử lý để tận dụng trong đó chiếm đa phần là chất thải PVC.

Dưới đây là thành phần các nguồn chất thải dẻo ở Nhật Bản:

	Tỷ lệ chung của chất thải, %
Xí nghiệp sản xuất chất dẻo:	7,5
Xí nghiệp tái chế chất dẻo:	8,4
Nông nghiệp:	5,2
Kinh tế gia đình:	54,3
Môi trường dịch vụ:	9,7
Chất dẻo sử dụng trong công nghiệp:	14,9

Trong thực tế chất thải dẻo nhiệt chiếm phần chủ yếu, với tỷ lệ khá cao trong các loại. Ở Nhật Bản phổ biến là các loại chất thải polyme, dưới đây là tỷ lệ phân bố các chất thải dẻo, %:

PVC:	34	Polyme metacrylat:	27
Polyetylen:	16,40	Nhựa phenol:	5
Polystyrol:	7,50	Nhựa polyeste:	5,5
Polypropylen:	7,40	Bọt polyuretan:	3,7
ABC:	6,00		

Bài toán liên quan đến tận dụng và khử độc chất thải dẻo của các nhóm trên được thực hiện khác nhau. Khi nghiên cứu các khả năng sử

dụng chất thải trong sản xuất thì khó khăn chính là vấn đề chất lượng sản phẩm tái sử dụng kém hơn so với chất dẻo ban đầu, ngoài ra còn ô nhiễm môi trường, mức độ tách các chất thải dẻo riêng ra theo từng loại đạt tỷ lệ thấp. Khi tận dụng chất thải ở nhóm thứ hai thì khó khăn gặp phải là vấn đề tổ chức thu gom, vận chuyển và tách các chất dẻo ra khỏi khối lượng chung chất thải sản xuất - sinh hoạt. Hơn nữa lượng chất thải dẻo trong đó không lớn, chỉ khoảng  $2 \div 12\%$  nên rất khó xử lý.

Khi quá trình tự động hóa và cơ khí hóa phát triển đến mức độ cao được áp dụng vào để tái chế chất dẻo người ta sử dụng các phương pháp mới ít có chất thải. Ngoài ra còn dùng các thiết bị và công nghệ tổ hợp xử lý chất thải và các sản phẩm phụ để chế biến thành sản phẩm. Với những công nghệ như vậy cho phép giảm chất thải trong sản xuất đến mức độ tối thiểu, nhưng không phải là đã giải quyết được vấn đề một cách toàn diện. Hiện nay sản xuất ra sản phẩm nhựa bằng các thiết bị và công nghệ cũ cũng là nguồn tạo ra chất thải dẻo rất nghiêm trọng.

Vì vậy với việc hoàn thiện công nghệ tổng hợp và tái chế chất dẻo, điều đáng chú ý hiện nay là nghiên cứu lựa chọn quá trình và phương pháp tận dụng hoặc khử độc chất thải dẻo theo những hướng cơ bản sau đây:

- 1- Tái chế các chất thải hoặc sử dụng làm vật liệu tổ hợp.
- 2- Phân hủy nhiệt để thu sản phẩm có giá trị.
- 3- Khử độc bằng nhiệt và tận dụng nhiệt tỏa ra.

Mỗi hướng có ưu và nhược điểm riêng liên quan không những đến tính đặc thù của từng phương pháp mà còn phụ thuộc vào cả trình độ phát triển sản xuất và tái chế chất dẻo ở nước này hoặc nước khác.

Thông thường người ta lựa chọn hướng xác định được về lợi ích kinh tế, vấn đề nguyên liệu, năng lượng, các vấn đề về sinh thái và nhiều yếu tố khác.

Lựa chọn phương pháp tối ưu phải tính đến các yếu tố kinh tế - kỹ thuật, xã hội - sinh thái.

## **5.2. SỬ DỤNG CHẤT THẢI ĐỎ BẰNG CÁCH TÁI CHẾ**

Tất cả các phương pháp tận dụng chất thải đỏ công nghiệp đều theo một sơ đồ chung là:

Làm sạch sơ bộ (1) → Làm biến đổi dạng (2) → Rửa và phân cấp (3) → Phân loại theo dạng (4) → Sấy (5) → Tạo hạt (5) → Tái chế thành sản phẩm (7)

Công việc thứ nhất thường phân loại chất thải theo hình dạng bên ngoài, tách các thành phần không phải đỏ như giấy, vỏ bào, kim loại...

Công việc thứ hai chủ yếu hơn cả là nghiền vật liệu đến kích thước để có thể tái chế tiếp.

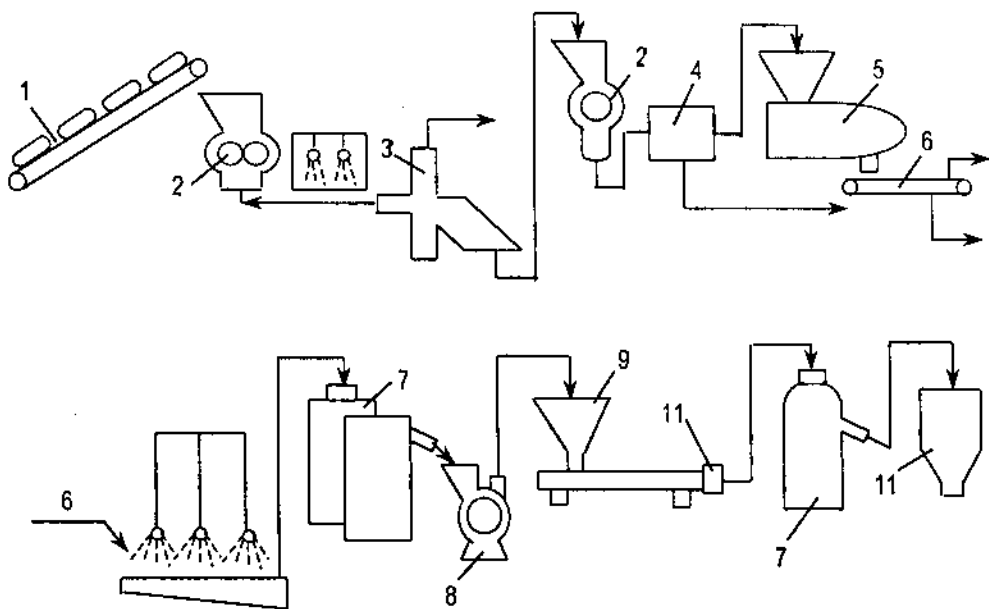
Công việc thứ ba là phân cấp vật liệu rồi rửa để loại bỏ các chất vô cơ và hữu cơ bằng các dung môi khác nhau, các chất tẩy rửa và nước cũng như tách khỏi các tạp chất phi kim loại.

Công việc thứ tư phụ thuộc vào phương pháp lựa chọn để tách chất thải đỏ theo từng loại. Trong trường hợp này nếu tách bằng phương pháp ướt thì đầu tiên tiến hành tách sau đó sấy. Khi sử dụng phương pháp khô thì đầu tiên các chất thải được đập nhỏ và sấy sau đó phân loại. Sau khi chất thải đã được sấy khô rồi thì cần thiết phải trộn với các chất ổn định, chất màu, các chất độn, và những chất khác. Thông thường ở giai đoạn này các chất thải trộn với các nguyên liệu để làm ra sản phẩm hàng hóa.

Công việc cuối cùng của quá trình sử dụng chất thải là chế biến thành phẩm dạng hạt nhỏ. Thực tế công đoạn này khác với công đoạn tái chế thành sản phẩm thương mại một chút và phụ thuộc vào trang thiết bị.

Thực hiện đầy đủ các công đoạn như mô tả ở trên trong thực

tế rất tốn kém và khó khăn, vì vậy việc áp dụng nó tương đối hạn chế. Hiện nay thiết bị sử dụng cho sơ đồ trên đã được sử dụng ở Nhật Bản có công suất 1000 tấn/ năm và ở Anh có công suất 2000 tấn/ năm.



**Hình 5.1. Sơ đồ tái sinh chất thải dẻo:**

1- băng chuyền; 2- đập nghiền chất thải; 3- máy phân loại; 4- thiết bị phân cấp; 5- thiết bị rửa; 6- băng chuyền; 7- máy sấy; 8- máy khuấy; 9- thiết bị đóng bánh; 10- thiết bị tạo hạt; 11- thùng trữ sản phẩm

Theo sơ đồ trên, chất thải dẻo chứa đến 10% caosu, kim loại, thủy tinh và các vật liệu khác, bằng băng chuyền 1 chuyển chất thải tới máy đập 2. Sau khi nghiền đập được rửa và được vận chuyển đến thiết bị phân loại 3, ở đây tách ra được gần 3% chất thải nặng, tiếp theo chất thải được đập nghiền thêm lần hai bằng máy đập và phân loại tại thiết bị từ tính 4 để loại bỏ kim loại còn lại. Sau đó chất thải được rửa bằng nước một lần nữa và bằng chất khử bẩn, sấy bằng máy sấy ly tâm 7.

Chất thải sấy được trộn trong máy nghiền 8 để ngăn ngừa vón cục và đưa vào máy ép 9 và tạo hạt trong thiết bị 10.

Bằng các thiết bị như vậy sẽ tái chế được các chất thải sinh hoạt. Với các chất thải trong sản xuất thì sơ đồ của quá trình tái chế có đơn giản vì loại bỏ được một số công đoạn, đặc biệt là công đoạn 3, 4, 5 và có sơ đồ  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 6 \rightarrow 7$ .

### 5.2.1. Nghiền chất thải dẻo

Giai đoạn nghiền chất thải dẻo thực tế rất cần khi tái chế chất thải. Khả năng tái chế tiếp chất thải thành thành phẩm và lĩnh vực sử dụng chúng phụ thuộc vào chất lượng nghiền.

Đã có nhiều nghiên cứu về các loại thiết bị nghiền chất thải dẻo. Khi lựa chọn loại này hay loại khác cần tính đến các yếu tố sau: hình dạng và đặc tính của chất thải dẻo, kích thước và khối lượng, mức độ cần nghiền và kích thước cuối cùng của vật liệu nghiền. Đôi khi cần nghiền các chất thải rất lớn, sơ bộ người ta dùng cưa đĩa cắt ra thành các mẫu nhỏ để có thể nghiền tiếp. Mặt khác để nâng cao công suất nghiền cần tiến hành sơ bộ nén ép chất thải, đặc biệt các chất có tỷ trọng thấp, ví dụ các tấm xốp, các chất màng, dùng máy đầm dạng đĩa để đầm chặt chất thải và thiêu kết nhờ nhiệt ma sát tạo ra khi đĩa quay. Sau khi thiêu kết xong nếu muốn được chất thải ở dạng dây bện thì phải thổi không khí vào làm lạnh.

Nén ép vật liệu xốp với phương pháp áp lực cho phép nhận được polyme có tỷ trọng bình thường từ chất dẻo có tỷ trọng  $15 \div 20 \text{ kg/m}^3$ . Nén ép còn được thực hiện bằng máy ép chân không ép polyme nóng chảy để loại bỏ chất bay hơi và không khí. Điều chỉnh nhiệt độ của máy ép theo các vùng chân không có thể loại bỏ hoàn toàn chất bay hơi.

Loại thiết bị phổ biến hơn cả để nghiền chất thải dẻo là máy nghiền loại lưỡi dao, khoảng hở giữa các lưỡi dao cố định từ 0,1 đến 0,5 mm lắp ráp bên trong bộ phận stato, còn các lưỡi dao chuyển động

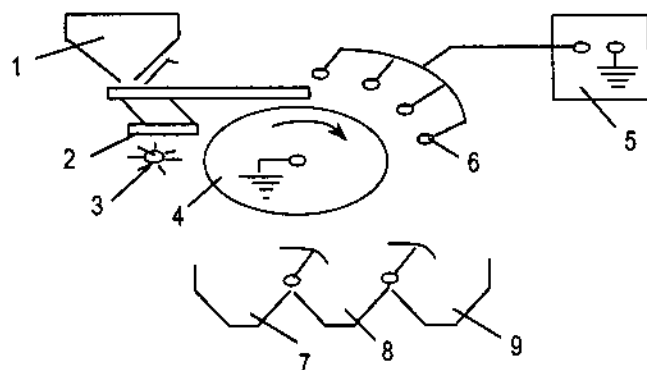
bố trí trên roto. Phương pháp này hiệu quả với các hạt lớn trên 2 mm, kích thước này được điều chỉnh bằng lưới có đường kính khác nhau, thường từ 2,5 đến 10 mm.

Do quá trình xảy ra có kèm theo tỏa nhiệt nên cần thiết phải làm nguội bằng nước. Mặc dù thiết kế máy có làm nguội bằng nước phức tạp nhưng có khả năng tăng công suất. Độ phân tán cao hơn có thể đạt được nếu sử dụng thiết bị nghiền có cấu trúc dạng khác.

### 5.2.2. Phân cấp, rửa sạch và tách chất thải

Sau khi nghiền nếu trong chất thải còn có kim loại thì cho chất thải qua bộ phận phân loại từ tính. Trong môi trường từ tính các vật liệu từ tính sẽ được tách khỏi chất thải dẻo.

Trường hợp chất thải có chứa tạp chất kim loại màu người ta phải dùng cách phân loại bằng điện.



**Hình 5.2. Sơ đồ nguyên lý phân loại bằng điện:**

1- bể chứa nguyên liệu; 2- thiết bị rung; 3- bàn chải; 4- điện cực tiếp đất; 5- nguồn điện áp vào; 6- điện cực; 7, 8, 9- bể chứa

Trên hình 5.2 trình bày sơ đồ nguyên lý thiết bị phân loại bằng điện. Hỗn hợp cần tách được đưa tới điện cực tiếp đất - dạng trống 4



khuấy các hạt vào vùng tác động của các điện cực 6. Do đánh tia lửa điện, phần không khí trong không gian giữa các điện cực sẽ tạo ra các ion truyền điện tích cho các hạt kim loại và polyme. Các hạt kim loại nhanh chóng được tích điện, bật ra khỏi trống và rơi vào thùng chứa 8. Các chất thải polyme duy trì điện tích thời gian dài và kéo tới trống cho đến khi không làm sạch được bằng lưới đặc biệt 3, sau đó tới thùng chứa 7. Bằng phương pháp phân loại như vậy có thể tách được hoàn toàn kim loại, tổn hao chất thải dẻo không cao quá 1%.

Nghiên cứu các dụng cụ cảm ứng cho phép loại bỏ những kim loại không từ tính trong điện từ trường. Phần trên của dụng cụ bố trí một cuộn cảm ứng tạo ra điện từ trường tần số cao, các hạt dẫn điện làm thay đổi trường và xuất hiện tín hiệu qua bộ khuếch đại. Phần vật liệu có kim loại sẽ được loại bỏ khỏi dòng vật liệu sau khi van điều tiết quay về vị trí ban đầu. Công suất của thiết bị phân loại bằng cảm ứng khi tỷ trọng chất thải  $500 \text{ kg/m}^3$  có thể đạt tới  $8000 \text{ kg/h}$ .

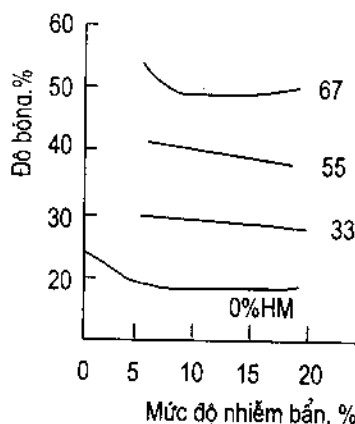
Làm sạch các chất bẩn là công việc quan trọng nhất của xử lý sơ bộ chất thải. Các chất bẩn trong chất thải làm ảnh hưởng tới ngoại quan sản phẩm nhận được từ chất thải, làm giảm chất lượng bề mặt và các chỉ tiêu cơ lý. Tăng lượng chất bẩn từ 0 đến 20% sẽ dẫn đến tăng chiều sâu trung bình độ gồ ghề bề mặt của sản phẩm từ 0,3 đến 0,55 mm.

Trên hình 5.3 trình bày ảnh hưởng của mức độ nhiễm bẩn đến độ bóng bề mặt sản phẩm. Với polyetylen sạch có độ bóng bề mặt 55%, khi mức độ nhiễm bẩn 20% thì chỉ tiêu độ bóng giảm xuống đến 46%, trong khi đó chỉ tiêu độ bóng của chất thải sạch toàn bộ là 18 - 24%.

Để làm sạch chất thải bẩn thường sử dụng các phương pháp sau đây:

Để loại bỏ bụi khô người ta tẩy rửa bằng dung dịch chất hoạt động bề mặt. Hòa tan polyme và xử lý bề mặt bằng các dung môi có thể làm sạch đồng thời cả chất bẩn trong chất dẻo và các chất bẩn hóa học.

Loại bỏ các tạp chất trong chất thải cho từng loại chất dẻo có thể



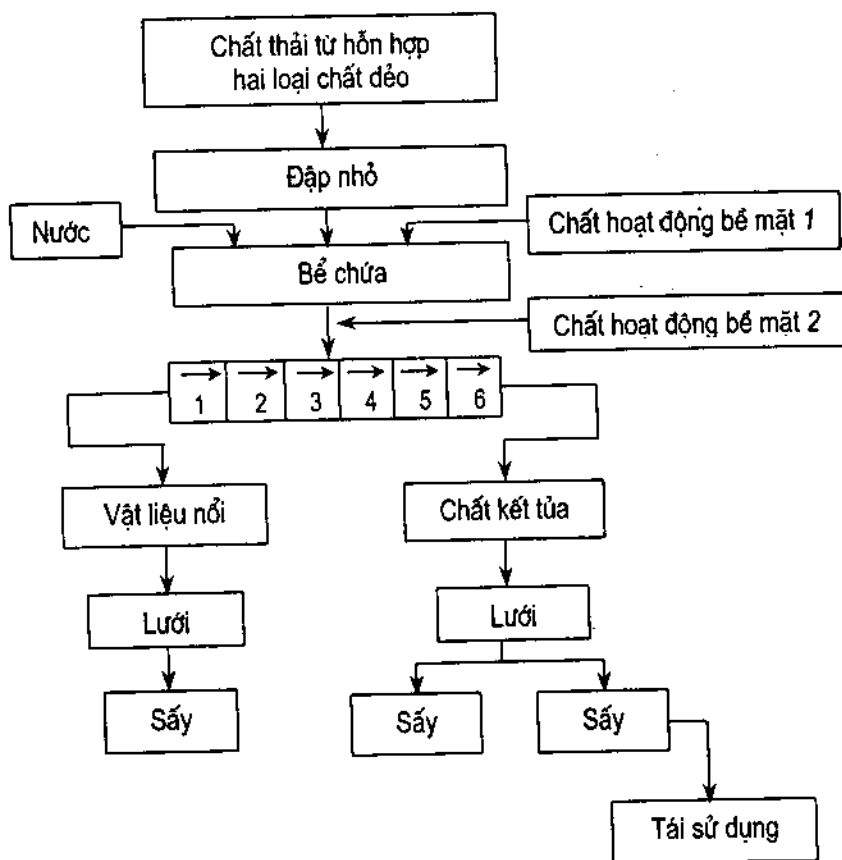
**Hình 5.3. Độ bóng bề mặt phụ thuộc vào mức độ nhiễm bẩn của chất thải polyetylen và chất phụ gia vật liệu mới**

thực hiện bằng phương pháp ướt hoặc khô. Phương pháp ướt được sử dụng rộng rãi hơn, để phân loại bằng cách tuyển nổi trên cơ sở tỷ trọng khác nhau của các loại chất dẻo khác nhau. Hiệu quả của phương pháp được xác định bằng tính chất kỵ nước của bề mặt các vật liệu tách ra. Bằng cách chọn chất thấm và nồng độ thích hợp sẽ làm thay đổi sức căng bề mặt ở ranh giới không khí - polyme - nước, như vậy các chất dẻo có tỷ trọng thấp nổi lên nhờ các bọt khí, trong khi đó các polyme và các tạp chất có tỷ trọng cao hơn sẽ lắng xuống đáy.

Trên hình 5.4 trình bày sơ đồ nguyên lý phân loại bằng cách tuyển nổi dùng để tách các chất thải ra khỏi hỗn hợp của hai loại chất dẻo, trong đó một chất là PVC.

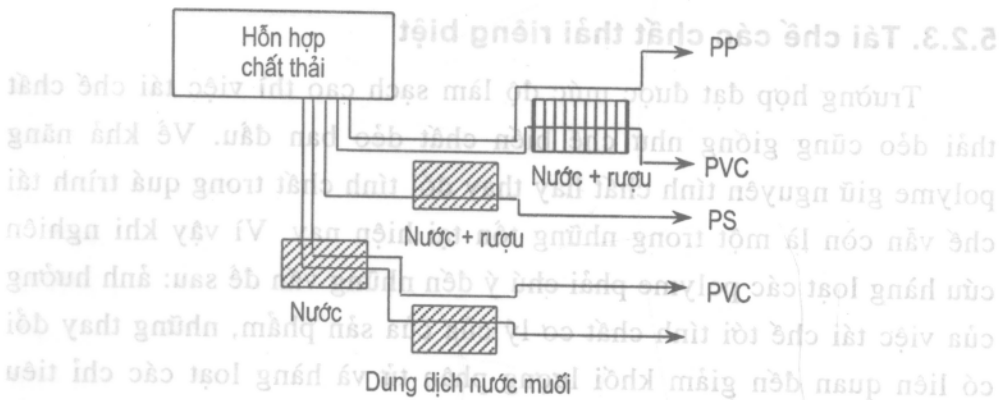
Để tách hoàn toàn hỗn hợp chất thải người ta cho thêm vào nước chất hoạt động bề mặt làm cho mỗi cấu tử của hỗn hợp chất thải có tính kỵ nước và ưa nước nhất định. Để tách PVC có thể dùng dung dịch sunfonat ete béo hai gốc, đinaphtalinsunfonat, polyoxyetylen sunfat, polyoxyetylenphosphat, ete polyoxyetylen và chất hoạt động bề mặt khác.

Để loại bỏ polyolefin dùng muối axit béo, ete rượu béo và axit phosphoric, muối axit sunfo và ete béo hai gốc.



**Hình 5.4. Sơ đồ nguyên lý phân loại bằng cách tuyển nổi các chất thải**

Trong bể phân loại xảy ra tách PVC có tỷ trọng cao và polyme nhẹ nổi lên trên, sau đó thu gom riêng từng loại. Loại bỏ nước bằng cho đi qua lưới chuyên dụng và sấy khô. Bằng phương pháp đó có thể đạt được mức độ tách PVC đến 94% với điều kiện kích thước chất thải đã nghiền nhỏ không được quá 10 mm. Nhật Bản đã chế tạo loại thiết bị tuyển nổi có công suất 300 kg/h. Xử lý liên tục trong các buồng chứa đầy dung dịch các muối có tỷ trọng khác nhau từ natri clorua ( $1,07 \text{ g/cm}^3$ ) đến canxi clorua ( $1,38 \text{ g/cm}^3$ ) và những dung dịch khác dùng để tách các chất thải dẻo. Hỗn hợp các chất thải polyme được tách ra phụ thuộc vào tỷ trọng của từng loại, trong đó tách PVC có hiệu quả hơn khi có lượng một lượng nhỏ polyoxyetylen.



**Hình 5.5. Sơ đồ nguyên lý tách hỗn hợp chất thải polymer trong dung dịch**

Hình 5.5 trình bày sơ đồ nguyên lý tách các chất thải PP, PE, PS, và PVC trong dung dịch.

Ở CHLB Đức người ta đã nghiên cứu chế tạo loại thiết bị tách PE và PVC có công suất đến 500 kg/h dùng trong dây chuyền công nghệ tái chế rác thải thành phân bón. Ngoài ra người ta còn có thể tách hỗn hợp chất thải bằng cách tạo ra dòng xoáy chất lỏng nhờ lực ly tâm để tách hỗn hợp thành hai phần khác nhau về trọng lượng riêng. Kết quả tiến hành lặp lại liên tục trong thùng quay sẽ đạt được mức độ tách cao, tới 98 ÷ 99%.

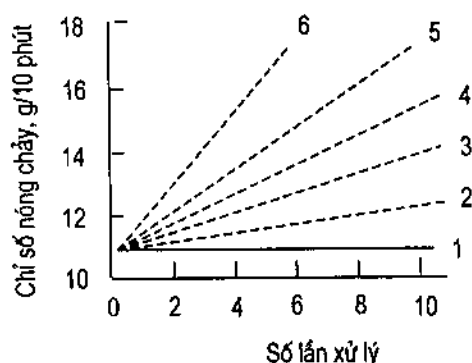
Ngoài phương pháp ướt tách các chất thải dẻo, thời gian gần đây người ta còn sử dụng rộng rãi phương pháp khô, phổ biến hơn cả là phương pháp kết hợp sàng và quạt. Khi phân loại hỗn hợp chất thải đã được nghiền người ta cho đi qua lưới có kích thước nhất định, do tốc độ lắng các hạt khác nhau, với tỷ trọng khác nhau của các polyme trong hỗn hợp sẽ tạo ra hai phần: phần có tỷ trọng lớn và phần có tỷ trọng nhỏ.

Kết quả thu được khi thực hiện tách hỗn hợp chất thải PVC và PE có tỷ lệ thành phần 1:1 cho thấy phương pháp kết hợp cho phép đạt được mức độ tách tới 90 ÷ 95%.

### 5.2.3. Tái chế các chất thải riêng biệt

Trường hợp đạt được mức độ làm sạch cao thì việc tái chế chất thải dẻo cũng giống như chế biến chất dẻo ban đầu. Về khả năng polyme giữ nguyên tính chất hay thay đổi tính chất trong quá trình tái chế vẫn còn là một trong những tồn tại hiện nay. Vì vậy khi nghiên cứu hàng loạt các polyme phải chú ý đến những vấn đề sau: ảnh hưởng của việc tái chế tới tính chất cơ lý của của sản phẩm, những thay đổi có liên quan đến giảm khối lượng phân tử và hàng loạt các chỉ tiêu khác.

Hình 5.6 cho thấy thay đổi chỉ số mềm ra khi nóng chảy polyme stiren với acrylonitril ở nhiệt độ 200 và 240°C. Trên hình ta thấy chỉ số mềm do nóng chảy biểu thị giảm khối lượng phân tử sau mỗi chu kỳ tác động mà ở 200°C ảnh hưởng lớn hơn cả. Giảm khối lượng phân tử khi tái chế nhiều lần sẽ dẫn đến làm thay đổi chỉ số bền vững, mặc dù về khối lượng không lớn lắm.

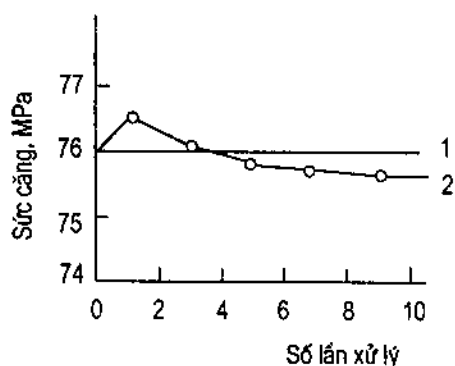


**Hình 5.6.** Sự phụ thuộc chỉ số mềm khi polyme nóng chảy vào số lần xử lý:

1- polyme ban đầu; 2- polyme duy trì ở nhiệt độ 200°C; 3- polyme duy trì ở nhiệt độ 240°C; 4 - sau khi đóng bánh ở 280°C; 5 - sau khi đóng bánh ở 240°C; 6 - sau khi đóng bánh ở 200°C

Trên hình 5.7 cho thấy hỗn hợp polyme stiren với acrylonitril khi xử lý ở nhiệt độ 200°C có thay đổi sức căng không đáng kể. Nghiên cứu quang phổ hấp thụ của vật liệu trước và sau khi tái chế lần thứ hai

ở vùng  $1700\text{ cm}^{-1}$  và  $3400 \div 3500\text{ cm}^{-1}$  thấy không có sự thay đổi rõ nét mà chỉ dịch chuyển không lớn trong quá trình oxy hóa.



**Hình 5.7. Sự phụ thuộc lực căng bị phá vỡ vào số lần xử lý:**

1- polyme ban đầu; 2 - polyme tái chế ở  $200^{\circ}\text{C}$

Những số liệu trên cho phép kết luận chung là tái chế chất dẻo lần thứ hai - ba sẽ không có ảnh hưởng tới các chỉ số cơ lý của nó. Điều đó nói lên khả năng có thể đưa các chất thải tổng hợp và xử lý trở lại quá trình sản xuất sản phẩm để tái sử dụng. Nhưng để đưa chất thải quay trở lại chu trình sản xuất đòi hỏi phải đánh giá cẩn thận các tính chất của nó. Chỉ như vậy mới có thể quyết định khả năng tái sử dụng chất thải.

Thực tế cho thấy sản phẩm từ các chất thải thường khác với sản phẩm từ nguyên liệu ban đầu về các tính chất sau:

Có các dị vật, giảm khối lượng trung bình của phân tử, lượng đơn phân tăng lên, độ ổn định nhiệt giảm, lượng ẩm tăng lên, có mùi, thay đổi màu... Phân tích sơ bộ các đặc tính này cho phép xác định các biện pháp cần thiết để quyết định tái sinh loại chất thải này hay loại chất thải khác.

Trong bảng 5.2 đưa ra các tính chất của sản phẩm ABC thay đổi khi bổ sung lượng chất thải khác nhau của vật liệu.

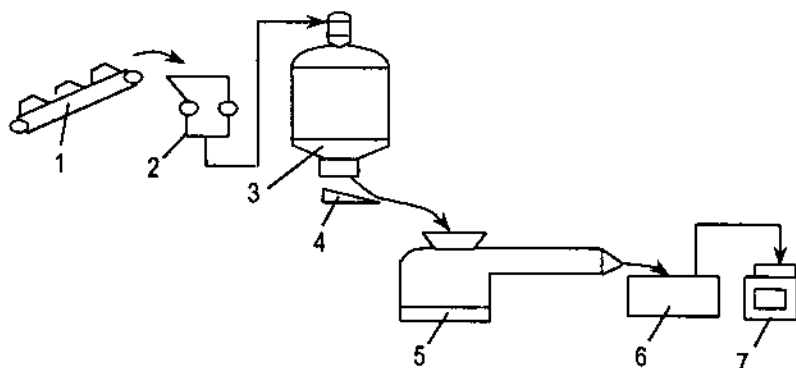
Bảng 5.2 cho thấy, đưa chất thải vào đến 30% khối lượng thì ảnh

hường không lớn tới độ nhớt và độ giãn tương đối khi đứt gãy, các chỉ số còn lại hầu như không thay đổi. Điều đó chứng tỏ rằng thêm chất thải hợp lý vào sản phẩm tấm ABC thì tính chất của nó thay đổi không nhiều. Dùng các chất thải tạo ra trong quá trình tổng hợp polyme có phức tạp hơn, chẳng hạn thêm 10% chất thải thì độ nhớt và độ giãn tương đối sẽ giảm ngay xuống khi đứt gãy. Song các tính chất của vật liệu tăng lên tương đối cao khi có 10% chất thải, cho phép dùng các vật liệu này để làm ra các sản phẩm như các thùng chứa, vỏ chai, ống dẫn nước...

Sử dụng các chất thải dẫn đến cần thiết phải thay đổi cấu trúc thiết bị tái chế. Trên hình 5.8 là sơ đồ dây chuyền tái chế chất thải. Thông thường lượng chất thải trong hỗn hợp với thành phần chính không được vượt quá 20%, nếu không thì sản phẩm sẽ kém phẩm chất và tạo ra độ gồ ghề trên bề mặt sản phẩm.

**Bảng 5.2. Tính chất của hỗn hợp chất thải nhãn ABC**

Chất thải của các tấm ABC	Lượng chất thải trong hỗn hợp, % khối lượng	Độ nhớt g/cm.s	Sự căng bị phá vỡ khi kéo, MPa	Độ giãn tương đối khi đứt, %	Độ bền nhiệt, °C
Lớp vỏ của lò phản ứng	0	21,0	37,0	20	109
	3	13,2	35,9	7	109
	5	10,3	34,2	5	109
	10	8,1	34,8	6	108
	20	4,1	34,5	3	108
	30	2,9	31,3	1	104
Các loại sợi	3	19,0	37,9	16	108
	5	15,8	35,6	15	108
	10	14,7	35,2	15	107
	20	13,4	34,5	11	107
	30	14,0	34,7	11	106



**Hình 5.8. Sơ đồ dây chuyền tái chế chất thải dẻo:**

1- băng tải chất thải ; 2- thiết bị nghiền; 3- thiết bị trộn;  
4- máng từ tính; 5- máng ép; 6- bể làm nguội; 7- thiết bị tạo hạt

Để tái chế chất thải bằng phương pháp đúc áp lực, về nguyên tắc phải sử dụng thiết bị làm việc theo dạng vít xoắn tốc độ quay không đổi. Các chất thải PVC mềm dùng chủ yếu làm ra các sản phẩm màng. Chất thải nghiền ra và trộn với lượng đến 20% sản phẩm PVC thương phẩm, qua một số công đoạn ổn định, tạo tấm, nhuộm và sau đó chế biến thành sản phẩm. Một số hãng nước ngoài dùng ngay các chất thải để tạo ra sản phẩm không cần trộn với sản phẩm thương phẩm. Tuy nhiên trong trường hợp này người ta phải dùng thêm một số phụ gia.

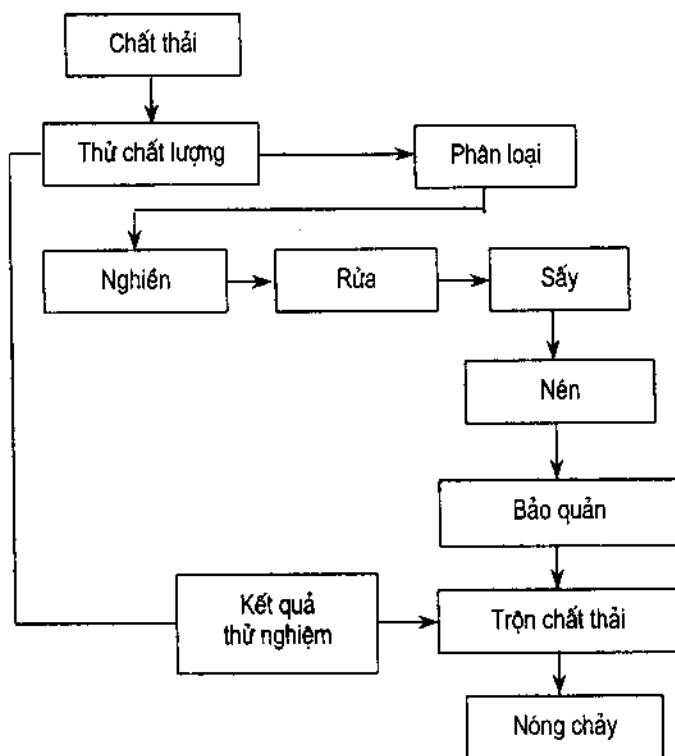
Trên hình 5.9 trình bày sơ đồ tái chế riêng từng chất thải dẻo. Các chất thải sau khi thử sơ bộ trong phòng thí nghiệm được phân loại, nghiền, sấy, nén. Trong thiết bị trộn trung gian cần bổ sung các chất ổn định và các chất phụ gia khác, cũng như nếu cần thiết đưa thêm chất độn.

Cần kiểm tra các thông số sau:

Độ ổn định nhiệt, mức độ khử độc, thay đổi khối lượng phân tử, độ mềm, độ nóng chảy, đặc tính bền vững của sản phẩm. Biết được chất, lượng sản phẩm để quyết định lĩnh vực sử dụng. Ví dụ sản phẩm từ chất thải polyetylen áp suất cao (PEAC) dùng làm các thùng đựng



rác, các ống bảo vệ dây cáp và một số sản phẩm khác dùng trong nông nghiệp và xây dựng. Các chất thải từ polyetylen áp suất thấp (PEAT) dùng làm các thùng chứa hoặc làm những chi tiết dùng trong ngành xây dựng, còn các chất thải từ polypropylen dùng làm các suốt sợi trong ngành dệt, các chi tiết dùng trong các công trình làm sạch nước...



**Hình 5.9. Sơ đồ tái chế riêng từng chất thải dẻo**

Các chất thải phát sinh ra trong các giai đoạn tổng hợp thường chịu tác động nhiệt kém hơn các chất thải đã được làm sạch, do vậy có thể bổ sung chúng vào những sản phẩm hàng tiêu dùng với hàm lượng cao hơn. Chẳng hạn như các chất thải PVC còn sót lại khi vệ sinh thiết bị có thể cho vào nghiền, sấy và dùng để thay thế được khoảng 50% PVC nguyên liệu chính.

Trong nước thải phát sinh ra từ quá trình tổng hợp PVC, chất kết tủa rắn chứa  $86 \div 90\%$  PVC và  $14 \div 10\%$  muối khoáng có thể dùng để sản xuất ra chất dẻo PVC sản phẩm có tới 60% chất thải vẫn có các chỉ số cơ lý tương đối cao.

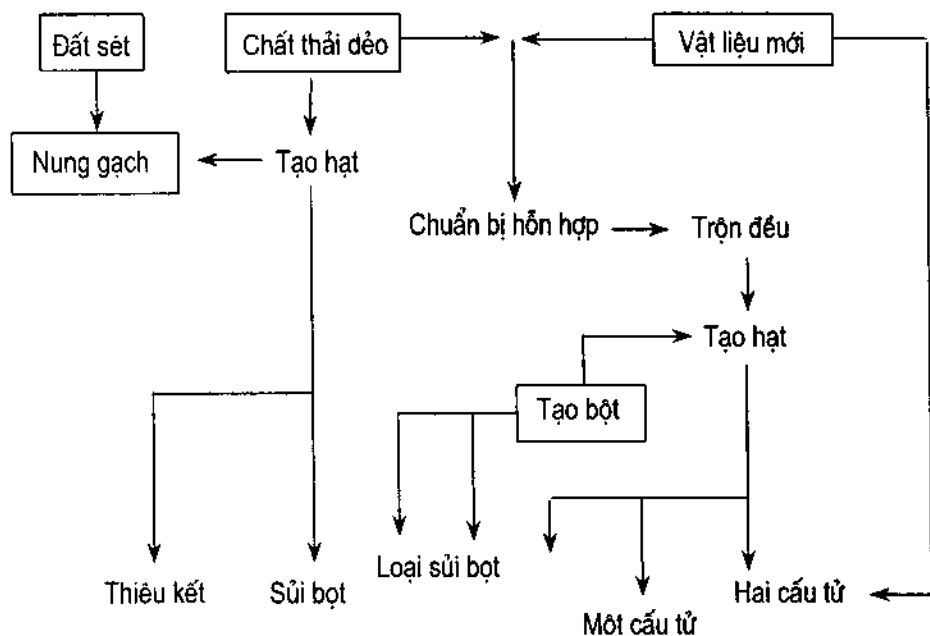
**Bảng 5.3. Tính chất cơ - lý của các sản phẩm có lượng chất thải khác nhau**

Lượng chất thải, % (khối lượng)	0	20	30	40	50	60
Lực phá vỡ khi kéo căng, MPa	55,0	56,2	56,9	57,0	56,3	56,4
Độ giãn tương đối khi đứt gãy, %	-	33	37	44	34	42
Độ bền nhiệt, °C	75	80	76	82	78	78

### 5.3. XỬ LÝ CHẤT THẢI HỖN HỢP KHÔNG CẦN TÁCH

Hiện đang có hai khuynh hướng trong lĩnh vực sử dụng chất thải dẻo. Một trong hai khuynh hướng đó là tách hỗn hợp chất thải riêng ra theo từng loại nhất định, sau đó xử lý cùng với chất dẻo tương tự. Khi dùng chất thải phải đầu tư cơ bản vào các khâu tách sơ bộ chất thải để làm ra các sản phẩm tiêu dùng đạt các chỉ tiêu cao.

Khuynh hướng thứ hai là nghiên cứu các phương pháp và các thiết bị công nghệ tương ứng để xử lý hỗn hợp chất thải không qua khâu tách sơ bộ. Nếu không có khâu tách sơ bộ thì chi phí tận dụng chất thải ít hơn, nhưng tính chất cơ lý của sản phẩm kém hơn. Khi tái sử dụng chất thải thì điều quan trọng phải lưu ý là chọn thiết bị để xử lý, tính kinh tế và lĩnh vực sử dụng hợp lý sản phẩm làm ra. Đa số các phương pháp tái sử dụng chất thải dẻo chủ yếu áp dụng quá trình nóng chảy. Theo hướng này có những phương án khác nhau được thể hiện trên sơ đồ ở hình 5.10.



**Hình 5.10. Sơ đồ nguyên lý xử lý chất thải dẻo bằng phương pháp nóng chảy**

Khi hỗn hợp chất thải có ba hoặc nhiều hơn các chất dẻo khác nhau, phải nghiên cứu làm rõ các tính chất của hỗn hợp có thành phần khác nhau làm ảnh hưởng lẫn nhau. Một trong những phương pháp tái chế chất thải hỗn hợp là cán tráng vật liệu thành tấm thành phẩm để sản xuất các thùng đựng hoặc đồ dùng phục vụ dân sinh.

Các máy ép hai khoang được sử dụng rộng rãi để xử lý chất thải hỗn hợp, cho phép đạt được sự đồng nhất hỗn hợp ngay cả khi quá trình dẻo hóa được thực hiện ở điều kiện thường. Các loại máy ép làm việc theo nguyên lý thay thế, nghĩa là khi có sản phẩm ra thì đưa vật liệu vào và nhiệt độ dẻo hóa được duy trì ở vùng nhiệt độ cao. Cần chú ý tránh để vật liệu cháy hoặc bị phá hủy do nhiệt. Ngoài việc lựa chọn phương pháp xử lý còn cần chú ý đến tính kinh tế và tính lợi ích của việc tái sử dụng chất thải dẻo, tìm kiếm lĩnh vực sử dụng sản phẩm làm ra từ chất thải. Chất thải dẻo chưa được làm sạch kỹ khỏi tạp chất

thường được dùng phổ biến trong ngành xây dựng. Trước hết sản xuất các tấm lưới hoặc tấm trải nơi làm việc, tấm dùng để cách âm, hoặc sản xuất đồ chơi cho trẻ em... Những chất thải dẻo đã được làm sạch khỏi các tạp chất dùng làm các thùng đựng rác, hòm đựng đồ dùng sinh hoạt, làm chai lọ, dùng để bọc giấy cáp, đôi khi dùng để chế tạo một số chi tiết cho ô tô. Với những khả năng ứng dụng vừa nêu, lĩnh vực các sản phẩm làm từ hỗn hợp chất thải dẻo luôn được mở rộng, có triển vọng và có hiệu quả kinh tế hơn so với việc tách chất thải riêng ra rồi tiếp tục xử lý.

### **5.3.1. Sản phẩm đúc nhiều thành phần**

Hướng sử dụng các chất thải dẻo để đúc thành các sản phẩm nhiều thành phần khá phổ biến cho các sản phẩm có lớp bên ngoài và bên trong là những vật liệu khác nhau. Lớp bên ngoài dùng chất dẻo có chất lượng cao, có độ ổn định, nhuộm màu và hình dáng bên ngoài trông khá đẹp. Lớp bên trong do không đòi hỏi yêu cầu cao cả về tính cơ - lý lẫn hình dáng nên thường dùng bằng chất thải.

### **5.3.2. Sản phẩm xốp**

Phần lớn chất thải được xử lý để làm thành các sản phẩm xốp theo các phương pháp thông thường: ép hoặc đúc dưới áp suất. Khi tái sử dụng bằng phương pháp áp lực người ta cho thêm tác nhân tạo xốp vào hỗn hợp chất thải và cho xử lý nhiệt. Người ta dùng các tác nhân tạo xốp như pentan, metyl clorua, metylen clorua, tricloetylen, dicloflometan, diclodiflometan, tricloflometan, các khí trơ và hàng loạt các hợp chất khác, lượng tác nhân có thể từ 3 đến 7% khối lượng. Thường các chất thêm vào là các chất tạo tính xốp, đảm bảo cho sản phẩm có cấu trúc mắt xích và các chỉ số cơ - lý cao hơn. Theo kinh nghiệm kết quả thu được khi sử dụng kết hợp  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (hoặc  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) 0,8% với axit chanh (0,6%) sẽ tạo ra sản phẩm xốp có tỷ trọng  $0,3 \text{ g/cm}^3$ , có độ căng phá vỡ khi nén đến gần 2,5 MPa.

Người ta trộn đều chất thải với tác nhân tạo xốp như điamit azodicacbon, axit benzensunfonic ( $C_6H_5SO_2OH$ ), cũng như thêm hỗn hợp cacbonat hoặc bicacbonat với axit chanh. Để xử lý tốt hơn thường cho thêm butylat vào hỗn hợp, tỷ trọng đạt đến  $0,5 \div 0,6 \text{ g/cm}^3$ . Ngoài đúc các sản phẩm nhiều thành phần như đã nói trên, hỗn hợp chất thải còn có thể tái chế thành sản phẩm xốp và đúc thành những tấm một thành phần, dùng tác nhân tạo xốp là điamit azodicacbon axit với lượng  $0,5 \div 1\%$  khối lượng. Sản phẩm được dùng trong công nghiệp hàng tiêu dùng và chế tạo các bao bì cỡ lớn.

Ngoài ra người ta còn dùng chất thải dẻo không cần tách và không cần làm sạch để sản xuất gạch xốp. Các chất thải được nghiền nhỏ với lượng 15% khối lượng trộn với đất sét và khử nước ở nhiệt độ  $100^\circ\text{C}$  trong 12 giờ, sau đó xử lý nhiệt ở nhiệt độ  $600 \div 1100^\circ\text{C}$ , chất dẻo tạo liên kết còn các chất khí tạo ra có khả năng tạo độ xốp cho đất sét. Tỷ trọng của gạch sản phẩm giảm từ 2,08 đến  $1,42 \text{ g/cm}^3$ , có nghĩa là tương ứng với việc giảm độ bền của gạch. Độ bền của gạch sản xuất từ cách trên phụ thuộc vào lượng chất thải thêm vào hỗn hợp ban đầu trước khi nung.

#### **5.4. BIẾN TÍNH HỖN HỢP CHẤT THẢI**

Kinh nghiệm tái sử dụng trực tiếp hỗn hợp chất thải polyme không cần phân tách riêng cho thấy, tính chất sản phẩm từ hỗn hợp chất thải khác với tính chất sản phẩm của riêng từng chất thành phần. Ví dụ sản phẩm của hỗn hợp gồm ba thành phần bằng nhau PE, PVC, PC có các chỉ tiêu cơ lý thấp hơn so với sản phẩm của từng chất thành phần.

Nghiên cứu những hỗn hợp có nhiều thành phần hơn để đánh giá vai trò của mỗi polyme khi thay đổi tính chất của hỗn hợp, người ta đưa ra một hỗn hợp điển hình với các thành phần sau:

Loại polyme	Thành phần, % khối lượng
PE áp suất cao	47,3
PE áp suất thấp	23,7
Polystiren (PS)	15,4
PVC	7,3
Polypropylen	6,3

Nghiên cứu ảnh hưởng của PVC và polystiren chi tiết hơn ta thấy, sản phẩm của hỗn hợp có lượng PVC từ 0 đến 10% và polystiren từ 0 đến 16% (khối lượng) có độ bền vững thay đổi. Sức căng bị phá vỡ tăng lên khi tăng lượng polystiren và giảm khi tăng lượng PVC. Độ giãn tương đối khi tách hỗn hợp sẽ giảm xuống nếu tăng lượng của cả hai chất, trong đó ảnh hưởng của polystiren rõ nét hơn ảnh hưởng của PVC.

Để thấy rõ hơn ảnh hưởng của tỷ lệ của các chất thành phần trong hỗn hợp, ta nghiên cứu hỗn hợp chất thải của hai loại polyme, gồm các tấm chất dẻo polyetylen và polystiren. Trong bảng 5.4 cho các tính chất của hỗn hợp hai thành phần này.

Hỗn hợp có chỉ số bền vững tối thiểu khi có thành phần  $30 \div 50$  % (khối lượng) PS, độ giãn tương đối khi đứt gãy và độ nhót giảm xuống bắt đầu từ 30% PS. Dùng các cấu tử có tính đồng nhất tốt là các chất đồng trùng hợp etylen với vinylaxetat, caosu etylenpropylendien, polyetylen và hàng loạt các chất đồng trùng hợp khác. Qua thử nghiệm thấy cho vinylaxetat và caosu etylenpropylendien sẽ làm tăng tính bền vững của hỗn hợp.

Bổ sung các chất đồng trùng hợp này vào hỗn hợp có các chỉ số cơ lý kém sẽ làm tăng sức căng khi kéo giãn từ 6 đến 18%, còn độ nhót từ 37 đến 100%. Lượng tối ưu bổ sung là 7,5 đến 10%.

**Bảng 5.4. Tính chất cơ học của hỗn hợp PE - PS**

Tỷ lệ PE/PS	Sức căng khi kéo giãn, MPa	Độ giãn tương đối khi đứt, %	Môđun đàn hồi, MPa	Độ nhớt, g/cm.s
100% PE	14,3	100	170	-
90/10	-	100	280	-
80/20	-	-	374	-
70/30	11,1	42,1	707	116,8
60/40	12,2	19	1074	58,4
50/50	13,4	14,3	1025	54,7
40/60	13,3	6,8	1370	45,6
30/70	14,2	5,6	1685	45,1
20/80	15,2	-	2435	52,4
10/90	16,8	5,9	2466	48,3
100% PS	39,2	1,34	3120	47,5

Nghiên cứu vinylaxetat chi tiết hơn cho thấy ảnh hưởng của vinylaxetat khi thành phần hỗn hợp PE/PS khác nhau thì chất đồng trùng hợp có hiệu quả hơn khi tỷ lệ PE/PS = 9/1. Khi tỷ lệ PE/PS = 8/2 thì việc tái chế đơn giản hơn nhiều, nhưng đòi hỏi phải điều chỉnh thiết bị kèm theo. Với tỷ lệ PE/PS = 1/9 thì tính chất của polyme etylen vinylaxetat kém hiệu quả hơn: tăng độ giòn lên. Điều đó chứng tỏ rằng loại chất đồng trùng hợp đã chọn không phải là đã có tính tương hợp đa năng mà nó có hiệu quả chỉ trong một giới hạn thành phần hỗn hợp nhất định.

Bổ sung vinylaxetat vào hỗn hợp hai cấu tử PE-PVC cho phép nâng cao tính đàn hồi và độ chịu va đập. Bảng 5.5 cho thấy độ giãn tương đối khi đứt gãy tăng lên 2,5 lần, còn độ nhớt tăng trên 3 lần khi bổ sung 10% (khối lượng) vinylaxetat.

**Bảng 5.5. Tính chất cơ lý của hỗn hợp PE - PVC**

Tỷ lệ PE/PVC	Phụ gia vinylaxetat, % (khối lượng)	Sức căng khi kéo giãn, MPa	Độ giãn tương đối khi đứt gãy, %	Chống va đập
100% PVC	-	37,0	14,0	36,0
100% PE	-	19,5	110	130
55/45	10	12,1	25,7	20,1

Bổ sung PE vào PS sẽ dẫn đến giảm giới hạn chảy mềm và sức căng khi kéo giãn, nhưng chỉ bổ sung một lượng chất đồng trùng hợp 5% (khối lượng) PE sẽ làm tăng cả hai chỉ số.

Nghiên cứu ảnh hưởng của chất đồng trùng ngưng tới độ bền va đập của hỗn hợp thấy rằng, chỉ chất đồng trùng hợp stiren với etylen là làm cho chỉ tiêu tốt hơn. Tăng cường độ nhót khi va chạm sẽ xuất hiện ở vùng có lượng PE trong hỗn hợp từ 10 đến 25% (khối lượng).



## CHƯƠNG 6

# NHỮNG PHƯƠNG PHÁP TẬN DỤNG NHIỆT VÀ TIÊU HUỖ CHẤT THẢI DỄ

Thời gian gần đây xu hướng tận dụng và xử lý chất thải dẻo theo phương pháp nhiệt được quan tâm nhiều hơn. Đặc biệt phát triển và phổ biến trong trường hợp chất dẻo trong thực tế không thể tận dụng được bằng cách tái chế thành sản phẩm hay dùng trong các việc khác. Phương pháp nhiệt được sử dụng rộng rãi để xử lý rác thải đô thị với lượng thải hàng năm tăng lên quá nhanh. Tuy nhiên cũng có thể chế biến phế thải thành những sản phẩm hữu ích khi sử dụng phương pháp xử lý nhiệt.

Phương pháp xử lý nhiệt có thể chia thành hai nhóm:

- 1) Phá huỷ bằng nhiệt để tạo ra các sản phẩm rắn, lỏng và khí;
- 2) Đốt để tạo ra sản phẩm khí và tro.

Phân huỷ bằng nhiệt có thể chia ra: xử lý polyme ở nhiệt độ không cao để tạo ra sản phẩm polyme phân tử thấp và nhiệt phân ở nhiệt độ cao để thu sản phẩm lỏng và khí, còn lại một lượng nhỏ chất rắn. Một số loại chất dẻo có thể tạo ra một lượng lớn chất đơn phân ban đầu để tái sử dụng.

## 6.1. PHÂN HUỖ BẰNG NHIỆT VÀ NHIỆT PHÂN

### 6.1.1. Sản xuất sáp polyetylen từ chất thải

Phân huỷ chất thải dẻo bằng nhiệt ở nhiệt độ đến  $500^{\circ}\text{C}$  sẽ tạo ra một lượng lớn hydrocacbon trong dãy parafin có khối lượng phân tử  $500 \div 8000$  và nhiệt độ nóng chảy  $80 \div 120^{\circ}\text{C}$ . Quá trình phân huỷ được thực hiện trong thiết bị phân huỷ nhiệt, gồm các bước sau: đưa

chất thải polyetylen vào máy ép, cho nóng chảy và đưa vào máy phân huỷ nhiệt, phân huỷ chất thải, làm nguội sản phẩm trong thiết bị trao đổi nhiệt, tách sản phẩm phụ dễ bay hơi, lọc và trộn đều sản phẩm nóng chảy lấy sản phẩm sấp. Thay đổi nhiệt độ theo các vùng của máy ép và tần số quay của guồng xoay sẽ cho phép điều chỉnh được khối lượng phân tử của sản phẩm.

Sản phẩm sấp thu được có độ kết tinh cao và có độ rắn bề mặt cao. Tập hợp các tính chất này với nhiệt độ nóng chảy tương đối cao và độ nhớt nóng chảy thấp cho phép dùng sấp này để chế tạo giấy nển, cactông, vải và tạo ra lớp phủ mỏng trên các tấm kim loại.

Loại sấp này bền trong môi trường hoá học: axeton, metanol, cloroform, dung dịch kiềm, axit axetic và axit clohydric đậm đặc. Độ kết tinh của sấp phụ thuộc vào khối lượng phân tử và tính chất chất thải ban đầu, dao động trong phạm vi từ 40 đến 70%. Sự khác nhau về tính chất sẽ quyết định lĩnh vực sử dụng sản phẩm. Như vậy có loại dùng để sản xuất ra các loại sấp chịu oxy hoá, dùng làm mực in, làm cáp công nghiệp, để sản xuất giấy nển...

Trong bảng 6.1 là một số đặc tính của sấp oxy hoá.

**Bảng 6.1**

Thông số	PVO-30	PVO-200
Độ nhớt nóng chảy ở nhiệt độ 140°C, Pa.s	25 ÷ 46	150 ÷ 250
Nhiệt độ chảy giọt ≤ °C	100	110
Độ rắn, mm	3	0,5
Chỉ số axit, mg KOH/g	25 ÷ 30	20 ÷ 30

Ngoài ra, sấp chịu oxy hoá còn có khả năng phân tán để tạo ra chất nhũ tương trong nước với lượng chất cặn rắn đến 30% khối lượng, được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp dệt để sản xuất một số sản phẩm đặc biệt do xử lý bằng nhũ tương làm cho vải có độ bền.

### 6.1.2. Nhiệt phân chất thải dẻo

Thời gian gần đây, đặc biệt khi vấn đề khan hiếm năng lượng được chú ý nhiều thì chất thải dẻo được xem như là nguyên liệu hoá dầu rắn, vì các hợp chất cao phân tử ở nhiệt độ cao hơn  $300^{\circ}\text{C}$ , phụ thuộc vào điều kiện phân tách và thành phần của các chất thải polyme có khả năng phân huỷ cho các hydrocacbon khác nhau: nhiên liệu khí, keroxyl, gazolin, dầu nhờn...

Nhiều polyme (polymetylmetylacrylat, polystiren và một số chất khác) khi phân tách sẽ tạo ra các đơn phân ban đầu. Việc tái sinh metylmetylacrylat từ chất thải polyme đã được áp dụng trên quy mô công nghiệp. Việc tách từng polyme có đặc tính đặc biệt bằng nhiệt phải tính đến việc chọn chế độ và thiết bị của quá trình.

Nhiệt phân các chất thải là các tấm polystiren đã được nghiên cứu trong khoảng nhiệt độ khá rộng, ở điều kiện áp suất khí quyển cũng như trong chân không. Nhiệt phân chất thải là các tấm polystiren ở nhiệt độ thấp có áp suất trong môi trường nitơ khi nhiệt độ  $300^{\circ}\text{C}$  cho phép tách ra được 62% stiren từ lượng chất bay hơi. Tăng nhiệt độ nhiệt phân đến  $700 \div 800^{\circ}\text{C}$  có thể tăng lượng thu hồi stiren đến  $75 \div 85\%$ . Ở Nhật Bản còn có thể thu được lượng stiren thoát ra cao hơn khi dùng chất xúc tác ở lớp sôi trong quá trình nhiệt phân chất thải polystiren. Sau khi phân huỷ chất thải polystiren và làm sạch sản phẩm tạo ra sẽ được stiren có chất lượng tương đương như stiren ban đầu dùng để bổ sung vào quá trình sản xuất polystiren.

**Bảng 6.2**

Nhiệt độ nhiệt phân, $^{\circ}\text{C}$	400	450	400	400	450
Thời gian nhiệt phân, h	4,0	4,2	4,5	4,0	4,0
Hiệu suất, % khối lượng					
- Sản phẩm lỏng	89,3	89,7	90,1	89,3	92,0
- Chất cặn rắn	7,2	7,0	6,7	7,3	5,0
- Chất khí, kể cả tổn thất	3,5	3,3	3,2	3,4	3,0

Nghiên cứu nhiệt phân chất thải là các tấm chất dẻo cho thấy, ở nhiệt độ  $400 \div 450^{\circ}\text{C}$  và trong thời gian 4 đến 4,5 giờ sẽ tách ra được gần 90% sản phẩm. Bảng 6.2 cho kết quả của các thí nghiệm này.

Phân tích quá trình phân đoạn chất lỏng sôi trong giới hạn  $100 \div 180^{\circ}\text{C}$  thấy rằng, sản phẩm nhiệt phân cơ bản gồm có stiren, xilen, toluen, benzen và các hydrocacbon khác. Hiệu suất chung của stiren khi tính toán chất thải ban đầu tương đối nhỏ (gần 30%), vì vậy đòi hỏi phải có quá trình tách và tinh cất hàng loạt sản phẩm có hiệu quả kinh tế như các sản phẩm là chất lỏng dùng làm nhiên liệu.

Hướng khác là nhiệt phân chất thải polystiren và tái chế nó cùng với các hỗn hợp cốc dầu mỏ tại các xí nghiệp chế biến cốc. Qua nghiên cứu thấy rằng: xử lý cốc dầu mỏ có thêm 10% (khối lượng) chất thải polystiren trong lò nhiệt độ  $1325^{\circ}\text{C}$  sẽ cho phép thu được cốc có các chỉ số cơ bản tốt (hàm lượng tro, tỷ trọng, hàm lượng lưu huỳnh). Thực tế thấy rằng, khi thêm chất thải không đòi hỏi phải thay đổi công nghệ vẫn cho phép thực hiện được phương pháp tận dụng chất thải polystiren tại các xí nghiệp công nghiệp đang hoạt động.

## 6.2. NHIỆT PHÂN CHẤT THẢI POLYOLEFIN

Khác với nhiệt phân polystiren, nhiệt phân polyolefin xảy ra với hiệu suất chất đơn phân ban đầu rất nhỏ. Quá trình tách polyetylen bắt đầu ở nhiệt độ không dưới  $300^{\circ}\text{C}$ , tốc độ tách rõ rệt khi nhiệt độ cao hơn  $360^{\circ}\text{C}$ . Kết quả nghiên cứu sản phẩm nhiệt phân polyolefin thấy rằng, phần cất ngưng tụ bay hơi ở nhiệt độ trong phòng chủ yếu là các hydrocacbon bão hoà và không bão hoà. Nhiệt độ có ảnh hưởng đến thành phần sản phẩm nhiệt phân. Khi tăng nhiệt độ hiệu suất sẽ tăng và đạt tới cực đại ở  $820^{\circ}\text{C}$ , hiệu suất của benzen và etylen được nâng lên từ từ, còn phần chưng cất  $\text{C}_4 \div \text{C}_6$  giảm dần.

Thành phần của sản phẩm nhiệt phân polypropylen gần với thành phần của polyetylen (PE), nhưng quá trình tách polypropylen (PP) xảy

ra nhanh hơn một chút, điều đó có liên quan tới năng lượng hoạt tính khác nhau của quá trình: 230 kJ/mol đối với PP và 302 kJ/mol đối với PE. Việc tạo ra lượng lớn sản phẩm lỏng và khí khi hiệu suất của cacbon rất nhỏ là đặc điểm của quá trình nhiệt phân polyolefin. Khi nung nóng lên dần dần và liên tục loại ra khỏi vùng phản ứng các sản phẩm bay hơi thì các polyolefin sẽ được tách ra hoàn toàn mà không tạo ra phần dư cacbon hóa. Nghiên cứu quá trình nhiệt phân xúc tác PE bằng niken và một lượng nhỏ hydro khi nhiệt độ 450°C và áp suất 6,7 kPa cho hiệu suất 92% sản phẩm nhiệt phân PE, còn hỗn hợp gazolin và keroxyl, cũng trong điều kiện như vậy sẽ tạo ra 95,6% sản phẩm trên; đối với polypropylen là 91,4%.

Kinh nghiệm khai thác thiết bị thí nghiệm - công nghiệp có công suất 3 đến 5 tấn/ngày đêm cho thấy khi tái chế chất thải PE sẽ tái sinh được dầu nhớt hiệu suất 94,7%.

### **6.2.1. Nhiệt phân chất thải polyvinylclorua**

Polyvinylclorua (PVC) có độ ổn định nhiệt nhỏ nhất so với các polyme khác. Quá trình nhiệt phân PVC xảy ra qua hai giai đoạn:

- Giai đoạn đầu xảy ra khử mạnh ở nhiệt độ 250 ÷ 350°C, sau đó đến quá trình phân huỷ nhiệt ổn định. Trong đó tổn hao về khối lượng là gần 60%.

- Giai đoạn hai là giai đoạn phân tách một phần hydrocacbon từ polyvinylclorua bắt đầu từ trên 400°C. Chất dư thừa sau khi nhiệt phân polyvinylclorua ở 425°C có khối lượng phân tử trung bình 700 ÷ 800. Sản phẩm khí tạo ra từ quá trình nhiệt phân là hỗn hợp phức tạp các hydrocacbon bão hoà và không bão hoà.

Thực tế thường dùng quá trình nhiệt phân ở cả hai mức nhiệt độ: ở giai đoạn khử hydro clorua thì hydro clorua thoát ra yếu và người ta chuyển nó thành axit clohydric (mức độ thu hồi đến 94%); ở giai đoạn thứ hai khi nhiệt độ cao hơn sẽ xảy ra nhiệt phân các sản phẩm còn lại

trong hỗn hợp với các polyme khác. Từ hỗn hợp polyvinylclorua và polyetylen, ngoài axit clohydric còn tách ra được 47% sản phẩm nhiên liệu, 11% cacbon và gần 15% sản phẩm khí. Nhiệt phân hỗn hợp polyvinylclorua và polystiren khi có chất xúc tác axit ở nhiệt độ  $320 \div 420^{\circ}\text{C}$  cho hiệu suất thu benzen, xilen và naphtalen cao. Còn khi nhiệt phân hỗn hợp polyvinylclorua, polystiren và polyetylen ngoài axit clohydric còn thu được gazolin với số octan cao.

### **6.2.2. Nhiệt phân chất thải polytetrafloetylen**

Polytetrafloetylen (PTFE) là một trong số các polyme hữu cơ ổn định nhiệt nhất, năng lượng hoạt tính phân huỷ của nó là  $338 \text{ kJ/mol}$ . Mức độ phân huỷ rõ nhất bắt đầu ở nhiệt độ trên  $450^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt phân PTFE ở nhiệt độ  $600 \div 800^{\circ}\text{C}$  trong chân không cho hiệu suất đơn phân cao, ngoài tetrafloetylen còn thu được một lượng nhỏ perflopropylen và tetraflometan.

Để đạt được hiệu suất tetrafloetylen cực đại thì quá trình phân huỷ nhiệt được tiến hành ở nhiệt độ tối thiểu và trong điều kiện chân không. Tăng áp suất sẽ dẫn đến giảm hiệu suất đơn phân.

Do hiệu suất tetrafloetylen khi nhiệt phân cao nên đã có nhiều nghiên cứu áp dụng phương pháp này để tận dụng chất thải polyme. Khi nhiệt phân PTFE có hơi nước sẽ cho phép đạt được hiệu suất đơn phân là 98% với tỷ lệ hơi/sản phẩm nhiệt phân là 60/1. Độ hoạt tính ăn mòn của hỗn hợp khí - hơi cao và lượng hơi nước lớn là những trở ngại trong việc sử dụng phương pháp này.

### **6.2.3. Nhiệt phân chất thải polymethylmetacrylat**

Polymethylmetacrylat (PMMA) là một trong số các polyme đầu tiên người ta quan sát được tạo ra đơn phân do kết quả của quá trình phân huỷ nhiệt. Khi nhiệt độ nhiệt phân gần  $400^{\circ}\text{C}$  thì hiệu suất thu methylmetacrylat gần 100%, nhưng khi tăng nhiệt độ thì lượng đơn phân tạo ra sẽ giảm xuống và ở nhiệt độ  $825^{\circ}\text{C}$  thì hiệu suất chỉ còn 37%.

Chính vì có hiệu suất cao nên nhiệt phân PMMA được dùng đầu tiên trong thực tế để thu hồi đơn phân từ chất thải polyme. Quá trình phân huỷ nhiệt PMMA ở nhiệt độ  $380 \div 400^{\circ}\text{C}$  có hiệu suất đơn phân cao hơn 95%. Trong sơ đồ công nghệ, người ta đưa chất thải vào máy đập nhỏ và phân loại chất thải. Hơi của đơn phân được ngưng lại trong máy lạnh, sau đó đưa tới làm sạch và tinh cất, còn các chất dư thừa của polyme tách ra sẽ thu gom và cho quay lại quá trình.

#### **6.2.4. Nhiệt phân hỗn hợp các chất thải dẻo**

Việc tách chất thải polyme ra thành các cấu tử riêng biệt thường gặp phải những khó khăn nghiêm trọng, do vậy người ta thường tiến hành quá trình nhiệt phân đồng thời hỗn hợp polyme.

Một trong những sơ đồ công nghệ nhiệt phân hỗn hợp chất thải phổ biến hiện nay là các chất thải polyme ở giai đoạn đầu đem nghiền nhỏ và sấy khô để hạn chế ăn mòn thiết bị khi vận chuyển. Nguyên liệu được đập nhỏ qua phễu vào bộ phận vít tải cấp liệu rồi đến bộ phận chứa khí nóng duy trì ở nhiệt độ  $300^{\circ}\text{C}$  để thực hiện quá trình nóng chảy. Trong chất thải nếu có PVC thì ở giai đoạn này sẽ xảy ra khử clo cho hydro clorua và hấp thụ nước để tạo ra axit clohydric.

Chất nóng chảy sau đó cho vào thiết bị tách gồm có: vùng cracking và vùng ngưng tụ. Vùng đầu tiên duy trì ở nhiệt độ 400 đến  $500^{\circ}\text{C}$  để phân huỷ nhiệt chất polyme, còn trong vùng thứ hai sẽ thu được các chất oligome đã được phân huỷ có độ sôi cao và tiếp tục cho nhiệt phân lại. Các chất khí nhiệt phân được làm nguội trong thiết bị lạnh và tách ra dưới dạng các sản phẩm lỏng và khí. Các sản phẩm khí được đưa vào thiết bị trung hoà để rửa khỏi các chất cặn, làm nguội và chứa trong các bình khí. Một phần khí này ở trạng thái nóng được đưa vào lò chuyên dụng để đốt nóng thiết bị phản ứng. Các sản phẩm lỏng cho qua máy tách nước để có được sản phẩm dầu nhớt. Công suất thiết bị nhiệt phân chất thải dẻo trong công nghiệp thường vào khoảng 200, 300 và 500 kg/h. Việc lựa chọn thiết bị cho quá trình nhiệt phân có ý

ngĩa rất quan trọng vì nó liên quan tới hiệu suất của thiết bị. Quá trình có thể thực hiện bằng lò quay, băng chuyền hoặc lò tunel. Quá trình nhiệt phân bằng lớp sôi của chất tải nhiệt phân tán cao là quá trình có triển vọng nhất, bởi vì chất tải nhiệt có bề mặt tiếp xúc với với nguyên liệu phân bố đều khắp thể tích phản ứng. Thường người ta dùng chất tải nhiệt là cát, nhôm oxýt. Để tăng nhanh quá trình người ta sử dụng chất xúc tác là hợp chất mangan, vanadi, đồng, clo và các kim loại khác. Có thể thực hiện quá trình nhiệt phân bằng lò đứng, dưới tác động trọng lực từng chất thải đưa vào nhiệt phân sẽ chuyển động từ trên xuống dưới. Những sản phẩm rắn từ trên xuống sẽ được thu gom vào bộ phận lạnh, ở đây sản phẩm lỏng được ngưng tụ và tách ra, còn phần hơi sau khi làm sạch cho vào bình chứa khí. Phần lớn các sản phẩm lỏng nhiệt phân được dùng làm nhiên liệu vì dung lượng nhiệt tới 42 MJ/kg. Thuận lợi nhất là nên dùng phối hợp với các nhiên liệu lỏng và rắn khác. Ngoài đơn phân thu được để sản xuất hàng loạt các polyme, người ta còn thu được các sản phẩm nhiệt phân là các nguyên liệu phụ để sản xuất các hợp chất thơm. Từ các sản phẩm khử clo tạo ra trong nhiệt phân hỗn hợp polyme có chứa PVC có thể thu được hydro clorua có độ sạch đến 99% để sản xuất axit HCl.

Nhiệt lượng thu được khi đốt cháy sản phẩm khí và rắn dư thừa có thể dùng để đốt nóng thiết bị nhiệt phân. Trong một số trường hợp sản phẩm rắn dư thừa có chứa polyvinylclorua có thể dùng để sản xuất vật liệu cacbon, chúng có khả năng hấp phụ cao hơn than hoạt tính. Khi sunfit hoá vật liệu này sẽ thu được nhựa trao đổi ion với hiệu suất cao. Cũng có thể sử dụng chất dư thừa rắn nhiệt phân làm chất đệm để sản xuất sản phẩm caosu kỹ thuật.

Tính kinh tế của quá trình nhiệt phân còn phải tính đến khả năng tăng cường hiệu suất nhiệt phân để tối ưu hoá công suất thiết bị, cải tiến cấu trúc thiết bị công nghệ và nâng cao hiệu suất sản phẩm để đưa vào ứng dụng thực tế.



### 6.3. TIÊU HUỖ NHIỆT

Tiêu huỷ nhiệt được xem là phương pháp xử lý chất thải đã được sử dụng từ lâu ở nhiều nước. Phương pháp này đầu tiên được dùng để xử lý chất thải sinh hoạt, nhưng do lượng chất thải sinh hoạt ngày một tăng lại kèm theo chất thải dẻo nên gây trở ngại về kỹ thuật. Vì vậy cần thiết phải nghiên cứu chi tiết về đặc tính đốt cháy của các chất thải dẻo nguyên chất. Mặt khác năng lượng đốt cháy của các chất thải dẻo tương đối lớn nên có thể dùng các chất thải như vậy trong thành phần đốt cháy chất thải thành phố. Đa số các chất dẻo cháy với tốc độ cao vì vậy đòi hỏi một lượng lớn không khí. Ví dụ dưới đây về khả năng tạo nhiệt của một số chất dẻo (MJ/kg):

Polyetylen	46,5
Polypropylen	46,2
Polystyren	40,7
Polyvinylclorua	19,0

Quá trình đốt chất dẻo xảy ra ở nhiệt độ cao, tạo ra khí độc: amoniac, nitơ oxyt, hợp chất xyanua, hydro clorua... Vì thế đòi hỏi phải có thiết bị phụ trợ để làm sạch và xử lý khí thải ở nhiệt độ cao nhằm hạn chế ăn mòn thiết bị.

Vì các lý do trên, người ta thường đốt các chất thải dẻo trong hỗn hợp với chất thải sinh hoạt, với lượng chất thải dẻo không vượt quá 10% khối lượng. Những năm gần đây người ta đã nghiên cứu những lò đốt có cấu trúc khác nhau để đốt chất thải, trong đó có lò đốt hai tầng có thể đốt cháy hoàn toàn chất thải.

Bộ phận chính của thiết bị là lò đốt làm bằng thép, những thiết bị có công suất 500 kg/h thường để thoát ra ngoài một lượng nhiệt trên 6,3 J/h, vì vậy để tận dụng lượng nhiệt đó người ta phải sử dụng các thiết bị chuyên dụng. Các chất khí thoát ra từ buồng đốt có nhiệt độ gần 900°C được đưa vào nồi hơi, sử dụng lượng nhiệt đó để tạo hơi và làm nguội đến 250°C. Nồi hơi có công suất hơi 4 đến 5 tấn/h, với áp

suất 1,2 đến 1,3 MPa. Để đốt chất thải là các chất dẻo nóng chảy, người ta phải thiết kế các lò chuyên dụng.

Các chất thải ở dạng mẫu nhỏ cho qua bộ phận lưới. Khi đốt cháy chất thải sủi bọt lên, một phần sản phẩm nhiệt độ cao nổi bên trên lớp chất thải, còn phần khác dưới lớp chất thải. Do lượng oxy trong các sản phẩm này không lớn nên chất thải không cháy mà chỉ chảy ra tạo thành dòng ngược với dòng sản phẩm nhiệt độ cao cháy rồi rơi xuống phía dưới và cháy đi. Vấn đề nâng cao hiệu quả kinh tế mà trước hết là tận dụng nhiệt của các chất khí tạo ra trong quá trình đốt là mục đích cải tiến quá trình đốt cháy.

Đánh giá việc tiêu huỷ bằng nhiệt so với các phương pháp xử lý chất thải dẻo khác cho thấy, biện pháp tiêu huỷ nhiệt chỉ thuận tiện trong các trường hợp khi không có thể sử dụng các phương pháp hợp lý hơn, như tái chế hoặc nhiệt phân. Hiện nay biện pháp tiêu huỷ nhiệt chất thải rắn được xem là một trong những biện pháp có hiệu quả để bảo vệ môi trường.

#### **6.4. CHÔN LẤP CHẤT THẢI Dẻo**

Mặc dù nghiên cứu các phương pháp tận dụng và tiêu huỷ chất thải rắn đã đạt được những thành tựu đáng kể, hiện tại lượng chất thải cần chôn lấp vẫn còn rất lớn. Như ở Nhật Bản chỉ có 4,6% chất thải công nghiệp được tái sử dụng trong khi đó chôn lấp 33,6%, ở Mỹ con số này tới 90%, mặc dù các nước này đã đưa ra những yêu cầu nghiêm ngặt về tiêu huỷ sơ bộ trước khi chôn lấp. Bởi phương pháp chôn lấp luôn tiềm ẩn nguy cơ ô nhiễm nghiêm trọng, trước hết là nước ngầm và đòi hỏi một diện tích rất lớn và trong thực tế đa số các chất dẻo không phân huỷ ngay cả trong thời gian dài. Ở nhiều nước phát triển cấm chôn lấp chất thải, ngay cả khi có thêm những chất đặc biệt vào chất thải chôn lấp để làm thoáng đất. Một trong những chất bổ sung như vậy do Hãng BASF của Cộng hoà Liên bang Đức sản xuất mang nhãn hiệu "Styromull", đảm bảo cho đất thoáng trong vòng 10 năm. Nếu

trước kia chôn lấp thường bằng các hố chôn lấp bình thường thì ngày nay những chất thải công nghiệp không tận dụng được phải chôn lấp ở những hố chôn lấp đặc biệt, theo thời gian tính toán không dưới 25 năm.

Chọn phương pháp chôn lấp ở các bãi phụ thuộc vào trạng thái chất thải, độ hoà tan trong nước và mức độ nguy hiểm của chất thải. Các chất thải rắn có chứa các chất nguy hiểm loại bốn phải đánh dấu trên sơ đồ mặt bằng bãi chôn lấp. Chôn lấp các chất rắn và chất dạng bụi có chứa chất độc hại loại hai và ba không hoà tan trong nước phải được thực hiện trong các hố sâu và đầm thật chắc. Lớp chất thải bên trên phải cách mặt đất ít nhất 2 m. Những chất thải có chứa các chất độc nguy hiểm loại hai và ba hoà tan được trong nước cũng được chôn lấp bằng hố sâu, nhưng đáy và thành hố phải có các lớp cách biệt bằng đất sét thật chắc có chiều dày 1 m. Chôn lấp lượng chất thải không lớn hoà tan trong nước có chứa các chất độc đặc biệt nguy hiểm loại một được tiến hành bằng các hố xây bằng bê tông. Các hố chôn lấp chất thải phải được cách ly bằng lớp đất sét chắc có bề dày 2 m, sau đó phủ chất không thấm nước là nhựa đường hay vật liệu khác.

## **6.5. TẠO RA CÁC POLYME CÓ THỜI GIAN LÀM VIỆC ĐIỀU CHỈNH ĐƯỢC**

Ở các nước có nền công nghiệp phát triển, chất thải vật liệu polyme phân huỷ chậm trong điều kiện tự nhiên là nguồn ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Các chất dẻo nguy hiểm dùng làm bao bì... về nguyên tắc không được thải vào hệ thống rác thải công cộng. Người ta thấy rằng, nếu sản xuất vật liệu bao gói tăng khoảng 5%/năm thì lượng chất dẻo sẽ tăng tới 11%/năm nên lượng chất thải dẻo sẽ tăng lên hàng năm. Các chuyên gia Nhật Bản đã tính toán lượng chất thải dẻo tăng theo thời gian để tìm biện pháp giảm chúng xuống. Để giảm thời gian lưu giữ chất thải dẻo, thời gian gần đây người ta nghiên cứu và sản xuất những loại polyme đặc biệt có thời gian sử dụng điều chỉnh

được. Ví dụ như các polyme phân huỷ quang và polyme phân huỷ bằng sinh học, dưới tác động của ánh sáng, nhiệt, không khí và vi sinh có trong đất chúng sẽ phân huỷ đến sản phẩm phân tử thấp và đồng nhất trong đất. Khả năng giữ được tính chất yêu cầu trong thời gian sử dụng là tính chất đặc biệt của các polyme này, ngoại trừ sau thời kỳ sử dụng thì tính chất hoá lý, sinh học của chúng sẽ biến đổi và phân huỷ.

#### **6.5.1. Nghiên cứu các polyme phân huỷ do ánh sáng - sản xuất chất dẻo không có chất thải**

Đa số các polyme đã nghiên cứu trong thời gian gần đây đều có thể điều chỉnh được thời gian sử dụng là các polyme phân huỷ do ánh sáng, trong đó có chứa các nhóm chức đặc biệt hay các hợp chất có khả năng phân huỷ trong điều kiện tự nhiên đến polyme phân tử thấp, hấp thụ các vi sinh vật trong không khí và trong đất. Để tạo ra polyme có khả năng phân huỷ dưới tác động của ánh sáng, người ta thêm vào các chất đặc biệt hoặc đưa vào thành phần polyme các nhóm nhạy với ánh sáng. Để các polyme có được ứng dụng trong thực tế, thường phải thoả mãn các yêu cầu sau:

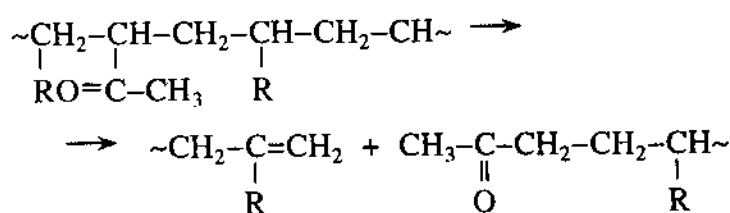
- 1) Biến tính polyme không được làm thay đổi những đặc tính sử dụng của nó;
- 2) Chất thêm vào polyme không được độc hại vì các polyme được dùng trước hết làm bao gói;
- 3) Các polyme xử lý bằng các phương pháp bình thường không được phân huỷ;
- 4) Cần thiết để cho sản phẩm sản xuất từ các polyme như vậy có thể duy trì và khai thác thời gian lâu trong điều kiện không có tiếp xúc trực tiếp với tia cực tím;
- 5) Thời gian phân huỷ polyme phải được biết trước và được chọn trong phạm vi rộng;
- 6) Sản phẩm phân huỷ ra không được độc hại.

Theo quan điểm quang hoá, khả năng tạo ra polyme phân huỷ quang phải có năng lượng phân ly liên kết chính C-C của đa số polyme là 350 kJ/mol, trong khi đó năng lượng tự nhiên của tia cực tím trong giới hạn 400 đến 600 kJ/mol. Song năng lượng này có thể phá huỷ polyme trong trường hợp nếu polyme hấp thụ ánh sáng có chiều dài sóng 400 đến 100 nanomet và năng lượng hấp thụ truyền cho các phân tử khác để nó mất khả năng biến hoá hoá học do phân huỷ.

Một trong những tiền đề tạo ra polyme làm vật liệu bao gói có thời gian sử dụng điều chỉnh được là chúng ổn định bên trong vị trí bao bọc, ví dụ thuỷ tinh làm cửa sổ hấp thụ bức xạ cực tím có khả năng gây ra phá huỷ. Độ bền vững của vật liệu thuỷ tinh có chiều dày 7 mm với tác động của ánh sáng Mặt trời cao hơn gấp 10 lần ngoài không khí.

### 6.5.2. Polyme phân huỷ do ánh sáng có chứa các nhóm andehit và xeton

Đưa vào mạch polyme các nhóm chức cacbonyl là một trong số các phương pháp nghiên cứu để tạo ra các polyme phân huỷ do ánh sáng. Các nhóm này đảm bảo hấp thụ có hiệu quả tia cực tím có chiều dài bước sóng gần 335 nanomet và phân huỷ polyme theo phản ứng:



Tốc độ phân huỷ do ánh sáng tỷ lệ với nồng độ của nhóm xeton trong polyme. Như vậy thay đổi thành phần chất đồng phân polyme có thể điều chỉnh được thời gian phân huỷ polyme từ 3 đến 200 ngày đêm. Yếu tố này đã được Hãng Van Leer Ecoplastics nghiên cứu làm thành nhãn hiệu hàng hoá Ekolit trên cơ sở polystiren, polyetylen và polypropylen.

Một trong những lý do mà vật liệu như vậy có được ứng dụng

trong thực tế là sự khác nhau rất nhỏ về tính chất của các Ekolit và tổ hợp của chúng với các polyme không biến tính. Các hợp chất có chứa nhóm xeton có mối liên kết hoá học cơ bản không bị xâm hại trong quá trình xử lý và khai thác vật liệu. Khả năng sử dụng chúng để trộn với polyme không biến tính theo các tỷ lệ khác nhau nhằm điều chỉnh tốc độ phân huỷ do ánh sáng được thoả mãn với Ekolit. Trong thực tế các polyme phân huỷ do ánh sáng và không biến tính có các chỉ số cơ - lý ban đầu như nhau. Tốc độ thay đổi độ bền của Ekolit trong quá trình lão hoá quang học cao hơn rất nhiều, được xác định bằng việc giảm khối lượng phân tử (độ nhớt đặc trưng) của các polyme này. Dưới

**Bảng 6.3. Tính chất cơ - lý của các polyme phân huỷ do ánh sáng và tổ hợp polystiren với Ekolit PC**

Chỉ số	Polystiren	Ekolit PC	Tổ hợp Ekolit với lượng PC		Polyetylen	Ekolit PE
			10% khối lượng	20% khối lượng		
Chỉ số mềm khi nóng chảy, g/10 phút	2,0	1,8	2,5	2,6	0,27	0,43
Độ bền nhiệt, °C	86	100	89	90	—	—
Sức căng phá vỡ khi kéo căng, MPa	40	50	37	36	11	13
Độ giãn tương đối khi đứt gãy, %	1,4	2,4	1,3	1,3	700	600

tác động của bức xạ tia cực tím trong điều kiện nhân tạo và điều kiện tự nhiên, các vật liệu phân huỷ do ánh sáng bắt đầu nứt tạo ra các mẫu nhỏ có kích thước khác nhau sau đó biến thành bột.

Các polyme phân huỷ do ánh sáng trên cơ sở stiren có tốc độ phân huỷ cao đã được nghiên cứu bằng cách đồng trùng hợp stiren với các anđehit không bão hoà khác nhau. Tính chất hoá học của anđehit cũng như nồng độ của nó sẽ ảnh hưởng tới tốc độ phân huỷ của chất đồng trùng hợp cũng như đồng trùng hợp với xeton.

Ảnh hưởng đến tính chất hoá học được xác định không những bởi sự khác nhau về thành phần hoá học của các đồng trùng hợp anđehit mà còn bằng sự phân bố khác nhau của các đơn phân trong chất đồng trùng hợp. Ví dụ với cặp stiren-benzalaxeton  $r_1 r_2 = 0,34$ , còn với cặp stiren - acrolein  $r_1 r_2 = 0,03$ .

Giảm khối lượng phân tử chất đồng trùng hợp trong quá trình phân huỷ quang học xảy ra đồng thời với việc tách ra các nhóm chức cacbonyl và nhóm hydroxyl. Khi chiếu màu vàng vào màng thì chúng sẽ từ từ giòn ra và đứt gãy. Trong bảng 6.4 cho sự thay đổi tính chất của màng đồng trùng hợp có chiều dày 100  $\mu\text{m}$  sau khi được lão hoá nhân tạo trong thời gian 7 giờ.

**Bảng 6.4**

Lượng stiren-benzalaxeton trong chất trùng hợp, % (mol)	0	3,4	6,8
Sức căng phá vỡ khi kéo căng, MPa			
- Màng không chiếu xạ	22,9	24,5	19,3
- Màng có chiếu xạ	15,5	7,1	3,2
Sự giãn tương đối khi đứt gãy, %			
- Màng không chiếu xạ	2,0	1,8	1,3
- Màng có chiếu xạ	1,2	0,6	0,3

Các nhóm cacbonyl có thể đưa trực tiếp vào mạch polyme, mặc dù sự lão hoá quang của các polyme như vậy xảy ra chậm hơn so với các chất đồng trùng hợp có chứa các mắt xích vinylxeton. Trong bảng 6.5 cho số liệu về lão hoá quang học tự nhiên của các màng bằng đồng trùng hợp etylen với cacbon oxyt có chiều dày 3 mm.

**Bảng 6.5**

Lượng nhóm CO có trong chất đồng trùng hợp, % (mol)	0	0,1	0,5	1,0	12,0
Thời gian trước khi xuất hiện độ giòn của màng, h	655	528	316	138	40

Như vậy việc đưa vào thành phần chất đồng trùng hợp nhóm cacbonyl ở dạng xeton, andehit hoặc trực tiếp ở dạng cacbon oxyt là cách có hiệu quả tạo ra polyme phân huỷ bằng quang học. Biến đổi tính chất các hợp chất có chứa cacbonyl và thay đổi nồng độ của nó có thể điều chỉnh được thời gian làm việc của các polyme như vậy trong phạm vi rộng. Trong hàng loạt trường hợp những chất đồng trùng hợp có thể sử dụng làm chất bổ sung vào chất polyme biến tính.

### **6.5.3. Polyme phân huỷ bằng quang học có chứa muối kim loại hoá trị thay đổi**

Vì sản xuất polyme phân huỷ bằng quang học có chứa nhóm cacbonyl trong mạch polyme đòi hỏi phải thay đổi công nghệ tổng hợp polyme, do vậy nhiều nhà nghiên cứu đã hướng tới khả năng lựa chọn các chất phụ gia có thể tạo ra các polyme phân huỷ có hiệu quả khác, trước hết là các muối kim loại có hoá trị thay đổi và các hợp chất tổ hợp trên cơ sở của chúng.

Khi nghiên cứu cơ chế tác động oxy hóa và chống oxy hóa của các hợp chất tổ hợp của số lớn kim loại có hóa trị thay đổi thấy rằng, các este axit tiodipropionic, axit phosphoric và các hợp chất có chứa



kim loại là những chất ổn định của polyme khi tác động tia cực tím. Tác động chống oxy hóa của các hợp chất đó có liên quan đến khả năng tách hydro peroxyt được tạo ra trong quá trình tổng hợp polyme, là chất kích hoạt phân hủy oxy hóa. Đối với các phức chất kim loại thì tính chất chống oxy hóa phụ thuộc vào bản chất kim loại. Các hợp chất coban, niken, kẽm là những chất thường phân hủy được hydro peroxyt và hấp thụ năng lượng của tia cực tím biến thành nhiệt. Các phức chất khác như đồng (II), sắt (III), ditiocacbammat, ổn định kém khi tác động tia cực tím và độ hoạt tính phụ thuộc vào nồng độ. Nồng độ tối ưu để sản xuất polyme phân huỷ bằng quang học có ý nghĩa thực tiễn khi cho thêm các chất phụ gia vào quá trình sản xuất.

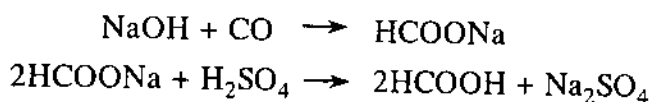
## CHƯƠNG 7

# CHẤT THẢI TỪ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT AXIT VÀ ANHYDRIT HỮU CƠ

### 7.1. SẢN XUẤT AXIT FORMIC

#### Quá trình công nghệ

Để sản xuất axit formic, người ta cho cacbon monoxyt tác dụng với NaOH dạng hạt ở nhiệt độ 150°C và áp suất 6 ÷ 8 bar để tạo thành natri formiat. Sau đó natri formiat được kết tinh và cho phản ứng với axit sunfuric trong môi trường axit để tạo ra sản phẩm phản ứng là axit formic. Môi trường axit có tác dụng ngăn cản quá trình điện ly của axit formic tạo thành:



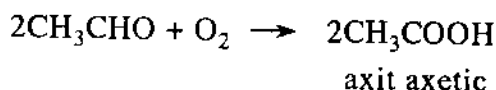
Tuy nhiên trong thực tế quá trình này ít được phổ biến.

### 7.2. SẢN XUẤT AXIT AXETIC

#### Quá trình công nghệ

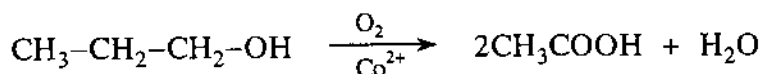
Axit axetic có thể được sản xuất bằng nhiều phương pháp khác nhau:

*Phương pháp thứ nhất:* Oxy hoá axetandehit (CH<sub>3</sub>CHO) bằng oxy:



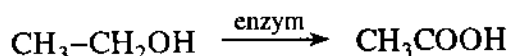
Andehit lỏng được oxy hoá ở 80°C với sự có mặt của muối mangan (II) axetat hoặc hỗn hợp Mn, Ni, Co và Cu (II) axetat làm chất xúc tác.

*Phương pháp thứ hai:* Oxy hoá *n*-butan ở nhiệt độ 160 ÷ 200°C, áp suất 50 bar hoặc lớn hơn:



Ngoài axit axetic là sản phẩm chính trong quá trình còn tạo ra một số sản phẩm phụ khác như axit formic, metyl etyl xeton và được tách lọc theo phương pháp chưng cất phân đoạn.

*Phương pháp thứ ba:* Bằng phương pháp enzym hoá ta có thể chuyển hoá rượu  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  thành axit axetic loãng (dầm ăn):



Phát thải từ quá trình sản xuất này gồm các khí CO,  $\text{H}_2$ , hơi axit axetic và các hydrocacbon khác.

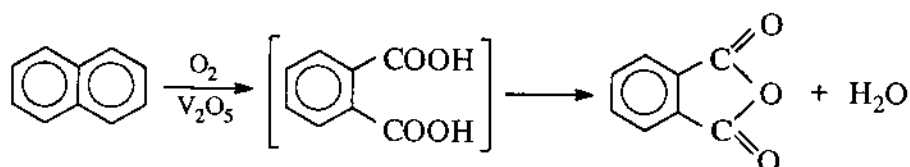
**Bảng 7.1. Các định mức phát thải trong quá trình enzym hoá từ rượu  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  thành axit axetic (kg/tấn  $\text{CH}_3\text{COOH}$ )**

<i>Chất phát thải ra môi trường không khí</i>	
CO	30 ÷ 40
$\text{CH}_4$	10 ÷ 15
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	4 ÷ 5
$\text{C}_x\text{H}_y$	1,5 ÷ 2,5
$\text{C}_2$	2 ÷ 2,5
Metyl etyl xeton	0,01 ÷ 0,03
$\text{CH}_3\text{COOH}$	0,1 ÷ 0,15
<i>Chất phát thải vào môi trường nước</i>	
$\text{CH}_3\text{COOH}$	0,5 ÷ 1
COD	10 ÷ 15
NaOH	0,3 ÷ 0,5

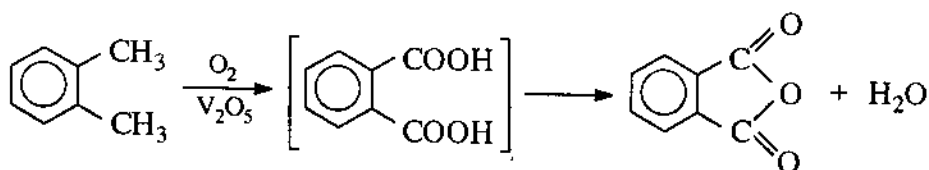
Các định mức thải dựa trên các phương pháp tính toán hoặc đo đạc.

### 7.3. SẢN XUẤT ANHYDRIT PHTALIC

Anhydrit phtalic được sản xuất bằng phương pháp oxy hoá naphthalin hoặc hơi *o*-xylene với một lượng không khí dư trong lò phản ứng lớp cố định hoặc tạo tầng sôi ở nhiệt độ  $360 \div 390^{\circ}\text{C}$  và chất xúc tác là vanadi pentoxit. Một lượng nhỏ  $\text{SO}_2$  được cho thêm vào hỗn hợp phản ứng để duy trì hoạt động của chất xúc tác:



Tương tự như vậy khi oxy hoá *o*-xylene ở nhiệt độ  $400^{\circ}\text{C}$  với thời gian tiếp xúc là 0,1 giây:



Đây là những phản ứng toả nhiệt, do vậy người ta lắp đặt hệ thống làm lạnh để hấp thụ nhiệt sinh ra. Nhiệt sinh ra được sử dụng để sản xuất hơi nước áp suất cao. Dòng khí từ lò phản ứng chứa hơi anđehit phtalic, chất xúc tác, các sản phẩm phụ khác và các khí không tham gia phản ứng. Chất xúc tác được loại bỏ bằng phương pháp tách lọc và đưa trở lại lò phản ứng. Phần khí tách lọc sau đó được đưa qua hệ thống các bình ngưng. Tại đây anđehit phtalic thô được làm lạnh và kết tinh. Sản phẩm thô còn chứa axit phtalic được hydrat hoá và chưng cất sẽ cho ta anđehit phtalic 99,8%. Một số chất khí không ngưng tụ trong bình ngưng thoát ra ngoài môi trường qua máy lọc khí hoặc được đốt bỏ bằng hơi đốt.

Khí thải ở đây chủ yếu là các khí còn lại trong các bình ngưng tụ, gồm khí  $\text{SO}_2$ , CO và các hợp chất hữu cơ.

Các định mức thải của andehit và axit dựa trên kết quả đo đặc, của SO<sub>2</sub> và o-xylen dựa trên kết quả tính toán.

**Bảng 7.2. Các thông số về định mức thải trong quá trình sản xuất andehit phthalic (kg/tấn andehit phthalic)**

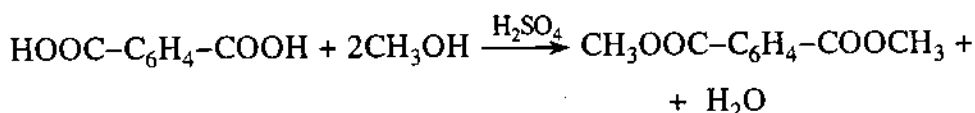
	Có bình lọc khí hoặc có xử lý bằng đốt bỏ	Không có bình lọc khí không xử lý bằng đốt bỏ
Andehit và axit hữu cơ	2 ÷ 10	60 ÷ 110
SO <sub>2</sub> (do hoạt động của chất xúc tác)	3,5 ÷ 10 (*)	3,5 ÷ 10 (*)
o-Xylen	0,1 ÷ 0,3	-
CO	0,1 ÷ 0,2	100 ÷ 150

Ghi chú: (\*) Trong trường hợp chất xúc tác đã được dùng nhiều lần.

## 7.4. PHÁT THẢI TỪ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT ESTE VÀ CÁC HỢP CHẤT NITƠ HỮU CƠ

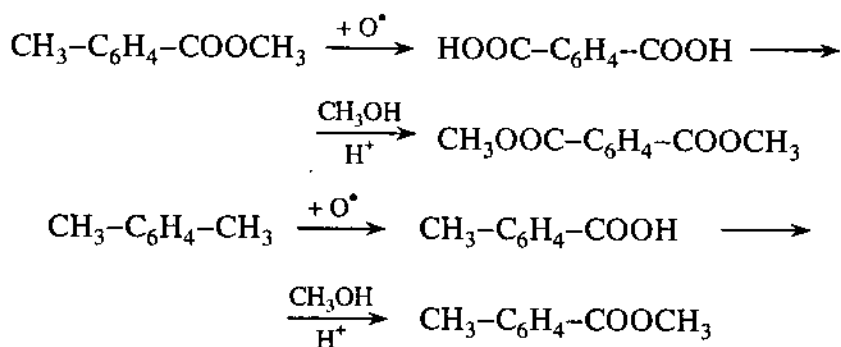
### 7.4.1. Sản xuất dimetyl terephthalat

Để sản xuất dimetyl terephthalat, người ta cho axit terephthalic phản ứng este hoá với metanol trong môi trường xúc tác H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:



Dimetyl terephthalat được lọc bằng phương pháp chưng cất và kết tinh (điểm nóng chảy ở nhiệt độ 141°C).

Khi oxy hoá p-xylen để tạo ra axit terephthalic, oxy hoá ở nhóm CH<sub>3</sub> thứ nhất xảy ra dễ dàng hơn so với nhóm thứ hai. Sau bước oxy hoá thứ nhất axit thực hiện chức năng este hoá, tiếp đó oxy hoá nhóm CH<sub>3</sub> thứ hai thì phản ứng sẽ xảy ra nhanh hơn. Đây gọi là quá trình Hercul-Witten và xảy ra như sau:



Bằng phương pháp chưng cất, hỗn hợp sau phản ứng axit *p*-metyl benzoic, metyl este và dimetyl terephthalat tiếp tục được đưa trở lại quá trình sản xuất, còn dimetyl terephthalat được tinh chế bằng quá trình kết tinh.

Phát thải gồm các chất khí dùng để oxy hoá, chúng nằm trong hỗn hợp sản phẩm phản ứng, có thể lọc bằng phương pháp làm lạnh và hấp phụ. Chất thải đáng chú ý nhất là nước thải được tách ra sau quá trình cô đặc.

**Bảng 7.3. Các định mức phát thải trong quá trình sản xuất dimetyl terephthalat (kg/tấn dimetyl terephthalat)**

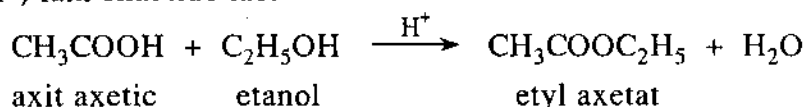
Chất phát thải vào môi trường không khí	
CO	6 ÷ 25
<i>p</i> -Xylen	1 ÷ 1,5
CH <sub>3</sub> OH	1 ÷ 5
Các hợp chất hữu cơ khác	0,1 ÷ 5
Các chất phát thải vào môi trường nước	
COD	5 ÷ 30

Định mức thải của các hợp chất hữu cơ, gồm cả dimetyl terephthalat được dựa trên các tính toán ước lượng. Các định mức thải khác dựa trên các kết quả đo đạc.

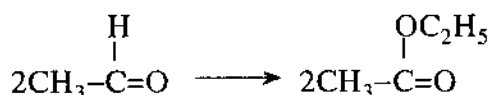
### 7.4.2. Sản xuất etyl axetat

Etyl axetat có thể được sản xuất theo hai phương pháp sau.

*Phương pháp thứ nhất:* Este hoá axit axetic với etanol khi có mặt axit ( $H^+$ ) làm chất xúc tác:



*Phương pháp thứ hai:* Nhị hợp anđehit axetat trong môi trường nhôm etylat:



Đây là phản ứng Tishchenko.

Phát thải quan tâm nhất xảy ra trong quá trình thu hồi etyl axetat.

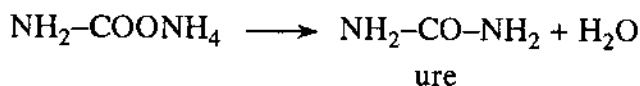
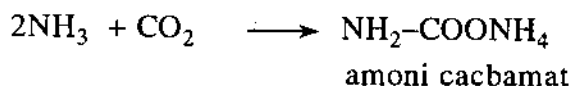
**Bảng 7.4. Định mức thải trong quá trình sản xuất etyl axetat theo quy trình este hoá axit axetic với etanol (kg/tấn etyl axetat)**

<i>Chất phát thải vào môi trường không khí</i>	
Etyl axetat	2 ÷ 4
Etanol	0,1 ÷ 0,5
Axit axetic	0,05 ÷ 0,1
<i>Chất phát thải vào môi trường nước</i>	
Etanol	0,5 ÷ 2
Axit axetic	0,01 ÷ 0,05
Axit xúc tác	0,2 ÷ 0,5

Các định mức thải trên chủ yếu dựa trên kết quả tính toán và ước lượng.

### 7.4.3. Sản xuất ure

Ure được sản xuất thông qua phản ứng giữa amoniac với cacbon dioxyt ( $CO_2$ ) ở nhiệt độ  $170 \div 180^\circ C$  và áp  $150 \div 200$  bar:



Tỷ lệ  $\text{NH}_3/\text{CO}_2$  là yếu tố quan trọng và thường được khống chế ở mức 3 đến 4, với tỷ lệ này lượng  $\text{CO}_2$  biến đổi thành  $\text{NH}_2\text{-COONH}_4$  đạt tới 64%.

Quá trình tạo amoni cacbamat là quá trình tỏa nhiệt, còn phản ứng tạo ure là phản ứng thu nhiệt.

Hỗn hợp sau phản ứng tạo ure cho vào thiết bị tách bước 1 với áp suất 17 bar. Nhiệt độ được điều chỉnh xuống  $120^\circ\text{C}$  để bay hơi khí  $\text{NH}_3$  và  $\text{CO}_2$ .

Hỗn hợp phản ứng sau đó được tách bước 2 thành dung dịch cacbamat và dung dịch ure. Dung dịch cacbamat thu được cho quay trở lại quy trình sản xuất, còn dung dịch ure được kết tinh thành sản phẩm dạng hạt trong thiết bị tạo hạt.

Trong quá trình sản xuất, các chất thải vào môi trường nước cũng như không khí gồm amoniac, cacbon đioxyt và ure.

**Bảng 7.5. Các định mức thải trong quá trình sản xuất ure (kg/tấn ure)**

<i>Chất phát thải vào môi trường không khí</i>	
$\text{NH}_3$	0,3 ÷ 0,4
Ure	0,6 ÷ 1,5
<i>Chất phát thải vào môi trường nước</i>	
$\text{NH}_3$	0,4 ÷ 2,8
Ure	1 ÷ 32,6

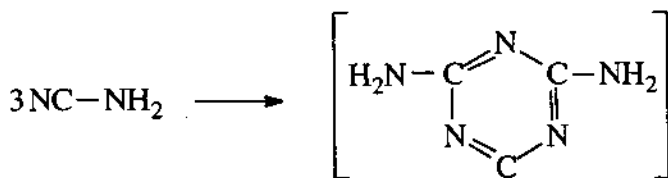
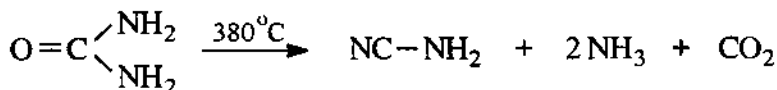
Mức phát thải  $\text{NH}_3$  một phần dựa trên các kết quả đo đạc, phần còn lại dựa trên các kết quả tính toán ước lượng. Định mức thải ure phần lớn dựa vào kết quả tính toán ước lượng.



#### 7.4.4. Sản xuất melamin

Có hai quy trình sản xuất melamin:

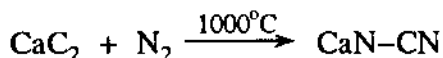
- Đun nóng ure ở nhiệt độ cao (khoảng 400°C) với sự có mặt của chất xúc tác “cracking” tạo ra xyanamit (CN-NH<sub>2</sub>), ngoài ra còn có amoniac và cacbon đioxyt. Bằng quá trình tam hợp xyanamit sẽ tạo thành melamin:



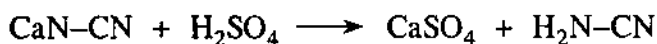
melamin

Sản phẩm phản ứng được giữ lại trong dung dịch ở nhiệt độ 130°C, sau đó lọc, tách melamin.

- Theo quy trình sản xuất cũ, người ta cho canxi cacbua (CaC<sub>2</sub>) phản ứng với N<sub>2</sub> ở nhiệt độ cao để tạo thành canxi xyanamit:

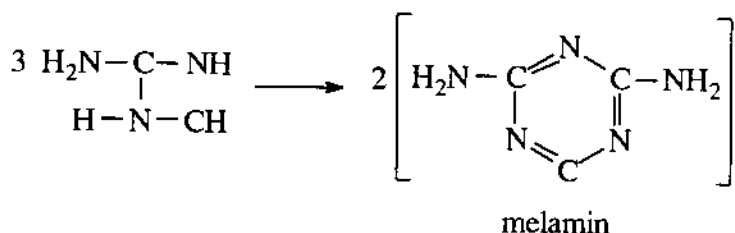


Canxi xyanamit thu được đem phản ứng với CO<sub>2</sub> hoặc H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> cho xyanamit, sau đó cho nhị hợp để được sản phẩm là xyan diamit:



xyan diamit

Xyan diamit khi được đun nóng ở áp suất cao với sự có mặt của NH<sub>3</sub> sẽ tạo ra melamin:



Các chất phát thải ra môi trường không khí gồm  $\text{NH}_3$ , melamin và các sản phẩm cháy của nguồn năng lượng cung cấp; chất phát thải vào môi trường nước gồm  $\text{NH}_4^+$ , melanin và chất rắn nổi lên.

**Bảng 7.6. Các định mức phát thải của quá trình sản xuất melamin (kg/tấn melamin)**

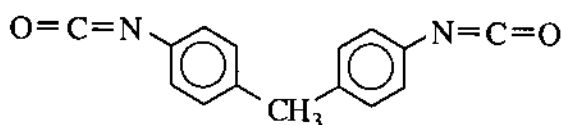
<i>Chất phát thải vào môi trường không khí</i>	
$\text{NH}_3$	15 ÷ 25
Melamin	0,05 ÷ 0,1
<i>Chất thải vào môi trường nước</i>	
Melamin	30 ÷ 40
Chất rắn nổi lên	1 ÷ 3
$\text{NH}_4^+$	5 ÷ 10

Định mức thải chủ yếu dựa trên phương pháp đo đạc.

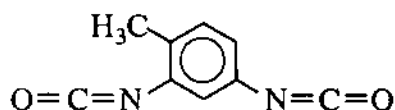
#### 7.4.5. Sản xuất diisoxyanat

Các diisoxyanat là nguyên liệu quan trọng cho quá trình sản xuất nhựa polyuretan. Trong số các diisoxyanat, hai hợp chất quan trọng nhất là:

- Metylen diparaphenylen izoxynat (MDI), hay còn gọi là metan-4,4-diisoxyanat:

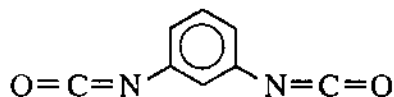


và toluen diisoxyanat-2,4:



Một số hợp chất sau cũng được xếp vào các hợp chất quan trọng:

- Metaphenylen diisoxyanat:



- Hexametylen diisoxyanat:  $\text{OCN}-(\text{CH}_2)_6-\text{NCO}$ .

- Diphenyl diisoxyanat-4,4.

- Naphatalen-1,5-diisoxyanat.

Diisoxyanat được sản xuất bằng phản ứng giữa phosgen và diamin tương ứng trong dung môi phosgen ở nhiệt độ cao:



Axit HCl tạo thành đôi khi được tách ra như sản phẩm phụ.

Các cơ sở sản xuất isoxyanat thường được trang bị máy lọc hơi kiềm để thu giữ khí thải như HCl,  $\text{Cl}_2$  và phosgen, tránh phát thải khí CO vào khí quyển; còn chất thải vào môi trường nước chủ yếu là NaOH và NaCl.

**Bảng 7.7. Các định mức phát thải trong quá trình sản xuất diisoxyanat (kg/tấn diisoxyanat)**

Chất phát thải vào khí quyển	
CO	15 ÷ 20
Chất phát thải vào môi trường nước	
NaCl	150 ÷ 250 (*)
NaOH ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	20 ÷ 40
Điamin	1 ÷ 3

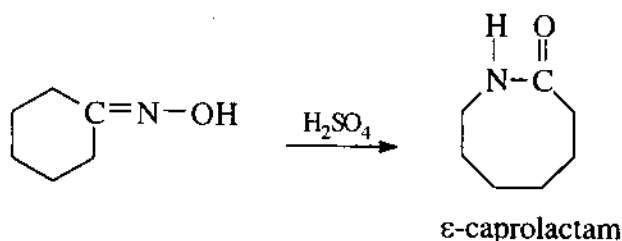
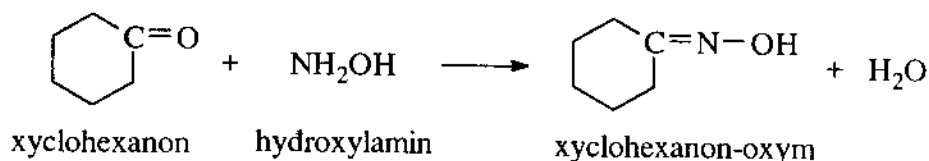
Ghi chú: (\*) Nếu tách axit HCl.

## 7.4.6. Sản xuất caprolactam

*n*-Caprolactam là monome được dùng để sản xuất nylon-6 bằng phản ứng trùng hợp. Monome này được tạo ra bằng một trong các quy trình sau.

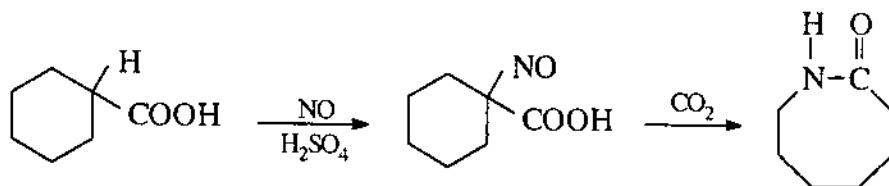
### Quy trình truyền thống

Từ cyclohexan bằng phương pháp oxy hoá có xúc tác hydroxylamin. Dưới đây là phương trình phản ứng Beckmann:



### Nitro hoá axit hexahydrobenzoic (quy trình SNIA Viscosa)

Quy trình này được thực hiện trong môi trường axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  loãng, khi đó phản ứng Beckmann cũng đồng thời xảy ra và tạo thành caprolactam:



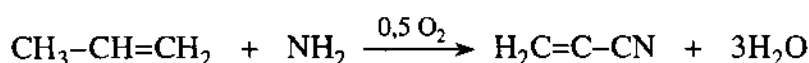
Phát thải vào khí quyển xuất phát từ van, bơm... bao gồm  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ , cyclohexanon-oxym,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  và  $\text{NO}_x$ . Chất thải vào nước ít nên có thể bỏ qua.

**Bảng 7.8. Định mức phát thải cho quá trình sản xuất caprolactam (kg/tấn caprolactam)**

Bezen	0,05 ÷ 0,1
Xyclohexanon	0 ÷ 0,02
Xyclohexanon oxym	0 ÷ 0,02
H <sub>2</sub>	0,01 ÷ 1
SO <sub>2</sub>	0,5 ÷ 1,0
NO <sub>x</sub>	5 ÷ 10

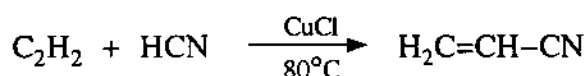
#### 7.4.7. Sản xuất acrylonitryl

Phương pháp có hiệu quả kinh tế cao để sản xuất acrylonitryl là phương pháp đồng oxy hoá propen và amoniac (quy trình Sohio):



Với chất xúc tác là phosphomolipdat trên silic hoặc vanadi ở nhiệt độ 450°C và áp suất 1 đến 3 bar. Sản phẩm phản ứng tạo thành được hấp thụ vào nước, khi đó N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, các khí khác và hơi nước được thải vào khí quyển. Acrylonitryl tạo thành được tách ra bằng phương pháp cất phân đoạn tách NH<sub>3</sub> không chuyển hóa. Ngoài ra còn có HCN và axetonitryl được tạo thành. Để thu được 1 tấn acrylonitryl thì có khoảng 0,1 tấn HCN và 0,1 tấn axetonitryl được tạo thành.

Quy trình sản xuất acrylonitryl từ HCN và axetylen đôi khi cũng được sử dụng:



Với CuCl<sub>2</sub> và KCl (hoặc NH<sub>4</sub>Cl) làm chất xúc tác, các sản phẩm phụ sau đây được tạo thành: axetanđehit, metyl vinyl keton, hydrocacbon chưa bão hoà và axetonitryl.

Chất thải vào khí quyển (quy trình Sohio) phần lớn là các khí còn lại sau quá trình hấp thụ vào nước, bao gồm:  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ , axetonitril, acrolein,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CFCl}_3$ ,  $\text{HCN}$ , acrylonitril và  $\text{CH}_4$ . Chất thải vào môi trường nước bao gồm: bụi, COD,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CN}^-$  phát thải từ quá trình hấp thụ.

Bảng 7.9 cho các định mức phát thải trong quá trình sản xuất acrylonitril theo phương pháp đồng oxy ho propen và amoniac (quy trình Sohio).

**Bảng 7.9. Các định mức phát thải trong quá trình sản xuất acrylonitril**

Khí thải	Không đốt	Đốt
Axetonitril	1 ÷ 7	0
Acrolein	0,1 ÷ 0,3	0
Acrylonitril	0,2 ÷ 3	0,2 ÷ 0,7
Amoniac	0,1 ÷ 0,3	0,1 ÷ 0,3
Axit xyanhydric	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,3
Eten	5 ÷ 9	0
CO	100 ÷ 150	0
Propan	50 ÷ 70	0
Propen	25 ÷ 40	0
Hydro	0,5 ÷ 1	0
<i>Chất thải vào môi trường nước</i>		
Bụi	0,1 ÷ 1	
$\text{NH}_4^+$	3 ÷ 5	
COD	10 ÷ 60 (*)	
$\text{CN}^-$	3 ÷ 7	

Ghi chú: (\*) Giá trị thấp trong quá trình lọc sinh học.

## CHƯƠNG 8

# XỬ LÝ VÀ TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI Ở VIỆT NAM

### 8.1. HIỆN TRẠNG CHẤT THẢI RẮN Ở VIỆT NAM

Tốc độ phát triển mạnh mẽ của quá trình công nghiệp cũng như đô thị hóa nhằm nâng cao chất lượng cuộc sống của con người đã làm ô nhiễm môi trường, gây ra khủng hoảng sinh thái, khoảng 50% trong tổng số chất thải rắn phát sinh, được xử lý bằng phương pháp chôn lấp không có kiểm soát. Tỷ lệ chất thải rắn được thu hồi để tái chế và sử dụng vào khoảng 15% đến 25%, chủ yếu do những người chuyên bới rác để thu nhặt các phế thải nhựa, giấy, kim loại, thủy tinh... Tỷ lệ thu hồi chất thải rắn từ nguồn phát sinh cho đến tận nơi xử lý là tương đối cao, tuy nhiên hoạt động thu gom chất thải rắn hầu như hoàn toàn tự phát, không được tổ chức và quản lý. Xử lý chất thải rắn làm phân bón theo công nghệ hiện đại bằng phương pháp ủ lên men hiếu khí mới chỉ có một vài cơ sở với tổng công suất xử lý 150 tấn/ngày, chiếm khoảng 1,27% tổng lượng chất thải rắn phát sinh. Xử lý chất thải rắn bằng ủ tự nhiên với công nghệ thô sơ, chỉ xử lý 240 tấn/ngày, chiếm tỷ lệ khoảng 2% tổng lượng chất thải rắn phát sinh. Xử lý bằng phương pháp thiêu đốt có 6 cơ sở, trong đó có 4 lò đốt chất thải y tế, 2 lò đốt rác chất thải rắn phát sinh trong quá trình sản xuất giấy dếp, tổng công suất đốt 16 tấn/ngày, chiếm tỷ lệ khoảng 0,14%. Các thiết bị đốt đều được thiết kế và chế tạo trong nước. Hiện nay trên 20 dự án ở giai đoạn lập báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng bãi chôn lấp hợp vệ sinh và chế biến chất thải rắn làm phân bón cũng như tái sử dụng chất thải công nghiệp với tổng vốn đầu tư khá lớn. Nếu toàn bộ các dự án này đi vào hoạt động thì tổng công suất xử lý chất thải rắn làm phân bón sẽ lên tới 4.220 tấn/ngày, số chất thải rắn thu gom còn lại đều được chôn lấp

hợp vệ sinh. Ngoài ra còn một số đô thị, các nhà máy và các khu công nghiệp khác đã có chủ trương cho phép lập dự án các khu chôn lấp chất thải rắn hợp vệ sinh, chế biến rác làm phân bón và các mặt hàng tiêu dùng. Thành phố Hà Nội đã nghiên cứu khả thi dự án đốt chất thải rắn để sản xuất điện năng. Công suất đốt một ngày là: 330 tấn chất thải rắn, 755 tấn than, sản xuất ra 50 MW điện thương phẩm.

## 8.2. ĐỊNH HƯỚNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN Ở VIỆT NAM TỚI NĂM 2020

Theo chiến lược quản lý chất thải rắn ở các đô thị và các khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt, các phương pháp xử lý chất thải rắn ở Việt Nam được định hướng như ở bảng 8.1.

**Bảng 8.1. Những phương pháp được ứng dụng trong xử lý chất thải rắn**

Các phương pháp xử lý	Tỷ lệ tính theo lượng chất thải rắn, %		
	Đô thị cấp quốc gia	Đô thị cấp vùng, tỉnh	Đô thị còn lại
1. Chôn lấp tự nhiên	0%	0%	0%
2. Chôn lấp hợp vệ sinh	40 ÷ 50 %	60 ÷ 65 %	55 ÷ 60 %
3. Chế biến làm phân bón	10 ÷ 15 %	20 ÷ 25 %	25 ÷ 30 %
4. Đốt	15 ÷ 20 %	4 ÷ 8 %	4 ÷ 5 %
5. Các kỹ thuật khác	5 ÷ 10 %	4 %	4 %

## 8.3. XỬ LÝ VÀ TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI RẮN Ở CÁC NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

Các nước trên thế giới thường áp dụng đồng thời nhiều phương pháp xử lý và tái sử dụng chất thải. Thông thường chất thải rắn được xử lý bằng các phương pháp sau:



- Đốt.
- Chôn lấp hợp vệ sinh.
- Chế biến chất thải làm phân bón.
- Ủ rác để thu hồi khí sinh học (biogaz).

Ví dụ về công nghệ tái sử dụng chất thải rắn của Đan Mạch được giới thiệu như là công nghệ sạch và thực tế nhất để chế biến chất thải hữu cơ thành phân vi sinh có chất lượng cao cung cấp cho thị trường phân bón. Công nghệ của Đan Mạch không áp dụng quy trình xử lý kiểu thùng chứa hoặc đánh luống như hiện tại mà nó là công nghệ ứng dụng động học vào xử lý chất thải hữu cơ, loại trừ những hiệu ứng về độ ẩm và không khí, chu kỳ xử lý ngắn, không phát thải mùi và phát thải rất ít khí CO<sub>2</sub>.

Công nghệ của Đan Mạch là công nghệ vi sinh hiếu khí, được thực hiện trong lò ủ lên men vi sinh dạng trống quay, hoàn toàn điều khiển bằng tự động để kiểm soát quá trình phân hủy các vi sinh vật có trong rác thải hữu cơ. Đặc điểm hoạt động của hệ thống là quá trình phân hủy xảy ra trong thùng kín, nên không chịu tác động của thời tiết 24 giờ/ngày, không mùi và không phát thải khí metan, thường là sản phẩm của quá trình phân hủy vi sinh thông thường, do tỷ lệ phù hợp của C/N luôn được kiểm soát chặt chẽ bằng hệ thống điều khiển hoàn toàn bằng máy vi tính. Hệ thống hoạt động theo kiểu môđun nên tiết kiệm được năng lượng, không cần nhiều thời gian ngừng máy cho việc bảo dưỡng như các hệ thống khác. Các môđun này có thể dễ dàng di chuyển và hoạt động độc lập khi cần thiết, trong những điều kiện thời tiết khác nhau và ngay cả ở những địa điểm xa nhà máy. Hệ thống xử lý của Đan Mạch được phát triển từ năm 1993 với mục đích ban đầu để xử lý chất thải thực phẩm, sau đó được phát triển hoàn thiện để xử lý chất thải rắn đô thị vào năm 1996. Đến nay hệ thống xử lý chất thải của Đan Mạch đã được ứng dụng ở rất nhiều bang ở Mỹ và Australia. Sản phẩm thu được gồm:

- Sản phẩm mùn compost có thể sử dụng ngay.

- Sản phẩm từ compost để sản xuất phân bón hữu cơ, có thể được thực hiện đồng thời.

**Bảng 8.2. Ví dụ về công nghệ xử lý chất thải của Đan Mạch được sử dụng ở một số thành phố lớn và tại một số nước**

Tên nước/ thành phố	Tỷ lệ xử lý chất thải rắn bằng các phương pháp			
	Thu hồi %	Đốt %	Chôn lấp hợp vệ sinh, %	Vi sinh %
Nhật Bản	38	44	18	0
Đan Mạch	9	70	21	0
Thụy Sĩ	33	46	21	0
Thụy Điển	9	54	30	7
Bỉ	8	50	42	0
CHLB Đức	9	34	57	0
Pháp	20	18	32	30
Hà Lan	23	14	63	0
Mỹ	13	20	67	0
Tây Ban Nha	11	9	80	0
Italia	4	18	78	0
Anh	7	10	83	
Phần Lan	13	3	84	
Singapo		100		
Băng Cốc (Thái Lan)	không rõ	không rõ	84	không rõ
Matxcova (CHLB Nga)	không rõ	10	80	không rõ
Xơ Un (Hàn Quốc)			70,2	29,8

## **8.4. PHÂN TÍCH CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN**

### **8.4.1. Khái quát về công nghệ xử lý chất thải rắn**

Xuất phát từ vấn đề bảo vệ môi trường, quản lý và xử lý phế thải đang được cả thế giới quan tâm. Xu hướng chung là áp dụng các công nghệ giảm thiểu chất thải, tạo ra ít nhất các chất gây ô nhiễm, sử dụng ít năng lượng và nguyên liệu. Các công nghệ tái chế phế thải ngoài mục đích tiết kiệm nguyên vật liệu, giảm giá thành sản phẩm còn có ý nghĩa bảo vệ môi trường, tăng cường phát triển bền vững. Bởi lẽ mọi hoạt động của con người không thể không tạo ra chất thải, vì vậy xử lý chúng như thế nào để đảm bảo vệ sinh môi trường và chi phí xử lý thấp nhất được đặt ra như một vấn đề sống còn của nhân loại.

Để xử lý phế thải, tùy thuộc vào tính chất của chúng có thể áp dụng một trong ba phương pháp sau:

- Phương pháp xử lý vật lý;
- Phương xử lý hóa học;
- Phương pháp xử lý sinh học.

Từ ba phương pháp xử lý trên, người ta đã đưa ra rất nhiều công nghệ xử lý phế thải khác nhau mà nhiều thập kỷ tới thế giới vẫn còn áp dụng. Dưới đây là một số công nghệ đang được sử dụng:

- Công nghệ chế biến phân hữu cơ: Để xử lý các phế thải hữu cơ thành phân bón hữu cơ vi sinh tổng hợp.
- Công nghệ thiêu đốt: Để xử lý các phế thải độc hại, nguy hiểm từ bệnh viện, sân bay...
- Công nghệ chôn lấp: Để xử lý các phế thải khác, những phế thải đặc biệt nguy hiểm mà công nghệ thiêu đốt không xử lý được và những phân loại bỏ từ hai công nghệ trên.

- Công nghệ sinh học: Hiện nay trên thế giới đang áp dụng nhiều kỹ thuật để chế biến phế thải hữu cơ thành phân hữu cơ (compost). Nhìn chung công nghệ này áp dụng hai phương pháp chính:

### *Phương pháp ủ tĩnh:*

Trong phương pháp này, rác hữu cơ sau khi phân loại được trộn với phụ gia, phân bẻ phốt, phân động vật... rồi ủ thành đống. Sau một thời gian các vi sinh vật hoạt tính phát triển làm cho các chất hữu cơ lên men, phân hủy và biến chúng thành mùn rác. Mùn rác này cho qua giai đoạn tinh chế sẽ được phân hữu cơ. Trong phương pháp ủ đống tĩnh, tùy theo phương pháp lên men lại được chia thành:

- Phương pháp lên men nhờ vi khuẩn hiếu khí;
- Phương pháp lên men nhờ vi khuẩn yếm khí.

### *Phương pháp ủ động:*

Thực chất của phương pháp này là lên men phế thải bằng vi khuẩn ưa khí. Để cung cấp không khí cho các vi khuẩn ưa hoạt động mạnh làm tăng quá trình phân hủy rác hữu cơ, người ta dùng kỹ thuật đảo trộn đống ủ gần như liên tục do vậy được gọi là phương pháp ủ động.

Giải pháp chế biến phế thải thành phân hữu cơ có ưu điểm là đơn giản, dễ vận hành, nhất là trong điều kiện khí hậu nhiệt đới như Việt Nam. Nhược điểm chính là chất đura chế biến phải có thành phần hữu cơ cao, khu vực chế biến chiếm nhiều diện tích và khó đảm bảo vệ sinh môi trường. Tuy nhiên sau nhiều năm sử dụng phân bón vô cơ, đất canh tác trở nên bạc màu, vì vậy không những đối với Việt Nam mà ngay cả xu thế chung của thế giới hiện nay là tăng cường tận dụng các nguồn chất thải hữu cơ chế biến làm phân bón để cải tạo đất canh tác.

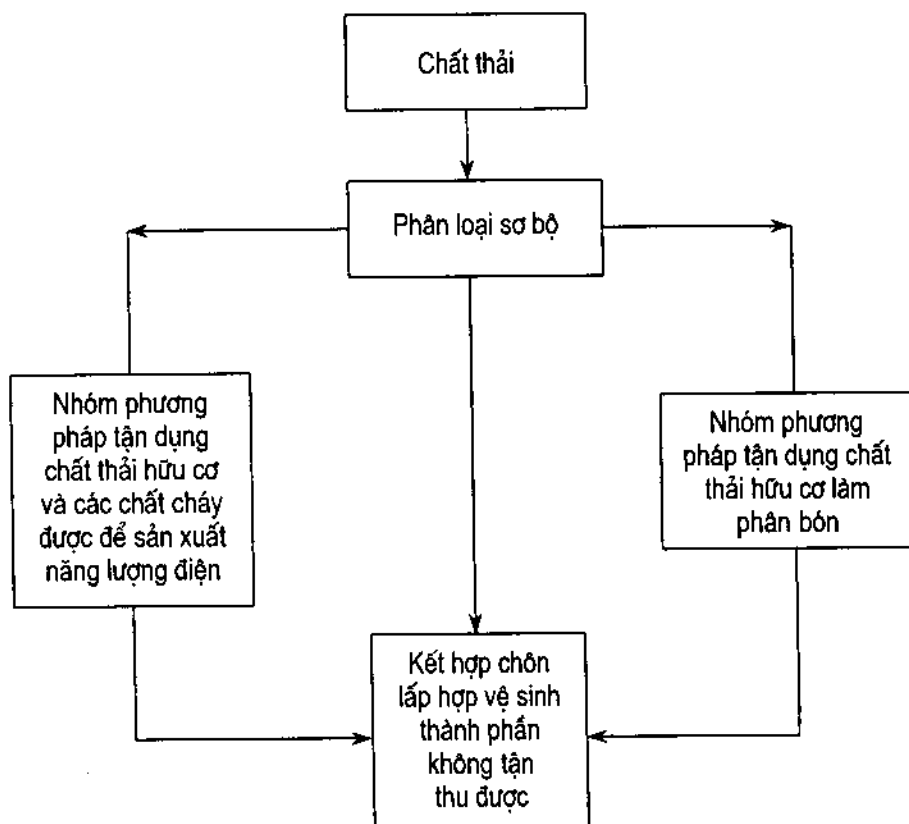
Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, việc xử lý rác cũng được nhiều nhà khoa học của các nước trên thế giới nghiên cứu và đưa vào ứng dụng thực tế. Việc lựa chọn giải pháp đúng đắn trong quy trình xử lý chất thải rắn đô thị sẽ tạo ra hiệu quả cao về kinh tế và tăng cường khả năng bảo vệ môi trường. Thông thường giải pháp xử lý chất thải được ưu tiên cho phương án quay vòng tái sử dụng rác thải. Do vậy, mục đích của các quy trình xử lý chất thải rắn nhằm đạt được các yêu cầu:

- Giảm được thể tích, số lượng rác thải cần chôn lấp.

- Tăng lượng thu hồi sản phẩm có thể tái sử dụng mang lại ích lợi cho xã hội.

- Giảm thiểu tối đa sự ô nhiễm trong quá trình xử lý và sau khi xử lý.

Chúng ta xem xét hai nhóm phương pháp tận dụng chất thải có thành phần hữu cơ là chủ yếu theo sơ đồ ở hình 8.1.



*Hình 8.1. Sơ đồ các nhóm phương pháp tận dụng chất thải hữu cơ*

#### **8.4.2. Công nghệ đốt**

Ưu điểm chính của công nghệ này là xử lý triệt để, không gây ô nhiễm môi trường, làm giảm đáng kể thể tích của chất thải rắn cần chôn lấp. Các chất không cháy được sau khi đốt chỉ còn khoảng 7 đến

10% khối lượng ban đầu dưới dạng tro. Tuy nhiên vốn đầu tư cho công nghệ đốt chất thải rắn khá cao.

Đốt chất thải có hiệu quả đòi hỏi kỹ thuật đốt bằng ngọn lửa có điều khiển nhằm phân hủy các chất thải bằng nhiệt. Kết quả của quá trình đốt cháy là các chất thải nguy hiểm sẽ được chuyển hóa thành các sản phẩm phụ vô hại. Kỹ thuật đốt cháy có điều khiển đã thể hiện một số ưu việt sau:

- Thiêu đốt có thể áp dụng một cách dễ dàng đối với chất thải chứa dung môi (dung dịch có khả năng hòa tan hoặc phân tán các chất khác) và các chất hữu cơ khác.

- Thiêu đốt ít gây nguy cơ nhiễm bẩn nước, mà đó là nhược điểm của phương pháp chôn lấp.

- Các lò thiêu đốt có thể được xây dựng và đáp ứng các quy định về chống ô nhiễm không khí.

- Chất cặn (tro) của quá trình đốt được giảm thiểu đáng kể về khối lượng nên không chiếm nhiều không gian so với phương pháp chôn lấp.

Xử lý chất thải bằng phương pháp đốt có nhiều ưu điểm mà các phương pháp xử lý khác không có được, song đây lại là phương pháp xử lý có chi phí cao nhất. Hiện nay công nghệ đốt chất thải kết hợp thu hồi năng lượng để sử dụng đang là một xu thế, tuy nhiên do chi phí đầu tư xây dựng ban đầu và vận hành còn khá cao nên mới chỉ phổ biến ở các nước công nghiệp phát triển.

#### **8.4.3. Công nghệ chôn lấp hợp vệ sinh**

Chôn lấp chất thải rắn là khâu xử lý cuối cùng trong chuỗi khép kín của quản lý chất thải đô thị và công nghiệp. Chôn lấp cũng là phương pháp xử lý phổ biến, đơn giản và kinh tế so với các phương pháp khác. Phương pháp này được áp dụng rộng rãi ở hầu hết các nước trên thế giới và sẽ còn tồn tại trong vài thập kỷ tới. Chôn lấp hợp vệ sinh thực chất là kỹ thuật cách ly và lưu giữ chất thải một cách có

kiểm soát.

Vấn đề đặt ra là cần hạn chế đến mức thấp nhất sự ảnh hưởng ô nhiễm của bãi thải đến môi trường xung quanh.

Phương pháp chôn lấp xử lý được các loại chất thải sau:

- Chất thải sinh hoạt đô thị.
- Chất thải công nghiệp.
- Chất thải công nghiệp độc hại đã qua xử lý sơ bộ.
- Tro xỉ của quá trình đốt chất thải bệnh viện.
- Bùn, cống rãnh, cặn sơn, cặn dầu...

Bãi chôn lấp được chia thành các loại chủ yếu dưới đây.

*Bãi chôn lấp khô:*

Đây là dạng phổ biến nhất để chôn lấp chất thải sinh hoạt và chất thải công nghiệp. Chất thải chôn lấp khô có độ ẩm tự nhiên, đôi khi cần phải tưới nước để tránh bụi khi vận chuyển. Bãi chôn lấp được xây dựng ở nơi khô ráo, thường là vùng ven đồi núi cách xa nguồn nước ngầm nằm sâu trong lòng đất.

*Bãi chôn lấp ướt:*

Có hai loại bãi chôn lấp ướt:

- Loại thứ nhất là chất thải ướt ở dạng bùn nhão được chôn trong đất.
- Loại thứ hai là chất thải khô chôn trong đất ẩm ướt.

Ngoài ra còn sử dụng loại bãi kết hợp cả hai dạng khô - ướt. Xử lý bùn ở bãi chôn lấp ướt thường rất tốn kém nên người ta xử lý bùn tại bãi chôn lấp khô cùng với chất thải sinh hoạt. Lợi ích của phương pháp này là về mặt kinh tế, tuy nhiên có một vài bất lợi khi sử dụng phương pháp này. Bất lợi chính là làm tăng mức nguy hiểm của nước rác. Nếu bãi chôn lấp nằm ở khu vực có khả năng gây ô nhiễm cho nguồn nước ngầm thì bùn có hàm lượng hữu cơ và sắt rất cao không nên chôn ở bãi này.

Bãi chôn lấp khô được áp dụng rộng rãi trên thế giới vì nó phù hợp với việc chôn lấp chất thải sinh hoạt, chất thải công nghiệp, chất

thải thương nghiệp. Ở điều kiện Việt Nam sử dụng bãi chôn lấp khô là thích hợp nhất.

Phương pháp chôn lấp hợp vệ sinh có tiến bộ hơn so với phương pháp chất đóng thành bãi thông thường. Chôn lấp hợp vệ sinh có kiểm soát phân hủy chất thải trong đất bằng cách sau:

Chất thải rắn được đổ xuống bãi và san ủi thành từng lớp, sau đó đầm nén chặt và phủ lấp bề mặt. Chất thải rắn sẽ bị phân hủy do các phản ứng hóa học và sinh học tạo ra các chất rắn, lỏng và khí. Các chất chủ yếu được tạo ra trong quá trình phân hủy bao gồm nước, axit hữu cơ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , nitơ, amoniac, sắt sunfit, mangan sunfit và khí hydro. Chất thải thực phẩm dễ bị phân hủy trong khi các loại khác như chất dẻo, cao su và một số chất thải khác có độ kháng hủy cao.

Một yêu cầu quan trọng của các quá trình vi sinh (kể cả hiếu khí và yếm khí) là nồng độ các chất độc hại cho vi sinh trong rác thải không được quá mức cho phép dù để sản xuất khí sinh học hay compost. Nói cách khác, nồng độ cao của các khoáng chất, các chất ức chế có hại cho vi sinh sẽ cản trở quá trình vi sinh dù được thực hiện theo công nghệ nào. Với những “mẻ” chất thải đó, biện pháp duy nhất là chôn lấp hợp vệ sinh, tức là chôn ở bãi chôn đúng quy cách có lót vải kỹ thuật để thu gom và xử lý nước thải, có quản lý và quan trắc môi trường khí, nước theo quy định. Trong công nghệ chôn lấp chất thải phải xử lý nước bãi thải, xử lý mùi và khí thải. Chất thải chôn lấp gồm có:

Vật liệu trơ: Gạch, ngói, tạp chất, rác vụn với kích thước nhỏ, cát, vữa xây dựng, vật liệu trơ không được thu hồi.

Thông thường vật liệu trơ chiếm 30 đến 40% lượng rác thải. Nhưng đối với quy trình công nghệ xử lý chất thải rắn như thiết kế cho dự án với mục tiêu tiết kiệm diện tích đất sử dụng cho chôn lấp do quỹ đất hẹp, các thành phần thải được xử lý và tận thu triệt để.

Chất thải hữu cơ được xử lý thành phân bón, vật liệu trơ tận thu để sản xuất gạch, các vật liệu trơ khác được ép nén giảm thể tích đến



tỷ lệ vật trơ đem chôn lấp chỉ còn lại khoảng 20% (tổng lượng chất thải sinh hoạt và công nghiệp để thải ra vào khoảng 400 đến 450 tấn/ngày). Bãi chôn lấp được trang bị xe đầm nén nâng cao tỷ trọng rác thải của bãi chôn lấp tới  $0,7 \text{ tấn/m}^3$ , với chiều cao chôn rác trung bình 8 m được chia thành 3 đến 4 lớp, mỗi lớp khoảng 1 đến 2 m.

Bãi chôn lấp được chia thành các hố chôn chất thải điển hình cho thời gian chôn từ 1 đến 1,5 năm có kết cấu hố chôn như sau:

Tổng diện tích các hố chôn đã xác định trên, có chiều sâu chôn  $H = 8 \text{ m}$ . Đáy được đầm nén kỹ và lót một lớp vải địa kỹ thuật. Sau đó là lớp lọc từ sỏi hoặc đá dăm với kích thước trung bình của sỏi  $\phi = 30 \div 50 \text{ mm}$  và chiều dày lớp lọc 300 mm. Giữa lớp lọc nói trên người ta đặt hệ thống ống nhựa  $\phi = 200 \text{ mm}$  có khoan lỗ  $\phi = 15 \div 20 \text{ mm}$ , khoảng cách các lỗ  $20 \div 30 \text{ mm}$ . Với mật độ lỗ khoảng  $500 \div 700 \text{ lỗ/1 m}$  chiều dài ống. Như vậy diện tích thoát qua lỗ sẽ vào khoảng 6 đến 7 lần diện tích mặt cắt của ống. Số ống và chiều dài ống được tính toán để tốc độ nước thải trong ống ở tháng mưa cao nhất đạt  $0,5 \div 1,0 \text{ m/s}$ . Lượng mưa thấm qua bãi chất thải và cần xử lý phụ thuộc vào tỷ lệ đầm nén chất thải. Đường kính các ống thu về ống thu chính  $\phi = 1 \div 1,50$ . Độ dốc của ống thu chính về hố thu của từng hố chôn hoặc của một đến hai hố chôn gần nhau trong khoảng cùng thời gian từ 1 đến 2 năm,  $\phi = 1,5 \div 20$ . Trong hố với khoảng cách  $4 \times 4 \text{ m}$  người ta đặt theo chiều thẳng đứng các ống nhựa gom và thoát khí có đường kính  $\phi = 100 \text{ mm}$ , có khoan lỗ  $\phi = 10 \div 15 \text{ mm}$ , với số lỗ gần  $500 \div 600 \text{ lỗ/m}$ , ống có chiều dài bằng tổng độ cao của bãi cộng thêm 0,5 m để thu khí thải từ bãi chất thải. Với chiều cao chôn chất thải trung bình 8 m được chia thành 3 đến 4 lớp, mỗi lớp từ 1,2 đến 1,4 m, mỗi lớp rác được đầm nén để đạt độ đầm nén đã thiết kế, rồi được rải lên trên một lớp đất có thể tích 20% thể tích lớp chất thải đã chôn. Trước khi chôn lấp lớp chất thải mới, lớp chất thải cũ (cả đất) được đầm nén kỹ bằng xe gạt xích. Như vậy tổng chiều cao của hố chất thải (kể cả đất bổ sung) sẽ là 10 đến 20 m so với đáy hố và cao hơn so với mặt hồ điều hòa hiện tại

khoảng 2 m.

Để nâng cao hiệu quả của bãi chôn lấp chất thải có thể nâng chiều cao của bãi chôn lấp thêm 1 đến 2 m bằng cách chôn bổ sung chất thải và đắp đất. (Lớp đất trên cùng của các hố chôn chất thải có chiều cao tối thiểu 1 m). Như vậy sẽ tạo ra những khu vực đồi gò mới để trồng cây xanh và có thể sử dụng vào mục đích công cộng như giải trí, thể thao... Các ống thoát khí luôn đặt cao hơn mặt trên cùng của hố chôn rác khoảng 0,5 m.

#### **8.4.4. Xử lý nước thải bãi chôn lấp chất thải**

Ngoài trường hợp đốt, chất thải và phế thải sinh hoạt được xử lý bằng phương pháp ủ vi sinh hoặc chôn lấp đều sản sinh ra nước rác, kể cả trường hợp chôn lấp khô. Nguồn gốc của nước rác thải gồm:

- Nước chất thải sinh ra trong quá trình lên men phân hủy các chất hữu cơ có trong chất thải và phế thải.
- Nước ngấm mạch nông trong hố chôn.
- Nước mưa thấm qua đồng ủ hoặc hố chôn.
- Nước tưới lên chất thải để giữ độ ẩm cần thiết cho quá trình phân hủy hữu cơ.

Dù từ nguồn gốc nào, nước rỉ bãi chất thải đều có hàm lượng cặn và chất hòa tan rất cao và là nguồn ô nhiễm nguy hiểm cho môi trường sống, nhất là đối với các tầng nước ngầm và các nguồn nước mặt. Vì vậy ở tất cả các điểm xử lý chất thải và phế thải tập trung đều cần có hệ thống kiểm soát và xử lý nước rỉ bãi chất thải.

Thành phần và đặc tính của nước rỉ rác thải phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: nguồn gốc và thành phần của chất thải, phương pháp xử lý, thời gian phân hủy, chất đất, chất lượng nước ngầm và nước mưa... Theo kinh nghiệm quản lý các bãi chôn lấp, nước rỉ chất thải có chất lượng như ở bảng 8.3 và bảng 8.4.

Nhìn chung nước rỉ chất thải có độ nhiễm hữu cơ cao hơn nhiều so với nước thải sinh hoạt thành phố, ngoài các chỉ tiêu BOD, COD

cao, hàm lượng các chất rắn và cặn hòa tan cũng cao gấp hàng chục lần tiêu chuẩn cho phép. Thông thường nước rỉ bãi chất thải được pha loãng với nước thải hoặc nước tự nhiên trước khi xử lý theo các công nghệ xử lý nước thải thông thường. Ở các nước đang phát triển, do hạn chế về nguồn tài chính, người ta luôn tìm kiếm các giải pháp xử lý nước thải và nước rỉ chất thải với chi phí thấp nhất. Trong đa số trường hợp người ta áp dụng các biện pháp tự nhiên, nhưng chất lượng nước xả ra luôn phải đảm bảo theo các tiêu chuẩn về bảo vệ môi trường. Tại Việt Nam, cùng với Luật Bảo vệ môi trường, Nhà nước đã ban hành các tiêu chuẩn quy định về chất lượng nước thải và nước rác sau xử lý xả vào nguồn nước tự nhiên. Thành phần chất lượng nước thải sau xử lý quy định theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN-5942 cho bãi chôn lấp chất thải sinh hoạt đô thị loại B nêu trong bảng 8.3.

**Bảng 8.3. Chất lượng nước rỉ từ bãi chất thải**

Chỉ tiêu	Hàm lượng, mg/l
pH	5,5 ÷ 6,5
BOD	4000
COD	10.000 ÷ 60.000
TOC	1000 ÷ 20.000
Tổng hợp các chất rắn	8000 ÷ 50.000
Hợp chất hữu cơ chứa nitơ	100 ÷ 1000
Cl <sup>-</sup>	500 ÷ 2000
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	50 ÷ 1000
Fe	100 ÷ 1500
Na <sup>+</sup>	500 ÷ 3000
K <sup>+</sup>	2000 ÷ 10.000
Ca <sup>2+</sup>	500 ÷ 2500

**Bảng 8.4. Thành phần nước thải sau xử lý từ bãi chôn lấp**

Các chỉ tiêu	Đơn vị	TCVN-5942 (1995) loại B
BOD <sub>5</sub>	mg/l	< 25
COD <sub>5</sub>	mg/l	≤ 2
Cặn lơ lửng	mg/l	80
Phospho	mg/l	80
pH		5,5 ÷ 9
Cr <sup>3+</sup>	mg/l	1,0
Sắt	mg/l	2,0
Cd	mg/l	0,02
As	mg/l	0,1

Quá trình phân hủy rác trong bãi chôn lấp diễn biến rất phức tạp và tính chất của nước bãi chất thải cũng được chia theo ba giai đoạn. Khi thiết kế, cấu trúc thiết bị xử lý nước thải phải tuân thủ theo tiêu chuẩn đã quy định.

- *Giai đoạn 1:* Trong năm đầu tiên hoạt động, nước chất thải sinh ra có thành phần ô nhiễm chủ yếu là BOD (tỷ lệ BOD/COD cao, khoảng 0,6 đến 0,7; pH khoảng 5,6 đến 6) đồng thời hàm lượng BOD lớn (BOD = 25.000 ÷ 38.000 mg/l) nên cần xử lý chủ yếu bằng phương pháp sinh học. Nước thải được xử lý trong hệ thống yếm khí chủ yếu là thiết bị UASB để giảm BOD xuống còn khoảng 1000 đến 1500 mg/l trước khi đưa vào hệ thống hiếu khí để xử lý tiếp. Sau khi xử lý bằng hệ thống hiếu khí, BOD của nước thải còn khoảng 200 đến 300 mg/l được đưa vào hồ điều hòa sinh học. Tại hồ điều hòa sinh học, nước thải lưu lại trong khoảng thời gian 25 đến 30 ngày trước khi được phép thải vào môi trường.

- *Giai đoạn 2:* Sang năm thứ 2 và thứ 3 hoạt động, hàm lượng

BOD trong nước thải bắt đầu giảm xuống, đồng thời hàm lượng các chất khoáng và các kim loại bắt đầu tăng lên, tỷ lệ BOD/COD giảm đi rõ rệt (còn khoảng  $0,25 \div 0,35$ ). Lúc này cần sử dụng thiết bị hóa lý kết hợp cho quá trình xử lý nước thải trước khi đưa vào hệ thống xử lý hiếu khí cũng như đưa vào hồ điều hòa.

- *Giai đoạn 3*: Năm thứ 4 và thứ 5 là thời điểm hàm lượng chất hữu cơ giảm mạnh, đồng thời hàm lượng khoáng tăng nhanh, pH vùng kiềm từ 7,5 đến 8, tỷ lệ BOD/COD giảm xuống còn rất thấp (từ 0,05 đến 0,15), sử dụng hệ thống xử lý sinh học không còn hiệu quả nữa. Lúc này cần sử dụng hệ thống xử lý hóa lý gồm tuyển nổi, keo tụ, ổn định pH... trước khi đưa nước rác thải vào hồ điều hòa. Từ năm thứ 6 trở đi, hàm lượng các chất ô nhiễm trong nước thải bãi rác đã xuống rất thấp, có thể đưa thẳng vào hồ sinh học mà không cần qua hệ thống thiết bị xử lý, nếu nước rác thải của từng năm được thu gom riêng ta có thể làm theo những công đoạn như trên.

Nếu nước rác của các năm khác nhau bắt buộc phải đổ trộn lẫn lộn, thì thực tế xử lý sẽ phức tạp hơn nhiều nên người ta tổ chức các khối thu gom theo thời gian 1 đến 1,5 năm/bãi, nước thải được thu gom riêng và xử lý riêng theo mô tả trên.

Việc quyết định các công nghệ và thiết bị sẽ tùy theo từng phương pháp áp dụng.

*Phương pháp hóa lý*: bao gồm các quá trình cơ bản sau:

- Trung hòa bằng kiềm, axit...
- Oxy hóa sơ bộ bằng  $\text{NaOCl}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{O}_3$ , axit cromic,  $\text{HCN}$ ...
- Hiệu chỉnh pH.
- Keo tụ và trợ keo tụ.
- Lắng.

*Phương pháp vi sinh yếm khí sử dụng các quá trình sau*:

- Quá trình yếm khí không đảo.

- Quá trình yếm khí có đảo.
- Quá trình yếm khí dòng ngược qua lớp đệm bùn (UASB).
- Quá trình yếm khí UASB cải tiến qua lớp đệm cố định vi sinh.

*Phương pháp vi sinh hiếu khí cao tải gồm:*

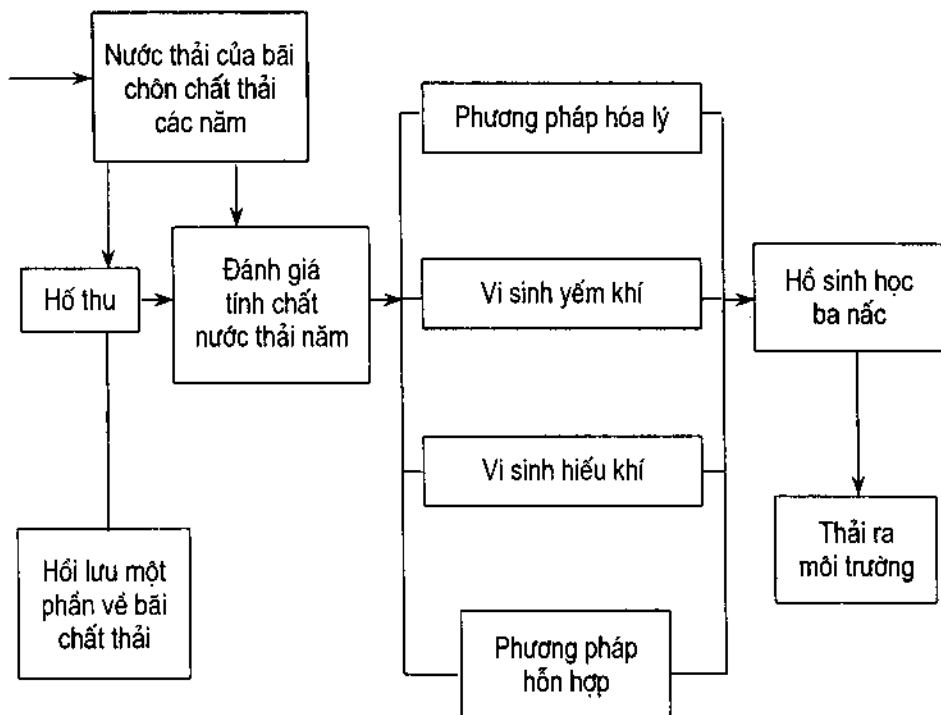
- Aeroten.
- Aeroten có lớp đệm vi sinh.
- Biofile thấp và cao tải.
- Biofile (biofile cao tải chìm trong nước có sục khí qua lớp đệm vi sinh).
- Phương pháp giếng sâu.

*Hồ sinh học:*

Trong hệ thống xử lý có ba loại hồ sinh học khác nhau, thời gian lưu 25 đến 30 ngày sau xử lý sơ bộ.

- Yếm khí 7 đến 10 ngày, độ sâu của hồ sinh học từ 3 đến 3,5 m.
- Hiếu khí có hoặc không có khuấy đảo:
  - \* Không có khuấy đảo (độ sâu hồ sinh học từ 1 đến 1,5 m).
  - \* Có khuấy đảo hoặc cung cấp khí (độ sâu hồ sinh học từ 2,5 đến 3 m).

Vùng hiếu khí có nuôi trồng lau sậy và các loài thủy sinh có khả năng hấp thụ các kim loại nặng, nitơ, phospho... Các thiết bị được thiết kế theo nguyên tắc môđun di chuyển được, được điều động về số lượng và vị trí phù hợp với công suất và tính chất của nước thải ở thời gian cụ thể. Từ các bảng tính toán và phân loại nước thải của bãi chất thải công nghiệp và sinh hoạt, có thể tính toán số lượng và độ hợp khối, tức là số quy trình công nghệ được thực hiện trong một thiết bị theo một công suất tối đa nhất định. Việc môđun hóa và hợp khối hóa cho phép sử dụng thiết bị một cách sinh động phù hợp, hiệu quả và suất đầu tư cho thiết bị sẽ giảm, chi phí vận hành cũng sẽ giảm đáng kể.



**Hình 8.2. Sơ đồ chung xử lý nước rác thải**

#### **8.4.5. Hệ thống thông gió**

Lượng không khí tươi cần thiết đảm bảo điều kiện vệ sinh và tiện nghi cho khu tập kết phế liệu, khu sản phẩm và khu lên men vi sinh ( $S = 1100 \text{ m}^2$ ,  $h = 3 \text{ m}$ ) có từ 65 đến 75 người làm việc, lượng khí thổi vào có nhiệt độ  $t_v = 25^\circ\text{C}$  ( $\rho = 1,18 \text{ kg/m}^3$ ), không khí đi ra khỏi phòng có  $t_r = 350^\circ\text{C}$  ( $\rho = 1,15 \text{ kg/m}^3$ ). Số liệu trên được tính theo tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường chất lượng không khí, âm học, chất lượng đất.

#### **8.4.6. Xử lý mùi và khí thải**

Mùi được khử từ hầm chứa chất thải bằng cách phun dung dịch các chế phẩm vi sinh EM của Nhật Bản, Australia. Khí thu từ bộ phận gom thu khí của hầm chứa chất thải cũng như khí thải của toàn bộ các thiết bị phân loại, các băng tải (dạng kín) và thiết bị ủ compost đều được dẫn về khu vực xử lý khí thải. Trong thực tế sử dụng phương pháp

này người ta đã rút ra được những ưu nhược điểm sau đây:

*Ưu điểm:*

- Có thể thu hồi một lượng khí sinh học nhất định khi đầu tư thêm thiết bị và công nghệ thu hồi.
- Đất có thể sử dụng lại vào mục đích khác sau một thời gian nhất định.

*Nhược điểm:*

- Diện tích chiếm đất lớn.
- Có thể có mùi hôi gây ô nhiễm không khí, nước rác có thể gây ô nhiễm đất và nước ngầm nếu việc chôn lấp không được thực hiện đúng theo quy định.

## **8.5. CHẾ BIẾN CHẤT THẢI LÀM PHÂN BÓN (COMPOST)**

Trong phương pháp này chất thải rắn có thành phần hữu cơ cao được ủ trong điều kiện hiếu khí hoặc yếm khí. Chất thải rắn phân huỷ và chuyển hóa sinh học, tạo điều kiện thuận lợi để chế biến thành phân hữu cơ gọi là compost. Các thành phần chất thải rắn thích hợp để ủ bao gồm các chất thải hữu cơ từ bếp, vườn, rác thải đô thị: chất thải chợ, rác cống, bùn cống, các chất hữu cơ từ công nghệ thực phẩm. Các chất thải từ công nghệ chế biến gỗ và giấy, phân chuồng động vật nuôi...

### **8.5.1. Sản xuất phân compost**

Rác thải được sử dụng làm phân compost chủ yếu là rác hữu cơ được thu gom rồi phân loại bằng máy hoặc bằng tay qua các hệ thống băng chuyền. Sau khi phân loại, rác được đưa vào máy cắt, nghiền để có kích thước đồng nhất, sau đó được trộn thêm bùn cống rãnh, cặn hầm cầu để điều chỉnh tỷ lệ cacbon/ nitơ (C/N) theo một tỷ lệ nào đó trong các khoảng (7 đến 12 lần) rồi được đưa vào quá trình lên men (phân huỷ sinh học) hiếu khí trong các “thiết bị” khác nhau. Nguyên liệu có thể được lên men ở dạng tĩnh như đánh luống, hoặc dạng động đưa vào tuyến trên băng tải trong lò, trong hầm tunel, hoặc được đảo



trong thiết bị lên men kiểu tang trống. Trong quá trình lên men hiếu khí cần cung cấp không khí cho vi sinh và thu hồi sản phẩm khí của quá trình. Việc cấp khí có thể thực hiện tự nhiên hoặc cưỡng bức do điều kiện diện tích, kinh phí đầu tư và vận hành dây chuyền sản xuất. Sau khi được phân hủy trong lên men hiếu khí, các chất thải trở nên xốp và “hoai” - sản phẩm compost thô được đưa sang khâu ổn định và chế biến thành thương phẩm compost (gọi là mùn compost các loại) hoặc phân bón hữu cơ NPK (có bổ sung NPK theo tiêu chuẩn dinh dưỡng của phân bón hữu cơ). Compost tạo thành sau giai đoạn ổn định được tiếp tục chế biến qua sàng rung để lấy mùn và tách bỏ các phân trơ (kim loại, cát sỏi, thủy tinh, nhựa...) chiếm khoảng 5 đến 7% để thành compost thương phẩm.

*Nguyên lý hoạt động của bể tuyển thủy khí động:*

Chất thải chở đến trạm xử lý qua nhà cân đo và trút xuống sàn tiếp nhận, chất thải được chuyển đến bộ phận sơ tuyển để loại bỏ các phế liệu thải công kênh (vỏ, lốp xe đạp, thùng gỗ, chiếu rách...) không thuận lợi cho máy phay chất thải làm việc. Chất thải từ băng tải của bộ phận sơ tuyển được vận chuyển vào máy phay chất thải. Nhiệm vụ của máy phay chất thải là xé các bọc, các túi đựng chất thải bằng màng nhựa hoặc bằng giấy, đánh toir và phay rác đến kích thước nhỏ hơn 150 mm và chuyển vào bể tuyển thủy khí động học.

Thiết bị tuyển chất thải bằng thủy lực có thể làm việc theo hai cách:

\* Bể bình tuyển thủy lực kết hợp máy phay, kích thước bình  $D = 4 \div 5 \text{ m}$ ;  $H = 5 \text{ m}$ .

\* Bể bể tuyển thủy khí động cấu trúc tương tự bể tách bùn cát trong các công trình xử lý nước thải.

Việc phân loại dựa trên tỷ trọng của chất thải.

$\gamma < 1$ : chất thải nhẹ, đa phần là vật chất hữu cơ, rất dễ trôi nổi.

$\gamma > 1$ : chất thải nặng, đa phần là vật chất vô cơ như gạch, đá, mảnh vỡ gốm, sành sứ, thủy tinh kim loại, cát sỏi luôn chìm lắng nhanh.

Chất thải từ máy phay được chuyển vào bể tuyển thủy khí động, ở phần đầu bể toàn bộ chất rắn có  $\gamma > 1$  sẽ chìm nhanh xuống sàn thu có đục lỗ  $\phi = 20$ ; vật rắn như sỏi, cát có kích thước nhỏ hơn 20 m sẽ lọt qua sàn xuống hố thu bùn cát ở đáy bể.

Chất thải nhẹ có  $\gamma < 1$  sẽ nổi và trôi về phía cuối bể; trong quá trình chất thải nổi chuyển động về cuối bể, việc phân loại được thực hiện bằng các trang bị lược và vớt chất thải tùy theo kích thước vật thể.

Toàn bộ chất thải nhẹ có kích thước dưới 50 mm từ bể tuyển thủy khí động sẽ theo máng vận chuyển bằng dòng nước và gió đưa chất thải nạp vào bể ủ hiếu khí (aerobic composting tank).

Vật chất rắn từ sàn của bể tuyển thủy khí động có kích thước lớn hơn 20 mm như gạch đá, mảnh vỡ gốm sứ, thủy tinh, kim loại sẽ xả ra ngoài bể từng đợt. Toàn bộ các chất thải rắn này theo băng chuyền lên bongke rót cho xe tải chuyển đi san lấp đất sau khi qua vòng điện từ tách thu hồi kim loại.

Phương pháp chế biến chất thải làm phân bón có các ưu điểm và nhược điểm sau:

*Ưu điểm:*

- Giải quyết được một phần đáng kể về vấn đề chất thải.
- Thu hồi tài nguyên dưới dạng phân ủ, cung cấp phân bón cho phát triển nông lâm nghiệp.
- Kỹ thuật đơn giản, chi phí xử lý thấp.

*Nhược điểm:*

- Chỉ xử lý được thành phần hữu cơ của chất thải.
- Thời gian xử lý kéo dài, vẫn có khí thải và hơi nước, yêu cầu mặt bằng lớn.

### ***Quá trình phân hủy chất thải tạo thành phân hữu cơ vi sinh***

Sản phẩm của quá trình phân hủy là mùn compost có thể sử dụng ngay hoặc để sản xuất phân hữu cơ, hoặc có thể được sử dụng đồng thời. Quá trình phân hủy diễn ra trong thời gian tối đa là 72 giờ. Kết quả sau khi phân hủy, chất thải được đưa ra khỏi thùng phản ứng ở dạng mùn compost có độ ẩm 40%. Mùn compost được chuyển qua hệ thống sàng rung nhằm loại bỏ phần mùn chưa phân hủy hết (khoảng 5%). Số mùn này được đưa trở lại thùng phản ứng, phân còn lại trộn thêm phụ gia (khoáng chất phospho theo tỷ lệ tiêu chuẩn) và tiếp tục đưa vào ủ chín.

#### **8.5.2. Ủ chất thải để thu hồi khí sinh học**

Dùng công nghệ vi sinh để phân hủy rác, thu khí metan làm khí đốt chạy máy phát điện, hoặc sử dụng vào mục đích năng lượng khác. Phương án này cần vốn đầu tư cao.

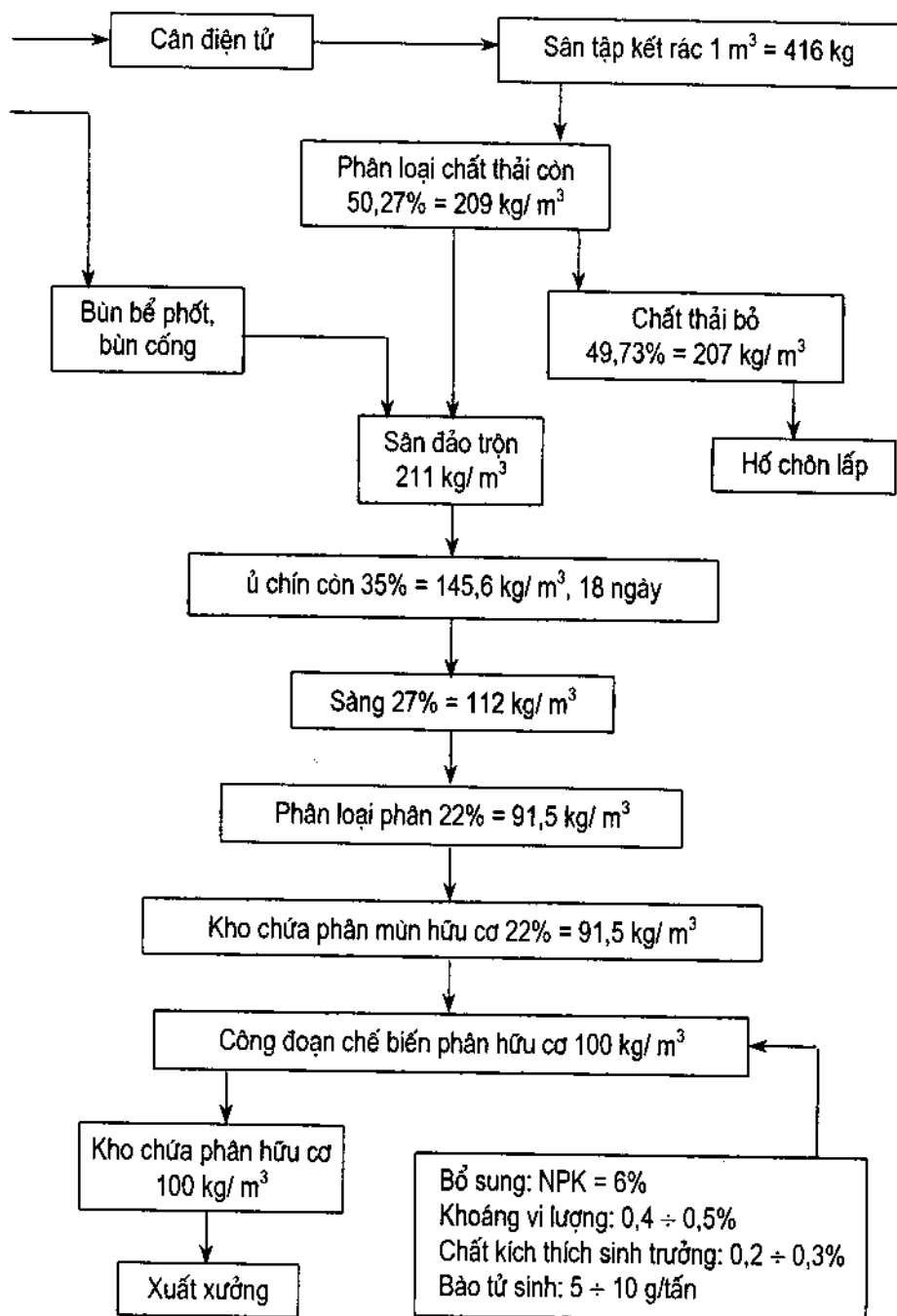
Có hai phương pháp ủ chín:

- *Ủ đông tự nhiên*: Mùn compost được trộn (hoặc không trộn tùy theo yêu cầu về chất lượng) thêm khoáng chất và đánh đông trong nhà che mái (không cần tường bao). Quá trình ủ chín diễn ra trong khoảng 100 giờ, có sử dụng thiết bị trộn đảo theo chu kỳ.

- *Ủ cưỡng bức*: Mùn compost được trộn với khoáng chất rồi được chuyển toàn bộ vào thùng phản ứng. Thời gian ủ nhanh hơn (khoảng 72 giờ).

Sản phẩm của quá trình phản ứng là phân hữu cơ vi sinh, độ ẩm khoảng 20%. Hệ thống sàng tuyển được sử dụng để lựa chọn, làm khô... Phân hữu cơ vi sinh với độ ẩm còn lại khoảng 7,5%.

Sản phẩm được chuyển qua công đoạn hoàn thiện để đóng bao hoặc bán theo lô. Sản phẩm cũng có thể làm thành dạng viên (palletting) hoặc dạng hạt (granulating) thuận tiện cho người sử dụng.



**Hình 8.3. Sơ đồ chế biến phân vi sinh**

## CHƯƠNG 9

# HIỆU QUẢ KINH TẾ KHI TẬN DỤNG CHẤT THẢI

### 9.1. HIỆU QUẢ KINH TẾ TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI

Trong nhiều trường hợp tái chế chất thải sản xuất đòi hỏi phải có những thiết bị chuyên dùng, còn về nguyên lý thì sản phẩm thu được có chất lượng kém hơn chất lượng sản phẩm làm từ nguyên liệu ban đầu. Vì vậy hiệu quả kinh tế được xác định bằng tính lợi ích của việc tái chế, đó cũng là hiệu quả của quá trình đã chọn.

Tùy thuộc vào xí nghiệp hoặc biện pháp sử dụng, hiệu quả kinh tế  $E$  được xác định từ việc sử dụng chất thải sản xuất theo tỷ lệ lợi nhuận thu được do kết quả sử dụng chất thải với đầu tư cơ bản:

$$E_1 = (GTSP_1 - GTSP_2)/K_1$$

trong đó:  $GTSP_1$  - giá bán sản phẩm sản xuất trong năm trên cơ sở chất thải;

$GTSP_2$  - giá thành sản phẩm trong năm từ chất thải;

$K_1$  - đầu tư cơ bản cho các biện pháp làm sạch chất thải.

Trường hợp khi giá thành sản phẩm thu được từ chất thải thấp hơn giá thành sản phẩm thì hiệu quả kinh tế  $E$  được tính như là tỷ lệ tiết kiệm được do hạ giá thành sản phẩm với phần tiết kiệm được do đầu tư cơ bản tạo ra:

$$E_2 = (C_1 - C_2)/K_1$$

trong đó:  $E_2$  - chỉ số hiệu suất;

$C_1$  và  $C_2$  - giá thành sản phẩm nguyên liệu ban đầu và chất thải tương ứng.

Vì sản phẩm làm từ nguyên liệu ban đầu có thể khác sản phẩm

làm ra từ chất thải về tính chất yêu cầu, do đó phải dùng hệ số tương đương những tính chất yêu cầu  $l$ :

$$l = P_{nlbd}/P_{ct}$$

trong đó:  $P_{nlbd}$  và  $P_{ct}$  - tiêu hao nguyên liệu ban đầu và chất thải cần thiết để sản xuất ra một đơn vị sản phẩm tương ứng.

Có thể tính toán phần tiết kiệm thu được trong sản xuất sản phẩm đã chọn từ các dạng chất thải khác nhau so với việc dùng nguyên liệu ban đầu theo công thức:

$$E_3 = [(C_{nlbd} + E_{tc}K_{nlbd})l - (C_{ct} + E_{tc}K_{ct})]Q$$

trong đó:  $E_3$  - hệ số tiêu chuẩn hiệu quả kinh tế của đầu tư;

$C_{nlbd}$  và  $C_{ct}$  - giá thành đơn vị sản phẩm sản xuất ra trên cơ sở nguyên liệu ban đầu và chất thải;

$K_{nlbd}$  và  $K_{ct}$  - hệ số đầu tư cho một đơn vị sản phẩm từ nguyên liệu ban đầu và từ chất thải, đồng/tấn;

$Q$  - sản phẩm trong năm tính theo đơn vị tự nhiên.

Trường hợp khi một dạng chất thải nhất định có thể sử dụng để sản xuất ra những sản phẩm khác nhau, hướng tối ưu được chọn là dựa trên cơ sở tính toán kinh tế chi phí trong sản xuất sản phẩm từ chất thải so với sản xuất ra sản phẩm từ nguyên liệu ban đầu:

$$E_4 = [(C_{nlbd} + E_{tc}K_{nlbd})l - (C_{ct} + E_{tc}K_{ct})]P_{ct}$$

trong đó:  $E_4$  - tính kinh tế của các chi phí sản xuất sản phẩm từ chất thải;

$P_{ct}$  - tiêu hao chất thải cho một đơn vị khối lượng sản phẩm lựa chọn, kg/kg.

Cũng cần nhận thấy rằng, ngoài hiệu quả về kinh tế được tính toán theo các công thức trên, việc tận dụng chất thải còn có những ưu điểm khác mà tính toán về hiệu quả kinh tế không thể tính được. Việc sử dụng các chất thải không những giải quyết được những vấn đề về nguyên liệu mà còn góp phần quan trọng vào việc bảo vệ môi trường do giảm thiểu được lượng ô nhiễm chất thải dỏ. Tập hợp đầy đủ các yếu

tổ này sẽ xác định hiệu quả rất lớn cho nền kinh tế trong việc sử dụng các chất thải dẻo.

## **9.2. SỬ DỤNG KẾT HỢP CÁC CHẤT THẢI DẸO**

Sử dụng kết hợp các chất thải dẻo khác nhau là một trong những hướng tận dụng chất thải dẻo. Trong thực tế việc sử dụng loại chất thải riêng rẽ có thể sẽ làm mất đi chỉ tiêu nào đó so với sản phẩm hàng hoá, nhưng nếu sử dụng kết hợp chúng sẽ mang lại tính chất tương đối cao, do vậy có thể sử dụng kết hợp với các vật liệu khác. Ví dụ dùng chất thải polyolefin và các tấm polystiren sẽ cho sản phẩm chịu được tác động của nước. Đa số các chất thải dẻo có điểm chảy ở nhiệt độ cao có thể trộn với các cấu tử khác tạo ra sản phẩm có lợi ích lớn hơn. Thông thường khi cho liên kết với các chất độn có nguồn gốc hữu cơ và vô cơ, các chỉ tiêu bền vững của một số nhóm chất thải tương đối cao nên chúng được sử dụng như là chất “tăng cường” của các cấu tử tổ hợp.

Như vậy, khi xử lý và sử dụng kết hợp các chất thải dẻo, điều quan trọng là thiết lập được đặc tính của các chất thải, từ đó xác định được chỉ tiêu và hướng sử dụng các chất thải dẻo đó. Việc lựa chọn đúng cho phép không những giải quyết được vấn đề tái sử dụng chất thải từ quan điểm bảo vệ môi trường, mà còn bảo đảm cho các ngành kinh tế khác có thêm nguồn nguyên liệu, nhiều trường hợp có được hiệu quả kinh tế rất cao.

## **9.3. SỬ DỤNG CHẤT THẢI DẸO TRONG XÂY DỰNG**

Trong đa số vật liệu được dùng để trải mặt đường là nhựa bitum có những tính chất khác nhau mà cơ bản là liên kết các cấu tử với nhau. Người ta dùng nhựa bitum liên kết với đá cho giá thành thấp. Các chỉ số bền vững cũng không cao lắm, điều đó có nghĩa là tính chất lớp phủ nhựa bitum kém và giảm thời gian sử dụng. Sử dụng chất thải polyolefin kết hợp với nhựa bitum là một trong những hướng truyền thống cho phép có thể thay đổi các tính chất lớp phủ theo yêu cầu.

**Bảng 9.1. Tính chất tổ hợp bitum - polyme trên cơ sở Bitum B - 100**

Phụ gia polyme		ở 0°C		ở 20°C		ở 40°C	
Polyme	Lượng có trong tổ hợp, %(khối lượng)	$\sigma$ , MPa	$\epsilon$ , %	$\sigma$ , MPa	$\epsilon$ , %	$\sigma$ , MPa	$\epsilon$ , %
PE	0	0,92	2,5	0,024	> 2000		
	5	1,56	1,8	0,102	1549	0,004	572
	6	2,55	5,1	0,257	905	0,008	1650
	7	2,38	4,7	0,411	654	0,01	600
	8	2,28	3,2	0,405	459	0,01	433
	10	1,98	2,1	0,577	204		–
	20	2,90	2,2	0,815	212		85
PVC	5	1,58	1,5	0,179	414	0,003	166
	10	2,70	3,1	6,56	214	0,136	70
	20	5,18	2,5	2,216	104	0,1094	56
(Polypropylen) PP - zotactic	5	1,78	1,4	0,110	1322	0,007	305
	10	1,82	1,4	0,528	151	0,110	93
	20	5,42	3,7	2,051	7,9	0,584	37
	30	5,38	1,9	3,54	10,5	1,424	37
PP - atactic	5	1,61	2,5	0,056	> 2000	0,002	
	10	1,10	1,2	0,115	> 2000	0,002	
	20	2,15	133	0,096	555	90,01	465
	30	2,39	80	0,172	303	0,036	145

Về nguyên lý, tổ hợp giữa bitum với chất thải polyolefin ở nhiệt độ  $40 \div 100^\circ\text{C}$  tạo ra hỗn hợp dạng đặc biệt làm nguội ở nhiệt độ bình thường. Sử dụng tổ hợp các chất thải polyolefin khác nhau thấy rằng,



nếu đưa vào vật liệu tổ hợp trên 30% khối lượng chất thải dẻo thì không có lợi vì nó sẽ gây ra phá vỡ hệ thống. Trong bảng 9.1 đưa ra các số liệu khi thêm 0 đến 30% khối lượng chất thải polyolefin và cho thấy các chỉ số về độ bền tăng lên song độ biến dạng giảm.

Đặc biệt ảnh hưởng thấy rõ khi thử ở nhiệt độ 20 đến 40°C tương ứng với nhiệt độ khai thác lớp phủ bề mặt đường vào mùa hè. Khi nhiệt độ 0°C hiệu quả sử dụng chất thải polyolefin sẽ giảm hơn nhiều.

Nghiên cứu chi tiết hơn về ảnh hưởng của thành phần tổ hợp tới tính chất của chúng cho phép kết luận lượng chất thải dẻo tối ưu dùng làm lớp phủ bitum - polyme là 7 đến 12% (khối lượng). PP - atactic giòn ở 0°C và có thể oxy hoá khi sử dụng làm lớp phủ mặt đường nhưng chỉ ở một số vùng khí hậu nhất định.

Chất thải là những tấm polystiren đưa dùng làm chất tổ hợp bitum với lượng không lớn thì ảnh hưởng của nó cũng tương tự như với tính chất của tổ hợp. Nếu so sánh các tính chất của tổ hợp này với tính chất hỗn hợp bitum - khoáng chất thì khó mà thấy rằng, bổ sung chất thải polystiren sẽ làm tăng chỉ số bền vững về độ ổn định nhiệt và chịu nước khi thử ở nhiệt độ 0, 20 và 50°C. Để làm tăng tính chất của lớp phủ mặt đường thì người ta đưa vào thành phần tổ hợp bitum các chất thải có độ phân tán nhỏ như các tấm ABC tạo ra trong tổng hợp. Do trong các tấm có nhóm có cực nên tạo điều kiện thuận lợi cho việc trộn đều hơn với vật liệu khoáng chất và bitum và làm tăng chỉ số bền vững, do vậy làm tăng thời gian sử dụng. Hướng sử dụng chất thải polyme làm chất tổ hợp asfan - polyme đang rất có triển vọng. Hãng Tokuoka Nhật Bản đã nghiên cứu sử dụng tổ hợp chất thải polyolefin và chất thải dầu máy từ 70 đến 80% (khối lượng) chất thải polyolefin đồng thể với 20 đến 30% (khối lượng) chất thải dầu máy chung cất ở 200 ÷ 250°C, sản phẩm tạo ra sau đó được trộn với 70 đến 80% (khối lượng) cát, sỏi và chất độn khác. Mặc dù tính chất của các lớp phủ bằng vật liệu tổ hợp cao, nhưng nếu thay thế hoàn toàn bitum bằng chất thải polyme thì giá thành sẽ cao.

Chất thải polyme còn được sử dụng phổ biến trong ngành xây dựng. Có thể thấy hàng loạt hướng sử dụng chất thải trong lĩnh vực này:

- Sử dụng vật liệu tổ hợp thay thế vật liệu xây dựng truyền thống nhằm mục đích thay đổi tính chất của chúng.
- Sản xuất các tấm vật liệu cách âm.
- Sản xuất các sản phẩm có các kích thước phù hợp trong xây dựng các toà nhà và các công trình thuỷ lợi.

**Bảng 9.2. Tính chất vật liệu tổ hợp asfan - polyme**

Thành phần tổ hợp, % khối lượng			Sức căng $\sigma$ , MPa			Độ ổn định nhiệt, $\sigma_{50}/\sigma_0 \cdot 100$	Độ chịu nước, % thể tích
Bitum	Chất thải PS	Vật liệu khoáng chất	50°C	20°C	0°C		
7	1	92	2,7	3,7	8,1	33,2	0,95
7	4	89	7,1	9,2	12,8	65,1	1,00
4	8	88	11,6	11,7	23,0	50,4	1,00
8	0	92	1,6	2,3	11,1	14,5	0,80

Một trong những phương pháp sản xuất các tấm vật liệu xây dựng là đúc hỗn hợp chất thải dẻo và cát theo tỷ lệ 1 : 1, nung ở nhiệt độ 150°C trong thời gian 25 phút. Tính chất của vật liệu tổ hợp phụ thuộc vào thành phần hỗn hợp chất thải. Giá trị sức căng thấp nhất khi kéo giãn và độ giãn tương đối khi đứt gãy sẽ tương ứng với tỷ lệ chất thải: PS : PE = 1 : 1.

Độ bền khi nén của vật liệu tổ hợp sẽ giảm cùng với giảm lượng chất thải PS, còn độ nhớt động lực thì ngược lại sẽ tăng lên.

Nghiên cứu hỗn hợp chất thải gồm hai cấu tử PS - PE, PS - PP và PP - PE khi trộn với cát sẽ tạo ra vật liệu ba tổ hợp thành phần, các chỉ tiêu bền vững phụ thuộc vào thành phần hỗn hợp chất thải khi bảo đảm lượng cát trong đó luôn ở mức 50% (khối lượng).

Với công nghệ tương tự người ta có thể sản xuất ra những vật liệu tổ hợp của các chất thải dẻo với đá phần, sợi thủy tinh, amiăng và các chất độn khoáng chất khác. Chất thải dẻo và chất độn được sấy nóng ở nhiệt độ  $250 \div 300^{\circ}\text{C}$  trong thời gian 15 phút, cho chịu tải ở nhiệt độ  $180^{\circ}\text{C}$  và ép thành hình. Ngoài các chỉ tiêu bền vững tốt, vật liệu tổ hợp sản xuất ra còn có độ rắn cao nên dùng để lát nền nhà. Để có được màu sắc đẹp, người ta thường trộn với các loại bột màu như sắt oxyt, crom oxyt, titan dioxyt...

Một trong những hướng sản xuất vật liệu xây dựng trên cơ sở chất thải dẻo là cho nóng chảy PE, PP hoặc PS, trộn với xi măng thành bột nhão rồi đổ khuôn và làm nguội. Sản phẩm làm ra dùng trong xây dựng có độ bền và độ rắn cao, có khả năng chống cháy.

Đa số các chất thải polyme có khả năng chịu nước cao, trước hết là các chất polyolefin được sử dụng phổ biến làm vật liệu tổ hợp trong xây dựng để chèn kín giữa các tấm panen trong các công trình xây dựng, cũng như dùng làm vật liệu phủ các công trình dưới nước hoặc ở điều kiện độ ẩm cao.

**Bảng 9.3. Tính chất vật liệu tổ hợp trên cơ sở bitum BN - IV**

Thành phần tổ hợp, % khối lượng		Độ nhớt ở $140^{\circ}\text{C}$ , g/cm.s	Độ rắn, g/cm	Độ giãn, cm		Nhiệt độ giòn, $^{\circ}\text{C}$	Nhiệt độ mềm, $^{\circ}\text{C}$
Bitum	PE			$25^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C}$		
100	-	-	2	5,0	1,1	-8	72
90	10	0,43	1,7	1,6	3,2	-15	107
90	10	2,78	1,7	1,8	3,4	-14	106

Các vật liệu tổ hợp hai cấu tử dùng chất thải PE phân tử thấp với lượng đến 10% (khối lượng) có độ chịu nước cao, độ bền vững tốt, cho phép sử dụng để sản xuất vật liệu chống thấm.

Vật liệu tổ hợp từ polypropylen và atactic - polypropylen cũng được dùng làm vật liệu cách điện. Cho polypropylen và atactic - polypropylen vào bitum sẽ làm cho các tham số lưu biến của chúng tốt hơn, độ chịu nước cũng tăng lên và tính chất cách điện của sản phẩm không kém đi.

Vật liệu tổ hợp gồm 60 đến 95% (khối lượng) polypropylen và atactic polypropylen với 40 đến 50% (khối lượng) muội than dùng để sản xuất các tấm có độ kín khít tốt. Độ chịu nước tốt của polypropylen và *atactic* - polypropylen cũng cho phép sử dụng làm vật liệu chống thấm. Trộn polypropylen và atatic - polypropylen với chất đồng trùng hợp etylen và vinylaxetat, polyizobutylen và một lượng nhỏ chất chống oxy hoá sẽ sản xuất được vật liệu có khả năng bám dính cao.

Nghiên cứu các phương pháp sản xuất vật liệu xây dựng trong đó có sử dụng chất thải polyme trong giai đoạn polyme hoá cho thấy, các chất thải polystiren hoà tan trong metylmetacrylat theo tỷ lệ 1:1,5 đổ vào khuôn và polyme hoá 3 giờ trong peoxyt benzen và 3 giờ trong dimetylanilin ở 20°C. Sản phẩm tạo thành có tính chất cơ lý tốt, có thể dùng để sản xuất vật liệu xây dựng, làm thành các tấm panen và các sản phẩm có giá trị khác nhau mặc dù tính chất của nó so với chỉ tiêu có thấp hơn:

Sức căng bị phá vỡ, MPa

- khi kéo giãn:  $31 \div 36$
- khi uốn:  $24,6 \div 31,2$
- khi nén:  $44,5 \div 72,0$

Đồ nhớt, g/cm.s 21 ÷ 27Độ bền nhiệt, °C 42

Hấp thu nước trong 24 giờ, %	0,07
------------------------------	------

## 9.4. VẬT LIỆU TỔ HỢP DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP CHẤT DẸO

Các chất thải dẻo là những chất có độ liên kết tuyệt vời dùng để sản xuất ra các vật liệu tổ hợp khác. Hiện nay sử dụng rộng rãi vật liệu tổ hợp trên cơ sở hai nhóm chất thải: các tấm polystiren và chất thải từ công nghiệp gỗ. Trong bảng 9.4 cho các số liệu về những vật liệu tổ hợp như vậy với thành phần có tới 40% (khối lượng) chất thải polystiren (CTPS) có các chỉ tiêu cơ lý cao hơn vật liệu polyme và chất thải từ công nghiệp chế biến gỗ (CTG) trong đó nhựa phenol-formandehit (NFD) là chất liên kết. Chất thải ABC là chất có tính tổ hợp tốt. Ngoài việc nâng cao các chỉ số cơ lý còn có thể thay thế một phần vật liệu phụ đắt tiền.

**Bảng 9.4. Tính chất vật lý của vật liệu polyme trên cơ sở chất thải polystiren và chất thải từ công nghiệp gỗ**

Thành phần tổ hợp, % khối lượng			Sức căng phá vỡ, MPa		Độ nhớt, g/cm.s	Hấp thu nước trong 24 h, % thể tích	Tỷ trọng, g/cm <sup>3</sup>
CTG	CTPS	NFD	Gãy khúc	Nén			
70	—	30	50	110	4,0	3,0	1,35
50	40	10	56	118	7,6	2,6	1,26
50	35	15	61	123	8,2	2,3	1,30
70	20	10	53	108	6,3	2,8	1,30
50	—	15	66	124	8,1	1,5	1,20

Ngoài ra do vật liệu tổ hợp có độ bền nước cao và tỷ trọng thấp nên rất thuận tiện dùng làm vật liệu xây dựng.

Có nhiều lĩnh vực khác nhau sử dụng vật liệu tổ hợp bằng chất thải từ công nghiệp gỗ: chúng có thể dùng thay cho kim loại màu và

kim loại đen, các chi tiết gỗ, sản xuất thành tấm dùng trong xây dựng, các chi tiết thiết bị điện. Tất cả những vật liệu như vậy đều được sản xuất từ các chất thải thuộc các nhóm khác nhau, nên có được hiệu quả kinh tế. Các vật liệu tổ hợp trên cơ sở nhựa nhiệt dẻo trước hết làm chức năng tạo liên kết, sau đó là chức năng làm chất độn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Dr. Afral Ahmed.** Solid Waste Management in Hapur Town. Executive Directed of the Center for Development Studies New Delhi, India, Proceedings of the Fourth Conference on EM 19-2 November, 1995, Thailand.
2. Use of Effective Microorganisms to Eliminate Foul Odour in Meat Processing Units. EM Bautista. Senior Agriculturist, Bureau of Soils and Water management, Quezon City, Philippines. Proceedings of the Fourth Conference on EM 19-22 November 1995, Thailand.
3. **Ni Youngzhen and Li Weijiong.** Effect of Effective Microorganisms on Reduction of Odour from Animal and Poultry Dung., Beijing Agricultural University 100094 Proceedings of the Fourth conference on EM, 19-22 November 1995, Thailand.
4. **Eduardo Z. Alama.** Evaluation of EM as Foul Odour Eliminator in Pig and Poultry Farms, Growth Stimulant in Broilers and as an Organic Fertilizer. Department of Agriculture, Cebu, Philippines. Proceedings of the Fourth Conference on EM, 19-22 November, Thailand.
5. **S. Chantsavang, C. Sinratchatanun, K. Ayuwat and P. Sirirote.** Application of EM for Swine Waste Treatment. 7. Preliminary Experiment of EM Technology on Waste Water Treatment. Gede Ngurah Wididana, Indonesia Kyusei Nature Farming Society Indonesia. Proceedings of the Third Conference on EM 16-19 November, Thailand.

6. Waste Water Treatment of Mingvang National Starch Factory in P. R. China. Dec. 1995-Aug. 1997. EM reset Organization. Inc.
7. Waste Water Engineering Treatment Disposal and Reuse Third Edition. Metcalf and Eddy, INC. International Edition, 1991.
8. **W. Wesley Eckenfelder, Jr.** Industrial Waste Pollution Control, Second Edition. McGraw-Hill International Edition, 1989.
9. **Cr. Julie Boyd, Mayor.** Blanket Pretreatment an Innovative Solution to some Ageold Problems., Mackay City Council – EMRO Australia, Horsham, Australia, Sixth International Conference on Kyusei Nature Farming 28 – 31 October 1999 – Pretoria – South Africa.
10. **Dr. Teruo Higa.** Studies on Purification and Recycling of Animal Waste Using Effective Microorganisms (EM). Prof., College of Agriculture, University of the Ryukyus.
11. **Kzuo Wakugami Sekei Kyusei Kyo.** Urban Waste Management with EM Technology., Bangkok, Thailand, 1997.
12. **Boe Myung Chang** – Korean Red Cross. Pusan Chapter Experience of Utilization of Garbage in Korea – Korea. Proceeding of the Third Conference on Effective Microorganisms (EM). 16 -19 November 1994, Thailand.
13. **Songsak Sritoomma.** Application of Waste Treatment in Thailand.. Department of Health, Ministry of Public Health Thailand. Third Conference on EM 16 - 19 November 1994, Thailand.
14. **Gaynor W; Dawson Basil W. Mercer.** Hazardous Waste Management; New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapore.



15. G.A. Buxtrov, V.M. Galperin, B.P. Titov. Obezvrezhivanie i Utilizacia otkhodov v proizvodxtve plaxtmass. "Khimia" Leningradxkij otdelenie 1982.
16. Management of Banana Waste using EM. Matthew Wood. P. Tabora and R. Miles-Earth College. Limon, CostaRica. Fifth International Conference on Kyusei Nature Farming and EM Techlonogy, 23-26 October, 1997, Bangkok.

# MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU .....	3
----------------------	---

## CHƯƠNG 1

### QUẢN LÝ, KIỂM TRA VÀ KIỂM SOÁT CÁC CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

1.1. Định nghĩa chất thải nguy hiểm, độc hại .....	5
1.2. Quản lý chất thải nguy hiểm, độc hại .....	7
1.3. Kiểm soát chất thải nguy hiểm, độc hại .....	9
1.3.1. Những hoạt động quốc tế về quản lý chất thải nguy hiểm, độc hại .....	10
1.3.2. Quản lý toàn diện chất thải nguy hiểm, độc hại .....	10
1.4. Quản lý các chất thải nguy hiểm, độc hại .....	11

## CHƯƠNG 2

### LỰA CHỌN LẮP ĐẶT TRẠM XỬ LÝ CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

2.1. Những vấn đề kỹ thuật trong việc lựa chọn mặt bằng .....	13
2.2. Những tiêu chuẩn để lựa chọn địa điểm .....	15
2.2.1. Những đặc điểm địa chất .....	16
2.2.2. Những đặc điểm địa lý tự nhiên .....	17
2.2.3. Những đặc điểm khí hậu .....	20
2.2.4. Những vấn đề giao thông vận tải .....	21
2.2.5. Vấn đề về nguồn tài nguyên .....	21
2.2.6. Vấn đề môi trường sống .....	22
2.2.7. Những đặc điểm sinh học .....	23

2.3. Vận dụng những tiêu chuẩn lựa chọn địa điểm .....	28
2.3.1. Xem xét tổng quan địa điểm.....	29
2.3.2. Đánh giá địa điểm .....	32

### CHƯƠNG 3

#### CÁC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ CHẤT THẢI NGUY HIỂM

3.1. Khái quát .....	38
3.1.1. Giảm lượng chất thải.....	38
3.1.2. Tách và cô đặc chất thải nguy hiểm.....	39
3.2. Lựa chọn quá trình xử lý nước thải.....	40
3.2.1. Tách pha rắn và lỏng .....	42
3.2.2. Sàng lọc .....	43
3.2.3. Lắng lọc.....	43
3.2.4. Tuyển nổi bằng không khí.....	48
3.2.5. Lọc qua lớp hạt nhỏ .....	48
3.2.6. Bộ lọc bề mặt .....	49
3.2.7. Lọc ly tâm.....	50
3.3. Xử lý bằng hoá học .....	51
3.4. Kết tủa, keo tụ, tạo bông .....	55
3.5. Oxy hoá - khử .....	63
3.6. Trao đổi ion.....	66
3.7. Xử lý bằng sinh học .....	67
3.7.1. Quá trình bùn hoạt tính trong aeroten.....	69
3.7.2. Lọc sinh học .....	71
3.7.3. Hồ sinh học.....	72
3.7.4. Lên men kỵ khí .....	73
3.8. Làm sạch và chôn lấp chất thải nguy hiểm trong đất.....	73

3.9. Các phương pháp vật lý tách các chất ô nhiễm hoà tan.....	74
3.9.1. Hấp thụ bằng than hoạt tính .....	75
3.9.2. Quá trình bốc hơi .....	79
3.9.3. Thẩm thấu ngược .....	83
3.10. Chi phí cho xử lý nước thải.....	90
3.10.1. Chi phí tách pha rắn và lỏng.....	91
3.10.2. Chi phí cho quá trình xử lý hoá học.....	92
3.10.3. Chi phí cho xử lý bằng sinh học .....	93
3.10.4. Chi phí tách chất hoà tan.....	94

## CHƯƠNG 4

### THIÊU ĐỐT CHẤT THẢI NGUY HIỂM, ĐỘC HẠI

4.1. Bản chất của thiêu đốt chất thải nguy hiểm, độc hại .....	95
4.2. Những đặc điểm hoá học và vật lý của quá trình đốt chất thải nguy hiểm, độc hại .....	96
4.2.1. Phản ứng mạch của quá trình đốt.....	96
4.2.2. Nhiệt toả ra khi cháy.....	97
4.2.3. Đốt các hợp chất hữu cơ halogen.....	100
4.2.4. Các sản phẩm của quá trình đốt các chất hữu cơ lưu huỳnh .....	101
4.2.5. Sự tạo thành $\text{NO}_x$ .....	102
4.2.6. Đốt các hợp chất phospho hữu cơ .....	103
4.2.7. Đốt các chất thải hữu cơ có chứa kim loại .....	103
4.2.8. Tốc độ cháy .....	103
4.3. Các loại buồng đốt chất thải .....	106
4.4. Các thiết bị đốt chất thải khác .....	110
4.4.1. Lò đốt nhiều buồng.....	110

4.4.2. Đốt bằng lớp chất rắn.....	111
4.4.3. Các phương pháp xúc tác.....	112
4.4.4. Tiêu huỷ chất thải trong muối nóng chảy .....	112

## CHƯƠNG 5

### **TẬN DỤNG VÀ KHỬ ĐỘC CHẤT THẢI RẮN LÀ CHẤT DỄ**

5.1. Tình hình chung .....	113
5.2. Sử dụng chất thải dẻo bằng cách tái chế .....	116
5.2.1. Nghiền chất thải dẻo .....	118
5.2.2. Phân cấp, rửa sạch và tách chất thải .....	119
5.2.3. Tái chế các chất thải riêng biệt.....	124
5.3. Xử lý chất thải hỗn hợp không cần tách.....	129
5.3.1. Sản phẩm đúc nhiều thành phần .....	131
5.3.2. Sản phẩm xộp.....	131
5.4. Biến tính hỗn hợp chất thải.....	132

## CHƯƠNG 6

### **NHỮNG PHƯƠNG PHÁP TẬN DỤNG NHIỆT VÀ TIÊU HUỶ CHẤT THẢI DỄ**

6.1. Phân huỷ bằng nhiệt và nhiệt phân .....	136
6.1.1. Sản xuất sáp polyetylen từ chất thải .....	136
6.1.2. Nhiệt phân chất thải dẻo.....	138
6.2. Nhiệt phân chất thải polyolefin.....	139
6.2.1. Nhiệt phân chất thải polyvinylclorua.....	140
6.2.2. Nhiệt phân chất thải polytetrafloetylen.....	141
6.2.3. Nhiệt phân chất thải polymetylmetylacrylat .....	141

6.2.4. Nhiệt phân hỗn hợp các chất thải dẻo .....	142
6.3. Tiêu huỷ nhiệt .....	144
6.4. Chôn lấp chất thải dẻo .....	145
6.5. Tạo ra các polyme có thời gian làm việc điều chỉnh được .....	146
6.5.1. Nghiên cứu các polyme phân huỷ do ánh sáng - sản xuất ra chất dẻo không có chất thải .....	147
6.5.2. Polyme phân huỷ quang có chứa các nhóm andehit và xeton .....	148
6.5.3. Polyme phân huỷ bằng quang học có chứa muối kim loại hoá trị biến đổi .....	151

## CHƯƠNG 7

### CHẤT THẢI TỪ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT AXIT VÀ ANHYDRIT HỮU CƠ

7.1. Sản xuất axit formic .....	153
7.2. Sản xuất axit axetic .....	153
7.3. Sản xuất anhydrit phtalic .....	155
7.4. Phát thải từ quá trình sản xuất este và các hợp chất nitơ hữu cơ .....	156
7.4.1. Sản xuất dimetyl terephtalat .....	156
7.4.2. Sản xuất etyl axetat .....	158
7.4.3. Sản xuất ure .....	158
7.4.4. Sản xuất melamin .....	160
7.4.5. Sản xuất diizoxyanat .....	161
7.4.6. Sản xuất caprolactam .....	163
7.4.7. Sản xuất acrylonitryl .....	164

## CHƯƠNG 8

### XỬ LÝ VÀ TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI Ở VIỆT NAM

8.1. Hiện trạng chất thải rắn ở Việt Nam .....	166
8.2. Định hướng công nghệ xử lý chất thải rắn ở Việt Nam tới năm 2020 .....	167
8.3. Xử lý và tái sử dụng chất thải rắn ở các nước trên thế giới .....	167
8.4. Phân tích các phương pháp xử lý chất thải rắn .....	170
8.4.1. Khái quát về công nghệ xử lý chất thải rắn.....	170
8.4.2. Công nghệ đốt.....	172
8.4.3. Công nghệ chôn lấp hợp vệ sinh .....	173
8.4.4. Xử lý nước thải bãi chôn lấp chất thải .....	177
8.4.5. Hệ thống thông gió .....	182
8.4.6. Xử lý mùi và khí thải .....	182
8.5. Chế biến chất thải làm phân bón (compost) .....	183
8.5.1. Sản xuất phân compost.....	183
8.5.2. Ủ chất thải để thu hồi khí sinh học.....	186

## CHƯƠNG 9

### HIỆU QUẢ KINH TẾ KHI TẬN DỤNG CHẤT THẢI

9.1. Hiệu quả kinh tế tái sử dụng chất thải.....	188
9.2. Sử dụng kết hợp các chất thải dẻo.....	190
9.3. Sử dụng chất thải dẻo trong xây dựng .....	190
9.4. Vật liệu tổ hợp dùng trong công nghiệp chất dẻo.....	196
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	198

**TRUNG TÂM TƯ VẤN CHUYỂN GIAO  
CÔNG NGHỆ NƯỚC SẠCH VÀ MÔI TRƯỜNG**  
Chủ biên: PGS.TSKH. Nguyễn Xuân Nguyên

## **CÔNG NGHỆ TÁI SỬ DỤNG CHẤT THẢI CÔNG NGHIỆP**

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*

**PGS. TS. Tô Đăng Hải**

*Biên tập:*

**Kim Anh, Nguyễn Văn Đàm,**

**Phạm Văn, Phạm Thị Thu Hằng**

*Vẽ bìa:*

**Hương Lan**

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

---

In 1.000 cuốn, khổ 16 x 24cm, tại Nhà in Hà Nội thuộc Công ty Phát hành sách Hà Nội. Số giấy phép: 6-260 cấp ngày 5/1/2004. In xong và nộp lưu chiểu tháng 11 năm 2004.



**CENTER FOR CONSULTANCY**  
**TECHNOLOGY TRANSFER ON SAFE WATER AND**  
**ENVIRONMENT**

**Chief editor: Ass. Prof., Dr. Sci. Nguyen Xuan Nguyen**

**TECHNOLOGY TO REUSE INDUSTRIAL WASTES**

- Chapter 1: Hazardous and Toxic Waste Management and Control
- Chapter 2: To Fit up Station for Treatment Toxic Industrial Wastes
- Chapter 3: Processes to Refine Hazardous Waste Treatment
- Chapter 4: Consume Hazardous Wastes
- Chapter 5: To Take full Advantage of Plastic Wastes
- Chapter 6: Method to Take full Advantage of Heat and Destroy of Plastic Wastes
- Chapter 7: Wastes from Production Acid and Organic Anhydride
- Chapter 8: Treatment and Reuse Wastes in Vietnam
- Chapter 9: Economic Effective of Reuse Wastes

công nghệ tái sử dụng chất thải



1 005112 400032  
30 000 VND

**204232**



**Giá: 30.000đ**