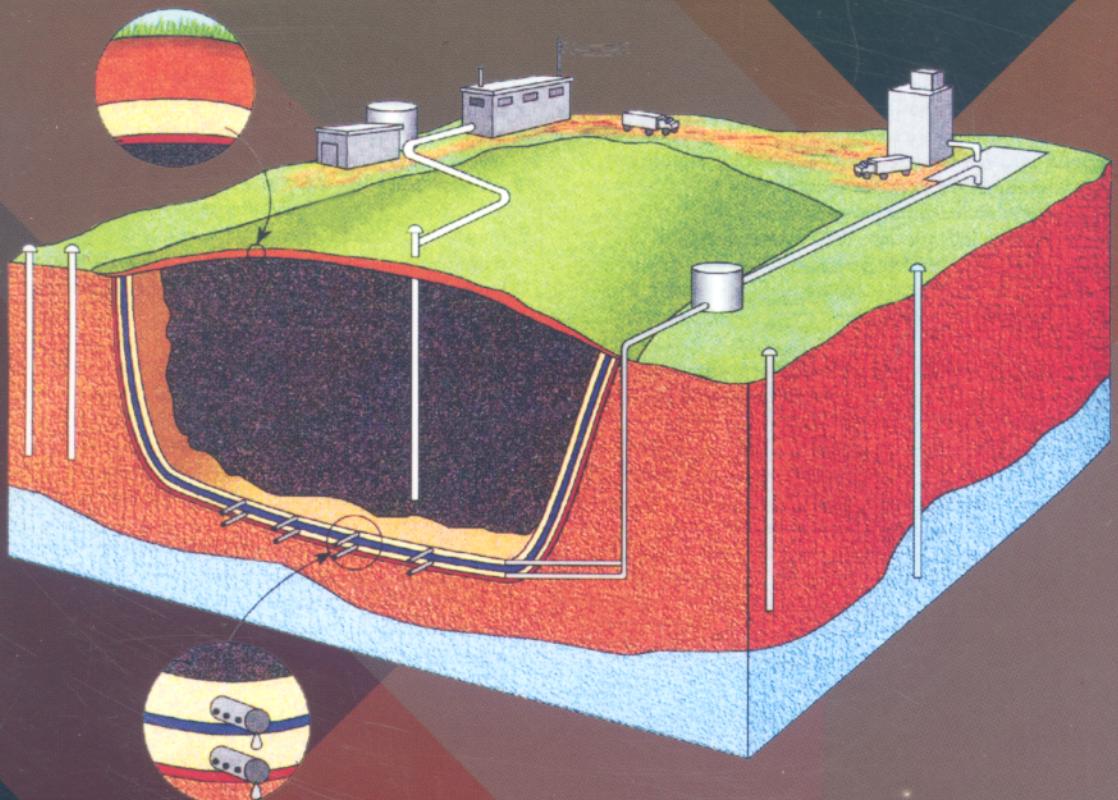


PGS. TS NGUYỄN VĂN PHƯỚC

# Giáo trình Quản lý và xử lý CHẤT THẢI RĂN



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



PGS. TS NGUYỄN VĂN PHƯỚC

**GIÁO TRÌNH  
QUẢN LÝ VÀ XỬ LÝ  
CHẤT THẢI RĂN**

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2008

# LỜI MỞ ĐẦU

*Chất thải rắn phát sinh từ các hoạt động của con người ngày càng gia tăng cùng với sự phát triển dân số và kinh tế, đặc biệt là trong xã hội công nghiệp. Cùng với các dạng chất thải khác như nước thải và khí thải, chất thải rắn nếu không được quản lý và xử lý nghiêm túc sẽ gây suy thoái môi trường nghiêm trọng. Do đó, chất thải rắn đã trở thành vấn đề bức xúc đối với toàn xã hội và cần được sự quan tâm quản lý, thu gom triệt để, vận chuyển an toàn và xử lý hiệu quả, về kỹ thuật lẫn kinh tế. Vì vậy, quản lý và xử lý chất thải rắn là một nội dung không thể thiếu trong chương trình đào tạo kỹ sư chuyên ngành quản lý cũng như kỹ thuật môi trường.*

*Quyển sách này nhằm mục tiêu trang bị các kiến thức cơ bản về quản lý và các công nghệ xử lý chất thải rắn đô thị cho sinh viên ngành môi trường.*

*Quyển sách này gồm có 9 chương:*

**Chương 1:** Trình bày các khái niệm về chất thải rắn đô thị và công nghiệp, các tác hại của chúng đối với sức khỏe con người và môi trường, hệ thống quản lý tổng hợp chất thải rắn và thứ tự ưu tiên trong lựa chọn phương án xử lý chất thải rắn đô thị.

**Chương 2:** Giới thiệu về thành phần, tính chất cơ bản của chất thải rắn đô thị, phương pháp xác định và khả năng biến đổi các đặc tính này và đó là nền tảng cho các công nghệ xử lý.

**Chương 3 và 4:** Giới thiệu hệ thống thu gom, trung chuyển và vận chuyển chất thải rắn đô thị, bao gồm phương pháp thu gom, phương pháp vạch tuyến thu gom, các phương tiện lưu trữ, vận chuyển và các tính toán phục vụ cho công tác lựa chọn phương án thu gom tối ưu.

**Chương 5:** Giới thiệu về các phương án xử lý chất thải rắn, bao gồm: phương pháp cơ học để xử lý sơ bộ chất thải rắn, chuẩn bị cho thu gom, vận chuyển và các bước xử lý tiếp theo; phương pháp biến đổi chất thải rắn thành các sản phẩm có ích; phương pháp sản xuất phân Compost từ thành phần hữu cơ để phân hủy sinh học trong chất thải rắn đô thị; phương pháp tiêu hủy chất thải rắn bằng nhiệt; và chôn lấp hợp vệ sinh.

**Chương 6:** Trình bày các công nghệ tái chế chất thải rắn đô thị: nhựa, giấy, thủy tinh, sắt, thép, nhôm... chất thải rắn công nghiệp có nguồn gốc vô cơ bùn đỏ, xỉ kẽm, nhôm, bùn xi mạ...) và hữu cơ (cần dâu thô, dâu FO, nhựa đường chua...).

**Chương 7:** Trình bày các quy trình công nghệ hiếu khí sản xuất phân Compost từ chất thải rắn đô thị cũng các công nghệ kỹ khí để sản xuất biogas.

**Chương 8:** Giới thiệu các phương pháp nhiệt trong phân hủy chất thải rắn: đốt với mục tiêu hủy hoàn toàn và thu hồi năng lượng, nhiệt phân để tạo ra nhiên liệu lỏng và khí hóa để thu hồi khí cháy. Ngoài ra, trong chương này còn giới thiệu về các vấn đề ô nhiễm do đốt và các biện pháp khống chế ô nhiễm.

**Chương 9:** Giới thiệu về chôn lấp chất thải rắn hợp vệ sinh, bao gồm: khái niệm về bãi chôn lấp hợp vệ sinh, các nguyên tắc lựa chọn vị trí và thiết kế bãi chôn lấp, kết cấu cơ bản của một ô chôn lấp chất thải rắn đô thị, các hạng mục công trình trong bãi chôn lấp, cũng như kỹ thuật vận hành, các hệ thống thu hồi khí, thu gom và xử lý nước rò rỉ từ các bãi chôn lấp hợp vệ sinh.

Trong mỗi chương đều có các ví dụ và hình ảnh minh họa, nhằm giúp cho sinh viên tiếp thu một cách dễ dàng hơn, đồng thời cuối mỗi chương đều có câu hỏi để sinh viên có thể tự kiểm tra lại kiến thức của mình.

Quyển sách này cần thiết cho sinh viên ngành môi trường ở các bậc cao đẳng, đại học và có thể là tài liệu tham khảo cho học viên cao học và cán bộ kỹ thuật chuyên về quản lý và xử lý chất thải rắn.

Đây là lần xuất bản đầu tiên, do đó không thể tránh khỏi các sai sót, rất mong nhận được sự góp ý của các đồng nghiệp và bạn đọc, nhằm giúp chúng tôi hoàn thiện quyển sách ngày càng tốt hơn.

Mọi ý kiến đóng góp xin gửi về: Khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 268 Lý Thường Kiệt, Q.10.

Điện thoại: (08) 8.639.682

**Tác giả**  
**Nguyễn Văn Phước**

# Chương 1

## KHÁI NIỆM VỀ CHẤT THẢI RẮN

### 1.1. ĐỊNH NGHĨA CHẤT THẢI RẮN

*Chất thải rắn* (CTR) bao gồm tất cả các chất thải ở dạng rắn, phát sinh do các hoạt động của con người và sinh vật, được thải bỏ khi chúng không còn hữu ích hay khi con người không muốn sử dụng nữa.

Thuật ngữ CTR được sử dụng trong tài liệu này bao gồm tất cả các chất rắn hỗn hợp thải ra từ cộng đồng dân cư đô thị cũng như các CTR đặc thù từ các ngành sản xuất nông nghiệp, công nghiệp, khai khoáng... Tài liệu này đặc biệt quan tâm đến CTR đô thị, bởi sự tích lũy của CTR này có khả năng ảnh hưởng rất lớn đến môi trường sống của con người.

### 1.2. SƠ LƯỢC LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VÀ QUẢN LÝ CTR

CTR xuất hiện từ khi con người có mặt trên trái đất. Con người đã khai thác và sử dụng các nguồn tài nguyên trên trái đất để phục vụ cho đời sống của mình, đồng thời thải ra CTR. Khi đó, sự thải bỏ các chất thải từ hoạt động của con người không gây ra các vấn đề ô nhiễm môi trường trầm trọng, do số lượng dân cư còn thấp. Đồng thời, diện tích đất tự nhiên còn rộng lớn, nên khả năng đồng hóa CTR tốt, do đó không gây tổn hại đến môi trường.

Khi xã hội phát triển, con người sống tập hợp thành các nhóm, bộ lạc, cụm dân cư... thì sự tích lũy CTR trở thành một trong những vấn đề nghiêm trọng đối với cuộc sống của con người. Thực phẩm thừa và các loại chất thải khác bị thải bỏ bừa bãi khắp nơi trong các thị trấn, trên các đường phố, trực lộ giao thông, các khu đất trống... đã tạo môi trường thuận lợi cho sự sinh sản và phát triển của các loài gặm nhấm như chuột... Các loài gặm nhấm là điểm tựa cho các sinh vật ký sinh, như bọ chét sinh sống và phát triển. Chúng là nguyên nhân gây nên bệnh dịch hạch. Do không có kế hoạch quản lý nên các mầm bệnh phát sinh từ CTR đã lan truyền trầm trọng ở Châu Âu vào giữa thế kỷ 14.

Mãi đến thế kỷ 19, việc kiểm soát dịch bệnh nhằm bảo vệ sức khỏe cộng đồng mới được quan tâm. Người ta nhận thấy rằng CTR, như thực phẩm thừa... phải được thu gom và tiêu hủy hợp vệ sinh thì mới có thể kiểm soát các loài gặm nhấm, ruồi, muỗi, cũng như các nguy cơ truyền bệnh.

Mối quan hệ giữa sức khỏe cộng đồng với việc lưu trữ, thu gom và vận chuyển các chất thải không hợp lý đã thể hiện rõ ràng. Có nhiều bằng chứng cho thấy các bãi rác

không hợp vệ sinh, các căn nhà ô chuột, các nơi chứa thực phẩm thừa... là môi trường thuận lợi cho chuột, ruồi, muỗi và các vi sinh vật truyền bệnh sinh sản, phát triển.

Thực tế cho thấy, việc quản lý CTR không hợp lý là một trong những nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường (đất, nước, không khí...). Ví dụ, các bãi rác không hợp vệ sinh đã gây nhiễm bẩn các nguồn nước mặt, nước ngầm (nước rỉ rác) và gây ô nhiễm không khí (mùi hôi). Kết quả nghiên cứu khoa học trên thế giới đã cho thấy, gần 22 căn bệnh của con người phát sinh do môi trường bị ô nhiễm, là kết quả của việc quản lý CTR không hợp lý.

Các phương pháp phổ biến nhất được sử dụng để xử lý CTR từ đầu thế kỷ 20 là:

- Thải bỏ trên các khu đất trống
- Thải bỏ vào môi trường nước (sông, hồ, biển...)
- Chôn lấp
- Giảm thiểu và đốt.

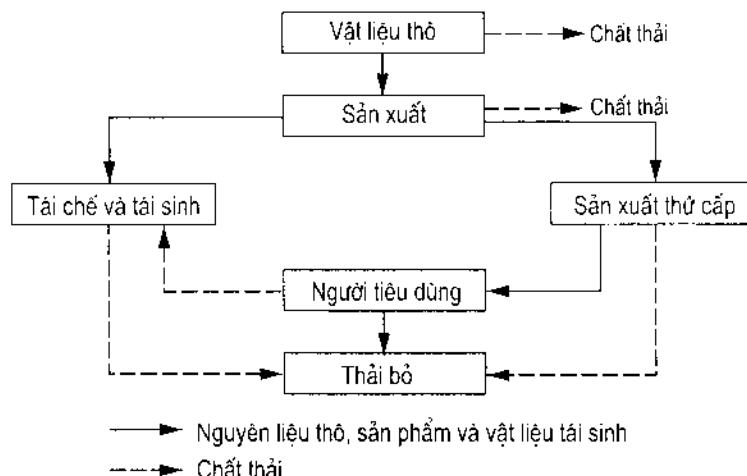
Hiện nay, hệ thống quản lý CTR không ngừng phát triển, đặc biệt là ở Mỹ và các nước công nghiệp tiên tiến. Nhiều hệ thống quản lý CTR đạt hiệu quả cao nhờ sự kết hợp đúng đắn giữa các thành phần sau đây:

- Luật pháp và quy định quản lý CTR
- Hệ thống tổ chức quản lý
- Quy hoạch quản lý
- Công nghệ xử lý.

Sự hình thành các luật lệ và quy định về quản lý CTR ngày càng chặt chẽ đã góp phần nâng cao hiệu quả của hệ thống quản lý CTR hiện nay.

### 1.3. SỰ PHÁT SINH CHẤT THẢI RĂN TRONG XÃ HỘI CÔNG NGHIỆP

Trong xã hội công nghiệp, quá trình phát sinh CTR gắn liền với quá trình sản xuất, mỗi giai đoạn của quá trình sản xuất đều tạo ra CTR, từ khâu khai thác, tuyển chọn nguyên liệu đến khi tạo ra sản phẩm phục vụ người tiêu dùng. Sản phẩm sau khi sử dụng có thể tái sinh, tái chế hoặc đổ bỏ và đó cũng là CTR.



**Hình 1.1. Dòng vật liệu và quá trình phát sinh CTR trong xã hội công nghiệp**

## 1.4. ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT THẢI RĂN ĐẾN MÔI TRƯỜNG

Các vấn đề ô nhiễm môi trường, như ô nhiễm nước và không khí cũng liên quan đến việc quản lý CTR không hợp lý. Ví dụ, nước rò rỉ từ các bãi chôn lấp không hợp vệ sinh gây ô nhiễm nguồn nước mặt và nước ngầm. Trong khu hầm mỏ, nước rò rỉ từ nơi thải bỏ chất thải có thể chứa các độc tố như đồng, arsenic và uranium, là nguyên nhân khiến nước ngầm bị ô nhiễm. Mặc dù thiên nhiên có khả năng pha loãng, phân tán, phân hủy, hấp thụ làm giảm tác động do sự phát thải các chất ô nhiễm vào khí quyển, nước và đất, nhưng khả năng đồng hóa này chỉ có giới hạn, nên khi hàm lượng các chất ô nhiễm quá cao, tất yếu sẽ gây mất cân bằng sinh thái.

Trong khu vực có mật độ dân số cao, việc thải bỏ các chất thải gây nên nhiều vấn đề bất lợi về môi trường. Lượng rác thay đổi khác nhau theo từng khu vực.

Ví dụ: Lượng rác thải phát sinh tại khu vực thành thị và nông thôn nước Mỹ là rất khác nhau, tại thành phố Los Angeles, bang California (đại diện cho khu vực thành thị) ước tính lượng rác hàng ngày là  $3,18\text{kg/người/ngày}$ , trong khi đó tại Wilson, bang Wisconsin (đại diện cho khu vực nông thôn), ước tính lượng rác thải ra chỉ khoảng  $1\text{kg/người/ngày}$ . [1]

## 1.5. HỆ THỐNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RĂN ĐÔ THỊ

Hệ thống quản lý CTR đô thị là một cơ cấu tổ chức quản lý chuyên trách về CTR đô thị trong cấu trúc quản lý tổng thể của một tổ chức (cơ quan quản lý nhà nước về môi trường, doanh nghiệp, công ty, xí nghiệp, đơn vị sản xuất...).

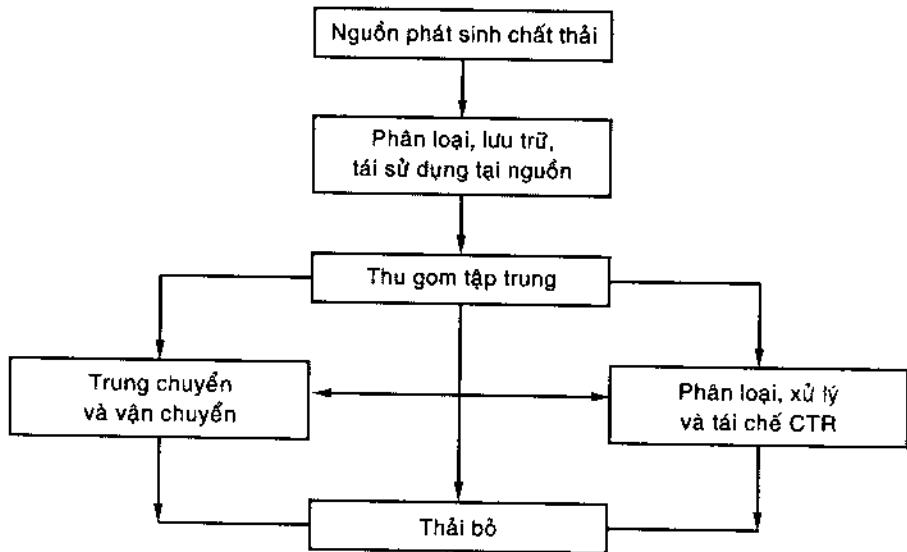
Hệ thống quản lý CTR đô thị là thiết yếu, có vai trò kiểm soát các vấn đề liên quan đến CTR bao gồm:

- 1- Sự phát sinh
- 2- Thu gom, lưu giữ và phân loại tại nguồn
- 3- Thu gom tập trung
- 4- Trung chuyển và vận chuyển
- 5- Phân loại, xử lý và chế biến
- 6- Thải bỏ CTR một cách hợp lý dựa trên các nguyên tắc cơ bản về bảo vệ sức khỏe cộng đồng, kinh tế, kỹ thuật, bảo tồn thiên nhiên, cảnh quan, các vấn đề môi trường và dựa trên thái độ của cộng đồng.

Quản lý CTR đô thị liên quan đến các vấn đề như quản lý hành chính, tài chính, luật lệ, quy hoạch và kỹ thuật. Để giải quyết vấn đề liên quan đến CTR, cần phải có sự phối hợp hoàn chỉnh giữa các lĩnh vực: kinh tế, chính trị, quy hoạch vùng - thành phố, địa lý, sức khỏe cộng đồng, xã hội học, kỹ thuật, khoa học và các vấn đề khác.

### **Mục đích của quản lý CTR**

- 1- Bảo vệ sức khỏe cộng đồng.
- 2- Bảo vệ môi trường.
- 3- Sử dụng tối đa vật liệu, tiết kiệm tài nguyên và năng lượng.
- 4- Tái chế và sử dụng tối đa rác hữu cơ
- 5- Giảm thiểu CTR.



**Hình 1.2** Mối liên hệ giữa các thành phần trong hệ thống quản lý CTR

## 1.6. QUẢN LÝ TỔNG HỢP CHẤT THẢI RĂN

Sự chọn lựa kết hợp giữa công nghệ, kỹ thuật và chương trình quản lý phù hợp để đạt mục tiêu quản lý CTR, được gọi là quản lý tổng hợp CTR

### 1.6.1. Nguyên tắc chung

Nguyên tắc chung của hệ thống quản lý tổng hợp CTR là ưu tiên các biện pháp giảm thiểu tại nguồn, sau đó mới đến các biện pháp khác. Với việc ưu tiên giảm thiểu tại nguồn, giá trị tiết kiệm tăng lên trên từng tấn chất thải được giảm thiểu thông qua việc giảm chi phí vận chuyển, giảm chi phí xử lý và giảm tác động xấu đến môi trường.

### 1.6.2. Thứ bậc ưu tiên trong quản lý tổng hợp CTR

#### 1. Thứ bậc hành động ưu tiên trong quản lý tổng hợp CTR

- Giảm thiểu tại nguồn
- Tái chế
- Chế biến chất thải: sản xuất phân bón, khí sinh học, đốt tận dụng nhiệt, tiêu hủy.
- Chôn lấp hợp vệ sinh.

#### 2. Giảm thiểu tại nguồn

Là phương pháp hiệu quả nhất nhằm giảm lượng CTR, giảm chi phí phân loại và những tác động bất lợi gây ra đối với môi trường.

Trong sản xuất, giảm thiểu tại nguồn được thực hiện xuyên suốt từ khâu thiết kế, sản xuất và đóng gói sản phẩm, nhằm tiết kiệm nguyên vật liệu, giảm thành phần độc hại, giảm thể tích bao bì và tạo sản phẩm bền hơn.

Giảm thiểu tại nguồn có thể thực hiện ngay tại các hộ gia đình, khu thương mại, nhà máy... từ việc lựa chọn hàng hóa cho đến việc tái sử dụng các sản phẩm và vật liệu.

### 3. Tái chế

Là yếu tố quan trọng trong việc giảm nhu cầu sử dụng tài nguyên và giảm đáng kể khối lượng CTR phải chôn lấp. Tái chế bao gồm ba giai đoạn:

- 1- Phân loại và thu gom CTR
- 2- Chuẩn bị nguyên liệu cho việc tái sử dụng, tái chế
- 3- Tái sử dụng và tái chế.

### 4. Chế biến chất thải

Là quá trình biến đổi lý, hóa, sinh của CTR nhằm:

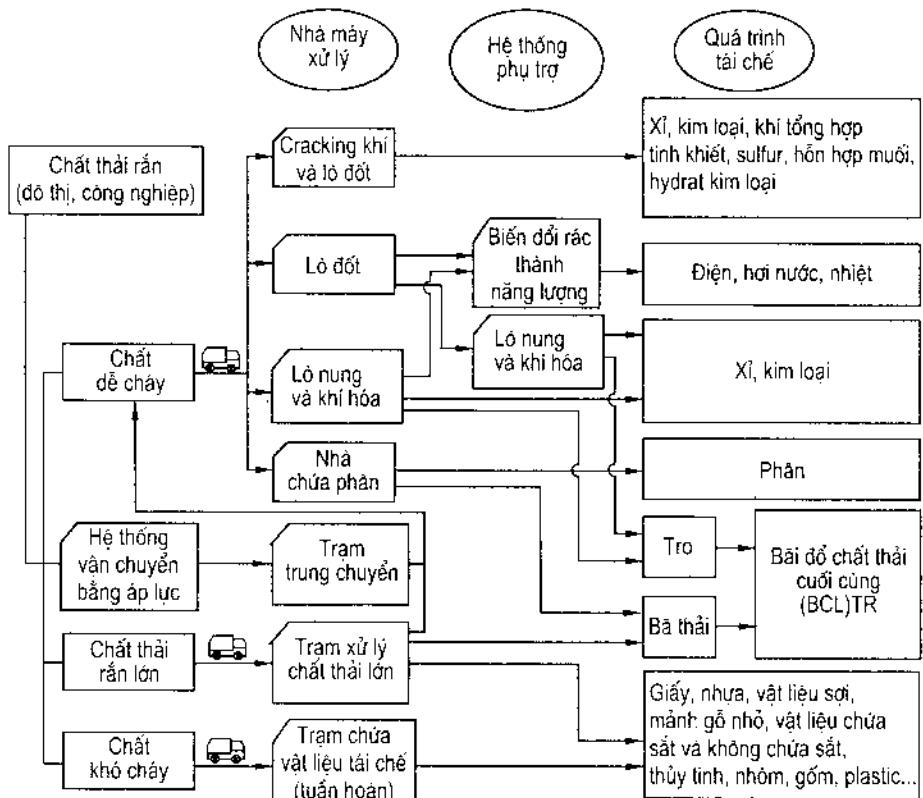
- 1- Nâng cao hiệu quả của hệ thống quản lý CTR
- 2- Tái sinh và tái sử dụng
- 3- Sử dụng sản phẩm tái chế (ví dụ: phân Compost) và thu hồi năng lượng ở dạng nhiệt và khí sinh học.

Sự chuyển hóa CTR sẽ giảm đáng kể dung tích các bãi chôn lấp. Giảm thể tích CTR bằng cách đốt là một ví dụ điển hình.

### 5. Chôn lấp

Phương pháp chôn lấp áp dụng với CTR không có khả năng tái chế, tái sử dụng hoặc phần còn lại sau khi chế biến và đốt. Thông thường có hai hướng chôn lấp CTR:

- Thải bỏ trên mặt đất hay chôn lấp vào đất
- Thải bỏ xuống biển.



Hình 1.3. Mô hình quản lý CTR tổng hợp

Chôn lấp bằng cách thải bỏ có kiểm soát trên mặt đất hay chôn vào đất là phương pháp phổ biến trong việc thải bỏ CTR, nhưng lại bị xếp ở hàng cuối cùng trong thứ tự ưu tiên của chương trình quản lý tổng hợp CTR, vì nó không giải quyết triệt để các vấn đề về môi trường phát sinh từ CTR. Trong các bãi chôn CTR diễn ra hàng loạt các chuỗi phản ứng sinh - hóa với sự tham gia của hàng ngàn chất độc hại, có thể tạo thành các chất độc hại nguy hiểm chết người theo cách thức mà con người chưa từng biết đến. Do đó, chúng ta không thể lường được các nguy hại tiềm ẩn liên quan đến CTR trong các bãi chôn lấp. Vấn đề gì sẽ có thể xảy ra sau 50, 100 hay 200 năm nữa từ các bãi chôn lấp?

### **1.6.3. Các thành phần của hệ thống quản lý tổng hợp chất thải rắn**

*Hệ thống quản lý tổng hợp CTR bao gồm:* cơ cấu chính sách, cơ cấu luật, cơ cấu hành chính, giáo dục cộng đồng, cơ cấu kinh tế, hệ thống kỹ thuật, thị trường và tiếp thị các sản phẩm tái chế, hệ thống thông tin chất thải.

#### **1. Cơ cấu chính sách**

*Mục đích:* Phát triển và tập hợp một cách toàn diện chính sách quản lý chất thải với các đối tượng chính sách có thể đạt được.

*Công cụ:*

- Chính sách giảm thiểu chất thải.
- Các chính sách chất thải đặc biệt.
- Khuyến khích.
- Hình phạt.
- Trợ giá và các kế hoạch phát triển công nghiệp.

#### **2. Cơ cấu luật**

*Mục đích:* Cung cấp luật an toàn và sức khỏe cộng đồng, môi trường có tính khả thi và công bằng.

*Công cụ:*

- Luật bảo vệ môi trường.
- Luật bảo vệ sức khỏe cộng đồng.
- Giấy phép cho các hoạt động liên quan đến rác.
- Nghị định Bảo vệ tầng ozon, khí nhà kính một cách bắt buộc trên toàn cầu.

#### **3. Cơ cấu hành chính**

*Mục đích:* Thực hiện và hỗ trợ việc thi hành cơ cấu luật và chính sách.

*Công cụ:*

- Cấp giấy phép cho các đơn vị quản lý CTR.
- Thanh tra viên sức khỏe cộng đồng và môi trường.
- Cấp phép cho thanh tra viên theo luật định.
- Ràng buộc, xử phạt và thu hồi giấy phép.
- Hệ thống giám sát và đánh giá.

#### **4. Giáo dục cộng đồng**

*Mục đích:* Nâng cao nhận thức, nhiệm vụ và trách nhiệm của cộng đồng về vấn đề quản lý chất thải.

*Công cụ:*

- Chiến dịch truyền thông chung.
- Phân biệt các loại sản phẩm.
- Ngày làm vệ sinh môi trường cả nước.
- Chương trình giảng dạy ở trường học.
- Giáo dục thế hệ trẻ.
- Thùng rác công cộng.
- Chương trình truyền hình về môi trường.

#### **5. Cơ cấu kinh tế**

*Mục đích:* Đạt được sự ổn định kinh tế.

*Công cụ:*

- Phân tích và xác định chi phí.
- Phí dịch vụ.
- Người tiêu dùng phải trả phí quản lý CTR.
- Sự rõ ràng về giá cả.
- Đầu tư tập thể và cá nhân.
- Thuế CTR.

#### **6. Hệ thống kỹ thuật**

*Mục đích:* Tách các chất thải ra khỏi xã hội, đưa chúng vào dòng luân chuyển vật chất và thải bỏ.

*Công cụ:*

- Thu gom và vận chuyển.
- Chế biến và xử lý.
- Thải bỏ các phần còn lại.
- Tái sinh năng lượng.

#### **7. Tạo thị trường và tiếp thị các sản phẩm tái chế**

*Mục đích:* Khép kín vòng tuần hoàn của vật liệu trong xã hội.

*Công cụ:*

- Khuyến khích các sản phẩm có chứa các vật liệu tái chế.
- Giáo dục người tiêu dùng.
- Khuyến khích sử dụng các vật liệu tái chế trong sản xuất.
- Trợ cấp cho các nghiên cứu và phát triển các công nghệ tái chế.
- Khuyến khích các công nghiệp tái chế.

## **8. Hệ thống thông tin CTR**

**Mục đích:** Thu nhập thông tin một cách chính xác về hệ thống quản lý CTR để giám sát, đánh giá, phát triển kế hoạch chiến lược và hỗ trợ việc ra quyết định.

**Công cụ:**

- Xác định các dòng/nguồn thải.
- Xác định các dạng chất thải.
- Phân tích các thành phần chất thải.
- Định lượng chất thải.
- Cơ sở dữ liệu tập trung.
- Hệ thống thu thập số liệu.

### **1.7. NHỮNG THÁCH THỨC CỦA VIỆC QUẢN LÝ CHẤT THẢI RĂN TRONG TƯƠNG LAI**

Xã hội càng phát triển, dân số càng gia tăng, cùng với quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa, khiến cho lượng CTR phát sinh ngày càng nhiều. Những thách thức và cơ hội có thể áp dụng để giảm thiểu lượng CTR trong tương lai là:

- 1- Thay đổi thói quen tiêu thụ sản phẩm trong xã hội
- 2- Giảm lượng CTR tại nguồn
- 3- Xây dựng bãi chôn lấp an toàn hơn
- 4- Phát triển công nghệ mới.

#### **1.7.1. Thay đổi thói quen tiêu thụ sản phẩm trong xã hội**

Tiêu thụ sản phẩm là một hoạt động tự nhiên trong xã hội. Mức sống càng cao, mức tiêu thụ sản phẩm của con người càng tăng, cả về số lượng lẫn chất lượng. Quá trình tiêu thụ sản phẩm lại làm phát sinh CTR; do đó, CTR cũng thay đổi theo hướng tăng về khối lượng lẫn thành phần. Như vậy, muốn giảm được khối lượng CTR phát sinh cần phải thay đổi thói quen tiêu thụ sản phẩm, như giảm thiểu hàng tiêu dùng; tuy nhiên, điều này lại mâu thuẫn với yêu cầu phát triển kinh tế.

#### **1.7.2. Giảm thiểu tại nguồn**

Là giảm về số lượng hàng hóa đóng gói và lỗi thời, đồng thời tiến hành tái chế tại nguồn (tại nhà, văn phòng, nhà máy...). Nếu thực hiện tốt công tác này, lượng CTR phát sinh sẽ giảm đáng kể. Bên cạnh đó, giảm thiểu tại nguồn còn là giải pháp bảo tồn tài nguyên và tăng hiệu quả kinh tế.

#### **1.7.3. Xây dựng bãi chôn lấp an toàn hơn**

Bãi chôn lấp là nơi thải bỏ sau cùng của CTR. Do đó, các thành phần độc hại trong CTR cần phải được giảm đến mức cho phép trước khi chôn lấp để tăng hiệu quả của bãi chôn lấp. Việc thiết kế bãi chôn lấp cần phải cải tiến sao cho đảm bảo an toàn để lưu trữ các chất thải trong một thời gian dài. Thông tin về hoạt động của các bãi chôn lấp hiện tại cần phải phổ biến nhằm cải tiến việc xây dựng và vận hành các bãi chôn lấp trong tương lai. Bằng cách này, bãi chôn lấp sẽ an toàn hơn và việc quản lý các bãi chôn lấp ngày càng hiệu quả hơn.

#### **1.7.4. Phát triển công nghệ mới**

Khuyến khích áp dụng những công nghệ mới trong hệ thống quản lý CTR, tạo điều kiện phát triển kỹ thuật để bảo tồn tài nguyên thiên nhiên tối nhất, và đây là giải pháp đầu tư có hiệu quả. Việc đầu tư kiểm tra và thực thi các công nghệ mới là một phần quan trọng trong công tác quản lý tổng hợp CTR trong tương lai.

### **1.8. HIỆN TRẠNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RĂN Ở VIỆT NAM**

Ở nước ta, cùng với sự phát triển kinh tế - xã hội, các ngành sản xuất kinh doanh, dịch vụ ở các đô thị - khu công nghiệp được mở rộng và phát triển nhanh chóng, một mặt góp phần tích cực cho sự phát triển của đất nước, mặt khác tạo ra một khối lượng CTR ngày càng lớn (bao gồm chất thải sinh hoạt, chất thải công nghiệp, chất thải bệnh viện...). Việc thải bỏ một cách bừa bãi CTR không hợp vệ sinh ở các đô thị, khu công nghiệp là nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường, làm phát sinh bệnh tật, ảnh hưởng đến sức khỏe và cuộc sống con người.

Nguy cơ ô nhiễm môi trường do chất thải gây ra đang trở thành vấn đề cấp bách đối với hầu hết các đô thị trong nước, trong khi đó công tác quản lý CTR ở các đô thị và khu công nghiệp còn rất yếu kém.

Theo báo cáo diên biến môi trường Việt Nam năm 2004 của World Bank, lượng chất thải phát sinh tại Việt Nam ước tính khoảng 15 triệu tấn/năm. Trong thập kỷ tới, tổng lượng CTR phát sinh được dự báo sẽ tiếp tục tăng nhanh. Các khu vực đô thị chiếm khoảng 24% dân số cả nước nhưng lại chiếm hơn 50% tổng lượng chất thải phát sinh và Ước tính trong những năm tới, lượng chất thải sinh hoạt phát sinh đến khoảng 60%, trong khi chất thải công nghiệp sẽ tăng 50% và chất thải độc hại sẽ tăng gấp ba lần so với hiện nay.

Tại các vùng nông thôn, phế thải của sản xuất nông, lâm, ngư nghiệp truyền thống (như thân lá cây, rơm rạ, vỏ hạt, phân gia súc...) hầu hết được sử dụng để đun nấu, làm phân bón hoặc chôn lấp. Những chất thải có nguồn gốc công nghiệp, như chất dẻo, nhựa, kim loại, dư lượng hóa chất khó phân hủy... tuy chưa trở thành vấn đề bức xúc nhưng đang có xu hướng tăng lên nhanh chóng.

Tại các đô thị và khu công nghiệp, việc thu gom và xử lý CTR sinh hoạt, CTR công nghiệp, chất thải nguy hại đang là vấn đề môi trường cấp bách. Hiện nay, ở Việt Nam, năng lực thu gom CTR ở tất cả các đô thị và khu công nghiệp mới chỉ đạt khoảng  $20 \div 40\%$ . Rác thải chưa phân loại tại nguồn, rác thu gom lắn lộn và vẫn chuyển đến bãi chôn lấp. Công việc thu nhặt và phân loại các phế thải có khả năng tái chế, hoàn toàn do những người sinh sống bằng nghề bới rác thực hiện.

Việc ứng dụng các công nghệ tái chế CTR để tái sử dụng còn rất hạn chế, chưa được tổ chức và quy hoạch phát triển. Các cơ sở tái chế rác thải có quy mô nhỏ, công nghệ lạc hậu, hiệu quả tái chế còn thấp và quá trình hoạt động cũng gây ô nhiễm môi trường. Hiện chỉ có một phần nhỏ rác thải (khoảng  $1,5 \div 5\%$  tổng lượng rác thải) được chế biến thành phân bón vi sinh và chất mùn với công nghệ hợp vệ sinh.

Giải quyết vấn đề CTR là một bài toán phức tạp từ khâu phân loại CTR, tồn trữ, thu gom đến việc vận chuyển, tái sinh, tái chế và chôn lấp.

Biện pháp xử lý CTR hiện nay chủ yếu là chôn lấp, nhưng chưa có bãi chôn lấp CTR nào đạt tiêu chuẩn kỹ thuật vệ sinh môi trường. Các bãi chôn lấp CTR vẫn còn gây ô nhiễm môi trường đất, nước và không khí.

CTR phát sinh tại các khu công nghiệp đang được thu gom và xử lý chung với rác thải sinh hoạt đô thị vì chưa có khu xử lý riêng dành cho CTR công nghiệp. Chất thải nguy hại (trong đó có chất thải bệnh viện) chỉ được thu gom với tỷ lệ khoảng 50÷60%.

### **Công tác quản lý CTR hiện nay còn nhiều hạn chế**

- Sự phân công trách nhiệm quản lý CTR giữa các ngành chưa rõ ràng, chưa có một hệ thống quản lý thống nhất riêng đối với CTR công nghiệp của thành phố.
- Cơ chế thực hiện dịch vụ thu gom và quản lý CTR vẫn còn mang nặng tính bao cấp, mặc dù nhà nước Việt Nam đã có chính sách xã hội hóa công tác này.
- Chưa có thị trường thống nhất về trao đổi, tái chế CTR nói chung và CTR công nghiệp nói riêng, chỉ có một phần rất nhỏ CTR công nghiệp được thu hồi, tái chế và tái sử dụng.
- Phần lớn CTR công nghiệp, kể cả chất thải nguy hại được thải bỏ lẩn lộn với CTR đô thị và được đưa đến BCL vốn chưa được thiết kế “hợp vệ sinh” ngay từ đầu.
- Việc thu gom chất thải chủ yếu sử dụng lao động thủ công. Sự tham gia của cộng đồng, của khu vực tư nhân vào việc thu gom và quản lý chất thải chưa rộng rãi. Đã có một số mô hình thu gom, xử lý rác thải đô thị của tư nhân và cộng đồng tổ chức thành công, nhưng do vốn đầu tư có hạn nên số lượng và chất lượng của dịch vụ vẫn chưa đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững.
- Thiếu sự đầu tư thỏa đáng và lâu dài đối với các trang thiết bị thu gom, vận chuyển, phân loại, xây dựng các bãi chôn lấp đúng quy cách và các công nghệ xử lý chất thải phù hợp.
- Chưa có các công nghệ và phương tiện hiện đại cũng như vốn đầu tư để tái chế chất thải đã thu gom, còn thiếu kinh phí cũng như công nghệ thích hợp để xử lý chất thải nguy hại.
- Nhận thức của cộng đồng về bảo vệ môi trường và an toàn sức khỏe liên quan tới công tác thu gom, xử lý và quản lý CTR vẫn còn đang ở trình độ thấp. Việc đổ bỏ bừa bãi CTR xuống các kênh rạch gây mất vệ sinh, đe dọa nghiêm trọng đến nguy cơ suy thoái môi trường nước mặt.

## **CÂU HỎI**

- 1. CTR là gì? Tác động của CTR đối với môi trường.**
- 2. Thế nào là chương trình quản lý CTR tổng hợp? Giải thích về thứ tự ưu tiên trong chương trình quản lý tổng hợp CTR.**
- 3. Giảm thiểu CTR là gì? Cho ví dụ.**
- 4. Tái chế CTR là gì? Lợi ích của tái chế.**
- 5. Trình bày những chương trình tái sinh tái chế (lon, thủy tinh, giấy...) của nước ta. Những chương trình này có hiệu quả không? Làm thế nào để chương trình đạt được hiệu quả tối đa?**
- 6. Nêu những ảnh hưởng do tư nhân hóa việc xây dựng và vận hành bãi chôn lấp đến các khía cạnh kinh tế và môi trường.**

## Chương 2

# NGUỒN GỐC, THÀNH PHẦN, KHỐI LƯỢNG VÀ TÍNH CHẤT CỦA CHẤT THẢI RẮN

Nguồn gốc, thành phần, tính chất cũng như dự báo tốc độ phát sinh của CTR là cơ sở quan trọng trong thiết kế, lựa chọn công nghệ xử lý và đề xuất các chương trình quản lý CTR thích hợp.

### 2.1. NGUỒN GỐC CHẤT THẢI RẮN

*Các nguồn phát sinh CTR bao gồm:*

- 1- Khu dân cư;
- 2- Khu thương mại (nhà hàng, khách sạn, siêu thị, chợ...);
- 3- Cơ quan, công sở (trường học, trung tâm và viện nghiên cứu, bệnh viện...);
- 4- Khu xây dựng và phá hủy các công trình xây dựng;
- 5- Khu công cộng (nhà ga, bến tàu, sân bay, công viên, khu vui chơi, đường phố...);
- 6- Nhà máy xử lý chất thải;
- 7- Công nghiệp;
- 8- Nông nghiệp.

Chất thải đô thị có thể xem như chất thải công cộng ngoài trừ các CTR từ quá trình sản xuất công nghiệp và nông nghiệp.

*CTR có thể phân loại bằng nhiều cách khác nhau:*

- Phân loại dựa vào nguồn gốc phát sinh như: rác thải sinh hoạt, văn phòng, thương mại, công nghiệp, đường phố, chất thải trong quá trình xây dựng hay đập phá nhà xưởng.
- Phân loại dựa vào đặc tính tự nhiên như là các chất hữu cơ, vô cơ, chất có thể cháy hoặc không có khả năng cháy.

Tuy nhiên, căn cứ vào đặc điểm chất thải có thể phân loại CTR thành ba nhóm lớn: chất thải đô thị, chất thải công nghiệp và chất thải nguy hại.

Đáng chú ý nhất trong thành phần rác thải là chất thải nguy hại, thường phát sinh từ các khu công nghiệp. Do đó, những thông tin về nguồn gốc phát sinh và đặc tính các chất thải nguy hại của các loại hình công nghiệp khác nhau là rất cần thiết. Các hiện tượng như chảy tràn, rò rỉ các loại hóa chất cần phải đặc biệt chú ý, bởi vì chi phí thu gom và xử lý các chất thải nguy hại bị chảy tràn rất tốn kém. Ví dụ, chất thải nguy hại bị hấp phụ bởi các vật liệu dễ ngâm nước như rơm rạ và dung dịch hóa chất bị thẩm vào trong đất thì phải đào bới đất để xử lý. Lúc này, các chất thải nguy hại bao gồm các thành phần chất lỏng chảy tràn, chất hấp phụ (rơm, rạ) và cả đất bị ô nhiễm.

Đối với rác thải đô thị do đặc điểm nguồn thải là nguồn phân tán nên rất khó quản lý, đặc biệt là các nơi có đất trống.

**Bảng 2.1.** Phân loại CTR theo nguồn phát sinh

Nguồn phát sinh	Loại chất thải
Hộ gia đình	Rác thực phẩm, giấy, cao su, nhựa, túi nylon, vải, da, rác vụn, gỗ, thủy tinh, lon thiếc, nhôm, kim loại, tro, lá cây; chất thải đặc biệt như pin, dầu nhớt xe, lốp xe, ruột xe, sơn thừa...
Khu thương mại	Giấy, cao su, nhựa, túi nylon, gỗ, rác thực phẩm, thủy tinh, kim loại; chất thải đặc biệt như vật dụng gia đình hư hỏng (kệ sách, đèn, tủ...), đồ điện tử hư hỏng (máy radio, tivi...), tủ lạnh, máy giặt hỏng, pin, dầu nhớt xe, sắm lốp, sơn thừa...
Công sở	Giấy, cao su, nhựa, túi nylon, gỗ, rác thực phẩm, thủy tinh, kim loại; chất thải đặc biệt như kệ sách, đèn, tủ hỏng, pin, dầu nhớt xe, sắm lốp, sơn thừa...
Xây dựng	Gỗ, thép, bê tông, đất, cát...
Khu công nghiệp	Giấy, túi nylon, lá cây...
Trạm xử lý nước thải	Bùn hóa lý, bùn sinh học

## 2.2. THÀNH PHẦN CỦA CHẤT THẢI RẮN

Thành phần của CTR là một thuật ngữ dùng để mô tả tính chất và nguồn gốc các yếu tố riêng biệt cấu thành nên dòng chất thải, thông thường được tính bằng phần trăm theo khối lượng.

Thông tin về thành phần CTR đóng vai trò rất quan trọng trong việc đánh giá và lựa chọn những thiết bị thích hợp để xử lý, các quy trình xử lý cũng như việc hoạch định các hệ thống, chương trình và kế hoạch quản lý CTR.

Thông thường trong CTR đô thị, CTR từ các khu dân cư và thương mại chiếm tỷ lệ cao nhất  $50 \div 75\%$ . Tỷ lệ của mỗi thành phần chất thải sẽ thay đổi tùy thuộc vào loại hình hoạt động: xây dựng, sửa chữa, dịch vụ đô thị cũng như công nghệ sử dụng trong xử lý nước.

Thành phần riêng biệt của CTR thay đổi theo vị trí địa lý, thời gian, mùa trong năm, điều kiện kinh tế và tùy thuộc vào thu nhập của từng quốc gia.

Ví dụ về thành phần và một số tính chất CTR của TP HCM đã được VITTEP phân tích và tính toán, trình bày trong phụ lục 2.1

### 2.2.1. Sự thay đổi thành phần chất thải rắn trong tương lai

Sự thay đổi thành phần CTR trong tương lai có ý nghĩa rất quan trọng trong việc hoạch định kế hoạch quản lý CTR, đồng thời nó cũng quyết định các dự án và chương trình quản lý cho các cơ quan quản lý (sự thay đổi các thiết bị chuyên dùng cho thu gom, vận chuyển và xử lý).

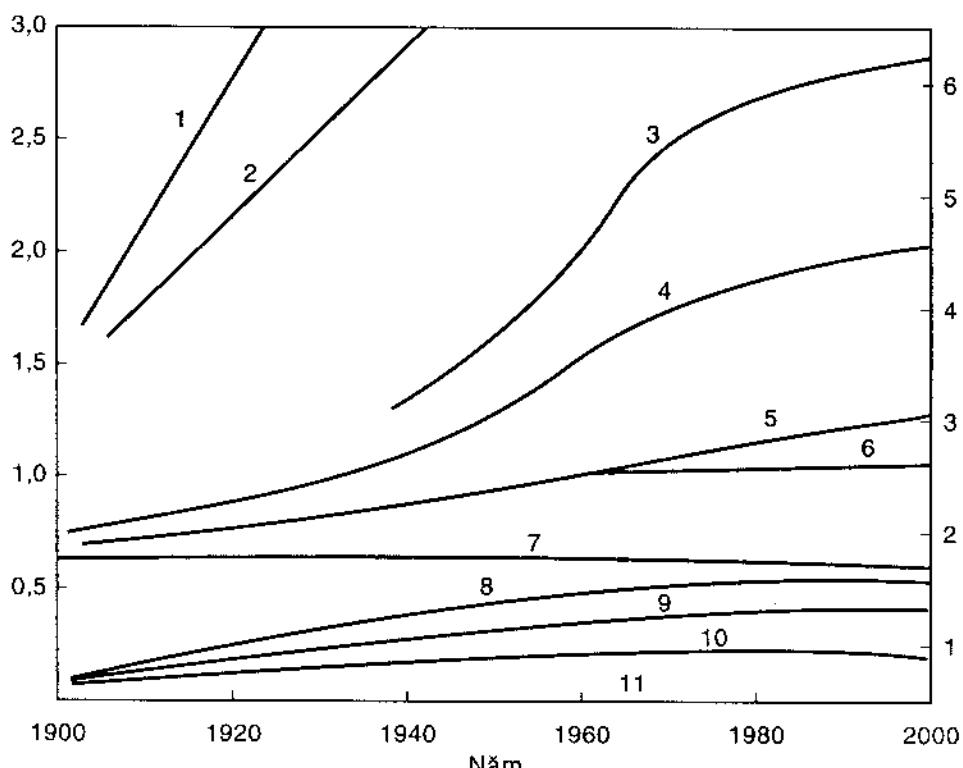
Trên thế giới, đặc biệt là tại các nước phát triển, bốn thành phần CTR có xu hướng thay đổi lớn là: thực phẩm, giấy và cao su, rác vụn, nhựa.

**Thực phẩm thừa:** Khối lượng thực phẩm thừa được thu gom đã thay đổi đáng kể qua các năm như biểu đồ hình 2.1; là kết quả của các tiến bộ kỹ thuật và các thay đổi trong quan điểm cộng đồng. Hai tiến bộ của khoa học kỹ thuật có ảnh hưởng đáng kể đến sự thay đổi khối lượng thực phẩm thừa là: i) sự phát triển của công nghiệp chế biến thực phẩm và đóng gói; ii) sử dụng máy nghiên chất thải nấu bếp. Khối lượng chất thải thực phẩm đã giảm từ 14% (đầu năm 1940) xuống còn khoảng 9% (năm 1992). Đồng thời, cộng đồng cũng đã ý thức về các vấn đề liên quan đến môi trường nhiều hơn, xu hướng sử dụng thực phẩm công nghiệp đã gia tăng đáng kể.

**Giấy và cactus:** Trong nửa thế kỷ qua, khối lượng giấy và bìa cứng trong CTR đã gia tăng nhanh chóng, từ khoảng 20% vào những năm 1940 đã tăng lên khoảng 40% vào năm 1992.

**Rác vườn:** Rác vườn trong CTR đô thị tăng đáng kể do việc đưa ra luật cấm đốt. Hiện nay, tại Mỹ, rác vườn chiếm khoảng 16 ÷ 24% khối lượng chất thải.

**Nhựa dẻo:** Thành phần nhựa dẻo trong CTR đã gia tăng trong suốt 50 năm qua. Tính từ năm 1940 đến 1992 việc sử dụng chất dẻo đã gia tăng thêm từ 7 ÷ 8% khối lượng thải và dự đoán sẽ tiếp tục tăng trong thời gian tới.



**Hình 2.1. Sự thay đổi thành phần CTR trong tương lai**

- 1- tốc độ tăng trưởng hàng năm 5%; 2- tốc độ tăng trưởng hàng năm 2%;
- 3- chất thải nguy hại; 4- CTR đô thị; 5- giấy cactus; 6- nhựa dẻo; 7- chất hữu cơ;
- 8- tro + bụi; 9- kim loại; 10- thủy tinh; 11- cao su hỗn hợp

Ở Việt Nam, với chủ trương đẩy mạnh công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước và cơ cấu chuyển dịch kinh tế từ nông nghiệp sang công nghiệp của Chính phủ, kết hợp với các nghiên cứu về sự thay đổi thành phần CTR theo thời gian của một số nước có điều kiện tương tự, cho thấy thành phần CTR đã có sự thay đổi đáng kể trong rác thải đô thị, đó là: thực phẩm thừa, giấy các loại, nylon - nhựa mềm, nhựa cứng và vải.

Chất thải thực phẩm: với quá trình công nghiệp hóa đất nước, hàng hóa công nghiệp dần thay thế các sản phẩm nông nghiệp. Vì vậy, lượng chất thải thực phẩm đã và đang giảm mạnh. Ngành công nghiệp chế biến thực phẩm là ngành có ảnh hưởng lớn nhất đến sự thay đổi lượng chất thải thực phẩm.

Giấy các loại: thành phần chất thải giấy nước ta tăng nhanh do hai nguyên nhân chính: (i) chủ trương và nhu cầu phát triển mạnh nền giáo dục, tiến đến xóa nạn mù chữ và phổ cập giáo dục trong toàn dân đã làm tăng tỷ lệ trẻ em đến trường; (ii) ngành công nghiệp đóng gói hàng hóa cho tiêu dùng và xuất khẩu phát triển mạnh cũng làm gia tăng thành phần giấy thải.

Nylon - nhựa các loại: với tốc độ và xu hướng phát triển nhanh, ngành công nghiệp đóng gói, công nghiệp sản xuất các mặt hàng nhựa đã làm gia tăng khối lượng nhựa trong CTR.

Vải: thành phần chất thải này rất khó dự đoán, tuy nhiên nó có thể sẽ tăng lên trong thời gian tới khi nhu cầu may mặc của người dân tăng cao cũng như sự đẩy mạnh xuất khẩu các mặt hàng này.

### **2.2.2. Phương pháp xác định thành phần CTR tại hiện trường**

Do thành phần của CTR không đồng nhất nên việc xác định thành phần của nó khá phức tạp. Công việc khó khăn nhất trong thiết kế và vận hành hệ thống quản lý CTR là dự đoán được thành phần của chất thải hiện tại và tương lai. Để lấy mẫu đại diện cho CTR cần nghiên cứu, thường áp dụng phương pháp một phần tư.

#### ***Trình tự tiến hành như sau***

Mẫu CTR ban đầu được lấy từ khu vực nghiên cứu có khối lượng khoảng  $100 \div 250\text{kg}$ , sau đó CTR được đổ đồng tại một nơi riêng biệt, xáo trộn đều bằng cách vun thành đống hình côn nhiều lần. Chia hình côn đã trộn đều đồng nhất làm bốn phần bằng nhau.

Lấy hai phần chéo nhau và tiếp tục trộn thành một đống hình côn mới. Tiếp tục thực hiện các thao tác trên cho đến khi đạt được mẫu thí nghiệm có khối lượng khoảng  $20 \div 30\text{kg}$ .

Mẫu CTR sẽ được phân loại thủ công. Mỗi thành phần sẽ được đặt vào một khay riêng. Sau đó, cân các khay và ghi khối lượng của các thành phần. Để thu được số liệu có độ chính xác, nên lấy mẫu nhiều lần (ít nhất hai lần).

Ví dụ về thành phần của CTR đô thị tại Mỹ được trình bày trong bảng 2.2.

**Bảng 2.2. Thành phần CTR đô thị**

STT	Thành phần	% khối lượng
<i>I</i>	<i>Chất hữu cơ</i>	
1	Thực phẩm thừa	9,0
2	Giấy	34,0
3	Giấy cacton	6,0
4	Nhựa	7,0
5	Vải vụn	2,0
6	Cao su	0,5
7	Da	0,5
8	Rác vườn	18,5
9	Gỗ	2,0
<i>II</i>	<i>Chất vô cơ</i>	
1	Thủy tinh	8,0
2	Can thiếc	6,0
3	Nhôm	0,5
4	Kim loại khác	3,0
5	Bụi, tro	3,0

*Nguồn: [1]*

## 2.3. CÁC THÀNH PHẦN TÁI SINH, TÁI CHẾ TRONG CHẤT THẢI RẮN

### 2.3.1. Lon nhôm

So với những thành phần CTR có khả năng tái chế như giấy, thủy tinh, nhựa thì nhôm là loại CTR được tái chế thành công nhất. Tái chế nhôm mang lại hiệu quả kinh tế do:

- Tiết kiệm và nguyên liệu ổn định
- Tiết kiệm năng lượng sản xuất (năng lượng sản xuất nhôm từ phế liệu nhôm ít hơn 5% so với nhôm từ quặng mỏ)
- Lon nhôm được tái chế là loại nguyên liệu đồng nhất, có thành phần xác định biết trước và hầu như không có tạp chất
- Tăng cường sức cạnh tranh kinh tế giữa các nhà máy sản xuất lon nhôm và các nhà máy sản xuất bao bì thủy tinh và kim loại.

*Nguyên tắc:* Nhôm phế thải đem tái chế không được nhiễm bẩn (bởi đất, cát, chất thải thực phẩm...), được ép và đóng thành kiện với kích thước, khối lượng theo quy định của cơ sở sản xuất (ví dụ:  $0,9 \times 1,2 \times 1,5\text{m}$ ), không chứa nước, các loại lon khác hoặc nhôm dạng lá.

### 2.3.2. Giấy và cacton

Là thành phần chiếm tỷ lệ khá cao trong các thành phần của CTR đô thị (8,63% về khối lượng) nên việc thu hồi và tái sử dụng giấy sẽ mang lại nhiều lợi ích kinh tế

nhiều: giảm thiểu tổng khối lượng CTR; giảm tác động đến rừng do hạn chế nguyên liệu gỗ và giảm năng lượng, hóa chất tiêu thụ cần thiết để sản xuất giấy.

Các loại giấy có thể tái chế bao gồm:

- 1- Giấy báo
- 2- Thùng cacton hỏng
- 3- Giấy chất lượng cao
- 4- Giấy loại hỗn hợp.

*Giấy báo:* giấy báo tẩy mực được dùng để sản xuất ấn phẩm mới, giấy vệ sinh và giấy chất lượng cao. Phần còn lại hầu như được sử dụng để sản xuất thùng cacton và các sản phẩm xây dựng (như cacton xốp, trần nhà, vách ngăn...)

*Thùng cacton:* giấy cacton là một trong những nguồn giấy phế liệu riêng biệt để tái chế. Nguồn phát sinh giấy cacton đáng kể nhất là từ siêu thị và các cửa hàng bán lẻ. Thùng cacton được ép thành kiện và chuyển đến cơ sở tái chế làm vật liệu cho lớp đáy hoặc lớp giữa của các dạng bao bì cacton.

*Giấy chất lượng cao:* gồm giấy in, giấy trắng, giấy màu từ sách (giấy viết, bản đánh máy và giấy tờ tài chính khác), giấy sách hay phần giấy phế liệu cắt xén từ sách, giấy vẽ tranh. Các loại giấy này có thể thay thế trực tiếp bột gỗ hoặc có thể tẩy mực để sản xuất giấy vệ sinh hoặc các loại giấy chất lượng khác.

*Giấy loại hỗn hợp:* gồm giấy báo, tạp chí và nhiều loại giấy khác, dùng để sản xuất thùng cacton và các sản phẩm ép khác.

### 2.3.3. Nhựa

Sản phẩm từ nhựa với đặc tính nhẹ, hình dạng phong phú, tiện sử dụng đã dần chiếm lĩnh thị trường, thay thế các sản phẩm sản xuất từ kim loại và thủy tinh. Cùng với sự gia tăng các sản phẩm tiêu dùng từ nhựa, nhựa phế thải, nylon ngày càng chiếm tỷ trọng đáng kể trong thành phần CTR đô thị (12,78% theo khối lượng). Do vậy, việc thu hồi và tái chế nhựa sẽ góp phần giảm thiểu khối lượng CTR phát sinh và tiết kiệm nguyên liệu.

Hầu hết các nhà sản xuất sản phẩm bao bì nhựa hiện nay đều ký hiệu sản phẩm của họ theo số thứ tự từ 1 đến 7, đặc trưng cho hầu hết các loại nhựa sản xuất, tạo điều kiện thuận lợi cho việc phân loại và tái chế.

**Bảng 2.3.** Phân loại, ký hiệu và nguồn sử dụng nhựa

Vật liệu	Ký hiệu	Nguồn sử dụng
Polycethylene terephthalate	1- PETE	Chai nước giải khát, bao bì thực phẩm...
High-density polyethylene	2- HDPE	Chai sữa, bình đựng xà phòng, túi xách...
Vinyl/polyvinyl chloride	3- PVC	Hộp đựng thức ăn trong gia đình, ống dẫn...
Low-density polyethylene	4- LDPE	Bao bì nylon, tấm trải bằng nhựa...
Polypropylene	5- PP	Thùng, sọt, hộp, rổ...
Polystyrene	6- PS	Ly, đĩa...
Các loại nhựa khác	7- Loại khác	Tất cả các sản phẩm nhựa khác

*Nguồn:[1].*

*Polyethylene Terephthalate (PETE)*: được tái chế đầu tiên để sản xuất các loại sợi polyeste dùng để sản xuất túi ngủ, gối chăn, quần áo mùa đông. Sau này PETE còn được sử dụng để chế tạo thảm, các sản phẩm đúc, băng chuyền, bao bì thực phẩm... Ngoài ra nhựa kỹ thuật còn dùng trong công nghiệp để sản xuất ô tô.

*High-density polyethylene (HDPE)*: đặc tính cứng, có nhiệt độ nóng chảy cao, thường dùng để sản xuất can chứa bột giặt và thùng chứa dầu nhớt (các loại thùng chứa này thường có ba lớp, lớp giữa được chế tạo bằng nguyên liệu tái chế). HDPE còn được dùng để chế tạo các loại khăn phủ, túi chứa hàng hóa, ống dẫn, thùng chứa nước và đồ chơi trẻ em.

*Vinyl/polyvinyl chloride (PVC)*: sử dụng rộng rãi làm bao bì thực phẩm, dây điện, chất cách điện, ống nước, các tấm thảm lót, đồ chơi trẻ em.

*Low-density polyethylene (LDPE)*: các bao nhựa được phân loại bằng tay, tách các tạp chất bẩn và tái chế khác. Tuy nhiên, một trong những khó khăn trong việc tái chế là do mực in trang trí trên các bao bì cũ không tương thích với màu của hạt nhựa tái chế; do đó, giải pháp thích hợp đưa ra là dùng nhựa tái chế để sản xuất các sản phẩm có màu sậm.

*Polypropylene (PP)*: phần lớn PP được sử dụng để chế tạo những đồ dùng ngoài trời, hộp thu, tường rào, sản xuất pin ô tô, nắp thùng chứa, nhãn hiệu của chai lọ...

*Polystyrene (PS)*: các sản phẩm quen thuộc của PS bao gồm: bao bì thực phẩm, đĩa, khay đựng thịt, ly uống nước, bao bì đóng gói sản phẩm, đồ dùng nhà bếp, hộp đựng yogurt...

*Các loại nhựa khác*: nhựa hỗn hợp được sử dụng để tái chế thành loại hạt nhựa, dùng để sản xuất các mặt hàng không yêu cầu khắt khe về đặc tính nhựa sử dụng như bàn ghế ngoài sân, chỗ đậu xe, hàng rào... Vì không cần phân loại riêng phế liệu nhựa nên các nhà sản xuất dễ dàng thu mua được loại phế liệu này với chi phí thấp. Tuy nhiên, các loại phế liệu PETE phải được tách riêng, vì chúng có nhiệt độ nóng chảy cao hơn các loại nhựa khác.

### 2.3.4. Thủy tinh

Các loại chai lọ đa phần được người dân bán lại cho những người thu mua phế liệu, nên CTR thủy tinh chủ yếu là mảnh vỡ. Hầu hết thủy tinh được dùng để sản xuất các loại chai lọ thủy tinh mới, một phần nhỏ dùng để chế tạo bong thủy tinh, chất cách điện bằng sợi thủy tinh, vật liệu lát đường và vật liệu xây dựng như gạch, đá lát tường, đá sàn nhà, bêtông nhẹ. Trong quá trình sản xuất, một số chất phụ gia (như cát, soda, đá vôi) được trộn thêm vào vì chúng có khả năng làm giảm nhiệt độ nóng chảy, do đó tiết kiệm được năng lượng sản xuất. Tuy nhiên, do các loại miệng chai thường bị nứt vỡ nên sẽ ảnh hưởng đến chất lượng và màu sắc của sản phẩm.

Các loại phế liệu thủy tinh không thể phân loại theo màu được dùng để sản xuất vật liệu lát đường và các vật liệu xây dựng khác. Tuy nhiên, việc tái sử dụng mảnh

chai để sản xuất vật liệu lát đường cũng gặp trở ngại vì chi phí vận chuyển và sản xuất cao. Hơn nữa, sản phẩm mới này cũng không có chất lượng cao hơn so với sản phẩm sản xuất từ nguyên liệu cổ điển.

### 2.3.5. Sắt và thép

Sắt và thép thu hồi từ CTR đô thị chủ yếu là các dạng lon thiếc và sắt phế liệu. Các lon thép hoặc bao bì thép được phân loại riêng, ép và đóng thành kiện trước khi chuyển đến các cơ sở tái chế. Các lon, vỏ hộp này đầu tiên được cắt vụn, tạo điều kiện cho quá trình tách thực phẩm thừa và giấy nhăn bằng quá trình hút chân không. Nhôm và những kim loại màu khác được phân loại bằng phương pháp từ tính.

Thép thu hồi được làm sạch tạp chất, khử thiếc bằng cách gia nhiệt trong lò nung để làm hóa hơi thiếc hoặc bằng quá trình hóa học sử dụng dung dịch NaOH và tác nhân oxi hóa. Thiếc được thu hồi từ dung dịch bằng quá trình điện phân tạo thành thiếc dạng thỏi. Thép đã khử thiếc được dùng để sản xuất thép mới.

### 2.3.6. Kim loại màu

Những phế liệu kim loại màu được thu hồi từ đồ dùng để ngoài trời, đồ dùng nhà bếp, thang xếp... từ chất thải xây dựng (dây đồng, máng nước, cửa...). Hầu như phế liệu kim loại màu đều được tái chế nếu chúng được phân loại và tách các tạp chất khác như nhựa, cao su, vải...

### 2.3.7. Cao su

Cao su được thu hồi để tái chế lốp xe, làm nhiên liệu và nhựa rải đường. Cũng như các thành phần phế liệu khác, cao su sau khi phân loại cũng được ép thành kiện để giảm thể tích trước khi chuyển đến cơ sở tái chế.

## 2.4. KHỐI LƯỢNG CHẤT THẢI RẮN

### 2.4.1. Tầm quan trọng của việc xác định khối lượng chất thải rắn

Xác định khối lượng CTR phát sinh và thu gom là một trong những điểm quan trọng của việc quản lý CTR. Những số liệu về tổng khối lượng CTR phát sinh cũng như khối lượng CTR thu hồi (để tuân hoàn) được sử dụng để:

Hoạch định hoặc đánh giá kết quả của chương trình thu hồi, tái chế, tuân hoàn vật liệu.

Thiết kế các phương tiện, thiết bị vận chuyển và xử lý CTR.

*Ví dụ:* Việc thiết kế các xe chuyên dùng để thu gom CTR đã phân loại tại nguồn phụ thuộc vào khối lượng của các thành phần chất thải riêng biệt. Kích thước của các phương tiện phụ thuộc vào khối lượng chất thải được thu gom. Tương tự, kích thước của bãi rác cũng phụ thuộc vào lượng CTR còn lại sau khi tái sinh.

### 2.4.2. Các phương pháp xác định khối lượng chất thải rắn

Các phương pháp thường được sử dụng để ước lượng khối lượng CTR:

- Phân tích khối lượng - thể tích
- Đếm tải

- Cân bằng vật chất.

Các phương pháp này không tiêu biểu cho tất cả các trường hợp mà phải áp dụng tùy theo trường hợp cụ thể.

Các đơn vị thường được sử dụng để biểu diễn khối lượng CTR:

- Khu vực dân cư và thương mại: kg/(người.ngày).
- Khu vực công nghiệp: kg/tấn sản phẩm; kg/ca.
- Khu vực nông nghiệp: kg/tấn sản phẩm thô.

### **1. Phương pháp khối lượng - thể tích**

Trong phương pháp này, khối lượng hoặc thể tích (hoặc cả khối lượng và thể tích) của CTR được xác định để tính toán khối lượng của nó. Phương pháp đo thể tích thường có độ sai số cao.

*Ví dụ:*  $1m^3$  CTR xốp (không nén) sẽ có khối lượng nhỏ hơn  $1m^3$  CTR được nén chặt trong xe thu gom, và khối lượng cũng khác so với CTR được nén rất chặt ở bãi chôn lấp. Vì vậy, nếu đo bằng thể tích thì kết quả phải được báo cáo kèm theo mức độ nén của chất thải hay khối lượng riêng của nó ở điều kiện nghiên cứu.

Lượng CTR nên được biểu diễn bằng phương pháp cân khối lượng. Khối lượng là cơ sở nghiên cứu chính xác nhất bởi vì trọng tải của xe chở rác có thể cân trực tiếp với bất kỳ mức độ nén chặt nào của CTR. Những số liệu về khối lượng rất cần thiết trong tính toán vận chuyển bởi vì khối lượng CTR vận chuyển bị hạn chế bởi tải trọng cho phép của trục lộ giao thông. Mặt khác, phương pháp xác định cả thể tích và khối lượng cũng rất quan trọng trong tính toán thiết kế công suất bãi chôn lấp, các số liệu được thu thập trong khoảng thời gian dài bằng cách cân và đo thể tích xe thu gom.

### **2. Phương pháp đếm tải**

Trong phương pháp này, số lượng xe thu gom, đặc điểm và tính chất của chất thải tương ứng (loại chất thải, thể tích ước lượng) được ghi nhận trong suốt một thời gian dài. Khối lượng chất thải phát sinh trong thời gian khảo sát (gọi là *khối lượng đơn vị*) sẽ được tính toán bằng cách sử dụng các số liệu thu thập tại khu vực nghiên cứu và các số liệu đã biết trước.

### **3. Phương pháp cân bằng vật chất**

Dây là phương pháp cho kết quả chính xác nhất, áp dụng cho từng nguồn phát sinh riêng lẻ như các hộ dân cư, nhà máy, cũng như cho khu công nghiệp và khu thương mại. Phương pháp này sẽ cho những dữ liệu đáng tin cậy cho chương trình quản lý CTR. Các bước thực hiện như sau:

*Bước 1:* Hình thành một hộp giới hạn nghiên cứu. Đây là một bước quan trọng bởi vì trong nhiều trường hợp, khi lựa chọn giới hạn hệ thống phát sinh CTR thích hợp sẽ đưa đến cách tính toán đơn giản.

*Bước 2:* Nhận diện tất cả các hoạt động phát sinh CTR xảy ra bên trong hệ thống nghiên cứu.

*Bước 3:* Xác định tốc độ phát sinh CTR liên quan đến các hoạt động nhận diện ở bước 2.

*Bước 4:* Sử dụng các mối quan hệ toán học để xác định CTR phát sinh, thu gom và lưu trữ.

Phương trình cân bằng khối lượng vật chất được biểu hiện bằng các công thức.

- Dạng tổng quát

$$\frac{\text{Khối lượng}}{\text{vật chất tích}} = \frac{\text{Khối lượng vật chất}}{\text{đi vào hệ thống}} - \frac{\text{Khối lượng vật}}{\text{chất đi ra khỏi hệ}} - \frac{\text{Khối lượng chất}}{\text{thải phát sinh}} \\ \text{lũy} \text{ bên trong} \quad = \quad \text{(nguyên + nhiên} \quad - \quad \text{(sản phẩm} \quad - \quad \text{(CTR + khí thải} \\ \text{hệ thống} \quad \quad \text{liệu đầu vào)} \quad \quad \text{vật liệu đầu ra)} \quad \quad \quad + \text{nước thải)}$$

- Dạng đơn giản

$$\text{Tích lũy} = \text{vào} - \text{ra} - \text{chất thải}$$

- Biểu diễn dưới dạng toán học

$$\frac{dM}{dt} = \sum M_{\text{vào}} - \sum M_{\text{ra}} (\mp) r_w$$

trong đó:

$\frac{dM}{dt}$  - tốc độ tích lũy vật chất bên trong hệ thống nghiên cứu (kg/ngày, tấn/ngày)

$\sum M_{\text{vào}}$  - tổng lượng vật liệu đi vào hệ thống nghiên cứu (kg/ngày)

$\sum M_{\text{ra}}$  - tổng lượng vật liệu đi ra hệ thống nghiên cứu (kg/ngày)

$r_w$  - tốc độ phát sinh chất thải (kg/ngày).

Trong một số quá trình chuyển hóa sinh học, ví dụ: quá trình sản xuất phân Compost, khối lượng của chất hữu cơ sẽ giảm xuống, nên số hạng  $r_w$  sẽ là giá trị âm. Khi viết phương trình cân bằng khối lượng thì tốc độ phát sinh luôn luôn được viết là số hạng dương.

Trong thực tế, khi áp dụng phương trình cân bằng vật chất khó khăn gấp phải là việc xác định tất cả các khối lượng vật liệu vào và ra của hệ thống nghiên cứu.

**Ví dụ 2.1.** Ước tính lượng chất thải phát sinh bình quân trên đầu người từ khu dân cư theo các dữ liệu sau:

- Khu dân cư gồm 1.500 hộ dân
- Mỗi hộ dân gồm 6 nhân khẩu
- Thời gian tiến hành giám sát là 7 ngày
- Tổng số xe ép rác: 9 xe
- Thể tích một xe ép rác:  $15m^3$
- Tổng số xe đẩy tay: 20 xe
- Thể tích xe đẩy tay:  $0,75m^3$
- Biết rằng khối lượng riêng của rác trên xe ép rác là  $300kg/m^3$  và xe đẩy tay là  $100kg/m^3$ .

*Giải:*

Xác định lượng CTR thu gom trong 1 tuần tại khu dân cư

Phương tiện	Thể tích ( $m^3$ )	Khối lượng riêng ( $kg/m^3$ )	Khối lượng (kg)
Xe ép rác	15	300	40.500
Xe đẩy tay	0,75	100	1.500
Tổng số, kg/tuần			42.000

Xác định lượng rác phát sinh tính trên đầu người:

$$\frac{42.000\text{kg/tuần}}{1.500 \times 6 \times 7\text{ngày/tuần}} = 0,67\text{ kg/(người.ngày)}$$

**Ví dụ 2.2.** Ước tính lượng chất thải phát sinh dựa vào cân bằng vật chất:

Một nhà máy chế biến đồ hộp nhập 12 tấn nguyên liệu thô để sản xuất, 5 tấn can để chứa các sản phẩm, 0,5 tấn giấy cacton để làm thùng chứa các sản phẩm và 0,3 tấn các loại nguyên liệu khác.

Trong số 12 tấn nguyên liệu thô thì lượng sản phẩm được chế biến là 10 tấn; 1,2 tấn phế thải được sử dụng làm thức ăn gia súc và 0,8 tấn được thải bỏ vào hệ thống xử lý nước thải.

Trong số 5 tấn can được nhập vào nhà máy thì 4 tấn được lưu trữ trong kho để sử dụng, phần còn lại được sử dụng để đóng hộp; trong số can được sử dụng có 3% bị hỏng và được tách riêng để tái chế.

Lượng giấy cacton nhập vào nhà máy được sử dụng hết, trong số đó có 5% bị hỏng và được tách riêng để tái chế.

Trong số các loại nguyên liệu khác được nhập vào nhà máy thì 25% được lưu trữ và sử dụng trong tương lai; 25% thải bỏ như CTR, 50% còn lại là hỗn hợp các loại chất thải và trong số đó có 35% được dùng để tái chế, phần còn lại được xem như CTR thải bỏ.

Thiết lập sơ đồ cân bằng vật liệu dựa vào các dữ kiện trên.

Xác định lượng chất thải phát sinh khi sản xuất 1 tấn sản phẩm.

*Giải:*

1- Đầu vào của nhà máy sản xuất đồ hộp gồm:

- 12 tấn nguyên liệu thô
- 5 tấn can
- 0,5 tấn giấy cacton
- 0,3 tấn các loại nguyên liệu khác.

2- Các dòng luân chuyển trong quá trình sản xuất

a) 10 tấn sản phẩm được sản xuất; 1,2 tấn được làm thức ăn gia súc; 0,8 tấn được thải vào hệ thống xử lý nước thải.

b) 4 tấn can được lưu trữ trong kho; 1 tấn được sử dụng để đóng hộp; 3% trong số được sử dụng bị hỏng và được dùng để tái chế.

c) 0,5 tấn cacton được sử dụng và 5% trong số được sử dụng bị hỏng và đem đi tái chế.

d) 25% các loại nguyên liệu khác được lưu trữ; 25% thải bỏ như là CTR; 50% còn lại là hỗn hợp các loại chất thải và trong số đó thì 35% được dùng để tái chế, phần còn lại được xem như CTR đem đi thải bỏ.

### 3- Xác định số lượng các dòng vật chất

#### a) Chất thải phát sinh từ nguyên liệu thô

- Chất thải được sử dụng làm thức ăn gia súc: 1,2 tấn
- Chất thải đưa vào hệ thống xử lý nước thải:  $12 - 10 - 1,2 = 0,8$  tấn

#### b) Can

- Can bị hỏng và sử dụng để tái chế:  $0,03 (5 - 4) = 0,03$  tấn
- Sử dụng để đóng hộp:  $1 - 0,03 = 0,97$  tấn

#### c) Giấy cacton

- Giấy bị hư hỏng và sử dụng để tái chế:  $0,05 \times 0,5 = 0,025$  tấn
- Giấy được sử dụng để đóng thùng:  $0,5 - 0,025 = 0,475$  tấn

#### d) Các loại vật liệu khác

- Số lượng lưu trữ:  $0,25 \times 0,3 = 0,075$  tấn
- Giấy được tái chế:  $0,5 \times 0,35 \times 0,3 = 0,053$  tấn
- Hỗn hợp chất thải:  $(0,3 - 0,075 - 0,053) = 0,172$  tấn
- e) Tổng khối lượng sản phẩm:  $10 + 0,97 + 0,475 = 11,445$  tấn
- f) Tổng khối lượng vật liệu lưu trữ:  $4 + 0,075 = 4,075$  tấn

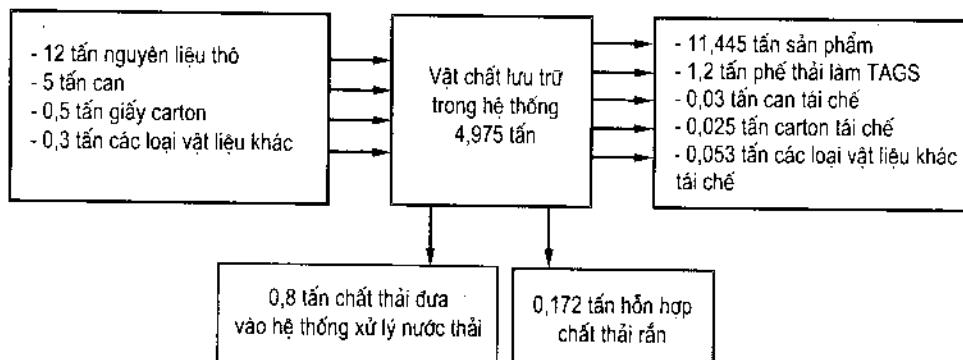
### 4- Chuẩn bị bằng cân bằng vật liệu

#### a) Tổng khối lượng các vật liệu lưu trữ = vật liệu vào – vật liệu ra – chất thải phát sinh

#### b) Cân bằng vật liệu

- Vật liệu lưu trữ =  $(4 + 0,075)$  tấn = 4,075 tấn
- Vật liệu đầu vào =  $(12 + 5,0 + 0,5 + 0,3)$  tấn = 17,8 tấn
- Vật liệu đầu ra =  $(10 + 1,2 + 0,97 + 0,03 + 0,475 + 0,025 + 0,053) = 12,753$  tấn
- Chất thải phát sinh =  $(0,8 + 0,172)$  tấn = 0,972 tấn
- Kiểm tra cân bằng vật chất:  $17,8 - 12,753 - 0,972 = 4,075$

#### c) Thiết lập sơ đồ cân bằng vật liệu



### 5- Xác định lượng chất thải phát sinh khi sản xuất 1 tấn sản phẩm

- a) Vật liệu tái chế =  $(1,2 + 0,03 + 0,025 + 0,053) \text{ tấn} / 11,445 \text{ tấn sản phẩm}$   
= 0,11 (tấn vật liệu tái chế/tấn sản phẩm)
- b) Hỗn hợp CTR phát sinh =  $(0,8 + 0,172) \text{ tấn CTR} / 11,445 \text{ tấn sản phẩm}$   
= 0,08 (tấn CTR/tấn sản phẩm)

## 2.5. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN KHỐI LƯỢNG CHẤT THẢI RĂN

Các yếu tố ảnh hưởng đến khối lượng CTR bao gồm:

- Các hoạt động giảm thiểu tại nguồn và tái sinh.
- Luật pháp và thái độ chấp hành luật pháp của người dân.
- Các yếu tố địa lý tự nhiên và các yếu tố khác.

### 2.5.1. Ảnh hưởng của các hoạt động giảm thiểu tại nguồn và tái sinh

Giảm thiểu tại nguồn đóng vai trò vô cùng quan trọng trong quản lý CTR, vì giảm thiểu tại nguồn đồng nghĩa với giảm thiểu một lượng đáng kể CTR. Trong sản xuất, giảm thiểu CTR được thực hiện xuyên suốt từ khâu thiết kế, sản xuất và đóng gói sản phẩm nhằm giảm đến mức tối thiểu việc sử dụng hóa chất độc hại, nguyên liệu đầu vào cũng như tạo ra sản phẩm có thời gian sử dụng lâu hơn.

Giảm thiểu tại nguồn có thể thực hiện tại các hộ gia đình, khu thương mại hay khu công nghiệp, thông qua khuynh hướng mua một cách chọn lọc và tái sử dụng sản phẩm - vật liệu. Hiện nay, giảm thiểu chất thải tại nguồn chưa được thực hiện một cách đồng bộ và nghiêm ngặt, nên khó có thể kết luận chính xác được ảnh hưởng thực sự của chương trình này đến tổng lượng chất thải sinh ra. Tuy nhiên, giảm thiểu chất thải tại nguồn sẽ trở thành yếu tố quan trọng trong việc giảm khối lượng chất thải trong tương lai.

Sau đây là một vài cách có thể áp dụng nhằm mục đích làm giảm CTR tại nguồn:

- Giảm phần bao bì không cần thiết hay thừa
  - Phát triển và sử dụng các sản phẩm bền, sản phẩm có khả năng phục hồi cao hơn
  - Thay thế các sản phẩm chỉ sử dụng một lần bằng các sản phẩm có thể tái sử dụng (ví dụ các loại dao, nĩa, đĩa có thể tái sử dụng, các loại thùng chứa có thể sử dụng lại...)
  - Sử dụng tiết kiệm nguyên liệu (ví dụ: giấy photocopy hai mặt)
  - Gia tăng các sản phẩm sử dụng vật liệu tái sinh
  - Phát triển các chính sách khuyến khích các nhà sản xuất giảm thiểu chất thải.
- Chương trình tái chế thích hợp, hiệu quả cho phép giảm đáng kể lượng CTR.

### 2.5.2. Ảnh hưởng của luật pháp và thái độ của công chúng

*Thái độ, quan điểm của quần chúng.* Khối lượng CTR phát sinh sẽ giảm đáng kể nếu người dân bằng lòng và sẵn sàng thay đổi ý muốn cá nhân, tập quán và cách sống của họ để duy trì và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên; đồng thời giảm gánh nặng kinh tế. Điều này có ý nghĩa quan trọng trong công tác quản lý CTR. Chương trình giáo dục thường xuyên là cơ sở để dẫn đến sự thay đổi thái độ của công chúng.

*Luật pháp.* Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự phát sinh khối lượng CTR là việc ban hành các luật lệ, quy định liên quan đến việc sử dụng các vật liệu và đồ bẩn phế thải... Ví dụ: quy định về các loại vật liệu làm thùng chứa và bao bì... Chính những quy định này khuyến khích việc mua và sử dụng lại các loại chai, lọ chứa...

### 2.5.3. Ảnh hưởng của các yếu tố địa lý, tự nhiên và các yếu tố khác

Các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng đến CTR bao gồm:

#### 1. Vị trí địa lý

Vị trí địa lý không những ảnh hưởng đến khối lượng chất thải phát sinh, mà còn đến thời gian phát sinh chất thải. Ví dụ: tốc độ phát sinh rác vường không giống nhau ở những vùng có khí hậu khác nhau. Miền Nam nước ta có khí hậu ẩm áp và mùa nắng dài hơn so với miền Bắc, khối lượng và thời gian phát sinh rác vường thường nhiều hơn.

#### 2. Thời tiết

Khối lượng phát sinh CTR phụ thuộc rất nhiều vào thời tiết. Ví dụ: vào mùa hè (ở các nước ôn đới) CTR là thực phẩm thừa chứa nhiều rau và trái cây.

Ngoài ra, khối lượng chất thải thu gom và cần xử lý còn phụ thuộc vào:

#### 3. Tần suất thu gom chất thải

Càng có nhiều dịch vụ thu gom, càng nhiều CTR được thu gom, nhưng điều đó không có nghĩa là tốc độ phát sinh CTR cũng tăng theo.

#### 4. Đặc điểm của khu vực phục vụ

Tính đặc thù của khu vực phục vụ ảnh hưởng nhiều đến tốc độ phát sinh CTR trong khu vực. Ví dụ: tốc độ phát sinh chất thải tính theo đầu người ở khu vực người giàu thường nhiều hơn so với khu vực người nghèo.

Riêng rác vường, ngoài các yếu tố nêu trên, tốc độ phát thải còn phụ thuộc diện tích đất và tần suất thay đổi cảnh quan khu vực.

### 2.5.4. Các phương pháp dự báo khối lượng CTR phát sinh trong tương lai

Dự báo khối lượng rác phát sinh trong tương lai là vấn đề cần thiết và quan trọng để có kế hoạch đầu tư cho việc thu gom, vận chuyển rác một cách hiệu quả và hợp lý.

Khối lượng rác thải phát sinh trong tương lai của một khu vực được dự báo dựa trên 3 căn cứ sau:

- Số dân và tỷ lệ tăng dân số
- Tỷ lệ phần trăm (%) dân cư được phục vụ
- Khối lượng rác thải bình quân đầu người theo mức thu nhập

#### 1. Dự báo theo số dân và tỷ lệ tăng dân số

Theo cách này, căn cứ theo dân số của khu vực nghiên cứu hiện tại, kết hợp với mô hình toán học để dự báo dân số trong những năm tiếp theo. Từ đó có thể tính được tổng lượng rác thải phát sinh hiện tại cũng như trong tương lai của khu vực. Ngoài số dân đăng kí chính thức, trong quá trình tính toán cũng cần phải quan tâm đến số dân không đăng kí và lượng khách vãng lai.

Công thức toán được dùng để dự báo dân số là công thức Euler cải tiến, được biểu diễn như sau:

$$N_{i+1}^* = N_i + r \cdot N_i \cdot \Delta t$$

$$N_{i+\frac{1}{2}} = \frac{N_{i+1}^* + N_i}{2}$$

$$N_{i+1} = N_i + r \cdot N_{i+\frac{1}{2}} \cdot \Delta t$$

trong đó:

$N_i$  - số dân ban đầu (người)

$N_{i+1}^*$  - số dân sau một năm (người)

$N_{i+\frac{1}{2}}$  - số dân sau nửa năm (người)

$r$  - tốc độ tăng trưởng (%/năm)

$\Delta t$  - thời gian (năm)

**Ví dụ 2.3.** Dự báo lượng rác cho TP Hồ Chí Minh, cho rằng thành phố có khoảng trên một triệu người không đăng ký chính thức. Còn dân số được dự báo theo số liệu điều tra và tỷ lệ tăng: từ 2000 ÷ 2005 là 3,25%/năm, từ 2006 ÷ 2013 là 2,85%/năm. Kết quả tính toán bằng mô hình Euler cải tiến trình bày trong bảng 2.4.

**Bảng 2.4.** Dân số dự đoán của TP HCM đến năm 2013

Năm	Số dân đăng ký (triệu người)	Số dân không đăng ký (triệu người)	Tổng cộng (triệu người)
2000	5,20	1,57	6,77
2001	5,37	1,59	6,96
2002	5,55	1,61	7,16
2003	5,71	1,64	7,35
2004	5,90	1,66	7,57
2005	6,09	1,68	7,78
2006	6,25	1,71	7,97
2007	6,42	1,74	8,16
2008	6,64	1,76	8,41
2009	6,81	1,79	8,61
2010	6,99	1,81	8,81
2011	7,18	1,84	9,02
2012	7,36	1,87	9,24
2013	7,67	1,90	9,57

Các kết quả nghiên cứu trên thế giới cho thấy, khối lượng rác thải đô thị và mức thu nhập bình quân có sự liên quan tương đối chặt chẽ và được trình bày trong bảng 2.5.

**Bảng 2.5. Sự tương quan giữa khối lượng CTR và mức thu nhập bình quân**

Mức thu nhập	Trung bình GDP/người/năm (USD)	Trung bình rác thải (kg/người/ngày)	Số nước trong nhóm
Thấp	360	0,53	51
Trung bình thấp	1590	0,63	39
Trung bình cao	4640	0,71	16
Cao	23420	1,20	24
Trung bình toàn thế giới	4470	0,67	120

*Nguồn: Công ty Tư vấn NORCONSULT*

Theo thống kê, thu nhập trên đầu người hiện nay tại Thành phố Hồ Chí Minh vào khoảng 1.300USD (năm 2000). Dựa vào bảng trên, khối lượng CTR tương ứng do một người thải ra trung bình trong một ngày là 0,63kg/người/ngày. Triển vọng phát triển kinh tế của Thành phố Hồ Chí Minh dự báo có thể đạt mức tăng trưởng từ 10 ÷ 12%/năm, mức thu nhập trên đầu người của thành phố dự đoán có thể đạt trên 4.000USD vào năm 2013, tương ứng với mức thải bỏ CTR là 0,71kg/người/ngày.

**Bảng 2.6. Khối lượng rác thải phát sinh căn cứ trên dân số và lượng rác thải bình quân đầu người theo thu nhập**

Năm	Tổng cộng (tr. người)	Khối lượng bình quân đầu người (kg/người.ngày)	Tổng khối lượng rác (tấn/năm)*
2000	6,77	0,617	4177,09
2001	6,96	0,625	4350
2002	7,16	0,632	4525,12
2003	7,35	0,640	4704
2004	7,57	0,647	4897,79
2005	7,78	0,655	5095,9
2006	7,97	0,662	5276,14
2007	8,16	0,670	5467,2
2008	8,41	0,677	5693,57
2009	8,61	0,685	5897,85
2010	8,81	0,692	6096,52
2011	9,02	0,700	6314
2012	9,24	0,707	6532,68
2013	9,57	0,715	6842,55

Với toàn bộ những dữ liệu trên, có thể dự đoán khối lượng CTR của TP đến năm 2013 với số dân tương ứng trong bảng 2.4, ta có bảng kết quả khối lượng dự báo trong bảng 2.6.

## **2. Phương pháp dự báo khối lượng thải dựa trên dân số được phục vụ**

Với phương pháp này, căn cứ trên % dân số đang được phục vụ bởi dịch vụ thu gom rác hiện tại và tổng lượng rác thải thu gom được, ta có thể tính toán tổng lượng rác thải trong 5, 10, hoặc 15, 20 năm nữa của khu vực, dựa trên mục tiêu đã đề ra của khu vực đó về % số dân được phục vụ dịch vụ này cho mốc thời gian tương ứng.

**Ví dụ 2.4.** Tại TP. HCM, theo thống kê hiện nay xấp xỉ 80% tổng số dân được phục vụ lấy rác. Mục tiêu trong những năm tới là sẽ đảm bảo thu gom 90% khối lượng rác (hay tỷ lệ số dân được nhận dịch vụ thu gom rác là 90%). Như vậy, kết hợp với tải lượng thải bình quân đầu người của thành phố, ta có thể tính được tổng khối lượng rác phát sinh đến năm 2013 của thành phố như sau:

**Bảng 2.7. Dự báo khối lượng CTR phát sinh ở TP. HCM**

Năm	Dân số hưởng dịch vụ (người)	Trung bình rác thải (kg/người/ngày)	Khối lượng (tấn/ngày)
2000	5.076.992 (75%)	0,617	3135
2001	5.223.393 (75%)	0,625	3265
2002	5.374.308 (75%)	0,632	3399
2003	5 882 400 (80%)	0,640	3765
2004	6 502 940 (80%)	0,647	3919
2005	6.228.753 (80%)	0,655	4080
2006	6.375.856 (80%)	0,662	4224
2007	6.526.560 (80%)	0,670	4373
2008	7.148.500 (85%)	0,677	4843
2009	7.317.867 (85%)	0,685	5013
2010	7.491.391 (85%)	0,692	5188
2011	7.669.175 (85%)	0,700	5368
2012	7.851.327 (85%)	0,707	5555
2013	8.613.000 (90%)	0,715	6158

Như vậy, kết quả có sự sai lệch giữa 2 phương pháp tính, do trên thực tế, các số liệu về dân số không mang tính chính xác tuyệt đối. Nhưng việc dự báo mang tính ước lượng như trên mang một ý nghĩa vô cùng quan trọng cho các kế hoạch và chương trình quản lý và xử lý CTR.

## 2.6. TÍNH CHẤT CỦA CHẤT THẢI RẮN

### 2.6.1. Tính chất vật lý của chất thải rắn

Những tính chất vật lý quan trọng nhất của CTR đô thị là khối lượng riêng, độ ẩm, kích thước, cấp phối hạt, khả năng giữ ẩm thực tế và độ xốp của CTR. Trong đó, khối lượng riêng và độ ẩm là hai tính chất được quan tâm nhất trong công tác quản lý CTR đô thị.

#### 1. Khối lượng riêng

Khối lượng riêng được hiểu là khối lượng CTR trên một đơn vị thể tích ( $kg/m^3$ ). Khối lượng riêng của CTR thay đổi tùy thuộc vào trạng thái của chúng như: xốp, chứa trong các thùng chứa (container), không nén, nén... Khi báo cáo dữ liệu về khối lượng hay thể tích CTR, phải chú thích trạng thái của các mẫu rác một cách rõ ràng vì *khối lượng riêng được sử dụng để ước lượng tổng khối lượng và thể tích rác cần phải quản lý*.

Khối lượng riêng thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: Vị trí địa lý, mùa trong năm, thời gian lưu giữ chất thải. Do đó, cần phải thận trọng khi lựa chọn giá trị thiết kế. Khối lượng riêng của chất thải đô thị dao động trong khoảng  $180 \div 400 kg/m^3$ , điển hình khoảng  $300 kg/m^3$ .

#### *Phương pháp xác định khối lượng riêng của CTR:*

Mẫu CTR dùng để xác định khối lượng riêng có thể tích khoảng 500 lít sau khi xáo trộn đều bằng kỹ thuật “*một phần tư*”. Các bước tiến hành như sau:

1. Đổ nhẹ mẫu CTR vào thùng thí nghiệm có thể tích đã biết (tốt nhất là thùng có thể tích 100 lít) cho đến khi chất thải đầy đến miệng thùng.
2. Nâng thùng lên cách mặt sàn khoảng 30cm và thả rơi tự do xuống 4 lần.
3. Đổ nhẹ mẫu CTR vào thùng thí nghiệm để bù vào phần chất thải đã nén xuống.
4. Cân và ghi khối lượng của cả vỏ thùng thí nghiệm và CTR.
5. Trừ khối lượng cân được ở trên cho khối lượng của vỏ thùng thí nghiệm ta được khối lượng của CTR thí nghiệm.
6. Chia khối lượng CTR cho thể tích của thùng thí nghiệm ta được khối lượng riêng của CTR.
7. Lặp lại thí nghiệm ít nhất 2 lần và lấy giá trị trung bình.

#### 2. Độ ẩm

Độ ẩm của CTR được xác định bằng một trong hai phương pháp sau: Phương pháp khối lượng ướt và phương pháp khối lượng khô của CTR.

- Theo phương pháp khối lượng ướt: độ ẩm tính theo khối lượng ướt của vật liệu là khối lượng nước có trong 100 kg rác ướt.
- Theo phương pháp khối lượng khô: độ ẩm tính theo khối lượng khô của vật liệu là phần trăm khối lượng nước có trong 100 kg rác khô.

**Bảng 2.8.** Độ ẩm của các thành phần trong CTR đô thị

STT	Thành phần	Độ ẩm (% khối lượng)
I	<i>Chất hữu cơ</i>	
1	Thực phẩm thừa	70
2	Giấy	6
3	Giấy cacton	5
4	Nhựa	2
5	Vải vụn	10
6	Cao su	2
7	Da	10
8	Rác vườn	60
9	Gỗ	20
II	<i>Chất vô cơ</i>	
1	Thủy tinh	2
2	Can thiếc	3
3	Nhôm	2
4	Kim loại khác	3
5	Bụi, tro	8

Nguồn: [1]

Phương pháp khối lượng ướt được sử dụng phổ biến trong lĩnh vực quản lý CTR. Độ ẩm theo phương pháp khối lượng ướt được tính như sau:

$$a = \frac{w - d}{w} \times 100 \quad (2.1)$$

trong đó:

a - độ ẩm, % khối lượng

w - khối lượng mẫu ban đầu, kg

d - khối lượng mẫu sau khi sấy khô ở 105°C, kg

**Bảng 2.9.** % khối lượng ướt trong chất thải sinh hoạt tại TP. Hồ Chí Minh

STT	Thành phần	% Khối lượng ướt
1	Chất hữu cơ dễ phân hủy	62,24
2	Giấy các loại	0,59
3	Túi xách, que tre, giẻ rách	4,25
4	Nhựa, cao su, da	0,46
5	Vỏ sò, ốc	0,50
6	Thủy tinh	0,02
7	Đá sỏi, sành sứ	16,40
8	Kim loại	0,27
9	Tập chất đường kính 10 mm trở xuống	15,27
	<i>Tổng cộng</i>	100,00

Nguồn: Công ty Dịch vụ Môi trường đô thị TP. Hồ Chí Minh

**Ví dụ 2.5.** Ước tính độ ẩm (%) của CTR từ khu đô thị khi biết thành phần khối lượng và độ ẩm trong bảng 2.9.

**Giải**

1. Thiết lập bảng tính dựa vào dữ liệu và công thức 2.1:

2. Xác định độ ẩm của chất thải sử dụng công thức 2.1:

Thành phần	% khối lượng	Độ ẩm, (% khối lượng)	Khối lượng khô (kg)
<i>Chất hữu cơ</i>			
Thực phẩm thừa	9,0	70	2,7
Giấy	34,0	6	32,0
Giấy cacton	6,0	5	5,7
Nhựa	7,0	2	6,9
Vải vụn	2,0	10	1,8
Cao su	0,5	2	0,5
Da	0,5	10	0,4
<i>Chất thải trong vườn</i>	18,5	60	7,4
Gỗ	2,0	20	1,6
<i>Chất vô cơ</i>			
Thủy tinh	8,0	2	7,8
Can thiếc	6,0	3	5,8
Nhôm	0,5	2	0,5
Kim loại khác	3,0	3	2,9
Bụi, tro	3,0	8	2,8
<i>Tổng cộng</i>	100,0		78,8

$$\text{Độ ẩm của mẫu CTR}(\%) = \frac{100 - 78,8}{100} \times 100 = 21,2\%$$

**3. Kích thước hạt**

Kích thước và cấp phối hạt của các thành phần trong CTR đóng vai trò rất quan trọng trong việc tính toán và thiết kế các phương tiện cơ khí trong thu hồi vật liệu, đặc biệt là sàng lọc phân loại CTR bằng máy hoặc bằng phương pháp tách. Kích thước của từng thành phần CTR có thể xác định bằng một hoặc nhiều phương pháp như sau:

$$S_c = l \quad (2.2)$$

$$S_c = \frac{l+w}{2} \quad (2.3)$$

$$S_c = \frac{l+w+h}{3} \quad (2.4)$$

$$S_c = (l \times w)^{1/2} \quad (2.5)$$

$$S_c = (l \times w \times h)^{1/3} \quad (2.6)$$

trong đó:

$S_c$  - kích thước trung bình của các thành phần

$l$  - chiều dài, mm

$w$  - chiều rộng, mm

$h$  - chiều cao, mm.

Khi sử dụng các phương pháp khác nhau thì kết quả sẽ có sự sai lệch. Do đó, tùy thuộc vào hình dáng, kích thước của CTR mà ta chọn phương pháp đo lường cho phù hợp. Ví dụ: Người ta thường tính toán kích thước cấp phối hạt của lon nhôm, lon thiếc, thủy tinh theo phương trình (2.5).

#### 4. Khả năng giữ nước thực tế

Khả năng giữ nước thực tế của CTR là toàn bộ khối lượng nước có thể giữ lại trong mẫu chất thải dưới tác dụng của trọng lực. Khả năng giữ nước của CTR là một chỉ tiêu quan trọng trong việc tính toán, xác định lượng nước rò rỉ từ bãi rác. Nước đi vào mẫu CTR vượt quá khả năng giữ nước sẽ thoát ra tạo thành nước rò rỉ. Khả năng giữ nước thực tế thay đổi tùy vào lực nén và trạng thái phân hủy của CTR. Khả năng giữ nước của hỗn hợp CTR (không nén) từ các khu dân cư và thương mại dao động trong khoảng 50 ÷ 60%.

#### 5. Độ thấm (tính thấm) của chất thải rắn đã được nén

Tính dẫn nước của CTR đã được nén là một tính chất vật lý quan trọng, chi phối và điều khiển sự di chuyển của các chất lỏng (nước rò rỉ, nước ngầm, nước thấm) và chất khí bên trong bãi rác. Hệ số thấm được tính như sau:

$$K = Cd^2 \frac{\gamma}{\mu} = k \frac{\gamma}{\mu} \quad (2.7)$$

trong đó:

$K$  - hệ số thấm,  $m^2/s$

$C$  - hằng số không thứ nguyên

$d$  - kích thước trung bình của các lỗ rỗng trong rác, m

$\gamma$  - trọng lượng riêng của nước,  $kg.m/s^2$

$\mu$  - độ nhớt động học của nước, Pa.s

$k$  - độ thấm riêng,  $m^2$ .

Độ thấm riêng  $k = Cd^2$  phụ thuộc chủ yếu vào tính chất của CTR bao gồm: sự phân bố kích thước các lỗ rỗng, bề mặt riêng, tính góc cạnh, độ rỗng. Giá trị điển hình cho độ thấm riêng đối với CTR được nén trong bãi rác nằm trong khoảng  $10^{-11} \div 10^{-12} m^2/s$  theo phương đứng và khoảng  $10^{-10} m^2/s$  theo phương ngang.

## **2.6.2. Tính chất hóa học của chất thải rắn**

Các thông tin về thành phần hóa học các vật chất cấu tạo nên CTR đóng vai trò rất quan trọng trong việc đánh giá, lựa chọn phương pháp xử lý và tái sinh chất thải. Ví dụ: khả năng đốt cháy CTR tùy thuộc vào thành phần hóa học của nó. Nếu CTR được sử dụng làm nhiên liệu cho quá trình đốt thì 4 tiêu chí phân tích hóa học quan trọng nhất là:

- Phân tích gần đúng - sơ bộ (xác định sơ bộ hàm lượng chất hữu cơ)
- Điểm nóng chảy của tro.
- Phân tích thành phần nguyên tố CTR
- Nhiệt trị của CTR.

### **1- Phân tích gần đúng - sơ bộ**

Phân tích gần đúng - sơ bộ đối với các thành phần có thể cháy được trong CTR bao gồm các thí nghiệm sau:

- Độ ẩm (lượng nước mất đi sau khi sấy ở  $105^{\circ}\text{C}$  trong 1 giờ)
- Chất dễ bay hơi (khối lượng bị mất khi đem mẫu CTR đã sấy ở  $105^{\circ}\text{C}$  trong 1 giờ nung ở nhiệt độ  $550^{\circ}\text{C}$  trong lò kín)
- Cacbon cố định: là lượng cacbon còn lại sau khi đã loại các chất vô cơ khác không phải là cacbon trong tro khi nung ở  $550^{\circ}\text{C}$ , hàm lượng này thường chiếm khoảng  $5 \div 12\%$ , giá trị trung bình là  $7\%$ . Các chất vô cơ khác trong tro gồm thủy tinh, kim loại... Đối với CTR đô thị, các chất vô cơ này chiếm khoảng  $15 \div 30\%$ , giá trị trung bình là  $20\%$ .
- Tro (khối lượng còn lại sau khi đốt cháy trong lò hở).

Phần bay hơi là phần chất hữu cơ trong CTR. Thông thường, chất hữu cơ dao động trong khoảng  $40 \div 60\%$ , giá trị trung bình là  $53\%$ .

### **2. Điểm nóng chảy của tro**

Điểm nóng chảy của tro được định nghĩa là nhiệt độ mà tại đó tro tạo thành từ quá trình đốt cháy chất thải bị nóng chảy và kết dính tạo thành dạng rắn (xỉ). Nhiệt độ nóng chảy đặc trưng đối với xỉ từ quá trình đốt CTR dao động trong khoảng từ  $1100 \div 1200^{\circ}\text{C}$ .

### **3. Phân tích thành phần nguyên tố tạo thành chất thải rắn**

Phân tích thành phần nguyên tố tạo thành CTR chủ yếu là xác định phần trăm (%) của các nguyên tố C, H, O, N, S và tro. Trong suốt quá trình đốt CTR sẽ phát sinh các hợp chất Clo hóa, nên phân tích cuối cùng thường bao gồm cả phân tích xác định các halogen. Kết quả phân tích cuối cùng được sử dụng để mô tả các thành phần hóa học của chất hữu cơ trong CTR. Kết quả phân tích còn đóng vai trò rất quan trọng trong việc xác định tỷ số C/N nhằm đánh giá CTR có thích hợp cho quá trình chuyển hóa sinh học hay không. Thành phần CTR đô thị được trình bày trong các bảng 2.10.

**Bảng 2.10.** Thành phần nguyên tố của CTR đô thị

Thành phần	Phần trăm khối lượng tính theo chất khô					
	Cacbon	Hydro	Oxy	Nitơ	Lưu huỳnh	Tro
<i>Chất hữu cơ</i>						
Thực phẩm thừa	48,0	6,4	37,6	2,6	0,4	5,0
Giấy	43,5	6,0	44,0	0,3	0,2	6,0
Giấy caetion	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Nhựa	60,0	7,2	22,8	-	-	10,0
Vải vụn	55,0	6,6	31,2	4,6	0,15	2,5
Cao su	78,0	10,0	-	2,0	-	10,0
Da	60,0	8,0	11,6	10,0	0,4	10,0
Rác vườn	47,8	6,0	38,0	3,4	0,3	4,5
Gỗ	49,5	6,0	42,7	0,2	0,2	1,5
<i>Chất vô cơ</i>						
Thủy tinh	0,5	0,1	0,4	< 0,1	-	98,9
Kim loại	4,5	0,6	4,3	< 0,1	-	90,5
Bụi, tro	26,3	3,0	2,0	0,5	0,2	68,0

Nguồn: [1]

**Bảng 2.11.** Thành phần hóa học, hàm lượng tro và nhiệt trị của một số thành phần rác trong rác đô thị tại TP Hồ Chí Minh

TT	Thành phần	C	H	O	N	S	Tro	Nhiệt trị (kcal/kg)
1	Thực phẩm	36,2	4,8	28,9	2,4	0,3	12,8	4.675
2	Giấy	40,5	5,6	31,2	0,3	0,2	8,3	3.905
3	Bìa	40,4	5,4	28,5	0,1	0,2	10,5	3.901
4	Gỗ	46,6	5,6	24,4	3,4	0,3	0,9	5.907
5	Vải	54,5	6,5	23,0	0,2	0,1	6,7	5.860
6	Nhựa	20,4	24,5	7,8	0,0	0,0	3,4	11.694
7	Nylon	23,01	3,5	0,6	0,0	0,0	3,4	11.628
8	PU	63,3	6,3	17,6	6,0	0,1	4,3	6.237
9	Cao su	69,9	46,9	0,0	9,4	0,2	14,9	8.238
10	Da	60	8,0	11,6	10,0	0,4	10,0	4.467
11	Thủy tinh, sứ	0,5	0,1	0,4	0,1	0,0	98,9	0,0
12	Kim loại	4,5	0,6	4,3	0,1	0,0	90,5	0,0
13	Văn phòng	24,3	3,0	4,0	0,5	0,2	68,0	0,0
14	Dầu, sơn	66,9	9,6	5,2	2,0	0,0	16,3	0,0

Nguồn: VITTEP, 2003

**Ví dụ 2.6.** Xác định thành phần hóa học của một mẫu rác đô thị dựa vào các thông tin về khối lượng ướt và thành phần hóa học được cho trong bảng 2.8 và bảng 2.10.

**Giải:**

1. Tính khối lượng các nguyên tố hóa học trong CTR khô

Thành phần	KL ướt	KL khô	Thành phần hóa học, g					
			C	H	O	N	S	Tro
Thực phẩm	9,0	2,7	1,30	0,17	1,02	0,07	0,01	0,14
Giấy	34,0	32,0	13,92	1,92	14,08	0,10	0,06	1,92
Giấy cacton	6,0	5,7	2,51	0,34	2,54	0,02	0,01	0,28
Nhựa	7,0	6,9	4,14	0,50	1,57	-	-	0,69
Vải vụn	2,0	1,8	0,99	0,12	0,56	0,08	-	0,05
Cao su	0,5	0,5	0,39	0,05	-	0,01	-	0,05
Da	0,5	0,4	0,24	0,03	0,05	0,04	-	0,04
Rác vườn	18,5	6,5	3,11	0,39	2,47	0,22	0,02	0,29
Gỗ	2,0	1,6	0,79	0,10	0,68	-	-	0,02
Tổng cộng	79,5	58,1	27,39	3,62	22,97	0,54	0,10	3,48

Khối lượng nước:  $79,5\text{g} - 58,1\text{g} = 21,4\text{g}$

2. Tính khối lượng các nguyên tố hóa học có trong CTR khô và ướt

Thành phần	Khối lượng, g	
	Rác khô	Rác ướt
C	27,39	27,39
H	3,62	6,00
O	22,97	41,99
N	0,54	0,54
S	0,10	0,10
Tro	3,48	3,48

3. Tính số mol của các nguyên tố trong CTR bỏ qua phần tro

Thành phần	Khối lượng nguyên tử g/mol	Số mol	
		Rác khô	Rác ướt
C	12,01	2,280	2,280
H	1,01	3,584	5,940
O	16,00	1,436	2,624
N	14,01	0,038	0,038
S	32,07	0,003	0,003

4. Xác định tỷ số mol và công thức hóa học của CTR có và không có S, có và không có nước.

Thành phần	Tỷ số mol (N = 1)		Tỷ số mol (S = 1)	
	Rác khô	Rác ướt	Rác khô	Rác ướt
C	60,0	60,0	760,0	760,0
H	94,3	156,3	1194,7	1980,0
O	37,8	69,1	478,7	874,7
N	1,0	1,0	12,7	12,7
S	0,1	0,1	1,0	1,0

Công thức hóa học (bỏ qua nguyên tố S) là:

- Rác khô:  $C_{60,0}H_{94,3}O_{37,8}N$
- Rác ướt:  $C_{60,0}H_{156,3}O_{69,1}N$

Công thức hóa học (có nguyên tố S) là:

- Rác khô:  $C_{760,0}H_{1194,7}O_{478,7}N_{12,7}S$
- Rác ướt:  $C_{760,0}H_{1980,0}O_{874,7}N_{12,7}S$

(*Ghi chú:* Công thức hóa học sau khi tính toán thường được làm tròn số).

#### **4. Nhiệt trị của chất thải rắn**

Nhiệt trị là lượng nhiệt sinh ra do đốt cháy hoàn toàn một đơn vị khối lượng CTR, có thể được xác định bằng một trong các phương pháp sau:

- Sử dụng nồi hơi có thang đo nhiệt lượng.
- Sử dụng bom nhiệt lượng trong phòng thí nghiệm.
- Tính toán theo thành phần các nguyên tố hóa học.

Do khó khăn trong việc trang bị nồi hơi có thang đo, nên hầu hết nhiệt trị của các thành phần hữu cơ trong CTR đô thị đều được đo bằng cách sử dụng bom nhiệt lượng trong phòng thí nghiệm. Nhiệt trị trung bình và hàm lượng chất trợ của một số thành phần trong CTR đô thị trình bày trong bảng 2.12.

**Bảng 2.12.** Nhiệt trị và hàm lượng chất trợ của các thành phần trong CTR đô thị

Thành phần	% kl chất trợ, trung bình (khoảng thay đổi)	Nhiệt trị trung bình, kJ/kg
<i>Chất hữu cơ</i>		
Thực phẩm thừa	5,0 (2 - 8)	4 652
Giấy	6,0 (4 - 8)	16.747,2
Giấy cacton	5,0 (3 - 6)	16 282
Nhựa	10,0 (6 - 12)	32.564
Vải	2,5 (2 - 4)	17.445
Cao su	10,0 (8 - 20)	23.260
Da	10,0 (8 - 20)	17.445
Rác vụn	4,5 (2 - 6)	6.512,8
Gỗ	1,5 (0,6 - 2)	18.608
<i>Chất vô cơ</i>		
Thủy tinh	98,0 (96 - 99)	139,5625
Lon thiếc	98,0 (96 - 99)	697,8
Nhôm	96,0 (90 - 99)	-
Kim loại khác	98,0 (94 - 99)	697,8
Bụi, tro	70,0 (60 - 80)	6.978

*Nguồn:* [1]

Nhiệt trị CTR khô được tính từ nhiệt trị rác ướt theo công thức sau:

$$Q_{\text{khô}} = \frac{Q_{\text{ướt}} \times 100}{100 - \% \text{ ẩm}} \quad (2.8)$$

Còn nhiệt trị CTR không tính chất tro tính như sau:

$$Q_{\text{không tro}} = \frac{Q_{\text{ướt}} \times 100}{100 - \% \text{ ẩm} - \% \text{ tro}} \quad (2.9)$$

**Ví dụ 2.7.** Ước tính nhiệt trị của CTR đô thị có thành phần khối lượng như trong ví dụ 2.5.

**Giải:**

Kết quả tính tổng giá trị nhiệt của 100kg CTR dựa vào nhiệt trị của các thành phần CTR (bảng 2.12) trình bày trong bảng sau:

Nhiệt lượng của các thành phần trong CTR đô thị.

Thành phần	Khối lượng, %	Nhiệt trị, kJ/kg	Nhiệt lượng, kJ
<i>Chất hữu cơ</i>			
Thực phẩm thừa	9,0	4.652	41.868,0
Giấy	34,0	16.747,2	569.404,8
Giấy cacton	6,0	16.282	97.692,0
Nhựa	7,0	32.564	227.948,0
Vải vụn	2,0	17.445	34.890,0
Cao su	0,5	23.260	11.630,0
Da	0,5	17.445	8.722,5
Rác vườn	18,5	6.512,8	120.486,8
Gỗ	2,0	18.608	37.216,0
<i>Chất vô cơ</i>			
Thủy tinh	8,0	139.5625	1.116,5
Can thiếc	6,0	697,8	4.186,8
Nhôm	0,5	-	-
Kim loại khác	3,0	697,8	2.093,4
Bụi, tro	3,0	6.978	20.934
Tổng	100,0		1.178.188,8

Như vậy nhiệt trị của CTR là:

$$Q = \frac{1178188,8}{100} = 11.782(\text{kJ/kg})$$

Ngoài ra, nhiệt trị có thể tính gần đúng bằng công thức Dulong cải tiến:

$$\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} = 145C + 610\left(H_2 - \frac{1}{8}O_2\right) + 40S + 10N \quad (2.10)$$

$$\text{hoặc } Q = 0,556 \left[ 145C + 610\left(H_2 - \frac{1}{8}O_2\right) + 40S + 10N \right] \text{ kcal/kg} \quad (2.11)$$

trong đó:

Q - nhiệt trị (kcal/kg, kJ/kg, 1Btu/lb = 2,326kJ/kg = 0,556kcal/kg)

C - % khối lượng cacbon

H - % khối lượng hydro

O - % khối lượng oxy

S - % khối lượng lưu huỳnh

N - % khối lượng nitơ.

**Ví dụ 2.8.** Ước tính nhiệt trị của một loại CTR có công thức hóa học là  $C_{760}H_{1980}O_{875}N_{13}S$  (bao gồm S và nước).

**Giải:**

1. Xác định thành phần khối lượng của các nguyên tố

Thành phần	Số lượng nguyên tử/mol	Khối lượng nguyên tử	Khối lượng của từng nguyên tố	% kl
C	760	12	9.120	36,03
H	1980	1	1.980	7,82
O	875	16	14.000	55,30
N	12	14	182	0,72
S	1	32	32	0,13
Tổng cộng			25.314	100

2. Xác định nhiệt trị của CTR theo công thức Dulong:

$$0,556 \times [145(36,0) + 610(7,8 - 55,3/8) + 40(0,1) + 10(0,7)] = 3209 \text{ kcal/kg}$$

*Nhận xét:* Ví dụ 2.7 và 2.8 đều là tính nhiệt trị của một loại CTR, nhưng theo hai phương pháp khác nhau. Nhiệt trị tính được ở ví dụ 2.8 cao hơn vì chỉ tính cho phần hữu cơ không tính phần tro.

### 2.6.3. Tính chất sinh học của chất thải rắn

Phần hữu cơ (không kể nhựa, cao su, da) của hầu hết CTR có thể được phân loại về phương diện sinh học như sau:

- Các phân tử có thể hòa tan trong nước như: đường, tinh bột, amino axit và nhiều acid hữu cơ.

- *Bán xenlulo*: các sản phẩm ngưng tụ của hai đường 5 và 6 cacbon.

- *Xenlulo*: sản phẩm ngưng tụ của đường glucose 6 cacbon.

- *Dầu, mỡ, và sáp*: là những este của alcohols và acid béo mạch dài.

- *Lignin*: một polyme chứa các vòng thơm với nhóm metoxyl (-OCH<sub>3</sub>).

- *Lignoxenlulo*: là kết hợp của lignin và xenlulo.

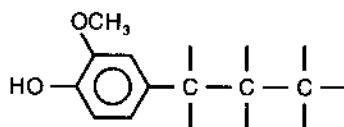
- *Protein*: chất tạo thành từ sự kết hợp chuỗi các amino axit.

Về số lượng, lignin là một trong những thành phần quan trọng nhất của thực vật, sau xylan và hemixylan. Hàm lượng lignin trong tế bào gỗ khác nhau vào khoảng 18 ÷ 30% khối lượng khô, trong các loại cỏ thì tỷ lệ đó chiếm thấp hơn khoảng 10 ÷ 20% khối lượng khô. Lignin tập trung ở màng thứ cấp của thành tế bào và là phần có khả năng phân hủy sinh học chậm nhất của thực vật, có vai trò như chất liên kết các tế bào, do đó làm tăng độ bền cơ học cho thành tế bào thực vật, tăng khả năng chống thấm, ngăn chặn sự thoát nước, các tác động bên ngoài và bảo vệ thực vật chống chọi với các sinh vật gây bệnh.

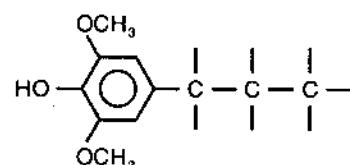
Lignin có thành phần phức tạp và đồng nhất. Sự phức tạp ở đây không phải là do có nhiều đơn phân khác nhau cấu tạo thành (các đơn phân cơ bản đều là dẫn xuất của phenyl propane, chủ yếu là rượu coniferyl) mà do tính đa dạng của các hợp chất, nhờ đó mà các đơn phân được liên kết chặt với nhau.

Thành phần của lignin gồm khoảng 62 ÷ 65% C, 5 ÷ 6% H, nhiều nhóm metoxyl (-OCH<sub>3</sub>) và nhiều nhóm hydroxyl (-OH) tự do. Ở các loài thực vật khác nhau thì bản chất của những nguyên tố cấu trúc lignin cũng khác nhau.

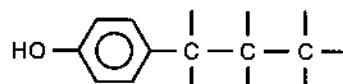
Lignin được sinh tổng hợp bởi sự polyme hóa các tiền chất phenylpropanoic. Có ba loại tiền chất được phân loại tùy theo số lượng nhóm metoxyl trên vòng thơm, được mô tả bằng các công thức hóa học sau:



*Coniferyl alcohol guaiacyl*



*Sinapyl alcohol syringyl*



*p-coumaryl alcohol (p-hydroxyphenyl)*

Lignin có cấu tạo vô định hình không tan trong nước và trong axit vô cơ. Chỉ dưới tác dụng của kiềm bisulfatnatri và H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> thì lignin mới bị phân hủy một phần và chuyển sang dạng hòa tan. Khi phân hủy lignin bằng kiềm sẽ tạo ra các axit thơm.

**Bảng 2.13.** Thành phần các chất trong dịch đen do nấu xylan bằng kiềm

STT	Thành phần	% so với trọng lượng gỗ
1	Lignin kết tủa	21,6
2	Lacton và axit oxy	18,2
3	Axit acetic	3,2
4	Axit formic	1,7
5	Rượu metylic	0,4
6	Lignin hòa tan	7,0
7	Các chất không xác định	5,1

Tính chất quan trọng nhất của CTR đô thị là hầu hết các thành phần hữu cơ có thể được chuyển hóa sinh học thành khí, các chất hữu cơ ổn định và các chất vô cơ. Sự tạo mùi hôi và phát sinh ruồi cũng liên quan đến tính dễ phân hủy của các vật liệu hữu cơ trong CTR đô thị chẳng hạn như rác thực phẩm.

### **1. Khả năng phân hủy sinh học của các thành phần hữu cơ**

Hàm lượng chất rắn bay hơi (VS), xác định bằng cách nung CTR ở nhiệt độ 550°C, thường được dùng để đánh giá khả năng phân hủy sinh học của phần hữu cơ trong CTR. Tuy nhiên, sử dụng giá trị VS để mô tả khả năng phân hủy sinh học của phần hữu cơ trong CTR có thể không chính xác, bởi vì một vài thành phần hữu cơ của CTR rất dễ bay hơi nhưng lại kém khả năng phân hủy sinh học, như giấy báo và phần xén bở từ cây trồng. Thay vào đó, hàm lượng lignin của CTR có thể được sử dụng để ước lượng tỷ lệ phần dẽ phân hủy sinh học của CTR, và được tính toán bằng công thức sau:

$$BF = 0,83 - 0,028 \text{ LC} \quad (2.12)$$

trong đó:

BF - tỷ lệ phân hủy sinh học tính theo VS

0,83 và 0,028 - hằng số thực nghiệm

LC - hàm lượng lignin của VS, biểu diễn bằng % khối lượng khô.

CTR có hàm lượng lignin cao như giấy báo, có khả năng phân hủy sinh học kém hơn đáng kể so với các chất thải hữu cơ khác trong CTR đô thị. Trong thực tế, các thành phần hữu cơ trong CTR thường được phân thành hai loại: phân hủy chậm và phân hủy nhanh.

**Bảng 2.14.** Khả năng phân hủy sinh học của các chất hữu cơ theo % kl lignin

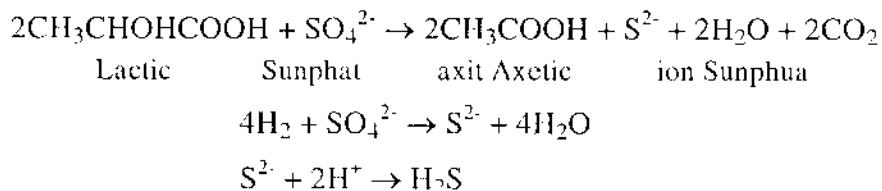
Thành phần	Phần CTR bay hơi tính theo chất khô (VS/TS), %kl	Hàm lượng lignin/VS (LC/VS), %kl	Phần phân hủy sinh học tính theo VS, %kl
Thực phẩm thừa	7 ÷ 15	0,4	0,82
Giấy			
Giấy báo	94,0	21,9	0,22
Giấy văn phòng	96,4	0,4	0,82
Giấy cacton	94,0	12,9	0,47
Rác vụn	50 ÷ 90	4,1	0,72

Nguồn:[1]

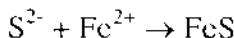
### **2. Sự phát sinh mùi hôi**

Mùi hôi có thể phát sinh khi CTR được lưu giữ trong khoảng thời gian dài ở vị trí thu gom, trạm trung chuyển, và bãi chôn lấp. Ở những vùng khí hậu nóng ẩm, tốc độ phát sinh mùi thường cao. Một cách cơ bản, sự hình thành mùi hôi là kết quả phân hủy ký khí các thành phần hữu cơ trong rác đô thị. Ví dụ, trong điều kiện ký khí

(khữ), sunphat  $\text{SO}_4^{2-}$  có thể bị phân hủy thành sunphua  $\text{S}^{2-}$ , và kết quả là  $\text{S}^{2-}$  sẽ kết hợp với  $\text{H}^+$  tạo thành hợp chất có mùi trứng thối là  $\text{H}_2\text{S}$ . Sự hình thành  $\text{H}_2\text{S}$  là do kết quả của hai chuỗi phản ứng hóa học.

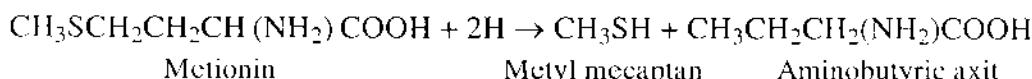


Ion sunphua ( $\text{S}^{2-}$ ) có thể cũng kết hợp với muối kim loại như sắt, tạo thành các sunphua kim loại.



Nước rác tại bãi rác có màu đen là do sự hình thành các muối sunphua trong điều kiện kỵ khí. Do đó, nếu không có sự hình thành các muối sunphua thì việc hình thành mùi hôi tại bãi chôn lấp là một vấn đề ô nhiễm môi trường có tính chất nghiêm trọng.

Sự phân hủy sinh hóa các chất hữu cơ chứa gốc lưu huỳnh có thể tạo thành các chất nặng mùi như methyl mercaptan và aminobutyric axit:



Metyl mercaptan có thể bị thủy phân sinh hóa tạo thành metanol và hidro sunphua



### 3. Sự phát triển của ruồi

Vào mùa hè hay ở những khu vực khí hậu nóng ẩm, sự sinh trưởng và phát triển của ruồi là vấn đề rất đáng quan tâm tại nơi lưu trữ CTR. Ruồi có thể phát triển trong thời gian 2 tuần sau khi trứng được sinh ra. Đời sống của ruồi nhặng từ khi còn trong trứng cho đến khi trưởng thành có thể được mô tả như sau:

- Trứng phát triển: 8 ± 12 giờ
- Giai đoạn I của ấu trùng: 20 giờ
- Giai đoạn II của ấu trùng: 24 giờ
- Giai đoạn III của ấu trùng: 3 ngày
- Giai đoạn nhặng:  $\frac{4 \div 5 \text{ ngày}}{9 \div 11 \text{ ngày}}$

Giai đoạn phát triển của ấu trùng trong các thùng chứa rác đóng vai trò rất quan trọng và chiếm khoảng 5 ngày trong đời sống của ruồi. Vậy nên thu gom CTR trong thời gian này, để các thùng lưu trữ rỗng, nhằm hạn chế sự di chuyển của ấu trùng (giòi).

#### 2.6.4. Sự biến đổi tính chất lý, hóa và sinh học của chất thải rắn

Các tính chất của CTR có thể được biến đổi bằng các phương pháp lý, hóa và sinh học. Khi thực hiện quá trình biến đổi, mục đích quan trọng nhất là mang lại hiệu quả bởi vì sự biến đổi các đặc tính của CTR có ảnh hưởng rất lớn đến kế hoạch phát triển chương trình quản lý CTR tổng hợp.

## **1. Biến đổi vật lý**

Bao gồm các phương pháp: phân loại CTR; giảm thể tích và kích thước bằng biện pháp cơ học. Sự biến đổi vật lý không làm thay đổi trạng thái các pha (ví dụ từ rắn sang lỏng).

## **2. Biến đổi hóa học**

Biến đổi hóa học làm thay đổi trạng thái các pha (ví dụ: rắn sang lỏng hoặc rắn sang khí). Mục đích của quá trình là làm giảm thể tích và thu hồi các sản phẩm biến đổi. Các quá trình hóa học được áp dụng để biến đổi CTR đô thị gồm:

1- Đốt (oxy hóa bằng oxy trong không khí)

2- Nhiệt phân

3- Khí hóa.

Cả ba quá trình này được xem là các quá trình nhiệt.

## **3. Biến đổi sinh học**

Biến đổi sinh học các thành phần hữu cơ trong CTR đô thị với mục đích là giảm thể tích và trọng lượng của chất thải, thu phân compost, các chất mùn có thể dùng để ổn định đất, khí metan. Các loại vi khuẩn, nấm và men đóng vai trò rất quan trọng trong việc biến đổi các chất hữu cơ. Quá trình biến đổi này có thể xảy ra trong điều kiện hiếu khí hoặc kỵ khí, tùy thuộc vào sự hiện diện của oxy. Các quá trình sinh học được ứng dụng để biến đổi phần hữu cơ trong CTR đô thị gồm: phân hủy hiếu khí và phân hủy kỵ khí.

**Bảng 2.15.** Các quá trình biến đổi áp dụng trong xử lý CTR

Quá trình biến đổi	Phương pháp biến đổi	Biến đổi hoặc thay đổi cơ bản sản phẩm
<i>Lý học</i>		
- Tách loại theo thành phần - Giảm thể tích - Giảm kích thước	- Tách loại bằng tay hoặc máy phân loại - Sử dụng lực hoặc áp suất - Sử dụng lực cắt, nghiền hoặc xay	- Các thành phần riêng biệt trong hỗn hợp chất thải đô thị - Giảm thể tích ban đầu - Biến đổi hình dáng ban đầu và giảm kích thước
<i>Hóa học</i>		
- Đốt - Nhiệt phân - Khí hóa	- Oxy hóa bằng nhiệt - Sulfur chưng cất phân hủy - Đốt thiếu khí	- $\text{CO}_2$ , $\text{SO}_2$ , sản phẩm oxy hóa khác, tro - Khí gồm hỗn hợp khí, cặn dầu và than
<i>Sinh học</i>		
- Hiếu khí compost - Kỵ khí phân hủy - Kỵ khí compost	- Biến đổi SH hiếu khí - Biến đổi sinh học kỵ khí - Biến đổi sinh học kỵ khí	- Phân compost (mùn dùng để ổn định đất) - $\text{CH}_4$ , $\text{CO}_2$ , khí ở dạng vết, chất thải còn lại - $\text{CH}_4$ , $\text{CO}$ , sản phẩm phân hủy còn lại mùn hoặc bùn.

## CÂU HỎI

1. Cho ba loại CTR có thành phần như trong bảng sau:

Thành phần	Loại A, % kl	Loại B, % kl	Loại C, % kl
Thực phẩm thừa	15	45	70
Giấy	35	25	10
Cacton	7	4	3
Nhựa	5	5	6
Vải	3	0	0
Cao su	3	0	0
Da	2	0	0
Rác vườn	20	18	11
Gỗ	10	3	0

*Yêu cầu xác định:*

- Khối lượng riêng CTR A, B, hoặc C?
  - Độ ẩm của CTR A, B hoặc C?
  - Công thức hóa học của CTR A, B hoặc C?
  - Nhiệt trị của CTR A, B hoặc C cho ba trường hợp rác ướt, rác khô và rác khô không tro. So sánh?
- Hơi nước và CO<sub>2</sub> là hai sản phẩm chính của quá trình cháy. Tỷ lệ mol giữa chúng là hằng số đối với mọi CTR. Hãy giải thích:  $R = \text{số mol H}_2\text{O} / \text{số mol CO}_2$ .
  - Tính chất nào của CTR ảnh hưởng đến sự phân hủy hiếu khí của nó?
  - Những loại chất thải nào anh (chị) thường phân loại tại nhà?

tỷ lệ năng suất là 100% và số lượng rác thải là 100%.

Để minh họa cho một số khía cạnh của công việc thu gom chất thải rắn, ta có thể xem xét một số khía cạnh sau:

### Chương 3

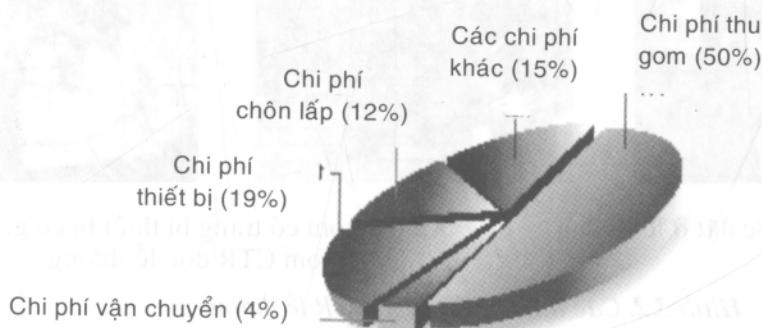
## HỆ THỐNG THU GOM CHẤT THẢI RẮN

Thứ nhất, về khía cạnh thu gom chất thải rắn, ta có thể xem xét một số khía cạnh sau:

Thu gom CTR là quá trình thu nhặt rác thải từ các hộ dân, công sở hay từ những điểm thu gom, chất chúng lên xe và vận chuyển đến điểm trung chuyển, trạm xử lý hay những nơi chôn lấp CTR.

Thu gom CTR trong khu đô thị là vấn đề khó khăn và phức tạp, bởi vì CTR phát sinh từ mọi nhà, mọi khu thương mại, khu công nghiệp cũng như trên các đường phố, công viên và ngay cả ở các khu đất trống. Sự phát triển như nấm của các vùng ngoại ô lân cận trung tâm đô thị đã làm phức tạp thêm cho công tác thu gom.

CTR phát sinh phân tán (không tập trung) và tổng khối lượng CTR gia tăng làm cho công tác thu gom trở nên phức tạp hơn, bởi chi phí nhiên liệu và nhân công cao. Trong tổng số tiền chi trả cho công tác thu gom, vận chuyển và đổ bỏ CTR, chi phí cho công tác thu gom chiếm khoảng 50 ÷ 70% tổng chi phí. Do đó, công tác thu gom là một trong những vấn đề cần xem xét, bởi vì chỉ cần cải tiến một phần trong hoạt động thu gom thì có thể tiết kiệm đáng kể chi phí chung. Công tác thu gom được xem xét ở bốn khía cạnh như sau:



**Hình 3.1. Chi phí quản lý CTR**

- Các loại dịch vụ thu gom;
- Các hệ thống thu gom, loại thiết bị sử dụng và yêu cầu về nhân công của các hệ thống đó;
- Phân tích hệ thống thu gom, bao gồm các quan hệ toán học có thể sử dụng để tính toán nhân công, số xe thu gom;
- Phương pháp tổng quát để thiết lập tuyến thu gom.

### 3.1. THU GOM CHẤT THẢI RẮN

Thuật ngữ “*“thu gom”* không chỉ là việc thu nhặt các loại CTR từ các nguồn phát sinh khác nhau mà còn bao gồm cả công tác vận chuyển CTR đến các vị trí mà xe thu gom rác có thể đến và vận chuyển CTR đến nơi xử lý.

Trong hầu hết các hệ thống thu gom, hoạt động vận chuyển và đổ bỏ rác vào các xe thu gom đều tương tự nhau, nhưng việc thu gom CTR lại tùy thuộc rất nhiều vào loại CTR và các vị trí phát sinh.

*Hệ thống dịch vụ thu gom được chia ra làm hai loại:* hệ thống thu gom chất thải chưa phân loại tại nguồn và hệ thống thu gom chất thải đã được phân loại tại nguồn.

#### 3.1.1. Hệ thống thu gom chất thải rắn chưa phân loại tại nguồn

Các cách thu gom CTR dạng này được xem xét cụ thể đối với từng nguồn phát sinh: khu dân cư biệt lập thấp tầng, khu dân cư thấp tầng và trung bình, khu dân cư cao tầng, khu thương mại và công nghiệp.

##### 1. Phương pháp áp dụng cho các khu dân cư biệt lập thấp tầng

Phương pháp này bao gồm các dịch vụ thu gom:

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 1) Lề đường        | 3) Mang đi - trả về |
| 2) Lối đi, ngõ hẻm | 4) Mang đi.         |

*Dịch vụ thu gom lề đường (Curb):* Chủ nhà chịu trách nhiệm đặt các thùng đã đầy rác ở lề đường vào ngày thu gom và chịu trách nhiệm mang các thùng đã được đổ bỏ trở về vị trí đặt chúng để tiếp tục chứa chất thải.



Thùng chứa CTR được đặt ở lề đường



Xe thu gom có trang bị thiết bị cơ giới  
thu gom CTR dọc lề đường



**Hình 3.2. Các thiết bị thu gom CTR lề đường**

*Dịch vụ thu gom ở lối đi - ngõ hẻm (Alley):* CTR được bỏ vào thùng rác công cộng, thường được đặt ở đầu các lối đi, ngõ hẻm để xe rác dễ dàng thu gom CTR.

*Dịch vụ thu gom kiểu mang đi - trả về (Setout - setback):* Các thùng chứa CTR được mang đi và mang trả lại cho chủ nhà sau khi đã đổ bỏ CTR, công việc được thực hiện bởi các đội trợ giúp. Đội trợ giúp này cùng với đội thu gom chịu trách nhiệm về việc dỡ tải từ các thùng chứa CTR lên xe thu gom.

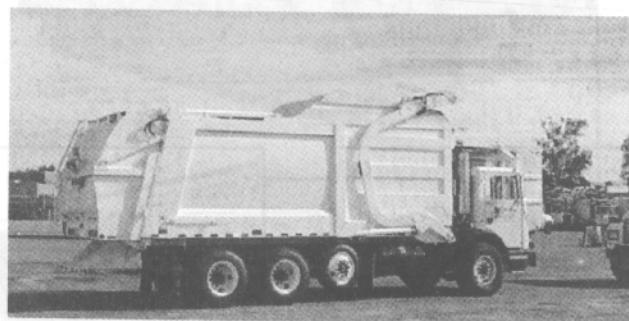
*Dịch vụ thu gom kiểu mang đi (Setout):* Dịch vụ kiểu mang đi về cơ bản giống như dịch vụ kiểu mang đi - trả về, chỉ khác ở chỗ chủ nhà chịu trách nhiệm mang các thùng chứa CTR trở về vị trí ban đầu.

Việc đưa thùng chứa CTR ra xe có thể thực hiện theo cách thủ công hoặc cơ giới. Đối với cách thủ công, thùng rác được nhấc lên để mang đi hoặc nghiêng qua để lăn đi hoặc đẩy bằng xe đẩy nhỏ, cũng có thể sử dụng thùng chuyên dụng có trang bị các bánh xe để nhận rác từ các thùng rác nhỏ, sau đó chỉ việc đẩy nó đến xe rác. Đối với phương pháp cơ giới, có thể dùng các loại xe nhỏ để chở các thùng rác đến xe chính.

Việc đổ CTR từ các thùng vào xe rác cũng có thể thực hiện theo cách thủ công hoặc cơ giới. Nếu thành xe thấp, công nhân vệ sinh có thể đổ trực tiếp CTR vào xe. Nếu xe có thiết bị nâng, các thùng rác được máy nâng lên và đổ rác vào xe. Trong trường hợp này, thùng được nâng phải dùng loại thùng được chế tạo hợp quy cách với thiết bị nâng.

**Bảng 3.1.** So sánh các cách thu gom rác dân cư

Các vấn đề	Các cách thu gom			
	Lề đường	Đầu hẻm	Mang đi/trả về	Mang đi
<i>Cần chủ nhà hợp tác</i>				
- Mang thùng đi đổ	Có	Tùy	Không	Không
- Mang thùng trống về	Có	Tùy	Không	Không
<i>Cần lịch thu gom</i>	Có	Không	Không	Có
<i>Mất mỹ quan</i>				
- Vướng vãi rác	Cao	Cao	Thấp	Cao
- Chướng mắt (khó chịu)	Có	Không	Không	Có
<i>Thuận tiện cho công nhân vệ sinh</i>	Có	Nhiều nhất	Không	Không
<i>Ngã đổ</i>	Có	Có	Không	Có
<i>Số công nhân vệ sinh</i>				
- Thông thường	2	1	3	3
- Dao động	1-3	1-3	3-7	1-5
<i>Thời gian tiêu tốn</i>	Ít	Ít	Nhiều	Vừa phải
<i>Khả năng gây thương tích</i>	Thấp	Thấp	Cao	Trung bình
<i>Sự phiền toái</i>	Thấp	Thấp	Cao	Cao
<i>Chi phí (khối lượng và thời gian)</i>	Thấp	Thấp	Cao	Vừa phải



**Hình 3.3.** Xe thu gom rác có thiết bị nâng

## **2. Phương pháp áp dụng cho các khu dân cư thấp tầng và trung bình**

Dịch vụ thu gom lề đường là phương pháp phổ biến cho các khu dân cư thấp tầng và trung bình. Với dịch vụ này, đội thu gom có trách nhiệm vận chuyển các thùng chứa đầy CTR từ các hộ gia đình đến tuyến đường thu gom bằng phương pháp thủ công hoặc cơ giới, tùy thuộc vào số lượng CTR cần vận chuyển. Nếu sử dụng loại thùng chứa lớn, cần cơ giới hóa bằng cách dùng xe rác có thiết bị nâng.

## **3. Phương pháp áp dụng cho các khu dân cư cao tầng**

Đối với khu chung cư cao tầng, các loại thùng chứa lớn được sử dụng để thu gom CTR. Tùy thuộc vào kích thước và kiểu dáng của các thùng chứa được sử dụng mà áp dụng phương pháp cơ giới (xe thu gom có trang bị bộ phận nâng các thùng chứa để dễ dàng dỡ tải), hoặc là kéo các thùng chứa đến các nơi khác (nơi tái chế...) để dỡ tải.

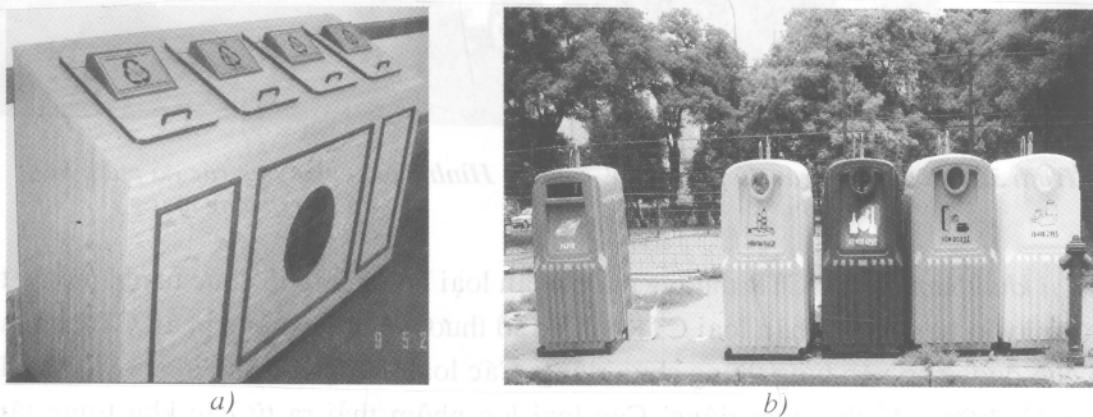
## **4. Phương pháp áp dụng cho các khu thương mại - công nghiệp**

Cả hai phương pháp thủ công và cơ khí đều được sử dụng để thu gom CTR từ khu thương mại. Để tránh tình trạng kẹt xe, việc thu gom CTR của các khu thương mại tại nhiều thành phố lớn được thực hiện vào ban đêm hoặc lúc sáng sớm. Khi áp dụng phương pháp thu gom thủ công thì CTR được đặt vào các túi bằng nhựa hoặc các loại thùng giấy và được đặt dọc theo đường phố để thu gom. Phương pháp này thông thường được thực hiện bởi một nhóm có ba người, trong một vài trường hợp có thể đến bốn người, gồm một tài xế và từ hai đến ba người đem CTR từ các thùng chứa trên lề đường đổ vào xe thu gom.



Nếu tình trạng ùn tắc giao thông không phải là vấn đề chính và khoảng không gian để lưu trữ CTR phù hợp, thì các dịch vụ thu gom CTR tại các trung tâm thương mại - công nghiệp có thể sử dụng các thùng chứa CTR có gắn bánh xe di chuyển được, các thùng chứa CTR có thể gắn kết hai cái lại trong trường hợp các xe ép rác có kích thước lớn và các thùng chứa có dung tích lớn. Tùy thuộc vào kích thước và kiểu thùng chứa CTR mà áp dụng phương pháp cơ khí dỡ tải tại chỗ hay kéo các thùng chứa CTR đến nơi khác để dỡ tải. Để hạn chế việc tắc nghẽn giao thông, dỡ tải bằng phương pháp cơ khí thường được áp dụng và thu gom rác vào ban đêm.

### 3.1.2. Hệ thống thu gom chất thải rắn đã phân loại tại nguồn



**Hình 3.4. Thùng rác tại nơi công cộng ở một số nước**

a) Thùng rác tại tòa nhà Quốc hội Canada; b) Thùng rác tại công viên ở Budabeg

Các thành phần CTR đã phân loại tại nguồn cần phải được thu gom và đem tái chế. Phương pháp cơ bản đang được sử dụng là thu gom dọc theo lề đường, sử dụng những phương tiện thu gom thông thường hoặc thiết kế các thiết bị đặc biệt chuyên dụng. Dưới đây sẽ xem xét đối với hai loại nguồn phát thải cụ thể: *khu dân cư* và *khu thương mại*.

Tại *khu dân cư*: CTR được phân loại theo nhiều cách: phân loại tại lề đường khi đổ chúng vào xe chở thông thường hoặc xe chuyên dụng; phân loại bởi chủ nhà để mang đến các điểm thu mua. Hình thức phân loại tại lề đường giúp chủ nhà không phải mang đi xa nên được nhiều người ủng hộ.

Các chương trình thu gom CTR tái chế thay đổi tùy thuộc vào quy định của cộng đồng. Ví dụ, một vài chương trình yêu cầu người dân phân chia các thành phần CTR khác nhau như giấy báo, nhựa, thủy tinh, kim loại... và chứa trong các thùng khác nhau. Các chương trình khác thì chỉ sử dụng một thùng để lưu trữ các thành phần CTR tái chế hoặc sử dụng hai thùng: một dùng để đựng giấy, thùng còn lại dùng để chứa các thành phần CTR tái chế nặng như: thủy tinh, nhôm và lon thiếc. Rõ ràng hoạt động thu gom các thành phần CTR khác nhau sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến việc thiết kế các phương tiện thu gom.

Xe chuyên chở CTR đã phân loại phải có nhiều ngăn chứa riêng. Có nhiều kiểu xe: xe kín hoặc hở, xe có thành cao hoặc thấp, xe có thùng chứa nhiều ngăn hoặc chở nhiều thùng chứa rời ghép lại, xe bốc đổ rác cơ giới hoặc nửa cơ giới.



**Hình 3.5.** Xe thu gom rác đã phân loại tại nguồn



**Hình 3.6.** Xe thu gom rác đã phân loại từ khu thương mại

**Tại khu thương mại:** CTR thường được phân loại bởi những tổ chức tư nhân (các tổ chức này kí hợp đồng phân loại CTR với cơ sở thương mại). Thành phần CTR có thể tái chế được cho vào từng thùng chứa riêng. Các loại thùng cacton được bó lại và để ngay lề đường để thu gom riêng. Các loại lon nhôm thả ra từ các khu trung tâm thương mại được đập bẹp để giảm thể tích trước khi thu gom.

**Ví dụ 3.1.** Xác định số chuyến thu gom CTR đã phân loại để tái chế dọc theo lề đường.

Một cộng đồng yêu cầu thiết kế loại xe chuyên dụng thu gom rác lề đường để thu gom các loại CTR đã được phân loại tại nguồn. Mỗi hộ gia đình được cung cấp ba thùng chứa, các loại vật liệu tái chế bao gồm giấy và cacton, nhựa và thủy tinh, lon nhôm và thiếc. Mỗi tuần các hộ dân mang các thùng chứa những loại vật liệu tái chế đến các nơi thu gom dọc theo lề đường để xe chuyên dụng thu gom.

Ước tính thể tích cần thiết cho mỗi ngăn của xe chuyên dụng tương ứng với từng loại vật liệu tái chế và số xe chuyên dụng cần thiết. Giả sử rằng các loại vật liệu tái chế được thu hồi là 80% và giấy in được tái chế chiếm tỷ lệ 20% lượng giấy thu gom. Tỷ lệ hộ dân tham gia vào chương trình phân loại các vật liệu tái chế là 60%. Nếu tổng số hộ dân trong khu vực thu gom là 1.200 hộ và mỗi hộ có trung bình 5 nhân khẩu. Biết rằng thể tích của mỗi xe thu gom là  $5m^3$  và mỗi người phát sinh lượng chất thải là  $0,62 kg/(người.ngày)$ . Thành phần CTR được cho trong bảng dưới đây.

**Giải:**

1- Thiết lập bảng tính thể tích của các loại vật liệu tái chế.

Thành phần	Khối lượng, kg	KL vật liệu tái chế, kg	Khối lượng riêng, kg/m <sup>3</sup>	Thể tích vật liệu tái chế tính cho 100kg CTR, m <sup>3</sup> /100kg
<i>Chất hữu cơ</i>				
Thực phẩm thừa	8,0	—	288,3	—
Giấy	35,8	5,7 <sup>a</sup>	89,7	0,06
Giấy cacton	6,4	5,1	49,7	0,10
Nhựa	6,9	5,5	65,7	0,08
Vải vụn	1,8	—	65,7	—
Cao su	0,4	—	129,8	—
Da	0,4	—	160,2	—
Chất thải trong vườn	17,3	—	100,9	—
Gỗ	1,8	—	237,1	—
<i>Chất vô cơ</i>				
Thủy tinh	9,1	7,3	195,4	0,04
Can thiếc	5,8	4,6	89,7	0,05
Can nhôm	0,6	0,5	160,2	0,003
Kim loại khác	3,0	—	320,4	—
Bụi, tro	2,7	—	480,6	—
Tổng cộng	100,0	28,7		0,333

$$5,7^a \text{ kg} = (35,8 \text{ kg} \times 0,80) \times 0,20$$

## 2- Xác định thể tích các loại vật liệu tái chế

### a) Thể tích các vật liệu tái chế

$$\text{Giấy in + giấy cacton} = 0,06 + 0,1 = 0,16 \text{m}^3$$

$$\text{Nhựa + thủy tinh} = 0,08 + 0,04 = 0,12 \text{m}^3$$

$$\text{Can nhôm và thiếc} = 0,05 + 0,003 = 0,053 \text{m}^3$$

### b) Tỷ lệ thể tích khi so sánh các loại vật liệu tái chế khác so với can nhôm và thiếc

$$\text{Giấy in + giấy cacton} = 3,02 (= 0,16 \text{m}^3 / 0,053 \text{m}^3)$$

$$\text{Nhựa + thủy tinh} = 2,26 (= 0,12 \text{m}^3 / 0,053 \text{m}^3)$$

$$\text{Can nhôm và thiếc} = 1,00$$

$$\text{Tổng cộng} = 6,28$$

c) Vì vậy nếu sử dụng xe chuyên dụng có thể tích  $5 \text{m}^3$  thì tính theo tỷ lệ ta có  $2,4 \text{m}^3$  ( $= 5 \times 3,02 / 6,28$ ) để chứa giấy in và giấy cacton,  $1,8 \text{m}^3$  chứa nhựa và thủy tinh và  $0,8 \text{m}^3$  chứa can thiếc và nhôm.

## 3- Xác định số lượng xe cần thiết để thu gom các vật liệu phân loại

### a) Ước tính lượng rác phát sinh hàng tuần từ mỗi hộ dân cư

$$5 \text{ người/hộ} \times 7 \text{ ngày/tuần} \times 0,62 \text{ kg/(người.ngày)} = 21,7 \text{ kg/tuần.hộ}$$

b) Ước tính khối lượng giấy in và giấy caetion phân loại để thu gom hàng tuần từ mỗi hộ

$$\text{Giấy in: } 21,7 \text{ kg/tuần.hộ} \times (5,7/100) = 1,24 \text{ kg/tuần.hộ}$$

$$\text{Giấy caetion: } 21,7 \text{ kg/tuần.hộ} \times (5,1/100) = 1,11 \text{ kg/tuần.hộ}$$

c) Ước tính tổng thể tích giấy in và giấy caetion được phân loại để thu gom

$$\text{Giấy in: } (1,24 \text{ kg/tuần.hộ})/(89,7 \text{ kg/m}^3) = 0,0138 \text{ m}^3/\text{tuần.hộ}$$

$$\text{Giấy caetion: } (1,11 \text{ kg/tuần.hộ})/(49,7 \text{ kg/m}^3) = 0,0223 \text{ m}^3/\text{tuần.hộ}$$

Tổng thể tích giấy in và giấy caetion:

$$0,0138 + 0,0223 = 0,036 \text{ m}^3/\text{tuần.hộ}$$

d) Ước tính tổng số xe thu gom chất thải phân loại hàng tuần:

$$0,036 \text{ m}^3/(\text{tuần.hộ}) \times 1200 \text{ hộ} \times \frac{0,6}{2,4} 4 (\text{m}^3/\text{xe}) = 10,84 (\text{xe/tuần}) \rightarrow 11 (\text{xe/tuần})$$

### 3.2. CÁC LOẠI HỆ THỐNG THU GOM

Hệ thống thu gom được phân chia thành nhiều dạng tùy theo từng quan điểm, chẳng hạn như phân chia theo phương thức hoạt động, trang thiết bị sử dụng, loại CTR cần thu gom.

Theo phương thức hoạt động, hệ thống thu gom gồm hai dạng: *hệ thống dùng thùng chứa di động* và *hệ thống thùng chứa cố định*.

#### 3.2.1. Hệ thống container di động (HCS - Hauled Container System)

Trong hệ thống này, các container di động được sử dụng để chứa đầy CTR và vận chuyển đến bến đổ, đổ bỏ CTR và trả trở về vị trí thu gom ban đầu hoặc vị trí thu gom mới.

Hệ thống container di động thích hợp cho các nguồn phát sinh CTR có khối lượng lớn (trung tâm thương mại, nhà máy...) bởi vì hệ thống này sử dụng các container có kích thước lớn. Điều này giúp giảm thời gian vận chuyển, hạn chế việc chứa CTR thời gian dài và hạn chế các điều kiện vệ sinh kém. Theo lý thuyết, hệ thống này chỉ cần một tài xế lấy container đã đầy tải đặt lên xe, lái xe mang container này từ nơi thu gom đến bến đổ, dỡ tải và mang container rỗng trở về vị trí ban đầu hay vị trí thu gom mới. Trong thực tế, để đảm bảo an toàn khi chất tải và dỡ tải, thường sấp xếp hai nhân viên cho mỗi xe thu gom: một tài xế có nhiệm vụ lái xe và một công nhân có trách nhiệm tháo lắp các dây buộc container. Khi vận chuyển CTR độc hại bắt buộc phải có hai nhân viên cho hệ thống này.

Trong hệ thống này, CTR đổ vào container bằng thủ công nên hệ số sử dụng container thấp. Hệ số sử dụng container là tỷ số giữa thể tích CTR chiếm chỗ và thể tích của container.

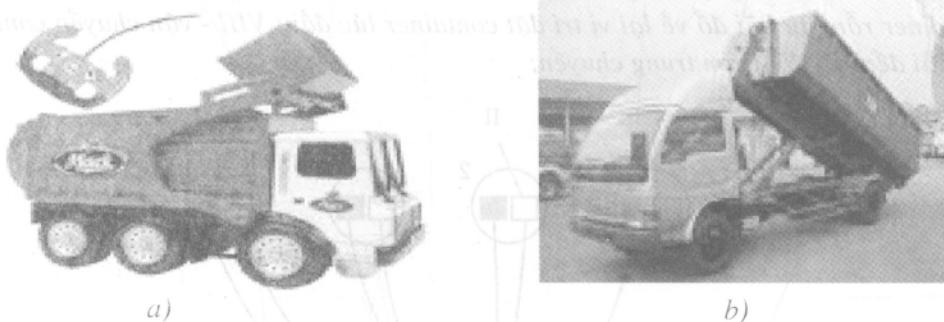
#### 3.2.2. Hệ thống container cố định (SCS - Stationnary Container System)

Trong hệ thống này, các container cố định được sử dụng để chứa CTR. Chúng chỉ được di chuyển một khoảng cách ngắn từ nguồn phát sinh đến vị trí thu gom để dỡ tải. Hệ thống này phụ thuộc vào khối lượng CTR và số điểm phát sinh CTR.

Khác với hệ thống container di động, hệ thống container cố định được lấy tải theo cả phương pháp thủ công và cơ khí. Hầu hết các xe thu gom sử dụng trong hệ thống này thường được trang bị thiết bị ép CTR để làm giảm thể tích, tăng khối lượng CTR vận chuyển. Vì vậy, hệ số sử dụng thể tích container trong hệ thống này rất cao. Đây là ưu điểm chính của hệ thống container cố định so với hệ thống container di động. Trong hệ thống này, xe thu gom sẽ vận chuyển CTR đến bãi đổ sau khi tải được chất đầy.

*Nhược điểm lớn của hệ thống này là thân xe thu gom có cấu tạo phức tạp, sẽ khó khăn trong việc bảo trì. Mặt khác, hệ thống này không thích hợp để thu gom các CTR có kích thước lớn và CTR xây dựng.*

Nhân công trong hệ thống thu gom phụ thuộc vào việc lấy tải cơ khí hay lấy tải thủ công. Đối với hệ thống container cố định lấy tải cơ khí, số lượng nhân công giống như hệ thống container di động là hai người. Trong trường hợp này, tài xế lái xe có thể giúp công nhân trong việc di chuyển các container đầy tải đến xe thu gom và trả container về vị trí ban đầu. Ở những vị trí đặt container chứa CTR cách xa vị trí thu gom như các khu thương mại, khu dân cư trong nhiều hẻm nhỏ... số lượng công nhân sẽ là ba người, trong đó có hai người lấy tải. Đối với hệ thống container cố định lấy tải thủ công, số lượng nhân công thay đổi từ một đến ba người. Thông thường sẽ gồm hai người khi sử dụng dịch vụ thu gom kiểu lề đường và kiểu lối đi - ngõ hẻm. Ngoài ra, khi cần thiết, đội lấy tải sẽ tăng hơn ba người.



**Hình 3.7. Xe thu gom rác container**

a) Cố định; b) Di động

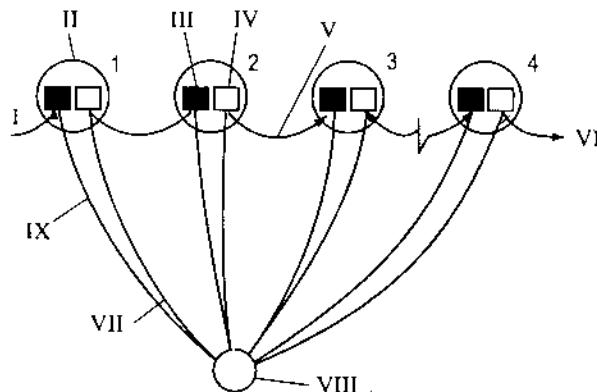
### 3.3. PHÂN TÍCH HỆ THỐNG THU GOM

Để tính toán số lượng xe thu gom và số lượng nhân công cho các loại hệ thống thu gom, cần phải xác định thời gian tiến hành mỗi hoạt động đơn vị trong hệ thống. Bằng cách chia hoạt động thu gom thành các hoạt động đơn vị, chúng ta có thể nghiên cứu và thiết lập các biểu thức tính toán để sử dụng cho trường hợp chung, đồng thời đánh giá được các biến số liên quan đến các hoạt động thu gom.

#### 3.3.1. Định nghĩa các thuật ngữ

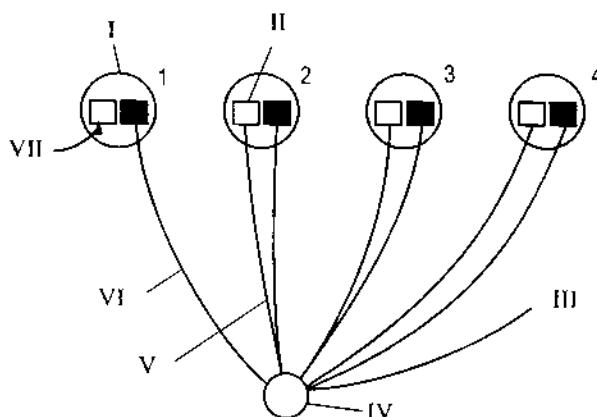
Trước khi thiết lập các công thức tính toán cho các hệ thống thu gom, các hoạt động đơn vị phải được mô tả. Các hoạt động liên quan đến việc thu gom CTR có thể được chia thành bốn hoạt động đơn vị sau:

- Thời gian lấy tải (pickup)
- Thời gian vận chuyển (haul)
- Thời gian ở bãi đỗ (at-site)
- Thời gian không sản xuất (off-route).



**Hình 3.8.** Sơ đồ hoạt động của hệ thống container di động cổ điển

I - xe tải từ trạm điều vận đến vị trí đặt container đầu tiên của tuyến thu gom trong ngày; II - nhấc container đầy tải để dỡ tải; III - đặt container trống đã được dỡ tải xuống; IV - lái xe đến vị trí đặt container kế tiếp trên tuyến thu gom; V - lái xe về trạm điều vận - kết thúc ngày thu gom,  $t_2$ ; VI - trạm trung chuyển, bãi đỗ; VII - vận chuyển container rỗng từ bãi đỗ về lại vị trí đặt container lúc đầu; VIII - vận chuyển container đầy tải đến bãi đỗ, trạm trung chuyển;



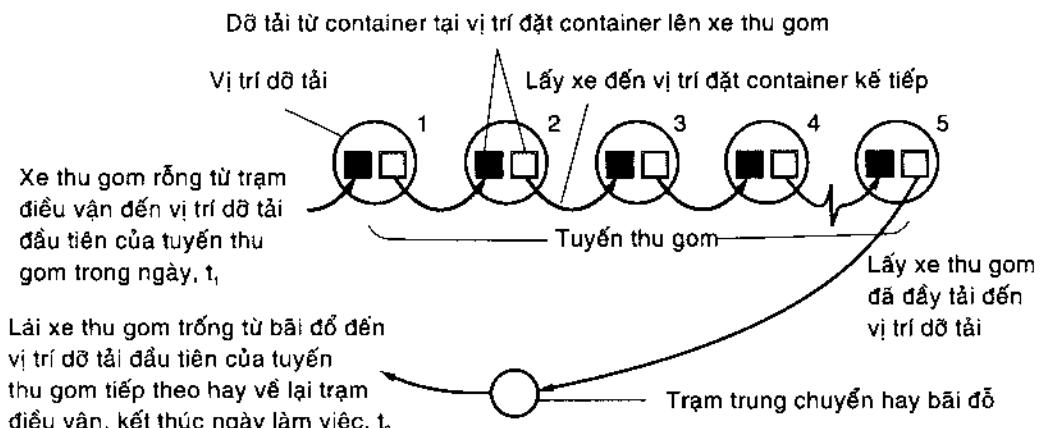
**Hình 3.9.** Sơ đồ hoạt động của hệ thống container di động, kiểu trao đổi container

I - vị trí đặt container; II - đặt container của vị trí trước đó (sau khi đã dỡ tải ở bãi đỗ) xuống và nhấc container đầy tải lên; III - xe tải cùng với container rỗng của vị trí cuối cùng trong tuyến thu gom quay về trạm điều vận, kết thúc ngày làm việc,  $t_2$ ; IV - trạm trung chuyển, bãi đỗ; V - vận chuyển container rỗng ở vị trí I đến vị trí đặt container 2; VI - vận chuyển container đầy tải ở vị trí đặt container 1 đến bãi đỗ; VII - xe tải cùng container rỗng từ trạm điều vận đến vị trí đặt container đầu tiên trong tuyến thu gom, bắt đầu ngày làm việc,  $t_1$ .

### **1. Thời gian lấy tải ( $P$ ):** phụ thuộc vào loại hệ thống thu gom

a) *Đối với hệ thống container di động:* hoạt động theo phương pháp cổ điển thì thời gian lấy tải ( $P_{dd}$ ) là tổng thời gian lái xe thu gom đến vị trí đặt container kế tiếp sau khi một container rỗng được thả xuống, thời gian nhấc container đầy tải lên xe và thời gian thả container rỗng xuống sau khi chất thải trong đó được đổ lên xe. Đối với hệ thống container di động hoạt động theo phương pháp trao đổi container thì thời gian lấy tải là thời gian nhấc container đã đầy tải và thả container này ở vị trí kế tiếp sau khi chất thải được đổ lên xe.

b) *Hệ thống container cố định ( $P_{cd}$ ):* thời gian lấy tải là thời gian chất tải lên xe thu gom: bắt đầu tính từ khi xe dừng và lấy tải tại vị trí đặt container đầu tiên trên tuyến thu gom và kết thúc khi container cuối cùng của tuyến thu gom được dỡ tải. Thời gian lấy tải trong hệ thống container cố định phụ thuộc vào loại xe thu gom và phương pháp lấy tải.



**Hình 3.10. Sơ đồ hoạt động của hệ thống container cố định**

### **2. Thời gian vận chuyển ( $h$ ):** phụ thuộc vào loại hệ thống thu gom

a) *Hệ thống container di động:* thời gian vận chuyển là tổng thời gian cần thiết đến vị trí dỡ tải (trạm trung chuyển, trạm thu hồi vật liệu, hay bãi đỗ), bắt đầu sau khi một container đầy tải được đặt lên xe và kết thúc sau khi xe chở container rỗng đã được dỡ tải rời vị trí dỡ tải đến vị trí kế tiếp mà ở đó container rỗng được thả xuống. Thời gian vận chuyển không tính đến thời gian ở bãi đỗ hay trạm trung chuyển...

b) *Hệ thống container cố định:* thời gian vận chuyển là tổng thời gian cần thiết đến vị trí dỡ tải (trạm trung chuyển, trạm thu hồi vật liệu, hay bãi đỗ), bắt đầu khi container cuối cùng trên tuyến thu gom được dỡ tải hoặc xe đã đầy chất thải và kết thúc sau khi rời khỏi vị trí dỡ tải cho đến khi xe đến vị trí đặt container đầu tiên trên tuyến thu gom tiếp theo. Thời gian vận chuyển không kể thời gian ở bãi đỗ hay trạm trung chuyển...

**3. Thời gian ở bãi đỗ ( $s$ ):** là thời gian cần thiết để dỡ tải ra khỏi các container (đối với hệ thống container di động) hoặc xe thu gom (đối với hệ thống container cố

định) tại vị trí dỡ tải (trạm trung chuyển, trạm tái thu hồi vật liệu, hay bãi đỗ) bao gồm thời gian chờ đợi dỡ tải và thời gian dỡ tải từ các container hay xe thu gom.

**4. Thời gian không sản xuất ( $W$ )** là toàn bộ thời gian hao phí cho các hoạt động không sản xuất, có thể chia thành hai loại:

- Thời gian hao phí cần thiết
- Thời gian hao phí không cần thiết.

Tuy nhiên trong thực tế, cả hai loại thời gian được xem xét cùng với nhau bởi vì chúng phải được phân phối đều trên hoạt động tổng thể. Thời gian hao phí cần thiết bao gồm: thời gian hao phí cho việc kiểm tra xe khi di và khi về vào đầu và cuối ngày, thời gian hao phí cho tắc nghẽn giao thông và thời gian hao phí cho việc sửa chữa, bảo quản các thiết bị... Thời gian hao phí không cần thiết bao gồm thời gian hao phí cho bữa ăn trưa vượt quá thời gian quy định và thời gian hao phí cho việc trò chuyện tán gẫu...

### 3.3.2. Hệ thống container di động

#### 1. Thời gian cần thiết cho một chuyến vận chuyển

Thời gian cần thiết cho một chuyến vận chuyển, cũng chính là thời gian dỡ bỏ một container, bằng tổng cộng thời gian lấy tải, bãi đỗ, vận chuyển. Thời gian cần thiết cho một chuyến được tính theo công thức sau:

$$T_{dd} = (P_{dd} + s + h) \quad (3.1)$$

trong đó:

$T_{dd}$  - thời gian cần thiết cho một chuyến, giờ/ch

$P_{dd}$  - thời gian lấy tải cho một chuyến, giờ/ch

$s$  - thời gian ở bãi đỗ, giờ/ch

$h$  - thời gian vận chuyển cho một chuyến, giờ/ch.

Trong hệ thống container di động, thời gian lấy tải và thời gian ở bãi đỗ là hằng số. Trái lại thời gian vận chuyển phụ thuộc vào tốc độ xe thu gom và khoảng cách vận chuyển. Qua nghiên cứu phân tích một số các dữ liệu về thời gian vận chuyển của nhiều loại xe thu gom, người ta thấy rằng thời gian vận chuyển ( $h$ ) có thể tính gần đúng theo công thức sau:

$$h = a + bx \quad (3.2)$$

trong đó:

$h$  - thời gian vận chuyển, giờ/ch

$a$  - hằng số thời gian theo thực nghiệm, giờ/ch

$b$  - hằng số thời gian theo thực nghiệm, giờ/km

$x$  - khoảng cách vận chuyển hai chiều trung bình, km/ch.

Hằng số tốc độ vận chuyển  $a, b$  cho trong bảng 3.2.

**Bảng 3.2.** Hằng số tốc độ vận chuyển a, b

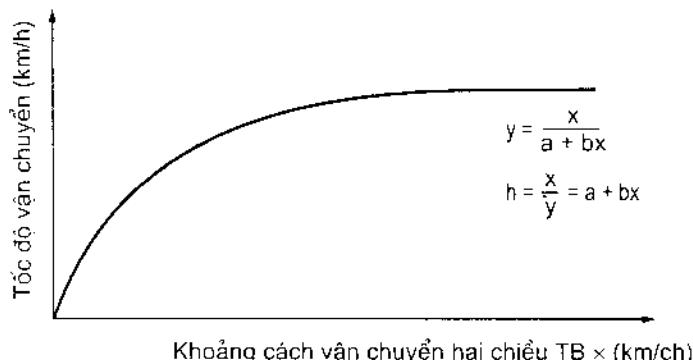
Tốc độ giới hạn (km/h)	a (h/ch)	b (h/km)
88,5	0,016	0,01119
72,4	0,022	0,01367
56,3	0,034	0,01802
40,2	0,050	0,02860
24,1	0,060	0,04164

Nguồn [1]

Khi số vị trí thu gom trong khu vực phục vụ được xác định, khoảng cách vận chuyển hai chiều trung bình được tính từ tâm của khu vực phục vụ đến bãi đỗ và công thức (3.2) có thể áp dụng trong trường hợp này.

Thay thế biểu thức h cho ở phương trình (3.2) vào (3.1) ta có thời gian cần thiết cho một chuyến như sau:

$$T_{dd} = (P_{dd} + s + a + bx) \quad (3.3)$$



**Hình 3.11.** Biểu đồ示意 mối quan hệ giữa tốc độ vận chuyển trung bình và khoảng cách vận chuyển hai chiều cho xe thu gom CTR

Trong hệ thống container di động, thời gian lấy tải cho một chuyến sẽ được tính theo công thức:

$$P_{dd} = pc + uc + dbc \quad (3.4)$$

trong đó:

$P_{dd}$  - thời gian lấy tải cho một chuyến, giờ/ch

$pc$  - thời gian hao phí cho việc nâng container, giờ/ch

$uc$  - thời gian hao phí cho việc thả container đã dỡ tải xuống, giờ/ch

$dbc$  - thời gian hao phí để lái xe giữa các vị trí đặt container, giờ/ch.

Nếu không biết thời gian trung bình hao phí để lái xe giữa các container ( $dbc$ ) thì thời gian này có thể tính theo công thức (3.2). Khoảng cách vận chuyển hai chiều thay bằng khoảng cách giữa các container và hằng số thời gian vận chuyển được sử dụng tương ứng vận tốc là 24,1 km/h (vận tốc thống nhất).

## 2. Số chuyến thu gom trong ngày

Số chuyến thu gom cho một xe trong một ngày hoạt động có thể được tính toán bằng cách đưa vào hệ số thời gian không sản xuất  $W$ , công thức tính như sau:

$$N_d = \frac{[H(1-W) - (t_1 - t_2)]}{T_{dd}} \quad (3.5)$$

trong đó:

$N_d$  - số chuyến trong ngày, ch/ngày

$H$  - số giờ làm việc trong ngày, giờ/ngày

$W$  - hệ số kể đến các yếu tố không sản xuất, biểu diễn bằng tỷ số

$t_1$  - thời gian lái xe từ trạm điều vận đến vị trí đặt container đầu tiên trong ngày, giờ

$t_2$  - thời gian lái xe từ vị trí đặt container cuối cùng trong ngày về trạm điều vận, giờ

$T_{dd}$  - thời gian cần thiết cho một chuyến, giờ/ch.

Trong phương trình (3.5), giả thiết rằng các hoạt động không sản xuất có thể xảy ra ở bất kỳ thời điểm nào trong ngày. Hệ số kể đến các hoạt động không sản xuất trong phương trình (3.5) thay đổi từ  $0,10 \div 0,40$ , trung bình là  $0,15$ .

Số chuyến có thể thực hiện trong ngày tính toán từ phương trình (3.5) có thể so sánh với số chuyến yêu cầu trong ngày (trong tuần), được tính bằng cách sử dụng biểu thức sau:

$$N_d = \frac{V_d}{(cf)} \quad (3.6)$$

trong đó:

$N_d$  - số chuyến trong ngày, ch/ngày

$V_d$  - thể tích CTR thu gom trung bình hàng ngày,  $m^3/\text{ngày}$

$c$  - thể tích của container,  $m^3/\text{ch}$

$f$  - hệ số hiệu dụng trung bình của container (hệ số sử dụng container trung bình).

Hệ số sử dụng container có thể được định nghĩa là tỷ số của thể tích container bị CTR chiếm chia với thể tích hình học của container. Hệ số này thay đổi theo kích thước của container, nên phương trình (3.6) phải dùng hệ số sử dụng container được chất tải. Hệ số được chất tải có thể xác định bằng cách chia giá trị tổng cộng (có được từ việc nhân số container ứng với từng kích thước với hệ số sử dụng tương ứng) cho tổng số container.

$$f = \frac{f_1 n_1 + f_2 n_2 + f_3 n_3 + \dots + f_k n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i n_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

trong đó:

$f_i$  - hệ số sử dụng của container loại  $i$ .

$n_i$  - số lượng container loại  $i$ .

### Ví dụ 3.2. Phân tích hệ thống container di động

CTR từ một khu công nghiệp mới được thu gom trong các container có kích thước lớn, một vài container trong số này sẽ được sử dụng liên kết với máy nén rác cố định. Trên cơ sở nghiên cứu giao thông tại các khu công nghiệp tương tự, ước tính rằng thời gian trung bình để lái xe từ trạm điều vận đến vị trí đặt container đầu tiên ( $t_1$ ) và từ vị trí container cuối cùng ( $t_2$ ) về trạm điều vận mỗi ngày sẽ tương ứng là 15 phút và 20 phút. Thời gian trung bình hao phí để lái xe giữa các container là 6 phút và khoảng cách vận chuyển một chiều đến bãi đổ là 15,5km (giới hạn tốc độ 55 km/giờ). Xác định số container được đổ bỏ mỗi ngày. Giả thiết rằng mỗi ngày làm việc 8 giờ và hệ số kể đến các yếu tố không sản xuất  $W = 0,15$ , thời gian hao phí cho việc nhặt và thả container rỗng là 0,4 giờ/chuyển, thời gian ở bãi đổ 0,133 giờ/chuyển.

#### *Giai*

1- Xác định thời gian lấy tải cho một chuyến, sử dụng công thức (3.4):

$$P_{dd} = pc + uc + dbc$$

$$pc + uc = 0,4; \quad dbc = 6 \text{ phút} = 0,1 \text{h/ch}$$

$$P_{dd} = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{h/ch}$$

2- Xác định thời gian cần thiết cho một chuyến, sử dụng công thức (3.3)

$$T_{dd} = (P_{dd} + s + a + bx)$$

$$s = 0,133 \text{h/ch}; \quad x = 15,5 \text{km}$$

$$a = 0,034 \text{h/ch}; \quad b = 0,01802 \text{h/km}$$

$$\begin{aligned} T_{dd} &= (0,5 + 0,133 + 0,034 + 0,01802 \times 15,5 \times 2) \\ &= 1,23 \text{ h/ch} \approx 74 \text{ ph/ch} \end{aligned}$$

3- Xác định số chuyến container trong ngày, sử dụng công thức (3.5)

$$N_d = \frac{[H(1 - W) - (t_1 - t_2)]}{T_{dd}}$$

Số giờ làm việc trong ngày  $H = 8$  giờ; hệ số kể đến các yếu tố không sản xuất  $W = 0,15$ ;  $t_1 = 0,25$  giờ;  $t_2 = 0,33$  giờ

$$\begin{aligned} N_d &= \frac{[8(1 - 0,15) - (0,25 + 0,33)]}{1,23} \\ &= 5,06 \text{ ch/ngày; chọn } 5 \text{ ch/ngày} \end{aligned}$$

4- Xác định thời gian thật sự làm việc trong ngày

$$5 \text{ ch/ngày} = \frac{[H(1 - 0,15)] - (0,25 + 0,33)}{1,23}$$

Như vậy  $H = 7,92$  giờ (có thể lấy gần đúng là 8 giờ).

### 3.3.3. Hệ thống container cố định

Do có sự khác biệt giữa việc lấy tải cơ khí hay thủ công, nên các loại hệ thống container cố định phải được xem xét riêng biệt.

#### 1. Hệ thống container cố định với xe thu gom lấy tải cơ giới

Đối với hệ thống sử dụng xe thu gom chất tải tự động, thời gian cho một chuyến biểu diễn như sau:

$$T_{cd} = (P_{cd} + s + a + bx) \quad (3.7)$$

trong đó:

$T_{cd}$  - thời gian cho một chuyến đối với hệ thống container cố định, giờ/ch

$P_{cd}$  - thời gian lấy tải cho một chuyến, giờ/ch

$s$  - thời gian lấy tại bến đỗ, giờ/ch

$a$  - hằng số thực nghiệm, giờ/ch

$b$  - hằng số thực nghiệm, giờ/km

$x$  - khoảng cách vận chuyển hai chiều trung bình, km/ch.

Giống như hệ thống container di động, nếu không có số liệu khoảng cách vận chuyển hai chiều trung bình thì khoảng cách này lấy bằng khoảng cách từ tâm của khu vực phục vụ đến bến đỗ.

Giữa phương trình (3.7) và (3.3) đối với hệ thống container di động chỉ khác nhau ở thời gian lấy tải.

Đối với hệ thống container cố định, thời gian lấy tải được tính theo công thức:

$$P_{cd} = C_t (uc) + (n_p - 1)(dbc) \quad (3.8)$$

trong đó:

$P_{cd}$  - thời gian lấy tải cho một chuyến, giờ/ch.

$C_t$  - số container đổ bỏ (đỡ tải) trong một chuyến thu gom, container/ch.

$uc$  - thời gian lấy tải trung bình cho một container, giờ/container.

$n_p$  - số vị trí đặt container trên một chuyến thu gom, vị trí/ch.

$dbc$  - thời gian trung bình hao phí để lái xe giữa các vị trí đặt container, giờ/vị trí.

Số hạng ( $n_p - 1$ ) biểu thị cho số lần xe thu gom đi giữa các vị trí đặt container, và bằng số vị trí đặt container trừ đi 1. Giống như trường hợp hệ thống container di động, nếu không biết thời gian hao phí để lái xe giữa các vị trí đặt container, thì thời gian này được tính toán theo phương trình (3.2), trong đó thay thế khoảng cách vận chuyển hai chiều bằng khoảng cách giữa các container và các hằng số thời gian vận chuyển tương ứng với 24,1km/h.

Số container được đổ bỏ trên một chuyến thu gom tỷ lệ thuận với thể tích của xe thu gom và tỷ số nén buồng chứa của xe thu gom. Số container này được tính theo công thức:

$$C_t = \frac{Vr}{(cf)} \quad (3.9)$$

trong đó:

$C_1$  - số container đổ bỏ trên một chuyến, container/ch

$v$  - thể tích xe thu gom, m<sup>3</sup>/ch

$r$  - tỷ số nén

$c$  - thể tích của container, m<sup>3</sup>/container

$f$  - hệ số sử dụng container đã được chất tải.

Số chuyến phải thực hiện trong ngày có thể tính toán theo biểu thức sau:

$$N_d = \frac{V_d}{vr} \quad (3.10)$$

trong đó:

$N_d$  - số chuyến thu gom thực hiện hàng ngày, ch/ngày

$V_d$  - khối lượng trung bình ngày của chất thải thu gom, m<sup>3</sup>/ngày.

Thời gian công tác trong ngày khi kể đến các yếu tố không sản xuất  $W$  có thể tính như sau:

$$H = \frac{(t_1 + t_2) + N_d (T_{cd})}{1 - W} \quad (3.11)$$

trong đó:

$t_1$  - thời gian lái xe từ trạm điều vận đến vị trí đặt container đầu tiên để lấy tải trên tuyến thu gom đầu tiên trong ngày, giờ

$t_2$  - thời gian lái xe từ "vị trí đặt container cuối cùng" trên tuyến thu gom sau cùng của ngày công tác đến trạm điều vận, giờ.

Các ký hiệu khác được quy ước giống như được sử dụng trong các công thức trên.

Trong định nghĩa  $t_2$ , thuật ngữ "vị trí đặt container cuối cùng" được sử dụng bởi vì trong hệ thống container cố định, xe thu gom thường lái (trực tiếp) về trạm điều vận sau khi chất thải thu gom trên tuyến cuối cùng được đổ bỏ tại bãi đổ. Nếu thời gian đi từ bãi đổ (hay điểm trung chuyển) về trạm điều vận nhỏ hơn một nửa thời gian vận chuyển  $h_{scs}$ ,  $t_2$  được giả sử bằng 0. Nếu thời gian đi từ bãi đổ (hay điểm trung chuyển) về trạm điều vận lớn hơn thời gian đi từ vị trí thu gom cuối cùng đến bãi đổ, thì thời gian  $t_2$  được giả sử bằng sự chênh lệch giữa thời gian để lái xe từ bãi đổ về trạm điều vận và 1/2 thời gian vận chuyển  $h_{scs}$ .

Ở nơi có số chuyến thu gom mỗi ngày là một số nguyên, sự kết hợp chính xác hay đúng số chuyến trong ngày và kích thước xe thu gom có thể được xác định bằng phương trình (3.11) và các phân tích kinh tế. Để xác định thể tích xe thu gom, thay thế hai hoặc ba giá trị của  $N_d$  trong phương trình (3.11) và tính toán xác định thời gian lấy tải đã sử dụng trên chuyến thu gom. Sau đó bằng bài toán thử dần, sử dụng các phương trình (3.8), (3.9) xác định thể tích xe thu gom cho mỗi giá trị  $N_d$ . Từ những kích thước xe thu gom xác định trên, lựa chọn một giá trị gần với giá trị đã tính toán nhất. Nếu kích thước xe thu gom nhỏ hơn giá trị đã chọn, tính toán thời gian công tác thực tế trong ngày. Sau đó có thể lựa chọn xe trên cơ sở kết hợp với chi phí hiệu quả.

Khi kích thước xe thu gom được cố định, và số chuyến thu gom trong mỗi ngày là số nguyên, thì thời gian công tác trong ngày được tính toán bằng phương trình (3.8), (3.9) và (3.11).

Khi số nhân công yêu cầu cho mỗi xe thu gom và số chuyến thu gom trong mỗi ngày đã được xác định thì việc lựa chọn xe thu gom có thể kết hợp với chi phí hiệu quả nhất. Ví dụ, ở những khoảng cách vận chuyển dài, việc sử dụng xe thu gom lớn và thực hiện 2 ch/ngày sẽ hiệu quả kinh tế hơn là sử dụng xe thu gom nhỏ và thực hiện 3 ch/ngày trong suốt thời gian công tác (mặc dù thỉnh thoảng ở cuối ngày có thể không hoạt động).

### **Ví dụ 3.3. So sánh giữa hệ thống container di động và container cố định**

Một công ty thu gom CTR tư nhân muốn đặt một trạm thu hồi phế liệu ở gần khu thương mại. Công ty này muốn sử dụng hệ thống container di động nhưng họ e ngại rằng chi phí vận chuyển cao. Phải đặt trạm thu hồi phế liệu cách xa khu thương mại một khoảng cách tối đa là bao nhiêu để chi phí hàng tuần cho hệ thống container di động không lớn hơn so với hệ thống container cố định? Giả sử rằng chỉ một người vừa lái xe vừa thu gom được sử dụng cho mỗi hệ thống và các số liệu sau đây được áp dụng. Trong ví dụ này, thời gian  $t_1$  và  $t_2$  tính trong W bao gồm cả các yếu tố không sản xuất,  $H = 8$  giờ/ngày,  $W = 0,15$ .

#### **1- Hệ thống container di động**

- a) Khối lượng CTR 300 m<sup>3</sup>/tuần
- b) Kích thước container 8 m<sup>3</sup>/ch
- c) Hệ số sử dụng container 0,67
- d) Thời gian nhặt container 0,033 giờ/ch
- e) Thời gian dỡ tải container 0,033 giờ/ch
- f) Hằng số thời gian vận chuyển  $a = 0,022$  h/ch,  $b = 0,01367$  h/km
- g) Thời gian ở bãi đỗ 0,053 giờ/ch
- h) Chi phí chung 6 triệu/tuần
- i) Chi phí vận hành 200.000 đ/h làm việc

#### **2- Hệ thống container cố định**

- a) Khối lượng chất thải 300 m<sup>3</sup>/tuần
- b) Kích thước container 8 m<sup>3</sup>/vị trí đặt container
- c) Hệ số sử dụng container 0,67
- d) Dung tích xe thu gom 30 m<sup>3</sup>/ch
- e) Tỷ số nén xe thu gom  $r = 2$
- f) Thời gian dỡ tải 0,050 giờ/container
- g) Hằng số thời gian vận chuyển  $a = 0,022$  h/ch,  $b = 0,01367$  h/km
- h) Thời gian ở bãi đỗ 0,10 giờ/ch
- i) Chi phí tổng cộng 11 triệu/tuần
- j) Chi phí vận hành 300.000 đ/h.

### 3- Đặc điểm vị trí

- a) Khoảng cách trung bình giữa các vị trí đặt container = 0,1 mile = 160m  
 b) Hằng số để tính toán thời gian lái xe giữa các vị trí đặt container cho cả hai hệ thống là  $a' = 0,060\text{h/ch}$  và  $b' = 0,067\text{h/mile} = 0,04164\text{h/km}$ .

**Giải:**

#### 1- Hệ thống container di động

- a) Xác định số chuyến/tuần dựa vào công thức (3.6)

$$N_w = \frac{V_w}{cf} = \frac{(300\text{m}^3/\text{tuần})}{(8\text{m}^3/\text{chuyến}) \times 0,67} = 56 \text{ chuyến/tuần}$$

- b) Ước tính thời gian lái tải trung bình cho một chuyến áp dụng cho hệ thống container di động dựa vào công thức (3.4)

$$\begin{aligned} P_{dd} &= pc + uc + dbc = pc + uc + a' + b'x' \\ &= 0,033\text{giờ/ch} + 0,033\text{giờ/ch} + 0,060\text{giờ/ch} + (0,04164\text{giờ/km}) (150\text{m/ch}) \\ &= 0,133 \text{ giờ/ch} \end{aligned}$$

- c) Ước tính thời gian cần thiết trong tuần,  $T_w$

$$\begin{aligned} T_w &= \frac{N_w (P_{hes} + s + a + bx)}{[H(1 - W)]} \\ &= \frac{(56\text{ch/tuần})(0,133 \text{ giờ/ch} + 0,053 \text{ giờ/ch} + 0,022 \text{ giờ/ch} + 0,1367\text{h/km.x})}{[(8 \text{ giờ/ngày})(1 - 0,15)]} \\ &= 1,71 + 0,1125 \text{ h/km.x} \end{aligned}$$

- d) Xác định chi phí vận hành

$$\begin{aligned} \text{Chi phí vận hành} &= (200.000đ/h)(8\text{h/ngày})[1,71 + 0,1125\text{h/km}] \text{ ngày/tuần} \\ &= [2,736 \cdot 10^6 + 0,18 \cdot 10^6 / \text{km.x}] \text{ đ/tuần} \\ &= (2,736 + 0,18.x) \text{ triệu đồng/tuần} \end{aligned}$$

#### 2- Hệ thống container cố định

- a) Xác định số container cần phải dỡ tải trên chuyến sử dụng công thức (3.9)

$$\begin{aligned} C_t &= vr/cf = (30\text{m}^3/\text{ch})(2)/(8\text{m}^3/\text{container}) (0,67) \\ &= 11,19 \text{ container/chuyến} = 11 \text{ container/chuyến} \end{aligned}$$

- b) Ước tính thời gian lái tải cho một container sử dụng công thức (3.8)

$$\begin{aligned} P_{cd} &= C_t (uc) + (n_p - 1) (dbc) \\ P_{cd} &= C_t (uc) + (n_p - 1)(a' + b'x') \\ &= (11 \text{ container/ch}) (0,05 \text{ h/container}) + (11 - 1 \text{ vị trí/ch}) [(0,06 \text{ giờ/vị trí}) \\ &\quad + (0,04164 \text{ h/km}) (161 \text{ m/vị trí})] \\ &= 1,22 \text{ h/chuyến.} \end{aligned}$$

- c) Xác định số chuyến cần thiết để vận chuyển trong tuần sử dụng công thức (3.10)

$$N_w = \frac{V_w}{vr} = \frac{300\text{m}^3/\text{tuần}}{30\text{m}^3/\text{chuyến} \times 2} = 5 \text{ chuyến/tuần}$$

d) Xác định thời gian cần thiết trong tuần,  $T_W$ . Giá trị  $t_W$  đại diện cho số nguyên số chuyến vận chuyển đến vị trí mà nơi đó các container được dỡ tải. Giá trị  $t_W$  xác định bằng số chuyến vận chuyển trong tuần  $N_W$  khi làm tròn.

$$T_{W(\text{cd})} = \frac{[(N_W)P_{cd} + t_W(s + a + bx)]}{[H(1 - W)]}$$

$$T_{W(\text{cd})} = \frac{\{(5 \text{ ch/tuần}) (1,22 \text{ h/ch}) + (5 \text{ ch/tuần}) \times [(0,1 \text{ h/ch} + 0,022 \text{ h/ch} + 0,01367 \text{ h/km}) (x)\}}{[(8 \text{ h/ngày}) (1 - 0,15)]}$$

$$= [0,99 + 0,01/\text{km} (x)] \text{ ngày/tuần}$$

e) Xác định chi phí vận hành hàng tuần

$$\begin{aligned} \text{Chi phí vận hành} &= (300.000đ/h) (8\text{h/ngày}) \times [0,99 + 0,01/\text{km} (x)] \text{ ngày/tuần} \\ &= [2,376 \cdot 10^6 + 0,024 \cdot 10^6 (x)] \text{ đồng/tuần} \\ &= [2,376 + 0,024 (x)] \text{ triệu đồng/tuần.} \end{aligned}$$

*So sánh hai hệ thống:* việc xác định giá trị  $x$  tức là xác định khoảng cách vận chuyển trung bình hai chiều tối đa bằng cách cho chi phí hệ thống container di động = chi phí hệ thống container cố định.

$$\text{Ta có: } 6 + (2,736 + 0,18x) = 11 + (2,376 + 0,024x)$$

$$\text{Chuyển đổi hai vế ta có: } 0,156x = 4,64$$

Kết quả  $x = 29,74\text{km}$ . Như vậy, một chiều vận chuyển có khoảng cách là  $14,9\text{km}$  để đảm bảo rằng chi phí hàng tuần cho hệ thống container di động không lớn hơn so với hệ thống container cố định.

## 2. Hệ thống container cố định lấy tải thủ công

Phân tích và thiết kế hệ thống thu gom CTR đô thị với xe thu gom chất thải thủ công có thể tóm tắt như sau: Nếu  $H$  là số giờ làm việc trong ngày và số chuyến thu gom trong ngày là cố định hay đã biết, thì thời gian cần thiết cho hoạt động thu gom có thể tính bằng phương trình (3.11), bởi vì tất cả các hệ số đã biết hoặc có thể được giả định. Khi thời gian lấy tải trên một chuyến đã biết, số vị trí lấy tải mà chất thải có thể được thu gom trên một chuyến được tính như sau:

$$N_p = \frac{60 P_{scs} n}{t_p} \quad (3.12)$$

trong đó:

$N_p$  - số vị trí thu gom trong một chuyến, vị trí/chuyến.

60 - hệ số chuyển đổi từ giờ sang phút, 60 phút/giờ.

$P_{scs}$  - thời gian lấy tải trên một chuyến, giờ/chuyến.

$n$  - số người thu gom, người.

$t_p$  - thời gian lấy tải tại mỗi vị trí thu gom, người.phút/vị trí.

Thời gian lấy tải  $t_p$  tại mỗi vị trí phụ thuộc vào thời gian hao phí để lái xe giữa các vị trí đặt container, số container tại mỗi vị trí thu gom và % vị trí thu gom đặt gần nhau. Biểu thức tính như sau:

$$t_p = dbc + k_1 C_n + k_2 (SN) \quad (3.13)$$

trong đó:

- $t_p$  - thời gian lấy tải trung bình tại mỗi vị trí thu gom, người/phút/vị trí
- $dbc$  - thời gian trung bình hao phí lái xe giữa các vị trí đặt container, phút /vị trí
- $k_1$  - hằng số liên hệ với thời gian lấy tải một container, phút/container
- $C_n$  - số container trung bình ở mỗi vị trí lấy tải
- $k_2$  - hằng số liên hệ với thời gian hao phí để thu gom chất thải từ sau vườn của một căn hộ, phút/SN.
- $SN$  - số vị trí thu gom đặt phía sau nhà, %.

Phương trình (3.13) là phương trình được thành lập từ quan sát thực tế thời gian lấy tải cho một vị trí. Dĩ nhiên, thời gian hao phí để lái xe giữa các vị trí thu gom sẽ phụ thuộc vào đặc tính của khu dân cư.

Khi biết số vị trí thu gom trên chuyến, ta có thể tính được kích thước thích hợp của xe thu gom như sau:

$$V = \frac{V_p N_p}{r} \quad (3.14)$$

trong đó:

- $V$  - thể tích xe thu gom,  $m^3/ch$
- $V_p$  - thể tích CTR thu gom trên một vị trí lấy rác,  $m^3/vị trí$
- $N_p$  - số vị trí thu gom trên một chuyến, vị trí/ch
- $r$  - hệ số nén.

Nhiều khu nhà ở có tần suất thu gom là 2 lần/tuần thì nhu cầu về nhân công trong lần thu gom thứ hai trong tuần bằng khoảng  $0,9 \div 0,95$  lần so với nhu cầu nhân công cho lần thu gom thứ nhất trong tuần. Thông thường nhu cầu nhân công không khác nhiều bởi vì thời gian vận chuyển container gần như bằng nhau cho cả container đầy và container chất tải một phần. Thông thường sự chênh lệch này không được chú ý trong tính toán nhân công.

#### **Ví dụ 3.4.** Thiết kế hệ thống thu gom cho khu dân cư

Thiết kế hệ thống thu gom kiểu lề đường để phục vụ cho một khu dân cư với 1000 căn hộ riêng biệt. Tính toán sử dụng hai hệ thống thu gom chất thải thủ công. Hệ thống thứ nhất sử dụng xe thu gom chất thải mặt bén thùng chứa với một nhân công, hệ thống thứ hai sử dụng xe thu gom chất thải phía sau với nhân công là 2 người. Xác định kích thước xe thu gom và so sánh nhu cầu nhân công của mỗi hệ thống thu gom. Giả sử có các số liệu sau đây:

- 1- Số người dân trung bình sử dụng một vị trí phục vụ là: 3,5 người/vị trí
- 2- Tốc độ phát sinh CTR trên đầu người: 2,5 kg/(người.ngày)
- 3- Thời gian lấy tải tại mỗi vị trí thu là 0,92 người.phút/vị trí
- 4- Khối lượng riêng của CTR (trong container) = 200 kg/m<sup>3</sup>
- 5- Số container sử dụng cho một vị trí thu gom là: 2 container 32 lít và 1,5 container caetion 20 lít

- 6- Tần suất thu gom: 1 lần/tuần  
 7- Tỷ số nén của xe thu gom:  $r = 2,5$   
 8- Khoảng cách vận chuyển hai chiều:  $x = 56,35 \text{ km}$   
 9- Thời gian làm việc trong ngày:  $H = 8 \text{ giờ}$   
 10- Số chuyến trong ngày:  $N_d = 2 \text{ chuyến}$   
 11- Thời gian đi đến vị trí thu gom đầu tiên trong ngày  $t_1 = 0,3\text{h}$   
 12- Thời gian đi từ vị trí thu gom cuối cùng trong ngày về trạm điều vận  $t_2 = 0,4\text{h}$   
 13- Hệ số kể đến các yếu tố không sản xuất  $W = 0,15$   
 14- Hằng số thời gian vận chuyển:  $a = 0,016\text{h/ch}$ ,  $b = 0,01119\text{h/km}$   
 15- Thời gian ở bến đỗ của một chuyến:  $s = 0,10\text{h/ch}$   
 16- Hai người thu gom, thời gian lái xe giữa các vị trí đặt container 0,72 phút,  $k_1 = 0,18 \text{ phút.}$

**Giai:**

1- Xác định thời gian thích hợp để lấy tải cho một chuyến sử dụng công thức (3.11)

Thay thế giá trị  $T_{scs}$  trong công thức (3.7) vào công thức (3.11)

$$H = \frac{[(t_1 + t_2) + N_d(P_{scs} + s + a + bx)]}{(1 - W)}$$

$$P_{cd} = \frac{H(1 - W) - (t_1 + t_2)}{N_d - (s + a + bx)}$$

$$P_{cd} = \frac{(8\text{h/ngày})(1 - 0,15) - (0,3\text{h/ngày} + 0,4\text{h/ngày})}{(2\text{ch/ngày}) - (0,1\text{h/ch} + 0,016\text{h/ch} + (0,01119\text{h/km})(56,35\text{km/ch})} \\ = 2,30 \text{ h/ch}$$

2- Xác định thời gian lấy tải cần thiết để lấy tải tại mỗi vị trí

a) Một người thu gom

$$t_p = 0,92 \text{ người.phút/vị trí}$$

b) Hai người thu gom, sử dụng công thức (3.13)

$$t_p = 0,72 + 0,18 (C_n)$$

$$= 0,72 + 0,18 (3,5) = 1,35 \text{ người.phút/vị trí}$$

3- Xác định số vị trí cần phải lấy tải sử dụng công thức (3.12)

a) Một người thu gom

$$N_p = \frac{60P_{scs}n}{t_p} = \frac{(60 \text{ phút/giờ})(2,3 \text{ giờ/chuyến})(1 \text{ người})}{(0,92 \text{ người.phút/vị trí})} = 150 \text{ vị trí/chuyến}$$

b) Hai người thu gom

$$N_p = \frac{60P_{scs}n}{t_p} = \frac{(60 \text{ phút/giờ})(2,3 \text{ giờ/chuyến})(2 \text{ người})}{(1,35 \text{ người.phút/vị trí})} = 204 \text{ vị trí/chuyến.}$$

4- Xác định thể tích chất thải phát sinh trong 1 tuần tại mỗi vị trí lấy tải

$$\text{Thể tích} = (2,5\text{kg/(người.ngày)})(3,5\text{người/vị trí lấy tải}) \times (7\text{ngày/tuần}) (200\text{kg/m}^3) (1/\text{tuần}) \\ = 0,306 \text{ m}^3/\text{vị trí}$$

## 5- Xác định thể tích xe tải, sử dụng công thức (3.14)

a) Một người thu gom

$$N_p = \frac{V_p N_p}{r} = \frac{(0,306 \text{ m}^3/\text{vị trí}) (150 \text{ vị trí/chuyến})}{2,5} = 18,4 \text{ m}^3/\text{chuyến}$$

b) Hai người thu gom

$$N_p = \frac{V_p N_p}{r} = \frac{(0,306 \text{ m}^3/\text{vị trí}) (204 \text{ vị trí/chuyến})}{2,5} = 25 \text{ m}^3/\text{chuyến}$$

## 6- Xác định số chuyến cần thiết trong tuần

a) Một người thu gom

$$N_w = \frac{(1000 \text{ vị trí}) (1/\text{tuần})}{(150 \text{ vị trí/chuyến})} = 6,67 \text{ chuyến/tuần}$$

b) Hai người thu gom

$$N_w = \frac{(1000 \text{ vị trí}) (1/\text{tuần})}{(204 \text{ vị trí/chuyến})} = 4,90 \text{ chuyến/tuần}$$

## 7- Xác định số lao động cần thiết

a) Một người thu gom

$$N_w = \frac{1 \text{ người} \left\{ (6,67 \text{ ch/tuần})(2,3 \text{ h/ch}) + (7 \text{ ch/tuần}) \times [0,10 \text{ h/ch} + 0,016 \text{ h/ch} + (0,01119 \text{ h/km})(56,35 \text{ km/ch})] \right\}}{(1 - 0,15)(8 \text{ h/ngày})}$$

$$= 3,02 \text{ người.ngày/tuần}$$

b) Hai người thu gom

$$N_w = \frac{2 \text{ người} \left\{ (4,90 \text{ ch/tuần}) (2,3 \text{ h/ch}) + (7 \text{ ch/tuần}) \times [0,10 \text{ h/ch} + 0,016 \text{ h/ch} + (0,01119 \text{ h/km}) (56,35 \text{ km/ch})] \right\}}{(1 - 0,15)(8 \text{ h/ngày})}$$

$$= 4,41 \text{ người-ngày/tuần}$$

## 3.4 .VẠCH TUYẾN THU GOM

Để hoạt động thu gom và vận chuyển CTR cho từng khu vực đạt hiệu quả cao nhất, các nhà quản lý phải nắm vững tình hình từng khu vực cụ thể để có thể vạch tuyến thu gom hợp lý nhất, lịch trình cho từng tuyến thu gom ngắn nhất. Từ đó, có thể xác định được nhu cầu về nhân lực, thời gian và phương tiện vận chuyển cần thiết. Thông thường, bố trí tuyến thu gom là bài toán thử dần, không có quy luật chung để áp dụng cho tất cả các trường hợp. Vì vậy, bài toán vạch tuyến thu gom hiện nay vẫn là một quá trình tìm tòi, chủ yếu sử dụng khả năng phán đoán.

Một số nguyên tắc chung hướng dẫn khi vạch tuyến thu gom như sau:

- Xác định những chính sách, đường lối và luật lệ hiện hành liên quan đến hệ thống quản lý CTR, vị trí thu gom và tần suất thu gom;
- Khảo sát đặc điểm hệ thống thu gom hiện hành như là: số người của đội thu gom, loại xe thu gom;

- Ở những nơi có thể, tuyến thu gom phải được bố trí để nó bắt đầu và kết thúc gần đường phố chính. Sử dụng những rào cản địa lý và tự nhiên như là đường ranh giới của tuyến thu gom;

- Ở những khu vực có độ dốc cao, tuyến thu gom phải được bắt đầu ở đỉnh dốc và đi tiến xuống dốc khi xe đã thu gom được chất tải nặng dần;

- Tuyến thu gom phải được bố trí sao cho container cuối cùng được thu gom trên tuyến đặt ở gần bãi đổ nhất;

- CTR phát sinh ở những vị trí tắt nghẽn giao thông phải được thu gom vào thời điểm sớm nhất trong ngày;

- Các nguồn có khối lượng CTR phát sinh lớn phải được phục vụ nhiều lần vào thời gian đầu của ngày công tác;

- Những điểm thu gom nằm rải rác (nơi có khối lượng CTR phát sinh nhỏ) có cùng số lần thu gom, phải sắp xếp để thu gom trên cùng một chuyến trong cùng một ngày.

### 3.4.1. Thiết lập vạch tuyến thu gom

Thông thường, thiết lập tuyến thu gom bao gồm bốn bước. Trong đó, bước 1 về cơ bản giống nhau cho tất cả các loại hệ thống thu gom, còn các bước 2, 3, 4 thì khác nhau cho từng loại hệ thống nên sẽ phân tích riêng. Chú ý rằng các tuyến thu gom chính xác sau khi đã được lập sẵn (ở bước 4) sẽ được thực hiện bởi người lái xe thu gom tại địa bàn. Dựa trên kinh nghiệm thực tế của người lái xe thu gom, mỗi tuyến thu gom sẽ được điều chỉnh cho phù hợp với từng khu vực riêng. Trong đô thị lớn, những người giám sát tuyến thu gom chịu trách nhiệm về việc lên lịch các tuyến thu gom. Trong nhiều trường hợp, tuyến thu gom được vạch ra dựa trên kinh nghiệm điều khiển hoạt động của người giám sát công tác thu gom, có được qua nhiều năm công tác trong cùng một khu vực.

#### Bước 1: Bố trí tuyến thu gom

Trên bản đồ tỷ lệ lớn của khu vực phục vụ (khu thương mại, khu công nghiệp, hay khu vực nhà ở dân cư), các dữ liệu sau đây phải được ghi cho mỗi điểm thu gom CTR: vị trí, tần suất thu gom, số container. Nếu khu thương mại hay khu công nghiệp sử dụng hệ thống container cố định chất thải cơ khí, thì khối lượng chất thải đã ướt tính để thu gom ở mỗi vị trí thu gom cũng phải ghi lên bản đồ. Đối với khu dân cư, thường giả định rằng khối lượng chất thải thu gom tại mỗi vị trí sẽ xấp xỉ bằng nhau và bằng khối lượng chất thải trung bình. Bởi vì bố trí các tuyến thu gom liên quan đến một chuỗi các bài toán thử dần nên bản đồ vẽ nháp phải được sử dụng trước khi các số liệu cơ bản được ghi lên bản vẽ công tác.

Tùy thuộc vào độ lớn khu vực phục vụ và số điểm thu gom, có thể chia khu vực phục vụ ra thành những khu vực nhỏ tương đối đồng nhất như: khu dân cư, khu công nghiệp, khu thương mại. Đối với những nơi có số vị trí thu gom nhỏ hơn  $20 \div 30$  thì bước này thường bỏ qua. Đối với những khu vực lớn hơn, bước này cần phải thực hiện và đưa vào các hệ số tính toán như là tốc độ phát sinh CTR và tần suất thu gom.

### **Bước 2, 3, 4: Đối với hệ thống container di động**

**Bước 2:** Trên tờ ghi chương trình phân phối, đầu tiên ghi tên các tiêu đề tần suất thu gom, lần/tuần; số vị trí thu gom, tổng số container; số chuyến thu gom, chuyến/tuần; và một cột tách rời để ghi các ngày trong tuần trong suốt thời gian chất thải sẽ được thu gom. Thứ hai, xác định số vị trí yêu cầu thu gom nhiều lần trong tuần (ví dụ: từ thứ 2 đến thứ 6 hoặc thứ 2, 4 và 6) và ghi những thông tin lên tờ chương trình phân phối. Bắt đầu bằng danh sách với những vị trí thu gom có số lần thu gom cao nhất trong tuần (ví dụ: 5 lần/tuần). Thứ ba, phân phối số container quy định chỉ phục vụ 1 lần trong tuần, để số container trống trong mỗi ngày thu gom cân bằng nhau. Tuyến thu gom sơ bộ có thể được bố trí khi những thông tin này được biết.

**Bước 3:** Sử dụng các điều kiện đã cho ở bước 2, việc bố trí tuyến thu gom có thể được phác thảo như sau: bắt đầu từ trạm điều vận hoặc bến đậu xe thu gom, một tuyến thu gom sẽ được bố trí nối tất cả các điểm thu gom để phục vụ trong suốt ngày công tác. Bước kế tiếp là sửa đổi tuyến thu gom cơ sở, kể cả các container thêm vào mà nó sẽ phục vụ cho mỗi ngày thu gom. Mỗi tuyến thu gom hàng ngày phải được bố trí để nó bắt đầu và kết thúc gần trạm điều vận. Hoạt động thu gom phải diễn ra một cách chặt chẽ.

**Bước 4:** Khi những tuyến thu gom sơ bộ được bố trí, khoảng cách trung bình để di chuyển giữa các vị trí đặt container phải được tính toán. Nếu các tuyến thu gom này không cân bằng về phương diện khoảng cách vận chuyển (15%) thì chúng phải được thiết kế lại để mỗi tuyến thu gom không chế trong khoảng cách xấp xỉ giống nhau. Thông thường, một số tuyến thu gom phải được thử nghiệm trước khi quyết định thực hiện những tuyến sau. Khi lượng xe thu gom lớn hơn 1 thì tuyến thu gom cho mỗi khu vực phục vụ phải được bố trí và công việc dỡ tải cho mỗi chuyến xe phải cân bằng.

### **Bước 2, 3, 4: Đối với hệ thống container cố định với xe thu gom chất tải cơ khí**

**Bước 2:** Trên tờ ghi chương trình phân phối, đầu tiên ghi các tiêu đề như sau: tần suất thu gom, lần/tuần; số vị trí thu gom; tổng khối lượng CTR và một cột tách riêng để ghi các ngày trong tuần trong suốt thời gian thu gom CTR. Thứ hai, xác định số lượng CTR thu gom từ những vị trí yêu cầu thu gom CTR nhiều lần trong tuần (ví dụ: thứ 2 đến thứ 6; hoặc 2, 4, 6) và ghi các thông tin đã biết lên tờ chương trình phân phối. Bắt đầu danh sách bằng các vị trí yêu cầu số lần thu gom cao nhất trong tuần (ví dụ: 5 lần/tuần). Thứ ba, sử dụng thể tích hữu ích của xe thu gom (thể tích xe thu gom lý thuyết × tỷ số néo), xác định số lượng CTR tăng thêm mỗi ngày từ những vị trí chỉ thu gom 1 lần trong tuần, phân phối sao cho số lượng CTR thu gom (và số container dỗ bö) trên mỗi chuyến được cân bằng cho mỗi tuyến thu gom. Khi những điều kiện này đã biết thì tuyến thu gom sơ bộ có thể được bố trí.

**Bước 3:** Khi biết các thông tin nêu trên thì việc bố trí các tuyến thu gom có thể tiếp tục: Bắt đầu từ trạm điều vận, mỗi tuyến thu gom phải được bố trí nối với tất cả các điểm thu gom để phục vụ suốt mỗi ngày thu gom. Tùy vào khối lượng CTR phải thu gom, có thể bố trí từ một đến vài tuyến thu gom.

Bước kế tiếp là sửa đổi tuyến cơ bản, bao gồm cả các điểm thu gom thêm vào mà nó sẽ phục vụ để hoàn thành việc chất tải. Việc sửa đổi này phải được thực hiện để cho khu vực phát sinh giống nhau được phục vụ với cùng một tuyến thu gom. Đối với

các khu vực lớn đã được chia nhỏ và các khu vực chia nhỏ được phục vụ thu gom hàng ngày, cần phải thiết lập các tuyến thu gom cơ sở cho mỗi khu vực đã chia nhỏ. Giữa những khu vực chia nhỏ này, trong một vài trường hợp có sự phụ thuộc vào số chuyến thu gom được thực hiện mỗi ngày.

**Bước 4:** Khi các tuyến thu gom đã được bố trí thì khối lượng CTR và khoảng cách thu gom cho mỗi tuyến phải được xác định. Trong một vài trường hợp, có thể điều chỉnh lại các tuyến thu gom để cân bằng công việc chất tải cho mỗi nhân công. Sau khi các tuyến thu gom được thiết lập và tính toán, chúng phải được vẽ lên bản đồ chính.

#### **Bước 2, 3, 4: Đối với hệ thống container cố định chất tải thủ công**

**Bước 2:** Ước tính tổng khối lượng chất thải được thu gom từ những vị trí lấy mỗi ngày và hoạt động thu gom được chỉ đạo hay điều khiển. Sử dụng thể tích hữu ích của xe thu gom (thể tích xe thu gom lý thuyết  $\times$  tỷ số nén), xác định số hộ dân trung bình được thu gom chất thải trong suốt mỗi chuyến thu gom.

**Bước 3:** Khi đã biết các số liệu nói trên, việc bố trí tuyến thu gom có thể tiến hành tiếp tục như sau: bắt đầu từ trạm điều vận (hay garage), bố trí hay vạch những tuyến thu gom sao cho phải bao hàm hay đi qua tất cả các điểm thu gom được phục vụ trong suốt tuyến. Các tuyến này phải được bố trí để cho vị trí thu gom cuối cùng ở gần bãi đổ nhất.

**Bước 4:** Khi tuyến thu gom đã được vạch, số lượng container và khoảng cách vận chuyển của mỗi tuyến phải được xác định. Các số liệu trên và nhu cầu nhân công trong một ngày phải được kiểm tra lại so với thời gian công tác trong một ngày. Trong vài trường hợp, có thể điều chỉnh lại tuyến thu gom để cân bằng khối lượng công việc chất tải. Sau khi đã thiết lập tuyến thu gom, vẽ chúng lên bản đồ địa chính.

#### **3.4.2. Thời gian biểu**

Một bảng thời gian biểu điều khiển cho mỗi tuyến thu gom phải được chuẩn bị bởi phòng kỹ thuật và người điều hành vận chuyển. Phải chuẩn bị cho mỗi người tài xế một bảng thời gian biểu mà trong đó có ghi vị trí và trình tự điểm thu gom. Thêm vào đó, một quyển sách ghi lộ trình phải thực hiện bởi tài xế lái xe thu gom. Tài xế sử dụng quyển sổ ghi lộ trình này để kiểm tra các vị trí thu gom và kê khai bảng thanh toán tiền, mặt khác quyển sổ này cũng ghi chép lại bất kỳ vấn đề nào xảy ra khi thực hiện quá trình thu gom. Các thông tin ghi trong quyển sổ lộ trình rất hữu dụng khi điều chỉnh hay sửa đổi tuyến thu gom.

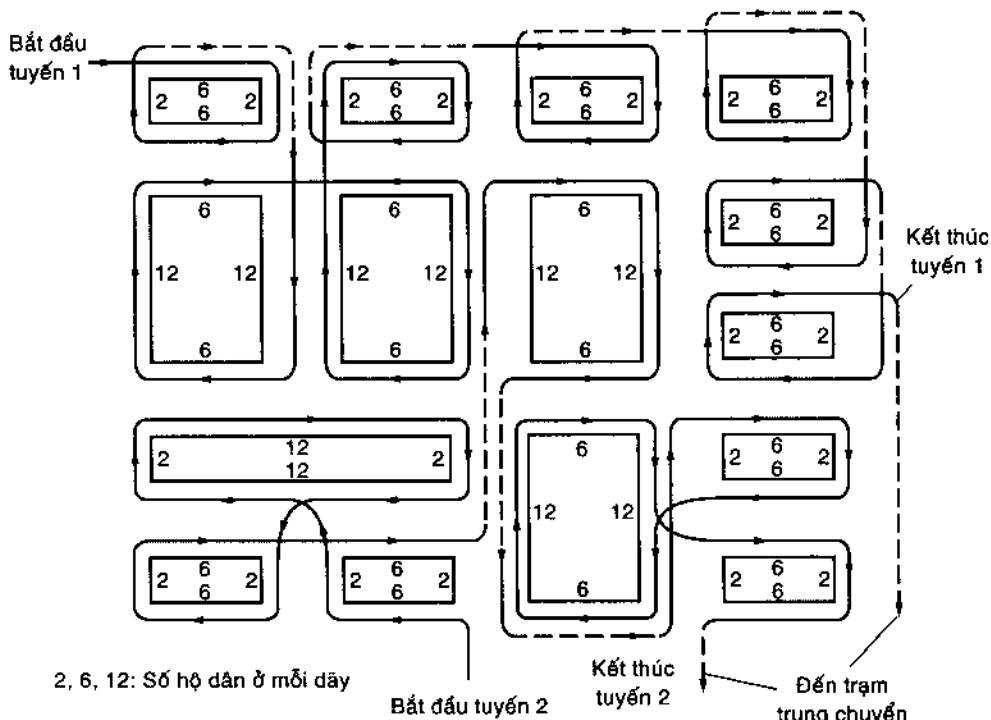
#### ***Luôn luôn hoàn thiện các hệ thống thu gom***

Các hệ thống thu gom từ trước đến nay hoạt động chủ yếu dựa trên kinh nghiệm được tích lũy theo thời gian. Quá trình phát triển của xã hội ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả hoạt động của các hệ thống thu gom, chẳng hạn: sự tăng dân số, sự tăng trưởng kinh tế, tình trạng giao thông đô thị... khiến mọi phương thức hoạt động thu gom cần được cải tiến, bổ sung, nâng cấp, vì vậy phải hoàn thiện các hệ thống thu gom hiện có. Cần cứ vào tình hình kinh tế, xã hội và kỹ thuật hiện tại cũng như những dự báo phát triển trong tương lai để đầu tư nghiên cứu tìm ra một hệ thống thu gom hoạt động hiệu quả hơn. Chẳng hạn, thông qua các bước phân tích số liệu, nghiên cứu thực tế, lập hệ thống mô phỏng, mô hình hóa... Đó là bài toán dành cho các nhà quản lý với sự trợ giúp của các nhà chuyên môn.

Các tiêu chí chính đặc trưng cho hiệu quả thu gom:

- Khối lượng CTR được thu gom trong một giờ;
- Tổng số hộ được phục vụ trong một giờ làm việc của một ca;
- Chi phí của một ngày thu gom;
- Chi phí cho mỗi lần dừng để thu gom;
- Số lượng người được phục vụ bởi một xe trong một tuần.

Tính hiệu quả của tuyến thu gom cũng được đánh giá bởi số lần tuyến thu gom bị lặp lại (thể hiện bằng đường nét đứt). Số lần lặp lại càng thấp, tuyến thu gom càng hiệu quả về kinh tế.



**Hình 3.12.** Hiện trạng thu gom và vận chuyển rác sinh hoạt tại TP HCM

### 3.4.3. Tổng quan về phương tiện - hệ thống thu gom, vận chuyển rác sinh hoạt TP. Hồ Chí Minh

Lực lượng thực hiện thu gom và vận chuyển CTR bao gồm:

- Các đội vận chuyển của Công ty Môi trường Đô thị TP HCM (CITENCO);
- Các công ty, xí nghiệp Công trình Đô thị của 22 quận huyện;
- Hợp tác xã Vận tải Công nông;
- Hệ thống thu gom CTR dân lập.

Hệ thống kỹ thuật thu gom và vận chuyển CTR sinh hoạt tại TP HCM có ba hình thức:

**Hình thức 1:** hàng ngày, CTR được thu gom bằng xe đẩy tay và tập trung tại điểm hẹn. Sau đó, CTR từ xe đẩy tay sẽ được bốc dỡ vào xe ép rác loại nhỏ (từ 2÷4 tấn)

và chuyển đến trạm trung chuyển. Tại trạm trung chuyển, xe tải lớn hơn nhận CTR từ xe ép nhỏ và vận chuyển đến BCL.



Thu gom bằng thùng 660L đẩy tay



Thu gom bằng xe ba gác cũ



Thu gom bằng xe cải tiến gắn thùng 660L



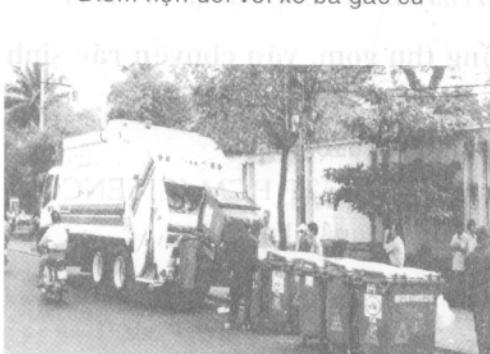
Điểm hẹn đối với thùng 660L đẩy tay



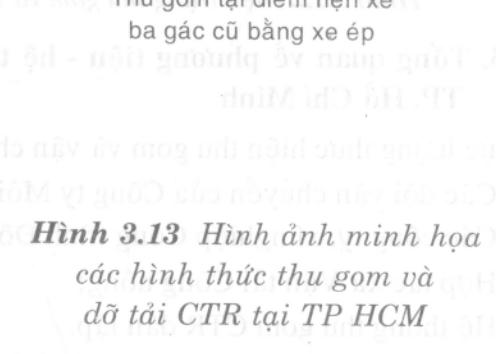
Điểm hẹn đối với xe ba gác cũ



Thu gom tại điểm hẹn xe



Thu gom tại điểm hẹn thùng đẩy bằng xe ép



**Hình 3.13.** Hình ảnh minh họa các hình thức thu gom và dỡ tải CTR tại TP. HCM

*Hình thức 2:* CTR được thu gom bằng xe đẩy tay và tập trung tại điểm hẹn, sau đó CTR từ xe đẩy tay sẽ được bốc dỡ lên xe ép lớn và chở trực tiếp đến BCL. Hiện nay, công nghệ này đang được áp dụng và ngày càng mở rộng để giảm dần những điểm tập trung CTR và hạn chế ô nhiễm.

*Hình thức 3:* CTR chưa sẵn trong các thùng chứa (240÷660 lít) ở dọc các tuyến đường hay các nguồn phát sinh rác lớn (chợ, thương mại, văn phòng cơ quan....) được bốc dỡ bằng xe ép loại nhỏ (từ 2÷4 tấn) và chuyển đến trạm trung chuyển. Tại trạm trung chuyển, xe tải lớn tiếp nhận chất thải từ xe nhỏ và vận chuyển đến BCL. Trong hình thức này, nếu CTR rác từ các thùng chứa được bốc dỡ bằng xe ép lớn, nó sẽ được vận chuyển thẳng đến BCL.

## CÂU HỎI

**1.** Xác định tốc độ phát sinh CTR của một khu dân cư, biết rằng khu vực này có 1.200 hộ dân (mỗi hộ có trung bình 5 người) và TTC địa phương tiếp nhận toàn bộ lượng chất thải thu gom được để chuyển đến BCL. Số liệu thu thập trong 1 tuần hoạt động của TTC như sau:

- Số lượng xe ép rác	9 xe
- Dung tích trung bình của mỗi xe ép rác	15,3 m <sup>3</sup>
- Khối lượng riêng của rác trong xe ép rác	600 kg/m <sup>3</sup>
- Số lượng xe tải thường	7 xe
- Dung tích trung bình của mỗi xe tải thường	1,53 m <sup>3</sup>
- Khối lượng riêng của rác trong xe tải	400 kg/m <sup>3</sup>
- Số lượng xe tải của tư nhân	20 xe
- Thể tích trung bình của mỗi xe tư nhân	0,23 m <sup>3</sup>
- Khối lượng riêng của rác trong xe tư nhân	200 kg/m <sup>3</sup>

**2.** Xác định các hằng số vận tốc vận chuyển. Biết vận tốc trung bình trên những đoạn đường đến bãi đổ khác nhau như ở bảng dưới. Tính thời gian vận chuyển của mỗi chuyến với vị trí cách bãi đổ 17,7km.

Đoạn đường (x), km/chuyến	Vận tốc (y), km/h	Thời gian, h/chuyến
3,22	27,35	0,12
8,05	45,05	0,18
12,87	51,49	0,25
19,31	57,92	0,33
25,74	64,36	0,40
32,18	67,58	0,48
40,23	72,41	0,56

**3.** Xác định số chuyến xe rác cần thiết trong ngày và thời gian làm việc của hệ thống Container di động. Biết rằng thời gian xe lấy rác đi từ trạm xe đến vị trí lấy rác đầu tiên là 15 phút và từ vị trí lấy rác cuối cùng về trạm xe là 20 phút. Thời gian

vận chuyển giữa hai điểm lấy CTR là 6 phút. Thời gian lấy rác là 0,4h/chuyến. Khoảng cách từ điểm lấy CTR đến bãi đổ là 16,57km. Các hằng số trong phương trình vận tốc là  $a = 0,016\text{h/chuyến}$ , và  $b = 0,017\text{h/km}$ . Thời gian tại bãi đổ là  $s = 0,133\text{h/chuyến}$  và hệ số tính đến thời gian không vận chuyển là  $W = 0,15$ .

4. Xác định đoạn đường dài nhất từ vị trí cần lấy CTR đến trạm xử lý sao cho chi phí (\$/tuần) của hệ thống container di động = chi phí dùng cho hệ thống container cố định,  $t_1$  và  $t_2$  được tính trong hệ số tính thời gian không sản xuất  $W = 0,15$ .

a) Hệ thống container di động:

- Lượng CTR 229,4  $\text{m}^3/\text{tuần}$
- Kích thước thùng chứa rác 6,1  $\text{m}^3/\text{chuyến}$
- Hệ số hữu ích của thùng chứa 0,67
- Thời gian chất thùng CTR lên xe 0,033 h/chuyến
- Thời gian trả thùng về vị trí cũ 0,033 h/chuyến
- Hằng số vận chuyển:  $a = 0,022 \text{ h/chuyến}$ ,  $b = 0,01367 \text{ h/km}$
- Thời gian tại bãi đổ 0,053 h/chuyến
- Lệ phí 400 \$/tuần
- Chi phí vận hành 15 \$/h

b) Hệ thống container cố định:

- Lượng CTR 229,4  $\text{m}^3/\text{tuần}$
- Kích thước thùng chứa rác 6,1  $\text{m}^3/\text{chuyến}$
- Hệ số hữu ích của thùng chứa 0,67
- Sức chứa của xe thu gom 22,9  $\text{m}^3/\text{chuyến}$
- Tỷ số nén CTR 2
- Thời gian đổ CTR 0,05 h/chuyến
- Hằng số vận chuyển  $a = 0,022 \text{ h/chuyến}$ ,  $b = 0,01367 \text{ h/km}$
- Thời gian tại bãi đổ 0,1 h/chuyến
- Lệ phí 750 \$/tuần
- Chi phí vận hành 20 \$/h

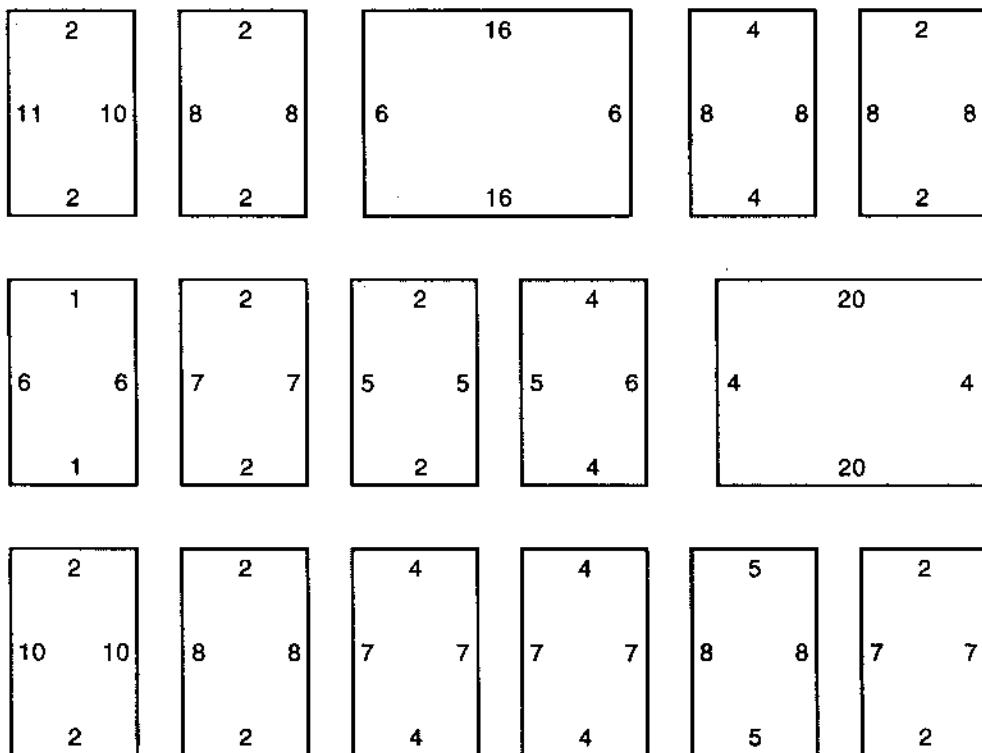
c) Đặc điểm vị trí lấy CTR:

- Khoảng cách trung bình giữa các thùng CTR 0,1609km
- Hằng số ước tính thời gian vận chuyển giữa hai vị trí đặt thùng CTR cho cả hai hệ thống  $a' = 0,060 \text{ h/chuyến}$ ,  $b' = 0,0416 \text{ h/km}$ .

5. Vạch tuyến mạng lưới thu gom CTR cho khu dân cư có mặt bằng như hình vẽ sau, biết rằng:

- Số người của mỗi hộ gia đình 3 người/hộ
- Tốc độ phát sinh rác trung bình 0,8 kg/người.ngày
- Chu kỳ thu gom 1 lần/tuần

- Công suất xe thu gom  $20 \text{ m}^3$
- Khối lượng rác sau khi nén trong xe  $350 \text{ kg/m}^3$

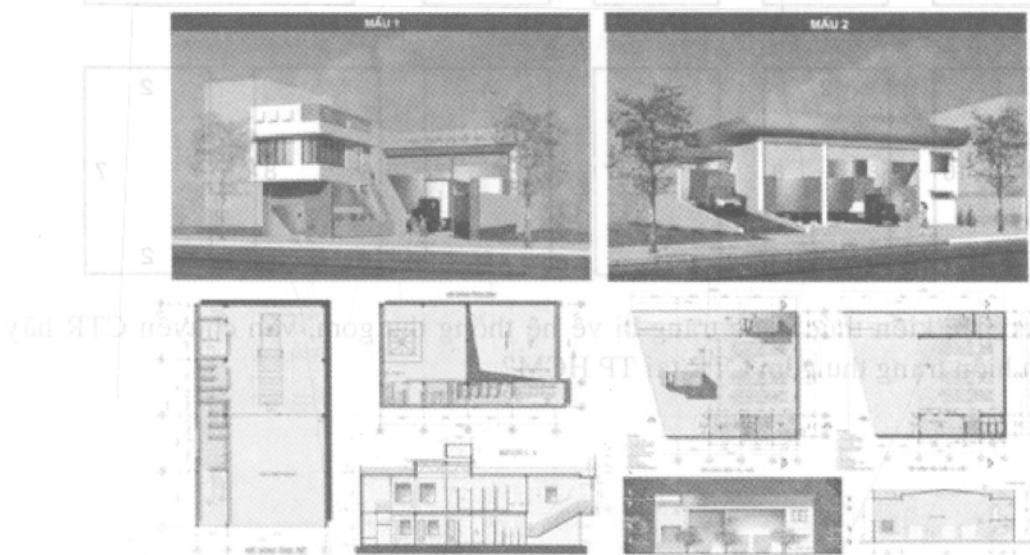


6. Theo các kiến thức được trang bị về hệ thống thu gom, vận chuyển CTR hãy phân tích hiện trạng thu gom CTR tại TP HCM?

## Chương 4

# HỆ THỐNG TRUNG CHUYỂN VÀ VẬN CHUYỂN

Trung chuyển là hoạt động mà trong đó CTR từ các xe thu gom nhỏ được chuyển sang các xe lớn hơn. Các xe này được sử dụng để vận chuyển chất thải trên một khoảng cách khá xa, hoặc đến trạm thu hồi phế liệu, hoặc đến bãi đổ. Các hoạt động trung chuyển và vận chuyển cũng được sử dụng kết hợp hay liên kết với những trạm thu hồi phế liệu để vận chuyển các vật liệu tái chế đến nơi tiêu thụ, hay vận chuyển phần vật liệu không thể tái sinh đến bãi chôn lấp.



**Hình 4.1.** Trạm trung chuyển rác TP. Đà Nẵng

### 4.1. SỰ CẦN THIẾT CỦA HOẠT ĐỘNG TRUNG CHUYỂN

Thông thường, CTR được vận chuyển trực tiếp từ nguồn phát sinh đến bãi chứa hoặc cơ sở tái chế. Thế nhưng, hầu hết các nơi tiếp nhận CTR cuối cùng này được bố trí ngày càng xa thành phố, thậm chí là những nơi cách xa tuyến giao thông chính, nếu vận chuyển trực tiếp đến BCL thì không khả thi vì chi phí vận chuyển khá cao.

Ngoài ra, hoạt động trung chuyển là một hoạt động cần thiết trong tất cả các trạm thu hồi phế liệu. Trạm trung chuyển rác là một khâu không thể thiếu của các cơ sở tái chế hoặc tái chế kết hợp trung chuyển rác. Ngay cả những bãi chôn lấp CTR cũng cần có trạm trung chuyển để tiếp nhận lượng rác do các xe thu gom chở đến, sau đó nhờ các xe chuyên dụng chở đến các ô chôn lấp.

Vì vậy, có thể kết luận rằng các trạm trung chuyển rác là cần thiết bởi những lý do sau:

1. Hạn chế tối đa sự xuất hiện các bãi rác hở không hợp pháp do khoảng cách vận chuyển khá xa.
2. Vị trí của bãi đổ cách xa tuyến thu gom.
3. Việc sử dụng các loại xe thu gom vừa và nhỏ không thích hợp cho việc vận chuyển rác đi xa.
4. Có nhiều tổ chức thu gom rác quy mô nhỏ từ các khu dân cư.
5. Sự hiện hữu của khu vực thu gom CTR có mật độ dân cư thấp.
6. Việc hoạt động của các xe thu gom dùng thùng chứa luân chuyển cho các khu thương mại.
7. Việc sử dụng phương thức vận chuyển rác từ nguồn bằng khí nén hoặc bằng dòng nước.
8. Khi có sự thay đổi phương tiện vận chuyển: đường bộ - đường sắt, đường bộ - đường thủy...

#### 4.1.1. Khoảng cách vận chuyển khá xa

Ngày nay, hầu hết các khâu tiếp nhận rác cuối cùng đều được bố trí cách xa thành phố, khu vực dân cư. Với khoảng cách xa như thế, cộng thêm chí phí nhân công, chí phí hoạt động và nhiên liệu cao, việc tồn tại trạm trung chuyển rác là cần thiết. Sự chọn lựa này chung quy là do tính kinh tế. Bởi vì, để vận chuyển rác đi càng xa, xe có tải trọng càng lớn sẽ có chí phí trên một đơn vị khối lượng càng thấp. Như vậy, cần trạm trung chuyển để nhận rác từ các phương tiện vận chuyển nhỏ và giao cho các phương tiện vận chuyển lớn để chở rác đến bãi đổ cuối cùng.

**Ví dụ 4.1.** Xác định sự cần thiết của trung chuyển trên cơ sở phân tích chí phí vận hành:

- Hệ thống container di động (trực tiếp)
- Hệ thống container cố định (trực tiếp)
- Hệ thống trung chuyển - vận chuyển

Để vận chuyển chất thải được thu gom từ khu đô thị đến bãi chôn lấp, theo các dữ liệu sau:

- a) Hệ thống container di động sử dụng xe thu gom có thể tích thùng chứa  $6m^3$  với chí phí vận hành là 25.000đ/h.
- b) Hệ thống container cố định sử dụng xe có trang bị máy ép rác, có thể tích thùng chứa  $15m^3$ , với chí phí vận hành là 40.000đ/h.
- c) Hoạt động trung chuyển - vận chuyển sử dụng xe đầu kéo có thể tích của thùng chứa  $80m^3$  với chí phí vận hành là 60.000đ/h.
- d) Chí phí hoạt động của trạm trung chuyển: 2.750đ/ $m^3$ .

**Giải:**

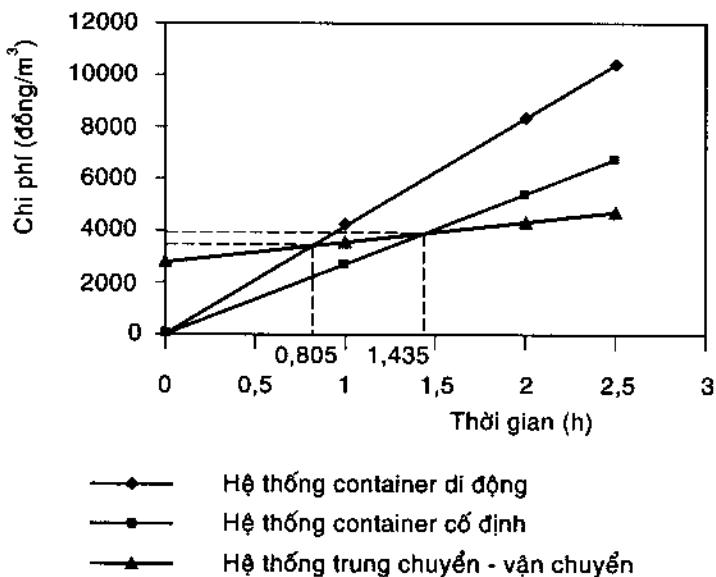
- 1- Chuyển đổi các chí phí vận hành thành đơn vị đồng/( $m^3.h$ )

a) Hệ thống container di động:  $(25.000/6) = 4.166 \text{ đ}/(\text{m}^3.\text{h})$

b) Hệ thống container cố định:  $(40.000/15) = 2.666 \text{ đ}/(\text{m}^3.\text{h})$

c) Chi phí vận chuyển sử dụng xe đầu kéo:  $(60.000/80) = 750 \text{ đ}/(\text{m}^3.\text{h})$

2- Vẽ đường biểu diễn chi phí cho  $1\text{m}^3$  CTR theo thời gian lái xe toàn chuyến (2 chiều), cho ba hệ thống lựa chọn. Đồ thị biểu diễn như sau:



3- Từ hình vẽ xác định được các điểm giao nhau giữa hệ thống trung chuyển - vận chuyển với hệ thống lựa chọn:

a) Hệ thống container di động: 48 phút

b) Hệ thống container cố định: 86 phút

Nhận xét:

- Nếu hệ thống container di động được sử dụng và thời gian lái xe toàn chuyến đến bến đổ lớn hơn 48 phút thì nên đầu tư trạm trung chuyển.

- Nếu hệ thống container cố định được sử dụng và thời gian lái xe toàn tuyến đến bến đổ lớn hơn 86 phút thì nên đầu tư trạm trung chuyển.

- Khi vận chuyển CTR với những khoảng cách xa thì chi phí vận chuyển được biểu diễn bằng đơn vị: VNĐ/(tấn × km). Đơn vị biểu diễn này được sử dụng rộng rãi để phân tích trạm trung chuyển bởi vì khối lượng là chỉ tiêu chuẩn quan trọng nhất đối với vận chuyển bằng đường sắt hay đường ô tô. Tuy nhiên, đơn vị biểu diễn chi phí này có thể dẫn đến tính toán sai khi khối lượng riêng của chất rắn thay đổi đáng kể khi chuyển từ nơi này đến nơi khác hoặc từ container này đến container khác.

**Ví dụ 4.2.** Xác định thời gian giao nhau giữa hai hệ thống thu gom rác sử dụng xe ép rác và hệ thống trung chuyển, vận chuyển, theo các dữ liệu sau:

- Xe ép rác có thể tích  $23\text{m}^3$

- Khối lượng riêng của rác trong xe ép rác  $350\text{kg/m}^3$

- Xe đầu kéo (rơmooc) có thể tích  $80\text{m}^3$
- Khối lượng riêng của rác trong xe đầu kéo  $200\text{kg/m}^3$
- Chi phí vận hành của xe ép rác  $40.000\text{đ/h}$
- Chi phí vận hành của xe đầu kéo  $60.000\text{đ/h}$
- Chi phí vận hành của trạm trung chuyển  $3.650\text{đ/tấn}$ .

*Giải:*

- Xác định khối lượng rác vận chuyển cho từng hệ thống

$$\text{Hệ thống xe ép rác: } 23\text{m}^3 \times 350\text{kg/m}^3 = 8.050 \text{ kg}$$

$$\text{Hệ thống xe đầu kéo: } 80\text{m}^3 \times 200\text{kg/m}^3 = 16.000 \text{ kg}$$

- Xác định chi phí vận hành trên 1 tấn rác

$$\text{Hệ thống xe ép rác: } 40.000\text{đ/h} / 8.050\text{kg} = 4,969\text{đ/(kg.h)} = 4969\text{đ/(tấn.h)}$$

$$\text{Hệ thống xe đầu kéo: } 60.000\text{đ/h} / 16.000\text{kg} = 3,750\text{đ/(kg.h)} = 3750\text{đ/(tấn.h)}$$

Lập phương trình xác định thời gian giao nhau giữa hai hệ thống:

$$4.969x = 3.750x + 3.650$$

Từ phương trình trên, xác định thời gian giao nhau của hai hệ thống là:

$$x = 3 \text{ giờ} = 180 \text{ phút.}$$

#### 4.1.2. Trạm xử lý hay bãi đổ đặt ở xa trực lộ giao thông

Nếu điểm tiếp nhận rác cuối cùng không nằm cạnh trực giao thông đường bộ, thì rõ ràng hoạt động trung chuyển phải được sử dụng vì không thể vận chuyển trực tiếp trên đường quốc lộ.

#### 4.1.3. Trạm trung chuyển kết hợp với trạm thu hồi vật liệu

Khuynh hướng quản lý CTR hiện nay là phát triển các trạm liên hợp trung chuyển - tái sinh phế liệu quy mô lớn. Đó là những trạm liên hợp đa năng có thể thực hiện nhiều khâu một lúc như:

- 1- Tiếp nhận chất thải
- 2- Phân loại
- 3- Tái chế nhựa, thủy tinh...
- 4- Sản xuất phân Compost
- 5- Đốt phát điện...
- 6- Vận chuyển phần còn lại đến bãi chôn lấp.

Việc áp dụng các trạm liên hợp trung chuyển - tái sinh phế liệu quy mô lớn cho phép tiết kiệm chi phí nhờ kết hợp nhiều hoạt động trong một trạm.

#### 4.1.4. Trạm trung chuyển tại bãi chôn lấp hợp vệ sinh (*landfill*)

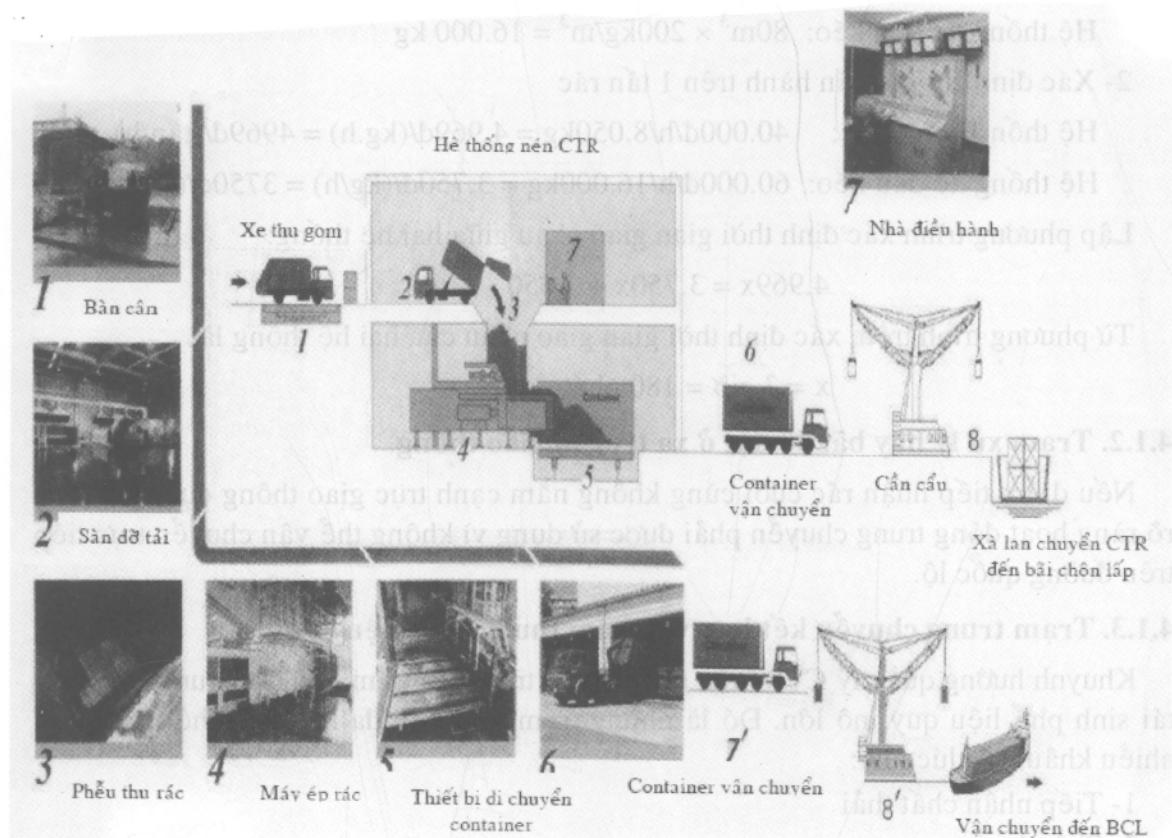
Để đảm bảo an toàn và khắc phục những khó khăn trong công tác nhận dạng chất thải cho phép tiếp nhận tại bãi chôn lấp thì ngay tại đây cũng cần xây dựng bãi chứa tạm thời (gọi là trạm trung chuyển ở bãi chôn lấp), để nhận chất thải từ các xe tải

nhỏ, tự nhiên. Ngoài ra, nhờ tách riêng trạm trung chuyển cho xe vận chuyển tư nhân và xe tải nhỏ, nên nguy cơ xảy ra tai nạn ở các khu vực công tác của bãi chôn lấp giảm đi đáng kể.

#### 4.1.5. Trạm trung chuyển khi thay đổi phương thức vận chuyển

Khi xử lý CTR ở trên các đảo, để giảm các chi phí và khó khăn cho quá trình vận chuyển cần phải có trạm trung chuyển kết hợp ép rác vào các container thể tích lớn hơn.

Ví dụ: Mô hình cảng ép - trung chuyển CTR ở Hồng Kông.

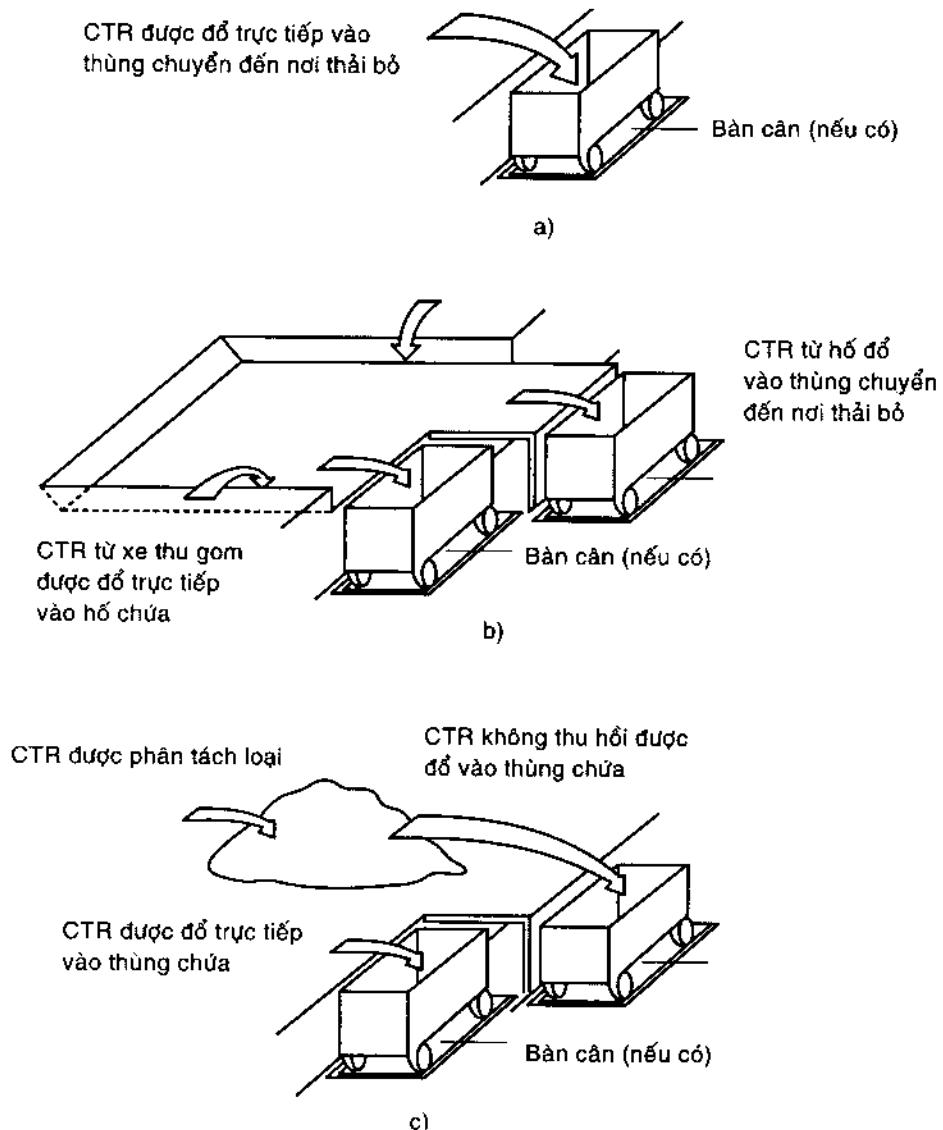


**Hình 4.2. Mô hình cảng ép - trung chuyển CTR ở Hồng Kông**

#### 4.2. CÁC LOẠI TRẠM TRUNG CHUYỂN

Trạm trung chuyển có chức năng chính là chuyển CTR từ các xe thu gom và các xe vận chuyển nhỏ sang các phương tiện vận chuyển lớn hơn. Phụ thuộc phương pháp chất tải lên các xe vận chuyển lớn, có thể phân loại trạm trung chuyển thành ba loại:

1. Chất tải trực tiếp
2. Chất tải từ khu vực tích lũy
3. Kết hợp chất tải trực tiếp và chất tải kiểu tích lũy (hình 4.2).



**Hình 4.3. Các loại trạm trung chuyển**

a) Chất tải trực tiếp; b) Chất tải kiểu tích lũy; c) Kết hợp chất tải trực tiếp và chất tải tích lũy

Trạm trung chuyển cũng có thể được phân loại theo công suất, ví dụ theo cách phân loại của Mỹ<sup>111</sup> như sau:

- 1- Loại nhỏ (công suất < 100 tấn/ngày).
- 2- Loại trung bình (công suất trong khoảng 100÷500 tấn/ngày).
- 3- Loại lớn (công suất > 500 tấn/ngày).

#### 4.2.1. Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp

Tại trạm trung chuyển chất tải trực tiếp, CTR từ các xe thu gom nhỏ được đổ trực tiếp vào xe vận chuyển tải trọng lớn hoặc thiết bị nén để nén chất thải vào xe lớn, hay nén thành kiện để thuận tiện chuyển đến bãi chôn lấp. Trong nhiều trường hợp,

CTR có thể được đổ trên nền dỡ tải để tách loại các vật liệu có thể tái chế, phần còn lại được ép vào các xe trung chuyển. Tại trạm trung chuyển chất tải trực tiếp, rác hầu như không lưu lại lâu, nếu có chỉ là nhất thời. Thể tích chất thải chứa tạm thời trên nền dỡ tải thường được định nghĩa là công suất tích lũy tức thời hay công suất lưu trữ khẩn cấp của trạm trung chuyển.

Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp có nhiều kiểu tùy theo quy mô và chức năng hoạt động của từng trạm:

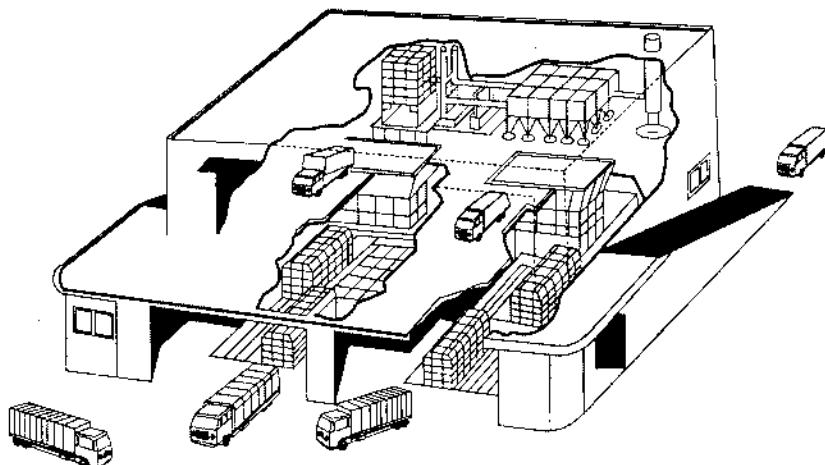
- Trạm công suất lớn không có khâu ép rác
- Trạm công suất lớn có khâu ép rác
- Trạm công suất vừa và nhỏ có khâu ép rác
- Trạm công suất nhỏ dùng ở khu vực nông thôn
- Trạm công suất nhỏ dùng ở bến chôn lấp.

### **1. Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp công suất lớn không có máy ép**

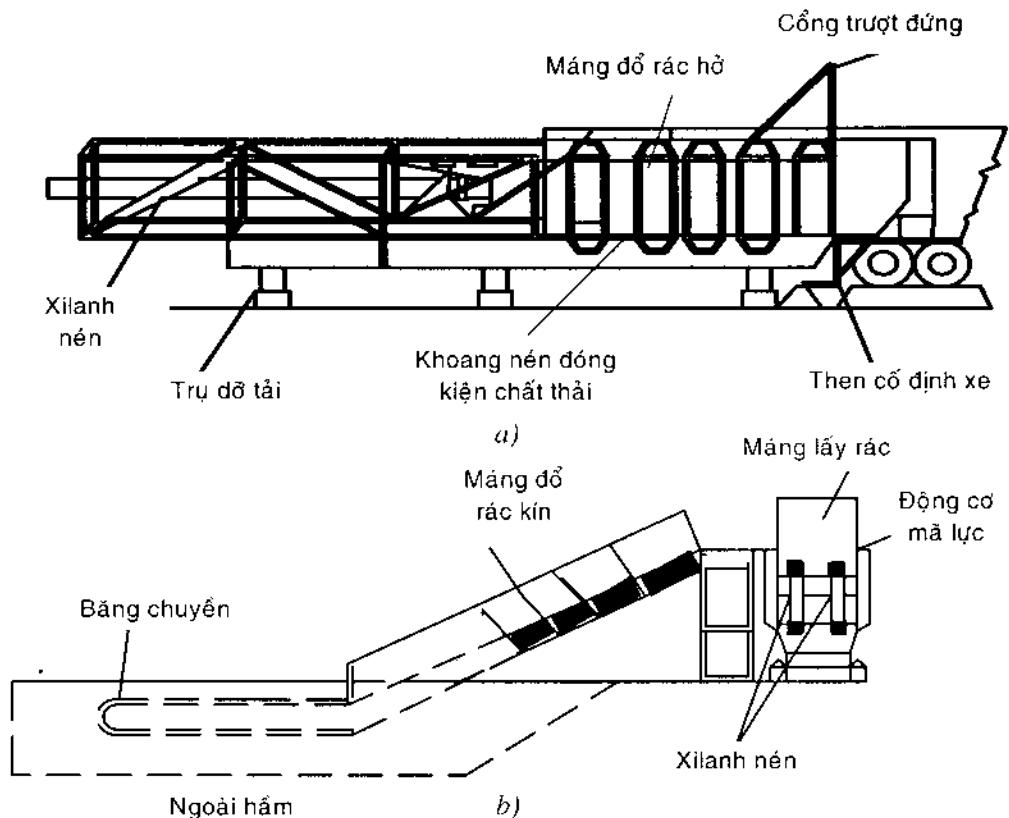
Tại trạm trung chuyển chất tải trực tiếp công suất lớn, CTR từ xe thu gom thường được đổ trực tiếp vào xe vận chuyển. Để thực hiện công việc này, các trạm trung chuyển thường được xây dựng theo cấu trúc hai bậc với hai cao độ khác nhau: sàn dỡ tải (hay bệ dỡ tải) được xây dựng ở trên cao để dỡ tải từ xe thu gom vào xe đầu kéo đặt ở dưới thấp hoặc sàn dỡ tải nghiêng và xe đầu kéo đậu ở vị trí dưới dốc. Ở một vài trạm trung chuyển chất tải trực tiếp, CTR từ xe thu gom có thể được đổ tạm thời trên sàn dỡ tải khi rơmooc vận chuyển đã đầy hay đang trên đường vận chuyển CTR đến nơi thảm bở.

*Hoạt động của trạm trung chuyển chất tải trực tiếp có thể mô tả như sau:* khi đến trạm trung chuyển, tất cả các xe chở rác được cân tại cầu cân và được chỉ dẫn đến vị trí dỡ tải. Sau khi hoàn tất việc dỡ tải, các xe này được cân lại một lần nữa và tính lệ phí. Khi các toa rơmooc đã đầy tải và đạt đến tải trọng cực đại cho phép, chúng được vận chuyển đến bến đỗ. Thể tích và khối lượng chất thải trên xe vận chuyển phải được kiểm tra lại trước khi ra khỏi trạm trung chuyển.

### **2. Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất lớn có máy ép**



**Hình 4.4. Mô hình trung chuyển rác sử dụng máy ép và container**



**Hình 4.5.** Thiết bị nén rác

- a) Máy nén CTR với máng đổ rác hở (khi các kiện CTR được hình thành trong khoang nén thì cổng trượt được níu lên và kiện CTR được đẩy vào trong xe vận chuyển);
- b) Chi tiết máy đóng kiện công suất lớn với máng đổ rác kín (CTR theo hệ thống băng chuyền vào trong máy đóng kiện)

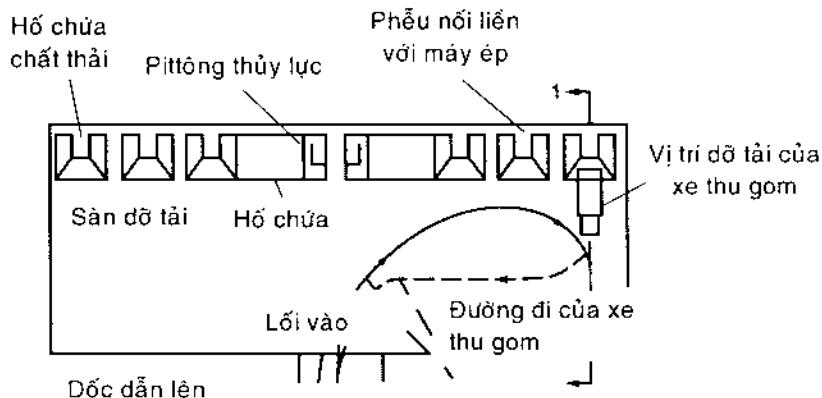
Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất lớn có máy ép là một biến thể của trạm trung chuyển chất tải trực tiếp như đã mô tả trên, được trang bị các phương tiện nén chất thải vào thùng xe, tay nắm kín hoặc tạo thành kiện. Hoạt động của các trạm trung chuyển chất tải trực tiếp có thiết bị nén cơ bản giống như hoạt động của trạm trung chuyển chất tải trực tiếp không có máy nén với các tay nắm kín, chỉ khác là chất thải được nén vào các tay nắm kín nhờ các máy nén cố định. Trong một vài trường hợp cần thiết, chất thải được vận chuyển đến các thiết bị nén nhờ băng tải.

Ở các trạm trung chuyển chất tải trực tiếp có thiết bị ép chất thải thành những kiện lớn, chất thải từ xe thu gom được đổ trực tiếp lên bệ đỡ tải hoặc trực tiếp vào phễu của hầm ép. Sau khi đã phân loại các vật liệu có khả năng tái sinh, chất thải được đẩy vào máy ép. Kiện chất thải đã ép được chuyển sang các xe có tay kéo một cầu (*semitrailer*) để vận chuyển đến BCL. Với cách tạo thành kiện chất thải có kích thước nhỏ hơn kích thước bên trong của thùng xe vận chuyển có tay kéo một cầu mui trần, chi phí vận chuyển có thể giảm đến mức thấp nhất.

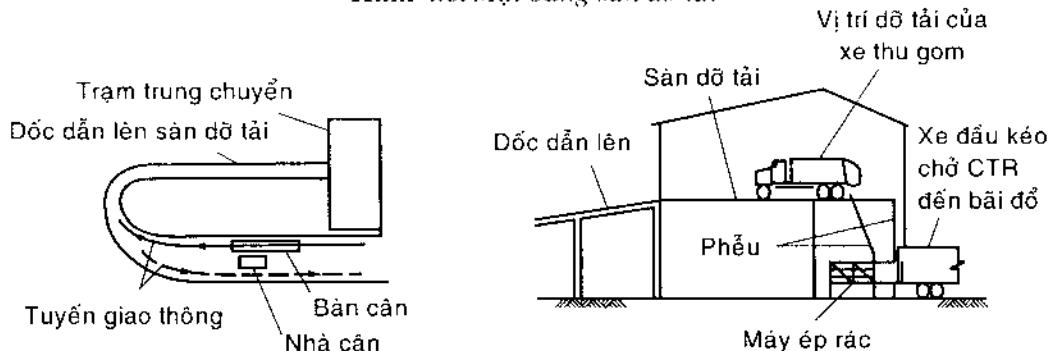
### 3. Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất trung bình và nhỏ có máy nén

Sau khi cân, xe thu gom đi vào trạm trung chuyển và chất thải trên đó được đổ trực tiếp vào phễu nối liền với máy ép hoặc vào một hố chứa chất thải hình chữ nhật. Mỗi một hố được trang bị một pittông thủy lực để đẩy chất thải vào đến phễu của máy ép đặt ở cuối hố đối diện. Nếu không có xe vận chuyển kiểu rơmooc để nhận tải thì chất thải được đổ tạm thời trên nền, từ đây chúng sẽ được đưa vào phễu máy ép nhờ xe xúc bánh hơi.

Một số hình ảnh minh họa của trạm trung chuyển có máy ép rác.

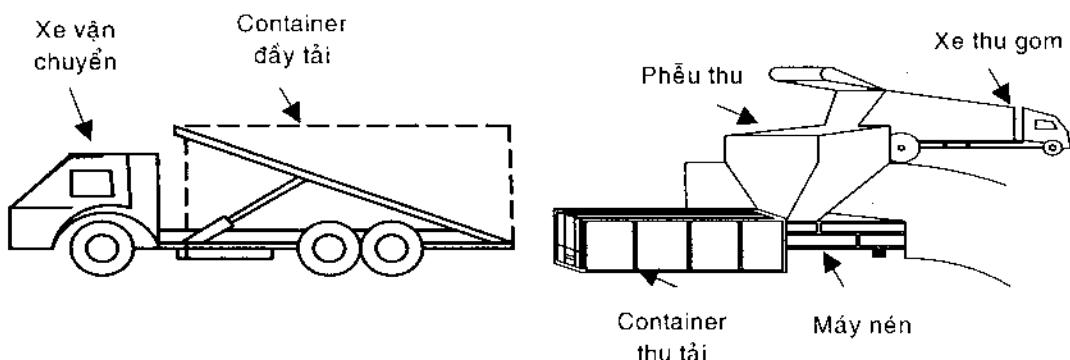


**Hình 4.6. Mặt bằng sàn dỡ tài**



**Hình 4.7. Mặt bằng bên ngoài trạm trung chuyển**

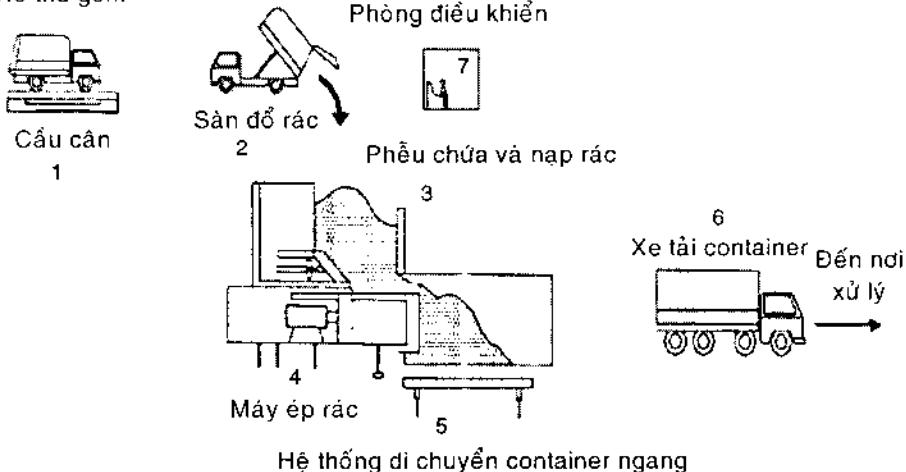
**Hình 4.8. Mặt cắt 1-1**



**Hình 4.9. Trạm trung chuyển công suất nhỏ với máy ép cố định**

## NGUYỄN LÝ NẤP RÁC BẰNG MÁY ÉP TẠI TRẠM XE

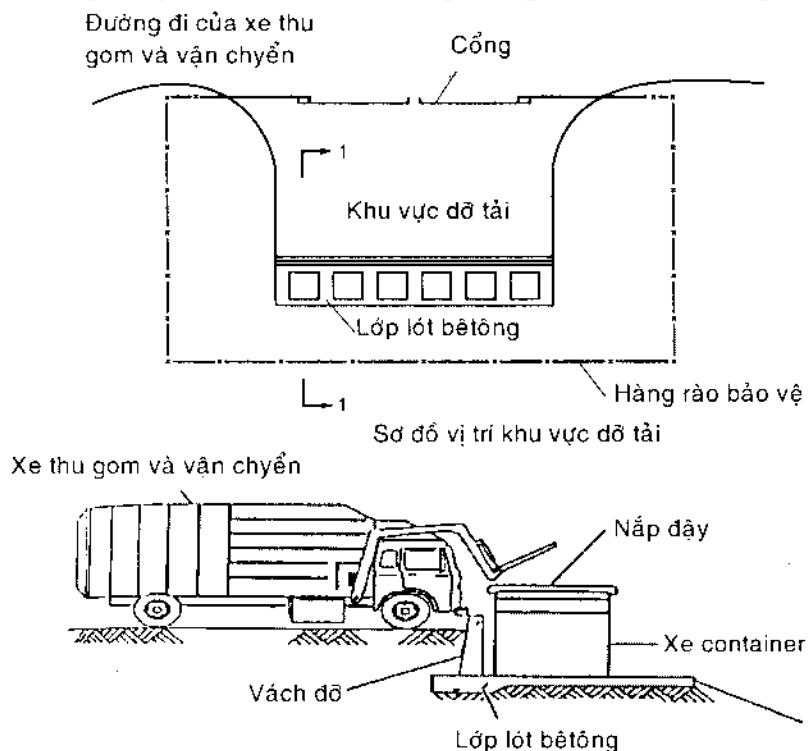
Xe thu gom



**Hình 4.10. Mô hình hoạt động của trạm trung chuyển**

Rác được đổ từ xe thu gom được ép vào các container có kích thước lớn bằng máy ép. Qua quá trình này, thể tích của rác được giảm đi 1/2 và 1/3 so với ban đầu.

### 4. Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất nhỏ ở vùng nông thôn



**Hình 4.11. Mô hình trạm trung chuyển sử dụng ở vùng nông thôn**

Ở vùng nông thôn và những nơi vui chơi giải trí, trạm trung chuyển công suất nhỏ được thiết kế sao cho các thùng chứa chất thải được đổ trực tiếp vào xe thu gom và vận chuyển trực tiếp đến bãi đổ. Trong việc thiết kế và bố trí trạm trung chuyển loại

này, điều cốt yếu cần xem xét là tính đơn giản. Những hệ thống cơ khí phức tạp không thích hợp ở những nơi này. Số container sử dụng phụ thuộc vào phạm vi khu vực phục vụ và tần suất thu gom. Để dễ dàng dỡ tải, đỉnh của container phải được đặt cao hơn đỉnh của nền dỡ tải khoảng 1m.

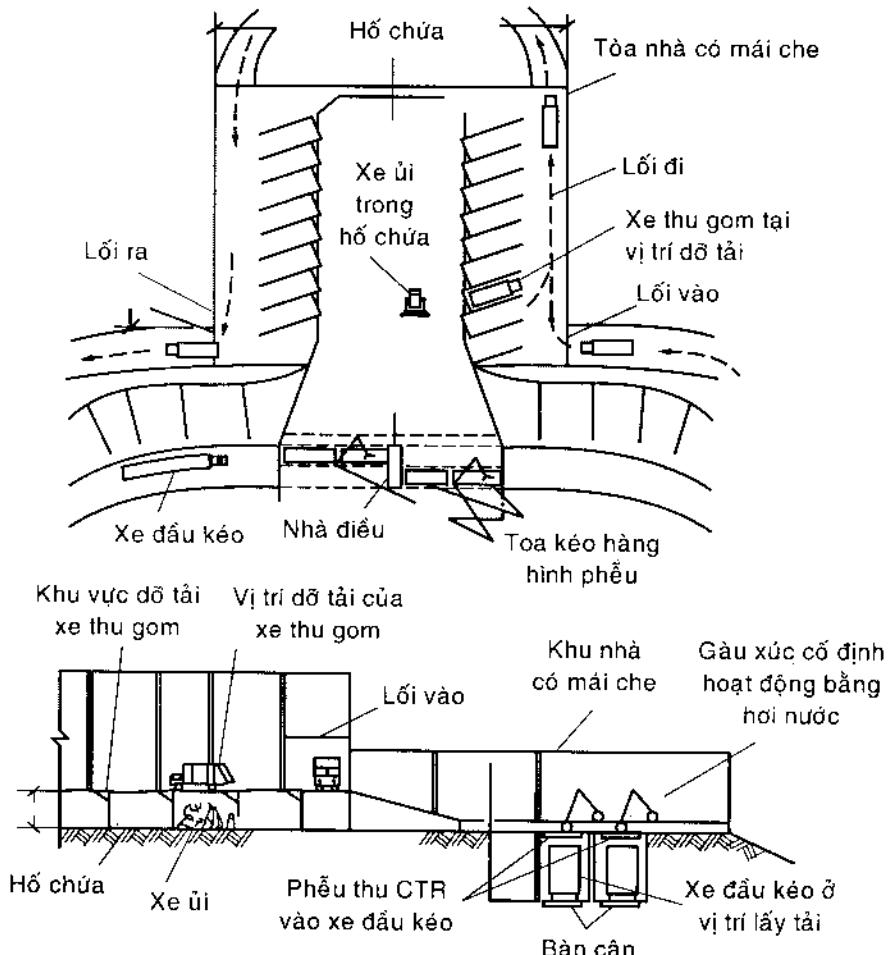
Trạm trung chuyển loại này thường được sử dụng để thu hồi vật liệu có khả năng tái chế. Sau khi vật liệu có khả năng tái chế được tách ra, phần thải bỏ được chứa trong hai toa rơ mooc trung chuyển luân phiên.

### **5. Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp nồng suất nhỏ sử dụng ở bãi chôn lấp hợp vệ sinh.**

#### **4.2.2. Trạm trung chuyển kiểu tích lũy (*storage-load transfer station*)**

Tại trạm trung chuyển chất thải kiểu tích lũy, chất thải được đổ trực tiếp vào hố chứa. Từ hố này, chất thải sẽ được chuyển lên xe vận chuyển nhờ các thiết bị khác. Trạm trung chuyển kiểu tích lũy khác biệt so với trạm trung chuyển chất tải trực tiếp ở chỗ nó được thiết kế sao cho có thể lưu trữ chất thải trong khoảng 1÷3 ngày.

##### **I. Trạm trung chuyển kiểu tích lũy công suất lớn không có máy nén**



**Hình 4.12. Sơ đồ trạm trung chuyển kiểu tích lũy công suất lớn không có máy nén**

Tại trạm trung chuyển này, tất cả các xe thu gom đến trạm đều được hướng dẫn để đi theo một tuyến nhất định đến trạm cân điện tử và tất cả các số liệu của xe thu gom đều được lưu trữ vào máy vi tính: tên nguồn thải, đặc điểm xe thu gom và thời gian vào ra trạm trung chuyển, đơn vị thu gom. Sau đó, nhân viên trạm cân (người điều khiển) sẽ hướng dẫn người lái xe đi vào trạm. Khi đã vào trong trạm trung chuyển, người lái xe sẽ lui xe một góc khoảng  $50^{\circ}$  so với rìa của hố chứa chất thải. Khi đã dỡ tải xong, xe thu gom di chuyển ra khỏi trạm trung chuyển.

Trong hố chứa chất thải, hai xe ủi được sử dụng để đập vụn CTR và đẩy chúng về phía phễu nhập liệu ở cuối mỗi hố. Hai cần trục dạng gầu có khớp nối được lắp đặt phía bên kia của phễu nạp liệu để loại trừ những chất thải có kích thước lớn hoặc chất thải có thể làm hỏng xe trung chuyển và nén ép chất thải vào xe. Chất thải đi qua phễu, vào xe vận chuyển đã chờ sẵn trên cân ở vị trí thấp hơn.

Khi đã đạt khối lượng cho phép, nhân viên vận hành sẽ ra hiệu cho người lái xe biết. Xe đã đầy tải được vận chuyển ra khỏi khu vực chất tải và được phủ lưới bện trên để tránh hiện tượng giấy và các chất thải nhẹ bị thổi bay theo gió trên đường vận chuyển.

## **2. Trạm trung chuyển kiểu tích lũy năng suất trung bình có thiết bị nén và xử lý**

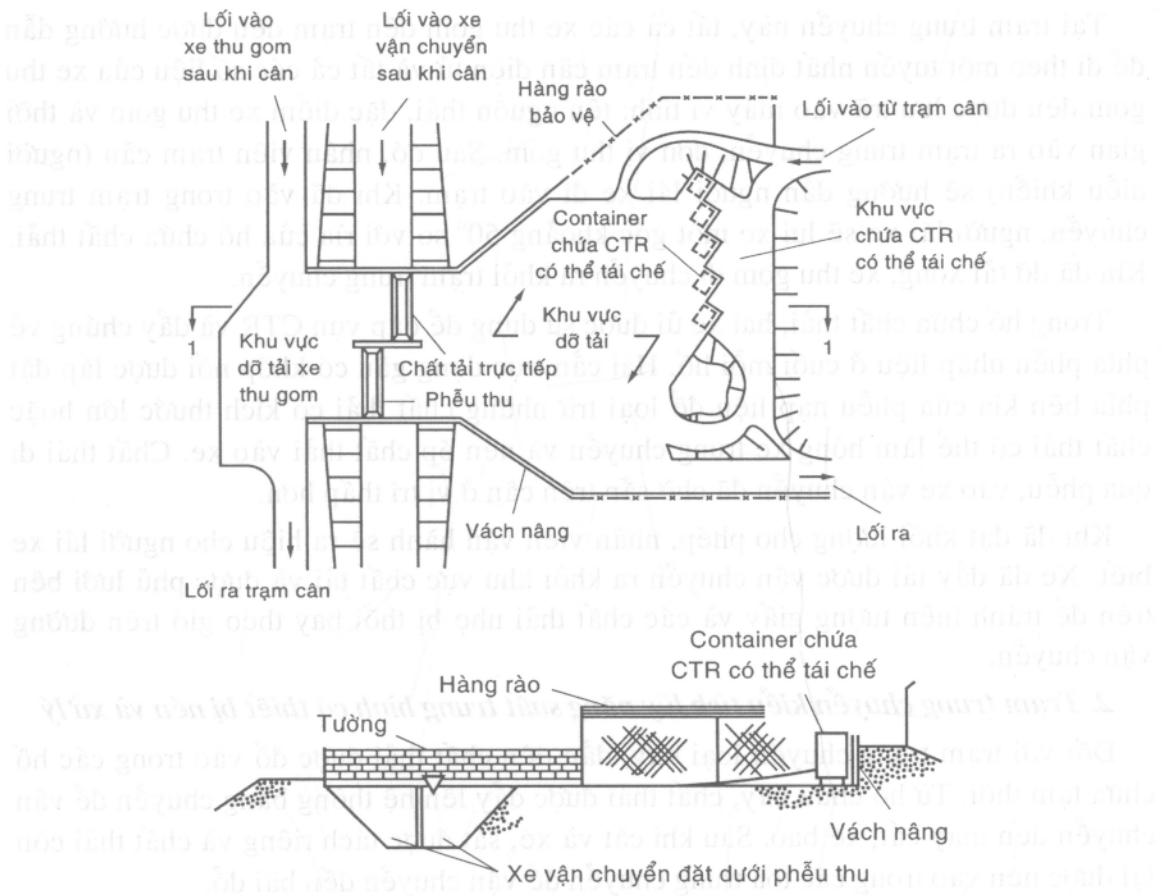
Đối với trạm trung chuyển loại này, đầu tiên chất thải được đổ vào trong các hố chứa tạm thời. Từ hố chứa này, chất thải được đẩy lên hệ thống băng chuyền để vận chuyển đến máy cắt, xé bao. Sau khi cắt và xé, sắt được tách riêng và chất thải còn lại được nén vào trong các toa trung chuyển để vận chuyển đến bãi đổ.

### **4.2.3. Trạm trung chuyển kết hợp chất tải trực tiếp và chất tải tích lũy**

Tại một số trạm trung chuyển, cả hai phương pháp chất tải trực tiếp và chất tải kiểu tích lũy được sử dụng kết hợp. Đây là những trạm trung chuyển đa chức năng, hoạt động thu hồi vật liệu cũng có thể kết hợp với trạm trung chuyển loại này.

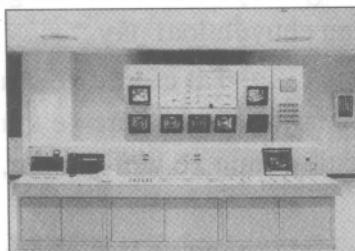
*Hoạt động của trạm trung chuyển loại này có thể mô tả như sau:* Tất cả các xe thu gom khi đến trạm trung chuyển đều phải qua khâu kiểm tra tại trạm cân. Các xe thu gom sẽ được cân, sau đó đến sàn dỡ tải và đổ chất thải trực tiếp sang xe vận chuyển, trở lại trạm cân, cân xe và tính lệ phí.

Đối với tư nhân hay những người vận chuyển phi thương mại (không phải là nhóm thu gom dịch vụ) vận chuyển một khối lượng lớn rác vụn, cành cây, và chất thải lớn (lò sấy, máy cắt cỏ, tủ lạnh...) đến trạm trung chuyển, đều được kiểm tra tại trạm cân, nhưng không phải cân vì chất thải đã được cân tại nhà bởi các nhân viên phục vụ và nhân viên phục vụ sẽ đưa cho họ hóa đơn. Tuy nhiên, người sử dụng trạm trung chuyển vẫn phải trả phí thải bỏ căn cứ theo số liệu ghi trên hóa đơn. Nhân viên phục vụ ở đây sẽ kiểm tra bằng mắt xem chất thải có chứa các vật liệu có khả năng thu hồi tái chế hay không. Nếu có, nhân viên sẽ hướng dẫn tài xế lái xe đến đổ vật liệu khu vực thu hồi vật liệu tái chế trước khi đến khu vực dỡ tải chung. Một công nhân trạm trung chuyển sẽ hỗ trợ thu hồi các vật liệu có khả năng tái sinh.

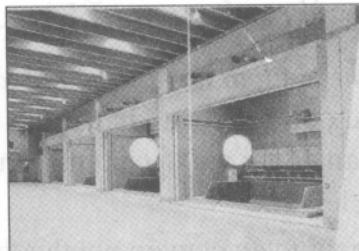


Mặt cắt 1-1

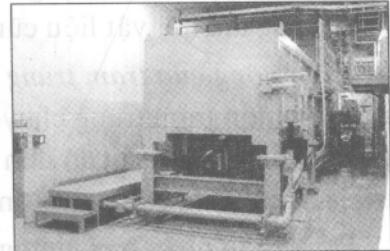
**Hình 4.13.** Trạm trung chuyển kết hợp chất tải trực tiếp và tích lũy (có phân loại CTR)



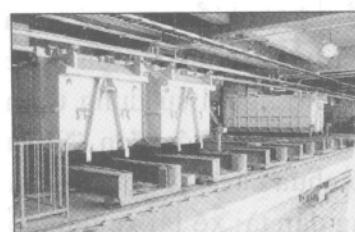
Phòng điều khiển



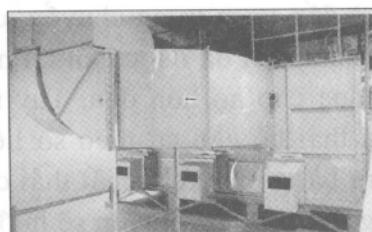
Sàn tiếp nhận rác



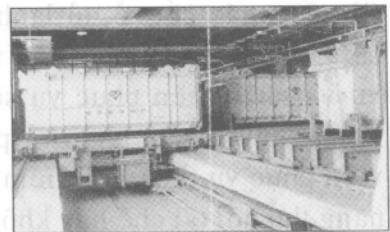
Máy nén rác



Băng chuyền



Thiết bị khử mùi, thông gió



Thiết bị di chuyển

**Hình 4.14.**

Nếu có thể dự đoán được lượng vật liệu có khả năng tái chế, lái xe sẽ được cấp giấy vào cửa miễn phí. Sau khi đã thu hồi hết các vật liệu có khả năng tuần hoàn, tài xế tiếp tục lái xe đến nền đỡ tải để dỡ các chất thải còn lại.

Nếu không có các vật liệu tái chế, tài xế sẽ vận chuyển thẳng đến khu vực đỡ tải chung. Khu vực này tách riêng khỏi khu vực đỡ tải trực tiếp dành cho các xe thu gom dịch vụ, ở đây có hai miệng phễu nạp liệu vào xe rômooc. Chất thải tích lũy trên khu vực đỡ tải sẽ được đẩy từng đợt vào xe vận chuyển nhờ xe ủi bánh hơi. Nền đỡ tải được vệ sinh định kỳ.

### 4.3. PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN CHUYỂN

#### 4.3.1. Phương tiện vận chuyển

Xe tải, xe lửa và tàu thủy... là những phương tiện chủ yếu được sử dụng trong vận chuyển CTR. Bên cạnh đó, còn sử dụng các hệ thống khí nén và hệ thống thủy lực.

#### 4.3.2. Phương pháp vận chuyển

##### 1. Vận chuyển bằng đường bộ

Vận chuyển bằng đường bộ sử dụng ở những nơi xe vận chuyển có thể vào được. Phương tiện thường được sử dụng để vận chuyển rác từ trạm trung chuyển là xe rômooc, xe có toa kéo và xe ép rác kín. Tất cả các phương tiện trên đều dùng được cho tất cả các loại trạm trung chuyển.

Thông thường, các loại xe sử dụng để vận chuyển trên xa lộ phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- + Chi phí vận chuyển thấp nhất.
- + Chất thải được phủ kín trong suốt quá trình vận chuyển.
- + Các loại xe phải được thiết kế phù hợp với giao thông trên xa lộ.
- + Khối lượng xe và rác không vượt quá giới hạn khối lượng cho phép.
- + Phương pháp dỡ tải phải đơn giản và có khả năng thực hiện độc lập (tự hành).

##### 2. Vận chuyển bằng đường sắt

Mặc dù, đường sắt từng là phương tiện vận chuyển CTR thông dụng, nhưng hiện nay chỉ còn một vài khu vực trên thế giới sử dụng phương tiện này. Tuy nhiên, việc sử dụng đường sắt để vận chuyển rác đang được quan tâm và phát triển trở lại, đặc biệt đối với bãi chôn lấp ở xa mà nếu vận chuyển bằng đường bộ thì khó khăn trong khi đã có sẵn hệ thống đường sắt.

##### 3. Vận chuyển bằng đường thủy

Xà lan và những chiếc tàu đặc biệt đã được dùng để vận chuyển CTR đến nơi xử lý hay đến nơi đổ bỏ như bờ biển, đại dương (tuy nhiên, ngày nay người ta không còn đổ rác vào đại dương nữa).

Trong vận chuyển CTR bằng đường thủy, có thể sử dụng một số xà lan tự hành, nhưng thông thường, người ta dùng tàu kéo hay những loại tàu đặc biệt để kéo xà lan chở rác. Tuy nhiên, vận chuyển CTR bằng đường thủy thường bị ngưng trệ khi biển động. Trong trường hợp đó, rác phải được lưu trữ do đó làm tăng chi phí sử dụng kho lưu trữ.

**điểm** *Ưu điểm chính của phương pháp vận chuyển bằng đường thủy là:*

- Vận chuyển bằng đường thủy chiếm lợi thế lớn đối với các thành phố có nhiều kênh rạch. Khi đó, xe chở rác chỉ đi trong nội thành, cự ly ngắn, quay vòng nhanh, giảm tình trạng ùn tắc giao thông. Ưu điểm này được tận dụng tối đa để tổ chức nhiều cảng sông phân bố trên toàn thành phố và dây chuyền vận chuyển liên tục 24/24. Mỗi bến sông này có chiều rộng mặt sông đủ cho các xà lan neo đậu để nhận rác. Tổ chức dây chuyền khép kín: xà lan coi như là bộ phận rác nổi trên sông, nhận đầy rác lúc nào là rời bến lúc ấy và có chiếc khác vào thay thế ngay, nghĩa là 24/24 giờ trong ngày xà lan luôn có mặt tại bến để nhận rác. Hạn chế đến mức thấp nhất khả năng gây ô nhiễm môi trường nhất là ở những nơi có mật độ dân số cao.

- Thu gom rác trong nội thành sẽ nhanh chóng hơn, và xóa bỏ các bô rác trên đường phố. Nếu đầu tư đủ xe tải tucson trực nhận rác, không cho đổ xuống bô, rác từ nhà dân được tiếp nhận và chở đi ngay trong ngày, giảm thiểu các ảnh hưởng đến môi trường. Tốc độ giải phóng rác nhanh hơn, khắc phục tình trạng rác tồn đọng lâu ngày.

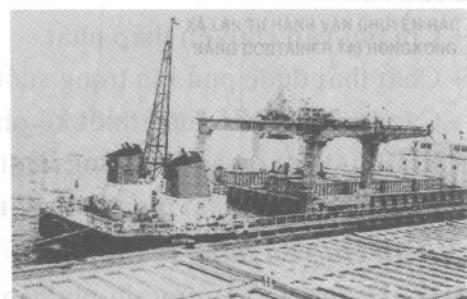
- Cự ly vận chuyển đường bộ giảm còn  $5\div10$ km nên chi phí vận chuyển giảm đáng kể. Vận chuyển bằng đường thủy giá cước rẻ hơn cước đường bộ từ  $30\div50\%$ .

- Tận dụng khai thác, sử dụng tốt nhất những lợi thế về điều kiện địa lý tự nhiên.

**Ví dụ:** Trạm trung chuyển phải được sử dụng khi tàu hỏa hay xà lan được dùng để vận chuyển chất thải đến điểm đổ bỏ cuối cùng như: Xà lan vận chuyển rác ở Hồng Kông và Nhật Bản.



a)



b)

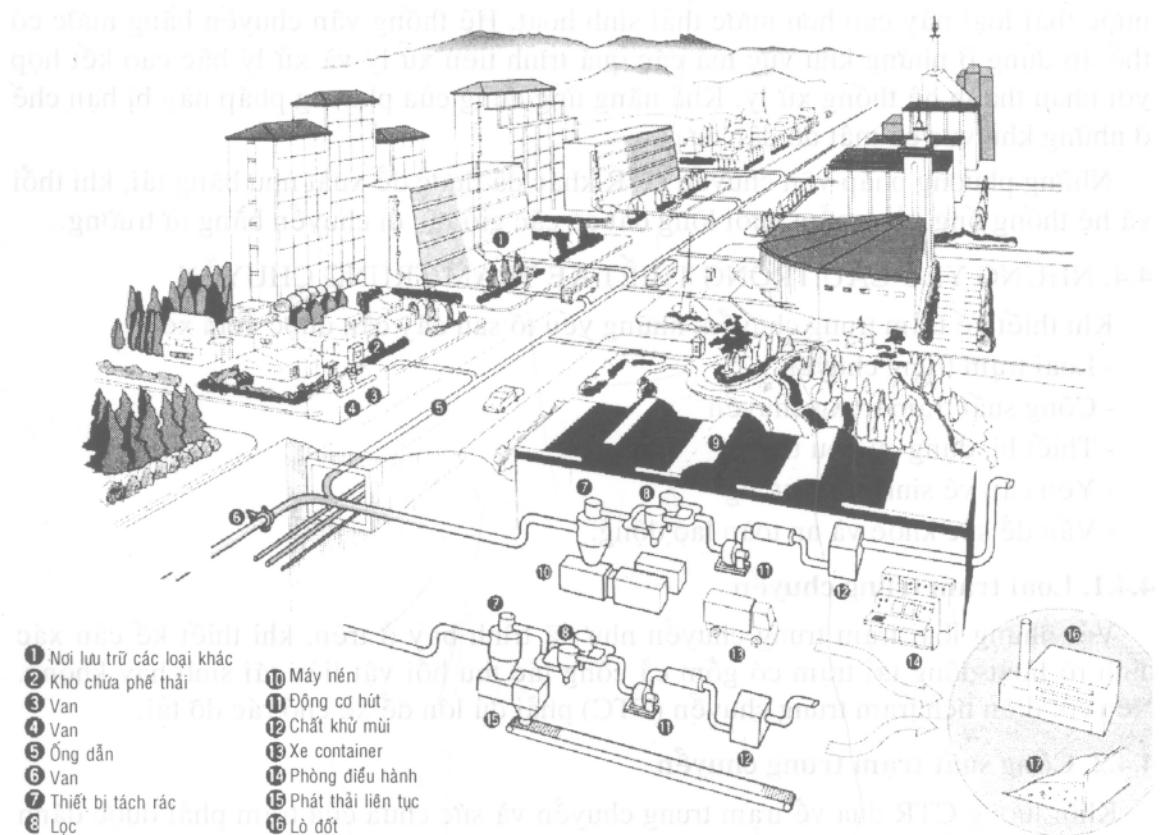
**Hình 4.15.** Xà lan vận chuyển rác ở Nhật Bản (a) và Hồng Kông (b)

#### **4. Vận chuyển bằng khí nén, áp lực nước hay các hệ thống khác**

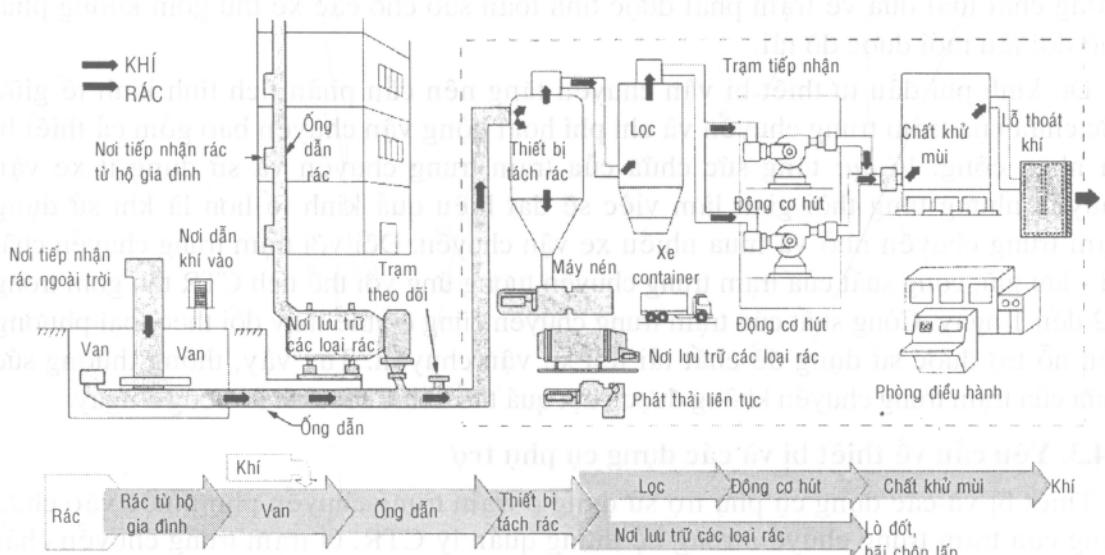
Cả hai hệ thống vận chuyển bằng ống dẫn khí áp suất thấp và ống dẫn chân không đều đã được sử dụng để vận chuyển CTR. Hầu hết chúng được sử dụng để vận chuyển rác từ các khu dân cư có mật độ dân cao và các khu thương mại đến trạm tập trung để xử lý hay chất lên thiết bị vận chuyển.

Về mặt thiết kế và vận hành, hệ thống vận chuyển bằng khí nén phức tạp hơn hệ thống vận chuyển bằng áp lực nước vì hệ thống này có cấu trúc và van điều khiển phức tạp. Nhu cầu quạt gió hay tuabin tốc độ cao càng gây phức tạp cho chế độ bảo dưỡng.

Giá thành lắp đặt cho những hệ thống này cao nên chúng mang lại hiệu quả kinh tế khi sử dụng cho các công trình mới.



- ① Nơi lưu trữ các loại khác
- ② Kho chứa phế thải
- ③ Van
- ④ Van
- ⑤ Ống dẫn
- ⑥ Van
- ⑦ Thiết bị tách rác
- ⑧ Lọc
- ⑨ Trạm tiếp nhận
- ⑩ Máy nén
- ⑪ Động cơ hút
- ⑫ Chất khử mùi
- ⑬ Xe container
- ⑭ Phòng điều hành
- ⑮ Phát thải liên tục
- ⑯ Lò đốt
- ⑰ Bãi chôn lấp



**Hình 4.16.** Mô hình hệ thống thu gom tại nguồn chất thải rắn đô thị trong ống khí nén

Vận chuyển bằng sức nước thường được sử dụng để vận chuyển chất thải thực phẩm (ở những hộ gia đình có sử dụng máy nghiền rác gia đình). Một trong những khó khăn chính của phương pháp này là nước hoặc nước thải dùng để vận chuyển CTR cuối cùng được xử lý. Giống như quá trình hòa tan, nồng độ chất hữu cơ trong

nước thải loại này cao hơn nước thải sinh hoạt. Hệ thống vận chuyển bằng nước có thể áp dụng ở những khu vực mà các quá trình tiền xử lý và xử lý bậc cao kết hợp với nhau thành hệ thống xử lý. Khả năng ứng dụng của phương pháp này bị hạn chế ở những khu vực có mật độ dân cư cao.

Những phương pháp vận chuyển CTR khác đã được đề xuất như băng tải, khí thổi và hệ thống ống dẫn ngầm dưới lòng đất có các giỏ rác di chuyển bằng từ trường.

#### 4.4. NHỮNG YÊU CẦU TRONG THIẾT KẾ TRẠM TRUNG CHUYỂN

Khi thiết kế trạm trung chuyển, những yếu tố sau đây cần được xem xét:

- Loại trạm trung chuyển
- Công suất trạm trung chuyển
- Thiết bị, dụng cụ phụ trợ
- Yêu cầu vệ sinh môi trường
- Vấn đề sức khỏe và an toàn lao động.

##### 4.4.1. Loại trạm trung chuyển

Với những loại trạm trung chuyển như đã trình bày ở trên, khi thiết kế cần xác định rõ hoạt động tại trạm có gồm cả công tác thu hồi vật liệu tái sinh hay không. Nếu có, diện tích trạm trung chuyển (TTC) phải đủ lớn để xe chở rác dỡ tải.

##### 4.4.2. Công suất trạm trung chuyển

Khối lượng CTR đưa về trạm trung chuyển và sức chứa của trạm phải được đánh giá một cách cẩn thận trong quá trình quy hoạch và thiết kế trạm trung chuyển. Khối lượng chất thải đưa về trạm phải được tính toán sao cho các xe thu gom không phải chờ đợi lâu mới được dỡ tải.

Do kinh phí đầu tư thiết bị vận chuyển tăng nên cần phân tích tính kinh tế giữa sức chứa của trạm trung chuyển và chi phí hoạt động vận chuyển bao gồm cả thiết bị và nhân công. *Ví dụ:* tăng sức chứa của trạm trung chuyển và sử dụng ít xe vận chuyển nhưng tăng thời gian làm việc sẽ đạt hiệu quả kinh tế hơn là khi sử dụng trạm trung chuyển nhỏ và mua nhiều xe vận chuyển. Đối với trạm trung chuyển chất tải - lưu giữ, công suất của trạm trung chuyển tương ứng với thể tích CTR thu gom trong 1/2 đến 1 ngày. Công suất của trạm trung chuyển cũng có thể thay đổi theo loại phương tiện hỗ trợ được sử dụng để chất tải lên xe vận chuyển. Tuy vậy, thông thường sức chứa của trạm trung chuyển không được vượt quá thể tích CTR sinh ra trong 3 ngày.

##### 4.4.3. Yêu cầu về thiết bị và các dụng cụ phụ trợ

Thiết bị và các dụng cụ phụ trợ sử dụng ở trạm trung chuyển phụ thuộc vào chức năng của trạm trung chuyển trong hệ thống quản lý CTR. Ở trạm trung chuyển chất tải trực tiếp, yêu cầu phải có các thiết bị dùng để đẩy chất thải vào xe vận chuyển hoặc để phân bố đều chất thải trên các xe vận chuyển. Chủng loại và số lượng thiết bị, dụng cụ yêu cầu thay đổi theo công suất của trạm. Ở các trạm trung chuyển chất tải - lưu trữ, cần một hoặc nhiều xe ủi để đập vụn và đẩy chất thải vào phễu nạp liệu. Một số dụng cụ khác cần dùng để phân bố chất thải và làm đồng đều tải lượng trên các xe vận chuyển.

Cân là dụng cụ không thể thiếu ở tất cả các trạm trung chuyển vừa và lớn để có thể giám sát hoạt động của trạm và để xây dựng hệ thống dữ liệu công nghệ và quản lý có ý nghĩa. Cân cũng cần thiết khi trạm trung chuyển tính lệ phí dựa trên khối lượng chất thải. Trạm cân cũng phải được trang bị điện thoại và hệ thống liên lạc hai chiều để nhân viên điều hành trạm cân có thể liên lạc với lái xe.

#### 4.4.4. Yêu cầu vệ sinh môi trường

Tại các trạm trung chuyển cần lắp đặt hệ thống xử lý khí thải. Đối với trạm trung chuyển chất tải trực tiếp, cần phải sử dụng mái che, lưỡi chấn để tránh hiện tượng các thành phần chất thải nhẹ bị cuốn theo gió. Hoạt động của trạm trung chuyển phải được giám sát chặt chẽ, các chất thải rơi vãi phải được vệ sinh ngay, không để lâu hơn 1-2 giờ. Ở trạm trung chuyển lớn cần xây dựng hệ thống xử lý sơ bộ nước thải trước khi thải bỏ vào hệ thống thoát và xử lý nước thải của khu vực. Ở những vùng xa, cần xây dựng trạm xử lý nước thải hoàn chỉnh để xử lý nước rò rỉ sinh ra tại trạm trung chuyển.

#### 4.4.5. Vấn đề sức khỏe và an toàn lao động

Vấn đề về sức khoẻ và an toàn lao động tại trạm trung chuyển có liên quan đến hàm lượng bụi phát tán trong trạm. Để giảm nồng độ bụi trong khu vực chứa CTR ở trạm trung chuyển chất tải - lưu trữ, người ta sử dụng biện pháp phun nước vào không gian phía trên phễu tiếp nhận rác. Các công nhân làm việc ở đây phải được trang bị mặt nạ chống bụi. Trong các trạm trung chuyển chất tải - lưu giữ, các máy ủi làm việc trong hố chứa phải có cabin kín, được trang bị máy điều hòa không khí và các thiết bị lọc bụi. Chất thải không được phép đổ trực tiếp vào hố chứa ở các trạm trung chuyển chất tải - lưu trữ công suất lớn để đảm bảo vấn đề an toàn.

### 4.5. LỰA CHỌN VỊ TRÍ TRẠM TRUNG CHUYỂN

Trạm trung chuyển nên được bố trí ở nơi: 1- gần khu vực phục vụ, 2- dễ dàng tiếp cận với tuyến đường giao thông chính và các trạm điều phối xe, 3- ảnh hưởng của nó đến cộng đồng dân cư và môi trường do các hoạt động của trạm trung chuyển là thấp nhất, 4- việc xây dựng và vận hành trạm trung chuyển sẽ có hiệu quả kinh tế cao nhất.Thêm vào đó, nếu trạm trung chuyển được xây dựng để xử lý CTR như thu hồi vật liệu và sản xuất năng lượng thì tất cả những hoạt động này phải được đánh giá và kiểm soát.

Vì tất cả những yếu tố nêu trên ít khi được thỏa mãn đồng thời nên cần phân tích cẩn nhắc tính ưu tiên giữa những yếu tố này. Do đó, việc lựa chọn vị trí bãi đổ hay trạm trung chuyển phải dựa trên bài toán phân tích chi phí kinh tế - kỹ thuật giữa các yếu tố trên. Phương pháp này có thể áp dụng trong những trường hợp cần phải lựa chọn giữa một số vị trí khả thi để xây dựng trạm trung chuyển.

#### 4.5.1. Lựa chọn trạm trung chuyển dựa trên chi phí vận chuyển

Với những điều kiện lý tưởng, trạm trung chuyển cần đặt tại những nơi có chi phí vận chuyển thấp nhất. Tuy nhiên, vấn đề khó khăn cho các cơ quan quản lý CTR là

chi phí vận chuyển ngày càng trở nên ít quan trọng đối với việc lựa chọn vị trí thích hợp để xây dựng trạm trung chuyển.

#### 4.5.2. Lựa chọn vị trí trạm trung chuyển dựa trên các điều kiện giới hạn

Trường hợp khi hai hoặc nhiều trạm trung chuyển và BCL được sử dụng thì vấn đề được đặt ra là vị trí nào sẽ là tối ưu từ trạm trung chuyển đến bãi chôn lấp.

Giả sử phải xác định chi phí thấp nhất để vận chuyển một lượng CTR từ một trong ba trạm trung chuyển đến một trong ba BCL. Vấn đề này thể hiện dưới dạng công thức toán học như sau:

- Gọi vị trí trạm trung chuyển là i;
- Gọi vị trí BCL là j;
- Khi đó,  $X_{ij}$  là lượng chất thải vận chuyển từ trạm trung chuyển i đến BCL j;
- $C_{ij}$  là chi phí vận chuyển chất thải từ trạm trung chuyển i đến BCL j;
- $R_i$  là tổng lượng chất thải đưa đến trạm trung chuyển i;
- $D_j$  là tổng lượng chất thải có thể chứa ở BCL j;

- Nếu gọi F là hàm thể hiện tổng chi phí vận chuyển, thì hàm số F được xác định bởi tổng các giá trị như trình bày dưới đây phải là nhỏ nhất với những điều kiện giới hạn:

$$X_{11}C_{11} + X_{12}C_{12} + X_{21}C_{21} + X_{22}C_{22} + X_{23}C_{23} + X_{31}C_{31} + X_{32}C_{32} + X_{33}C_{33} = F$$

- Mô tả dưới dạng công thức toán học

$$F = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 X_{ij}C_{ij}$$

Theo các giới hạn sau:

$$\sum_{j=1}^3 X_{ij} = R_i \quad (i = 1 \div 3) \qquad \sum_{j=1}^3 X_{ij} \leq D_{ij} \quad (j = 1 \div 3) \qquad X_{ij} \geq 0$$

*Điều kiện giới hạn:*

1- Lượng chất thải vận chuyển đến BCL phải bằng lượng chất thải chuyển đến trạm trung chuyển

2- Tổng lượng chất thải vận chuyển từ trạm trung chuyển đến BCL nhỏ hơn hoặc bằng sức chứa của BCL

3- Khối lượng chất thải vận chuyển từ trạm trung chuyển phải lớn hơn hoặc bằng 0.

Bài toán xác định vị trí thích hợp của trạm trung chuyển và BCL theo các điều kiện giới hạn thường được gọi là bài toán vận chuyển trong lĩnh vực quản lý CTR. Để giải bài toán này có thể áp dụng phương pháp tối ưu hóa theo quy hoạch tuyến tính.

#### Ví dụ 4.3. Thiết kế sơ bộ cảng ép - trung chuyển CTR Bình Điền

- Công suất: Lượng rác xà bần 1000 tấn/ngày.

Lượng rác ép sắn 1000 tấn/ngày.

Lượng rác rời 2000 tấn/ngày.

## Các hạng mục xây dựng tại Cảng Bình Điền:

Hạng mục	Đơn vị	Khối lượng
Bến xà lan 300 tấn	mô	80
Kè bảo vệ bờ	mô	123
Đường nội bộ sau bến rộng 12m	m <sup>2</sup>	4824
Bãi chứa container	m <sup>2</sup>	5730
Nhà ép rác	m <sup>2</sup>	1250
Nhà rửa xe	m <sup>2</sup>	66
Trạm cân	m <sup>2</sup>	66
Nhà đậu xe	m <sup>2</sup>	600
Các hạng mục công trình khác	m <sup>2</sup>	757

Tính toán nhu cầu thiết bị cho Cảng Bình Điền:

Thiết bị chính	Số lượng (cái)	Đặc tính kỹ thuật
Máy ép rác	5	Công suất: 35,6 tấn/giờ
Container chứa rác	121	D×R×C: 6530×2250×2310mm
Hố chứa rác	5	D×R×C: 7000×3000×3000mm
Phễu nhận rác	5	D×R×C: 7000×3000×3000mm
Xe đầu kéo	5	Tải trọng: 20 tấn
Cầu cống định	3	Sức nâng: 30 tấn
Xe nâng container	3	
Trạm cân	2	Mức cân tối đa: 30 tấn
Xà lan	10	Xà lan tự hành: 320 tấn

## CÂU HỎI

1. Các yêu cầu về lựa chọn vị trí trạm trung chuyển?
2. Những yêu cầu trong thiết kế trạm trung chuyển?
3. Một trạm trung chuyển có công suất 1000 tấn/ngày. Xem xét hai phương án: trạm trung chuyển chất tải trực tiếp và trạm trung chuyển chất thải lưu trữ. Xác định các yếu tố quan trọng cần phải xem xét khi lựa chọn một trong hai phương án này.
4. Xác định thời gian giao nhau giữa hai hệ thống thu gom rác sử dụng xe ép rác và hệ thống trung chuyển, vận chuyển, theo các dữ liệu sau:
  - Xe ép rác có thể tích là  $30\text{m}^3$
  - Khối lượng riêng của rác trong xe ép rác là  $600\text{kg/m}^3$
  - Xe đầu kéo (romooc) có thể tích là  $105\text{m}^3$
  - Khối lượng riêng của rác trong xe đầu kéo là  $325\text{kg/m}^3$
  - Chi phí vận hành của xe ép rác là  $40.000\text{đ/h}$
  - Chi phí vận hành của xe đầu kéo là  $60.000\text{đ/h}$
  - Chi phí vận hành của trạm trung chuyển là  $3.250\text{đ/tấn}$ .
5. Xác định công suất tối đa mỗi giờ của hệ thống vận chuyển trực tiếp công suất lớn, giả sử rằng thể tích trung bình của mỗi xe là  $11,45\text{m}^3$  và khối lượng riêng của chất thải là  $281,8\text{kg/m}^3$ .

## Chương 5

# CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN

Xử lý CTR là một hoạt động không thể thiếu và chiếm vai trò quan trọng nhất trong hoạt động quản lý tổng hợp CTR sau hàng loạt các hoạt động giảm thiểu tại nguồn, thu gom, trung chuyển và vận chuyển chất thải. Vì vậy, việc lựa chọn phương án xử lý chất thải phù hợp là một yếu tố quyết định sự thành công của công tác quản lý chất thải. Phương pháp xử lý chất thải rắn được lựa chọn phải đảm bảo 3 mục tiêu:

- Nâng cao hiệu quả của việc quản lý CTR, bảo đảm an toàn vệ sinh môi trường
- Thu hồi vật liệu để tái sử dụng, tái chế
- Thu hồi năng lượng từ rác cũng như các sản phẩm chuyển đổi.

### 5.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN ĐÔ THỊ

Một cách tổng quát, CTR đô thị được xử lý theo các phương pháp như trong bảng sau:

**Bảng 5.1.** Các phương pháp xử lý CTR đô thị

STT	Chi tiết phương pháp				
1. Cơ học	Giảm kích thước	Phân loại theo kích thước	Phân loại theo KLR	Phân loại theo điện/từ trường	Nén
2. Nhiệt	Đốt	Khí hóa			Nhiệt phân
3. Sinh học và hóa học	Ú hiếu khí			Lên men kỵ khí	

#### 5.1.1. Phương pháp cơ học

##### 1. Giảm kích thước

Phương pháp giảm kích thước được sử dụng để giảm kích thước của các thành phần CTR đô thị. CTR được làm giảm kích thước có thể sử dụng trực tiếp làm lớp che phủ trên mặt đất hay làm phân compost hoặc một phần được sử dụng cho các hoạt động tái sinh. Thiết bị thích hợp để làm giảm kích thước CTR tùy thuộc vào loại, hình dạng, đặc tính của CTR và tiêu chuẩn yêu cầu.

Các thiết bị thường sử dụng là:

- + Búa đập, rất có hiệu quả đối với các thành phần có đặc tính giòn - dễ gãy
- + Kéo cắt bằng thủy lực, dùng để làm giảm kích thước các vật liệu mềm
- + Máy nghiền.

Trong đó, *ưu điểm* của máy nghiền là di chuyển dễ dàng, có thể sử dụng để làm giảm kích thước nhiều loại CTR khác nhau như là các nhánh cây, gốc cây và các loại CTR xây dựng. Với máy nghiền, kích thước CTR thay đổi đáng kể. Nếu dùng búa đập thì kích thước phần chất thải sau khi đập không đồng nhất. Các vật liệu giòn, dễ gãy như thủy tinh, cát, đá có kích thước to hơn các kim loại. Để tăng hiệu quả, người ta kết hợp lưỡi chấn với búa đập để loại thủy tinh, cát, đá... ra khỏi chất thải rắn. Trong khi đó, kéo cắt làm cho CTR có tính đồng nhất hơn.

#### *Tiêu chuẩn thiết kế*

Thiết bị làm giảm kích thước chất thải rắn được thiết kế dựa vào tải trọng CTR (tấn/h) và năng lượng tiêu thụ.

#### *Lựa chọn thiết bị làm giảm kích thước chất thải rắn*

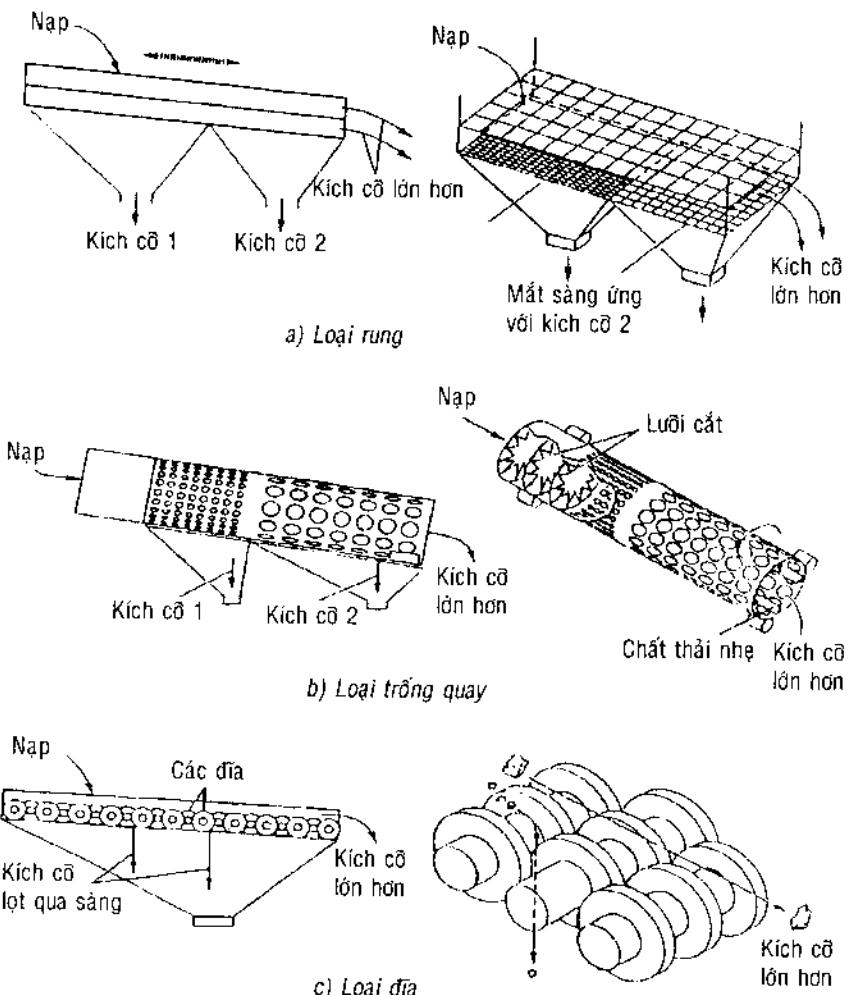
Bởi vì các thiết bị làm giảm kích thước CTR được sản xuất từ nhiều hãng khác nhau, nên người thiết kế phải lựa chọn sao cho thỏa mãn mục tiêu thiết kế và hiệu quả kinh tế

**Bảng 5.2.** Các yếu tố cần xem xét khi lựa chọn thiết bị

Yếu tố	Nhận xét
1. Loại chất thải rắn cần giảm kích thước	Tính chất cơ học của CTR cần quan tâm như: giòn hay mềm
2. Kích thước yêu cầu	Búa đập làm giảm kích thước CTR không đồng nhất, kéo cắt thì ngược lại
3. Phương pháp nhập liệu	Công suất băng tải nhập liệu phải phù hợp với thiết bị
4. Đặc tính vận hành	Năng lượng yêu cầu (HP.h/tấn), chế độ bảo trì, vận hành đơn giản, đáng tin cậy và kiểm soát được tiếng ồn, khí thải và nước thải
5. Vị trí	Khoảng cách giữa sàn và chiều cao, đồng thời tính toán đến các điều kiện môi trường.
6. Yêu cầu về lưu trữ và vận chuyển	Vật liệu sau khi đã giảm kích thước cần được lưu trữ và chuyển đến cuối dây chuyền

#### **2. Phân loại theo kích thước**

Phân loại theo kích thước hay sàng lọc là một quá trình phân loại một hỗn hợp các vật liệu CTR có kích thước khác nhau thành hai hay nhiều loại vật liệu có cùng kích thước, bằng cách sử dụng các loại sàng có kích thước lỗ khác nhau. Quá trình phân loại có thể thực hiện khi vật liệu còn ướt hoặc khô, thông thường quá trình phân loại gắn liền với các công đoạn chế biến chất thải tiếp theo. Các thiết bị sàng lọc được sử dụng trước và sau khi nghiền rác, sau công đoạn tách khí từ quá trình thu hồi năng lượng RDF. Đôi khi các thiết bị sàng lọc còn được sử dụng trong quá trình chế biến phân compost với mục đích tăng tính đồng nhất cho sản phẩm.

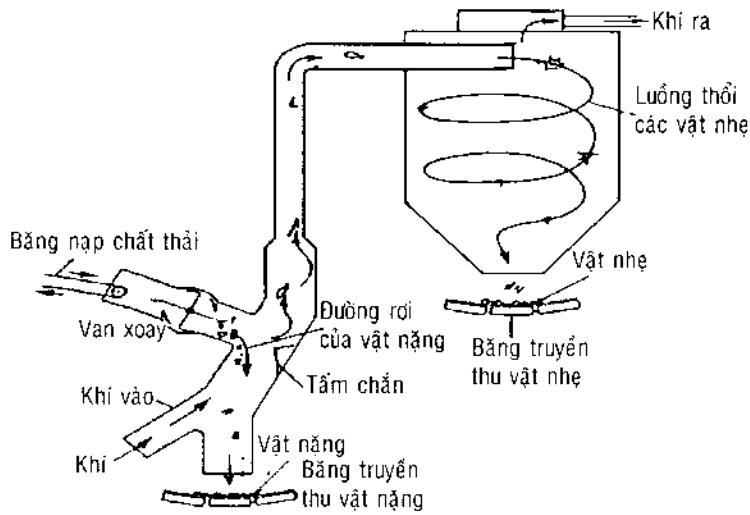


**Hình 5.1.** Các thiết bị sàng CTR

Các thiết bị thường được sử dụng nhiều nhất là các loại sàng rung và sàng dạng trống quay và sàng đĩa. Loại sàng rung được sử dụng đối với CTR tương đối khô như là kim loại, thủy tinh, gỗ vụn, mảnh vỡ bê tông trong CTR xây dựng. Loại sàng trống quay dùng để tách rời các loại giấy caeton và giấy vụn, đồng thời bảo vệ được tác hại máy nghiền khỏi hư hỏng do CTR có kích thước lớn. Loại sàng đĩa tròn là một dạng cải tiến của sàng rung với những ưu điểm như có thể tự làm sạch và tự điều chỉnh công suất.

#### 5.1.1.3. Phân loại theo khối lượng riêng

Phân loại bằng phương pháp khối lượng riêng là một phương pháp kỹ thuật được sử dụng rất rộng rãi, dùng để phân loại các vật liệu có trong CTR dựa vào khí động lực và sự khác nhau về khối lượng riêng của chúng. Phương pháp này được sử dụng để phân loại CTR đô thị, tách rời các loại vật liệu sau quá trình tách nghiền thành hai phần riêng biệt: dạng có khối lượng riêng nhẹ như giấy, nhựa, các chất hữu cơ và dạng có khối lượng riêng nặng như là kim loại, gỗ và các loại phế liệu vô cơ có khối lượng riêng tương đối lớn.



**Hình 5.2. Thiết bị phân loại nhờ khí động lực**

Kỹ thuật được sử dụng rộng rãi nhất trong việc phân loại các loại vật liệu (dựa vào sự khác nhau về khối lượng riêng) là dựa vào khí động lực. Nguyên tắc của phương pháp này là thổi dòng không khí đi từ dưới lên trên qua lớp vật liệu hỗn hợp, khi đó các vật liệu nhẹ sẽ được cuốn theo dòng khí, tách ra khỏi các vật liệu nặng hơn.

#### 4. Phân loại theo điện trường và từ trường

Kỹ thuật phân loại bằng điện/từ trường được thực hiện dựa vào tính chất điện tử khác nhau của các thành phần chất thải rắn. Phương pháp phân loại bằng từ trường được sử dụng phổ biến khi tiến hành tách các kim loại màu ra khỏi kim loại đen. Phương pháp phân loại bằng tĩnh điện cũng được áp dụng để tách ly nhựa và giấy dựa vào sự khác nhau về sự tích điện bề mặt của hai loại vật liệu này. Phân loại bằng dòng điện xoáy là kỹ thuật phân loại trong đó các dòng điện xoáy được tạo ra trong các kim loại không chứa sắt như nhôm và tạo thành nam châm nhôm.

#### 5. Nén chất thải rắn

Nén là một kỹ thuật làm tăng mật độ dẫn đến tăng khối lượng riêng của chất thải để công tác lưu trữ và vận chuyển chất thải đạt hiệu quả cao hơn. Một vài kỹ thuật được sử dụng để nén chất thải rắn và thu hồi vật liệu là sau khi nén chất thải có dạng khối, hình lập phương hay dạng viên tròn. Nén chất thải rắn làm giảm lưu trữ khi tái sử dụng, giảm thể tích vận chuyển,...

##### Thiết bị nén:

Các thiết bị nén được sử dụng trong xử lý chất thải rắn có thể được phân thành hai loại là cố định và di động. Tại những nơi chất thải được nạp vào máy nén bằng tay hay cơ khí thì máy nén được gọi là cố định. Với định nghĩa này thì máy nén cơ khí được sử dụng trong các xe thu gom cũng là máy nén cố định. Ngược lại, các xe ủi dùng để nén rác ở các bãi chôn lấp được xem là di động.

Các loại thiết bị nén chất thải rắn cố định bao gồm:

- Máy tạo khối: là thiết bị tạo ra sản phẩm dạng khối được cột chặt bởi các dây kim loại hay dây nhựa.

Những máy nén ra sản phẩm dạng khối hoạt động dưới áp lực cao thường từ  $7.000 \div 14.000 \text{ kg/m}^2$ . Thông thường kích thước của những khối này thay đổi từ  $(1,2 \times 0,76 \times 1)\text{m} \div (1,8 \times 0,76 \times 1,12)\text{m}$ . Khối lượng của các khối này tùy thuộc vào vật liệu và có thể thay đổi trong khoảng  $522 \div 817\text{kg}$ .

Những vật liệu dạng khối dễ dàng chất dỡ bằng cẩu và có thể vận chuyển bằng tàu một cách kinh tế nhờ tỉ trọng lớn. Vì vậy, máy nén được sử dụng với mục đích chính là nén các phế liệu thu hồi. Hầu hết vật liệu tái sử dụng thông thường đều có thể được nén thành khối như giấy cacton, các ấn phẩm, nhựa, các vỏ chai hay lon nhôm.

- Máy tạo hình lập phương hay viên: là thiết bị tạo ra sản phẩm dạng hình lập phương hay viên có cấu trúc vững chắc nhờ những tác nhân kết dính hoá học hay gia nhiệt trong quá trình nén.

Sản phẩm rác nén hình lập phương hay viên tròn được sử dụng để làm nhiên liệu đốt trong các lò đốt, lò hơi hay hệ thống nhiệt phân. Chi phí phát sinh của quy trình chấp nhận được và nó có thể thay thế cho than đá hay gỗ.

Thiết bị nén tạo sản phẩm hình lập phương hay viên tròn hoạt động theo cùng một nguyên lý. Giấy vụn hay những viên nhiên liệu từ rác sẽ được đẩy ra xuyên qua tấm đục lỗ khi bánh xe quay lệch lên lớp rác. Một hệ thống hoàn chỉnh cần có thiết bị cắt vụn, băng tải và một hệ thống điều chỉnh độ ẩm. Những viên nhiên liệu có nguồn gốc từ rác được kết dính với nhau nhờ năng lượng nhiệt sinh ra trong quá trình cọ xát khi chúng được đẩy ra. Nếu giữ khô thì nguyên liệu có nguồn gốc từ rác có thể lưu trữ trong nhiều tháng mà không bị phân hủy. Thông thường các viên hình lập phương có kích thước khoảng  $(6,5 \times 6,5 \times 7,5)\text{cm}$ . Còn viên trụ thì có đường kính từ  $1,3 \div 2\text{cm}$  và chiều dài từ  $1,3 \div 2,5\text{cm}$ .

Thông thường thì các thiết bị nén cố định được mô tả theo cách ứng dụng của chúng như:

+ Có công suất nhỏ: ví dụ như là các máy nén sử dụng cho chất thải rắn ở các khu dân cư và các khu thương mại nhỏ.

+ Máy nén sử dụng trong thương mại hay công nghiệp nhẹ.

+ Máy nén sử dụng trong công nghiệp nặng.

+ Máy nén sử dụng tại trạm trung chuyển.

Ngoài ra, thiết bị nén còn có thể được chia theo áp lực nén như :

+ Áp lực thấp (nhỏ hơn  $7000 \text{ kg/m}^2$ ).

+ Áp lực cao (lớn hơn  $7000 \text{ kg/m}^2$ ).

Hoạt động của các thiết bị nén căn cứ trên phạm vi ứng dụng được trình bày như bảng sau:

**Bảng 5.3. Phạm vi ứng dụng và hoạt động của thiết bị nén**

Phạm vi ứng dụng	Loại thiết bị nén	Mô tả hoạt động
<i>Tại nguồn phát sinh của chất thải rắn</i>	Cố định 1. Theo chiều thẳng đứng 2. Quay 3. Máy nén vào túi nhựa 4. Máy nén công suất nhỏ	Pittông nén theo chiều thẳng đứng; năng lượng cấp bằng cơ khí hay thủy lực; thường nạp rác bằng tay. Chất thải được nén vào các hộp xếp hay túi nhựa hoặc giấy. Thiết bị sử dụng ở các tòa nhà vừa hay cao tầng. Thiết bị nén chất thải vào túi nhựa hay giấy dựa trên nền quay. Nên bắt đầu quay khi container đầy. Thiết bị sử dụng ở các tòa nhà vừa hay cao tầng. Rác nạp vào máy nén bằng máng; pittông nén theo phương đứng hay ngang; có thể sử dụng túi nhựa tổng hợp đơn hay dính liền; các túi sẽ thay thế thường xuyên. Loại máy nén nhỏ được sử dụng ở hộ gia đình và các chung cư; rác được nén vào các túi đặc biệt; sau đó rác sẽ được bỏ vào túi lớn qua các máng có cửa và cửa sẽ đóng lại. Rác sẽ được phun nước để khử mùi và hệ thống nén sẽ bắt đầu hoạt động.
<i>Thu gom</i>	1. Cố định/ thương mại 2. Cố định/thu gom 3. Cố định / xe vận chuyển	Thiết bị nén bằng pittông theo phương thẳng đứng hay ngang; rác sẽ được nén vào container thép; sau đó cột bằng tay và chuyển đi. Thiết bị sử dụng ở các tòa nhà thấp, trung bình hay cao tầng; các ngành thương nghiệp hay công nghiệp. Xe thu gom được trang bị máy nén. Xe vận chuyển, thường kín, được trang bị hệ thống nén trong container.
<i>Trạm trung chuyển hay xử lý</i>	Cố định 1. Áp lực thấp 2. Áp lực cao	Rác được nén vào các container lớn. Rác được nén thành khối hay các dạng khác.
<i>Bãi chôn lấp</i>	Di động 1. Xe ủi 2. Xe leo núi	Thiết bị được thiết kế đặc biệt để đạt được tỷ số nén tối đa ở bãi chôn lấp. Máy nén áp lực cao có thể di chuyển hay cố định được sử dụng để giảm thể tích ở bãi chôn lấp.

*Nguồn {1}*

*Thông số hiệu suất:*

Hiệu suất của thiết bị nén được tính theo phần trăm thể tích giảm hay tỷ số nén. Phần trăm thể tích giảm được tính theo công thức sau:

$$\text{Phần trăm thể tích giảm (\%)} = \left( \frac{V_t - V_s}{V_t} \right) \times 100$$

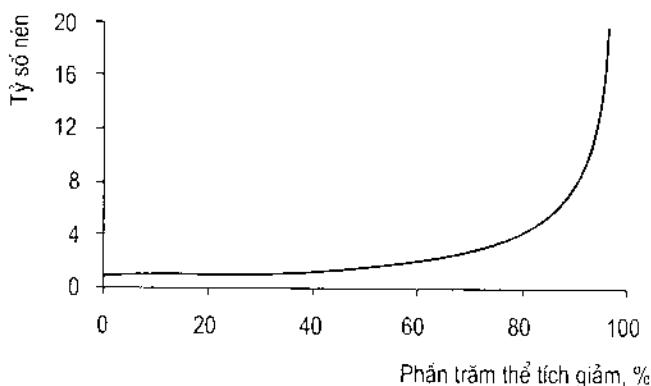
Tỷ số nén được tính theo công thức sau:

$$a = \frac{V_t}{V_s}$$

trong đó :

$V_t$  - thể tích rác trước khi nén,  $m^3$ .

$V_s$  - thể tích rác sau khi nén,  $m^3$ .

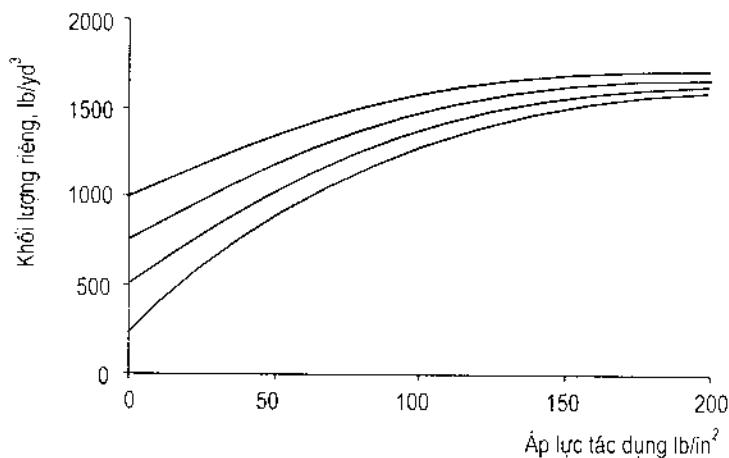


**Hình 5.3.** Mối quan hệ giữa tỷ số nén và phản trãm thể tích giảm.

Qua mối quan hệ trên ta thấy rằng để giảm hơn 80% thể tích thì tỷ số nén tăng đột ngột. Ví dụ để tăng phản trãm, giảm thể tích từ 80 lên 90% thì tỷ số nén tăng từ 5 đến 10. Mối quan hệ này là một yếu tố quan trọng khi phân tích kinh tế giữa tỷ số nén và giá thành.

Một yếu tố quan trọng khác cũng phải được xem xét là khối lượng riêng sau khi nén.

Một vài đường cong điển hình cho chất thải rắn chưa xử lý được biểu diễn trong hình sau.



**Hình 5.4.** Mối quan hệ giữa khối lượng riêng với áp lực nén.

Giá trị tiêm cận của những đường trên là  $1068 \text{ kg/m}^3$  ( $1800 \text{ lb/yd}^3$ ) sẽ đạt được khi sử dụng thiết bị nén áp lực cao. Chất thải sau khi được cắt nhỏ và nén với áp lực dưới  $70.000 \text{ kg/m}^2$  ( $200 \text{ lb/in}^2$ ) thì khối lượng riêng của chúng có thể lớn hơn chất thải không được cắt nhỏ 35%. Nhưng dưới áp lực nén lớn hơn  $70.000 \text{ kg/m}^2$  ( $200 \text{ lb/in}^2$ ) thì việc cắt nhỏ rác không ảnh hưởng đáng kể đến khối lượng riêng tối đa của rác sau khi nén.

Yếu tố quan trọng nhất trong hình 5.4 chính là sự gia tăng ban đầu của khối lượng riêng theo áp lực nén. Yếu tố này quan trọng khi đưa ra những yêu cầu cho nhà sản xuất thiết bị nén. Độ ẩm không đồng nhất cũng là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu suất nén. Trong một vài thiết bị nén cố định thì thiết bị cung cấp ẩm dưới dạng nước cũng được trang bị trong quá trình nén.

Đối với thiết bị nén dạng khối/viên, thông số hiệu suất quan trọng nhất là khối lượng riêng theo đơn vị và khối lượng riêng theo từng khối của các viên hay khối sản phẩm.

*Thiết kế:* Thiết bị nén được thiết kế dựa trên 2 thông số căn bản: i) lượng rác đầu vào (tấn/h); ii) khối lượng riêng của chất thải ở đầu vào và ra ( $\text{kg/m}^3$ ).

*Lựa chọn thiết bị nén:* Tính chất của rác thải, công suất hoạt động và các yếu tố bắt buộc về mặt cơ khí trong khi lắp đặt là những tiêu chuẩn quan trọng khi lựa chọn. Thông thường thiết bị nén dùng để nén chất thải rắn trước khi chôn lấp hay đốt để giảm chi phí vận chuyển; thiết bị nén ra sản phẩm dạng khối chủ yếu được sử dụng để nén vật liệu tái sử dụng trước khi bán; thiết bị nén ra sản phẩm dạng viên hay lập phương được dùng để sản xuất ra nhiên liệu có nguồn gốc từ rác (RDF).

### 5.1.2. Phương pháp nhiệt

Sử dụng nhiệt để tiêu hủy hoàn toàn CTR là một phương pháp rất hiệu quả và đang được áp dụng phổ biến bởi tính ưu việt của nó. Tuy nhiên, phương pháp này cũng có những hạn chế nhất định. Chi tiết về ưu nhược điểm của phương pháp này được trình bày trong phần 8.1.

#### 1. Quá trình đốt

Tùy thuộc vào lượng ôxy trong quá trình đốt mà ta có thể phân loại thành quá trình đốt, nhiệt phân hay khử hoá. Tùy theo nhu cầu lựa chọn, các nhà sản xuất có thể ứng dụng một trong ba quá trình trên để tạo ra hệ thống hoạt động tương ứng.

Đốt là quá trình oxy hóa chất thải rắn bằng oxy không khí dưới tác dụng của nhiệt và quá trình oxy hóa hóa học. Bằng cách đốt chất thải, ta có thể giảm thể tích của CTR đến  $80 \div 90\%$ . Nhiệt độ buồng đốt phải cao hơn  $800^\circ\text{C}$ .

#### Sản phẩm cuối cùng của quá trình đốt là:

- Các khí có nhiệt độ cao bao gồm khí nitơ, cacbonic, hơi nước.
- Tro.

Năng lượng nhiệt có thể được thu hồi nhờ quá trình trao đổi nhiệt với khí sinh ra ở nhiệt độ cao.

Để đảm bảo các tiêu chuẩn và an toàn về mặt môi trường, cần có hệ thống xử lý và quản lý các sản phẩm cháy.

Trong một số hệ thống, CTR còn được đốt cùng với các nhiên liệu thông thường khác và tận dụng nhiệt cho các thiết bị tiêu thụ nhiệt như: nồi hơi, lò nung, lò luyện kim, lò nấu thủy tinh, lò nung xi măng... Lượng chất thải bổ sung vào lò đốt có thể chiếm 12 ÷ 25% tổng lượng nhiên liệu.

## **2. Quá trình nhiệt phân**

Nhiệt phân CTR là quá trình phân hủy hay biến đổi hóa học CTR bằng cách nung trong điều kiện không có oxy và tạo ra sản phẩm cuối cùng của quá trình biến đổi chất thải rắn là các chất ở dạng rắn, lỏng và khí.

## **3. Quá trình khí hóa**

Một cách tổng quát, quá trình khí hóa là quá trình đốt CTR trong điều kiện thiếu oxy. Mặc dù phương pháp này đã được phát hiện vào thế kỷ 19 nhưng việc áp dụng để xử lý CTR chỉ được thực hiện trong thời gian gần đây. Kỹ thuật khí hóa được áp dụng với mục đích giảm thể tích chất thải và thu hồi năng lượng.

### **5.1.3. Xử lý chất thải rắn bằng phương pháp chuyển hóa sinh học và hóa học**

#### **1. Quá trình ủ phân hiếu khí**

Là một quá trình biến đổi sinh học được sử dụng rất rộng rãi, mục đích là biến đổi các chất thải rắn hữu cơ thành các chất vô cơ (quá trình khoáng hóa) dưới tác dụng của vi sinh vật. Sản phẩm tạo thành ở dạng mùn gọi là phân compost.

#### **2. Quá trình phân hủy chất thải lên men ky khí**

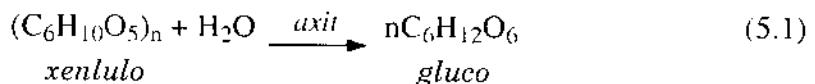
Là quá trình biến đổi sinh học dưới tác dụng của vi sinh vật trong điều kiện ky khí, áp dụng đối với chất thải rắn có hàm lượng rắn từ 4÷8% (bao gồm: chất thải rắn của con người, động vật, các sản phẩm thừa từ nông nghiệp, và chất hữu cơ trong thành phần của chất thải rắn đô thị). Quá trình phân hủy lên men ky khí được áp dụng rộng rãi trên thế giới. Sản phẩm cuối cùng là khí metan, khí CO<sub>2</sub>, và chất mùn ổn định dùng làm phân bón.

#### **3. Quá trình chuyển hóa hóa học**

Quá trình chuyển hóa hóa học bao gồm một loạt các phản ứng thủy phân được sử dụng để tái sinh các hợp chất như là gluco và một loạt các phản ứng khác dùng để tái sinh dầu tổng hợp, khí và axetat xenlulo. Kỹ thuật xử lý chất thải rắn bằng phương pháp hóa học phổ biến nhất là phản ứng thủy phân xenlulo dưới tác dụng của axit và quá trình biến đổi metan thành metanol.

#### **Phản ứng thủy phân axit:**

Xenlulo hình thành do sự liên kết của hơn 3.000 đơn vị phân tử gluco, xenlulo có đặc điểm là tan trong nước và các dung môi hữu cơ, nhưng hầu như không bị phân hủy bởi tế bào. Nếu xenlulo được phân hủy thì gluco sẽ được tái sinh. Quá trình thực hiện bằng phản ứng hóa học cơ bản như sau:

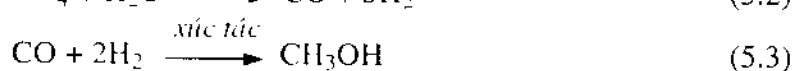
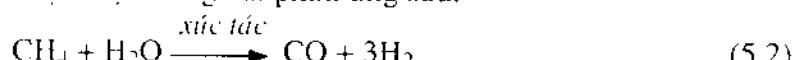


Đường gluco được trích ly từ xenlulo có thể được biến đổi bằng các phản ứng sinh học và hóa học tạo thành sản phẩm là rượu và các hóa chất công nghiệp.

#### *Sản xuất metanol từ khí bioga chứa metan:*

Metan được hình thành từ quá trình phân hủy yếm khí các chất thải rắn hữu cơ có thể được biến đổi thành metanol.

Quá trình biến đổi được thực hiện bằng hai phản ứng sau:



Thuận lợi của việc sản xuất metanol từ khí bioga có chứa metan là metanol có thể lưu trữ và vận chuyển dễ dàng hơn là việc chuyển khí metan.

#### **4. Năng lượng từ quá trình chuyển hóa sinh học của chất thải rắn**

Một khi các sản phẩm được hình thành từ chất thải rắn hoặc từ quá trình phân hủy yếm khí (tạo khí metan) hay từ biến đổi hóa học (tạo thành metanol), thì những bước thực hiện tiếp theo là sử dụng và lưu trữ. Nếu các sản phẩm này sinh ra năng lượng thì đòi hỏi cần thực hiện những bước biến đổi tiếp theo. Biogas có thể sử dụng trực tiếp để đốt các động cơ đốt trong hoặc là sử dụng khí này làm quay tuabin, để tạo ra điện năng.

### 5.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN CÔNG NGHIỆP (CTRCN)

Việc tận dụng CTR trong nhiều trường hợp dẫn đến sự cần thiết phải phân chia chúng thành các cấu tử, cùng với việc tách vật liệu bằng các phương pháp khác nhau hoặc cho chúng một dạng xác định nào đó, bảo đảm khả năng tự tận dụng phế thải như tái nguyên thứ cấp. Tập hợp tất cả các phương pháp chuẩn bị và chế biến phế thải phổ biến nhất được trình bày trong bảng 5.3.

**Bảng 5.4.** Các phương pháp chuẩn bị và chế biến CTRCN

STT	Chi tiết phương pháp											
1. Cơ học	Giảm kích thước: đập, nghiền			Phân loại và chọn lọc: sàng								
2. Tuyển	Tuyển trọng lực	Rửa	Tuyển nổi	Tuyển từ	Tuyển điện	Tuyển trong huyền phù và chất lỏng nặng						
3. Nhiệt	Nhiệt phân	Nóng chảy		Nung ủ		Đốt						
4. Cơ - nhiệt	Tạo hạt bằng nhiệt độ cao			Tạo khối								
5. Hóa - lý	Trích ly		Hòa tan			Kết tinh						
6. Hóa học												
7. Sinh hóa												

### 5.2.1. Phương pháp cơ học

Cường độ và hiệu quả của đa số các quá trình khuếch tán hóa học và sinh hóa tăng theo độ giảm kích thước hạt vật liệu. Do vậy, chất thải rắn thường phải qua công đoạn giảm kích thước hạt với các thiết bị đập, nghiền, tiếp theo là phân loại và chọn lọc.

**Đập:** phương pháp đập được sử dụng để thu sản phẩm có độ lớn chủ yếu khoảng 5mm. Đập được áp dụng rộng rãi trong chế biến chất thải của bóc đá phủ trong xử lý tràn quặng mỏ, xỉ của nhà máy luyện kim, các đồ dùng kỹ thuật bằng nhựa đã qua quá trình sử dụng, phế thải muối mỏ và thạch cao photpho, phế liệu gỗ, một số nhựa, vật liệu xây dựng và nhiều loại vật liệu khác.

Các chỉ số công nghệ cơ bản của đập là mức độ đập và năng lượng đập.

$$\text{Mức độ đập: } i = \frac{D_{\max}}{d_{\max}} = \frac{D_{tb}}{d_{tb}} \quad (5.4)$$

$D_{\max}$  và  $d_{\max}$  - đường kính tối đa của hạt vật liệu trước và sau đập

$D_{tb}$  và  $d_{tb}$  - đường kính trung bình của hạt vật liệu ban đầu và sản phẩm.

Các kích thước  $D_{\max}$  và  $d_{\max}$  xác định giai đoạn đập thô, trung bình và nhuyễn.

Đập	Thô	Trung bình	Nhuộm
$D_{\max}$ , mm	1 200 ÷ 500	350 ÷ 100	100 ÷ 40
$d_{\max}$ , mm	350 ÷ 100	100 ÷ 40	30 ÷ 5

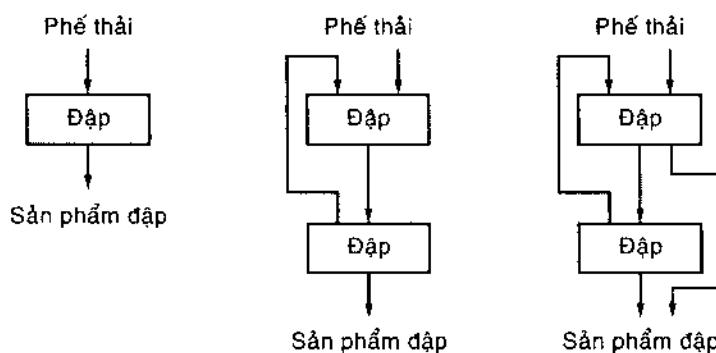
Chi phí năng lượng riêng phần (kWh cho 1 tấn vật liệu) là:

$$E = \frac{N}{Q} \quad (5.5)$$

ở đây: N - công suất động cơ máy đập, kW

Q - năng suất máy đập, T/h.

Giá trị E phụ thuộc mức độ đập và tính chất cơ lý của vật liệu.



**Hình 5.5. Một số sơ đồ đập đơn giản**

Công nghệ đập có thể được thực hiện với chu kỳ hở khi vật liệu chỉ cần đập một lần, hoặc chu kỳ kín với sàng, sản phẩm trên lưới sẽ quay trở lại máy đập. Một số sơ đồ đập đơn giản được trình bày trên hình 5.5.

**Nghiền:** phương pháp nghiền được sử dụng khi cần thu sản phẩm thải có kích thước nhỏ hơn 5mm, được sử dụng phổ biến trong công nghệ tái sử dụng chất thải của khai thác quặng mỏ, phế liệu xây dựng, xỉ của luyện kim và nhiên liệu, phế thải của tuyển than, phế thải nhựa, quặng pirit thiêu kết và hàng loạt tài nguyên thứ cấp khác.

Các máy nghiền phổ biến hơn cả là máy nghiền thanh, nghiền bi và nghiền dao. Việc nghiền một số phế liệu nhựa và cao su được tiến hành ở nhiệt độ thấp.

**Phân loại và chọn lọc:** các quá trình này được ứng dụng để phân chia phế thải thành phân đoạn theo độ lớn. Chúng bao gồm phương pháp sàng hạt vật liệu và phân chia chúng dưới tác dụng của lực quán tính - trọng lực và lì tâm - trọng lực.

Sàng là quá trình phân loại theo độ lớn các hạt có kích thước khác nhau bằng cách dịch chuyển chúng trên bề mặt có lỗ.

Để phân riêng vật liệu rắn dạng bùn, người ta sử dụng cyclon nước, máy lì tâm lăng...

### 5.2.2. Phương pháp nhiệt

Đây là quá trình nhiệt phân (ví dụ phế liệu nhựa, gỗ, cao su, cặn của chế biến dầu mỏ), nóng chảy (ví dụ xỉ luyện kim, phế liệu kim loại), nung ủ (ví dụ xỉ luyện kim màu, quặng thiêu kết pirit, một số xỉ chứa sắt và bụi) và khử độc bằng ngọn lửa (đốt cháy) nhiều chất thải rắn trên cơ sở thành phần chất hữu cơ của chúng.

### 5.2.3. Phương pháp nhiệt - cơ

**Tạo hạt bằng nhiệt độ cao:** phương pháp này được ứng dụng để chế biến bụi, rỉ sắt, xỉ và dăm nguyên liệu quặng trong luyện kim, quặng thiêu kết pirit và các phế liệu phân tán chứa sắt.

Quá trình tạo hạt này được tiến hành bằng cách đốt vật liệu trực tiếp với nhiên liệu rắn trong lò ở nhiệt độ khoảng  $1.100 \div 1.600^{\circ}\text{C}$ . Sau đó sản phẩm thiêu kết được đập với kích thước  $100 \div 150\text{mm}$ , sàng và làm nguội. Phần hạt kích thước nhỏ hơn 8mm sẽ được quay trở lại lò, thường chiếm  $30 \div 35\%$ .

**Tạo khối** là các quá trình tạo hạt, đóng viên, đóng khối và tạo khối ở nhiệt độ cao. Chúng được sử dụng để chế biến thành vật liệu xây dựng các phế thải của khai thác quặng mỏ, phần sót của tuyển than và tro của trạm nhiệt điện, trong quá trình tận dụng thạch cao photpho trong nông nghiệp và công nghiệp xi măng, trong chuẩn bị làm nóng chảy phế thải có độ phân tán cao của kim loại màu và đen, trong quá trình tái sử dụng nhựa, mồ hóng, bụi và dăm bào...

- Tạo hạt và đóng viên có thể được thực hiện bằng cách cán vật liệu bột, ép, cho các hạt tiếp xúc với nhau trong dòng xoáy rối, trong lớp tầng sôi, trong lớp tầng rung hoặc dưới tác dụng của tác động cơ học khác.

- Sự đóng khối vật liệu phân tán được tiến hành với áp suất nén ép lớn hơn 80MPa không có chất liên kết, trong trường hợp sử dụng chất liên kết thì áp suất nén giảm xuống còn  $15 \div 25\text{MPa}$ .

## **5.2.4. Phương pháp tuyển chất thải**

Trong thực tế tái sinh chất thải rắn công nghiệp (đặc biệt là chất thải rắn của công nghiệp khoáng sản, chứa kim loại màu và đen, các phần chi tiết phế thải, các thiết bị điện máy/điện tử, các đồ dùng khác trên cơ sở kim loại và hợp kim, vài loại tro nhiên liệu, hỗn hợp chất dẻo, xỉ luyện kim màu và hàng loạt các tài nguyên thứ cấp khác), người ta sử dụng các phương pháp tuyển vật liệu khác nhau như: tuyển trọng lực, tuyển từ, tuyển điện, tuyển nổi và các phương pháp tuyển đặc biệt khác.

### **1. Tuyển trọng lực**

Phương pháp tuyển này dựa trên sự khác nhau của vận tốc rơi trong môi trường lỏng (hay khí) của các hạt có kích thước và khối lượng riêng khác nhau. Đó là các quá trình tuyển sàng (đãi), tuyển trong huyền phù nặng, trong dòng dịch chuyển theo bề mặt nghiêng và rửa.

### **2. Đãi**

Đãi là quá trình phân chia hạt khoáng sản theo khối lượng riêng dưới tác dụng tia nước thay đổi theo hướng thẳng đứng, đi qua máy đãi có lưới. Đãi thường áp dụng cho vật liệu đã khử xỉ sơ bộ có độ lớn tối ưu  $0,5 \div 100\text{mm}$  đối với vật liệu không quặng và  $0,2 \div 40\text{m}$  đối với vật liệu quặng mỏ.

Khi đãi vật liệu lớn, lớp nằm trên lưới có chiều dày  $5 \div 10$  lần đường kính hạt lớn nhất của nhập liệu, được gọi là lớp lót. Khi đãi vật liệu nhuyễn ( $3 \div 5\text{mm}$ ) trên lưới, người ta xếp lớp lót nhân tạo từ các hạt vật liệu lớn, nặng có kích thước lớn hơn  $3 \div 4$  lần kích thước hạt lớn nhất của nhập liệu. Trong quá trình đãi, vật liệu được phân lớp: lớp dưới tập trung các hạt nặng, lớp trên cùng các hạt nhẹ, nhuyễn. Các lớp này được lấy ra riêng biệt.

### **3. Rửa**

Để phá vỡ và loại lớp đất sét, cát và các chất khoáng khác cũng như các tạp chất hữu cơ trong phế thải thường sử dụng quá trình rửa. Tác nhân rửa thường là nước (có thể thêm chất hoạt động bề mặt), hoặc hơi nước quá nhiệt và các dung môi khác nhau.

### **4. Tuyển nổi**

Trong thực tế chế biến các dạng phế liệu riêng biệt (như xỉ luyện kim, các thành phần bả quặng và không quặng...) người ta áp dụng phương pháp tuyển nổi. Độ lớn của vật liệu được tuyển không lớn hơn  $0,5\text{mm}$ .

### **5. Tuyển từ**

Tuyển từ được áp dụng để tách các cấu tử có từ tính yếu và mạnh ra khỏi thành phần không nhiễm từ. Các chất có khả năng nhiễm từ mạnh là  $\text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Fe}_{x-1}\text{S}_x$ . Các oxit, hydroxit và cacbonat sắt, mangan, crom và kim loại quý là vật liệu nhiễm từ yếu. Còn các khoáng chất như thạch anh fenspat, canxit cacbonat không bị nhiễm từ. Vật liệu nhiễm từ yếu được tuyển trong từ trường mạnh cường độ đến  $800 \div 1600\text{kA/m}$ , còn vật liệu nhiễm từ mạnh được tuyển trong từ trường yếu từ  $70 \div 160\text{kA/m}$ .

Để phân riêng bằng từ trường, vật liệu phải qua xử lý sơ bộ bằng đập, nghiền, sàng khử cặn, nung ủ từ... thường tuyển từ khô các vật liệu có độ lớn 3 ÷ 50mm và tuyển từ ướt cho hạt nhỏ hơn 3mm.

### **6. Tuyển điện**

Tuyển điện được thực hiện dựa trên sự khác nhau về tính dẫn điện của vật liệu được phân riêng.

Theo tính dẫn điện vật liệu được chia thành dẫn điện, bán dẫn, điện mõi. Khi tiếp xúc với bề mặt của điện cực kim loại tích điện thì nó sẽ truyền điện tích cho vật liệu. Các hạt dẫn điện được tích điện nhiều nhất sẽ đẩy xa khỏi điện cực, còn các hạt điện mõi giữ nguyên quỹ đạo của mình.

### **7. Tuyển trong huyền phù và chất lỏng nặng**

Quá trình này là sự phân chia vật liệu theo khối lượng riêng trong trường lực hấp dẫn hay li tâm trong huyền phù hoặc chất lỏng có khối lượng riêng ở giữa các khối lượng riêng của các hạt cần phân chia. Huyền phù nặng là các hạt khoáng sản nặng hoặc hợp kim từ có độ phân tán cao, lơ lửng trong nước - gọi chung là chất làm nặng, thường là hợp kim sắt - silic, pirit,  $FeS_2$ , pirotin  $Fe_{x-1}S_x$ ,  $Fe_3O_4$ , quặng sắt đỏ  $Fe_2O_3$  và các vật liệu khác có độ lớn đến 0,16mm. Các chất lỏng nặng được dùng là dung dịch  $CaCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $PbCl_2$ ...

Khối lượng riêng của huyền phù được tính theo công thức:

$$\sigma_c = C(\sigma_y - 1) + 1, \quad g/cm^3 \quad (5.6)$$

ở đây: C - nồng độ thể tích của chất làm nặng, phần đơn vị

$\sigma_y$  - khối lượng riêng của chất làm nặng,  $g/cm^3$ .

Khối lượng của chất làm nặng trong thể tích huyền phù V là:

$$m_y = V \cdot \sigma_y \frac{(\sigma_c - 1)}{(\sigma_y - 1)}, \quad kg \quad (5.7)$$

V - thể tích huyền phù,  $m^3$ .

Để giữ tính ổn định của huyền phù người ta cho thêm đất sét (đến 3% khối lượng chất làm nặng), hoặc áp dụng hỗn hợp bột các chất làm nặng có khối lượng riêng khác nhau.

Các thiết bị tuyển trong chất lỏng nặng phổ biến nhất là các thiết bị phân riêng dạng trống, chớp, bậc thang và xiclon nước.

Năng suất của máy phân li dạng trống ( $T/h$ ) theo sản phẩm nhẹ được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{1}{\gamma D^{0.5} h^{1.5} v \delta_l} \quad (5.8)$$

ở đây:

$\gamma$  - đầu ra của sản phẩm nhẹ, phần đơn vị;

D - đường kính trống, m;

$h$  - chiều cao dòng chảy,  $h = (1,2 \div 1,5)$  lần đường kính của hạt lớn nhất, m;

$v$  - vận tốc dòng huyền phù ở đầu ra của máy phân li,  $v = 0,3 \div 0,5$  m/s;

$\sigma_l$  - khối lượng riêng đồ đồng của sản phẩm nhẹ, kg/m<sup>3</sup>.

Năng suất của máy phân riêng dạng chớp theo nhập liệu, T/h

$$Q = qS \quad (5.9)$$

$q$  - tải trọng riêng trên 1 đơn vị diện tích vùng làm việc của máy, T/m<sup>2</sup>h

$S$  - diện tích vùng hoạt động, m<sup>2</sup>.

### 5.2.5. Phương pháp hóa lý

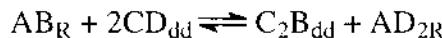
Nhiều quá trình tận dụng chất thải rắn trong công nghiệp dựa trên việc áp dụng các phương pháp trích ly, hòa tan và kết tinh vật liệu.

#### I. Trích ly

Phương pháp này được áp dụng rộng rãi trong chế biến bã thải của công nghiệp khai thác mỏ, một số xỉ của luyện kim và nhiên liệu, quặng pirit thiêu kết, các nguyên liệu thứ cấp của ngành gỗ và các ngành khác. Phương pháp dựa trên việc lôi kéo một hoặc vài cấu tử từ khối vật liệu rắn bằng cách hòa tan chọn lọc chúng trong chất lỏng.

Phụ thuộc vào tính chất của quá trình hóa lý diễn ra khi trích ly, người ta chia ra làm hòa tan đơn giản (cấu tử chính được lôi cuốn vào dung dịch trong thành phần đã có trong vật liệu ban đầu) và trích ly với phản ứng hóa học (cấu tử mục tiêu ở trong vật liệu ban đầu khó hòa tan sẽ chuyển thành dạng dễ tan).

Lượng tác chất tiêu hao tối thiểu, cần thiết để lôi cuốn hoàn toàn cấu tử mục tiêu vào dung dịch và khả năng thực hiện quá trình được xác định bởi hằng số cân bằng của phản ứng  $K_c$ . Ví dụ, đối với trường hợp trích:



Hằng số nồng độ cân bằng  $K_c$  được biểu diễn như sau:

$$K_c = \frac{[C_2B]_{cb}}{[CD]_{cb}^2} \quad (5.10)$$

Khi đạt cân bằng, nồng độ tác chất Cd không tiêu hao còn lại trong dung dịch.

$$[CD]_{cb} = \frac{\sqrt{[C_2B]_{cb}}}{\sqrt{K_c}} \quad (5.11)$$

Như vậy, lượng tác chất CD cần thiết dư trên 1mol cấu tử AB được trích phải bằng:

$$[CD_{du}] = \frac{1}{\sqrt{K_c}} \quad (5.12)$$

Còn tổng lượng tác chất tiêu hao phải là:  $2 + \frac{1}{K_c}$

Giá trị hằng số cân bằng được tìm trong tài liệu tra cứu, hoặc được tính theo các đại lượng của hàm nhiệt động học của các chất tham gia phản ứng, hoặc theo các giá trị thế điện hóa (khi xảy ra phản ứng oxy hóa khử), cũng như được xác định bằng thực nghiệm.

Vận tốc trích ly thường thay đổi theo diễn biến quá trình và phụ thuộc nồng độ tác chất, nhiệt độ, cường độ khuấy trộn, diện tích bề mặt pha rắn và các yếu tố khác. Dạng tổng quát của vận tốc là:

$$\frac{dG}{dt} = -jS \quad (5.13)$$

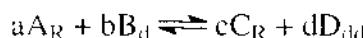
ở đây:

G - lượng chất cần trích trong pha rắn, kg ;

j - lượng chất cần trích chuyển vào dung dịch trong 1 đơn vị thời gian, trên 1 đơn vị bề mặt pha rắn, kg/m<sup>2</sup>.s ;

S - bề mặt tương tác của các pha, m<sup>2</sup>.

Nếu quá trình trích tương ứng với sự hòa tan và phản ứng trao đổi diễn ra với sự tạo thành pha rắn mới



thì nó bao gồm sự khuếch tán tác chất đến bề mặt pha rắn qua lớp phim lỏng, khuếch tán tác chất qua lớp sản phẩm rắn hoặc lớp vật liệu trơ, phản ứng hóa học trên bề mặt chất trích, khuếch tán chất tan từ bề mặt phản ứng qua lớp rắn và lớp phim lỏng.

Dung môi trích ly cần phải thỏa mãn các yêu cầu như tính chọn lọc, hằng số phân phối và khuếch tán, khối lượng riêng, tính bắt cháy, hoạt tính ăn mòn, tính độc hại... Các thông số ảnh hưởng đến quá trình trích thường là nồng độ dung môi, kích thước, độ xốp của hạt vật liệu, cường độ thủy động, nhiệt độ và tác động của các trường lực khác nhau (diện mật chiều, điện tử, tần số cao, lítam...) cũng như trong một số trường hợp có sự hiện diện của các vi sinh vật khác nhau (trich bằng vi khuẩn).

Quá trình trích có thể gián đoạn và liên tục. Quá trình gián đoạn được tiến hành bằng cách ngâm hoặc thẩm rửa. Trích ly liên tục tiến bộ hơn được tiến hành bằng cách cho tiếp xúc nhiều bậc bằng các phương pháp cùng chiều, ngược chiều và tổ hợp của chúng. Thiết bị trích ly rất đa dạng. Chúng được phân loại theo phương thức hoạt động (liên tục và gián đoạn), theo hướng chuyển động của dung môi và pha rắn (cùng chiều, ngược chiều, khuấy trộn hoàn toàn, quá trình trong lớp vật liệu và tổ hợp của chúng), theo tính chất tuần hoàn của dung môi (tuần hoàn, không tuần hoàn, tưới) và theo các nguyên tắc khác.

## 2. Hòa tan

Phương pháp này là thực hiện quá trình tương tác dị thể giữa chất lỏng và chất rắn kèm theo sự dịch chuyển chất rắn vào dung dịch, được ứng dụng rộng rãi trong thực tế chế biến nhiều loại chất thải rắn.

Khả năng tự hòa tan của chất rắn có thể được đánh giá bởi dấu của đại lượng  $\Delta G$  (sự thay đổi năng lượng Gibbs) được xác định bởi công thức:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (5.14)$$

ở đây:

$\Delta H$  - độ biến đổi entanpi, kJ/kg;

$\Delta S$  - độ biến đổi entropi, kJ/kg<sup>o</sup>K;

T - nhiệt độ tuyệt đối, <sup>o</sup>K.

Khi  $\Delta G < 0$  có khả năng hòa tan

$\Delta G = 0$  tương ứng với cân bằng trong hệ thống

$\Delta G > 0$  có khả năng kết tinh.

Độ hòa tan chất rắn trong chất lỏng thường bị giới hạn bởi nồng độ bão hòa  $C_s$ . Vận tốc hòa tan được biểu diễn bởi phương trình:

$$-\frac{dG}{dt} = KF(C_s - C_t) \quad (5.15)$$

ở đây: G - lượng chất hòa tan, kg;

K - hệ số truyền khói;

F - tổng bề mặt của các hạt tan vào thời điểm  $t$ , m<sup>2</sup>.

Trong thực tế, có trường hợp vận tốc hòa tan được quyết định không phải bởi khuếch tán chất tan từ bề mặt pha rắn vào dung dịch, mà bởi vận tốc chuyển pha của vật chất vào dung dịch (ví dụ đối với muối  $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$ ,  $MgSO_3 \cdot H_2O$ ). Tuy nhiên, đại đa số các muối, quá trình hòa tan được quyết định bởi vận tốc khuếch tán, khi đó đại lượng K được xác định theo công thức:

$$K = K' \Delta \rho^{1/3} \mu_l^{-1} (D\mu_l)^{2/3} \quad (5.16)$$

$K'$  - hệ số truyền khói (đối với các muối tan khuếch tán  $K' = 70 \pm 10$ )

$\Delta \rho$  - hiệu khói lượng riêng pha rắn và lỏng, kg/m<sup>3</sup>

$\mu_l$  - độ nhớt động học của chất lỏng, s/m<sup>2</sup>

$D\mu_l$  - hệ số khuếch tán hữu dụng của chất tan.

Thời gian cần thiết để hòa tan hoàn toàn lượng chất G cho trước, có thể được đánh giá bởi biểu thức:

$$\tau = \frac{G \cdot \ln \left( \frac{\Delta C_d}{\Delta C_e} \right)}{K \cdot F_d (C_d - C_e)} \quad (5.17)$$

$\Delta C_d$ ,  $\Delta C_e$  - động lực đầu và cuối của quá trình, mol/m<sup>3</sup>;

$F_d$  - tổng bề mặt hòa tan của hạt vật liệu, m<sup>2</sup>.

Quá trình tan được thực hiện trong thiết bị hoạt động gián đoạn (khi năng suất không lớn - trong lớp hạt rắn hoặc với sự khuấy trộn) và liên tục (trong lớp chuyển động hoặc khuấy trộn).

### 3. Kết tinh

Việc tách pha rắn ở dạng tinh thể từ dung dịch bão hòa, từ thể nóng chảy hoặc hơi được phổ biến rộng rãi trong chế biến các chất thải rắn khác nhau.

Khả năng kết tinh của cấu tử dung dịch được đánh giá qua giản đồ trạng thái độ hòa tan ( $C_s$ ) - nhiệt độ.

Nếu đường cong hòa tan tăng nhanh theo nhiệt độ thì khi giảm nhiệt độ một phần dung dịch sẽ chuyển vào vùng quá bão hòa và sinh ra tinh thể rắn. Lúc đó nồng độ của dung dịch giảm. Kết tinh các dung dịch như thế được thực hiện bằng cách làm lạnh chúng.

Nếu độ hòa tan tăng chậm theo nhiệt độ thì việc chuyển dung dịch vào vùng quá bão hòa chỉ xảy ra khi làm lạnh sâu và lúc đó tách ra một lượng không lớn tinh thể rắn. Trường hợp này kết tinh nên tiến hành bằng cách loại một phần dung môi.

Có thể có trường hợp độ hòa tan thay đổi không đáng kể trong khoảng rộng nhiệt độ. Trong trường hợp này kết tinh được tiến hành bằng cách bay hơi dung môi.

Có ba phương thức kết tinh cơ bản:

- Kết tinh với việc loại một phần dung môi nhờ bay hơi hoặc đóng băng. Phương thức này được gọi là kết tinh đẳng nhiệt.

- Kết tinh bằng cách làm lạnh hoặc đun nóng dung dịch với lượng dung môi không đổi.

- Phương thức kết tinh kết hợp: kết tinh chân không, kết tinh với sự bay hơi một phần dung môi trong dòng không khí hoặc khí trơ tải nhiệt khác và được gọi là kết tinh phân đoạn.

Ngoài ra, trong thực tế người ta còn ứng dụng kết tinh bằng muối (cho vào dung dịch chất làm giảm độ hòa tan), kết tinh nhờ phản ứng hóa học, cũng như kết tinh nhiệt độ cao bảo đảm khả năng thu được các tinh thể ngậm nước với hàm lượng ẩm kết tinh nhỏ nhất. Vận tốc của quá trình kết tinh phụ thuộc nhiều yếu tố (độ quá bão hòa, nhiệt độ, cường độ khuấy trộn và nồng độ tạp chất...) và thay đổi theo thời gian.

Vận tốc kết tinh được tính qua hai đại lượng vận tốc tạo mầm và vận tốc tăng trưởng tinh thể.

Vận tốc tạo mầm:

$$\dot{N} = C \cdot \exp \left[ -\frac{16\pi\sigma^3 V_m^2 N_A}{3n^2 (R \cdot T)^3 (\ln S)^2} \right], \text{ hạt/cm}^3 \cdot \text{s} \quad (5.18)$$

Ở đây:

R - hằng số khí =  $8,31 \cdot 10^{-3}$  kJ/(mol.°K);

$\sigma$  - sức căng bề mặt;

$N_A = 6,0225 \cdot 10^{23}$  phân tử/mol;

S - độ quá bão hòa,  $S = C_{dd}/C_s$ ;

n - số ion tạo thành khi hòa tan 1 phân tử;

$V_m$  - thể tích mol của pha rắn;

$C = 10^{25}$  - giá trị thực nghiệm.

Đường kính tối hạn của các mầm tinh thể tạo thành được xác định theo công thức

$$d = \frac{4\sigma V_m}{nRT \ln S} \quad (5.19)$$

Vận tốc tăng trưởng tinh thể:

$$J = \frac{dm}{d\tau} = F(C - C_s)k \quad (5.20)$$

F - bề mặt tinh thể;

C - nồng độ dịch cát, mol/m<sup>3</sup>;

C<sub>s</sub> - nồng độ bão hòa, mol/m<sup>3</sup>;

k - hệ số tăng trưởng toàn phần.

### 5.2.6. Các phương pháp hóa học

Chất thải rắn, dưới góc độ của công nghệ hóa học, thực chất là một loại nguyên liệu sản xuất - nguyên liệu không sạch chứa nhiều tạp chất và cũng được xem như một loại quặng mỏ nhân tạo. Vì vậy, khi chế biến chúng, người ta áp dụng các phương pháp xử lý như đối với quặng mỏ mà ta đã nêu lên trong phần các phương pháp chung. Ngoài ra, để chuyển cấu tử mục tiêu thành dạng nguyên liệu sạch đáp ứng các nhu cầu sản xuất khác nhau, người ta thường bổ sung thêm tác chất khác và khi đó sẽ xảy ra các phản ứng hóa học giữa cấu tử mục tiêu và tác chất bổ sung. Đó chính là bản chất của việc áp dụng phương pháp hóa học trong xử lý chất thải rắn công nghiệp. Phương pháp hóa học được áp dụng rất rộng rãi vì phù hợp với các chất vô cơ cũng như hữu cơ.

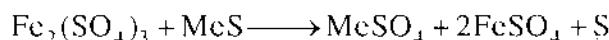
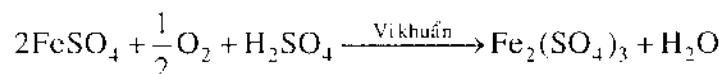
### 5.2.7. Các phương pháp sinh hóa

Phương pháp này dựa trên khả năng phân hủy các chất hữu cơ trong chất thải bởi vi sinh vật. Phương pháp này được ứng dụng để chuyển các chất hữu cơ thành phân bón (lên men khí) hoặc phân hủy chúng hoàn toàn (lên men hiếu khí).

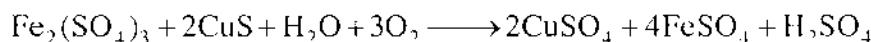
Một số vi sinh vật có khả năng chuyển các hợp chất vô cơ không tan sang trạng thái tan trong điều kiện xác định. Phương pháp này gọi là trích bằng vi khuẩn. Trích bằng vi khuẩn được hiểu là quá trình tách chọn lọc các nguyên tố hóa học từ hợp chất đa cấu tử trong quá trình hòa tan chúng ở môi trường nước bởi các vi sinh vật.

Các vi sinh vật được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp là vi khuẩn sắt, chúng có thể oxy hóa sắt hóa trị 2 thành sắt hóa trị 3 cũng như các sunfua vô cơ và vi khuẩn lưu huỳnh. Nguồn năng lượng duy nhất cho quá trình sống của các vi sinh vật này là phản ứng oxy hóa các hợp chất vô cơ kim loại và nguyên tố lưu huỳnh.

Vi khuẩn sắt có khả năng oxy hóa sunfua kim loại, chuyển chúng thành sunphat trực tiếp hoặc gián tiếp.



Vì khuẩn sắt được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp để trích đồng từ phế thải và quặng nghèo. Để trích, người ta sử dụng dung dịch nước trên cơ sở  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  và  $\text{H}_2\text{SO}_4$  với sự hiện diện của  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeSO}_4$  và vi khuẩn sắt.



Trên thế giới, phương pháp trích bằng vi khuẩn đã được áp dụng rộng rãi để thu hồi uranium từ quặng mỏ, Zn, Mn, As, Co... Người ta đang tìm kiếm các vi sinh vật khác với mục đích tách được các chất hữu dụng rộng rãi hơn. Phương pháp trích bằng vi khuẩn rất tiên tiến vì nó cho phép giảm đáng kể giá thành các cấu tử quí

hiếm và mở rộng các tài nguyên công nghiệp, bảo đảm tính khả thi của việc sử dụng toàn phần nguyên liệu vô cơ.

### 5.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ CHẤT THẢI NGUY HẠI

Khi đã triển khai các biện pháp giảm thiểu, tận dụng chất thải, lượng chất thải nguy hại giảm đi đáng kể nhưng vẫn còn tồn tại trong môi trường. Do đó cần phải xử lý, có các phương pháp xử lý sau:

#### 5.3.1. Phương pháp hóa học và vật lý

Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp hóa học hay vật lý là phương pháp làm thay đổi tính chất hóa học hay vật lý của chất nguy hại để biến nó thành chất không hoặc ít nguy hại.

Xử lý hóa học hay vật lý bao gồm các phương pháp sau :

- *Phương pháp lọc*: là phương pháp tách hạt rắn từ dòng lưu chất khi đi qua môi trường xốp. Các hạt rắn được giữ lại trên bề mặt vật liệu lọc nhờ vào chênh lệch áp suất gây bởi trọng lực, lực ly tâm, áp suất chân không, áp suất dư.

- *Phương pháp kết tủa*: là quá trình chuyển chất hòa tan thành dạng không tan bằng các phản ứng hóa học hay thay đổi thành phần hóa chất trong dung dịch.

- *Oxyhoá - khử*: là quá trình cho nhận electron để biến đổi chất nguy hại thành dạng khác không nguy hại bởi các phản ứng oxy hóa - khử

- *Bay hơi*: là làm đặc chất thải dạng lỏng hay huyền phù bằng phương pháp cấp nhiệt để hoá hơi chất lỏng

- *Đóng rắn và ổn định chất thải*: Là phương pháp cố định về mặt hoá học, triệt tiêu tính linh động hay cô lập các thành phần ô nhiễm bằng lớp vỏ bền vững tạo thành khối nguyên có tính toàn vẹn cấu trúc cao.

**Bảng 5.5.** Phạm vi ứng dụng các phương pháp xử lý hóa học và vật lý

Quá trình xử lý	Chất thải nguy hại												Dạng CT		
	Chất ăn mòn	Hợp chất xyanua	Dung môi halogen	Dung môi phi halogen	Chất hữu cơ Clo	Chất hữu cơ khác	Chất thải nhiễm dầu	PCBs	Chất lỏng nhiễm KL	Chất lỏng nhiễm h.cơ	Chất có hoạt tính hh cao	Đất ô nhiễm	Chất lỏng	Bùn nhão hay chất rắn	Chất khí
Phương pháp hoá lý															
Phương pháp lọc		x	x	x	x	x			x	x			x		x
Kết tủa hóa học	x								x				x		
Oxy hoá - khử		x								x			x		
Ozon hoá		x		x		x					x		x		x
Bay hơi			x	x	x	x	x					x	x		
Đóng rắn									x			x	x	x	
Ổn định	x	x									x	x	x		

### 5.3.2. Phương pháp nhiệt

#### Nhiệt phân:

Trong điều kiện không có ôxy, CTNH bị tiêu hủy hoàn toàn thông qua hai giai đoạn:

*Giai đoạn 1:* quá trình khí hóa, chất thải được gia nhiệt để tách các thành phần dễ bay hơi như khí cháy, hơi nước... ra khỏi thành phần cháy không hóa hơi và tro.

*Giai đoạn 2:* quá trình đốt các thành phần bay hơi ở điều kiện phù hợp để tiêu hủy hết các cấu tử nguy hại.

Đặc biệt với *nhiệt phân bằng hồ quang - plasma*: quá trình đốt được thực hiện ở nhiệt độ cao (có thể đến  $10.000^{\circ}\text{C}$ ) chất thải có tính độc cực mạnh như dioxin, furan... bị tiêu hủy, sản phẩm cuối cùng là khí  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ , các khí axit và tro.

#### Sử dụng chất thải nguy hại làm nhiên liệu:

Đây là phương pháp tiêu huỷ chất thải bằng cách đốt cùng với các nhiên liệu thông thường khác để tận dụng nhiệt cho các thiết bị tiêu thụ nhiệt.

**Đốt:** để tiêu hủy hoàn toàn tính độc hại của chất thải cho môi trường, có thể tiến hành đốt với nhiều phương pháp khác nhau như:

- Đốt bằng phương pháp phun chất lỏng
- Đốt thùng quay
- Đốt xúc tác

#### Công nghệ đốt:

Hầu hết các phương pháp tiêu huỷ CTNH đều liên quan đến công nghệ đốt - đốt cháy các chất một cách có kiểm soát ở trong một vùng kín.

#### Công nghệ đốt có một số đặc thù:

- Nếu được tiến hành đúng theo quy cách, nó có khả năng phá hủy toàn bộ các độc chất hữu cơ trong chất thải nguy hại bằng cách bẻ gãy các liên kết hóa học của chúng và đưa chúng trở lại dạng các nguyên tố hợp thành ban đầu, qua đó làm giảm thiểu hoặc loại bỏ hoàn toàn các độc tính của chúng.

- Hạn chế thể tích của chất thải nguy hại cần phải loại bỏ vào môi trường đất bằng cách biến đổi các chất rắn và lỏng thành dạng tro. So với việc loại thải bỏ chất thải nguy hại không qua xử lý, việc thải bỏ tro vào môi trường đất an toàn và hiệu quả gấp nhiều lần.

Công nghệ đốt là một quá trình xử lý khá phức tạp. Trong quá trình cháy, các chất hữu cơ bị chuyển đổi sang pha khí. Các khí này qua các lưỡi đốt sẽ tiếp tục bị làm nóng lên, đến một nhiệt độ nào đó các hợp chất hữu cơ của chúng sẽ bị phân hủy thành các nguyên tử thành phần. Các nguyên tử này kết hợp với oxy để tạo nên các chất khí bền vững, các khí này sau khi qua các thiết bị kiểm soát ô nhiễm sẽ được thải vào khí quyển.

Thành phần của các chất khí bền vững phát sinh từ việc đốt các hợp chất hữu cơ chủ yếu là  $\text{CO}_2$  và hơi nước. Tuy nhiên, tùy thuộc vào thành phần của chất thải rắn, một lượng nhỏ  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HCl}$ , và các khí khác có thể sẽ được hình thành. Các chất

khí này là nguyên nhân tiềm ẩn có khả năng gây nguy hại cho sức khỏe con người và môi trường.

Ngoài các khí bền vững sinh ra do quá trình đốt, việc quản lý và thải bỏ các kim loại, tàn tro và các sản phẩm phụ của quá trình đốt CTNH cũng cần được quan tâm hơn. Tàn tro là một vật liệu dễ lắng, trơ, với thành phần chủ yếu là carbon, các muối và các kim loại. Trong quá trình đốt, hầu hết tàn tro sẽ tập trung ở đáy của buồng đốt (tro đáy). Khi lớp tro này được lấy ra khỏi buồng đốt, nó có thể xem như là chất thải nguy hại. Tuy nhiên, các hạt tro kích thước nhỏ (vật chất dạng hạt mà có thể có các kim loại kèm theo) cũng sẽ bị cuốn theo các chất khí lên cao (còn gọi là tro bay). Các hạt tro này cùng các kim loại có liên quan cũng phải được xem xét công nghệ đốt bởi vì chúng có thể mang các hợp phần nguy hại ra khỏi hệ thống và vào trong khí quyển. Do việc đốt không phá hủy được các hợp chất vô cơ có trong chất thải nguy hại (các kim loại chẳng hạn), các hợp chất này có thể cũng sẽ tích tụ trong lớp tro đáy và tro bay với nồng độ cao, gây hại.

**Bảng 5.6.** Phạm vi ứng dụng của phương pháp xử lý nhiệt

Quá trình xử lý	Chất thải nguy hại										Dạng CT	
	Chất ăn mòn	Hợp chất xyanua	Dung môi halogen	Dung môi phi halogen	Chất hữu cơ Clo	Chất hữu cơ khác	Chất thải nhiễm dầu	PCBs	Chất lỏng nhiễm KL	Chất lỏng nhiễm h.có	Chất có hoạt tính h.cao	
<i>Phương pháp Đốt</i>												
Phun chất lỏng			x	x	x	x	x				x	x
Đốt thùng quay			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Đốt tầng sôi			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Đốt tận dụng nhiệt</i>												
Lò hơi			x	x	x	x					x	x
Quá trình công nghiệp		x	x		x	x					x	x
<i>Nhiệt phân</i>												
Nhiệt phân thường												
Nhiệt phân Plasma			x	x	x	x	x				x	x
Kết hợp		x	x	x	x	x	x	x			x	x

### 5.3.3. Phương pháp sinh học

Phần lớn phương pháp xử lý sinh học hiện nay đều tập trung vào xử lý các hydrocacbon trong dầu mỏ với thành phần đặc trưng là các hợp chất hữu cơ tự nhiên. Một số hợp chất hữu cơ tổng hợp khác cũng có thể bị phân hủy bởi các vi sinh vật khi có mặt trong một hoặc nhiều thành phần môi trường khác nhau (khí, nước,

đất,...). Các hợp chất này bao gồm: thuốc bảo vệ thực vật, thuốc trừ sâu chứa các halogen hữu cơ, hợp chất hữu cơ; clo mạch vòng như: clorobenzen, (polychlorinated biphenyl) PCB, clorophenol và clorobenzoate như: pentaclorophenol; hợp chất béo chứa clo như: trichloroethylene; hợp chất vòng thơm chứa nitơ như: nitrobenzen và nitrotoluene, dibenzodioxin và dibenzofuran và các kim loại.

Việc xử lý các hợp chất hữu cơ trên bằng phương pháp sinh học đã được phát triển và thực hiện trong phòng thí nghiệm, trên các mô hình pilot và ứng dụng thực tế.

Các vi khuẩn hiếu khí, ký khí và các enzym có nguồn gốc vi khuẩn cũng như hệ vi sinh vật khác như nấm, ... đã được sử dụng để xử lý các hợp chất trên, trong các thành phần môi trường: nước, đất, bùn và khí.

### **1. Xử lý hiếu khí**

Các vi sinh vật có khả năng phân hủy dầu mỏ, một vài dung môi chứa và không chứa clo, đặc biệt là các chất như benzene, toluen, axeton, rượu, methyl-etyl-keton, tetrahydrofuran, creosot, pentachlorophenol. Bằng quá trình cung cấp oxy và các khoáng chất (cacbon, nitơ, photpho), vi sinh vật sẽ phá hủy các chất hữu cơ thành CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O và muối khoáng. Kỹ thuật này hoàn toàn tương tự xử lý CTSH và nước thải công nghiệp.

Tuy nhiên, công nghệ hiếu khí bị giới hạn bởi các yếu tố bao gồm: nhiệt độ, pH, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, P cũng như nồng độ các chất nguy hại và thời gian ủ.

Yếu tố	Giá trị
Nhiệt độ tối ưu	10 – 32°C
pH	trung tính
DO	≥ 1ppm
N <sub>2</sub>	5%
P	1%

[Nguồn: Calmbacher, 1991]

Xử lý hiếu khí được sử dụng để xử lý CTNH trong nước thải, nước mặt - kênh rạch, đất,... tương tự như nước thải sinh hoạt. Riêng với CTCN và CTNH trong nước ngầm, quá trình xử lý giống nhau và giống với quá trình xử lý CTR.

Các quá trình xử lý bao gồm: bùn lơ lửng, màng sinh học và các phản ứng hỗn hợp khác. Trong đó, xử lý bằng phương pháp màng sinh học ngập nước được ứng dụng rãi để xử lý axeton, MEK, benzen, clorobenzen, tetrahydrofuran và butanol (Nguồn: Nyar, 1992)

### **2. Xử lý ký khí**

Xử lý CTNH bằng quá trình phân hủy sinh học ký khí được thực hiện nhờ các vi sinh vật ký khí phân hủy các chất hữu cơ phức tạp trong điều kiện không có oxy. Áp dụng đúng các kỹ thuật của phương pháp này sẽ làm phân hủy hoàn toàn các chất hữu cơ, đặc biệt làm giảm các mầm bệnh, các chất vô cơ và lượng mùn sinh ra trong

quá trình phân hủy. Vì vậy, phương pháp này được sử dụng phổ biến để xử lý bùn thải đô thị. Ngoài ra, nhờ quá trình oxy hóa các halogen làm cho hàm lượng các muối halogen cũng giảm mạnh.

Mặc dù khái niệm phân hủy kỹ khí không còn là mới nhưng trong thời gian gần đây đã có một số phát minh quan trọng trong công nghệ này, giúp duy trì và ổn định các vi sinh vật trong quá trình phản ứng, tạo ra các chất hữu cơ cơ bản.

### **3. Sự phân hủy sinh học của các chất thải nguy hại trong đất và bùn**

Đất và bùn có thể được xử lý sinh học ở thể rắn hoặc bùn sệt. Các chất ô nhiễm hữu cơ trong bùn và đất có thể được xử lý bằng sinh học ngay tại vị trí nhiễm bẩn hoặc được đào và mang đi xử lý tập trung. Trong đó, quá trình phân hủy sinh học tại chỗ được ứng dụng nhiều để xử lý các vùng đất hoặc nước ngầm bị ô nhiễm các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học nhanh như dầu diesel, dầu hỏa.

#### *Xử lý ở thể rắn*

Quá trình xử lý pha rắn đang được ứng dụng và được dùng để xử lý rất nhiều loại chất ô nhiễm như: thuốc bảo vệ thực vật, dầu diesel, dầu hỏa, dầu đốt, creozot, pentachlorophenol và các hợp chất hữu cơ halogen bay hơi.

Xử lý sinh học đất ở thể rắn là quá trình xử lý được thực hiện tại chỗ hoặc nơi khác bởi hệ thống nêu trên trong quản lý đất, nhằm thúc đẩy sự phân hủy các chất ô nhiễm trong đất bởi vi sinh vật.

Xử lý tại chỗ các loại đất thông thường được tiến hành bằng việc thông khí sinh học với sự hỗ trợ của thiết bị cấp khí. Quá trình này đòi hỏi sự di chuyển của không khí đi qua nền đất bên dưới, không xáo trộn, cố hoặc không kèm theo sự bổ sung các chất dinh dưỡng. Quá trình phân hủy sinh học diễn ra nhờ các vi khuẩn có sẵn trong đất, được kích hoạt bởi sự gia tăng hàm lượng oxy và chất dinh dưỡng để phân hủy các chất ô nhiễm trong đất. Các chất này thường là các hydrocacbon trong dầu mỏ, những hợp chất hữu cơ khác có khả năng phân hủy sinh học hoặc các hợp chất hữu cơ bay hơi.

Theo đánh giá của U.S EPA (1988b), phương pháp xử lý đất có thể ứng dụng đối với 56 loại hóa chất nguy hại khác nhau. Những hợp chất hóa học này được tập hợp và phân loại thành 4 nhóm cơ bản sau: hydrocacbon thơm đa vòng (PAHs), thuốc bảo vệ thực vật, clo hữu cơ và hỗn hợp các chất hóa học khác.

#### *Xử lý trong bùn sệt*

Một kỹ thuật phân hủy sinh học khác là xử lý đất và bùn bị ô nhiễm trong các thiết bị phản ứng sinh học di động quy mô lớn. Hệ thống này nhằm duy trì sự phôi trộn và tiếp xúc của vi sinh vật với các chất nguy hại và tạo ra điều kiện môi trường thích hợp cho vi sinh vật phân hủy các chất ô nhiễm.

Bước đầu tiên trong quá trình xử lý này là tạo ra dung dịch bùn dạng sệt. Trong quá trình này, đá và sỏi được loại bỏ, sau đó chất thải sẽ được trộn với nước (nếu cần thiết) nhằm đạt được mật độ bùn thích hợp. Nước có thể là nước ngầm bị ô nhiễm, nước mặt hoặc bất kỳ nguồn nước nào khác. Loại bùn đất thông thường chứa

khoảng 50% khối lượng chất rắn, còn các loại bùn nhão khác có thể chứa khối lượng chất rắn thấp hơn. Tỷ lệ này được xác định chính xác dựa vào nồng độ các chất ô nhiễm, tốc độ phân hủy sinh học và bản chất vật lý của chất thải. Hỗn hợp bùn sét này được khuấy trộn trong các bể phản ứng để giữ các chất rắn ở dạng lơ lửng và duy trì điều kiện môi trường thích hợp. Các chất dinh dưỡng vô cơ và hữu cơ, oxy và axit hay kiềm dùng để kiểm soát pH có thể được bổ sung vào để duy trì điều kiện thuận lợi nhất.

Hệ vi sinh vật cũng có thể bổ sung vào bể phản ứng ngay từ lúc đầu hoặc được cung cấp liên tục để duy trì nồng độ chuẩn của sinh khối. Thời gian lưu trong bể phản ứng thay đổi tùy vào đặc tính đất hoặc bùn, đặc tính vật lý và hóa học của chất ô nhiễm (gồm cả nồng độ), và khả năng phân hủy sinh học của chất ô nhiễm. Sau khi quá trình phân hủy sinh học của các chất ô nhiễm kết thúc, quá trình xử lý bùn sét tiếp theo là tách nước.

Tùy thuộc vào nồng độ, tính chất của chất ô nhiễm và vị trí khu vực cần xử lý, khí thoát ra có thể được phóng thích tự do hoặc phải được xử lý. Ví dụ, sự bay hơi nhất thời của VOCs có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi bể phản ứng sinh học để nó khép kín hoàn toàn.

Ngoài ra, từ khả năng phân hủy sinh học của các hợp chất đặc trưng, những nhân tố giới hạn khác bao gồm sự hiện diện của các hợp chất ức chế và nhiệt độ vận hành. Các kim loại nặng và clorua có thể gây ức chế sự chuyển hóa của vi sinh vật bởi độc tính của chúng. Nhiệt độ của quá trình vận hành thay đổi trong khoảng 15 - 70°C. Nồng độ oxy hòa tan cũng là nhân tố giới hạn và phải được kiểm soát, cùng với pH, chất dinh dưỡng và các chất thải hòa tan.

Biện pháp thúc đẩy quá trình xử lý là bổ sung hệ thống tiền xử lý để xử lý chất thải chứa kim loại nặng cũng như các hợp chất bẩn bay hơi có khả năng phân hủy sinh học. Hệ thống này thực hiện quá trình rửa sạch và trích ly các kim loại có trong đất bằng các axit yếu và các tác nhân kìm hãm. Ngoài ra cũng có thể xử lý bằng cách kết hợp 2 bể phản ứng trong cùng một hệ thống.

### *Composting*

Tương tự như quá trình composting thực hiện cho chất thải rắn đô thị, quá trình này cũng đòi hỏi các điều kiện cần thiết để phân hủy của hợp chất hữu cơ gồm: thổi khí đủ, nhiệt độ thích hợp, độ ẩm, thành phần chất dinh dưỡng và sự hiện diện của các loài vi sinh vật thích hợp.

Có 3 loại composting cơ bản: hệ thống thổi khí hở, hệ thống thổi khí tĩnh (windrow), hệ thống ủ kín (in-vessel). Hệ thống thổi khí hở bao gồm dãy các đống phân dài, sự thông khí được thực hiện bởi sự xáo trộn các đống. Hệ thống thổi khí tĩnh (windrow) cũng bao gồm các đống phân dài, tuy nhiên các đống phân được thông khí bởi hệ thống thổi khí cưỡng bức nhờ các ống đục lỗ ở phía dưới. Cuối cùng, hệ thống ủ kín (in-vessel) đòi hỏi phải cho phân vào trong bể phản ứng kín.

Nhìn chung, so sánh về sự phân hủy sinh học tại chỗ, composting không nhạy cảm lắm với chất độc, khoảng nhiệt độ tối ưu cho composting là từ 10°C đến 45°C. Khi xử lý chất thải nguy hại thì cần thiết phải thu gom nước rò rỉ và nước chảy tràn từ

khu vực ủ. Composting tuy chưa được sử dụng rộng rãi nhưng có khả năng ứng dụng tiềm tàng đối với bùn và đất.

#### Kết hợp composting với chất thải rắn

Sự kết hợp của bùn thải nguy hại và chất thải rắn đô thị trong quá trình composting thường không đòi hỏi tách nước ra khỏi bùn thải. Nồng độ chất rắn trong bùn thải thường nằm trong khoảng 5 - 12%. Tỷ lệ xáo trộn chất thải rắn vào bùn thải được đề nghị là 2 : 1. Riêng chất thải rắn cần được phân loại và nghiền nhỏ bằng thiết bị nghiền rác tốc độ cao trước khi xáo trộn với bùn thải (Metcalf and Eddy, 1979).

Như vậy, tùy thuộc vào đặc tính chất thải cũng như các yếu tố khác mà lựa chọn giải pháp xử lý phù hợp. Trong trường hợp lựa chọn giải pháp có nhu cầu bổ sung vi sinh vật, việc tính toán chính xác lượng vi sinh vật bổ sung cho quá trình xử lý là một yếu tố quan trọng quyết định sự thành công của quá trình xử lý. Căn cứ vào tải lượng chất thải, một số nhà nghiên cứu đã đưa ra những thông số về lượng vi sinh vật bổ sung, được trình bày trong bảng 5.7.

**Bảng 5.7. Điều kiện hoạt động cho hệ thống xử lý CTNH**

Chất thải	Thông số (Tỉ lệ thức ăn /vi sinh vật, g COD/g MLSS.ngày)	Giá trị	Nhóm nghiên cứu
2500 mg/L COD		0,4-0,5	Bell & Hardcastle, 1984
88000 mg/L COD		0,1-0,6	Brown & Weintraub, 1982
Dung môi hữu cơ, 1900-10900 mg/L COD		0,2	Marston & Woodward, 1986
DMF	gBOD/gMLSS.ngày	0,04	Carter & Young, 1984
Phenol, 5600 mg/L COD <sub>3</sub>		0,04-0,38	Tsai et al., 1984
DMF	Tải trọng hữu cơ, gBOD/m <sup>3</sup> .ngày	40	Carter & Young, 1984
DMF	Tải trọng thành phần, DMF/m <sup>3</sup>	40	Carter & Young, 1984
DMF	Tải trọng thành phần, mg MLSS/L	14800 2470-4200 2500	Carter & Young, 1984 Bell & Hardcastle, 1984 Powell & Reitano, 1982
Dung môi hữu cơ, 1900-10900 mg/L COD		5300-9650	Marston & Woodard, 1986
Bã lọc thải	Thời gian lưu bùn (SRT), ngày Thời gian lưu nước (HRT), ngày	31-105 57-380 4,4 2,6-7,1 0,4-1,5	Bell & Hardcastle, 1984 Tsai et al., 1984 Powell & Reitano, 1982 Tsai et al., 1984 Brown & Weintraub, 1982

Chú ý: MLSS: Hàm lượng chất rắn lơ lửng Nguồn: [7]

Qua quá trình nghiên cứu và thực tế áp dụng, xử lý CTNH bằng phương pháp sinh học đã mang lại hiệu quả cao, dưới đây là kết quả thu được khi xử lý một số chất:

**Bảng 5.8.** Kết quả xử lý một số chất bằng phương pháp sinh học

Chất	Đầu vào, mg/L		Đầu ra, mg/L	
	Khoảng giá trị	Trung bình	Khoảng giá trị	Trung bình
Metanol	180 - 2900	1140	< (4 - 20)	< 4
Etanol	240 - 4400	1458	< (8 - 17)	< 8
Butanol	190 - 2000	958		< 2
Axeton	49 - 2700	571		< 8
Dimetylaxetamin	5 - 220	80	< (5 - 29)	< 5
Dimethylsunfoxit		<10		< 10
Dimethylformandehit	< (5 - 190)	23		< 5

Nguồn [7]

## CÂU HỎI

1. Tổng quát các phương pháp xử lý CTR? Mục đích của các phương pháp xử lý này?
2. Trình bày các phương pháp xử lý CTR bằng hóa lý, hóa học và sinh học?
3. Các yếu tố cần xem xét khi lựa chọn thiết bị làm giảm kích thước vật rắn?
4. Xử lý chất thải rắn bằng phương pháp nhiệt có những ưu, nhược điểm gì? So sánh các công nghệ xử lý bằng phương pháp này?
5. Loại chất thải rắn nào có thể sử dụng trong công nghệ đốt? Sản phẩm sau đốt gồm những chất gì? Ảnh hưởng các chất này đến môi trường?
6. Tóm tắt các phương pháp xử lý chất thải công nghiệp.

## Chương 6

# TÁI CHẾ CHẤT THẢI RĂN

Tái chế CTR được xếp thứ tự ưu tiên thứ hai sau giảm thiểu tại nguồn trong hệ thống quản lý CTR tổng hợp. Bởi vì tái chế, tái sử dụng CTR là một giải pháp có nhiều ưu điểm như:

- Tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên, giảm nhu cầu sử dụng nguyên liệu thô cho sản xuất;
- Cung cấp nguồn nguyên liệu thứ cấp có giá trị cho công nghiệp với chi phí thấp, đem lại hiệu quả kinh tế cho người tái chế;
- Ngăn ngừa sự phát tán những chất độc hại vào môi trường và tránh phải thực hiện các quy trình mang tính bắt buộc như tiêu hủy hoặc chôn lấp chất thải.

*Tái chế CTR đô thị bao gồm:*

- Thu hồi vật liệu từ dòng thải;
- Quá trình trung gian phân loại và nén ép;
- Vận chuyển;
- Quy trình tái chế nhằm chuyển vật liệu thô thành nguyên liệu công nghiệp hoặc sản phẩm cuối cùng.

Các quy trình thu hồi vật liệu, phân loại, nén ép và vận chuyển đã được xem xét kỹ ở các chương trên, trong chương này sẽ giới thiệu công nghệ tái chế các phế thải thường gặp trong CTR đô thị như nhôm, sắt thép, nhựa, giấy... và công nghệ tái chế một số phế thải công nghiệp chứa các chất vô cơ và hữu cơ.

### 6.1. CÔNG NGHỆ TÁI CHẾ CÁC PHẾ THẢI THÔNG THƯỜNG

#### 6.1.1. Tái chế nhôm

##### 1. Nguồn nguyên liệu

Nhôm là loại phế liệu có giá trị hơn các loại phế liệu khác nên việc thu hồi nhôm sạch từ nhôm phế liệu có ý nghĩa về mặt kinh tế và môi trường rất lớn, giảm được giá thành nguyên liệu đầu vào sản xuất đồng thời tiết kiệm ngoại tệ để nhập nhôm thương phẩm. Bên cạnh đó, nhu cầu năng lượng cần thiết để sản xuất lon nhôm từ nhôm tái chế giảm 5% so với nhôm nguyên chất. Vì vậy, tất cả các loại nhôm phế liệu đều được thu gom bán lại tại nguồn hoặc tại một số trạm trung chuyển, nguồn cung cấp từ các bãi rác là rất ít.

Nhôm phế liệu sau khi phân loại kỹ, được đưa vào nấu lại theo đúng chủng loại sẽ cho ra nguyên liệu có độ tinh khiết không khác nguyên liệu chính phẩm. Gần như

toàn bộ sản phẩm bằng nhôm được tiêu thụ hiện nay trên thị trường (trừ hàng nhập khẩu) đều bắt nguồn từ phế liệu, đối với một số sản phẩm cao cấp thì được pha thêm một ít nguyên liệu tinh.

*Căn cứ vào nguồn gốc phát sinh, chúng ta có thể chia các phế liệu nhôm làm hai nhóm chính:*

• Nhóm a: Phế liệu nhôm phát sinh trong quá trình sử dụng từ các chi tiết, phụ tùng và các thiết bị đã hư hỏng, bao gồm ba loại chính:

- Phế liệu của ngành công nghiệp gồm phần lớn là nhôm cùng với vỏ lon, hộp hỏng;
- Phế liệu dân dụng: chủ yếu là các vỏ lon bia, nước ngọt... phế liệu;
- Phế liệu quân dụng.

• Nhóm b: Phế liệu nhôm sinh ra trong quá trình sản xuất, gia công kim loại, gồm các loại phế liệu luyện kim, phế liệu trong sản xuất cán, phế liệu sinh ra trong quá trình mạ, phủ tráng bề mặt...

Lượng phế liệu trong nhóm a và b phụ thuộc vào quỹ nhôm kim loại trong nền kinh tế quốc dân. Hiện nay, phế liệu nhóm a chiếm khoảng  $40 \div 50\%$  tổng lượng phế liệu nhôm tái sinh. Xã hội càng phát triển cao, kỹ thuật càng hoàn thiện thì phế liệu nhôm của nhóm a tăng và của nhóm b giảm.

## **2. Quá trình tái chế nhôm**

*Quá trình tái chế nhôm có thể mô tả một cách tổng quát theo quy trình công nghệ như sau:*

Đầu tiên, nhôm phế liệu được phân ra thành hai loại:

- Nhôm dẻo (biến dạng được)
- Nhôm cứng (chứa nhiều Silic) chỉ được dùng để đúc sản phẩm nhôm.

Nhôm được làm sạch đất, cát, bụi, vỏ nhựa, sắt thép, đồng, dầu mỡ bằng các biện pháp cơ học và hóa học.

Sau đó, phế liệu phải được rửa sạch bằng nước và sấy khô ở  $150^{\circ}\text{C}$ . Các phế liệu dạng rỗ, lon, phoi... cần đem đóng bánh cỡ  $2 \div 3\text{kg}$ , khối lượng riêng phải đạt  $1,5 \div 1,8\text{kg/dm}^3$ .

Nấu chảy phế liệu trong lò nấu luyện, đồng thời bổ sung chất trợ dung. Chất trợ dung gồm:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_3\text{ClF}_3$  với tỷ lệ tùy vào sản phẩm sẽ được chế tạo. Trong quá trình nấu luyện cần đảm bảo khuấy trộn hiệu quả nhằm tránh tình trạng phế liệu không nóng chảy hết và gạt lớp màng xỉ trên bề mặt nhôm lỏng tránh lớp nhôm oxit lắn vào nhôm lỏng hay lắng xuống đáy nồi. Vào cuối quá trình nấu, bổ sung thêm chất biến tính vào nồi để tinh luyện nhôm.

Nhôm lỏng sau khi tinh luyện được đổ vào khuôn đúc để tạo thành phôi nhôm hoặc đúc trực tiếp sản phẩm nhôm trong trường hợp những sản phẩm có kiểu dáng đặc biệt, không cần cán lật như quai nồi, vòi ấm, niềng xe, vè xe... Phoi nhôm là nguồn nguyên liệu cho quá trình sản xuất các sản phẩm nhôm thông qua các công đoạn:

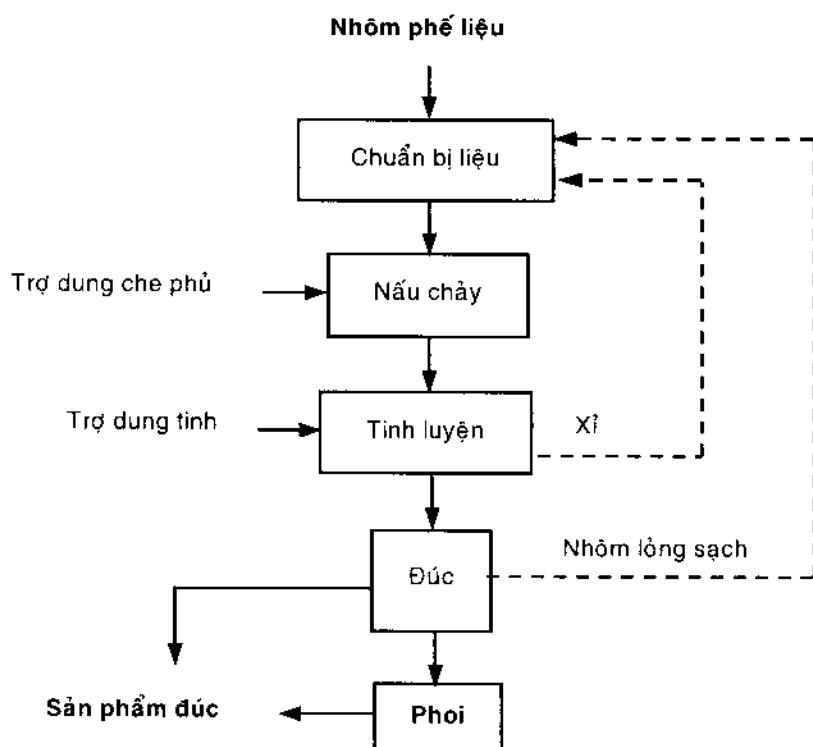
a) *Cán mỏng*: phoi nhôm ở dạng các “máng nhôm” từ lò đúc sẽ được chuyển về cơ sở sản xuất để cán thành tấm bởi máy cán. Quy trình cán bao gồm:

- Cán phá: cán lần thứ nhất cho máng nhôm mỏng hơn.

- Cán mỏng: cán lần thứ hai theo độ dày mà sản phẩm cần. Để tránh bị nứt nẻ miếng nhôm, thường máng sẽ được hấp cho dẻo ra trước khi cán.

b) *Cắt tròn*: nhôm sau khi được cắt thành miếng sẽ được cắt tròn theo đường kính quy định, phụ thuộc vào kích thước sản phẩm sản xuất. Các miếng tròn sẽ được chuyển sang khâu lặn thành sản phẩm (nồi, xoong, chảo, mâm...) còn rỗ thừa sẽ được tuần hoàn lại lò nấu.

c) *Lận*: các miếng nhôm sau khi được cắt tròn sẽ được những người thợ có chuyên môn, tay nghề cao lận thành sản phẩm theo yêu cầu.



**Hình 6.1. Quy trình tái sinh nhôm từ phế liệu**

Để làm mất đi dấu mờ của bụi nhôm, nâng cao tính thẩm mỹ, các sản phẩm nhôm sau khi tạo thành cần phải được đánh bóng trước khi đưa ra thị trường.

### 6.1.2. Tái chế sắt và thép phế liệu

Hầu hết các cơ sở sản xuất có liên quan đến sắt ít nhiều đều sử dụng một phần phế liệu. Cũng giống như nguồn phát sinh nhôm phế liệu, sắt thép phế liệu phát sinh hầu như từ tất cả các ngành, từ các hoạt động quân dụng, xây dựng và trong sinh hoạt hàng ngày. Vì vậy, nguồn nguyên liệu cho quá trình tái chế sắt rất đa dạng và phong phú.

Đối với các lon thép, các loại bao bì thép và các loại sắt phế thải phát sinh trong sinh hoạt hàng ngày sẽ được thu gom bởi các vựa ve chai lớn, sau đó phân loại và nén ép, đóng kiện trước khi chuyển đến cơ sở tái chế.

Hiện nay, có rất nhiều phương thức tái chế sắt thép tùy thuộc vào nguồn nguyên liệu đầu vào cũng như yêu cầu sản phẩm thép.

Tái chế sắt thép sẽ thực hiện theo hai khuynh hướng chính là: *nấu luyện và không nấu luyện*.

Trong đó, các hoạt động của tái chế không nấu luyện sẽ chỉ sử dụng các tác động cơ lý để tạo hình sản phẩm mới trên nền sắt thép cũ, cụ thể các hoạt động này thường bao gồm:

- *Cán kéo sắt*: sắt từ vựa phế liệu mua về bao gồm đủ mọi kích thước và mỗi cơ sở sẽ lựa chọn kích cỡ và quy cách phù hợp với máy móc của cơ sở mình. Sắt phế liệu này được nung lên cho đỏ rồi sau đó đưa qua máy cán để hình thành những thanh sắt tròn. Phần lớn nguyên liệu sắt này sẽ cung cấp cho ngành xây dựng để đổ bê tông hoặc các cơ sở sản xuất cửa sắt, khung sắt...

- Ngoài ra, còn có các loại cán kéo không qua lửa, được gọi là sắt nguội. Quy trình chỉ đơn giản là cán hay kéo. Đối với một số sắt có kích thước quá lớn như vỏ bom, vỏ tàu... thì trước khi nung nóng để cán, kéo người ta sẽ dùng hàn gió đá để cắt thành từng tấm nhỏ, sau đó đưa vào máy cắt, cắt thành từng thanh nhỏ rồi mới chuyển qua nung và kéo.

- *Dập lon thiếc*: nguồn phế liệu chủ yếu là các lon thiếc như lon sữa, lon nước ngọt, lon chứa các loại bột, thực phẩm... Các lon này được cơ sở thu mua từ các vựa, được phân loại và làm sạch, sau đó sẽ được cắt bỏ nắp để thành những tấm nhỏ. Những tấm này được đưa vào máy dập để tạo thành các lon mới với nhiều kích thước khác nhau tùy thuộc vào đơn đặt hàng.

- *Sản xuất đinh, ốc vít*: những phế liệu có kích thước vụn, nhỏ sẽ được các cơ sở sản xuất thành các loại đinh, ốc vít bằng máy dập, khoa, tiện... Thị trường tiêu thụ chủ yếu là các chợ kim loại.

Riêng với trường hợp tái chế sắt thép dùng phương pháp nấu luyện, một số tính chất lý - hóa của sắt thép sẽ bị biến đổi do bổ sung các chất trợ dung.

Để hiểu rõ hơn về phương pháp này, ta có thể tham khảo quy trình sản xuất của nhà máy Thép Nhà Bè được trình bày dưới đây:

Nhà máy Thép Nhà Bè được thành lập từ năm 1973, là một đơn vị kinh tế quốc doanh, trực thuộc Công ty thép Miền Nam, sản xuất các sản phẩm thép tròn cuộn, thép tròn thẳng, thép vằn, thép góc trong đó sử dụng nguồn nguyên liệu chủ yếu là sắt phế liệu.

Nhà máy có ba phân xưởng sản xuất và một phân xưởng phụ trợ với quy trình hoạt động như sau:

#### a) *Phân xưởng chuẩn bị liệu*

Chức năng của phân xưởng này là chuyên thu mua, phân loại, làm sạch và chế biến thép phế liệu theo đúng quy cách.

- *Tiếp nhận nguyên liệu*: nguyên liệu là sắt, thép, gân, vụn hoặc phế liệu thu mua từ các nguồn khác nhau chuyển về nhà máy và chứa ở bãi tập trung. Tại đây phế

liệu được phân loại theo thành phần, kích thước, độ dài và loại bỏ các phế liệu gây nổ cùng với các tạp chất cơ học, đất, cát, giấy... Sau đó nguyên liệu được vận chuyển bằng cầu trục có trang bị mâm từ. Các loại liệu lớn, dài được cắt bằng máy cắt liên tục, máy cắt một ben hoặc máy cắt con và cho vào thùng chứa theo đúng quy cách rồi được cân bằng cân mốc.

- Chế biến liệu: khi cho liệu vào thùng, tùy thuộc vào yêu cầu mác thép, liệu được chế biến thích hợp bằng cách thêm bột gang hoặc thép. Liệu được chứa trong bốn thùng có thành phần và khối lượng xác định và được vận chuyển đến phân xưởng luyện bằng xe gondola.

### b) Phân xưởng luyện

Chức năng của phân xưởng này là nấu luyện thép, xưởng có hai lò độc lập: lò luyện 10 tấn và 12 tấn. Trình tự công tác của phân xưởng luyện:

- Chuẩn bị lò và nạp liệu: sau một vài mẻ nấu, lò được kiểm tra kỹ, kiểm tra điện cực, lưu lượng nước làm nguội điện cực, hệ thống nâng hạ điện cực... Lò được bảo trì bằng bột magiê. Khi lò đã chuẩn bị xong, liệu sẽ được nạp vào bằng cầu trục nâng. Các thùng chứa liệu theo quy cách:

- + Thùng 1: 6,0 tấn
- + Thùng 2: 5,5 tấn
- + Thùng 3: 4,5 tấn
- + Thùng 4: 3,8 tấn

- Chuẩn bị các chất trợ dung: chất trợ dung được sử dụng là: feromangan, ferosilic, huỳnh thạch, vôi, than. Các chất này được nạp trước vào nhô cầu trục.

- Nấu luyện: quá trình nấu luyện gồm ba giai đoạn:

+ Giai đoạn nấu chảy: sau khi nạp liệu, lò được phát hồ quang để nấu chảy thép. Giai đoạn này lâu nhất và tiêu hao năng lượng nhiều nhất.

+ Giai đoạn oxy hóa: kim loại đã nóng chảy hoàn toàn, nhiệt độ rất cao tạo điều kiện thuận lợi cho các nguyên tố C, Si, Mn, P, S khuếch tán vào kim loại, đạt đến hàm lượng yêu cầu. Ở giai đoạn này xỉ được tháo ra từ 60 ÷ 70% và bổ sung CaO (1 ÷ 1,5% khối lượng mẻ).

+ Giai đoạn hoàn nguyên: giai đoạn này quyết định chất lượng thép:

Khử các oxit FeO, MnO, SiO<sub>2</sub>...

Khử S đến giới hạn cho phép

Tinh luyện và hợp kim hóa thép

Khử các khí H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>... trong thép.

- Làm nguội: điện cực trong quá trình luyện và thép sau khi đúc cần được làm nguội liên tục bằng nước. Sau đó nước làm nguội được giải nhiệt, khử cứng và tuần hoàn trở lại.

- Xử lý khí thải: trong quá trình nấu luyện phát sinh một lượng lớn khí thải chứa bụi và các chất ô nhiễm khác, khí thải này được hút qua hệ thống xử lý nhằm cải thiện môi trường làm việc cũng như môi trường không khí khu vực xung quanh.

- Xử lý xỉ: xỉ sinh ra trong lò luyện ở trạng thái nóng chảy được đổ ra các hố chứa, để nguội và thuê vận chuyển đi san lấp mặt bằng.

- Đúc thỏi: thép ra lò được hệ thống ben nghiêng lò đổ thép lỏng ra thùng rót trung gian. Thùng này nhờ cấu trúc chuyển đến khuôn đúc. Ở đây thép lỏng được rót vào khuôn, làm nguội bằng nước, rắn thẳng và cắt thành các thanh có chiều dài xác định.

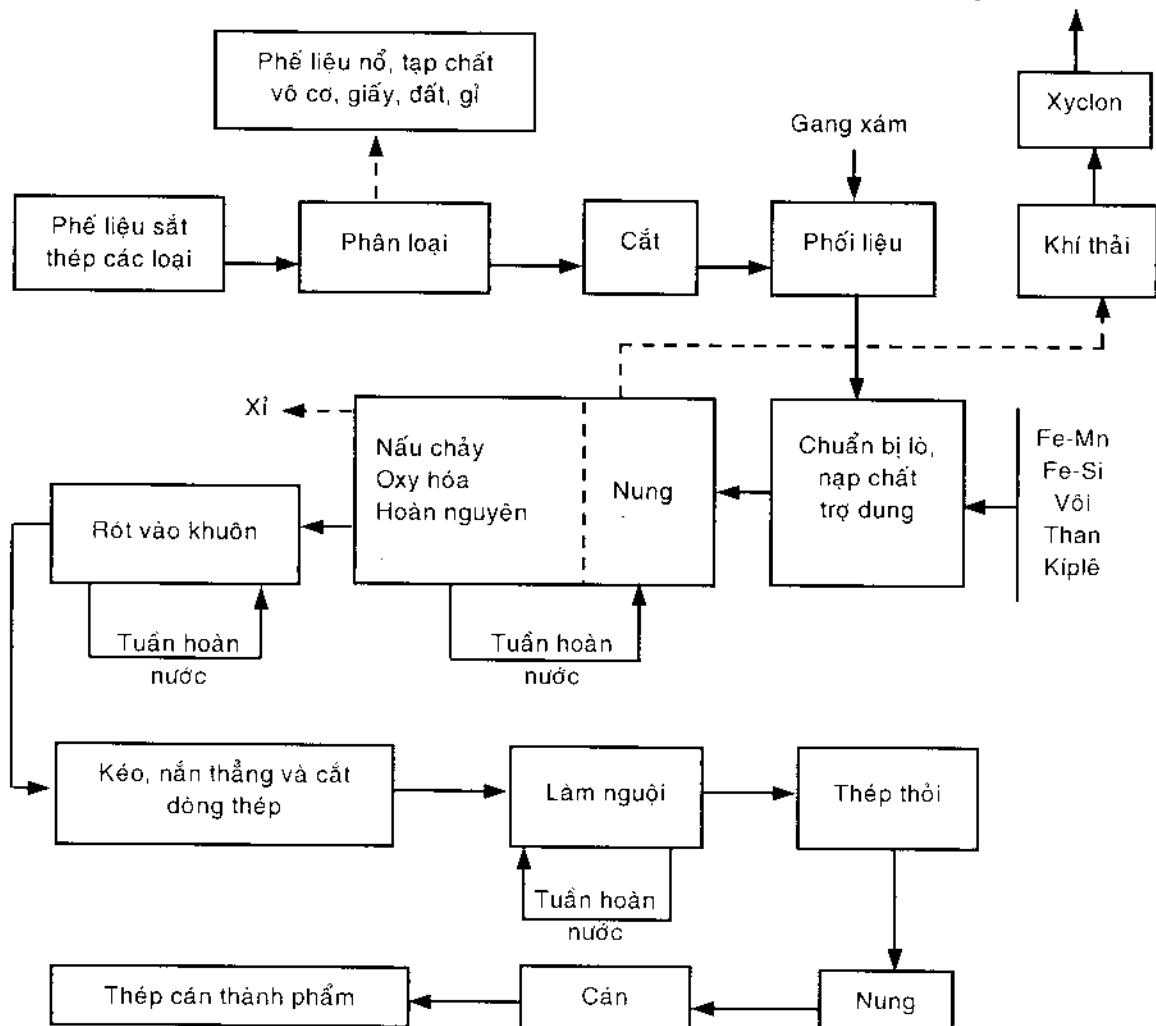
### c) Phân xưởng cán

Chức năng của phân xưởng này là tạo hình cho thép sản phẩm. Các giai đoạn của quá trình cán như sau:

- Nung thép: các thỏi thép cho vào lò để nung đến nhiệt độ  $1.150^{\circ}\text{C}$ . Nhiên liệu lò nung là dầu FO.

- Cán thép: thép sau khi nung đạt nhiệt độ  $1.150^{\circ}\text{C}$  được đẩy qua các máy cán thô, cán trung và cán tinh để tạo ra sản phẩm thép V hoặc thép tròn, gân... sản phẩm sau đó được xe nâng chuyển đến bãi chứa.

Sơ đồ công nghệ của toàn bộ quá trình sản xuất sắt thép của nhà máy như sau:



**Hình 6.2. Quy trình tái chế sắt thép của nhà máy Thép Nhà Bè**

### 6.1.3. Tái chế nhựa

Các sản phẩm nhựa ngày càng chiếm lĩnh thị trường và có khả năng thay thế các sản phẩm bằng kim loại, thủy tinh và giấy. Do đặc tính nhẹ nên chi phí vận chuyển các sản phẩm nhựa bao giờ cũng rẻ hơn các sản phẩm khác. Sản phẩm nhựa thích hợp để chứa đựng các loại thực phẩm ướt cũng như khô. Cùng với sự phát triển của các mặt hàng bằng nhựa, nhựa phế thải, đặc biệt là bao nilon ngày càng chiếm một tỷ trọng đáng kể trong thành phần của CTRSH. Ngoài ra, với tốc độ phát triển nhanh của các ngành công nghiệp, nhất là công nghiệp hóa chất, việc sử dụng các bao bì, thùng chứa bằng nhựa ngày càng được ưa chuộng bởi tính chất an toàn, tránh các phản ứng ăn mòn xảy ra. Vì vậy, nếu toàn bộ nhựa phế thải sinh ra được thu hồi sẽ giúp giảm đáng kể thể tích CTR cần xử lý.

Để tiện cho việc phân loại nhựa khi tái sinh, các nhà sản xuất các sản phẩm bao bì nhựa hiện nay sử dụng ký hiệu riêng cho từng loại sản phẩm nhựa và đánh số thứ tự từ 1 ÷ 7, đặc trưng cho hầu hết các loại nhựa. Bảng phân loại được trình bày trong bảng 2.3.

Tương tự phế thải khác, phế thải nhựa cũng được chia ra phế liệu sản xuất và sinh hoạt. Trong sản xuất, CTR được tạo thành ở các dạng khác nhau như thỏi, cục, sợi... Chất thải của quá trình tạo hình vật liệu từ nhựa có dạng viên hoặc là vật liệu hỏng, các đoạn cắt... Chất thải công nghệ được sử dụng trực tiếp ở nhà máy là thích hợp nhất vì không cần phải tinh luyện trước khi sử dụng và sử dụng thiết bị đặc biệt. Những chất thải này được sử dụng chủ yếu theo hai hướng:

- Tạo ra sản phẩm chính hoặc các sản phẩm có công thức tương tự.
- Sản xuất đồ dùng thứ cấp.

Ở hướng thứ nhất, phế thải thường được dùng ngay sau khi hình thành. Trong một số trường hợp, chúng được thu gom tự động và cho vào thiết bị nghiền, sau đó được trộn chung với nguyên liệu chính và đưa vào máy ép, máy tạo hình. Hàm lượng phế liệu trong nguyên liệu thường khoảng 5 ÷ 10%, nhưng trong nhiều trường hợp cũng có thể đạt đến 20% hoặc cao hơn.

Hướng chế biến chất thải ở công nghệ thứ hai bao gồm phân loại (tách tạp chất lạ và loại bỏ phần không thích hợp), nghiền và tạo hạt để sản xuất các đồ dùng có nhu cầu sử dụng rộng rãi (bao bì, tấm trải, đồ chơi, đồ kỷ niệm...). Nói chung, việc chế biến phế thải trong công nghệ sản xuất đồ dùng bằng nhựa đã giải quyết được các vấn đề tồn đọng trong phạm vi sản xuất riêng và khống chế ô nhiễm cho sản xuất nhựa.

Vấn đề quan trọng hơn là quá trình loại tạp chất và sử dụng phế thải nhựa sinh hoạt. Đặc điểm nổi bật của vấn đề này là độ bền của phế liệu nhựa trong điều kiện tự nhiên, dẫn đến sự gây ô nhiễm môi trường rõ rệt.

Nhựa phế thải chứa một lượng lớn các chất hữu cơ có giá trị. Các chất này sẽ làm giảm nhu cầu sử dụng các nguyên liệu tự nhiên như khí đốt, dầu mỏ và giảm ô nhiễm môi trường nếu được tái sử dụng. Về mặt kinh tế, giá thành PVC, PE, PS thứ

cấp thấp hơn vật liệu chính từ 2,5 ÷ 6 lần, còn giá thành capron thứ cấp thấp hơn capron chính phẩm khoảng 12 lần.

Quá trình chế biến phế thải nhựa thành đồ dùng phải qua các giai đoạn chuẩn bị nguyên liệu như thu gom, lựa chọn, làm sạch các tạp chất, nén ép và tạo hạt. Phương pháp chế biến phụ thuộc chủ yếu vào độ sạch, kích thước hình học, hình dạng bên ngoài, tính chất và hàm lượng tạp chất bên trong nhựa và một số yếu tố khác.

Phế thải nhựa sinh hoạt trước khi được sử dụng lại thường phải tách các tạp chất sinh hoạt khác. Các phương pháp tách gồm có nghiền, sàng, phân loại, kết hợp với các dạng phân riêng khác (phân riêng bằng không khí, chân không, từ, tĩnh điện, thủy lực) trích ly, tuyển nổi...

Các sơ đồ tái chế phế thải nhựa sản xuất thường đơn giản hơn do không cần phân riêng, chỉ cần phân loại theo hình dạng, sau đó được rửa và sấy.

Có thể tách nhựa có tính dẻo nóng ra khỏi nền vải bằng các phương pháp phân riêng bằng không khí như nêu ở trên. Trong quá trình này, phế thải nhựa dẻo nóng dạng tấm trên nền nền vải (polyme, vải băm nhỏ, bụi vải...) được tách bởi dòng không khí trong xielon và phễu gió xoáy. Hỗn hợp polyme vụn và vải băm được tách ra bởi dòng không khí và được đưa ra ống dẫn để trộn với bụi vải.

Khi sử dụng phương pháp tuyển nổi, sức căng bề mặt của hệ không khí polyme-nước thay đổi nhờ sự lựa chọn nồng độ các chất thấm ướt khác nhau. Khi đó, một phần nhựa đã được nghiền nổi lên nhờ tác động của bọt khí, còn một số khác cùng với tạp chất lắng xuống đáy. Chất thấm ướt có thể là ligninsunphat natri, axit tannic, keo động vật (*gelatin*), chất hoạt tính cation, anion và các chất gien không phân ly.

Sự phân hủy một phần của phế thải nhựa đàn hồi dẻo (nhựa *flo*, *capron*) làm mất khả năng sử dụng chúng như là vật liệu chính phẩm. Phế thải này được sử dụng thích hợp nhất ở dạng bột để làm chất bao phủ không bị mài mòn hoặc những chi tiết quan trọng. Bột phế thải này có thể thu được nhờ nghiền phế thải ở nhiệt độ thấp hoặc trong máy nghiền búa với sự có mặt của nitơ lỏng (hoặc CO<sub>2</sub>). Cách hiệu quả hơn cả là làm lạnh sơ bộ phế thải trước khi nghiền.

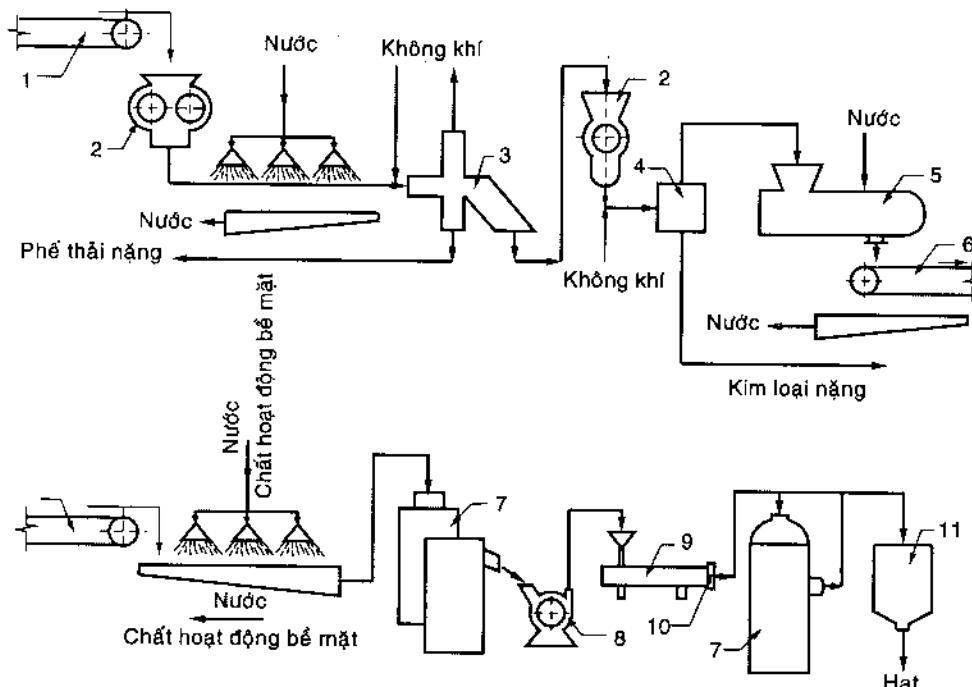
Nhiều phương pháp tái sinh các loại polyme khác cũng đã được nghiên cứu. Người ta thường sử dụng phương pháp hòa tan để chuyển phế thải sang trạng thái thích hợp trước khi xử lý.

Phương pháp hòa tan được sử dụng để tách vỏ PVC của dây điện hoặc cáp điện ra khỏi kim loại. Theo phương pháp này, phế thải nghiền nhỏ được ngâm trong dioctylphthalat, tricrejylphotphat, dibutylphthalat, glixerin để lớp vỏ trở nên mềm và trương nở. Sau đó, chúng được tách bằng máy ly tâm.

Khi nấu chảy phế thải, ta sẽ thu được nhựa capron thứ cấp. Phế thải được nung chảy trong ống già nhiệt đứng, hỗn hợp nóng chảy được ép qua vòi ở phía đáy ống. Các sợi hình thành từ đây sẽ được làm nguội trong bể nước và nghiền nhỏ. Các hạt capron tiếp tục được rửa nhiều lần bằng nước nóng để loại các chất có khối lượng

phân tử thấp, sấy dưới áp suất chân không, và cuối cùng chế biến thành sản phẩm tiêu dùng.

Cần chú ý là hỗn hợp chất phế thải của PE, PS, PVC khi nóng chảy có khả năng kết dính với cặn từ quá trình xử lý các ion kim loại nặng trong nước thải công nghiệp. Điều này cho phép tiến hành kết hợp đồng thời việc tái sử dụng các chất thải nêu trên bằng cách chế biến chúng thành vật liệu thứ cấp. Một ví dụ cụ thể là hỗn hợp cặn khô có chứa crom với polymetylen, polystyren, polyvinylchlorua theo tỷ lệ 3:1:1:1 sẽ được hóa lỏng và nhựa hóa trong hai máy đùn ép mắc nối tiếp, sau đó được đưa vào máy định hình.



**Hình 6.3. Sơ đồ tái sinh nhựa phế thải**

- 1- băng tải vận chuyển bao phế thải; 2- máy nghiền; 3- phân loại bằng không khí;  
4- máy phân loại bằng từ; 5- máy rửa; 6- băng tải; 7- máy sấy; 8- máy nghiền;  
9- máy ép; 10- cơ cấu tạo viên; 11- thùng chứa.

Trong thực tế xử lý phế thải polyme, người ta thường chọn một trong các phương thức: chuyển chúng thành sản phẩm thứ cấp có thành phần hóa học tương tự polyme ban đầu, phân hủy bằng tác nhân oxy hóa (hoặc nhiệt), tiêu hủy.

### 1. Tận dụng không thay đổi cấu trúc ban đầu của nhựa

Phế thải polyme được xử lý bằng nhiều phương pháp khác nhau như đùn ép, đỗ khuôn dưới áp suất cao, cán để thu thành phẩm. Phế thải PVC cứng được nghiền thành các hạt 4mm, trộn với phụ gia tạo dẻo, màu và chất ổn định ở 150°C trong 10 ÷ 15 phút, khối chất thu được sau đó được đem đi chế biến thành đồ dùng.

Phế thải nhựa không phân loại được có thể chế biến thành vật liệu xây dựng. Đối với trường hợp này, phế thải được rửa, nghiền, tạo hạt hoặc nén ép để tăng độ cứng

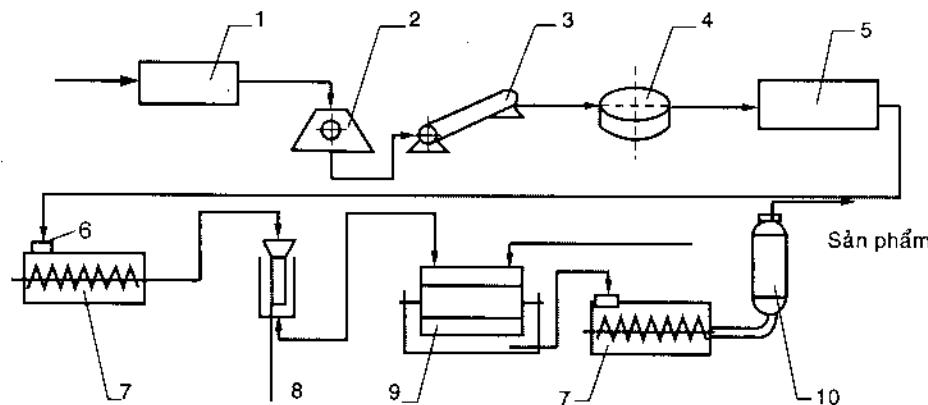
cho vật liệu. Trong sản xuất vật liệu xây dựng, người ta thường áp dụng phương pháp nồng chảy, trộn, ép để sản xuất gạch, tấm lót, gạch blôc...

Tuy nhiên, hướng xử lý phế thải polyme nhựa phổ biến nhất là chuyển chúng thành dạng nguyên liệu thứ cấp.

Một trong các vấn đề cấp bách cần được giải quyết là việc tái sử dụng bao nilon (polyetylen). Đây là sản phẩm được sử dụng ngày càng nhiều trong các ngành sản xuất.

Sau đây là quy công nghệ để chế biến bao PE phế thải thành các vật liệu như ống nước, đồ tiêu dùng và bao nilon thứ cấp (hình 6.4). Từ kho nguyên liệu, bao nilon phế thải có hàm lượng tạp chất nhỏ hơn 5% được đưa đi phân loại. Quá trình này nhằm mục đích tách tạp chất và chất bẩn. Sau quá trình chọn lọc, nilon được nghiền trong máy nghiền dao ướt hoặc khô để đạt được kích thước  $2 \div 9\text{mm}$ . Tiếp theo, chúng được rửa trong máy rửa vít tải hay máy giặt (đối với trường hợp nghiền khô). Quá trình rửa được tiến hành bằng hỗn hợp các chất tẩy rửa đặc biệt. Vật liệu sau khi vắt khô có độ ẩm  $10 \div 15\%$  sẽ được khử nước hoàn toàn trong máy sấy bằng không khí  $65 \div 75^\circ\text{C}$  khoảng  $30 \div 60$  phút. Sau khi sấy, khối vật liệu có độ ẩm nhỏ hơn  $0,2\%$  được nhập vào máy nén ép và tạo hạt.

Trong máy ép, PE được ép chặt qua lưới lọc và lỗ khuôn để tạo thành dạng sợi, rồi được kéo qua bể nước làm nguội (nhiệt độ giảm xuống  $35 \div 40^\circ\text{C}$ ) và đưa đến máy cắt tạo hạt. Ở đây, các sợi nhựa sẽ bị cắt thành hạt có chiều dài  $3 \div 6\text{mm}$ . Các hạt này được đi vào máy sàng rung. Tại đây, độ ẩm của hạt giảm xuống  $\leq 0,2\%$  nhờ dòng không khí nóng  $80^\circ\text{C}$  thổi qua. Hạt được cho vào máy trộn với các hạt PE chính phẩm theo tỷ lệ 6:4. Đây là tỷ lệ tối ưu để bảo đảm tính ổn định của bao nilon thứ cấp. Trong khi trộn, ta có thể cho thêm bột màu và tác chất tinh chế màng.



**Hình 6.4. Sơ đồ sản xuất màng PE thứ cấp**

- 1- bộ phân loại phế thải; 2- máy nghiền; 3- máy rửa; 4- máy ly tâm; 5- máy sấy;
- 6- nhập liệu; 7- máy ép đùn; 8- máy tạo hạt; 9- máy trộn; 10- máy tạo màng

Hỗn hợp thu được sau đó được ép thành tấm nilon có chiều dày  $80 \div 200\mu\text{m}$ . Từ quy trình trên, giá thành của bao nilon thứ cấp sẽ thấp hơn bao nilon được sản xuất

từ nguyên liệu chính phẩm. Người ta tiến hành biến tính bao nilon phế thải bằng cách bổ sung các chất độn vô cơ như ZnO, TiO<sub>2</sub>, tác chất liên kết và chất đàn hồi.

Bao nilon phế thải còn được chế biến thành đồ dùng bằng cách đổ khuôn ở nhiệt độ 150 ÷ 200°C. Phế thải của bao PVC có thể được dùng để sản xuất vật liệu xây dựng như tấm lót PVC một lớp. Phế thải của thủy tinh hữu cơ là nguyên liệu rất tốt để sản xuất đồ lưu niệm và đồ chơi.

## 2. Tái sinh phân hủy

Đối với một số dạng phế thải polyme, việc xử lý bằng hóa và nhiệt (gồm quá trình chuyển hóa polyme ban đầu thành nguyên liệu sản xuất hay các sản phẩm có giá trị khác) là phương pháp thích hợp nhất.

Quá trình khử và trùng ngưng phế thải capron dưới tác dụng của axit photphoric và hơi quá nhiệt đã được thực hiện trong quy mô công nghiệp. Ví dụ, phế thải capron rắn được phân hủy thành hỗn hợp hơi khí (chứa đến 25% caprolactam), sau đó được cô đặc đến 80% và làm sạch. Đơn phân tử thu được chiếm tỷ lệ 75 ÷ 80%. Đây là tỷ lệ thích hợp cho tái sử dụng trong sản xuất.

Từ PE thứ cấp, ta có thể thu sáp PE bằng phương pháp phân hủy nhiệt. Sáp này được sử dụng để làm khuôn đúc hoặc phụ gia cho hỗn hợp bitum asphalt nhằm tăng độ cứng và khả năng chịu mài mòn của lớp phủ cho đường giao thông.

Nhiệt phân là hướng tái chế phế liệu nhựa tiên tiến. Sản phẩm của quá trình này được dùng làm nguyên liệu để tổng hợp chất hữu cơ hoặc nhiên liệu. Quá trình nhiệt phân polyme phế thải thường được tiến hành ở 300 ÷ 900°C.

Bột polypuretan phế thải được thủy phân ở 290 ÷ 320°C bằng hơi nước để tạo thành rượu đa nguyên tử, diamin và CO<sub>2</sub> dùng trong sản xuất bột polyuretan.

Phần lớn phế liệu của ngành sản xuất nhựa là cặn từ quá trình xử lý nước thải có thành phần phức tạp và thường được thải bỏ. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, các phế thải trên có thể được tái sử dụng với hiệu quả rất cao. Ví dụ trong sản xuất tấm nhựa acrilic butadien styren, nước thải ở dạng dung dịch latex đục được xử lý bằng phương pháp hóa lý với chất keo tụ là sunphat amôn. Cặn hình thành ở dạng bột nhão, màu trắng có chứa 5 ÷ 10% polyme latex, 4 ÷ 5% Al(OH)<sub>3</sub>, 5 ÷ 7% bột gỗ và 78 ÷ 86% nước. Thành phần của phần hữu cơ trung bình là: 46,7% C; 19,9% N<sub>2</sub>; 17,0% O<sub>2</sub>; 9,7% H<sub>2</sub>; 5,4% Cl<sub>2</sub> và 1,3% S. Phần vô cơ có nhiệt độ nóng chảy lớn hơn 1500°C chứa 91,9% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (các oxit khác ở dạng Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O...).

Từ nhựa phế thải, có thể sản xuất than để xử lý khí thải và nước thải sản xuất. Sự có mặt của ẩm và các khí từ quá trình nhiệt phân làm cho chất hấp phụ có cấu trúc xốp, có khả năng hấp phụ cao. Quá trình nhiệt phân thường được tiến hành ở 700 ÷ 750°C. Các thử nghiệm đã cho thấy dạng than này có khả năng hấp phụ rất hiệu quả kim loại nặng và dầu có trong nước thải.

Với nguồn nguyên liệu nhựa phế thải dồi dào và phong phú về chủng loại cũng kéo theo rất nhiều phương thức sản xuất nhựa tái sinh tạo ra nhiều sản phẩm khác nhau, có thể tóm tắt như sau:

Các cơ sở chuyên xay băm phế liệu nhựa, sau đó rửa sạch bằng nước rồi đem phơi khô trên các bãi đất trống. Đặc điểm của những cơ sở này là gia công và rất thủ công.

Các cơ sở tạo hạt: sử dụng phế liệu xay đã được phơi khô để tạo thành những hạt nhựa nguyên liệu cung cấp cho những cơ sở sản xuất.

Các cơ sở sản xuất mặt hàng từ nhựa phế liệu: bao gồm những cơ sở sử dụng 100% hạt nhựa phế liệu cho sản xuất và cả những cơ sở sử dụng hạt phế liệu pha trộn với hạt nhựa chính phẩm theo một tỷ lệ nào đó, tùy thuộc vào sản phẩm sản xuất hay giá trị của hàng sản xuất nhằm hạ giá thành sản phẩm.

Ngoài ra, còn có các cơ sở vừa xay, vừa tạo hạt và sản xuất. Tuy nhiên số lượng những cơ sở này không nhiều vì đòi hỏi mặt bằng và vốn sản xuất lớn.

*Quy trình tái chế: chủ yếu gồm bốn giai đoạn chính*

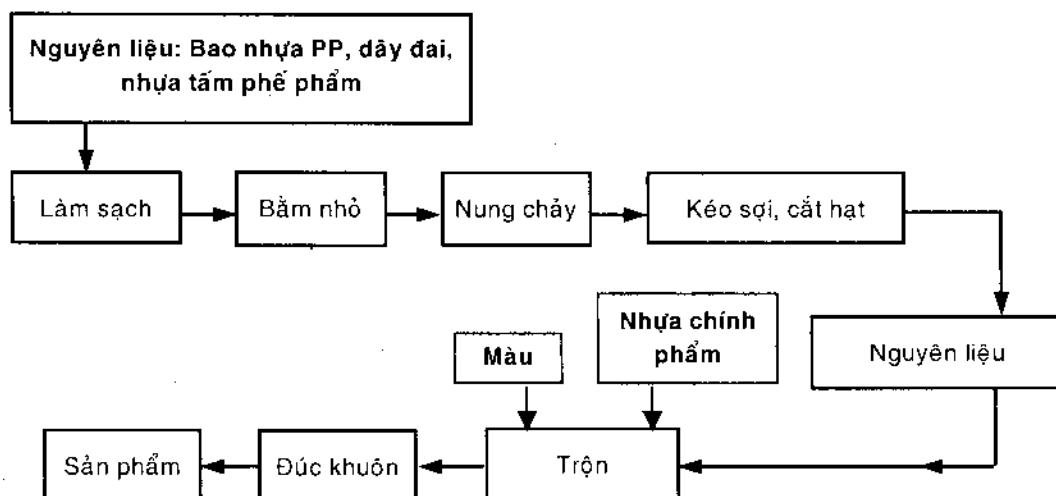
- *Phân loại:* thường được tiến hành bởi những người lao động nghèo hoặc thuê mướn nhằm phân loại, làm sạch thành từng loại như PE, PP, PVC, PS... riêng biệt.

- *Xay băm và phơi khô:* phế liệu sau khi được phân loại, làm sạch sẽ được đưa vào máy xay để xay nhỏ và đưa qua một bể nước để ngâm và rửa sạch chất bẩn. Sau đó được đem phơi khô tại các bãi đất trống rồi đóng lại thành bao và chuyển đến các cơ sở tạo hạt.

- *Tạo hạt:* tại đây, các mẫu nhựa phế liệu được đưa vào một bộ phận để xay nhuyễn và pha màu theo yêu cầu sản xuất. Tiếp theo, các mẫu nhựa được làm nóng chảy trong một ống dài và được một trục ép đẩy qua một tấm lưới để tạo thành những sợi nhựa có đường kính khoảng  $0,3 \div 0,4\text{cm}$ . Sau đó, các sợi nhựa này được dẫn qua bể nước lạnh nhằm làm đông cứng sợi nhựa và cuối cùng được một máy cắt cắt ra thành những hạt nhỏ.

- *Sản phẩm:* hạt nhựa sau khi được tạo thành sẽ được đưa đến các cơ sở sản xuất sản phẩm. tùy thuộc vào loại sản phẩm sẽ sản xuất như: thổi túi, dép, ống nước, rổ, thau... mà máy móc sẽ khác nhau.

*Dưới đây là quy trình sản xuất dây đai từ nhựa thải*



*Hình 6.5. Quy trình sản xuất dây đai từ nhựa thải*

#### **6.1.4. Tái chế thủy tinh**

So với các ngành tái chế phế liệu khác thì quy trình sản xuất của thủy tinh phế liệu đơn giản hơn.

Hầu hết thủy tinh được dùng sản xuất các loại chai lọ thủy tinh mới, một phần nhỏ dùng để chế tạo bông thủy tinh hoặc chất cách điện bằng sợi thủy tinh, vật liệu lát đường và vật liệu xây dựng như gạch, đá lát đường, đá lát sàn nhà và bê tông nhẹ.

##### **Quy trình tái chế chai lọ thủy tinh**

- *Loại trừ phế liệu:* thủy tinh phế liệu từ các vựa chuyển về được phân loại dựa theo mẫu và mức độ tinh khiết, sau đó được rửa sạch và đập vụn.

- *Nung và sản xuất sản phẩm:* thủy tinh vụn được đổ vào lò nung, lò nung được làm bằng gạch chịu lửa và một cửa để đổ thủy tinh phế liệu vào nồi. Khi nhiệt độ lò tăng cao, thủy tinh nóng sẽ chảy theo các máng để ra khuôn. Thường một lò có từ 4÷6 khuôn. Sản phẩm sau khi lấy ra khỏi khuôn tiếp tục định hình trên đường hấp nhằm tránh gây bọt cho sản phẩm nếu nhiệt độ thay đổi đột ngột.

Sản phẩm để nguội được kiểm tra và đóng bao xuất xưởng, những sản phẩm không đạt tiêu chuẩn sẽ bị đập vỡ để nấu lại.

Đặc điểm của ngành này là hao hụt nguyên liệu rất ít và không cần sử dụng chất phụ gia trong quá trình tái chế.

Ngoài tái chế ra, thủy tinh phế liệu còn được tái sử dụng. Một số phế liệu còn nguyên vẹn sẽ được thu gom và rửa sạch, sau đó phân được loại theo kích thước, kiểu dáng, màu... hoặc phân loại theo mặt hàng đựng trong đó như nước tương, nước mắm, nước giải khát... và được bán lại cho các cơ sở sản xuất ra chúng để họ dán nhãn và đựng sản phẩm mới.

#### **6.1.5. Tái chế và tái sử dụng giấy - cacton**

Giấy là vật dụng phổ biến trong sinh hoạt, đồng thời lượng giấy thải ra hằng ngày là rất lớn và đủ mọi loại, từ mẫu giấy vụn cho đến những tấm cacton lớn. Theo các kết quả điều tra cho thấy, giấy và cacton chiếm 1,2 ÷ 4,6% khối lượng dòng thải.

Ưu điểm lớn nhất về mặt môi trường của tái chế - tái sử dụng giấy là tiết kiệm tài nguyên rừng nguyên liệu cho sản xuất giấy.

Đặc điểm của ngành này là giấy phế liệu không chỉ được tái chế ở những cơ sở tiểu thủ công nghiệp với những máy móc đơn giản, thủ công hoặc quy mô nhỏ mà còn ở những xí nghiệp quy mô lớn.

##### **Hoạt động tái sử dụng**

Chủ yếu là sử dụng những bao bì cacton bị loại bỏ để cắt, đóng lại thành những bao bì có kích thước nhỏ hơn, cung cấp cho những cơ sở sản xuất khác. Nguồn cung cấp phế liệu thường từ những nguồn ổn định như các cửa hàng, kho... và phế liệu loại này thường sạch sẽ và nguyên vẹn.

Quy trình hoạt động rất đơn giản: phế liệu được phân loại, sắp xếp theo kích thước, sau đó được đưa vào bàn cắt và cắt theo yêu cầu của đơn đặt hàng. Cuối

cùng được bấm lại thành các hộp và xuất xưởng. Máy móc thiết bị đơn giản chỉ bao gồm bàn cắt và máy bấm giấy.

**Hoạt động tái chế:** sử dụng toàn bộ giấy phế liệu các loại.

Đối với những cơ sở nhỏ thì quy trình tương đối đơn giản. Phế liệu được phân loại trắng, đen, nhuộm màu... sau đó ngâm và tẩy cho sạch rồi được lọc để lấy phần bột giấy, tiếp theo bột giấy được đem tráng trên những tấm phên và phơi nắng cho khô. Sản phẩm từ quy trình đơn giản này có chất lượng rất kém, phần lớn chỉ bao gồm những mặt hàng như giấy tiền vàng bạc, giấy gói hàng, giấy bồi...

Đối với những cơ sở có quy mô hiện đại hơn thì quy trình có thêm các máy móc để nghiền giấy thành bột và sử dụng các trục xeo giấy. Vì vậy sản phẩm có chất lượng cao hơn và sản lượng cũng nhiều hơn. Sản phẩm của các cơ sở này thường là giấy cuộn vàng, giấy bìa cứng, giấy vệ sinh...

## 6.2. TÁI CHẾ CHẤT THẢI RẮN CÔNG NGHIỆP - CHẤT THẢI RẮN VÔ CƠ

Trong công nghiệp hóa chất, lượng chất rắn được hình thành lớn nhất trong các ngành sản xuất axit sunfuaric, phân vô cơ và soda. Đây là các hóa chất cơ bản có nhu cầu ứng dụng cao và được sản xuất với năng suất lớn, do đó, lượng chất thải tạo thành cũng rất lớn. Trong phần này sẽ trình bày các dạng chủ yếu của CTR vô cơ hiện đang phát sinh từ các ngành sản xuất khác nhau ở TP HCM và các phương án xử lý theo hướng tái sử dụng chúng.

### 6.2.1. Tái chế CTR do sản xuất axit sunfuaric từ quặng pirit sắt

Sản xuất axit sunfuaric được tiến hành bằng cách nung quặng pirit, hay đốt khí lưu huỳnh, lưu huỳnh tự nhiên, nung các sunfua kim loại để tạo ra  $\text{SO}_2$  và sau đó chuyển hóa thành  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Quặng pirit thông thường chứa 53,5% lưu huỳnh và 46,5% sắt. Tuy nhiên, sự hiện diện của các tạp chất như cát, đất sét, các sunfua kim loại màu, cacbonat, hợp chất của As, Se, Ag, Au... làm giảm hàm lượng của lưu huỳnh trong quặng pirit tuyển nổi, còn  $32 \div 40\%$ . Quặng thiêu kết được hình thành như là một phế phẩm khi nung quặng pirit sắt. Quặng thiêu kết chứa chủ yếu là sắt với hàm lượng từ  $40 \div 63\%$ , lưu huỳnh  $1 \div 2\%$ , Cu  $0,33 \div 0,47\%$ , Zn  $0,42 \div 1,35\%$ , Pb  $0,32 \div 0,58\%$ , và một số kim loại quý hiếm  $0,001 \div 0,002\%$ .

Khí lưu huỳnh thoát ra từ lò sẽ bị nhiễm bẩn bởi bụi thiêu kết và các tạp chất khác. Nồng độ bụi phụ thuộc công nghệ sản xuất, chất lượng và mức độ nghiền nguyên liệu, kết cấu lò... Tùy vào kiểu lò, nồng độ bụi dao động trong khoảng  $1 \div 200\text{g/m}^3$ . Thành phần hóa học của bụi thực tế tương tự như thành phần quặng thiêu kết. Trước khi chế biến thành axit sunfuaric, khí này phải được xử lý để loại bụi trong các xiyclon và thiết bị lọc điện khô, đạt đến nồng độ  $0,1\text{g/m}^3$ .

Hiện nay, phương pháp chủ yếu điều chế axit sunfuaric là xúc tác, nghĩa là  $\text{SO}_2$  sẽ bị oxy hóa thành  $\text{SO}_3$  với xúc tác  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Bụi và các tạp chất còn sót sau khi qua thiết bị

lọc điện sẽ gây ngộ độc xúc tác, làm bẩn thiết bị, tăng trở lực và bám dính vào sản phẩm. Vì vậy, khí lò sau lọc điện phải được xử lý thêm bằng cách rửa liên tục với dung dịch axit sunfuaric lạnh 60 ÷ 75% và 25 ÷ 40%, kết hợp với việc thu hồi sương mù trong thiết bị lọc ướt. Các quá trình làm sạch khí bỗ sung này tạo ra một lượng bùn bẩn tích tụ trong thiết bị rửa và lọc điện ướt.

Như vậy, CTR của sản xuất  $H_2SO_4$  từ quặng pirit gồm quặng pirit thiêu kết, bụi từ xielon, thiết bị lọc điện khô, bùn trong bể lắng, bồn chứa, thiết bị làm lạnh axit và thiết bị lọc điện ướt.

Với điều kiện sản xuất tối nhất, khối lượng quặng thiêu kết hình thành khi sản xuất 1 tấn axit là 0,55 tấn. Có thể tái sử dụng quặng pirit thiêu kết theo các hướng sau: thu hồi kim loại màu, tái sử dụng trong sản xuất gang thép, ximăng, thủy tinh, và trong nông nghiệp... Ví dụ, ở Liên Xô cũ, gần 75% quặng pirit thiêu kết được áp dụng trong sản xuất vật liệu xây dựng và trong nông nghiệp.

### **1. Thu hồi kim loại màu từ quặng thiêu kết**

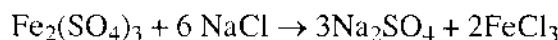
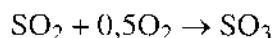
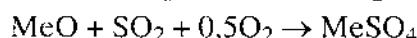
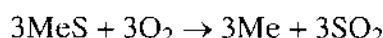
Để thu hồi các cấu tử có giá trị từ quặng thiêu kết, người ta áp dụng các phương pháp nung khác nhau (clo hóa, sunphat hóa...). Nên thực hiện việc thu hồi quặng chứa hơn 0,5% đồng vì giá trị của đồng thu được sẽ bù đắp mọi chi phí xử lý quặng.

Để thu hồi đồng, người ta thường áp dụng phương pháp nung clo hóa. Phương pháp này cho phép tách được 85 - 90% đồng, phần lớn các kim loại có ích, bảo đảm khử lưu huỳnh gần như hoàn toàn.

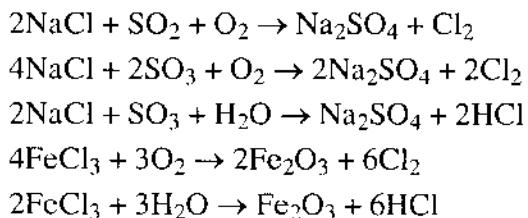
Trước khi nung clo hóa, người ta trộn quặng thiêu kết với 20% NaCl đã nghiền nhuyễn. Sau hàng loạt phản ứng diễn ra trong quá trình nung, đồng được chuyển hóa thành  $CuCl_2$ , lưu huỳnh kết hợp với NaCl thành  $Na_2SO_4$ . Nhiệt độ nung tối ưu là 550 - 60°C. Nhiệt độ thấp hơn 530°C, phản ứng có thể tạo thành  $Fe_2(SO_4)_3$  tan, gây khó khăn cho quá trình trích li và phục hồi đồng, nhiệt độ cao hơn 600°C sẽ làm giảm các sản phẩm chính.

Để bảo đảm độ chuyển hóa hoàn toàn, ta cần trộn liệu lò và dùng đủ lượng lưu huỳnh để chuyển NaCl thành  $Na_2SO_4$ . Trường hợp không đủ lưu huỳnh thì phải bổ sung quặng pirit mới vào. Để quá trình clo hóa xảy ra, hỗn hợp cần được nung đến 200 - 300°C. Quá trình nung sẽ sinh ra  $SO_2$ ,  $SO_3$ , HCl. Các khí axit này được hấp thụ bằng nước, sản phẩm thu được là hỗn hợp axit HCl và  $H_2SO_4$  được dùng để trích đồng.

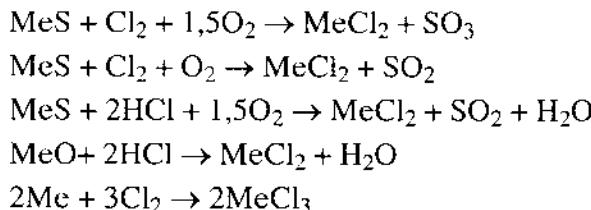
Cơ chế hóa học của các quá trình diễn ra khá phức tạp. Trước hết là phản ứng oxi hóa các sunfua và sự tạo thành clorua sắt:



Sau đó, trong lò diễn ra sự tương tác của pha khí ( $O_2$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2O$ ) với liệu lò, dẫn đến việc hình thành tác nhân clo hóa:



$\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$  tạo thành sē liên kết với các sunfua và oxit kim loại nằm trong quặng thiêu kết:



Phản ứng tổng quát có thể được biểu diễn như sau:



Kết quả thu được là 85 - 90% đồng trong quặng thiêu kết chuyển thành muối tan  $\text{CuCl}_2$ . Từ khối nung, đồng được trích bằng nước nóng. Phần đồng không chuyển thành  $\text{CuCl}_2$  sẽ được tiếp tục trích bằng axit loãng. Dung dịch sau xử lý được cho tiến hành phản ứng với vụn sắt để tách đồng bột. Bột này chứa 0 - 90% đồng, có thể dùng làm đồng đen hoặc để điều chế đồng sunphat, dung dịch còn lại chứa đến 100 g/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Bằng phương pháp kết tinh, ta thu được  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Mức độ thu hồi đồng từ quặng thiêu kết khoảng 95 - 96%, có nghĩa là 1 tấn quặng thiêu kết cho ta gần 4,5 kg đồng ( $\approx 0,5\%$  Cu). Phần quặng còn lại đem sấy đến độ ẩm 8-10%, được tạo khối và nung ở nhiệt độ nóng chảy của  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\geq 1200^\circ\text{C}$ ), dùng để đúc gang thép.

Người ta còn xử lý quặng pirit thiêu kết bằng  $\text{HCl}$  trong thiết bị tầng sôi. Khi đó, trong pha hơi ở trạng thái tự do sē có các clorua kim loại nặng. Ta có thể thu được oxi sắt thích hợp cho nấu gang, thép.  $\text{HCl}$  sử dụng có thể ở dạng khí, dung dịch hay muối dễ bị phân hủy ở nhiệt độ cao như  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{FeCl}_2$ .

Quá trình xử lý quặng pirit thiêu kết sử dụng đến 3 thiết bị phản ứng tầng sôi nối tiếp. Trong thiết bị thứ nhất nhiệt độ được giữ là  $600 - 800^\circ\text{C}$ , khi đó tất cả các sunfua đều bị phân hủy. Sau đó, quặng thiêu kết được đưa qua thiết bị thứ hai, tiếp xúc với  $\text{HCl}$ . Thường  $\text{HCl}$  được cho vào thiết bị bằng khí tải, có thể mang tính trung hòa, oxi hóa hay khử. Khí tải được lựa chọn phụ thuộc vào dạng hợp chất kim loại nặng nằm trong quặng. Thiết bị thứ 3 tạo môi trường khử, chuyển oxit sắt thành magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Sau khi tuyển bằng từ, hàm lượng sắt trong quặng đạt đến 70%, được đun nóng trong môi trường khử để chuyển thành  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Thành phần khí thải đi ra từ thiết bị phản ứng chứa tất cả các clorua kim loại màu có trong quặng, lượng  $\text{HCl}$  dư và khí tải được cho qua tháp hấp thụ bằng nước. Ở đây, phần lớn các clorua kim loại và  $\text{HCl}$  được chuyển vào dung dịch hấp thu. Sau đó, tiến hành tách kim loại màu bằng các phương pháp khác nhau.

## 2. Sử dụng quặng thiêu kết trong sản xuất gang thép

Quặng thiêu kết chứa 40 - 63% sắt là dạng nguyên liệu quý đối với luyện kim den. Các trở ngại chính của việc sử dụng trực tiếp quặng pirit thiêu kết trong nấu gang là độ nghiền (có thể làm nghẽn lò), hàm lượng Pb, Cu, Zn, As (làm phức tạp quá trình chảy gang và làm dơ sản phẩm) và hàm lượng lưu huỳnh cao (1 - 3,5%). Do đó, trước khi luyện gang, ta cần phải loại bỏ lưu huỳnh và tạo hạt cho quặng thiêu kết bằng cách xử lý quặng ở nhiệt độ cao (lưu huỳnh sẽ cháy, còn vật liệu được vón cục).

## 3. Sản xuất bột màu từ quặng và bụi thiêu kết

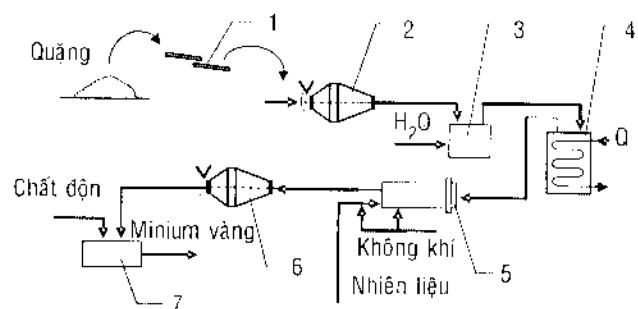
Một lượng nhỏ quặng và bụi từ thiết bị lọc điện khô được sử dụng để điều chế bột màu vô cơ: minium sắt, ocro, mònii (màu đỏ phổi).

Để điều chế bột màu mònii và minium sắt, cần xử lý quặng đun nóng bằng dung dịch axit sunfuaric đậm đặc. Sunphat sắt thu được trộn với thạch cao mịn, đá phấn, đất sét và nung trong lò. Phụ thuộc vào nhiệt độ nung và phụ gia, ta sẽ thu được bột màu với các màu sắc khác nhau. Nhược điểm của công nghệ này là trong bột màu có lưu huỳnh và hợp chất của nó, do đó không thể dùng để pha sơn phủ bề mặt kim loại vì lưu huỳnh có khả năng ăn mòn loại vật liệu này.

Chính vì vậy, người ta đã tiến hành nghiên cứu công nghệ sản xuất khác, thích hợp cho sơn phủ bề mặt mọi vật liệu. Công nghệ này không dùng axit sunfuaric. Để chuẩn bị bột màu kiểu minium sắt, ta sử dụng phân đoạn quặng thiêu kết 1,3 - 0,27 mm, là phân đoạn giàu oxit sắt nhất. Quặng này được nghiền, sấy và tôt (nung) trước khi trộn với chất độn. Sơ đồ công nghệ sản xuất bột màu kiểu minium sắt được trình bày trên hình 17.1. Theo đó, quặng được sàng để chọn hạt có kích thước 0,5-2 mm rồi cho vào máy nghiền bì. Sau khi nghiền, quặng được rửa bằng nước bằng nước nóng ở 60 - 80 °C để loại các muối tan trong nước của sắt, kẽm, đồng, và một phần lưu huỳnh. Sau đó, quặng được sấy bằng hơi quá nhiệt và nung ở 850 - 900 °C trong lò nung thùng quay với mục đích loại ẩm và lưu huỳnh vì lưu huỳnh và các hợp chất của nó gây ảnh hưởng đến tính khô của sơn. Bán thành phẩm sau nung (chứa gần 90% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) được nghiền tán và trộn với chất độn để thu thành phẩm.

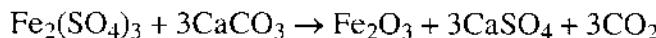
Hình 6.6. Sơ đồ sản xuất minium sắt từ quặng thiêu kết

1. sàng;
2. máy nghiền bì;
3. bể rửa;
4. máy sấy;
5. lò nung;
6. máy nghiền bì;
7. máy trộn.



Bụi lấy trong thiết bị lọc điện khô khác quặng thiêu kết ở nồng độ muối sắt hòa tan và được dùng làm nguyên liệu để sản xuất bột màu ocro vàng. Phần không tan còn lại chủ yếu là oxit sắt được dùng làm nguyên liệu để điều chế bột màu mònii (đỏ phổi).

Điều chế bột màu ocrô được tiến hành qua các giai đoạn sau: Bụi được cho vào thiết bị phản ứng hòa tan, trộn với nước và không khí trong 20-25 phút, để lắng khoảng 8 giờ. Pha lỏng được bơm vào máy trộn, trộn thêm đá phấn và đất sét. Ở đây sẽ diễn ra phản ứng:



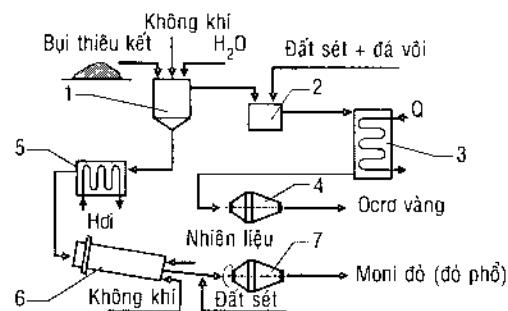
Sản phẩm thu được là cặn thạch cao với đất sét có độ ẩm bão hòa. Khối chất rắn này được sấy ở  $80^{\circ}\text{C}$  và cho vào máy nghiền bi để thu bột màu vô cơ có màu vàng (ocrô).

Điều chế bột màu mòn: Cặn từ thiết bị phản ứng hòa tan ở dạng khối ẩm (91%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 3,7%  $\text{FeS}$ , 5,3% đá) được sấy khô ở nhiệt độ đến  $100^{\circ}\text{C}$ . Sau đó, đưa vào lò nung ở nhiệt độ  $800 - 900^{\circ}\text{C}$  để đuổi lưu huỳnh. Lúc này bán thành phẩm chứa 95%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  được cho vào máy nghiền bi và trộn với đất sét (15%). Kết quả thu được bột màu kiềm mòn.

Các bột màu thu được từ các quá trình trên có màu ổn định và không thay đổi theo thời gian.

**Hình 6.7. Sơ đồ sản xuất ocrô vàng và mòn (đồ phổi)**

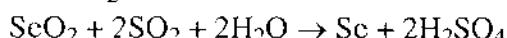
- 1- thiết bị phản ứng hòa tan;
- 2. máy trộn; 3, 5. máy sấy;
- 4, 7. máy nghiền bi; 6. lò nung.



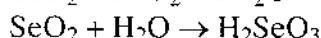
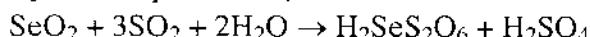
#### 4. Thu hồi selen từ bùn

Trong quặng pirit có chứa 0,002 - 0,2% selen, khi nung sẽ hình thành  $\text{SeO}_2$ . Do selen tồn tại trong tự nhiên với nồng độ rất thấp (0,01 - 0,1%) và ở dạng hợp chất đi kèm các sunfua kim loại (Fe, Cu, Zn), nên quặng phế thải trong sản xuất axit sunfuaric là một nguồn chủ yếu để sản xuất kim loại này. Phần chủ yếu để thực hiện quá trình tách selen là bùn ở tháp rửa và thiết bị lọc điện ướt của hệ thống xử lý khí nung.

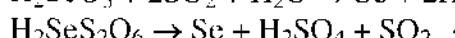
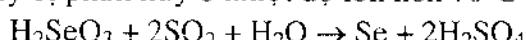
Cơ chế tách selen từ khí nung khá phức tạp.  $\text{SeO}_2$  sẽ được hấp thụ bởi các giọt sương và giọt axit tươi do độ hòa tan  $\text{SeO}_2$  trong axit cao và tăng theo nhiệt độ.  $\text{SO}_2$  trong axit sẽ khử  $\text{SeO}_2$ :



Đồng thời xảy ra các quá trình tạo thành các axit:



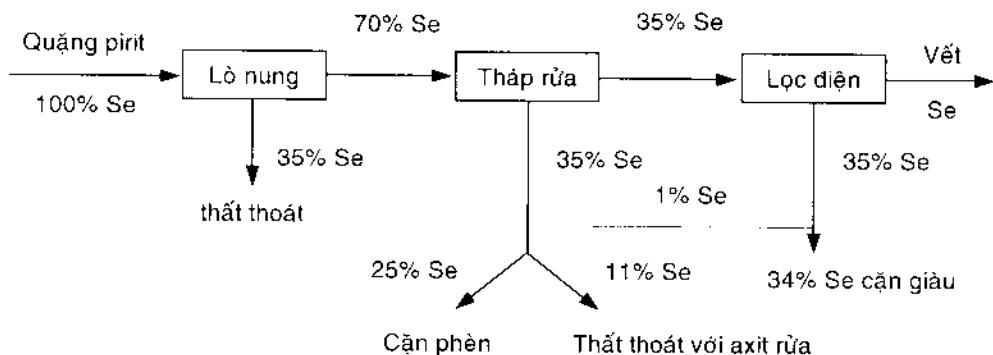
Các axit này bị phân hủy ở nhiệt độ lớn hơn  $70^{\circ}\text{C}$  theo phản ứng:



Quá trình khử  $\text{SeO}_2$  thường diễn ra hoàn toàn trong axit loãng. Selen kim loại hình thành sẽ lắng chung với các hạt bụi của tháp rửa trong bể lắng, bình chứa và thiết bị làm lạnh axit dưới dạng bùn. Bùn này thường chứa dưới 5% selen.

Phần selen kim loại còn lại sẽ lắng chung với sương axit và phần bụi sót trong thiết bị lọc điện ướt. Do lượng bụi không nhiều nên bùn này chứa nhiều selen (đến 50%).

Có nhiều phương pháp để tách selen từ bùn. Trong đó, phương pháp phổ biến nhất là xử lý bùn với dung dịch soda. Bùn được pha loãng bằng nước và đun nóng bằng hơi quá nhiệt để tách selen kim loại. Sau đó, dung dịch được lọc, rửa bằng nước, kết hợp với dung dịch soda 0,5% và sấy ở 90-100°C. Với mục đích thu hồi selen kỹ thuật, người ta chuẩn bị liệu lò chứa khoảng 10-50 g selen. Quá trình này tiêu hao 5-10 kg hơi, 10-20 g soda.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  được bổ sung nhằm thúc đẩy quá trình lắng của selen khi rửa thiết bị lọc điện. Mức độ thu hồi selen từ quặng pirit là 30 - 60%.



### 5. Các hướng sử dụng quặng thiêu kết khác

Quặng thiêu kết còn được sử dụng như chất phụ gia cho liệu lò để sản xuất ximăng, phân bón có chứa đồng. Một phần nhỏ quặng thiêu kết được dùng trong luyện kim màu (làm chất trợ chảy có chứa sắt), công nghiệp vật liệu xây dựng (làm sơn sắt), sản xuất thuốc trừ sâu.

#### 6.2.2. Tái chế CTR do sản xuất phân lân từ quặng photphat

Quặng photphat khai thác chủ yếu dùng để sản xuất phân lân. Các khoáng chất chứa trong quặng photphat có công thức tổng quát  $3\text{M}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}_2$  ( $\text{M}$  - ion Ca, Na, Sr và các nguyên tố khác, X - flo, clo và  $\text{OH}^-$ ). Ngoài ra, trong quặng còn chứa một số tạp khoáng.

Phụ thuộc vào thành phần và một số yếu tố khác, người ta sử dụng các phương pháp chế biến quặng khác nhau. Thông thường, quặng được tán nhuyễn và tuyển dưới nhiều hình thức. Quá trình tuyển quặng tạo ra một lượng lớn CTR và bụi cuốn theo dòng khí của hệ thống điều hòa và thiết bị sấy.

Photphat tinh được chế biến bằng hai phương pháp: bằng axit hoặc bằng nhiệt để thu trực tiếp sản phẩm: super photphat, photphat đã khử flo... Phân hủy photphat bằng phương pháp nhiệt và trích ly sẽ thu  $\text{H}_3\text{PO}_4$  phục vụ cho việc sản xuất các sản phẩm khác nhau, kể cả phân vô cơ.

#### 1. Phê thải của sản xuất axit photphoric theo phương pháp trích ly

Quá trình sản xuất này hình thành chất thải là thạch cao photpho, có thành phần chính là sunphat canxi và các tạp chất photphat. Trên 1 tấn  $\text{P}_2\text{O}_5$ , phụ thuộc vào nguyên liệu sử dụng, ta có thể thu được từ 3,6 ÷ 6,2 tấn thạch cao photpho tính theo

chất khô. Phụ thuộc vào điều kiện sản xuất axit photphoric, thạch cao trong bùn được hình thành ở các dạng  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  và  $\text{CaSO}_4$ . Các chất thải này là bột tinh thể nhuyễn màu xám có độ ẩm  $25 \div 40\%$ . Tính theo chất khô, chúng chứa đến 94%  $\text{CaSO}_4$ . Các tạp chất chủ yếu trong chúng là các photphat không tham gia phản ứng, oxit, hợp chất của flo và Sr, axit photphoric, chất hữu cơ và một số hợp chất của Mn, Mo, Co, Zn, Cu, các nguyên tố đất hiếm...

Phần lớn thạch cao photpho được đổ vào bãi rác. Tuy nhiên, vận chuyển và tồn trữ thạch cao photpho rất tốn kém, chiếm khoảng 40% giá thành thiết bị và vận hành sản xuất. Ví dụ, ở các bãi rác của Liên Xô chứa hơn 150 triệu tấn thạch cao photpho và hàng năm tăng khoảng 10 triệu tấn. Sau đây, chúng ta sẽ khảo sát các phương pháp đã được áp dụng và các hướng sử dụng thạch cao photpho.

#### a) *Làm phân bón*

Thạch cao photpho chứa đến 22,1% lưu huỳnh và 0,5%  $\text{H}_3\text{PO}_4$  có thể được sử dụng như một dạng phân khoáng chứa lưu huỳnh và photpho. Tuy nhiên, việc sử dụng phân với hàm lượng thấp như vậy chỉ có hiệu quả kinh tế khi đất trồng cách nhà máy không xa.

#### b) *Sản xuất axit và xi măng*

Có thể tận dụng thạch cao photpho trong công nghiệp xi măng (làm khoáng chất khi nung và phụ gia cho xi măng xỉ), cải tạo đất mặn, sản xuất sunphat amon, xi măng, axit sunfuaric, lưu huỳnh, vôi, vật liệu kết dính và các vật dụng khác...

Để sử dụng trong sản xuất, xi măng thạch cao photpho được tạo hạt và sấy đến khi hàm lượng ẩm đạt gần 5%. Việc ứng dụng thạch cao photpho trong quá trình sản xuất sẽ làm giảm tiêu hao nhiệt, tăng năng suất lò, tăng chất lượng xi măng xỉ, tăng thời gian làm việc của lớp lót lò và do đó, bảo đảm hiệu quả kinh tế cao.

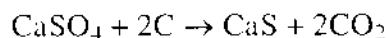
Quá trình chế biến  $\text{P}_2\text{O}_5$  hoặc thạch cao tự nhiên thành axit sunfuaric và xi măng đã được thực hiện thành công trên quy mô công nghiệp ở một số nước (Áo, Đức, Ba Lan, Nam Tư). Để thu xỉ xi măng và  $\text{SO}_2$ , người ta chuẩn bị liệu lò chứa  $\text{P}_2\text{O}_5$ , cốc, cát và đất sét bằng ba biện pháp: khô, ướt và kết hợp.

Quá trình này bao gồm các giai đoạn sấy thạch cao, nghiền phụ gia và chuẩn bị nguyên liệu để nung (phương pháp khô). Trong khi nung liệu lò, ở nhiệt độ  $1400 \div 1450^\circ\text{C}$  sẽ diễn ra quá trình khử  $\text{CaSO}_4$  bằng than và tạo thành xỉ. Cát và đất sét có tác dụng thúc đẩy sự chuyển hóa  $\text{CaSO}_4$ . Nguyên liệu cho lò nung được dùng là dầu mazut, khí hoặc than bụi.

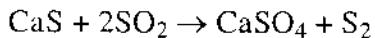
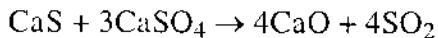
Khi nóng chứa  $\text{SO}_2$  được làm sạch trong xiellon và thiết bị lọc điện rồi đưa đi sản xuất  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 1 tấn  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% thành phẩm sẽ tương ứng với việc tiêu hao 1,6 tấn anhydric photpho, 0,14 tấn đất sét, 0,08 tấn cát, 0,11 tấn cốc,  $85\text{m}^3$  nước, 160kWh điện năng và  $1,5 \cdot 10^6$  kcal nhiên liệu.

Phản ứng phân hủy  $\text{CaSO}_4$  diễn ra theo hai giai đoạn.

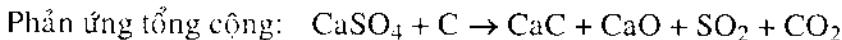
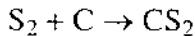
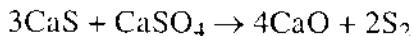
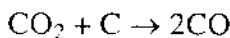
- Giai đoạn một tạo thành sunfua canxi và dioxit cacbon.



- Giai đoạn 2, các sunfua canxi được chuyển hóa thành  $\text{CaO}$ .



Ở 900°C, vận tốc của các quá trình này tương đối gần nhau. Tuy nhiên, ở nhiệt độ cao, vận tốc phản ứng thứ nhất lớn hơn so với phản ứng thứ hai. Quá trình có kèm theo các phản ứng phụ:



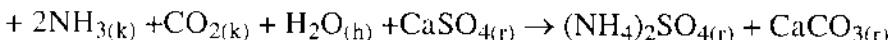
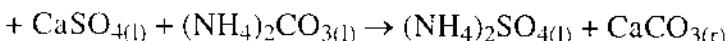
Người ta thường lấy dư cacbon từ 20 ÷ 30% vì có tính đến phần hao hụt trong phản ứng phụ. Quá trình này rất nhạy cảm với oxy vì khi nồng độ oxy cao, lưu huỳnh sẽ cháy ( $\text{CaS} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$ ) tạo thành  $\text{CaSO}_4$ .  $\text{CaSO}_4$  được hình thành dưới dạng bùn xỉ, đóng thành tảng trong lò, rất khó tách. Do đó, quá trình nung nếu được tiến hành với nồng độ oxy 0,5 ÷ 0,6% ở 1200°C, với chất khử dư 20 ÷ 60%, ta thu được khí có nồng độ 10 ÷ 13%  $\text{SO}_2$ . Phần lưu huỳnh sót lại trong pha rắn là 0,2 ÷ 0,5%.

Sự hiện diện của photphat trong thạch cao (đến 15%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) không ảnh hưởng đến quá trình phân hủy, nhưng làm giảm sự hình thành và kết tinh silicat canxi trong ximăng clinke. Flo chuyển vào pha khí trong khi nung sẽ làm ngô độc xúc tác của quá trình chuyển hóa  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ . Vì vậy, mặc dù sự có mặt đồng thời của photphat và flo tạo sự ổn định pha cho  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  (thành phần chủ yếu của xỉ), nồng độ flo và  $\text{P}_2\text{O}_5$  phải nhỏ hơn 0,15 và 0,5%.

Tính toán kinh tế kỹ thuật cho thấy giá thành  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sản xuất từ thạch cao photpho lớn hơn 1,4 lần so với sản xuất từ quặng pirit.

### c) Sản xuất sunphat amon từ thạch cao photpho

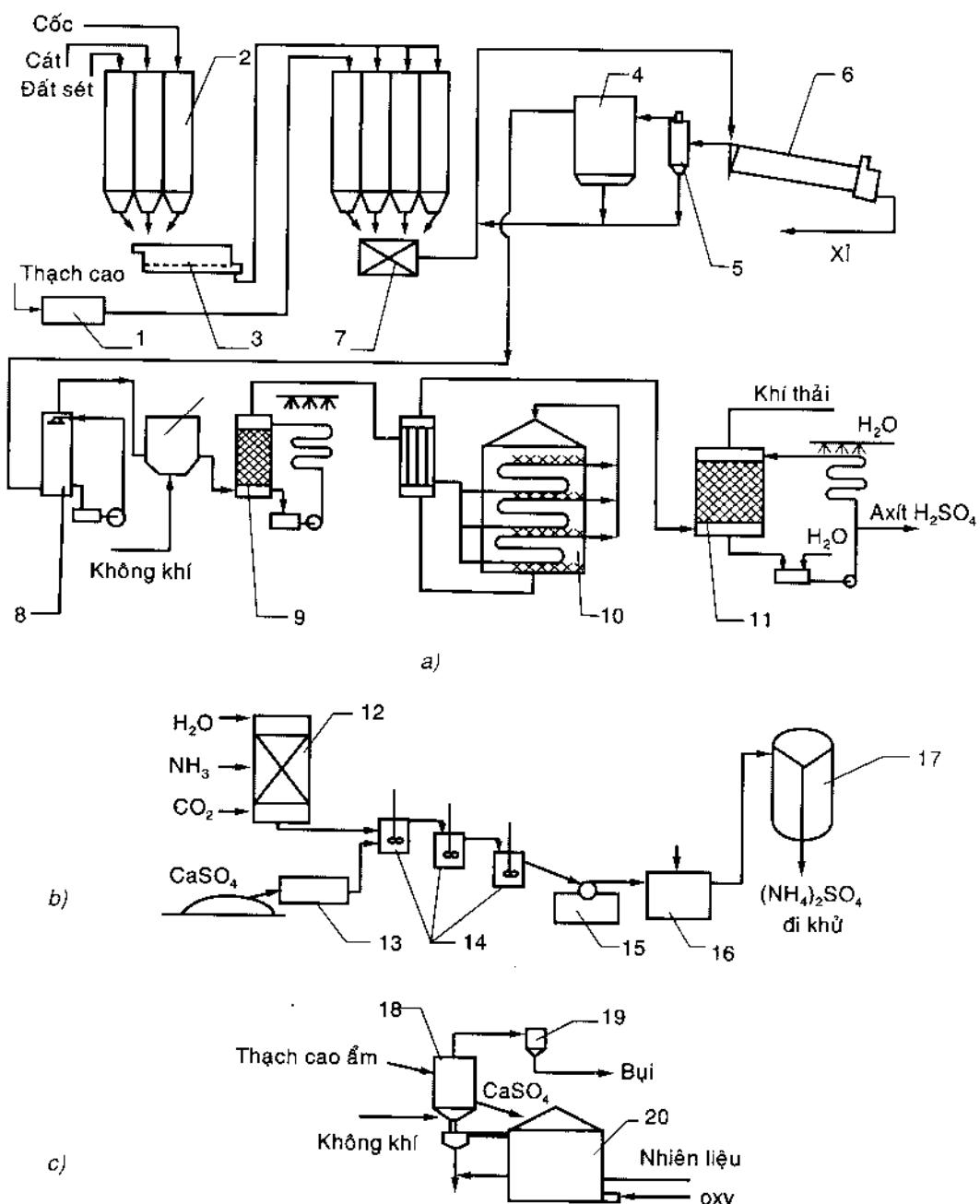
Quá trình dựa trên sự tương tác của thạch cao photpho và cacbonat amon (hoặc là  $\text{NH}_3$  và  $\text{CO}_2$ ) ở áp suất khí quyển hoặc áp suất cao.



Phương pháp lỏng có nhiều ưu điểm hơn bởi vì dễ dàng thực hiện giải nhiệt do phản ứng sinh ra bằng cách tuần hoàn dòng dung dịch  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Hơn nữa, các tinh thể  $\text{CaCO}_3$  tạo ra trong pha khí cũng khó lọc và rửa.

Trên hình 6.8 trình bày sơ đồ nguyên lý của phương pháp lỏng.

Dung dịch  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  được đưa vào cụm thiết bị phản ứng để tương tác với thạch cao photpho đã tán nhuyễn.  $\text{CaCO}_3$  tạo thành trong phản ứng sẽ kết tủa. Sau đó, dung dịch được lọc để tách  $\text{CaCO}_3$ . Khi đó, trong dung dịch có  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  với nồng độ 35 ÷ 40%, được trung hòa bằng  $\text{H}_2\text{SO}_4$  để loại  $\text{NH}_3$  thừa và tiến hành cô đặc trong thiết bị bay hơi nhiều cấp. Các tinh thể  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  thu sau quá trình ly tâm sẽ được sấy khô. Với lượng tiêu hao 1340kg thạch cao, 340kg  $\text{CO}_2$ , 60kg  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và 260kg  $\text{NH}_3$ , ta thu được 1 tấn sunphat amon và 760kg  $\text{CaCO}_3$  chất lượng cao.  $\text{CaCO}_3$  được dùng trong sản xuất vật liệu xây dựng, vôi hóa đất...

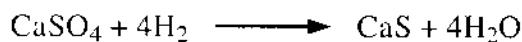
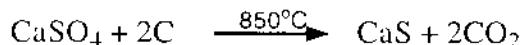


**Hình 6.8. Sơ đồ tần dụng CTR của sản xuất axit photphoric bằng trích ly**

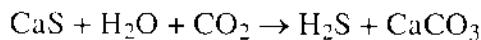
a) Chế biến thành axit sunfuaric và ximăng; b) Chế biến thành sunphat amon; c) Chế biến thành  $CaS$ ; d) Chế biến thạch cao photpho thành lưu huỳnh và vôi, hoặc axit sunfuaric và vôi.

1- máy sấy; 2- xilô; 3- máy nghiền; 4- lọc điện; 5- xyclon; 6- lò nung thùng quay; 7- máy trộn; 8- máy lạnh; 9- tháp sấy; 10- thiết bị phản ứng; 11- Tháp hấp thụ; 12- thiết bị phản ứng để chuẩn bị  $(NH_4)_2CO_3$ ; 13- máy nghiền; 14- thiết bị phản ứng; 15- máy lọc; 16- thiết bị trung hòa; 17- thiết bị cô đặc; 18- Thiết bị phản ứng I; 19- xyclon; 20- thiết bị phản ứng II.

Sunphat canxi bị khử bởi than cốc hoặc các sản phẩm của sự chuyển hóa khí tự nhiên.

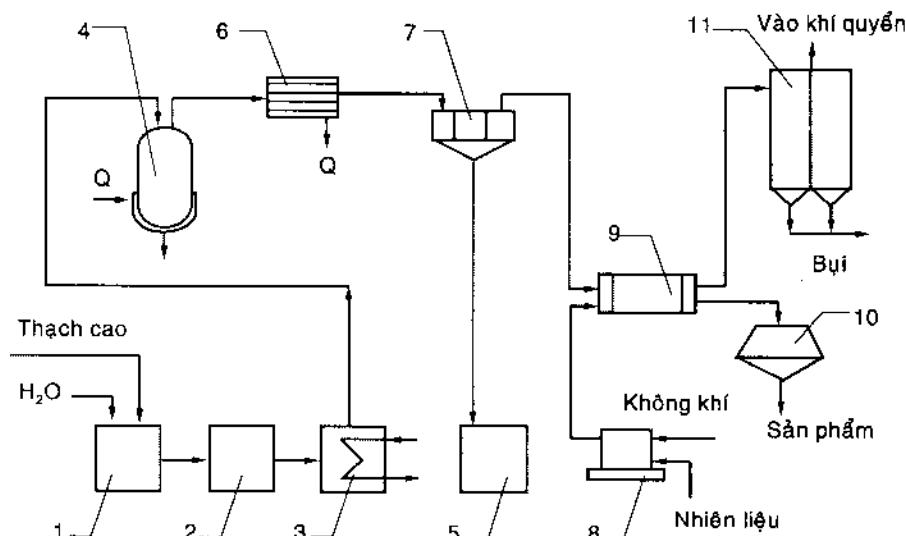


Sau đó CaS được chuyển vào dạng huyền phù với nước bằng khí CO<sub>2</sub>:



H<sub>2</sub>S có thể được đốt cháy hoàn toàn thành SO<sub>2</sub> để sản xuất H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hay oxy hóa một phần để thu lưu huỳnh nguyên tố theo phương pháp Claus.

Theo sơ đồ trên hình 6.9, thạch cao ẩm được khử nước trong thiết bị I. Nhiệt độ cần thiết được tạo ra bằng cách đốt các hidrocacbon còn lại trong khí đi ra từ thiết bị phản ứng II. Trong thiết bị II, CaSO<sub>4</sub> chuyển hóa thành CaS dưới tác dụng của tác nhân khử, ở nhiệt độ gần 850°C.

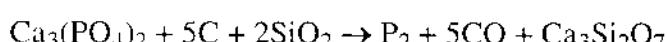


**Hình 6.9. Sơ đồ hệ thống tái chế phế thải thạch cao**

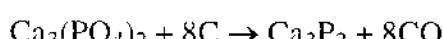
- 1- máy trộn; 2- thùng lưu trữ; 3- bình lưu lượng; 4- nồi áp suất;
- 5- bình chứa phân lọc; 6- thiết bị; 7- thiết bị lọc chân không; 8- lò;
- 9- máy sấy thùng quay; 10- bình chứa sản phẩm; 11- xiclon

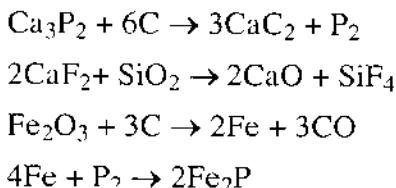
## 2. Chất thải rắn của sản xuất axít photphoric bằng nhiệt

Nguyên liệu bị khử bởi than trong lò điện với sự có mặt của oxit silic trong liệu lò.



Quá trình kèm theo các phản ứng phụ:

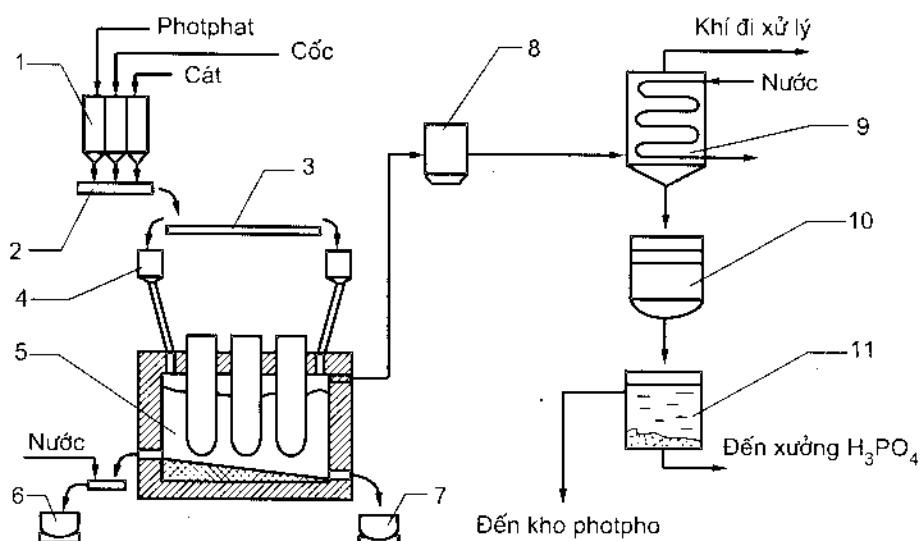




Có hai phương pháp để thu  $\text{H}_3\text{PO}_4$ : một bậc và hai bậc.

Trong phương pháp một bậc, khí lò được đốt rồi làm nguội, thủy hóa, đưa vào thiết bị lọc điện để thu hồi sương mù axit photphoric.

Phương pháp hai bậc hoàn thiện hơn và đang được áp dụng rộng rãi. Theo đó, photpho được ngưng tụ từ khí được đem đốt tạo thành  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Thủy hóa sản phẩm tạo thành sẽ thu được axit photphoric. Photpho lỏng ngưng tụ trong thiết bị được cho vào bình chứa để lắng. Photpho sẽ phân lớp, tạo thành bùn gồm có photpho bụi,  $\text{SiO}_2$  và mồ hóng. Trên 1 tấn photpho thu được, trong lò điện hình thành  $4000\text{m}^3$  khí có nồng độ CO cao,  $0,1 \div 0,5$  tấn  $\text{Fe}_2\text{P}$ ,  $0,05 \div 0,35$  tấn bụi,  $7,5 \div 11$  tấn bùn silic, gần  $50\text{kg}$  bùn chứa sắt.  $\text{Fe}_2\text{P}$ ,  $\text{Fe}_3\text{P}$  hình thành trong khi khử  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  và  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  được lấy ra khỏi lò theo chu kỳ xác định, để nguội sẽ tạo khối giống gang, được sử dụng chủ yếu trong luyện kim. Các sản phẩm này được dùng như chất pha trong quá trình đúc hoặc là chất khử oxi, cũng như làm vật liệu chống tia phóng xạ. Bụi từ thiết bị lọc điện có thể dùng làm phân khoáng vì trong thành phần của nó có đến  $22\%$   $\text{P}_2\text{O}_5$  và  $15\%$   $\text{K}_2\text{O}$ . Khí ra khỏi thiết bị ngưng tụ chứa khoảng  $85\%$  CO,  $0,05\%$  photpho,  $0,2 \div 0,4\%$   $\text{PH}_3$ ,  $0,5 \div 1\%$   $\text{H}_2\text{S}$  (tính theo thể tích) và các tạp chất khác, sẽ được sử dụng làm nhiên liệu. Sau khi loại tạp chất ( $\text{PH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , P...), CO sẽ được dùng trong tổng hợp hóa học.



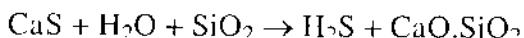
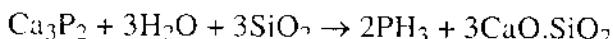
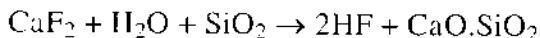
**Hình 6.10. Sơ đồ sản xuất photpho theo phương pháp nhiệt**

- 1- thùng nhập nguyên liệu; 2- máy trộn; 3- bộ phận nhập liệu; 4- thùng nhập liệu lò;
- 5- lò điện; 6- rãnh thoát bùn xỉ; 7- rãnh thoát photpho sắt; 8- lọc điện;
- 9- thiết bị ngưng tụ; 10- bình chứa photpho lỏng; 11- thùng lắng.

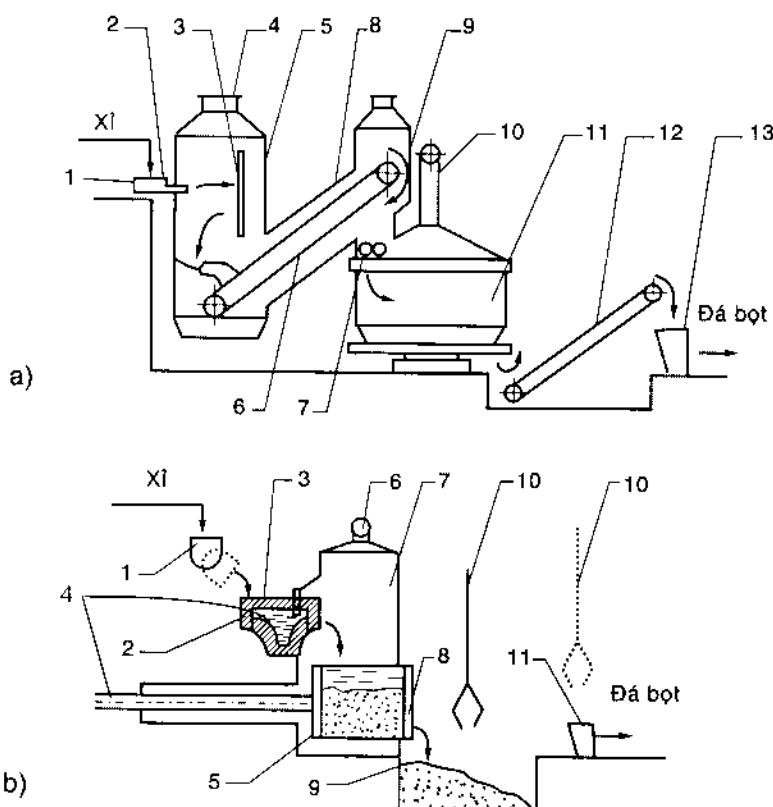
### a) Tận dụng cặn

Cặn có hàm lượng trung bình như sau: 38 ÷ 42% CaO, 2 ÷ 5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 44 ÷ 8% CaO, 0,5 ÷ 3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,5 ÷ 1% MgO, 0,5 ÷ 1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và các phần tử khác. Do cặn có chứa flo (3,6% ở dạng CaF<sub>2</sub>), photpho (3,6% ở dạng P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), lưu huỳnh nên không thể ứng dụng trực tiếp các phương pháp tái sử dụng như đối với cặn hình thành trong quá trình luyện gang. Cặn này ở Liên Xô đã được nghiên cứu với mục đích làm vật liệu xây dựng và các vật dụng khác.

### b) Tận dụng Flo



### c) Sản xuất đá bọt từ xỉ photpho nóng chảy



**Hình 6.11. Sơ đồ sản xuất đá bọt**

a) Phương pháp thổi nước: 1- rãnh xỉ của lò điện; 2- thiết bị thổi tia nước; 3- màng chắn; 4- ống thoát khí; 5- buồng thu khí; 6- băng tải; 7- máy đập; 8- hành lang nghiêng; 9- buồng tháo sản phẩm; 10- ống nhập không khí; 11- thiết bị làm nguội; 12- băng vận tải; 13- thùng chứa.

b) Phương pháp bể nước: 1- gầu xỉ; 2- màng xỉ; 3- tấm chắn nước; 4- cơ cấu đẩy; 5- bể ổn định; 6- tường lật được; 7- buồng chứa khí; 8- ống ra; 9- thùng chứa đá bọt; 10- máng cát; 11- thùng chứa sản phẩm đã nghiền.

Một trong các sơ đồ sản xuất đá bọt từ xỉ photpho nóng chảy được trình bày trên hình 6.11a. Xỉ nóng chảy bị phá vỡ bằng các tia nước dưới áp suất cao và tiếp tục vỡ khi va đập vào màn chắn, rơi xuống băng tải. Khí thoát ra và vật liệu được làm nguội. Các cục xỉ nóng đông đặc được cho vào máy nghiền để phá vỡ đến hạt có kích thước 100mm, được tiếp tục làm nguội trong thiết bị truyền nhiệt và vận chuyển vào công đoạn chế biến tiếp theo. Khí thoát ra từ buồng chứa và hành lang sẽ đi vào các ống dẫn khí.

Đá bọt còn được chế biến từ xỉ photpho nóng chảy bằng phương pháp bể nước ổn định với tháo liệu bằng cách đẩy (hình 6.11b).

Xỉ photpho dạng hạt được sử dụng như phụ gia khoáng hoạt tính cho liệu lò xi măng (đến 15%). Việc ứng dụng chúng trong công nghiệp xi măng cho phép giảm tiêu hao năng lượng đến  $6 \div 7\%$  và tăng độ cứng cho xi măng.

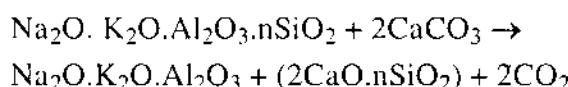
Các ứng dụng của photpho trong sản xuất rất đa dạng. Ở Mỹ, xỉ photpho được dùng để vô hóa đất. Trong những năm gần đây, người ta đã quan tâm đến việc chế biến xỉ photpho bằng phương pháp hóa học với mục đích thu hồi các sản phẩm có giá trị và tinh quặng các nguyên tố đất hiếm.

Trích xỉ bằng  $\text{HNO}_3$  có thể thu được  $\text{SiO}_2$  phân tán và dung dịch  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  dùng làm phân bón. Các hợp chất của nguyên tố đất hiếm có thể được trích bằng 3 butyl photphat và tái trích bằng nước kết hợp với quá trình kết tủa ở dạng hydroxit. Xử lý xỉ này bằng  $\text{HCl}$  cho phép thu tinh quặng nguyên tố đất hiếm, với  $\text{SiO}_2$  có độ tinh khiết cao và thành phẩm  $\text{CaCl}_2$ .

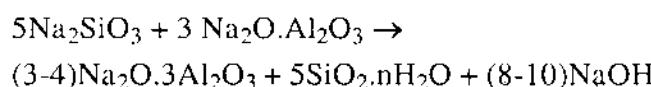
### **3. Sử dụng toàn phần nguyên liệu photphat**

Quá trình tuyển quặng photphat hình thành một lượng lớn CTR. Sản xuất 1 tấn tinh quặng apatit, ta thu được  $0,6 \div 0,7$  tấn tinh quặng nefelin. Quặng này có thể chế biến thành: sôđa, xi măng,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

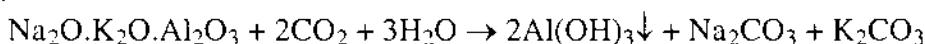
Theo phương pháp này, tinh quặng nefelin ở dạng bột được thiêu kết với  $\text{CaCO}_3$ .



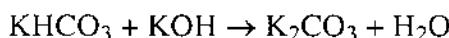
Sản phẩm thiêu kết được trích bằng nước.  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  sẽ chuyển vào dung dịch lọc.  $2\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2$  được tách và dùng trong sản xuất xi măng, phần lọc chứa  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  được cho vào nồi hơi để khử silic ở áp suất  $0,6 \div 0,7 \text{ MPa}$ .



Dung dịch được cacbonat hóa bởi khói lò thiêu kết:



Để thu được  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , người ta tiến hành lọc dung dịch. Trong phần nước lọc, ngoài  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , còn có  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$  và  $\text{K}_2\text{SO}_4$  do trong khí lò có  $\text{SO}_2$ .



$\text{Na}_2\text{CO}_3$  và  $\text{K}_2\text{CO}_3$  được tách ra khỏi dung dịch dựa trên sự khác biệt của độ hòa tan theo nhiệt độ.

### 6.2.3. Tái chế CTR từ quá trình sản xuất phân kali

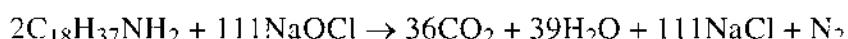
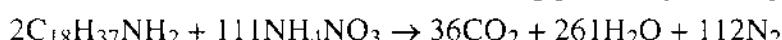
Hơn 90% muối kali, chủ yếu là  $\text{KCl}$ , khai thác từ lòng đất được sử dụng làm phân bón. Khoáng sản kali là hỗn hợp  $\text{KCl}$  và  $\text{NaCl}$  cùng các tạp không tan. Phần khoáng sản không tan còn lại thường được chế biến thành  $\text{Al}_2\text{O}_3$  và đồng thời thu được sản phẩm phụ là  $\text{KCl}$ . Quá trình chế biến và tuyển nguyên liệu trong công nghiệp kali hàng năm thải ra hàng triệu tấn  $\text{NaCl}$  và hàng trăm ngàn tấn cặn muối đất sét.

Quặng kali được chế biến bằng các phương pháp khác nhau, thường dùng nhất là phương pháp kết tinh từ dung dịch và tuyển nổi. 1 tấn  $\text{KCl}$  thành phẩm tạo ra 3÷4 tấn muối phế thải với các tạp chất như  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ , brom và các chất không tan khác. Thành phần chất thải như sau: 89 ÷ 90%  $\text{NaCl}$ , 4,4 ÷ 5%  $\text{NaBr}$ , 1,1%  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$  0,1%, 4,4 ÷ 4,8% chất không tan. Trong thực tế, một lượng nhỏ phế thải muối được dùng để sản xuất muối ăn, còn đa số thải vào nguồn nước mặt, biển, lấp khoảng trống của các xí nghiệp mỏ.

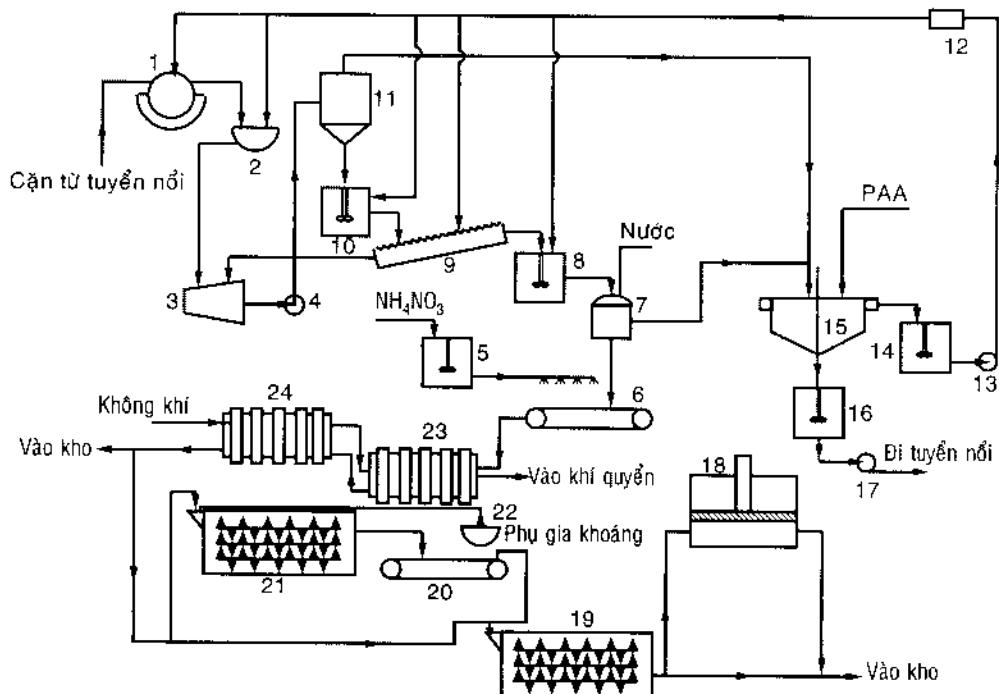
Muối phế thải chứa đến 90%  $\text{NaCl}$  có thể dùng để sản xuất soda, clo... Tuy nhiên, điều này chỉ thích hợp cho các nhà máy ở gần mỏ kali vì việc vận chuyển nguyên liệu rẻ tiền như thế không có hiệu quả kinh tế. Cần phải để ý là việc sử dụng trực tiếp các phế thải này trong công nghiệp clo sẽ gặp khó khăn do trong thành phần muối có chứa sunphat, chất không tan và  $\text{KCl}$ . Phế liệu thải ra từ việc tuyển nổi  $\text{KCl}$  còn chứa các amin được sử dụng làm tác nhân nổi. Dưới đây chúng ta sẽ khảo sát một số công nghệ tái sử dụng phế thải muối.

Trên hình 6.10 trình bày sơ đồ công nghệ quá trình sản xuất muối ăn cho gia súc từ muối phế thải. Phân đoạn 5mm và 0,1mm có hàm lượng  $\text{KCl}$  và phần không tan lớn nhất.

Quá trình công nghệ bao gồm khử cặn của phế thải, trích  $\text{KCl}$  bằng dung dịch  $\text{NaCl}$ , sấy, đun nóng muối, thêm phụ gia khoáng sản và đóng khối. Dung dịch được lắng trong nhằm mục đích tuần hoàn. Các công đoạn quan trọng là tách ẩm và loại các amin ra khỏi sản phẩm, sấy, đun muối. Amin chỉ có thể được tách hoàn toàn khi đun muối đến nhiệt độ  $\geq 500^\circ\text{C}$ . Với mục đích giảm nhiệt độ đun, ta có thể sử dụng chất oxy hóa như  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  và  $\text{NaOCl}$ , khi tác dụng phân hủy các tạp amin. Ví dụ:

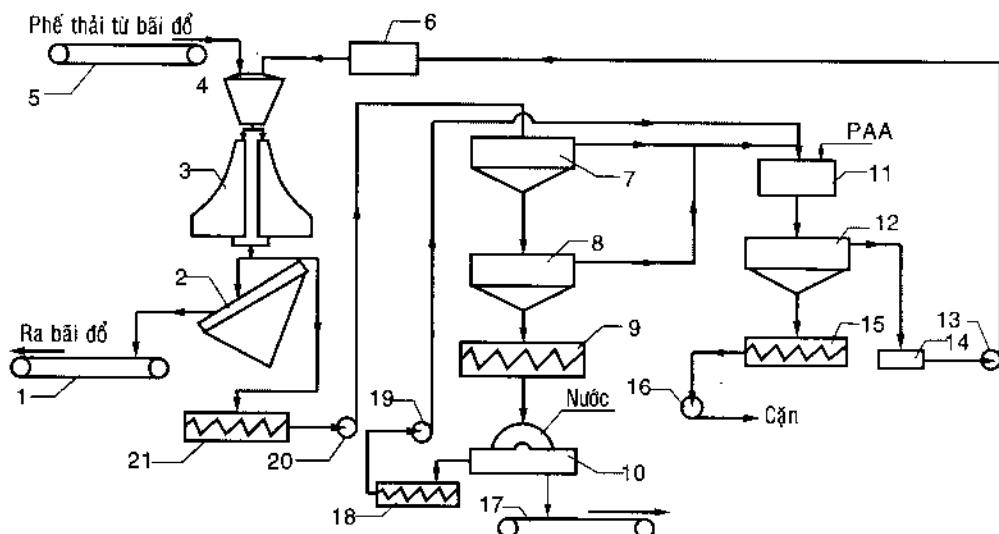


Sử dụng lượng  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  gấp đôi lý thuyết sẽ tách amin hoàn toàn trong vòng 15 phút ở nhiệt độ  $300^\circ\text{C}$ ; sử dụng  $\text{NaOCl}$  còn cho phép giảm nhiệt độ xuống còn  $150 \div 200^\circ\text{C}$ . Việc sử dụng các chất oxy hóa này không tạo ra tạp chất phụ cho sản phẩm.



**Hình 6.12.** Sơ đồ sản xuất muối ăn cho gia súc từ muối phế thải

1- thiết bị lọc chân không; 2- máy khuấy ngang; 3- hố; 4, 13, 17- máy bơm; 5, 8, 14, 16- máy khuấy; 6, 20- băng tải; 7- máy ly tâm; 9- thiết bị phân loại thủy động; 10- thùng tiếp xúc; 11- cyclon nước; 12- bồn cao vị; 14- hệ thống làm nguội; 15- thiết bị ngưng kết; 18- máy ép; 19, 21- máy trộn vít tải; 22- thùng luồng đa cấu tử; 23,24 - máy sấy dạng trống.



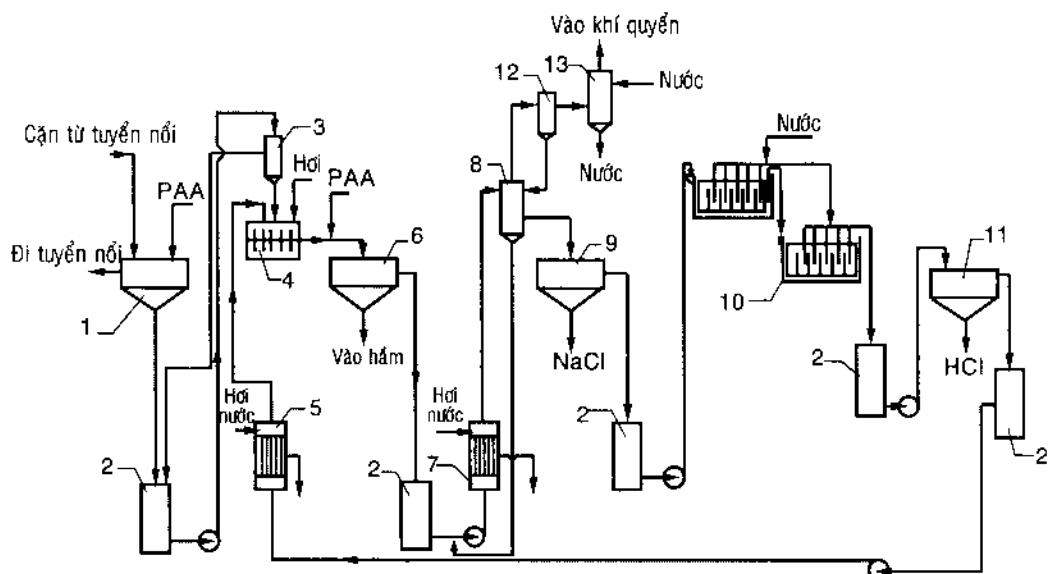
**Hình 6.13.** Sơ đồ sản xuất muối công nghiệp từ muối phế thải

1, 5, 17- băng tải; 2- sàng; 3- rây; 4- phễu nhập liệu; 6, 11, 14- thùng chứa; 7, 8, 12- bể lắng; 9, 15, 18, 21- máy trộn; 10- máy ly tâm; 13, 16, 19, 20- máy bơm

Một ví dụ của việc sử dụng muối thải để sản xuất muối công nghiệp được trình bày trên hình 6.13. Trong trường hợp này, lượng tạp chất tối đa tập trung trong phân đoạn  $0,315 \div 3\text{mm}$ . Muối thải được cho vào phễu nhập liệu chung với nước, tạo thành bùn với tỷ lệ lỏng : rắn =  $0,8 - 1$ , tự chảy vào lưỡi để phân loại. Hạt lớn hơn  $3\text{mm}$  được phân loại tiếp trên sàng và thảm bỏ. Bùn với hạt nhỏ hơn  $3\text{mm}$  được tập trung vào máy trộn, bơm vào thiết bị lắng 7. Cặn ngưng kết ở đây sẽ được phân loại tiếp trong thiết bị lắng 8, có dạng bùn với tỷ lệ lỏng : rắn =  $1,5 : 1$ . Từ đó, bùn được đưa qua máy trộn 9 và cho vào máy ly tâm. Ở đây, các tinh thể muối tách ra khỏi dung dịch nước cài và được rửa bằng nước muối sau ly tâm có độ ẩm  $5 \div 7\%$ . Sau ly tâm, muối được sấy để thu sản phẩm thỏa mãn yêu cầu trong kỹ thuật ( $97,82\%$  NaCl,  $0,48\%$  chất không tan,  $0,43\%$   $\text{Ca}^{2+}$ ,  $0,02\%$   $\text{Mg}^{2+}$ ,  $0,9\%$   $\text{H}_2\text{O}$ ). Nước từ các thiết bị và dung dịch nước cài của công đoạn ly tâm được tiến hành lắng trong bể lắng 12. Polyacrilamat để chêm vào để thúc đẩy quá trình lắng. Phần nước sau lắng chứa  $0,1\text{ kg/m}^3$  SS đưa vào bể chứa để tuần hoàn trong quá trình sản xuất, còn phần bùn lắng có nồng độ các hạt đất sét cao được đưa vào hầm lưu trữ.

Cặn muối, đất sét hình thành trong sản xuất KCl là huyền phù phân tán cao, chứa các thành phần không tan và có hàm lượng muối khoảng  $200\text{g/l}$ . Cặn bùn lơ lửng gồm  $9,8 \div 11,5\%$  KCl,  $18,5 \div 20\%$  NaCl,  $0,3 \div 1,5\%$   $\text{MgCl}_2$ ,  $0,2 \div 0,5\%$   $\text{CaSO}_4$ ,  $0,1 \div 0,4\%$   $\text{CaCl}_2$ . Huyền phù này có tỷ lệ lỏng : rắn =  $1,7 \div 2,5$ .

Từ cặn này, ta có thể sản xuất các sản phẩm như KCl, NaCl, dung dịch kiềm clomagezit. Sơ đồ chế biến bùn đất sét - muối bằng phương pháp hòa tan - kết tinh được trình bày trên hình 6.14.



**Hình 6.14.** Sơ đồ tái chế bùn đất sét - muối bằng phương pháp hòa tan - kết tinh  
 1, 6, 9, 11- thiết bị lắng; 2- thùng chứa; 3- bộ định lượng huyền phù;  
 4- thiết bị phản ứng-hòa tan; 5- thiết bị dùn; 7- thiết bị cô đặc; 8- bộ phân ly;  
 10- thiết bị kết tinh; 12- bộ thu hồi bột; 13- baromet.

Theo sơ đồ này, sau khi ngưng kết trong thiết bị lăng, bùn đất sét - muối ở dạng huyền phù được đưa vào bể chứa trung gian. Máy đo liều lượng dung dịch nước cái kiềm được cho vào thiết bị phản ứng - hòa tan để kiểm soát quá trình trích ly KCl ra khỏi pha rắn. Nồng độ KCl trong dung dịch bão hòa kiềm (ở 85°C) phụ thuộc tỷ lệ lỏng - rắn trong bùn ban đầu, thông thường thay đổi trong khoảng 211,7 ÷ 281g/1000g H<sub>2</sub>O. Huyền phù nóng này được tiếp tục cho qua bể lăng, ở đây người ta cho thêm dung dịch PAA 0,5% (300 ÷ 400g/tấn chất không tan) để thúc đẩy quá trình ngưng kết. Từ đó, phần bùn được cho vào hầm lưu trữ, phần nước trong được cho vào bể chứa trung gian. Sau đó dung dịch được cô đặc đến độ quá bão hòa theo KCl từ 0,97 ÷ 1,09. Dung dịch sau cô đặc là huyền phù (pha rắn gồm 99 ÷ 99,8% NaCl, 0,1 ÷ 0,9% KCl, 0,03 ÷ 0,15% CaSO<sub>4</sub>, 0,1 ÷ 0,5% phần không tan) chứa đến 20g MgCl<sub>2</sub>/1000g H<sub>2</sub>O được cho vào bể lăng 9. Các tinh thể được tách ra khỏi chất lỏng. Phần nước trong được kết tinh khi làm nguội bằng nước sẽ thu được các tinh thể KCl nhuyễn (0,2 ÷ 0,38mm). KCl được ngưng kết ở trong sản phẩm từ 95,3 ÷ 100%, còn phần lỏng được quay trở lại thiết bị phản ứng hòa tan.

#### 6.2.4. Tái chế CTR do sản xuất tôn tráng kẽm

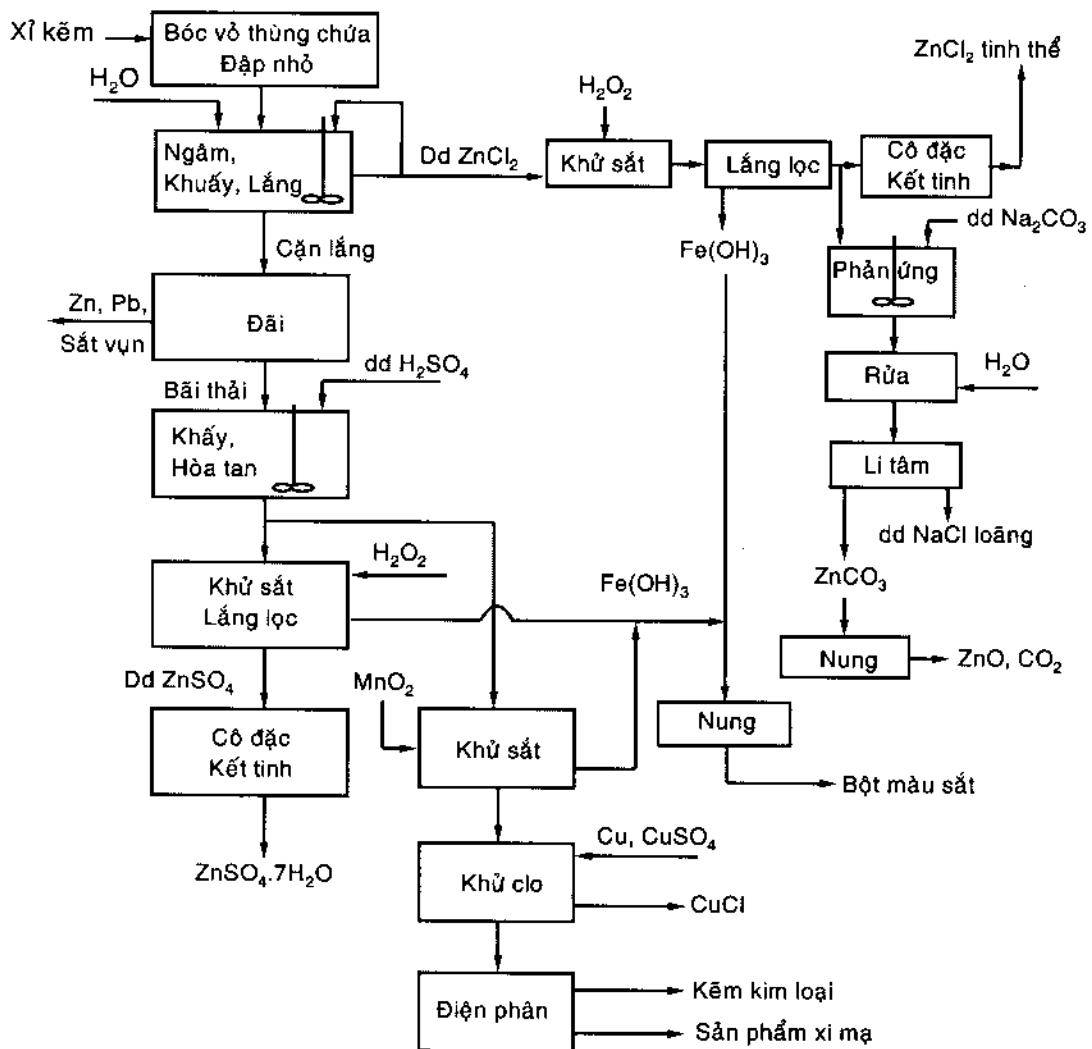
##### 1. Sự hình thành CTR do sản xuất tôn tráng kẽm

Công nghệ sản xuất tôn tráng kẽm cơ bản như sau: kẽm ở dạng thỏi được nung nóng chảy rồi phủ lên bề mặt thép đã được tẩy sạch. Để đun nóng chảy kẽm, người ta dùng chất trợ dung là NH<sub>4</sub>Cl và lưu huỳnh để chống oxy hóa bề mặt kẽm. Các phản ứng giữa kẽm và các chất này tạo ra hỗn hợp dạng bọt nổi lên trên bề mặt kẽm nóng chảy. Nó không có ích cho quá trình mạ kẽm nên được vớt ra liên tục và chứa vào các thùng kim loại. Chất thải này phát sinh ở dạng lỏng và có màu đen nên được gọi là nước đen. Khi để nguội, nước đen hóa rắn và đó chính là CTR do sản xuất tôn tráng kẽm. Thời gian trước đây, chất thải này bị thải bỏ bừa bãi như tại bãi rác sinh hoạt, chôn lấp tạo mặt bằng xây dựng, đổ xuống sông, ao hồ và thậm chí đổ xuống ruộng ven đường. Theo số liệu thống kê năm 1998, lượng nước đen này vào khoảng 60 tấn/tháng.

Theo kết quả nghiên cứu của tài liệu [20], hàm lượng kẽm trung bình trong CTR (nước đen) vào khoảng 43,5% khối lượng, trong đó phần kẽm tan (ZnCl<sub>2</sub>) chiếm 24,78%, còn phần không tan (ZnO, ZnS...) chiếm 18,72%, ngoài ra, trong thành phần của nước đen còn chứa một số nguyên tố khác như Cl 14,8%, Fe 1,12%, Pb 0,03%. Hàm lượng kẽm trong nước đen tương đương với quặng sunphua nghèo, nhưng so với quặng kẽm - chì, kẽm oxit thì hàm lượng này cao hơn hẳn. Với thành phần này, nếu đổ bỏ bừa bãi sẽ có tác hại rất lớn đến môi trường do ZnCl<sub>2</sub> dễ tan và phát tán vào trong môi trường nước. Tuy nhiên, nếu tận dụng nước đen như một nguồn nguyên liệu thì công nghệ chế biến sẽ đơn giản hơn rất nhiều so với việc chế biến từ quặng mỏ tự nhiên.

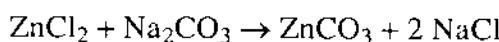
##### 2. Quy trình công nghệ tái chế CTR từ quá trình sản xuất tôn tráng kẽm

Công nghệ tái sử dụng toàn phần CTR nêu trên được trình bày trên hình 6.15.

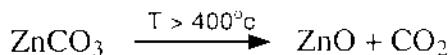


**Hình 6.15. Sơ đồ công nghệ tái chế CTR của sản xuất tinh kẽm**

Theo sơ đồ hình 6.15, trước tiên xỉ kẽm được tách ra khỏi thùng chứa kim loại, đập đến kích thước càng nhỏ càng tốt (đường kính thường vào khoảng 10mm). Do tính dòn, dễ vỡ nên việc đập nhỏ được thực hiện khá dễ dàng. Tiếp theo, xỉ đã đập nhỏ được cho vào bể, ngâm nước để hòa tan các chất tan, chủ yếu là  $ZnCl_2$ . Quá trình này được thực hiện nhiều lần với dòng nước tuần hoàn nhằm mục đích hòa tan triệt để  $ZnCl_2$  trong chất thải. Dung dịch  $ZnCl_2$  thu được có nồng độ > 20% (tỷ trọng > 1,2) được khử sắt bằng oxy già ( $H_2O_2$ ) và dẫn qua bể lắng để tách tạp chất không tan. Thành phần cặn chủ yếu là  $Fe(OH)_3$ , tuy nhiên khối lượng không nhiều nên sẽ được tích lũy trong bể chứa và dùng để sản xuất bột màu. Còn dung dịch  $ZnCl_2$  được đem đi cô đặc, kết tinh một lần hay nhiều lần tùy theo chất lượng sản phẩm  $ZnCl_2$  yêu cầu; chế biến thành cacbonat kẽm  $ZnCO_3$  bằng cách cho phản ứng với dung dịch soda. Phản ứng diễn ra như sau:



$\text{ZnCO}_3$  kết tủa được lấy ra khỏi dung dịch muối bằng cách rửa bằng nước nhiều lần rồi cho vào máy ly tâm. Sau khi qua máy ly tâm,  $\text{ZnCO}_3$  có độ ẩm khoảng 20% sẽ được sấy khô, nghiền trong máy nghiền búa rồi cho đóng bao thành phẩm.  $\text{ZnCO}_3$  ít được ứng dụng trong thực tế nhưng khi nung ở nhiệt độ lớn hơn  $400^\circ\text{C}$  ta sẽ thu được oxit kẽm.



$\text{ZnO}$  là chất được sử dụng trong nhiều ngành sản xuất như sơn, lưu hóa cao su, bột màu cho gốm sứ, gạch men...

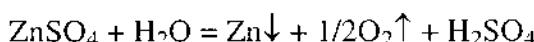
Phần xỉ kẽm còn lại trong bể ngâm không tan trong nước chủ yếu là  $\text{ZnO}$  và  $\text{ZnS}$  dạng bột nhão, Zn, Pb, Fe ở dạng mảnh vụn, một ít hợp chất sắt II. Chì, kẽm, sắt có kích thước lớn hơn muối kẽm nên được tách ra khỏi hỗn hợp dễ dàng bằng cách dãi và rửa bằng nước. Chúng sẽ được thu mua bởi các lò luyện kim. Còn  $\text{ZnO}$  và  $\text{ZnS}$  có thể được chế biến thành sunphat kẽm ( $\text{ZnSO}_4$ ) bằng cách hòa tan với dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  trong thiết bị phản ứng khuấy trộn. Phản ứng như sau:



Dung dịch  $\text{ZnSO}_4$  cần được khử sắt bằng  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Sắt II được oxy hóa thành hydroxit sắt III không tan  $\text{Fe(OH)}_3$ , được lắng và lọc để tách  $\text{Fe(OH)}_3$ , nung tạo thành màu vô cơ. Dung dịch  $\text{ZnSO}_4$  được cô đặc – kết tinh để thu các tinh thể  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Sunphat kẽm được dùng để sản xuất phân dưới dạng vi lượng.

Để điều chế dung dịch điện phân dùng cho xi mạ kẽm hoặc để thu hồi kẽm kim loại, dung dịch  $\text{ZnSO}_4$  cần được khử sắt bằng  $\text{MnO}_2$  ở  $\text{pH} = 1$  rồi trung hòa tạo tủa hydroxit sắt III. Kết tủa  $\text{Fe(OH)}_3$  cũng được lắng lọc để tách ra và dung dịch tiếp tục được tách loại Clo. Cho dung dịch sunphat đồng và đồng bột vào dung dịch để khử Clo. Khuấy trộn đủ thời gian phản ứng. Lắng lọc, tách cặn  $\text{CuCl}$  ra, đưa đi tái sinh đồng. Bổ sung axít sunfuaric vào dung dịch kẽm sunphat để tạo thành dung dịch điện phân. Thực hiện điện phân với điện cực catod bằng nhôm và anod bằng chì sẽ thu được kẽm kim loại. Điều kiện điện phân: mật độ dòng điện  $D_k = 555,55\text{A/m}^2$ , điện thế  $U = 4 - 5\text{V}$ , khoảng cách giữa hai điện cực là 60mm.

Phương trình điện phân tổng quát:



### 6.2.5. Tái chế bùn đỏ

#### 1. Nguồn gốc phát sinh bùn đỏ

Bùn đỏ là loại CTR sinh ra từ quy trình sản xuất nhôm hydroxyt từ quặng bôxit. Khối lượng bùn đỏ khoảng 30 tấn/ngày và ngay tại bãi chứa, lượng chất rắn này đang tồn đọng khoảng 7.500 tấn. Bùn đỏ thải ra môi trường sẽ là tác nhân gây ô nhiễm, ảnh hưởng đến cây trồng, làm bẩn nguồn nước, gây các bệnh về da...

Thực tế, bùn đỏ ở dạng huyền phù có thành phần trung bình như sau:

- Phần lỏng:  $1 \div 3\text{g/l Na}_2\text{O}$ ,  $1 \div 3\text{g/l Al}_2\text{O}_3$

- Phần rắn: 18 ÷ 22% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 40 ÷ 50% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2 ÷ 4% SiO<sub>2</sub>; 2 ÷ 5% TiO<sub>2</sub> và một số kim loại khác như Ca, Cu, Mg...

Bùn đỏ chứa hàm lượng nhôm và sắt cao, cần có biện pháp thu hồi nhầm đem lại lợi ích về kinh tế và đảm bảo an toàn về mặt môi trường.

## **2. Các công nghệ xử lý bùn đỏ trên thế giới**

### *a) Tách lỏng, thu hồi bùn đặc*

Có nhiều phương pháp tách lỏng nhầm thu hồi bùn đặc, đã áp dụng trên thế giới như:

- Lắng: có khả năng thu hồi bùn rắn với hàm lượng chất rắn vào khoảng 25%. Ngoài ra, có thể áp dụng một số phương pháp như điều chỉnh pH, phương pháp từ, bổ sung kim loại hoặc sử dụng các polyme trợ keo tụ, tuy nhiên, hiệu quả lắng tăng không đáng kể mà chi phí hóa chất khá cao, nên không được ứng dụng.

- Phương pháp lọc ép bùn ở áp suất 13kg/cm<sup>2</sup>, thu bùn ở dạng bánh rắn

- Phương pháp ly tâm có bổ sung chất keo tụ có thể đạt nồng độ chất rắn lên đến 38%.

### *b) Đóng rắn*

Bùn đỏ được trộn với than non hay than nâu với tỷ lệ (0,5 ÷ 10) : 1. Chất lỏng trong bùn đỏ sẽ kết dính với hạt than tạo thành hỗn hợp dễ lưu trữ và vận chuyển, ứng dụng cho quá trình hydro hóa than hoặc làm chất xúc tác.

Bùn đỏ được trộn với muối amon bậc 4 với liều lượng 20 ÷ 200g/tấn bùn đỏ. Sau đó hỗn hợp được khuấy trộn liên tục cho đến khi bùn đỏ trở thành khối cứng.

### *c) Tồn trữ và thải bỏ bùn đỏ*

Tồn trữ: yêu cầu bùn đỏ phải được trung hòa, nơi chứa kín, gần nhà máy để giảm chi phí vận chuyển

Thải bỏ: Thải xuống biển, thải vào sông, thải bùn trên đất liền.

- Xử lý thải bỏ bằng phương pháp sinh học: Sử dụng vi khuẩn sắt, tham gia phản ứng tạo axit sunfuaric và Fe<sup>3+</sup>. Sau đó axit sunfuaric sẽ kết hợp với nhôm tạo thành muối nhôm Sunfat hòa tan. Công nghệ trên cho giá thành xử lý, chi phí nhân công thấp.

- Xử lý bằng phương pháp đốt: trộn bùn đỏ với than, ép, sau đó đóng gói cho vào lò đốt bằng gas và than cốc. Khí sinh ra được ngưng tụ và rửa bằng dung dịch FeSO<sub>4</sub> theo tỷ lệ lý thuyết. Nước chảy ra được tách dầu, hắc ín. Dung dịch (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> được tuần hoàn đến nồng độ 30% bão hòa. Dung dịch bão hòa được tận dụng để sản xuất phân bón hay nitơ. Cặn ở dạng than cốc được làm nguội bằng khí tro và nghiền để tạo thành sản phẩm, có hàm lượng cacbon cao dùng cho nhà máy điện. Khí sau khi ngừng rửa được làm lạnh và đưa vào hệ thống phân phổi khí dưới dạng tinh khiết và khô. Dầu cặn, hắc ín tách ra từ bể lắng được tận dụng làm chất kết dính hay đốt tận dụng năng lượng.

### *d) Xử lý tận dụng*

Bùn đỏ sử dụng trong công nghệ sản xuất vật liệu phải được xử lý trước bằng HCl để hòa tan cấu tử natri, sau đó trộn với đất sét, sấy để hạ độ ẩm, tránh biến dạng rồi đưa vào nung.

- *Sản xuất tấm lợp cách âm:* Bùn đỏ được trộn với thủy tinh và một số CTR khác tạo thành sản phẩm là tấm lợp cách âm có khả năng chống cháy, chịu được thời tiết tốt hơn tấm lợp làm bằng xenluloze và nhựa truyền thống.

- *Sản xuất vật liệu composit:* hỗn hợp composit gồm có bùn đỏ, polyme, sợi thiên nhiên. Quá trình sản xuất vật liệu này không cần gia nhiệt. Hỗn hợp composit chứa sắt, nhôm, titan, 82,5% xenlulo, 11,3% lignin được ứng dụng làm các phụ kiện xây dựng như cửa, sàn nhà, hộp cắm điện, bảng. Công nghệ này được ứng dụng phổ biến tại Ấn Độ.

- *Thu hồi kim loại dùng trong luyện kim:* bùn đỏ trước tiên được trộn với axit và đun nóng để hòa tan các cấu tử canxi, sắt, nhôm, magiê. Phần rắn thu được là silica được tách khỏi dung dịch. Sau đó, điều chỉnh pH để kết tủa lần lượt sắt, nhôm ở dạng hydroxit và các muối khác.

- *Thu hồi Natri aluminat:* bùn đỏ được đem nung với vôi ở nhiệt độ 280°C và thu được sản phẩm là canxi aluminat. Bùn đỏ có thể còn được phân hủy bằng SO<sub>2</sub> và nước để hòa tan soda, nhôm và silica trong bùn. Gia nhiệt sản phẩm, tách phần không tan là silica và thu dung dịch là soda và aluminat. Kiểm hóa dung dịch để thu được canxi sunfit kết tủa và tách khỏi dung dịch natri aluminat. Canxi sunfit được nung để tạo vôi và SO<sub>2</sub>. Dung dịch được kiểm hóa và đưa trở lại giai đoạn phân hủy bùn đỏ.

- *Ứng dụng trong công nghệ môi trường:* Bùn đỏ sau khi xử lý với canxi được sấy khô, dùng làm chất hấp thụ SO<sub>2</sub> trong khói thải công nghiệp. Bùn đỏ có khả năng xử lý đến 90% SO<sub>2</sub>.

### **3. Các nghiên cứu xử lý bùn đỏ ở Việt Nam**

#### *a) Sản xuất gạch*

Bùn đỏ được phơi khô, đập nhỏ, nghiền mịn sau đó phối liệu với đất sét, trong đó bùn chiếm từ 10 ÷ 50%, phun ẩm và ép hình ở áp suất 150 ÷ 200kg/cm<sup>2</sup> rồi đưa vào sấy và nung đến nhiệt độ 950 ÷ 1100°C trong vòng 7 giờ. Làm nguội tự nhiên. Sản phẩm có độ hút nước đạt tiêu chuẩn gạch xây dựng.

#### *b) Sản xuất PAC*

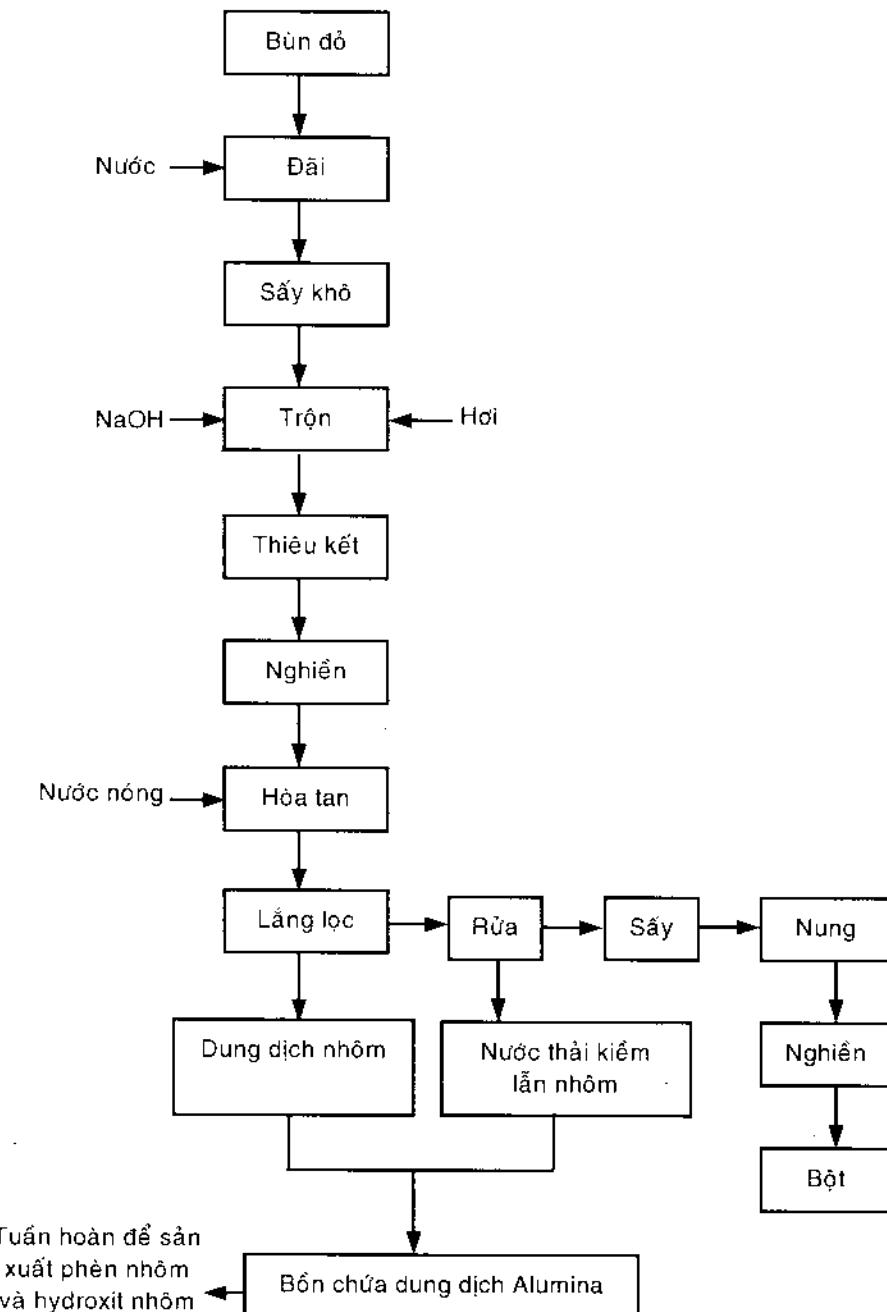
Bùn đỏ được phơi phô tự nhiên, sấy, nghiền mịn. Cho bùn đỏ phản ứng với HCl<sub>đ</sub> ở nhiệt độ 155°C, áp suất 5at trong thời gian 3 giờ. Hỗn hợp sau phản ứng được lọc tách phần bã không phản ứng và thu được dung dịch là PAC.

### **4. Quy trình sản xuất bột màu và thu hồi nhôm từ bùn đỏ**

Quy trình sản xuất bột màu và thu hồi nhôm từ bùn đỏ được thể hiện trên hình 6.14.

Trước tiên, bùn đỏ được ngâm trong nước để tách silic hạt lớn. Chúng được sấy khô rồi nghiền trộn với xút rắn theo tỷ lệ khối lượng 1 : 1, sau đó đem đi thiêu kết ở nhiệt độ 700°C trong thời gian 1 giờ. Sản phẩm thiêu kết được nghiền mịn, hòa tan bằng nước và lắng lọc để tách phần dung dịch nhôm. Bã rắn được rửa bằng NaOH với nồng độ 40g/l để tách nhôm còn trong bã và phần bã rắn còn lại tiếp tục được

rửa bằng nước nóng để loại NaOH cho đến pH = 7. Dung dịch nhôm được tuần hoàn về dây chuyền sản xuất nhôm. Phần rắn không tan thu được là Fe(OH)<sub>3</sub> được sấy ở 120°C rồi đem nung ở 700 ÷ 800°C trong 1 giờ. Cuối cùng sản phẩm được nghiền tạo thành bột màu dạng bột mịn.



**Hình 6.16.** Sơ đồ sản xuất bột màu và thu hồi nhôm từ bùn đỏ

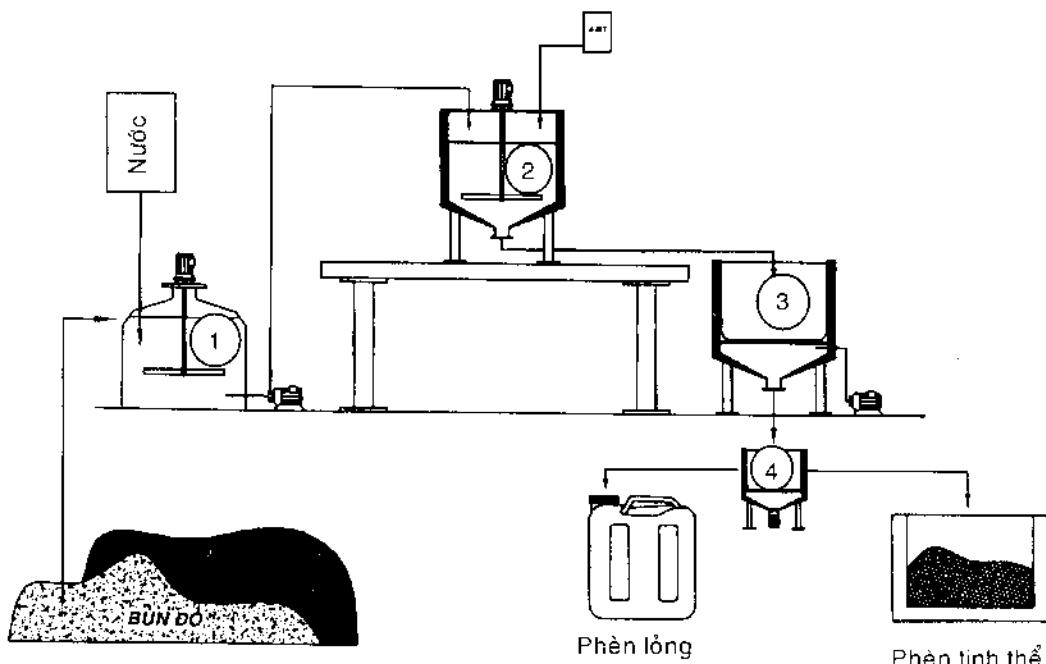
Quy trình sản xuất bột màu từ bùn đỏ có nhiều triển vọng do công nghệ đơn giản, sản phẩm có chất lượng và giá trị cao (88% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), có khả năng cạnh tranh trên thị

trường. Tuy nhiên, giai đoạn nung bùn đỏ với xút rắn có tính ăn mòn cao, nhanh chóng gây hư hỏng thiết bị nên là một trở ngại lớn.

### 5. Sản xuất hỗn hợp chất keo tụ từ bùn đỏ

Bùn đỏ được pha với nước, khuấy trộn trong khoảng  $10 \div 15$  phút, sau đó cả bùn đỏ và axit được bơm đồng thời vào bồn phản ứng. Tại bể phản ứng, phản ứng hóa học xảy ra rất mãnh liệt và tỏa nhiệt. Nhiệt độ lúc đầu  $115 \div 120^{\circ}\text{C}$  và giảm còn  $100^{\circ}\text{C}$  sau 3 giờ. Sau đó, hỗn hợp phèn được xả qua bồn lọc chân không. Các thiết bị phản ứng và lọc được bảo ôn để giữ nhiệt, giúp cho quá trình phản ứng và lọc diễn ra dễ dàng. Do nhiệt độ lọc cao nên phèn không kết tinh và quá trình lọc diễn ra dễ dàng. Dung dịch thu được sau lọc chính là hỗn hợp chất keo tụ (gọi là phèn Bách Khoa). Phân bã lọc tại bể lọc chân không được rửa nhiều lần bằng nước sạch nhằm tận thu triệt để phèn còn lại trong bã. Phần lỏng sau khi rửa bã được hoàn lưu trở lại bể phoi trộn bùn đỏ, do đó, không thải ra ngoài.

Dung dịch hỗn hợp các chất keo tụ được làm nguội tự nhiên trong các khay chứa, lúc này phèn kết tinh. Hỗn hợp phèn tinh thể được tách ra khỏi dung dịch nhờ máy ly tâm.



**Hình 6.17. Sơ đồ công nghệ sản xuất hỗn hợp keo tụ từ bùn đỏ**

1- thùng khuấy trộn; 2- thiết bị phản ứng; 3- thiết bị lọc chân không; 4- máy ly tâm

Như vậy, sản phẩm thu được ở hai dạng:

- Phèn lỏng (có nồng độ bão hòa ở nhiệt độ thường): Fe ( $4 \div 6\%$ ), Al ( $2 \div 2,5\%$ ) tương ứng  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $6,5 \div 7,34\%$ ),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $4 \div 4,7\%$ ), tỷ trọng  $1,4 \div 1,45$ .

- *Phèn tinh thể*: Fe ( $2,5 \div 3,8\%$ ), Al ( $5,4 \div 6,1\%$ ) tương ứng  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $3,71 \div 5,4\%$ ),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $10,2 \div 11,5\%$ )

Phèn Bách Khoa sau khi điều chế được ứng dụng thử cho keo tụ nhiều loại nước thải công nghiệp. Kết quả nghiên cứu từ phòng thí nghiệm và thực tế cho thấy:

- pH keo tụ tối ưu của phèn bùn trên tất cả nước thải dao động trong khoảng  $4,5 \div 5,5$ .

- Hàm lượng phèn tối ưu phụ thuộc vào tính chất từng loại nước thải. Nhìn chung, keo tụ nước thải bằng phèn bùn cho hiệu quả khử COD, độ màu, SS bằng hoặc cao hơn so với keo tụ bằng phèn sắt và nhôm.

**Bảng 6.1. Kết quả keo tụ của phèn Bách Khoa trên các loại nước thải**

Loại nước thải	Chất keo tụ	C (mg/l)	COD (mg/l)			Độ màu	SS E%
			vào	ra	E(%)		
Giấy An Bình	Phèn nhôm	600	1732.	419	76,2	98,2	99,4
	Phèn Bách Khoa		5	419	76,2	98,4	99,5
Kênh Tân Hóa Lò Gốm	Phèn nhôm	400		196	60,0	96,3	95,8
	Phèn sắt		490	140	71,4	90,1	77,0
	Phèn Bách Khoa			138	71,8	96,7	89,5
Rác Đông Thạnh	Phèn nhôm	2000	1082	454	58,1	-	96,0
	Phèn Bách Khoa			436	59,7	-	96,3
Dệt Gia Định	Phèn nhôm	2000	1860	232	87,5	95,0	96,5
	Phèn Bách Khoa			232	87,5	97,2	98,0
Thuốc trừ sâu Thanh Sơn	Phèn Bách Khoa	1500	1980	929	53,0	78,0	99,0
Nước thải thủy sản (nhà máy JS Vina)	Phèn nhôm	700	3545	1071	69,7	-	-
	Phèn Bách Khoa			923	74,0	-	-
Nước thải kẽm Tham Lương	Phèn nhôm	300	240	42,6	82,3	87,3	85,0
	Phèn Bách Khoa			38	84,2	88,7	89,4

Nhìn chung, phèn Bách Khoa có hiệu quả tương đương hoặc tốt hơn phèn nhôm và phèn sắt truyền thống.

### 6.2.6. Xử lý bùn xỉ mạ

*Nước thải xỉ mạ thường có hai dòng khác nhau:*

- Dòng 1: Nước thải chứa cyanua ( $\text{CN}^-$ ) phát thải từ công đoạn mạ xyanua.
- Dòng 2: Nước thải mang tính axit, thải ra từ các công đoạn mạ dùng axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Nước thải chứa xyanua được xử lý bằng phương pháp oxy hóa với tác chất là Javel còn nước thải chứa axit được xử lý bằng biện pháp trung hòa bằng xút. Hệ thống xử lý được lắp đặt bao gồm một bồn khuấy trộn phản ứng và một bồn lọc kết hợp để xử lý đồng thời cả nước thải cyanua và nước thải axit.

Khi đó, kim loại nặng trong nước thải được tách ra nhờ quá trình kết tủa trong môi trường kiềm.

- Crom: cần khử Cr<sup>6+</sup> thành Cr<sup>3+</sup> rồi kết tủa bằng kiềm tạo thành crom hydroxit.
- Sắt: oxy hóa chuyển Fe<sup>2+</sup> thành Fe<sup>3+</sup> và được loại ra ở dạng kết tủa Fe(OH)<sub>3</sub>.
- Niken: kết tủa nikken bằng dung dịch kiềm ở pH = 10 ÷ 10,5.

Các kim loại này kết tủa và lắng, tích lũy dưới đáy bể, theo chu kỳ được xả ra sân phơi. Đó là bùn xi mạ. Theo kết quả nghiên cứu [21], bùn xi mạ chứa thành phần chính có giá trị thu hồi không cao gồm Al 3%, Cu 0,96%, Ni 3,87%, Cr 5,61% và các thành phần không giá trị là Si 10%, Fe 5%, Ca 3%. Có nhiều phương pháp khác nhau để tận dụng bùn xi mạ.

### **1. Tái chế "Bùn xi mạ" thành bột màu**

Bùn xi mạ đầu tiên được hòa tan bằng dung dịch HCl và tiến hành lắng, lọc nhầm tách riêng hai pha rắn và lỏng. Phần rắn phản ứng với dung dịch NH<sub>3</sub> và lọc, phần dung dịch chứa các phức của Ni, Cu được cho phản ứng với Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Nhiệt độ của thiết bị phản ứng giữ ổn định ở 70 ÷ 80°C. Sản phẩm phản ứng là Ni(OH)<sub>2</sub>, được đem nung để thu NiO dùng làm bột màu. Phần lỏng là dung dịch CuCl<sub>2</sub> cho phản ứng với phoi sắt thu được đồng kim loại. Riêng phần chất rắn thu được sau khi lọc bùn và phản ứng với NH<sub>3</sub> là hỗn hợp hydroxit của Fe, Al, Cr được nung ở nhiệt độ 300°C, sau đó hòa tan trong dung dịch HCl. Đem lọc hỗn hợp thu được Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (rắn) dùng để sản xuất bột màu. Dung dịch nhôm, sắt qua lọc được sử dụng như dung dịch hỗn hợp các chất trợ lắng.

### **2. Xử lý bùn xi mạ bằng phương pháp chôn lấp**

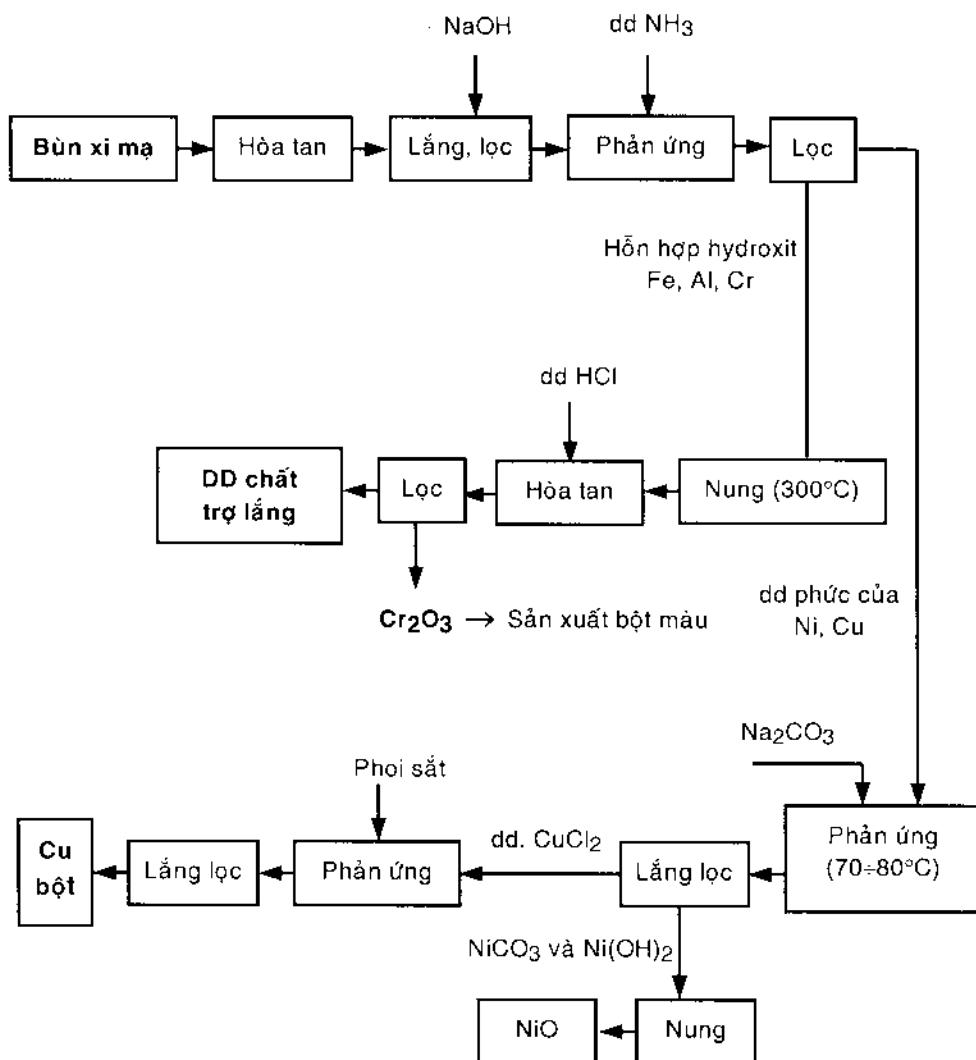
Bùn xi mạ nếu có hàm lượng kim loại quý thấp, việc thu hồi không kinh tế thì sẽ được xử lý bằng chôn lấp. Tuy nhiên, trước khi chôn lấp, chất thải cần được đóng rắn nhầm cõi lập kim loại nặng, hạn chế khả năng hòa tan khi gặp nước xâm nhập. Phương pháp này được gọi là đóng rắn hay cố định chất thải.

Có hai khuynh hướng công nghệ cố định - hóa rắn:

- Thêm hóa chất: chất thải được trộn với một số hóa chất có tính khử (như FeSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, NaOCl) và các chất có tính kiềm và kết dính như vôi, xi măng. Các chất ô nhiễm chủ yếu là các oxyt kim loại mang tính oxy hóa dễ hòa tan trong nước như Cr<sup>3+</sup>, trong môi trường kiềm và có sự hiện diện của các tác nhân có tính khử sẽ giảm khả năng hòa tan vào nước. Phương pháp này phức tạp do phải bổ sung một số hóa chất vào trong chất thải, thiết bị nghiên trộn hiện đại, đất tiền và phải kiểm tra quá trình xử lý liên tục. Tuy nhiên, phương pháp này có ưu điểm là không làm tăng khối tích cần chôn lấp do lượng phụ gia đưa vào chỉ khoảng 20%. Công nghệ này được ứng dụng phổ biến tại Nhật, Mỹ.

- Thêm phụ gia hóa rắn: CTR được trộn với một số chất như cát, xi măng, vôi, nước nhầm hóa rắn - bê tông hóa, nhằm giảm khả năng phát tán chất ô nhiễm vào môi trường nước. Phương pháp này đơn giản do không sử dụng nhiều hóa chất, thiết bị nghiên trộn đơn giản và công tác kiểm tra quá trình xử lý dễ dàng, tuy nhiên,

phương pháp này sẽ làm tăng khối tích cần chôn lấp, do lượng phụ gia đưa vào khá nhiều, khoảng 220% ( $1\text{m}^3$  chất thải đưa vào xử lý thành  $2,2\text{m}^3$  chất phải chôn lấp).



**Hình 6.18. Sơ đồ công nghệ tái chế bùn xi mạ**

Công thức phối trộn (phần trăm khối lượng tính theo chất thải) hiện đang được áp dụng.

Chất thải	100%
Tro lò đốt	20%
Vôi	10%
Xỉ măng	35%
Cát	100%
Nước	65%

### 6.2.7. Thu hồi crôm từ phế thải nhà máy thuộc da

Nguồn CTR của nhà máy thuộc da chủ yếu là muối, da thừa của công đoạn xén ướt, xén khô, đệm... Lượng CTR này thay đổi tùy vào nguồn nguyên vật liệu đầu vào và công nghệ sản xuất. Tính trên cả nước Việt Nam, trong năm 2.000 có 4.300 tấn da phế thải, tức 11,8 tấn/ngày. Trong đó, TP. HCM là 1.500 tấn, tương đương 4,1 tấn/ngày.

Chất thải phát sinh chủ yếu từ quá trình thuộc là nước thải và CTR, có tác động rất lớn đến môi trường.

Nước thải thuộc da có chứa nhiều chất hữu cơ và crom với nồng độ từ  $70 \div 100\text{g/m}^3$ .

Sau khi thuộc, da cần phải trải qua quá trình hoàn thiện, bào mòn để đạt chiều dày mong muốn. Ước tính khoảng 40% lượng da đã thuộc được thải bỏ ở giai đoạn này với hàm lượng Crom khoảng 1,96% khối lượng da.

Trong da bào và bùn, Crom chỉ tồn tại ở dạng Cr (III), gấp điều kiện thuận lợi có thể bị chuyển hóa thành Cr (VI), là chất độc, có thể gây ung thư, tử vong cho sinh vật.

Bùn có độ ẩm và hàm lượng nitơ tổng thấp, tuy nhiên, độ tro lại rất cao (53,55%) vì trong thành phần của bùn có nhiều kim loại khác nhau, đặc biệt là Crom (6,99%).

#### 1. Thu hồi Crom từ da bào

Thu hồi Crom từ da bào trải qua hai giai đoạn:

*Giai đoạn 1:* Giai đoạn nấu sôi da với  $\text{Ca(OH)}_2$ : Giai đoạn này chỉ tách protein ra khỏi da mà không tách crom vì tính ít tan của  $\text{CaSO}_4$  cạnh tranh với quá trình kết tủa  $\text{Cr(OH)}_3$ , làm cho crom trong da không tan vào trong dung dịch.  $\text{Ca(OH)}_2$  làm cho quá trình thủy phân trở nên ổn định hơn nhờ vào tính đậm của mình.  $\text{Cr(OH)}_3$  lưỡng tính và sẽ tan khi pH của hỗn hợp dưới 5,5 hay cao hơn 12 theo phản ứng sau:



Nếu dùng  $\text{NaOH}$  là chất kiềm mạnh, pH của hỗn hợp sẽ tăng nhanh và hòa crom tan vào trong dung dịch. Điều này sẽ không xảy ra khi dùng  $\text{Ca(OH)}_2$ .

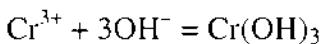
*Giai đoạn 2:* Giai đoạn khuấy bã trong axit có tác dụng hòa tan crom vào dung dịch. Khi giai đoạn nấu với  $\text{Ca(OH)}_2$  hoàn tất, phần lớn protein đã ra khỏi da. Trong da chỉ còn lại crom tự do đã mất liên kết với protein (kết tủa trong da dưới dạng  $\text{Cr(OH)}_3$ ) và rất dễ hòa tan. Khi môi trường pH = 1, hiệu suất tách crom ra khỏi da dưới dạng  $\text{Cr}^{3+}$  là khoảng 80%. Lượng crom thu được có thể tăng khi tối ưu hóa các điều kiện như thời gian khuấy, pH... Hơn nữa, hỗn hợp axit-da rất dễ lọc, dung dịch crom thu được hầu như loại bỏ được protein. Ưu điểm của phương pháp này là quy trình đơn giản, sử dụng hóa chất rẻ tiền và phổ biến, hiệu quả thu hồi crom cao.

#### 2. Thu hồi crom từ bùn xử lý nước thải

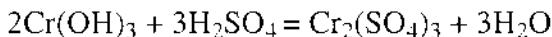
Thu hồi crom từ bùn diễn ra qua các giai đoạn sau:

- Bùn được nghiền kỹ, hòa trộn với dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ở pH = 0,75 và thời gian khuấy 1 giờ để crom hòa tan hết vào dung dịch.

- Lọc hỗn hợp, ta thu được dung dịch crom (III). Ở đây, ta tiến hành hiệu chỉnh pH về 4,5 bằng dung dịch  $\text{NaOH}$  nhằm kết tủa crom thành  $\text{Cr(OH)}_3$ . Phần bã sau lọc được thải bỏ, chôn lấp.



- Lọc và rửa sạch kết tủa, dùng  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đậm đặc hòa tan kết tủa, ta thu được dung dịch  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ . Phản ứng diễn ra như sau:



Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả thu hồi crom đạt 44%.

## 6.3. TÁI CHẾ CHẤT THẢI RẮN CÔNG NGHIỆP - CHẤT THẢI RẮN HỮU CƠ

### 6.3.1. Tái chế nhựa đường chua

Một trong những CTR chủ yếu được tạo ra trong công nghiệp chế biến dầu mỏ, hóa dầu là nhựa đường chua. Chất này có nguồn gốc từ quá trình tẩy rửa sản phẩm dầu mỏ bằng  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hoặc từ quá trình sản xuất chất tẩy rửa tổng hợp và chất tạo bọt. Nhựa đường chua tồn tại ở dạng keo, có độ nhớt cao. Thành phần chủ yếu của nhựa đường chua là  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , nước và các chất hữu cơ với hàm lượng trong khoảng 10÷93%.

Hàng năm, Liên Xô (cũ) thải ra khoảng 300.000 tấn nhựa đường chua. Trong số này, chỉ có khoảng 25% được tái sử dụng. Do đó, phần nhựa đường chua còn lại được tập trung trong hầm chứa của các nhà máy là rất lớn.

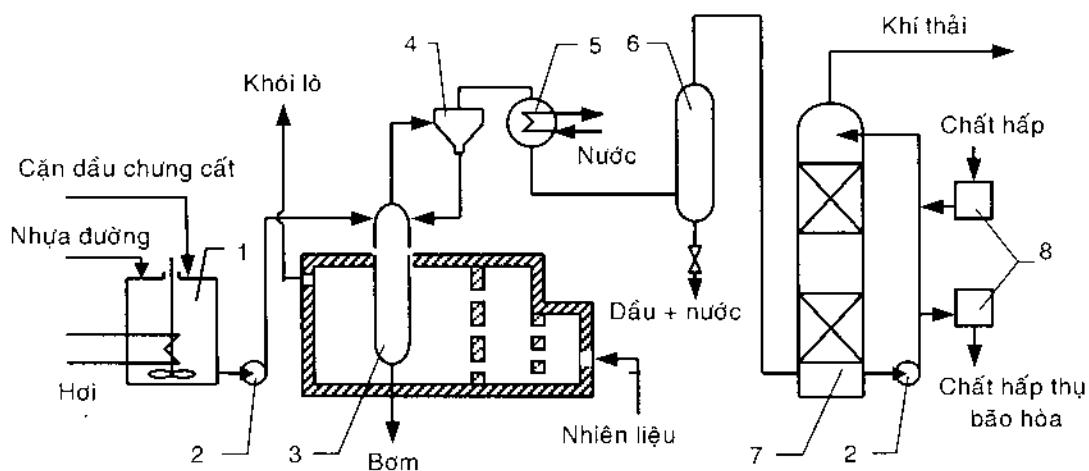
Nhựa đường chua được phân loại dựa vào hàm lượng chất chiếm ưu thế. Thường có hai loại:

- Nhựa đường chua có nồng độ axit lớn ( $\geq 50\%$ )
- Nhựa đường chua có nồng độ chất hữu cơ lớn ( $\geq 50\%$ ).

Bằng cách dựa vào thành phần của nhựa đường chua, người ta có thể xác định hướng sử dụng nó như chế biến thành sunphat amoni, làm nhiên liệu hoặc làm tác chất để tẩy sạch sản phẩm có nguồn gốc từ dầu mỏ. Tuy nhiên, do tính phức tạp của công nghệ sản xuất sunphat amôn, thị trường tiêu thụ ít, chi phí cho việc xử lý khí thải cũng như nước thải lớn nên ít được áp dụng trong công nghiệp.

Phương pháp khác sử dụng nhựa đường chua để thu hồi  $\text{SO}_2$ , than cốc giàu lưu huỳnh, nhựa đường (bitum)... tỏ ra nhiều ưu thế hơn phương pháp kể trên. Đối với quy trình thu hồi  $\text{SO}_2$ , người ta cho vào nhựa đường chua dung dịch axit đã qua sử dụng hoặc chất thải lỏng từ quá trình sản xuất  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Trong lò đốt 800 ÷ 1200°C, chất hữu cơ bị đốt cháy hoàn toàn và hỗn hợp nhựa đường chua với  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sẽ bị cắt mạch để tạo thành  $\text{SO}_2$ . Một số nước đã sử dụng công nghệ này để tận dụng nhựa đường chua với công suất 700 ÷ 850 tấn/ngày với tỷ lệ thu hồi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hoặc ôlêum là 98 ÷ 99%.

Phần hữu cơ của nhựa đường chua gồm hợp chất lưu huỳnh, các chất thể asphant rắn... Với thành phần này, nhựa đường chua sẽ được chế biến thành bitum. Đây là vật liệu được sử dụng rộng rãi làm đường giao thông. Khi nhựa đường chua bị đun nóng, các hợp chất lưu huỳnh và  $\text{H}_2\text{SO}_4$  tự do sẽ cắt mạch hữu cơ, làm cho khói chất bị ép chặt và tạo thành hỗn hợp dị thể có các chất thể asphant ở nồng độ cao. Để thu khói bitum đồng thể, người ta trộn nhựa đường chua với nhựa đường chưng cất (dạng keo, thu được sau quá trình chưng cất đuổi phân đoạn nhiên liệu và dầu mỏ). Với hỗn hợp này, phản ứng nén ép cũng như keo và các asphanten sẽ được tạo ra với nồng độ thấp hơn rất nhiều. Sơ đồ công nghệ của quá trình được trình bày trên hình 6.19.



**Hình 6.19.** Sơ đồ công nghệ tái chế nhựa đường chua thành bitum

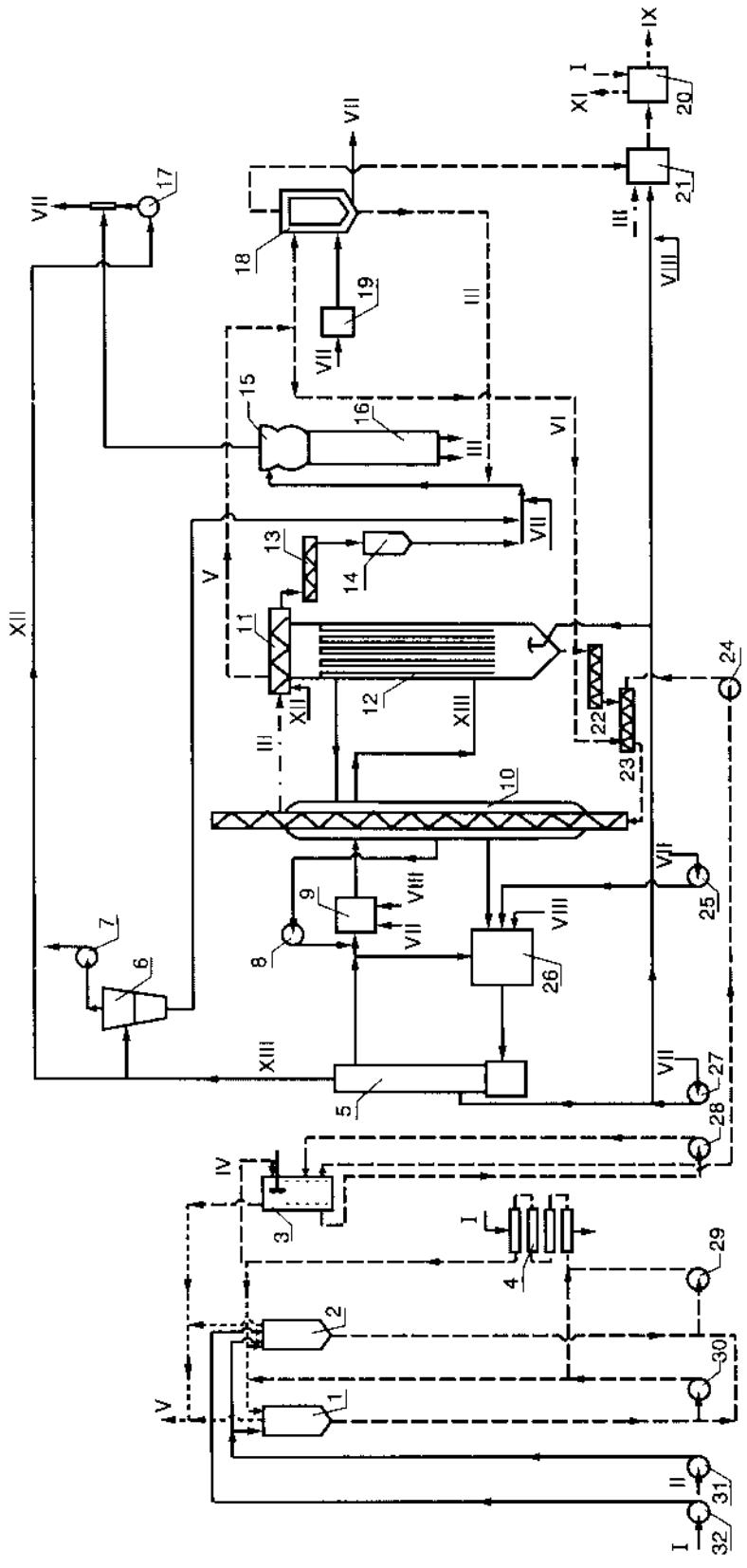
1- bình trộn; 2- bơm; 3- bình phản ứng; 4- bình tách khí - lỏng; 5- máy lạnh ngưng tụ;  
6- bình tách dầu và nước; 7- tháp hấp thụ; 8- thùng chứa

Quá trình nấu gián đoạn bitum được tiến hành trong bình đun ở  $280 \div 320^{\circ}\text{C}$ . Trước tiên, nước sẽ bay hơi ra khỏi hỗn hợp nhựa đường chua và nhựa đường chưng cất. Với nhựa đường chua có từ công đoạn tẩy rửa dầu mỡ, quá trình đun được tiến hành ở vận tốc  $0,2 \div 0,4^{\circ}\text{C}/\text{ph}$  và  $2 \div 4^{\circ}\text{C}/\text{ph}$  cho nhựa đường chua từ quá trình tẩy rửa dầu hỏa. Từ bình phản ứng, hỗn hợp khí được cho qua thiết bị tách khí - lỏng. Quá trình làm lạnh sẽ tách riêng dầu mỡ và khí  $\text{SO}_2$ . Khí  $\text{SO}_2$  hình thành sẽ được xử lý bằng phương pháp hấp thụ với soda hay dung dịch amoniac. Các hydrocacbon không ngưng và  $\text{CO}_2$  sẽ được thải vào khí quyển.

Quá trình này có năng suất thấp và gây ô nhiễm không khí vì là quy trình gián đoạn và không có sự khuấy trộn khối chất phản ứng.

Do đặc tính của nhựa đường chua là dễ phân hủy ở  $160 \div 350^{\circ}\text{C}$ , tạo thành  $\text{SO}_2$  và than cốc giàu lưu huỳnh nên nó được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp sản xuất các chất này.

Phổ biến nhất trong công nghiệp là hệ thống phân hủy nhựa đường chua ở nhiệt độ thấp có sử dụng than cốc làm chất tải nhiệt. Hệ thống trên còn có thể phân hủy hỗn hợp  $\text{H}_2\text{SO}_4$  với nhựa đường giàu chất hữu cơ hay  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và bùn dầu. Một trong các sơ đồ xử lý được trình bày trên hình 6.20. Nguyên liệu ban đầu (nhựa đường chua và  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đã qua sử dụng) được trộn chung trong hệ thống. Hệ thống gồm có bình chứa, thiết bị làm nguội, máy bơm để tạo hỗn hợp có độ axit gần 50%. Khi nồng độ  $\text{H}_2\text{SO}_4 < 40\%$ , việc vận chuyển nhựa đường chua trong hệ thống sẽ khó khăn. Nếu nồng độ  $\text{H}_2\text{SO}_4 > 60\%$ , sẽ có sự tách hơi - khí mãnh liệt do quá trình tạo thành bụi than cốc vì vậy cũng gây khó khăn cho quá trình vận chuyển. Ngoài ra, với nồng độ  $\text{H}_2\text{SO}_4 \approx 50\%$ , nhựa đường chua còn có khả năng phản ứng ở nhiệt độ  $150 \div 250^{\circ}\text{C}$ . Sau đó, hỗn hợp đi vào bình lưu lượng.



**Hình 6.20.** Sơ đồ hệ thống phân hủy nhựa đường chua nhiệt độ thấp trên than cốc tái nhiệt

1, 2- máy trộn; 3- bình chứa; 4- bình chứa; 5- máy lạnh; 6- máy đun không khí; 6, 16- xi lanh; 7- bơm khí; 8, 17, 25, 27- quạt; 9, 19, 21, 26 - lò; 10- máy nén khí; 11- bơm tưới; 12- lò nung; 13- lò nung; 14- thùng trang gian; 15- máy phân rieng; 16- thùng chia than cốc thành phẩm; 20- lò tản dụng nhiệt; 22- thiết bị định lượng than cốc; 23- băng tải trên; 24, 28, 32- máy bơm;

Các dòng: I-  $H_2SO_4$  phế thải; II- nhựa đường chua; III- than cốc; IV- nhiều đường chua hoạt hóa; V, VI- khí phân hủy; VII- không khí; VIII- khí tự nhiên; IX-  $SO_2$  đưa đi sản xuất  $H_2SO_4$ ; X- nước; XI- hơi nước; XII- không khí nóng; XIII- không khí lò

Sự phân hủy nhựa đường chua được tiến hành trong hệ thống tuần hoàn than cốc. Hệ thống gồm có máy định lượng cốc, thiết bị trộn, băng tải, máy nâng vít tải, băng tải cất ngang và lò chưng. Nhựa đường chua ở 60°C từ bình lưu lượng được cho vào thiết bị 23. Tại đây, nó được trộn chung với than cốc nóng 340 ÷ 350°C theo tỷ lệ 1 : 8, đi ra từ lò chưng, sẽ phân hủy. Khi di chuyển tiếp tục lên phía trên lò nung trong thiết bị 10, nhựa đường chua sẽ bị phân hủy hoàn toàn. Phần than cốc ở băng tải sẽ được cho vào lò nung. Trong lò nung, một phần than cốc và các chất dễ bay hơi sẽ bị cháy, hỗn hợp sẽ được làm nóng đến 340 ÷ 350°C, phần khác đưa đi làm nguội. Khí phân hủy từ thiết bị 23 và 11 được cho qua xiyclon 18, lò đốt để được đốt cháy tiếp tục ở 1000 ÷ 1050°C. Phần tạp hữu cơ được cho qua lò tận dụng nhiệt, sau đó đi qua công đoạn sản xuất axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Với nhà máy có công suất chế biến 40 tấn nhựa/ ngày đêm, lượng khí tạo thành sê là 84.000m<sup>3</sup>. Khí này có thành theo thể tích như sau: 6,5% SO<sub>2</sub>, 24% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10% CO<sub>2</sub>, 59,5% N<sub>2</sub>. Nhiệt lượng của khí từ hệ thống tuần hoàn than cốc được sử dụng để đun nóng không khí trong các lò 9, 19, 26 và thiết bị tận dụng nhiệt 5. Sau khi qua xiyclon 6 và bơm khí 7, nó được thả vào khí quyển.

Lượng than thường chiếm 27 ÷ 30% tải trọng thiết bị. Với than có chứa 8 ÷ 12% S, 7 ÷ 75% cacbon liên kết, hiệu suất chất bay hơi 17 ÷ 22%, nhiệt trị nhỏ nhất là 30,2mJ/kg.

Nhược điểm đáng kể của công nghệ trên là sự ăn mòn hóa học mạnh, quá trình gia nhiệt và vận chuyển chất tải nhiệt rắn phức tạp...

Than cốc dầu mỏ giàu lưu huỳnh thu được bằng hệ thống cốc hóa có thể được sử dụng trong quá trình hỏa luyện của luyện kim màu, làm tác nhân sunfua hóa (cùng với các chất bổ sung chứa lưu huỳnh đặc biệt - pirit, thạch cao...), tác nhân khử trùng trong một số ngành công nghiệp hóa chất (diều chế Na<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>)...

Việc sản xuất than cốc dầu mỏ giàu lưu huỳnh từ nhựa đường chua đã được tiến hành ở Liên Xô và một số nước khác. Người ta cũng đã phân riêng nhựa đường chua bằng phương pháp trích ly hoặc hấp phụ để tái sử dụng riêng lẻ các phần axit và hữu cơ có chứa trong phế thải này.

Những khó khăn trong việc tái sử dụng nhựa đường chua đã thúc đẩy sự áp dụng các công nghệ không thải vào công nghiệp chế biến dầu mỏ. Người ta đã ứng dụng nhiều phương pháp tiên tiến để tẩy rửa các sản phẩm dầu mỏ như trích ly (tẩy rửa bằng dung môi chọn lọc), hấp phụ, khử lưu huỳnh bằng thủy lực...

Các tạp chất rắn trong dầu mỏ, nguyên liệu phụ trợ tạo nên chất thải phổi biến trong các nhà máy chế biến dầu mỏ và hóa dầu là bùn dầu, với khối lượng khoảng 7kg/1 tấn dầu mỏ. Do đó, bùn dầu được tích lũy rất nhiều trong nhà máy. Bùn dầu này là phần dầu nặng có trung bình 10 ÷ 56% dầu thành phẩm, 30 ÷ 85% nước và 1,3 ÷ 46% tạp chất rắn. Trong các hầm chứa, bùn dầu tạo thành lớp. Lớp trên cùng là nhũ tương nước và sản phẩm dầu mỏ, lớp ở giữa là sản phẩm dầu mỏ dơ và các hạt nước lơ lửng, lớp dưới đáy có 3/4 là pha rắn ngậm ẩm và sản phẩm dầu mỏ.

Có thể sử dụng bùn dầu theo nhiều hướng khác nhau. Sau khi được tách nước và sấy khô, bùn dầu có thể được đưa trở lại sản xuất. Cũng có thể sử dụng nó như một loại nhiên liệu.

### 6.3.2. Tái chế cặn dầu do súc rửa tàu chở dầu thô

Ngành công nghiệp dầu khí của Việt Nam đã liên tục phát triển trong hơn hai mươi năm qua, nhất là từ 1986 đến nay, bao gồm các hoạt động khoan, thăm dò khai thác, tồn trữ và vận chuyển dầu khí, dịch vụ dầu khí trên biển, chế biến dầu khí ven bờ. Ngành công nghiệp dầu khí phát triển đã đóng góp to lớn trong nền kinh tế quốc dân, nhưng bên cạnh đó cũng tạo một áp lực lớn về mặt môi trường, đặc biệt là các chất thải do hoạt động khai thác dầu khí sinh ra. Trong đó, chất thải sinh ra từ quá trình súc rửa tàu chở dầu thô (thường được gọi là cặn dầu) cho tới nay vẫn chưa có biện pháp xử lý triệt để.

#### 1. Tình hình súc rửa tàu chở dầu thô tại Việt Nam

Các tàu chở dầu bắt buộc phải thực hiện việc súc rửa sau một thời gian nhất định để bảo đảm sức chứa hiệu dụng và bảo đảm chất lượng sản phẩm. Việc súc rửa tàu chứa dầu đã có từ nhiều năm qua và tập trung tại các cảng lớn của Việt Nam như Hải Phòng, Hạ Long, Đà Nẵng, Vũng Tàu. Các tàu chứa dầu này là các tàu chứa dầu thương phẩm (DO, FO...), có sức chứa nhỏ, từ vài nghìn đến vài chục nghìn tấn. Còn việc súc rửa tàu chứa dầu thô chỉ thực hiện trên vùng biển Bà Rịa - Vũng Tàu với những tàu có sức chứa lên đến 15 vạn tấn.

Các tàu chứa dầu thô hiện nay được sử dụng làm kho nỗi chứa dầu thô tại khu vực khoan khai thác dầu khí ở vùng mỏ Bạch Hổ và định kỳ khoảng ba năm chúng được súc rửa một lần và bảo dưỡng tại Singapore. Nhưng từ năm 1994, Singapore không chấp nhận cho súc rửa mà Việt Nam phải tự thực hiện. Việc thực hiện súc rửa được tiến hành tại phao số 0 khu vực Vịnh Giành Rái, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu.

Trong thực tế, việc súc rửa được tiến hành bằng phương pháp thủ công giản đơn, phần lỏng khó lấy được trộn với mặt cưa thành khối đặc sệt được cho vào các bao tải, chứa trên boong tàu. Do không sử dụng hóa chất hoặc hơi nước để rửa nên hàm lượng nước và các tạp chất hóa học chứa trong cặn dầu Việt Nam sẽ thấp hơn so với cặn dầu được thống kê trên thế giới. Việc sử dụng mặt cưa để trộn vào cặn dầu trong quá trình nạo vét làm tăng thành phần tạp chất cơ học khó lắng, gây phức tạp cho quá trình tách cơ học trong giai đoạn xử lý về sau.

#### 2. Các phương pháp xử lý trên thế giới

##### a) Quy trình Texacoing: gồm hai giai đoạn

- Giai đoạn 1: trộn cặn dầu với phân đoạn nhẹ hydrocacbon, sa lắng tách lớp: pha lỏng (dầu - phân đoạn nhẹ), pha rắn (sáp - nước)
- Giai đoạn 2: sử dụng dung môi aromatic để tách sáp ra khỏi nước, sau đó trích ly sáp từ hỗn hợp sáp - dung môi.

### b) Quy trình Beck - Jacker

Cặn dầu được gia nhiệt và lọc sơ bộ để tách tạp chất có kích thước lớn, sau đó tạp chất nhuyễn được tách bằng xielon. Kết quả thu được dầu lắn nước và được xử lý tiếp theo.

Xử lý cặn dầu bằng dung môi keo silicat (Haxa -100), Nhật Bản.

Sử dụng đặc tính của keo Haxa-100 là khả năng xâm nhập vào giữa bê mặt của các chất cặn đặc và dầu (bằng lực hút tĩnh điện), kéo dầu ra khỏi bê mặt của các chất cặn đặc và phá vỡ nhũ tương.

Ưu điểm:

- Thu hồi dầu thô triệt để từ cặn dầu;
- Dung môi xử lý không gây ô nhiễm trong quá trình tái chế;
- Nước thải ít;
- Diện tích xây dựng nhỏ.

Khuyết điểm:

- Vốn đầu tư cao;
- CTR nhiều cần phải xử lý.

Công nghệ xử lý và chuyển hóa cặn dầu

Cặn dầu được chưng cất nhiều lần để tách cặn, phân đoạn nặng, nước và xử lý bằng hóa chất để tạo ra dầu diesel.

Ưu điểm: Nước thải ít, khí thải tập trung và được xử lý, tạo sản phẩm có giá trị kinh tế cao: dầu diesel Cetan 38 ÷ 40, dầu nhiên liệu, than cốc, kỹ thuật vận hành đơn giản, ít gây ô nhiễm môi trường.

Khuyết điểm:

- Vốn đầu tư xây dựng lớn;
- Diện tích xây dựng lớn.

### 3. Các phương pháp xử lý ở Việt Nam

Tận dụng cặn dầu (do súc rửa bồn chứa dầu FO) làm chất độn bê tông

Nguyên tắc: sử dụng dầu lăn bùn làm chất phụ gia cho bê tông.

Ưu điểm: công nghệ đơn giản, xử lý hoàn toàn cặn dầu.

Khuyết điểm: do dầu bị vi sinh phân hủy nên độ bền bê tông giảm theo thời gian, sản phẩm có giá trị thấp.

Xử lý cặn dầu bằng phương pháp đốt

Nguyên tắc: cặn dầu được tách thành hai pha lỏng và rắn dưới nhiệt độ cần thiết, sau đó sẽ được lọc riêng để đốt (dầu) hoặc chôn lấp, san lấp mặt bằng (cặn rắn).

Ưu điểm: thiết bị chế tạo trong nước, ít chất thải, vốn đầu tư thiết bị thấp.

Khuyết điểm: đốt ở nhiệt độ cao ( $>1000^{\circ}\text{C}$ ), thiết bị chế tạo bằng vật liệu đất liền, dễ hỏng, kỹ thuật vận hành phức tạp, chi phí vận hành cao, không thu hồi được sản phẩm.

### *Xử lý cặn dầu bằng phương pháp vi sinh*

*Nguyên tắc:* cặn dầu có bổ sung nước ngọt, enzym GBE, men Petro BAC và thức ăn nhân men. Sau đó hỗn hợp được lên men theo nguyên tắc phân hủy màng mỏng. Kết quả thu được dung dịch lỏng có thể dùng làm phân vi sinh.

*Ưu điểm:* thiết bị xử lý cặn được chế tạo trong nước, khí thải ít (đã qua quá trình xử lý), hiệu quả xử lý cao, sản phẩm có giá trị (phân bón).

*Khuyết điểm:* diện tích mặt bằng xây dựng lớn, nước và rác thải nhiều, chi phí đầu tư cao.

### *Sản xuất thanh đốt từ cặn dầu*

*Nguyên tắc:* cặn dầu được trộn với bã mía để tăng hàm lượng chất khô, sau đó được đùn ép dưới áp lực cơ học, tạo thành sản phẩm là thanh đốt (tương tự như củi)

*Ưu điểm:* công nghệ đơn giản, dễ thực hiện, cho phép xử lý hoàn toàn cặn dầu, không phát sinh chất thải

*Nhược điểm:* phương pháp xử lý không triệt để, cặn dầu chỉ mới được đóng rắn cơ học, sản phẩm trong quá trình sử dụng sẽ tạo ra chất thải có tải lượng ô nhiễm lớn, sản phẩm có giá trị thấp (tương đương củi).

### *Nhận xét chung*

Các công nghệ xử lý cặn dầu trên thế giới áp dụng các quy trình cơ bản trong công nghệ hóa học và lọc hóa dầu hiện đại, cho phép xử lý triệt để cặn dầu, tạo sản phẩm có chất lượng cao. Tuy nhiên, các công nghệ này yêu cầu chi phí đầu tư khá cao (khoảng 2 triệu USD cho mỗi công nghệ), vì vậy trong điều kiện Việt Nam chưa thể áp dụng được. Các công nghệ đã áp dụng ở nước ta còn tùy tiện, thiếu cơ sở khoa học nên hiệu quả thấp về mọi mặt mà nhất là phát sinh các vấn đề về môi trường. Do đó cần có biện pháp xử lý hiệu quả hơn về mặt môi trường, kỹ thuật cũng như kinh tế.

Theo các kết quả nghiên cứu cho thấy cặn dầu do súc rửa tàu chở dầu thô chứa chủ yếu dầu thô (80%), tạp cơ học gồm mạt cưa, giẻ lau, đất sét, cát... (15%) và 5% nước. Thành phần có giá trị của cặn dầu chính là dầu thô, nếu được thu hồi nó có thể tái xuất khẩu cùng với dầu thô chính phẩm hoặc được sử dụng như nhiên liệu, luôn được thị trường săn sèn tiếp nhận. Do đó, công nghệ thu hồi dầu thô đã được nghiên cứu và triển khai áp dụng trong thực tế, được mô tả dưới đây.

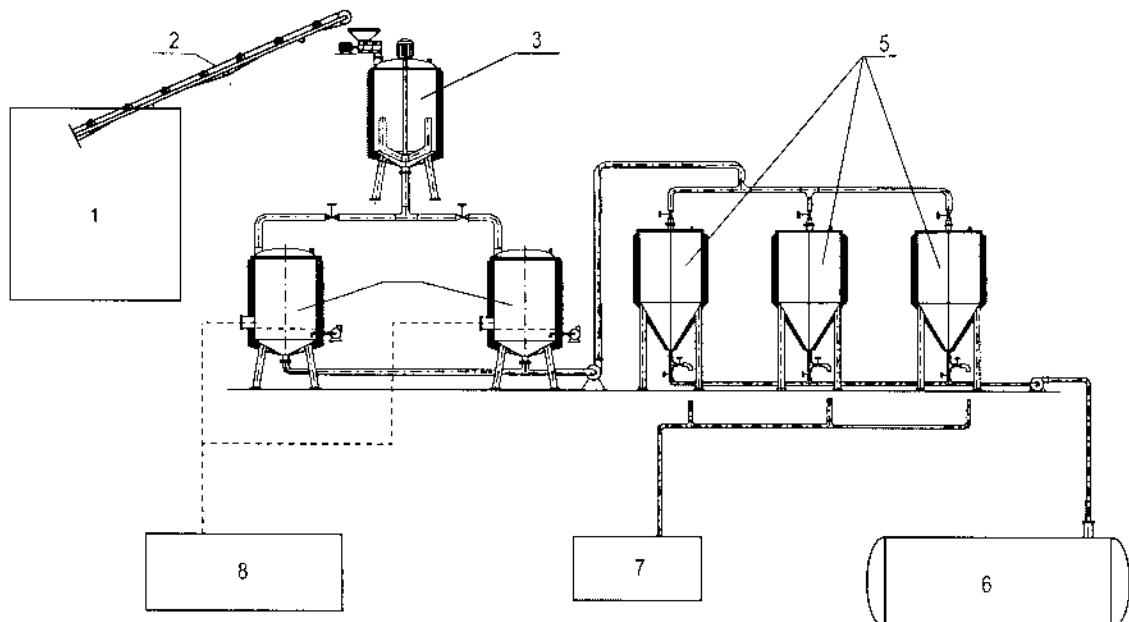
### *4. Thu hồi dầu thô từ cặn dầu thô*

Cặn dầu từ kho chứa của công ty súc rửa tàu dầu được tập kết về xưởng và lưu trữ trong bể chứa (1). Bể này được xây bằng bê tông cốt thép có các lớp chống thấm, chống rò rỉ để loại trừ triệt để khả năng thấm thấu dầu cặn ra ngoài làm ảnh hưởng đến môi trường. Bể này cũng cần có mái che để tránh mưa và tránh nắng nhằm hạn chế khả năng bay hơi các phần nhẹ. Đồng thời bể được bố trí ở một khoảng cách an toàn đối với các nguồn điện, nơi sinh hoạt của công nhân. Từ bể chứa, cặn dầu được đưa lên máy gia nhiệt (3) theo nhiều cách khác nhau, phụ thuộc vào trạng thái của cặn dầu. Cặn dầu ở dạng đóng rắn được đưa lên băng tải, nếu là dầu sệt, hơi chảy, dạng nhão, ta dùng bơm để vận chuyển cặn dầu. Ở thiết bị gia nhiệt, cặn dầu được đun nóng đến nhiệt độ  $70 \pm 80^{\circ}\text{C}$ , với nhiệt độ này, cặn dầu hóa lỏng hoàn

toàn, độ nhớt của nó giảm đáng kể sẽ giúp cho các công đoạn sau đó được tiến hành một cách dễ dàng.

Nhiệt cung cấp cho thiết bị này bằng điện năng nhờ điện trở. Điện trở được điều chỉnh sao cho nhiệt độ của dây điện trở không quá cao để tránh xảy ra hiện tượng quá nhiệt cục bộ trong thiết bị, cũng như không quá thấp làm cho thời gian gia nhiệt phải kéo dài. Để tăng cường hiệu quả của quá trình truyền nhiệt, bên trong thiết bị gia nhiệt có lắp cánh khuấy quay với vận tốc được xác định sao cho vừa tiết kiệm năng lượng vừa đảm bảo hiệu quả truyền nhiệt cần thiết.

Ngoài ra thiết bị còn trang bị bộ ngưng tụ phần dễ bay hơi của cặn dầu để tránh ô nhiễm không khí. Trong thiết bị ngưng tụ, tác nhân lạnh được sử dụng là nước, còn phần nhẹ sau khi ngưng tụ tuần hoàn về thiết bị khuấy trộn gia nhiệt.



**Hình 6.21. Sơ đồ công nghệ xử lý cặn dầu thô**

1- bể chứa cặn dầu; 2- băng tải; 3- thiết bị gia nhiệt; 4- thiết bị lọc; 5- thiết bị lắng nước;  
6- bồn chứa dầu thành phẩm; 7- bể chứa nước nhiễm dầu; 8- bể chứa bã lọc

Cặn dầu từ thiết bị gia nhiệt nhờ thế năng chảy qua máy lọc chân không (4). Màng lọc là lưới kim loại và được giữ nhiệt độ  $70 \div 80^{\circ}\text{C}$  để tránh cặn dầu đông đặc, bít kín lưới lọc. Quá trình lọc được điều chỉnh ổn định nhờ bơm chân không. Bơm này có thể tạo áp suất chân không đến  $10\text{mmHg}$ . Dầu sau khi qua lưới lọc sẽ được lấy ra ở đáy thiết bị. Sau một thời gian làm việc nhất định hay sau mỗi mẻ làm việc, các lỗ trên lưới lọc bị chia rẽ cặn nên cần phải làm vệ sinh bằng cách mở cửa bên hông thiết bị. Nếu muốn quá trình hoạt động liên tục hoặc khi có nhu cầu tăng năng suất, ta cần trang bị thêm một số máy lọc giống nhau. Máy lọc cũng được giữ nhiệt bằng điện năng, tiếp nhiệt bằng điện trở để dầu luôn trong trạng thái lỏng.

Phần bã tách ra từ máy lọc chân không được lấy ra bằng phương pháp thủ công sau khi lọc và chứa trong bể (8), bã này còn ngâm nhiều dầu, dễ cháy, sẽ trộn thêm

với mạt cưa, trấu hoặc lõi ngô làm giảm độ dẻo và được tiêu thụ, nhờ các lò gạch, lò gốm, đốt kèm với củi.

Sau khi lọc, cặn dầu được đưa qua thiết bị tách nước (5). Ở đây nhờ sự chênh lệch khối lượng riêng, nước sẽ tách khỏi dầu, lắng xuống đáy và được xả ra ngoài bồn chứa nước (7). Thiết bị này có đáy chót với góc đáy nhỏ để tách nước ra dễ dàng. Nước sẽ được tháo ra van xả ở đáy đến khi thấy dầu xuất hiện thì đóng van lại. Tiếp theo, dầu lỏng được bơm vào bồn chứa (6). Dầu lỏng thu được có thể trộn với phụ gia để giảm độ nhớt. Thiết bị trộn có cơ cấu giống như thiết bị gia nhiệt, nhưng không có hệ thống dây điện trở và cánh khuấy có dạng chân vịt để tạo dòng chuyển động hướng trực. Vận tốc quay của cánh khuấy lớn để tạo ra sự đồng nhất cho hỗn hợp nhiên liệu. Phụ gia chứa trong bồn, nhờ bơm định lượng dẫn vào thiết bị khuấy trộn.

Phần nước tách ra khỏi dầu có khối lượng khá nhỏ, có mang vết dầu, sẽ được chứa vào bể ổn định và sau đó sẽ được xử lý bằng các thiết bị chuyên dùng, theo phương pháp sinh học hoặc bằng vật liệu hút dầu chung với nước vệ sinh thiết bị và nhà xưởng nếu có và nước mưa chảy tràn trong khu vực xưởng.

Phần cặn lọc lấy ra ở thiết bị lọc được trộn thêm với một số nhiên liệu cháy như đã nói trên, sau đó cho vào khuôn để tạo hình làm nhiên liệu rắn. Khi định hình, nhiên liệu rắn đạt được nhiệt độ  $60 \div 70^{\circ}\text{C}$ . Sau đó nhiên liệu rắn sẽ được làm nguội bằng không khí, rồi tách khỏi khuôn vô bao, nhập kho.

Năng lượng dùng trong quá trình sản xuất là điện năng, nhiệt độ của tất cả các quá trình gia nhiệt, lắng, lọc được khống chế ở  $70 \div 80^{\circ}\text{C}$  nhờ bộ điều khiển nhiệt tự động.

### 6.3.3. Tái chế cặn dầu từ bồn chứa dầu FO

#### 1. Nguyên nhân hình thành và tính chất của cặn dầu

Trong quá trình vận chuyển và tồn trữ các sản phẩm dầu bị lẫn nước (do xử lý khi khai thác, do vệ sinh đường ống) tạo thành lớp hơi nước trong bồn dầu. Do đó bồn bị rỉ sét, chủ yếu ở nắp và các tầng thép phía trên thành bể là nơi tiếp xúc thường xuyên với không khí.

Trong nước ngưng tụ từ không khí và nước lót bồn có chứa nhiều loại muối hòa tan. Dung dịch muối này là nguyên nhân gây rỉ rỉ dưới dạng cặp điện phân giữa các tấm kim loại làm đáy bể và tầng dưới thành bể với kim loại của mối hàn.

Các loại axit, kiềm tan trong nước cũng như các axit hữu cơ có trong thành phần của các sản phẩm dầu là nguyên nhân làm bể bị rỉ. Trong đó, gây rỉ mạnh nhất là các hợp chất lưu huỳnh có trong thành phần của sản phẩm dầu.  $\text{H}_2\text{S}$  tách ra từ sản phẩm dầu hòa tan trong nước ngưng tụ trên mặt trong của nắp bồn và thành trên của bể, cùng với các axit trong không khí tạo thành  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và  $\text{FeS}$  gây ăn mòn thành bể và làm nhiễm bẩn dầu, đọng lại dưới đáy bể.  $\text{FeS}$  sinh ra gây ăn mòn điện hóa mạnh, phá hủy bồn sinh ra các sản phẩm do ăn mòn khác làm nhiễm bẩn dầu.

Đối với sản phẩm tồn trữ là xăng, hợp chất tetraetyl chì phân hủy (mạnh dưới ánh sáng mặt trời) tạo ra các hạt chì màu trắng lắng xuống đáy và xăng trở nên trong.

Bùn còn sinh ra trong quá trình xử lý đường ống và bồn chứa. Sản phẩm dầu được bơm hết ra khỏi đường ống bằng nước sông để tiến hành sửa chữa, lắp ráp... dùng

nước sông, do có chứa nhiều muối hòa tan nên tạo lượng cặn và tạp chất trong dầu và bồn chứa.

### Các loại cặn trong bồn chứa

Có thể chia làm các loại cặn: vô cơ, hữu cơ, hỗn hợp của hai nhóm trên.

Cặn vô cơ: các oxy sắt, sunphua sắt ( $FeS$ ), rỉ kim loại màu, kim loại. Rỉ kim loại hình thành trên thành và nắp bồn và lắng xuống đáy bồn. Cặn còn chứa đất, cát...

Cặn hữu cơ: hydrocacbua (carbene, carboid...) dễ hòa tan trong xăng, dầu hỏa, hoặc các dung môi hóa học khác, cặn nhựa hắc ín.

Cặn đáy trong bồn chứa dầu trắng chứa chủ yếu là các sản phẩm do ăn mòn (vẩy rỉ sắt) và các tạp chất cơ học khác. Tạp chất do ăn mòn nằm lẫn trong khối sản phẩm dầu dưới dạng các hạt nhỏ trong suốt quá trình sử dụng bồn. Trong đó, các sản phẩm oxy hóa chiếm phần lớn.

Cặn trong bể chứa dầu nhờn gồm các tạp chất gây ra do ăn mòn, tạp chất cơ học và nhũ tương dầu trong nước.

Cặn trong các bể chứa dầu thô gồm đầy đủ các thành phần hữu cơ và vô cơ trên. Trong thời gian tồn chứa trong bồn ở những điều kiện nhiệt độ áp suất nhất định, những hydrocacbua cao phân tử loại ceresin và parafin dưới dạng tinh thể cứng tách ra khỏi dầu mỏ. Chúng có thể lẫn trong dầu mỏ hoặc lắng xuống đáy bồn. Đồng thời cặn lắng xuống đáy bồn còn có lẫn đất cát, nhам thạch... từ lòng đất theo dầu mỏ chảy vào cùng với nước và tạp chất khác.

Các tinh thể parafin do đồng tụ thành những hệ phức riêng có đường kính đến  $0,5 \div 1\text{mm}$  nên lắng xuống đáy bồn. Ở đây, chúng dần dần liên kết chặt với các phân tử cát, bụi và các tạp chất cơ học khác tạo thành một lớp cặn bền vững, làm giảm thể tích sử dụng bồn, khó tẩy rửa bồn.

Tại các bồn chứa dầu mỏ, sau khi chuyển tải hết lượng dầu trong đó, đáy bồn còn lại chủ yếu là parafin, hắc ín hoặc nhựa asphalt, cùng với cát, vẩy rỉ sắt và các tạp chất khác tạo thành một khối liên kết chặt. Phần chưa kịp lắng kết chặt thì dễ dàng tan ra khi có dòng dầu mới phun tiếp vào bồn. Do hiện tượng trên và do dòng dầu chảy xoáy vào bồn nên xuất hiện khối kết lắng không đồng đều dưới đáy bồn, thông thường tại vùng ống dẫn xuất nhập, lớp cặn tương đối thấp hơn so với phía đối diện.

Kết quả theo dõi tính chất kết tụ của các loại cặn đáy trong các bể chứa dầu mỏ tại trạm tiếp nhận của đường ống dẫn dầu.

**Bảng 6.2.** Tính chất kết tụ của các loại cặn đáy trong các bể chứa dầu

Số	Thời gian sử dụng bể sau mỗi lần súc rửa (tháng)	Khoảng cách từ đáy bể tới tim ống nhập (mm)	Độ cao trung bình của lớp cặn đáy (V)
1	12	590	740
2	6	370	360
3	12	370	770
4	1	420	200
5	2	600	300

Nguồn [2]

Kết quả trên cho thấy, hai tháng đầu sau khi súc rửa bể (lúc mức cặn thấp hơn ống nhập) là lúc tốc độ lắng tụ cặn lớn nhất. Giai đoạn sau, khi mức cặn cao hơn ống nhập, mức cặn giảm đi rõ rệt do cặn bị xói mòn bởi dòng dầu đi vào bể.

Cặn trong bể chứa mazut có những điểm khác biệt. Thành phần chính của cặn là các hợp chất cao phân tử dạng asphalt, phần còn lại gồm carbene và carboid có tỷ trọng cao. Nhìn bề ngoài, cặn có màu đen, đặc sệt và rất nhơt. Quá trình lắng các asphalten, carbene và carboid diễn ra khi tăng nhiệt độ khi hâm nóng mazut tại bể chứa. Đặc biệt khó ổn định nhất là loại cặn cracking có chứa trên 1% carboid.

Như vậy, chính chế độ nhiệt dùng để bảo quản và vận chuyển mazut là một yếu tố quan trọng đẩy mạnh quá trình tách carboid và lắng kết chúng trên bề mặt kim loại của bể chứa. Một yếu tố quan trọng nữa tạo nên cặn là sự hút bám các loại nhựa trung tính và những cao phân tử (có trong mazut) trên bề mặt các phân tử asphalten và carboid. Do sự đông tụ các phân tử này, quá trình tạo cặn càng mạnh thêm. Ngoài ra, hàm lượng các chất lưu huỳnh cũng gây khó khăn thêm cho quá trình vệ sinh cặn đáy trong các bể chứa mazut.

Cặn đáy trong bể chứa mazut là một khối đặc sệt. Nhựa asphalt lắng xuống đáy bể lâu dần dính với nhau tạo thành lớp cặn vững chắc. Khi tồn tại lâu trong bể, cặn trở thành một loại nhựa asphalt cứng.

**Bảng 6.3.** Thành phần cặn đáy trong các bể chứa mazut

STT	Thành phần	Hàm lượng, %
1	Nước	6,0
2	Asphalten	8,1
3	Nhựa	4,8
4	Parafin	1,3
5	Carboid và tạp cơ học	36,4
6	Than cốc	45,9
7	Tio	6,8
8	Lưu huỳnh	3,8

*Nguồn [2]*

*Tóm lại*, các loại cặn dưới đáy bồn chứa và các tàu chở dầu hình thành và tích tụ ngày càng nhiều không chỉ trực tiếp ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm mà còn làm giảm khả năng sử dụng các bồn chứa hay của tàu. Khi thải bỏ các loại cặn này nếu không qua xử lý sẽ gây ô nhiễm môi trường đặc biệt là đối với nguồn nước và đất. Do đó, vấn đề đặt ra trong quá trình vận chuyển và tồn chứa dầu là xử lý lượng bùn dầu mỗi lần vệ sinh bồn chứa và tàu chở dầu.

Theo kết quả phân tích cặn dầu của Tổng kho xăng dầu Petrolimex Nhà Bè, thành phần của dầu cặn bao gồm:

- Tại bồn chứa: FO: 60 ÷ 70%; nước và tạp chất: 30 ÷ 40%
- Tại các hố chứa: FO: 40 ÷ 50%; nước và tạp chất: 50 ÷ 60%

**Bảng 6.4.** Tính chất cặn dầu thu tại tổng kho xăng dầu Nhà Bè

TT	Chỉ tiêu	Ký hiệu	Đơn vị tính	Giá trị
1	Khối lượng riêng	$\rho^{20}$	g/cm <sup>3</sup>	0,95
2	Độ nhớt	$\eta_{50}$	cP	68 ÷ 93,5
3	Hàm lượng tro		% kl	0,34 (6,89)
4	Hàm lượng nước		% kl	8
5	Hàm lượng lưu huỳnh	S	% kl	2,01 ÷ 2,04
6	Nhiệt trị	Q	kcal/kg	9400 ÷ 9500

Với thành phần của dầu cặn là dầu sản phẩm bị nhiễm nước và các tạp chất cơ học khác, việc thảm bỏ trực tiếp cặn dầu sẽ gây ra các sự cố môi trường. Vì vậy, cần có các giải pháp xử lý. Hiện nay, đã có rất nhiều nghiên cứu về vấn đề này nhưng chung quy lại có hai hướng xử lý cặn dầu là: thu hồi dầu sạch và tiêu hủy.

## 2. Thu hồi cặn dầu

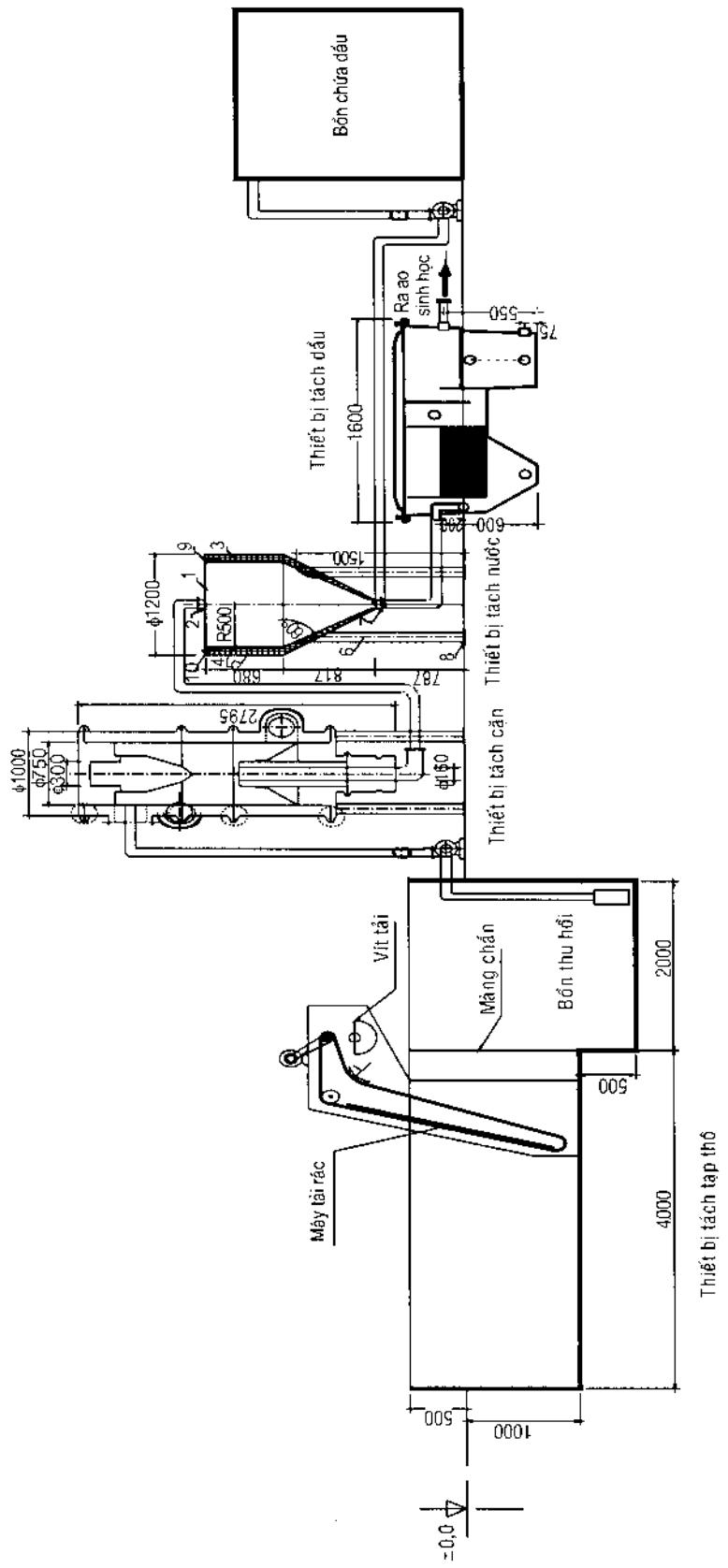
Thực chất cặn dầu gồm dầu sạch, nước và chất rắn lơ lửng vô cơ hoặc hữu cơ, do đó việc thu hồi, tái sử dụng cặn dầu không chỉ mang lại lợi ích to lớn về mặt môi trường mà còn mang lại hiệu quả về kinh tế. Công nghệ thu hồi dầu điển hình như sau (hình 6.22).

Cặn dầu từ các nguồn khác nhau được thu gom bằng xe bồn hoặc xe tải, vận chuyển về xưởng, bơm hoặc đổ vào thiết bị tách tạp thô. Tại đây, các tạp thô được tách ra nhờ lưới lọc và dầu được gia nhiệt đến nhiệt độ khoảng 70°C. Sau đó cặn dầu được bơm vào thiết bị tách cặn theo nguyên lý ly tâm. Dầu và nước đi vào thiết bị tách nước còn cặn rắn ngâm dầu đưa đi đốt. Nước tách ra từ dầu đưa đi xử lý trong thiết bị tách dầu, còn dầu sạch được bơm vào bồn chứa. Tro còn lại sau khi đốt cặn dầu là chất trơ có thể dùng làm vật liệu san lấp mặt bằng. Chi tiết các quy trình công nghệ được mô tả dưới đây.

### Quy trình thu hồi dầu sạch

Các xưởng xử lý cặn dầu được chứa thiết bị tách cặn thô, bao gồm ngăn chứa và ngăn khuấy trộn - gia nhiệt. Cặn dầu tự chảy từ thùng chứa qua lưỡi chấn bằng kim loại vào ngăn gia nhiệt. Lưỡi kim loại này có nhiệm vụ tách các tạp thô, tạp chất bám trên lưỡi được nâng lên trên và đổ vào thùng chứa tự động nhờ cơ cấu lưỡi quay. Trong ngăn gia nhiệt dầu được nung đến nhiệt độ 70°C nhờ hệ thống điện trở. Hệ thống này tự động ngắt khi nhiệt độ đạt yêu cầu, do đó luôn bảo đảm an toàn cháy nổ.

Tiếp theo, dầu được bơm qua xielon thủy lực. Trong xielon dầu chuyển động xoáy, tạo ra lực ly tâm. Dưới tác dụng của lực ly tâm các tạp rắn sẽ di chuyển ra thành thiết bị và rơi vào thùng chứa. Còn dầu sạch cùng với nước tập trung tại phần tâm của thiết bị và đi vào thiết bị tách nước. Trong thiết bị tách nước hỗn hợp dầu và nước được ủ nhiệt ở 70°C trong điều kiện tĩnh, khi đó nước nặng hơn nên sẽ lắng xuống đáy với thời gian khoảng 1 ngày và được xả gián đoạn vào thiết bị tách dầu. Phần dầu sạch sau khi tách nước được bơm vào các bồn chứa.



Hình 6.22. Quy trình công nghệ xử lý cặn dầu

## *Quy trình đốt tạp chất và hạt rắn ngâm dầu*

Công nghệ đốt cặn dầu được lựa chọn là công nghệ đốt bằng hiệu ứng nhiệt phân - là một công nghệ tiên tiến được thế giới (đặc biệt là các nước phát triển) sử dụng rộng rãi. Công nghệ đốt nhiệt phân còn được gọi là công nghệ đốt có kiểm soát không khí. Trong công nghệ đốt nhiệt phân chất thải được đốt trong hai buồng đốt:

- Buồng đốt thứ nhất (gọi là buồng đốt sơ cấp): đốt ở nhiệt độ thấp, dùng để phân hủy cặn dầu thành các khí cháy như: CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>... Nếu các khí này không được xử lý mà thải thẳng ra (như công nghệ đốt cổ điển) thì sẽ gây ô nhiễm môi trường.

- Buồng đốt thứ hai (gọi là buồng đốt thứ cấp): đốt ở nhiệt độ cao, dùng để đốt cháy hoàn toàn các khí sinh ra từ buồng sơ cấp.

Nhờ cách đốt này, khói thải chứa ít bụi và các chất ô nhiễm hữu cơ. Tuy nhiên, khí thải còn chứa các khí axit nên lò đốt được trang bị một hệ thống làm nguội và xử lý khí thải axit bằng dung dịch kiềm.

## *Quy trình xử lý nước thải nhiễm dầu*

Nước thải nhiễm dầu tách ra từ thiết bị tách nước được xả trực tiếp vào thiết bị tách dầu. Thiết bị tách dầu hoạt động theo nguyên lý nổi vách nghiêng kết hợp với nguyên lý tuyển nổi áp lực. Các bọt khí cực nhuyễn được tạo ra từ đáy của thiết bị sẽ nâng các hạt dầu lên trên bề mặt nước. Lớp dầu nổi trên mặt nước theo ống dẫn chảy vào ngăn thu hồi, còn nước sạch qua ngăn chắn dầu chảy vào ao sinh học. Tại ao sinh học hệ thực vật nước phát triển dưới tác dụng ánh sáng mặt trời sẽ giúp phân hủy các chất hữu cơ hòa tan trong nước thải, còn các cặn rắn sẽ lắng tạo thành lớp bùn dưới đáy ao.

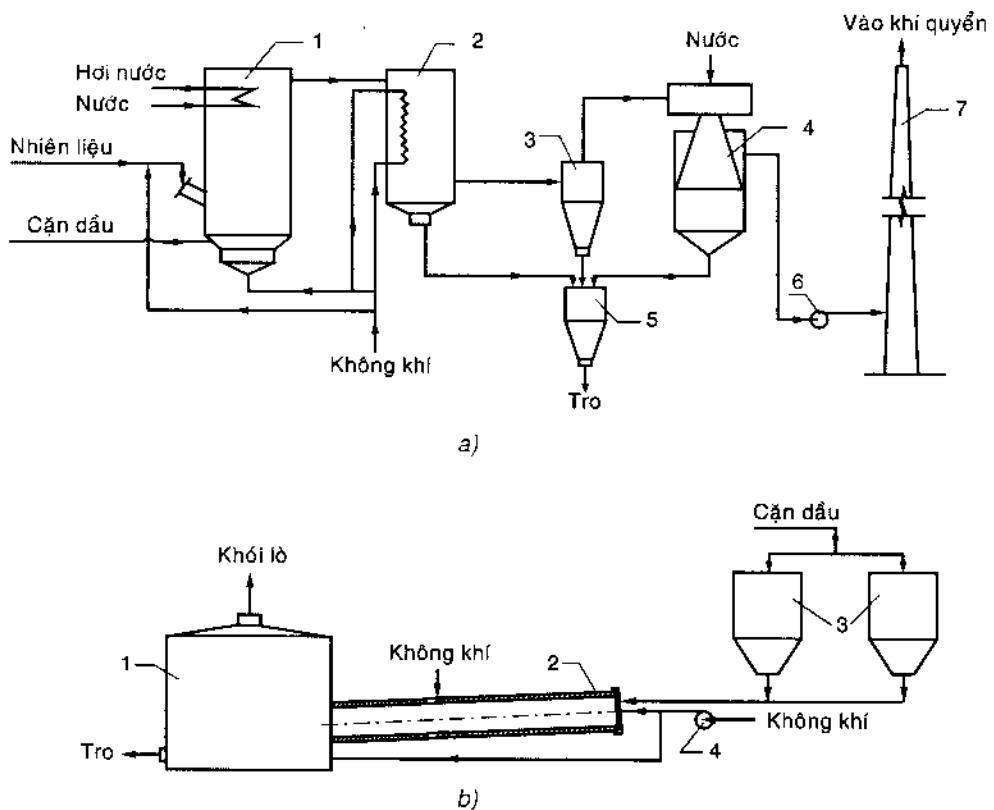
Ao sinh học ngoài nhiệm vụ xử lý nước thải nhiễm dầu và nước thải sinh hoạt của xưởng còn có chức năng chứa nước, cung cấp cho lò đốt.

## *Xử lý cặn dầu bằng phương pháp đốt*

Phương pháp phổ biến nhất của tận dụng và khử độc cặn dầu là phương pháp đốt. Hiện nay có rất nhiều công nghệ đốt như đốt tầng sôi, đốt thùng quay, đốt thanh ghi, đốt nhiệt phân,... nhưng phương án đốt hiệu quả được lựa chọn căn cứ trên thành phần dầu.

Để đốt cặn dầu chứa ít hơn 20% tạp chất rắn, người ta thường sử dụng lò đốt tầng sôi. Sơ đồ công nghệ đốt cặn dầu trong lò tầng sôi được trình bày trên hình 6.23.

Nhằm tăng hiệu quả cháy trong lò, có thể sử dụng cát thạch anh có phân đoạn 2 ÷ 3mm làm chất tải nhiệt. Khi đốt cặn với nhiệt trị dưới 2,09MJ/kg, người ta cho thêm khí đốt vào lò và đun nóng không khí. Khi đốt cặn có nhiệt trị cao hơn, cần phải làm nguội tầng sôi. Khói lò cháy trong thiết bị đun nóng không khí truyền nhiệt lượng của mình cho không khí. Sau khi được làm sạch bụi và tro, nó được thải qua ống khói. Khi nồng độ trong cặn dầu là 67 ÷ 83% nước, 8 ÷ 12% sản phẩm dầu mỏ, 6 ÷ 15% khoáng sản sẽ tạo thành tro chứa 23,5% SiO<sub>2</sub>, 0,2% CuO, 0,59% ZnO, 1,22% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 44,8% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 16,75% CaO, 1,73% MgO, 1,2% Na<sub>2</sub>O, 4,66% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,25% H<sub>2</sub>O.



**Hình 6.23.** Sơ đồ thiết bị đốt cặn dầu

- a) Lò nung tầng sôi: 1- lò nung tầng sôi; 2- máy đun không khí; 3- cyclon; 4- ống venturi; 5- thùng chứa tro; 6- quạt; 7- ống khói;
- b) Lò nung dạng thùng quay: 1- buồng đốt bỗ sung; 2- lò nung thùng quay; 3- thùng đựng cặn dầu; 4- quạt

Khi đốt cặn dầu có chứa 70% tạp chất rắn, người ta thường sử dụng lò đốt thùng quay vì lò đốt này cho phép đốt chất thải với mọi thành phần theo các kích thước khác nhau. Theo đó, cặn dầu được bơm vào bình chứa và nén bằng không khí, đưa vào lò nung. Ở phần đầu của lò, hơi nước từ cặn dầu sẽ bay hơi và tại đây diễn ra quá trình hóa hơi phần sản phẩm dầu mỏ. Phần giữa của lò bắt đầu giai đoạn đốt các cấu tử có thể cháy được của cặn. Tro tạo thành do quá trình cháy sẽ đi vào buồng đốt bỗ sung. Ở đây, nhờ đèn xì, quá trình đốt bỗ sung sẽ đốt cháy hoàn toàn các hạt rắn và khí đi ra từ lò nung thùng quay. Buồng đốt bỗ sung được thông với ống khói. Nhiệt lượng tỏa ra do đốt được dùng cho nhà máy nhiệt điện.

#### 6.3.4. Xử lý phế thải cao su

CTR của công nghiệp sản xuất vật liệu cao su kỹ thuật (cao su lưu hóa và chưa lưu hóa, cao su - vải) được tạo thành trong giai đoạn chuẩn bị hỗn hợp cao su, tạo phôi lưu hóa và xử lý thành phẩm.

Thành phần có giá trị trong chất thải là cao su và vải. Phần lớn chất thải của ngành sản xuất dụng cụ cao su kỹ thuật được đổ bỏ hoặc đốt (khoảng 20 ÷ 30% chất

thải, 60% đối với cao su chưa lưu huỳnh), phần còn lại được sử dụng ngay trong các xí nghiệp để sản xuất các đồ dùng có nhu cầu lớn như thảm, ống, bao tay, ủng, nón cao su... Các chất thải có thành phần tương tự là vỏ xe hơi, vỏ máy bay, vỏ máy kéo, đồ dùng cá nhân.

Vỏ xe phế thải chiếm  $15 \div 20\%$  khối lượng ban đầu, phần còn lại được tái sinh. Cao su tái sinh sau xử lý có thể dùng để sản xuất các đồ dùng cao su kỹ thuật. Ví dụ, khi tái sinh một vỏ xe có kích thước trung bình, ta có thể thu được gần 10kg cao su.

Cần phải chú ý rằng không phải tất cả các đồ dùng cao su đều có thể tái sinh. Các đồ dùng cao su không thể tái sinh gồm có: đồ dùng đã mất tính dẻo và trở nên dòn do lão hóa, đồ dùng có hàm lượng cao su thấp hoặc đồ dùng được chế tạo từ cao su tái sinh.

Trước khi tái sinh, cao su cần phải qua giai đoạn chuẩn bị bao gồm nghiền cao su thành hạt, tách vải, trộn phụ gia, chất làm mềm, chất hoạt hóa của quá trình khử lưu huỳnh, thúc đẩy cao su chuyển vào trạng thái dẻo. Chất làm mềm cho quá trình khử lưu huỳnh là sản phẩm hữu cơ (nhựa thông, nhựa lò hơi, dầu mỡ kỹ thuật...) với nhiệt độ sôi lớn hơn  $300^{\circ}\text{C}$ , vượt xa nhiệt độ khử lưu huỳnh.

Các phân tử của chất làm mềm xâm nhập vào giữa các phân tử cao su trong chất dẻo, tạo ra sự giãn nở do tăng khoảng cách phân tử, làm yếu lực liên kết phân tử. Do đó, làm giảm xác suất hư hỏng của quá trình tạo cấu trúc cao su. Chất làm mềm còn tạo thành một trong các cấu tử tái sinh, làm tăng tính đàn hồi của nó. Định lượng chất làm mềm khoảng  $10 \div 30\%$  khối lượng chất dẻo.

Chất hoạt hóa của quá trình khử lưu huỳnh là disunsua pentaclorthiophenol, disunsua triclorthiophenol, muối kẽm của những chất trên và các chất tạo dẻo hóa học. Khi dùng các hợp chất này, nhiệt độ của quá trình giảm và thời gian khử lưu huỳnh giảm  $40 \div 50\%$ . Lượng chất hoạt hóa thường chiếm  $0,15 \div 3,0\%$ , phụ thuộc vào thành phần chất dẻo.

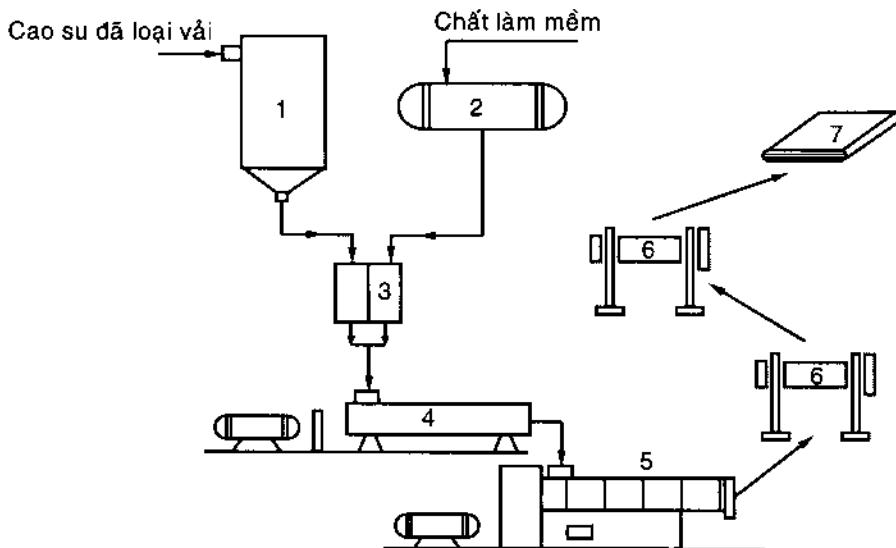
Quá trình cơ bản để sản xuất cao su tái sinh là khử lưu huỳnh. Quá trình này được thực hiện bằng cách nung cao su đã được nghiền với phụ gia trong khoảng thời gian xác định ở  $160 \div 190^{\circ}\text{C}$ . Lúc này, quá trình phân hủy cao su lưu huỳnh sẽ xảy ra, cấu trúc không gian của cao su bị phân rã tại liên kết lưu huỳnh - cao su và cao su - cao su. Quá trình khử lưu huỳnh làm giảm khối lượng của cao su. Do đó, sau khi khử lưu huỳnh, có một phần cao su bị tan ra. Khối lượng phân tử cao su trung bình  $6.000 \div 12.000\text{g/mol}$ .

Cao su thu được từ quá trình khử lưu huỳnh có lượng lớn nối đôi chưa bão hòa, đảm bảo khả năng tái lưu huỳnh cao khi sản xuất vật liệu tái sinh.

Có nhiều phương pháp điều chế cao su tái sinh như nhiệt cơ, trung hòa bằng hơi hay trung hòa bằng nước.

Không phụ thuộc vào phương pháp tái sinh trước đó, phế thải cao su đều phải qua công đoạn chuẩn bị giống nhau (hình 6.24). Chúng được lựa chọn theo hình dạng,

chủng loại và nồng độ cao su, được tách kim loại có trong phế thải trên máy cắt ép thành 3 đến 4 phần, được nghiền trên máy cắt lop thành các mảnh bán vành khuyên có chiều rộng  $10 \div 40$ mm, và nghiền thành hạt trên máy đập, nghiền đùa (hoặc máy nghiền búa và nghiền đĩa). Sau các giai đoạn trên, các hạt cao su thu được sẽ có kích thước  $1 \div 2$ mm với hàm lượng vải từ  $2 \div 10\%$  (phụ thuộc vào phương pháp xử lý tiếp theo). Đây chính là vật liệu bán thành phẩm để sản xuất cao su tái sinh.



**Hình 6.24.** Sơ đồ sản xuất cao su tái sinh bằng phương pháp nhiệt cơ

1- thùng chứa cao su đã nghiền; 2- thùng chứa chất làm mềm;  
3- thiết bị định lượng;  
4- máy trộn; 5- thiết bị khử lưu huỳnh; 6- máy cán; 7- sản phẩm

Trong phương pháp hơi nước, phần cao su hạt không chứa vải được trộn với chất tăng độ dai và được nhập vào lò khử lưu huỳnh. Ở đây, chúng được xử lý bằng hơi trực tiếp dưới áp suất  $0,8 \div 1,0$ MPa ở  $175 \div 185^{\circ}\text{C}$  trong  $7 \div 8$  giờ (đối với vỏ xe). Với mục đích đồng thể hóa và dẻo hóa, hỗn hợp đã khử lưu huỳnh được chế biến nối tiếp trong các máy cán (cán hỗn hợp tái sinh và chuẩn bị cán tĩnh) rồi cho qua ép lọc trực vít. Việc xử lý cuối cùng khôi cao su thành sản phẩm được tiến hành trên máy cán tĩnh.

Vì có quá trình khuấy trộn khử lưu huỳnh nên cao su tái sinh thường không có tính dẻo đồng nhất. Đây chính là nhược điểm chính của phương pháp hơi nước. Với phương pháp nước, cao su tái sinh sẽ có chất lượng cao hơn. Quá trình khử lưu huỳnh theo phương pháp trung hòa bằng nước đối với cao su đã được loại vải và tiến hành trong nồi hơi đứng có cánh khuấy với môi trường là chất nhũ tương nước - chất tăng dai ở  $180 \div 185^{\circ}\text{C}$  trong vòng  $5 \div 8$  giờ. Hơi nước có áp suất dư  $1,2$ MPa ở  $191^{\circ}\text{C}$  được cho vào vỏ nồi hơi. Khi kết thúc quá trình khử lưu huỳnh, người ta tách nước ra khỏi cao su tái sinh trong thùng quay có vỏ xuyên lỗ. Để đạt đến độ ẩm  $15 \div 18\%$ , người ta ép cao su tái sinh trong máy nén vít đẩy. Sau đó, cao su tái sinh

được sấy trong máy sấy chân không hoặc băng tải. Việc xử lý cơ học tiếp theo để khử lưu huỳnh được tiến hành tương tự như trong phương pháp hơi.

Quá trình tái sinh cao su theo phương pháp trung hòa bằng nước, sự khuấy trộn liên tục thúc đẩy sự trương nở của cao su trong chất tăng dai. Ngoài ra, nếu sử dụng chất tăng dai là nhựa của cây gỗ lá nhọn có chứa nhiều axit tan trong nước, các sợi vải còn sót lại sẽ bị phân hủy (hiệu quả tương tự khi bổ sung clorua kẽm và canxi). Những yếu tố nói trên đều ảnh hưởng tốt đến chất lượng của cao su tái sinh.

Phương pháp tái sinh hoàn thiện nhất về mặt kỹ thuật là phương pháp nhiệt cơ. Phương pháp này cho phép tăng tốc độ đáng kể quá trình tái sinh, nhờ cơ khí hóa và tự động hóa tối đa quá trình sản xuất. Phương pháp nhiệt cơ làm cho quá trình tái sinh được thực hiện liên tục, giảm giá thành tái sinh.

Trong quy trình sản xuất cao su tái sinh bằng phương pháp nhiệt cơ (hình 6.22), các hạt cao su được loại vải để đạt hàm lượng lượng sợi  $\leq 2\%$ . Sau đó, nó được trộn liên tục với chất tăng dai trong khoảng  $4 \div 12$  giờ. Cao su tiếp tục được cho qua máy ép trực vít ở  $140 \div 210^{\circ}\text{C}$  để khử lưu huỳnh. Từ máy ép, cao su đã khử lưu huỳnh được tiếp tục xử lý trên máy cán tinh để được cao su tái sinh. Cao su tái sinh được sản xuất theo phương pháp này đồng nhất hơn và dẻo hơn cao su tái sinh thu được theo phương pháp trung hòa bằng nước.

Liên Xô cũ đã sáng chế ra các phương pháp sản xuất cao su tái sinh mới: phương pháp phân tán và phương pháp bức xạ. Phương pháp phân tán được thực hiện bằng cách nghiền cao su đến trạng thái rất nhuyễn trong môi trường nước. Quá trình được tiến hành với sự có mặt của chất khử lưu huỳnh và chất hoạt động bề mặt ở nhiệt độ  $40 \div 60^{\circ}\text{C}$ , do đó, ngăn chặn được sự hình thành các phản ứng oxy hóa và sự thay đổi đáng kể thành phần cao su trong thời gian tái sinh. Phương pháp bức xạ (với tác dụng của tia  $\gamma$ ) có thể được sử dụng để tái sinh cao su trên cơ sở cao su butyl. Trong phương pháp này không cần phải nghiền cẩn thận cao su.

Ở Liên Xô cũ, giá thành cao su tái sinh thấp hơn  $4 \div 6$  lần giá thành cao su tổng hợp. Vì vậy, việc sử dụng nó để thay thế một phần hay toàn bộ cao su trong sản xuất đồ dùng bằng cao su kĩ thuật rất có lợi về mặt kinh tế. Việc sử dụng cao su tái sinh không chỉ đem lại lợi ích kinh tế mà còn đem lại lợi ích về mặt kỹ thuật như tăng vận tốc khuấy, giảm tiêu hao năng lượng, giảm độ co ngót của cao su thu được... Phế thải kim loại của quá trình sản xuất cao su tái sinh có thể được dùng trong công nghiệp luyện kim đen. Từ vải phế liệu, ta có thể làm các tấm cách nhiệt, cách âm, chất đệm cho đồ gỗ...

Một hướng khác để chế biến cao su phế thải là nghiền chúng thành hạt. Các hạt cao su này có thể được chế biến thành nhiều loại vật liệu xây dựng có cao su chiếm  $10 \div 40\%$  như màng bitum - cao su, vật liệu chống thấm, thảm lót, ván tường, vật liệu phủ đường hoặc được dùng để sản xuất bao bì bền hóa học và các mục đích khác.

Mặc dù quy mô tái sử dụng phế thải cao su trên thế giới khá lớn nhưng nguồn dự trữ của chúng vẫn tiếp tục tăng lên đáng kể. Vì vậy, người ta vẫn còn tiếp tục tìm kiếm các hướng tận dụng và chế biến mới.

Đối với các phế thải cao su không được sử dụng để sản xuất cao su tái sinh, có thể dùng phương pháp nhiệt phân để thu được các sản phẩm khác nhau. Bằng cách nhiệt phân phế thải cao su ở  $400 \div 450^{\circ}\text{C}$ , ta có thể thu được dầu cao su, một chất được sử dụng làm chất tẩy da trong sản xuất cao su và cao su tái sinh.

Kết quả của quá trình nhiệt phân vỏ xe ô tô đã nghiên ở  $593 \div 815^{\circ}\text{C}$  là hydrocacbon lỏng (được sử dụng như nhiên liệu), phần sản phẩm rắn có thể được sử dụng thay cho mồ hóng để sản xuất các đồ dùng cao su kĩ thuật.

Nếu nhiệt phân ở nhiệt độ cao ( $900 \div 1200^{\circ}\text{C}$ ) hai giai đoạn, từ vỏ xe ô tô, ta có thể thu được mồ hóng (chất cần thiết cho công nghiệp cao su), than cốc có khả năng hấp phụ cao, khí và nguyên liệu cho luyện kim đen.

Hiện nay, quá trình nhiệt phân phế thải hữu cơ đang thu hút nhiều sự quan tâm.

## 6.4. TÌNH HÌNH TÁI CHẾ CTR TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

### 6.4.1. Tình hình tái chế CTR trên thế giới

Ở nhiều nước phát triển trên thế giới, hoạt động tái chế và tái sử dụng CTR đã được quan tâm và mang lại hiệu quả kinh tế lớn. Các quốc gia này đã xây dựng một chiến lược quản lý chất thải trong toàn bộ hệ thống quản lý chất thải. Năm 1989, hệ thống quản lý này được Liên Hiệp châu Âu chỉ đạo. Và công tác ngăn ngừa phát sinh chất thải, thu hồi và giảm thiểu việc thải bỏ được ưu tiên thực hiện. Thêm vào đó, việc gia tăng sự hợp tác giữa các thành viên nhằm giảm thiểu xuất - nhập khẩu bất hợp lý và các hoạt động phát sinh CTNH cũng được đẩy mạnh.

Các nước phát triển hiện nay đang thay đổi lối sống theo xu hướng sử dụng các sản phẩm có nguồn gốc tái chế và phát triển các ngành kinh doanh tái chế mới trên thị trường. Đặc điểm của hoạt động thu hồi và tái chế chất thải ở các nước này là đã tổ chức được các dịch vụ công cộng có trách nhiệm đẩy mạnh tái chế rác bằng chính sách.

Để giảm thiểu lượng rác thải phát sinh, nước Mỹ đã có những chính sách hỗ trợ các hoạt động tái chế và hiện đang cố gắng thiết lập một xã hội kinh tế tuần hoàn: các nhà sản xuất phải xét xem sản phẩm của mình có sinh ra ít chất thải hơn không và các phế liệu có khả năng tái chế hay không.

Nhật Bản là một trong các quốc gia đi tiên phong trong việc áp dụng các công nghệ tiên tiến trong lĩnh vực xử lý CTCN, song song đó thì Nhật Bản cũng đã phát triển những công nghệ tiên tiến nhằm tái chế, tái sử dụng chất thải. Các hoạt động tái chế rác thải ở Nhật Bản được hỗ trợ bởi hệ thống luật và các quy định liên quan đến việc quản lý chất thải, ví dụ: luật tái chế vỏ hộp và bao bì được ban hành năm 1996, luật tái chế thiết bị điện được ban hành năm 1998. Theo thống kê, tại Nhật Bản, năm 1995 có khoảng 50% giấy phế liệu được thu hồi và tái chế, 100% các chai thủy tinh và 75% tổng lượng vỏ đồ hộp kim loại được thu hồi và tái chế.

Tại Đức, năm 1990 Volkswagen đã khánh thành một nhà máy tái sinh xe ô tô và được chính phủ Đức khuyến khích thực hiện các biện pháp thu hồi phế phẩm.

Ngoài ra, hoạt động tái chế, tái sử dụng CTR cũng đã và đang phát triển rất mạnh mẽ ở các nước tiên tiến như Pháp, Hà Lan, Úc, Canada...

#### 6.4.2. Tình hình tái chế CTR tại Việt Nam

Các hoạt động thu hồi và tái chế CTR tại nước ta đã ra đời từ lâu, với mục đích mang lại hiệu quả kinh tế và góp phần giải quyết nhu cầu lao động của đất nước. Luật môi trường ra đời đánh dấu một bước chuyển đáng kể trong công tác bảo vệ môi trường ở nước ta, hòa nhập với xu hướng chung toàn thế giới, hoạt động tái sinh, tái chế chất thải được quan tâm nhiều hơn và phát triển mạnh trong những năm gần đây, khi hàng loạt các nhà máy, khu công nghiệp ra đời, các đô thị phát triển mạnh trong tiến trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Tại các đô thị lớn, hoạt động này càng diễn ra mạnh hơn vì nguồn cung cấp nguyên liệu rất dồi dào.

TP HCM là đô thị lớn nhất cả nước và cũng là nơi có rất nhiều cơ sở sản xuất gia công tổ chức thu mua phế liệu, phế phẩm công nghiệp liên quan để làm nguyên liệu cho công nghệ tái chế. Ngoài ra, một số cơ sở tư nhân cũng tự tổ chức thu gom tái chế CTR theo hình thức thủ công và sản xuất thử nghiệm. Các ngành nghề đặc trưng của các cơ sở tái chế này chủ yếu tập trung vào tái chế nhựa, tái chế giấy, tái chế kim loại (sắt, nhôm).

Hiện Tp. HCM có khoảng 20 cơ sở tái chế có vốn đầu tư lớn hơn 1 tỷ VND, khoảng 50 - 100 cơ sở có quy mô trung bình, vốn đầu tư từ 0,5 - 1 tỷ VND và còn hàng ngàn cơ sở tái chế nhỏ có vốn đầu tư từ 100 - 300 triệu.

Các cơ sở tái chế phế liệu tại TP. HCM nằm rải rác ở cả khu vực nội thành lẫn ngoại thành với đủ mọi ngành nghề khác nhau. Các cơ sở tái chế trong nội thành thường có quy mô sản xuất nhỏ và chủ yếu là các cơ sở thủ công để tránh ảnh hưởng đến môi trường và dân cư xung quanh. Những cơ sở này thường kết hợp với những cơ sở khác để tạo ra một sản phẩm hoàn chỉnh. Diễn hình là các cơ sở tái chế nhôm, sắt... thường thu mua phế liệu rồi sản xuất các sản phẩm bán thành phẩm (phôi nhôm, phôi sắt) và bán cho các cơ sở sản xuất khác để tạo ra các sản phẩm cuối cùng. Các cơ sở tái chế chất thải ở ngoại thành thường có xu hướng sản xuất ra các sản phẩm hoàn thiện hơn nhưng ít quan tâm đến môi trường do vị trí cơ sở thường nằm xa khu dân cư, chưa vào khu quản lý tập trung nên chưa có sự quản lý chặt chẽ, thậm chí một số cơ sở còn chưa có giấy phép kinh doanh. Chất thải phát sinh của các cơ sở này có những tính chất độc hại khác nhau mà phần lớn các cơ sở đều chưa trang bị thiết bị xử lý hoặc nếu có thì cũng chưa hoàn chỉnh, đôi lúc không hoạt động và cho thải thẳng vào môi trường, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường, sức khỏe của công nhân và dân cư xung quanh. Ngoài ra, các cơ sở còn sản xuất đại trà xen kẽ giữa các ngành nghề với nhau, gây khó khăn cho các cơ quan chức năng trong việc quản lý chất thải.

Hiện nay, trong hệ thống quản lý CTR của thành phố, lĩnh vực tái chế vẫn còn được xem là một hoạt động kinh tế hoàn toàn độc lập, vì nó nằm trong một lĩnh vực tư nhân năng động, nhà nước vẫn chưa có hướng đầu tư và quản lý cụ thể. Vì vậy những phương pháp tái chế vẫn còn rất lạc hậu, hiệu suất không cao, điều kiện vệ sinh môi trường chưa được đảm bảo.

## CÂU HỎI

1. Tình hình tái chế CTR tại Việt Nam?
2. Ý nghĩa của tái chế CTR?
3. Giới thiệu tóm tắt một quy trình tái chế CTR sinh hoạt (ví dụ nhôm, sắt thép, nhựa, cao su...).
4. Trình bày tóm tắt một phương án tái chế đối với một loại CTR vô cơ (ví dụ quặng pirit thiêu kết, bùn đỏ do sản xuất nhôm từ quặng bôxit, xỉ từ công nghệ nhúng kẽm nóng, bùn xi mạ...). Phân tích tính khả thi của phương án chọn?
5. Trình bày tóm tắt một phương án tái chế đối với một loại CTR hữu cơ (ví dụ nhựa đường chua, cặn dầu do súc rửa tàu chở dầu thô, cặn dầu từ bồn chứa dầu FO, cao su phế thải, nhựa phế thải...). Phân tích tính khả thi của phương án chọn?