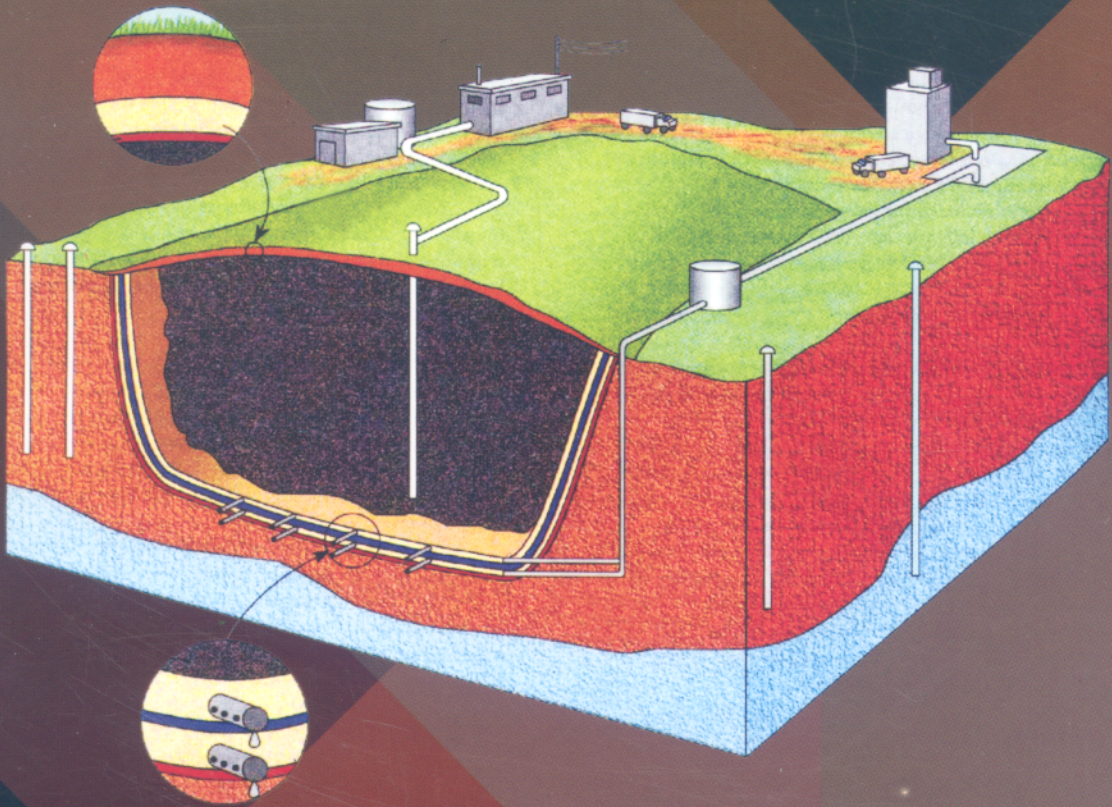


PGS. TS NGUYỄN VĂN PHƯỚC

Giáo trình Quản lý và xử lý CHẤT THẢI RẮN



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



PGS. TS NGUYỄN VĂN PHƯỚC

GIÁO TRÌNH QUẢN LÝ VÀ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN

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 kềm, nhôm, bùn xỉ mạ...) và hữu cơ (cặn dầu thô, dầu 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 kỵ 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, trục 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.

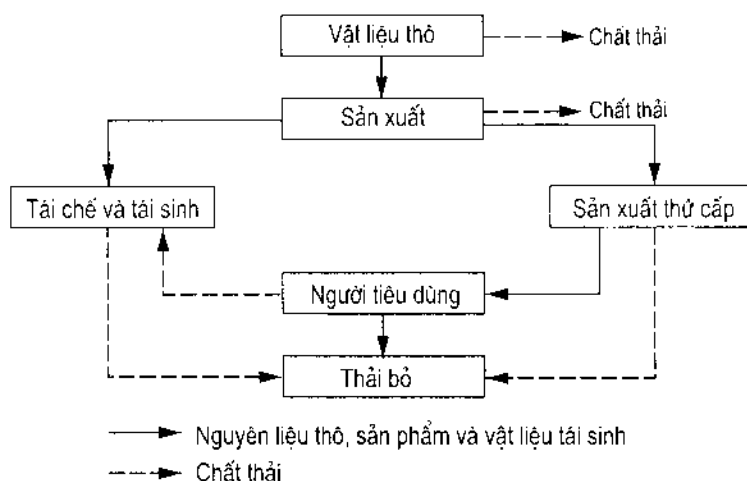
Hiện nay, hệ thống quản lý CTR không ngừng phát triển, đặc biệt là ở Mỹ và các nước công nghiệp tiên tiến. Nhiều hệ thống quản lý CTR đạt hiệu quả cao nhờ sự kết hợp đúng đắn giữa các thành phần sau đây:

- 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 RẮN 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 RẮN 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 phụ 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 1kg/người/ngày . [1]

1.5. HỆ THỐNG QUẢN LÝ CHẤT THẢI RẮN 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:

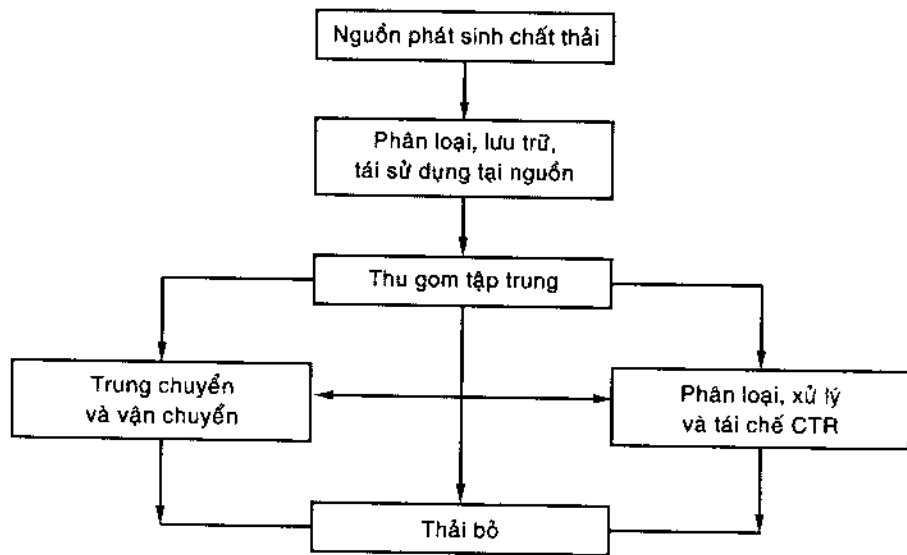
- 1- Sự phát sinh
- 2- Thu gom, lưu giữ và phân loại tại nguồn
- 3- Thu gom tập trung
- 4- Trung chuyển và vận chuyển
- 5- Phân loại, xử lý và chế biến

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 RẮN

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.

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 RẮN 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 tốt 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 RẮN 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 diễn 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 ÷ 40%. Rác thải chưa phân loại tại nguồn, rác thu gom lẫn lộn và vận 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 nghèo 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 ÷ 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 lẫn 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 ngấm nước như rơm rạ và dung dịch hóa chất bị thấm vào trong đất thì phải đào bởi 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, cacton, nhựa, túi nylon, vải, da, rác vườn, 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, cacton, 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, sẫm lốp, sơn thừa...
Công sở	Giấy, cacton, 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, sẫm lốp, sơn thừa...
Xây dựng	Gỗ, thép, bê tông, đất, cát...
Khu công cộng	Giấy, túi nylon, lá cây...
Trạm xử lý nước thải	Bùn hoá 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 ÷ 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).

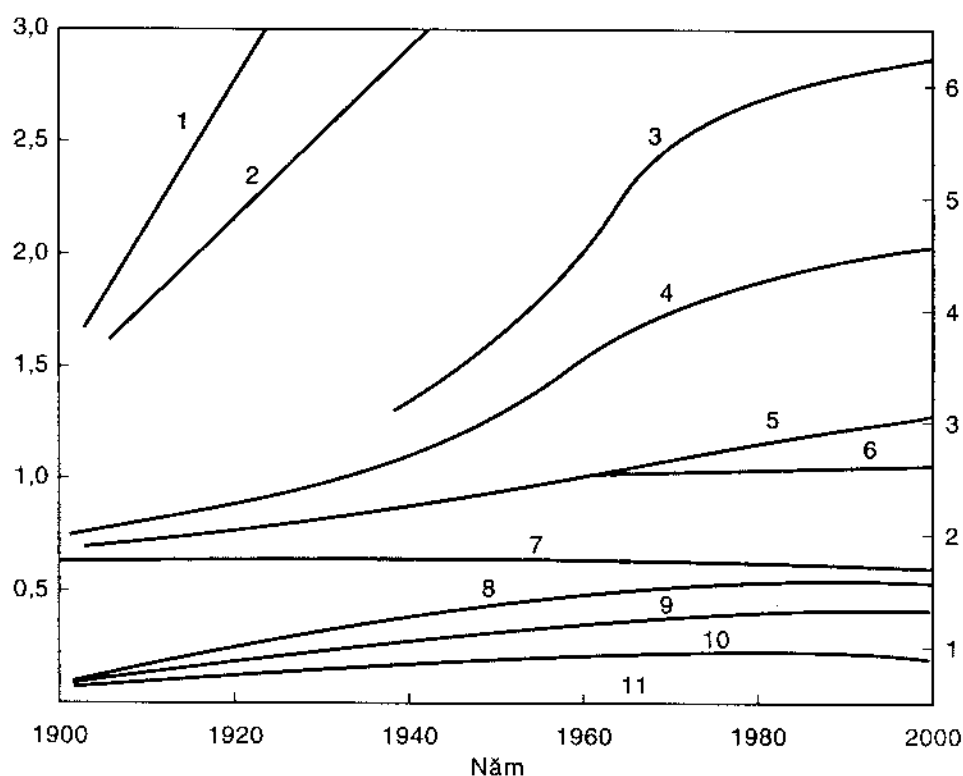
Trên thế giới, đặc biệt là tại các nước phát triển, bốn thành phần CTR có xu hướng thay đổi lớn là: thực phẩm, giấy và cacton, rác vườn, nhựa.

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 nghiền 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 cacton: 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 cacton; 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 đồng 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 đồng 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

như: 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 xếp, 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 polyester 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 bông thủy tinh, chất cách điện bằng sợi thủy tinh, vật liệu lát đường và vật liệu xây dựng như gạch, đá lát tường, đá sân nhà, bê tông 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 nhiễm bẩn 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 nhãn 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 oxy 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 tuần hoàn) được sử dụng để:

Hoạch định hoặc đánh giá kết quả của chương trình thu hồi, tái chế, tuần 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

Đây 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

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

- 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 gặp 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: $0,75\text{m}^3$
- 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 carton

- 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

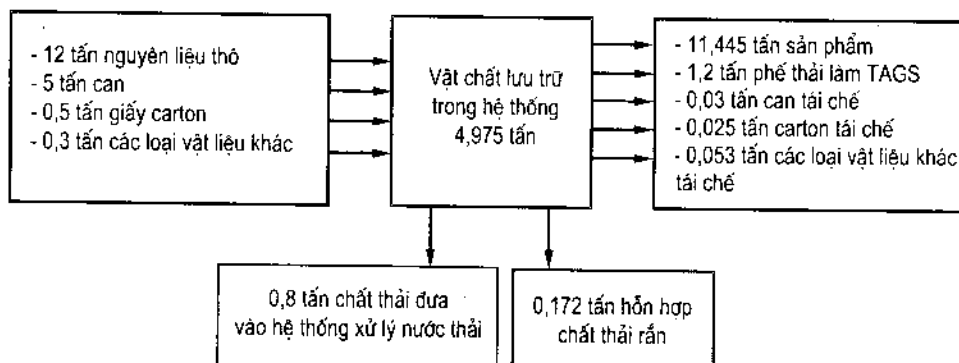
4- Chuẩn bị bảng cân bằng vật liệu

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 = $(1,2 + 0,03 + 0,025 + 0,053)$ tấn / $11,445$ tấn sản phẩm
= $0,11$ (tấn vật liệu tái chế/tấn sản phẩm)

b) Hỗn hợp CTR phát sinh = $(0,8 + 0,172)$ tấn CTR / $11,445$ tấn sản phẩm
= $0,08$ (tấn CTR/tấn sản phẩm)

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

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 nhiên 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 khuyến khích 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 bỏ 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 vườn 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 vườn 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 vườn, 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 vắng lại.

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

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

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

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

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)

Δt - 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: xếp, 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 $180 \div 400 \text{kg/m}^3$, điển hình khoảng 300kg/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. Lập 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</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
<i>II</i>	<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	Tạp chất đường kính 10 mm trở xuống	15,27
	<i>Tổng cộng</i>	<i>100,00</i>

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 từ. 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

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

μ - 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°C trong 1 giờ)
- Chất dễ bay hơi (khối lượng bị mất khi đem mẫu CTR đã sấy ở 105°C trong 1 giờ nung ở nhiệt độ 550°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°C, hàm lượng này thường chiếm khoảng 5 ÷ 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 ÷ 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 ÷ 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 ÷ 1200°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

Phần trăm khối lượng tính theo chất khô						
Thành phần	Carbon	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 carton	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 trơ của một số thành phần trong CTR đô thị trình bày trong bảng 2.12.

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

Thành phần	% kl chất trơ, 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 vườn	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 carton	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:

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

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

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

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

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 ($-OCH_3$).

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

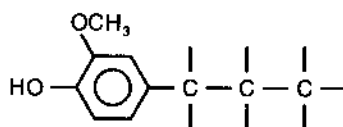
- *Protein*: chất tạo thành từ sự kết hợp chuỗi các amino axit.

Về số lượng, lignin là một trong những thành phần quan trọng nhất của thực vật, sau xenlulo và hemixenlulo. Hàm lượng lignin trong tế bào gỗ khác nhau vào khoảng $18 \div 30\%$ khối lượng khô, trong các loại cỏ thì tỷ lệ đó chiếm thấp hơn khoảng $10 \div 20\%$ 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 thất thoát nước, các tác động bên ngoài và bảo vệ thực vật chống chọi với các sinh vật gây bệnh.

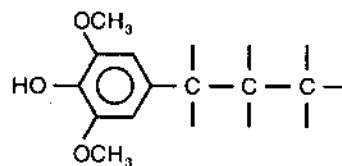
Lignin có thành phần phức tạp và đồng nhất. Sự phức tạp ở đây không phải là do có nhiều đơn phân khác nhau cấu tạo thành (các đơn phân cơ bản đều là dẫn xuất của phenyl propane, chủ yếu là rượu conuferyl) mà do tính đa dạng của các hợp chất, nhờ đó mà các đơn phân được liên kết chặt với nhau.

Thành phần của lignin gồm khoảng $62 \div 65\%$ C, $5 \div 6\%$ H, nhiều nhóm metoxyl ($-\text{OCH}_3$) và nhiều nhóm hydroxyl ($-\text{OH}$) tự do. Ở các loài thực vật khác nhau thì bản chất của những nguyên tố cấu trúc lignin cũng khác nhau.

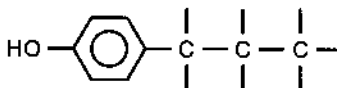
Lignin được sinh tổng hợp bởi sự polyme hóa các tiền chất phenylpropanoic. Có ba loại tiền chất được phân loại tùy theo số lượng nhóm metoxyl trên vòng thơm, được mô tả bằng các công thức hóa học sau:



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 bisunfitnatri và H_2SO_4 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 xenlulo 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 fomic	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 bỏ từ cây trồng. Thay vào đó, hàm lượng lignin của CTR có thể được sử dụng để ước lượng tỷ lệ phần dễ phân hủy sinh học của CTR, và được tính toán bằng công thức sau:

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

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

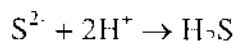
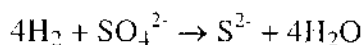
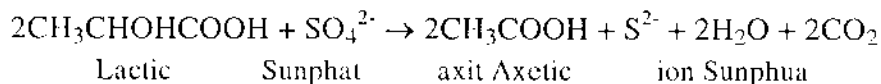
Thành phần	Phần CTR bay hơi tính theo chất khô (VS/TS), %kl	Hàm lượng lignin/VS (LC/VS), %kl	Phần phân hủy sinh học tính theo VS, %kl
Thực phẩm thừa	7 ÷ 15	0,4	0,82
Giấy			
Giấy báo	94,0	21,9	0,22
Giấy văn phòng	96,4	0,4	0,82
Giấy cacton	94,0	12,9	0,47
Rác vườn	50 ÷ 90	4,1	0,72

Nguồn:[1]

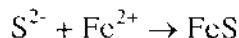
2. Sự phát sinh mùi hôi

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 kỵ khí các thành phần hữu cơ trong rác đô thị. Ví dụ, trong điều kiện kỵ khí

(khử), sunphat SO_4^{2-} có thể bị phân hủy thành sunphua S^{2-} , và kết quả là S^{2-} sẽ kết hợp với H^+ tạo thành hợp chất có mùi trứng thối là H_2S . Sự hình thành H_2S là do kết quả của hai chuỗi phản ứng hóa học.

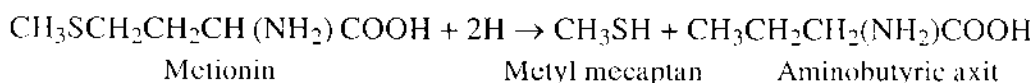


Ion sunphua (S^{2-}) có thể cũng kết hợp với muối kim loại như sắt, tạo thành các sunphua kim loại.

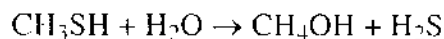


Nước rác tại bãi rác có màu đen là do sự hình thành các muối sunphua trong điều kiện kỵ khí. Do đó, nếu không có sự hình thành các muối sunphua thì việc hình thành mùi hôi tại bãi chôn lấp là một vấn đề ô nhiễm môi trường có tính chất nghiêm trọng.

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



Metyl mecaptan 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 nặng 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 nhộng:	4 ÷ 5 ngày
Tổng cộng:	9 ÷ 11 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 - Sự chưng cất phân hủy - Đốt thiếu khí	- CO₂, SO₂, 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) - CH₄, CO₂, khí ở dạng vết, chất thải còn lại - CH₄, 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?

2. Hơi nước và CO_2 là hai sản phẩm chính của quá trình cháy. Tỷ lệ mol giữa chúng là hằng số đối với mọi CTR. Hãy giải thích: $R = \text{số mol H}_2\text{O} / \text{số mol CO}_2$.

3. Tính chất nào của CTR ảnh hưởng đến sự phân hủy hiếu khí của nó.

4. Những loại chất thải nào anh (chị) thường phân loại tại nhà?

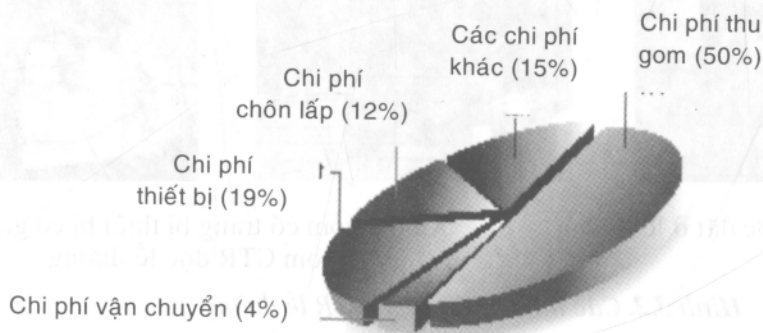
Chương 3

HỆ THỐNG THU GOM CHẤT THẢI RẮN

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 $50 \div 70\%$ 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.

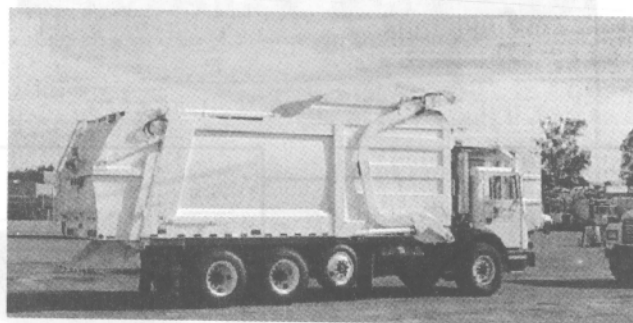
Dịch vụ thu gom kiểu mang đi (Setout): Dịch vụ kiểu mang đi về cơ bản giống như dịch vụ kiểu mang đi - trả về, chỉ khác ở chỗ chủ nhà chịu trách nhiệm mang các thùng chứa CTR trở về vị trí ban đầu.

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>				
- Vượng 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

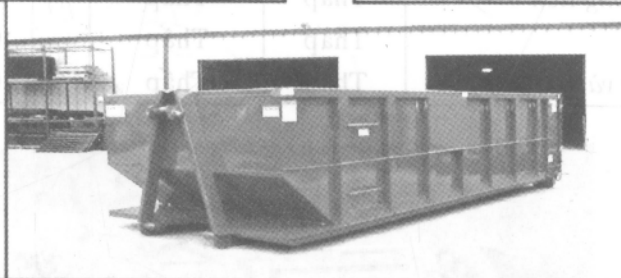
Dịch vụ thu gom lề đường là phương pháp phổ biến cho các khu dân cư thấp tầng và trung bình. Với dịch vụ này, đội thu gom có trách nhiệm vận chuyển các thùng chứa đầy CTR từ các hộ gia đình đến tuyến đường thu gom bằng phương pháp thủ công hoặc cơ giới, tùy thuộc vào số lượng CTR cần vận chuyển. Nếu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

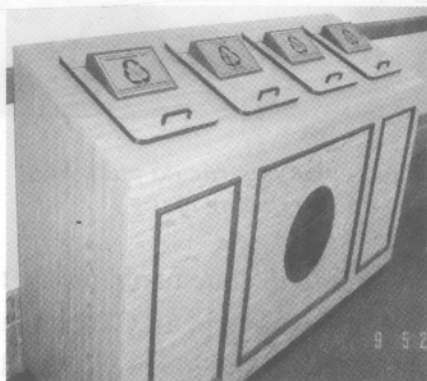
4. Phương pháp áp dụng cho các khu thương mại - công nghiệp

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



a)



b)

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 ký 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 thải 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 $0,62\text{ kg}/(\text{người.ngày})$. 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 ³	Thể tích vật liệu tái chế tính cho 100kg CTR, m ³ /100kg
<i>Chất hữu cơ</i>				
Thực phẩm thừa	8,0	–	288,3	–
Giấy	35,8	5,7 ^a	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 5m³ thì tính theo tỷ lệ ta có 2,4m³ (= 5×3,02/6,28) để chứa giấy in và giấy cacton, 1,8m³ chứa nhựa và thủy tinh và 0,8m³ 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 cacton phân loại để thu gom hàng tuần từ mỗi hộ

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

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

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

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

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

Tổng thể tích giấy in và giấy cacton:

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

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 bãi 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 bãi 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 sắp 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 - Stationary 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.



a)



b)

Hình 3.7. Xe thu gom rác container

a) Cố định; b) Di động

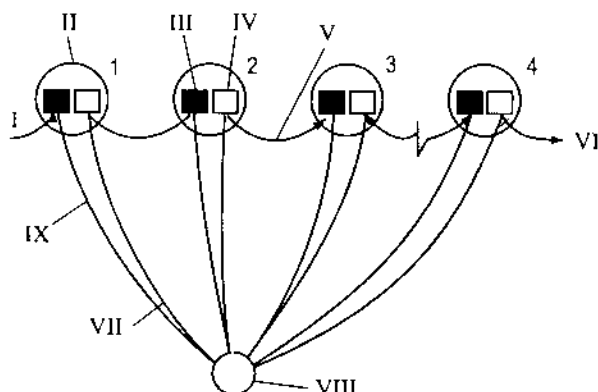
3.3. PHÂN TÍCH HỆ THỐNG THU GOM

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

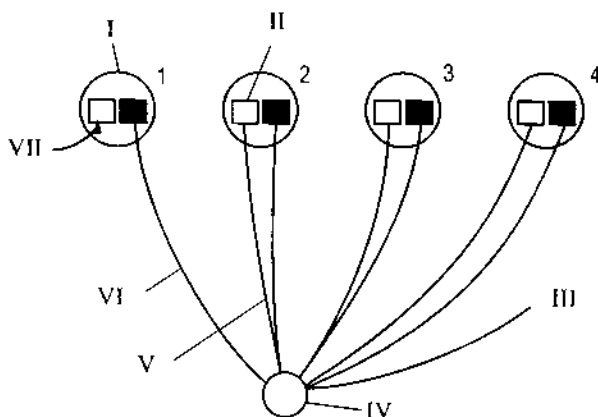
Trước khi thiết lập các công thức tính toán cho các hệ thống thu gom, các hoạt động đơn vị phải được mô tả. Các hoạt động liên quan đến việc thu gom CTR có thể được chia thành bốn hoạt động đơn vị sau:

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



Hình 3.8. Sơ đồ hoạt động của hệ thống container di động cố định

I - xe tải từ trạm điều vận đến vị trí đặt container đầu tiên của tuyến thu gom trong ngày; II - nhắc 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 đổ; VII - vận chuyển container rỗng từ bãi đổ về lại vị trí đặt container lúc đầu; VIII - vận chuyển container đầy tải đến bãi đổ, trạm trung chuyển;



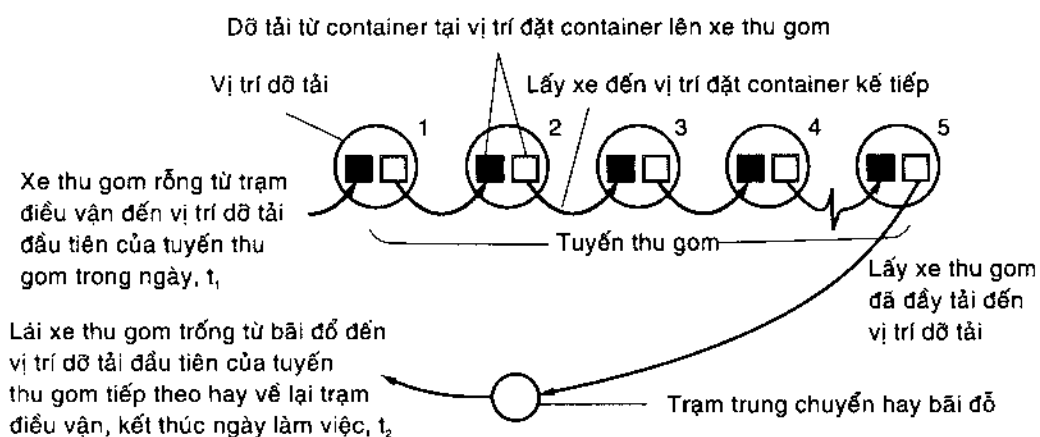
Hình 3.9. Sơ đồ hoạt động của hệ thống container di động, kiểu trao đổi container

I - vị trí đặt container; II - đặt container của vị trí trước đó (sau khi đã dỡ tải ở bãi đổ) xuống và nhắc 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 đổ; V - vận chuyển container rỗng ở vị trí 1 đến vị trí đặt container 2; VI - vận chuyển container đầy tải ở vị trí đặt container 1 đến bãi đổ; 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 đẩy 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 đổ), 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 đổ 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 đổ), 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 đổ hay trạm trung chuyển...

3. Thời gian ở bãi đổ (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 đổ) 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 đi 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 đổ, 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 đổ, 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 đổ 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

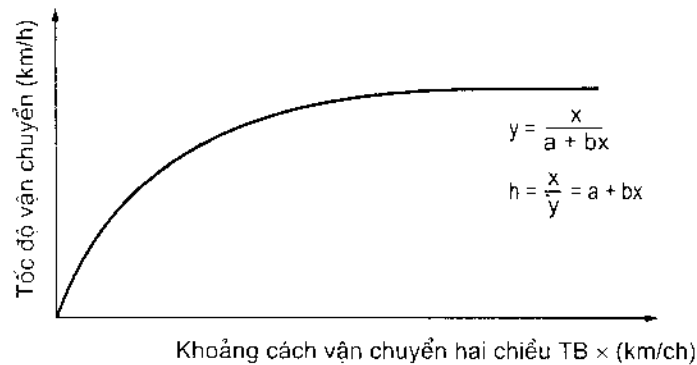
Tốc độ giới hạn (km/h)	a (h/ch)	b (h/km)
88,5	0,016	0,01119
72,4	0,022	0,01367
56,3	0,034	0,01802
40,2	0,050	0,02860
24,1	0,060	0,04164

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 đổ 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 biểu diễn 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:

$$P_{dd} = p_c + u_c + d_{bc} \quad (3.4)$$

trong đó:

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

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

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

d_{bc} - 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 (d_{bc}) 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 24,1km/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÷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, m³/ngày

c - thể tích của container, m³/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 chỗ 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/chuyến, thời gian ở bãi đổ 0,133 giờ/chuyến.

Giải

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

$$P_{dd} = p_c + u_c + d_{bc}$$

$$p_c + u_c = 0,4; \quad d_{bc} = 6 \text{ phút} = 0,1 \text{ h/ch}$$

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

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

$$N_d = \frac{[8(1-0,15) - (0,25 + 0,33)]}{1,23}$$

$$= 5,06 \text{ ch/ngày; chọn } 5 \text{ ch/ngày}$$

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 bãi 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 bãi 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 (dỡ 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 24,1 km/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^3 /ch

r - tỷ số nén

c - thể tích của container, m^3 /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^3 /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 $300 \text{ m}^3/\text{tuần}$
- b) Kích thước container $8 \text{ m}^3/\text{ch}$
- c) Hệ số sử dụng container 0,67
- d) Thời gian nhật container 0,033 giờ/ch
- e) Thời gian dỡ tải container 0,033 giờ/ch
- f) Hằng số thời gian vận chuyển $a = 0,022 \text{ h/ch}$, $b = 0,01367 \text{ h/km}$
- g) Thời gian ở bãi đổ 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 $300 \text{ m}^3/\text{tuần}$
- b) Kích thước container $8 \text{ m}^3/\text{vị trí đặt container}$
- c) Hệ số sử dụng container 0,67
- d) Dung tích xe thu gom $30 \text{ m}^3/\text{ch}$
- 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 $a = 0,022 \text{ h/ch}$, $b = 0,01367 \text{ h/km}$
- h) Thời gian ở bãi đổ 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 = 0,1mile = 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 lấy 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

$$\begin{aligned} \text{Chi phí vận hành} &= (200.000\text{đ/h})(8\text{h/ngày})[1,71 + 0,1125\text{h/km}] \text{ ngày/tuần} \\ &= [2,736.10^6 + 0,18.10^6/\text{km x}]/\text{đ/tuần} \\ &= (2,736 + 0,18.x) \text{ triệu đồng/tuần} \end{aligned}$$

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 lấy 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

$$\text{Chi phí vận hành} = (300.000\text{đ/h}) (8\text{h/ngày}) \times [0,99 + 0,01/\text{km} (x)] \text{ ngày/tuần}$$

$$= [2,376 \cdot 10^6 + 0,024 \cdot 10^6 (x)] \text{ đồng/tuần}$$

$$= [2,376 + 0,024 (x)] \text{ triệu đồng/tuần.}$$

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.

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

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

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, m³/ch
- V_p - thể tích CTR thu gom trên một vị trí lấy rác, m³/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÷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 lẻ 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 bên 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/m³
- 5- Số container sử dụng cho một vị trí thu gom là: 2 container 32 lít và 1,5 container cacton 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 bãi đổ của một chuyến: $s = 0,10\text{h/ch}$
- 16- Hai người thu gom, thời gian lái xe giữa các vị trí đặt container $0,72 \text{ phút}$, $k_1 = 0,18 \text{ phút}$.

Giải:

- 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

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

$$= 0,306 \text{ m}^3/\text{vị trí}$$

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

$$N_w = \frac{1 \text{ người} \{ (6,67 \text{ ch/tuần}) (2,3 \text{ h/ch}) + (7 \text{ ch/tuần}) \times [0,10 \text{ h/ch} + 0,016 \text{ h/ch} + (0,01119 \text{ h/km}) (56,35 \text{ km/ch})] \}}{(1 - 0,15) (8 \text{ h/ngày})} = 3,02 \text{ người-ngày/tuần}$$

b) Hai người thu gom

$$N_w = \frac{2 \text{ người} \{ (4,90 \text{ ch/tuần}) (2,3 \text{ h/ch}) + (7 \text{ ch/tuần}) \times [0,10 \text{ h/ch} + 0,016 \text{ h/ch} + (0,01119 \text{ h/km}) (56,35 \text{ km/ch})] \}}{(1 - 0,15) (8 \text{ h/ngày})} = 4,41 \text{ người-ngày/tuần}$$

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 ước 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÷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 bãi 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 $\times$ tỷ số nén), 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 đổ bỏ) 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.

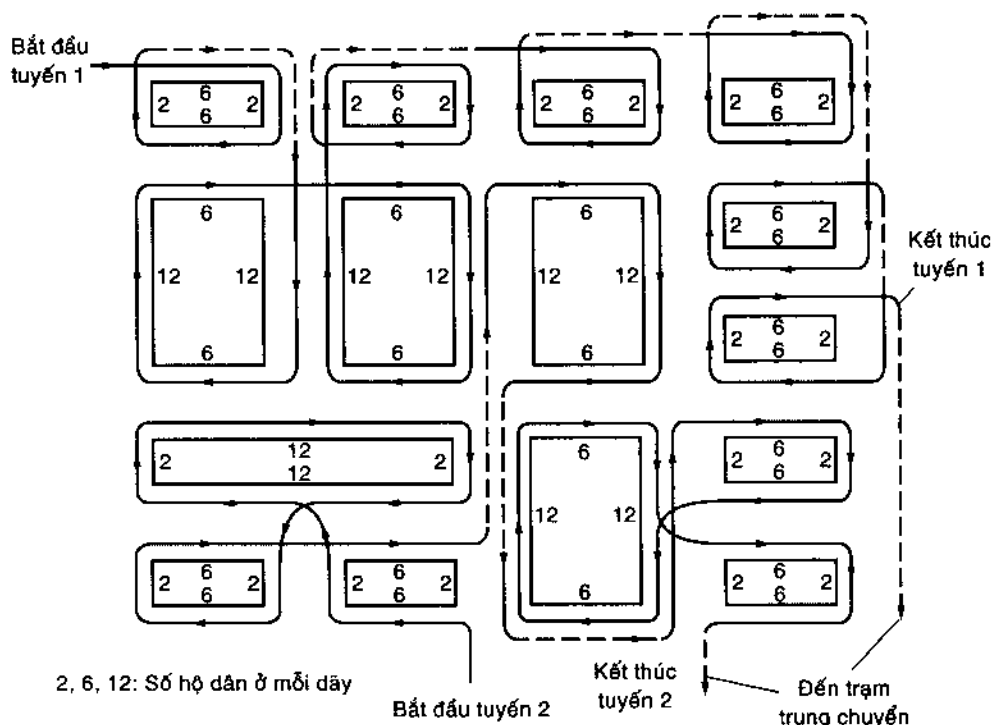
Luôn luôn hoàn thiện các hệ thống thu gom

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. Căn 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 ba gác cũ bằng xe ép



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

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 m³/tuần
- Kích thước thùng chứa rác 6,1 m³/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 m³/tuần
- Kích thước thùng chứa rác 6,1m³/chuyến
- Hệ số hữu ích của thùng chứa 0,67
- Sức chứa của xe thu gom 22,9m³/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:

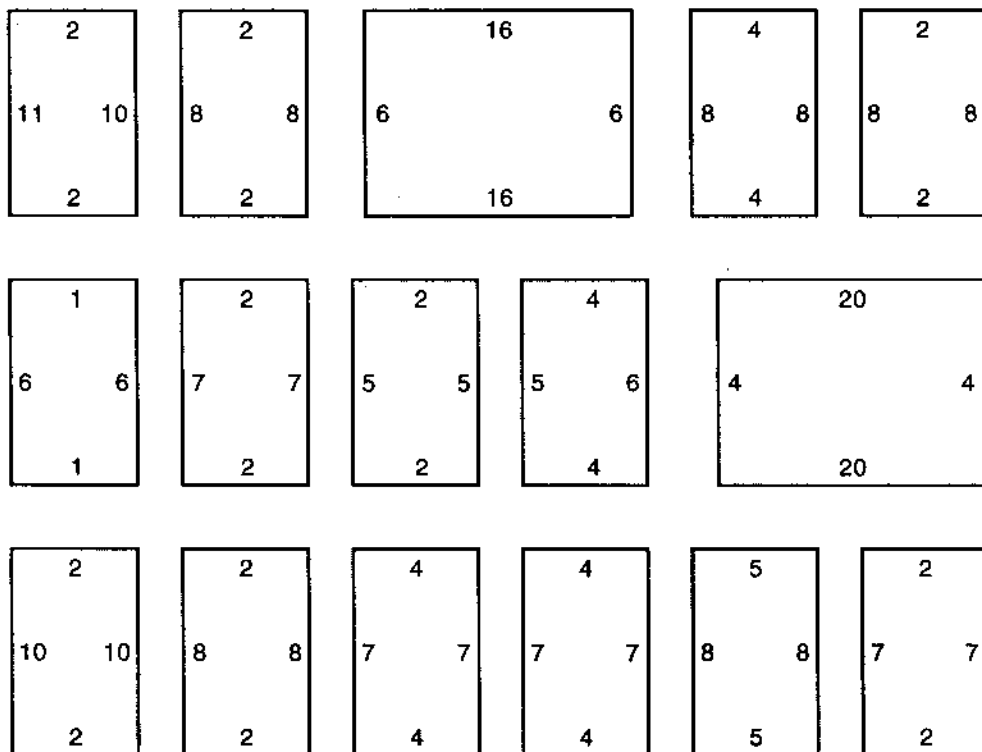
- Khoảng cách trung bình giữa các thùng CTR 0,1609km
- Hằng số ước tính thời gian vận chuyển giữa hai vị trí đặt thùng CTR cho cả hai hệ thống $a' = 0,060\text{ h/chuyến}$, $b' = 0,0416\text{ h/km}$.

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 m^3

- Khối lượng rác sau khi nén trong xe 350 kg/m^3

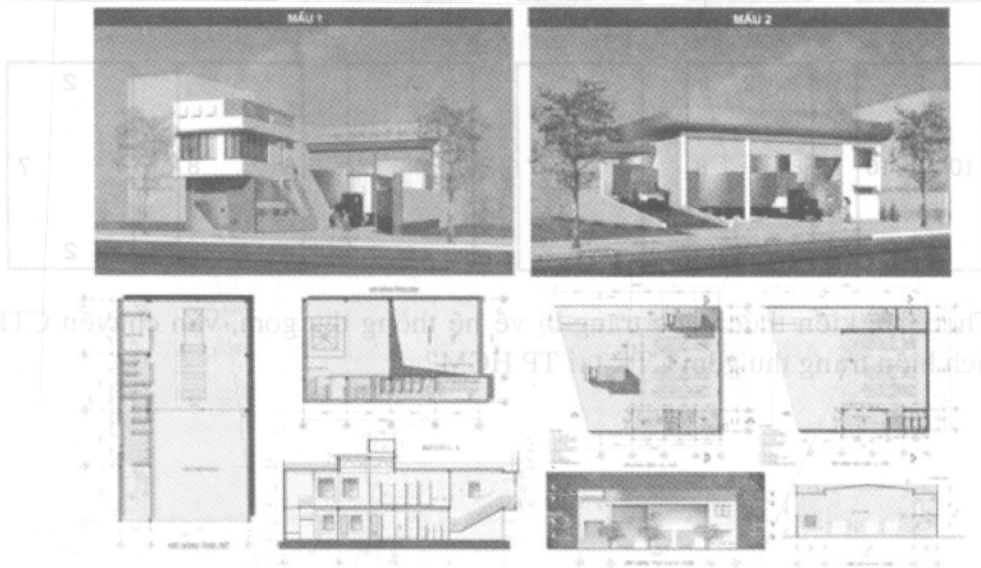


6. Theo các kiến thức được trang bị về hệ thống thu gom, vận chuyển CTR hãy phân tích hiện trạng thu gom CTR tại TP HCM?

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 chi phí nhân công, chi 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 chi 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 chi 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 chi 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 chi 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 chi phí vận hành là 60.000đ/h.
- d) Chi phí hoạt động của trạm trung chuyển: 2.750đ/ m^3 .

Giải:

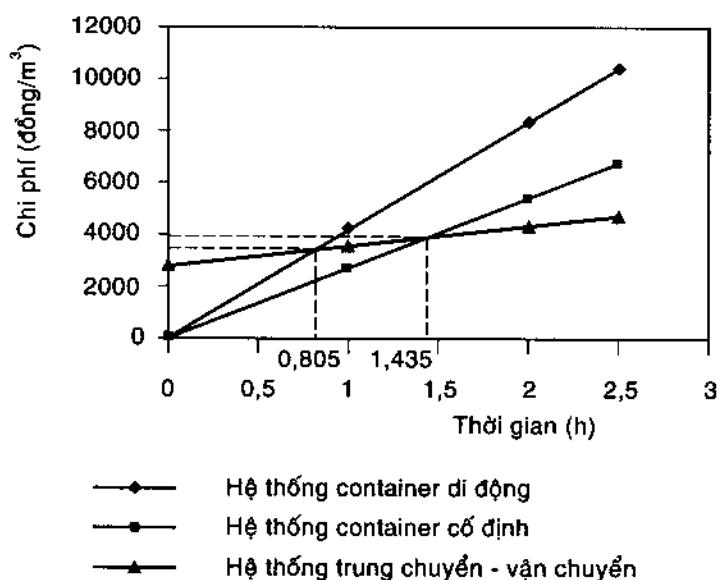
- 1- Chuyển đổi các chi phí vận hành thành đơn vị đồng/($\text{m}^3 \cdot \text{h}$)

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 1m^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 bãi 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 bãi 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 23m^3

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

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

Giải:

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

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

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

2- Xác định chi phí vận hành trên 1 tấn rác

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

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

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 trục lộ giao thông

Nếu điểm tiếp nhận rác cuối cùng không nằm cạnh trục 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*)

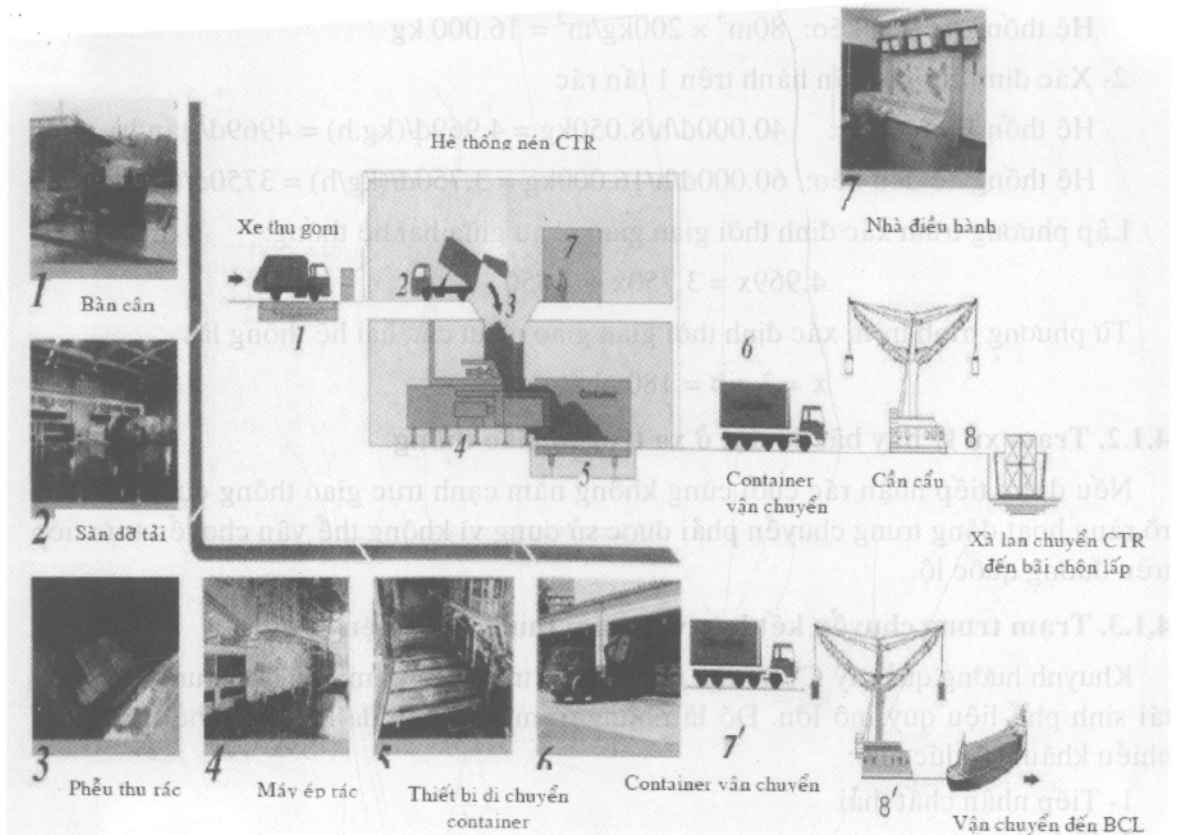
Để đảm bảo an toàn và khắc phục những khó khăn trong công tác nhận dạng chất thải cho phép tiếp nhận tại bãi chôn lấp thì ngay tại đây cũng cần xây dựng bãi chứa tạm thời (gọi là trạm trung chuyển ở bãi chôn lấp), để nhận chất thải từ các xe tải

nhỏ, tư nhân. 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.

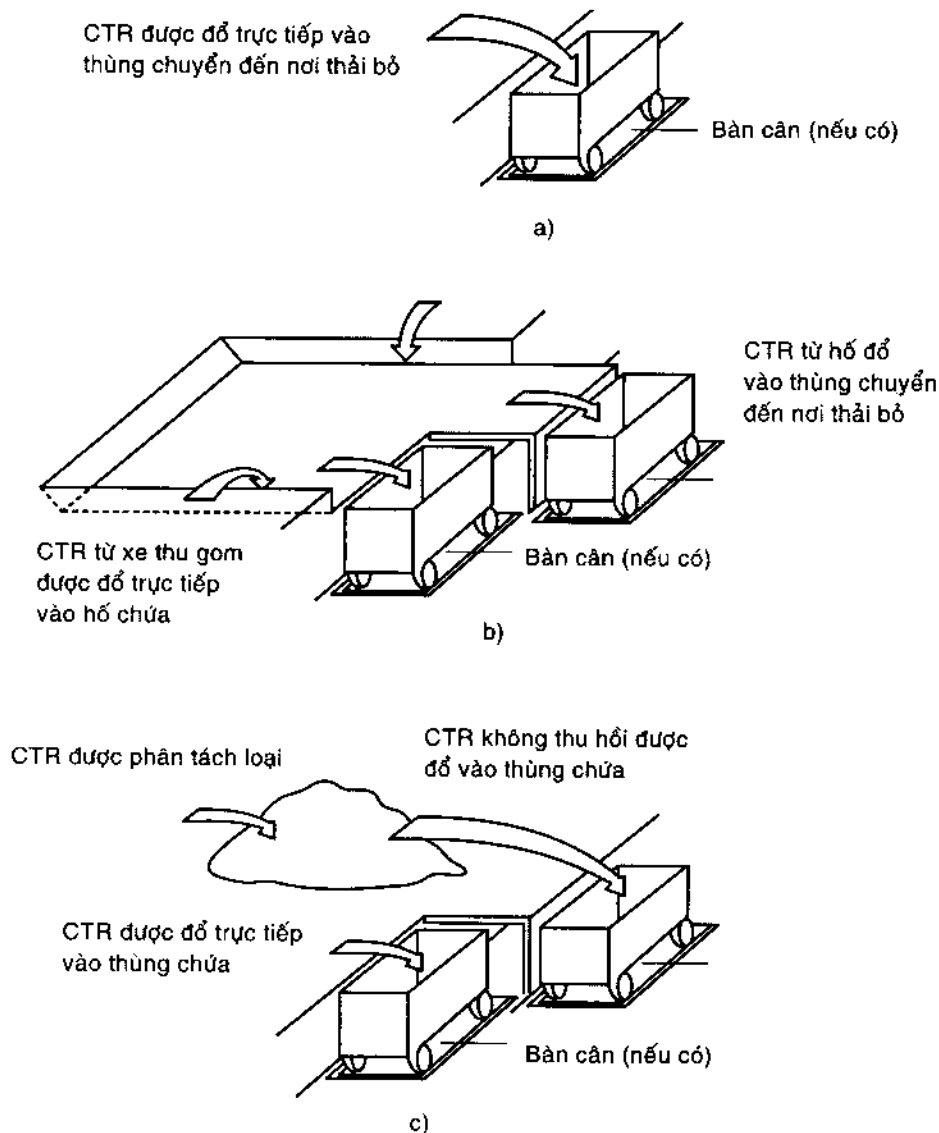


Hình 4.2. Mô hình cảng ép - trung chuyển CTR ở Hồng Kông

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 ^[1] 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 đỡ 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 đỡ 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:

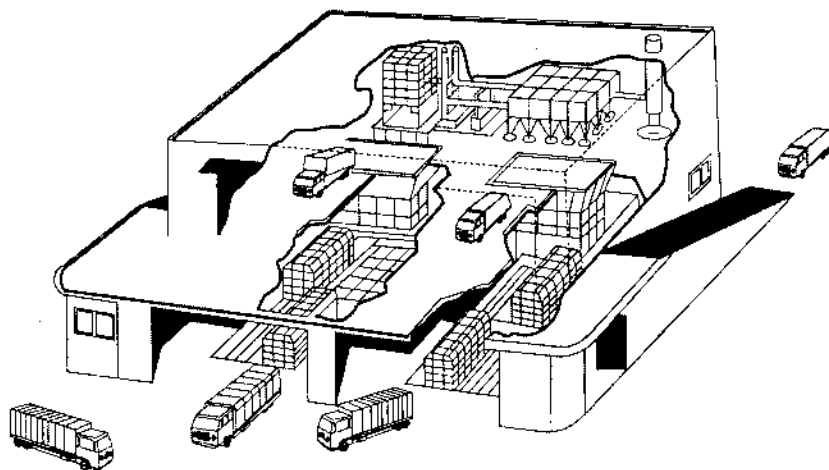
- Trạm công suất lớn không có khâu ép rác
- Trạm công suất lớn có khâu ép rác
- Trạm công suất vừa và nhỏ có khâu ép rác
- Trạm công suất nhỏ dùng ở khu vực nông thôn
- Trạm công suất nhỏ dùng ở bãi chôn lấp.

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

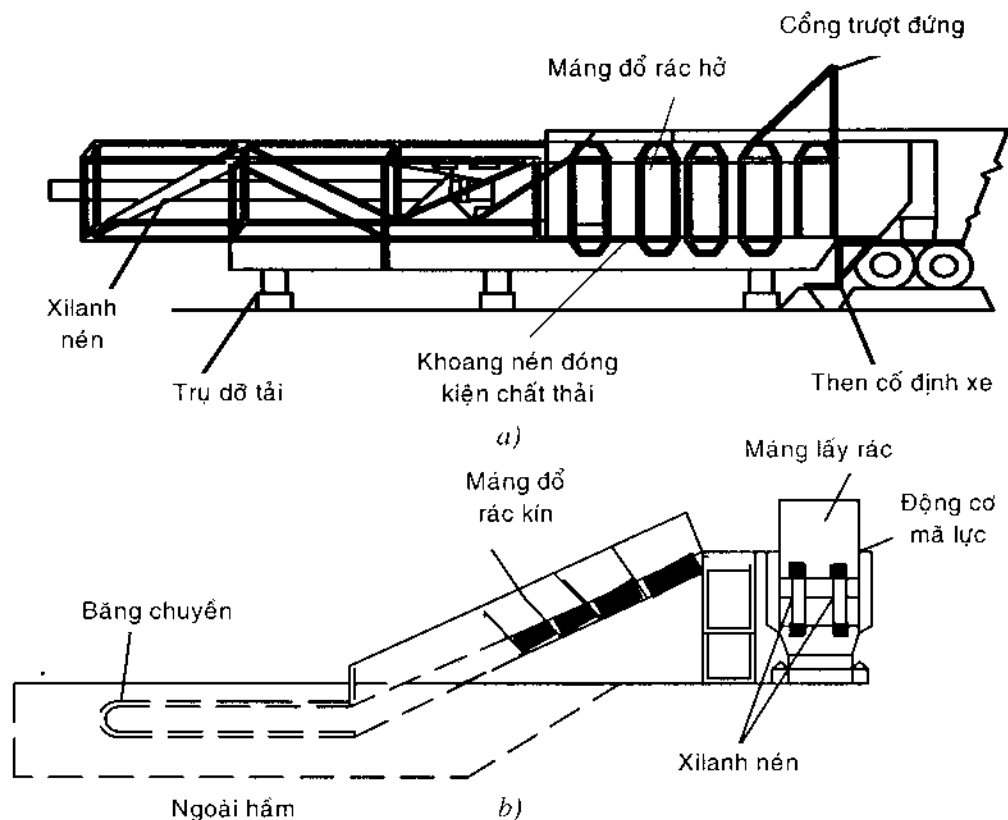
Tại trạm trung chuyển chất tải trực tiếp công suất lớn, CTR từ xe thu gom thường được đổ trực tiếp vào xe vận chuyển. Để thực hiện công việc này, các trạm trung chuyển thường được xây dựng theo cấu trúc hai bậc với hai cao độ khác nhau: sàn đỡ tải (hay bệ đỡ tải) được xây dựng ở trên cao để đỡ tải từ xe thu gom vào xe đầu kéo đặt ở dưới thấp hoặc sàn đỡ 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 đỡ tải khi rơmooc vận chuyển đã đầy hay đang trên đường vận chuyển CTR đến nơi thải bỏ.

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 đỡ tải. Sau khi hoàn tất việc đỡ 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 bãi đổ. 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 nín 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)*

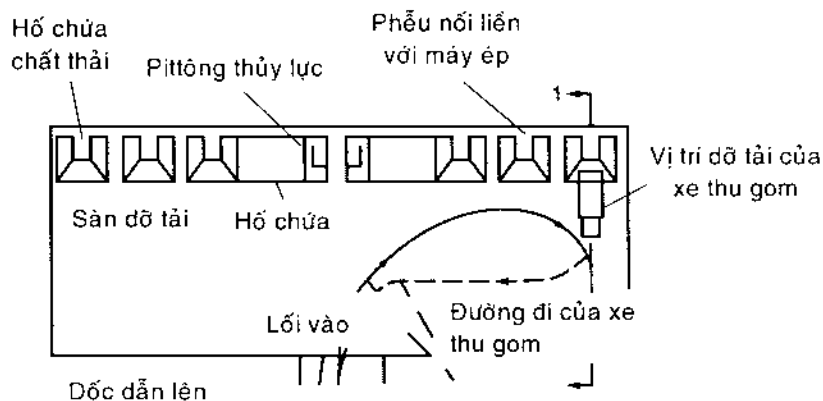
Trạm trung chuyển chất thải trực tiếp năng suất lớn có máy ép là một biến thể của trạm trung chuyển chất thải trực tiếp như đã mô tả trên, được trang bị các phương tiện nén chất thải vào thùng xe, toa rơmooc kín hoặc tạo thành kiện. Hoạt động của các trạm trung chuyển chất thải trực tiếp có thiết bị nén cơ bản giống như hoạt động của trạm trung chuyển chất thải trực tiếp không có máy nén với các toa rơmooc hở, chỉ khác là chất thải được nén vào các toa rơmooc 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 thải 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 toa 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 toa kéo một cầu mui trần, chi phí vận chuyển có thể giảm đến mức thấp nhất.

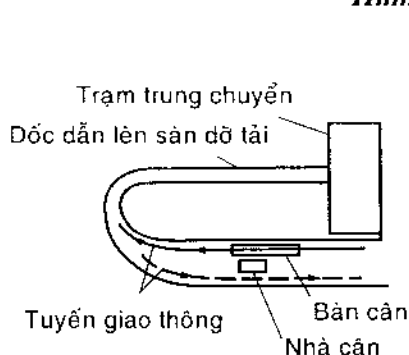
3. Trạm trung chuyển chất thải trực tiếp năng suất trung bình và nhỏ có máy nén

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.

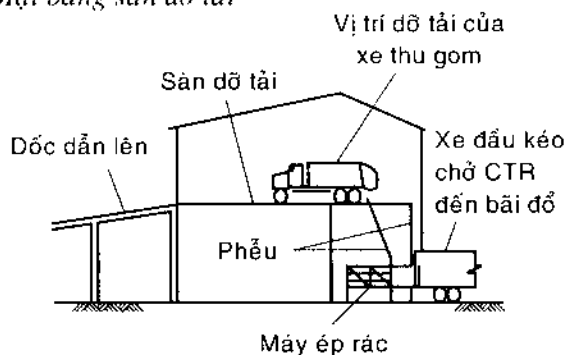
Một số hình ảnh minh họa của trạm trung chuyển có máy ép rác.



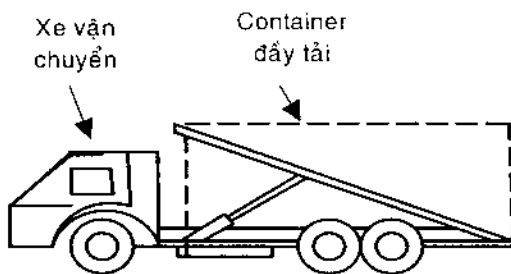
Hình 4.6. Mặt bằng sàn dỡ tải



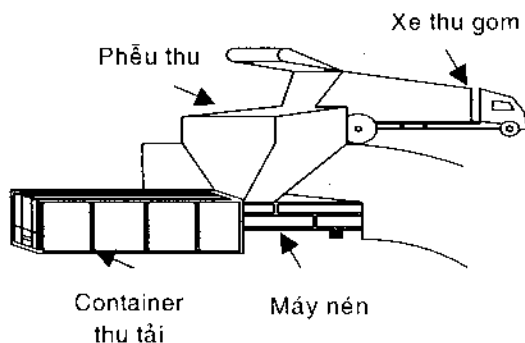
Hình 4.7. Mặt bằng bên ngoài trạm trung chuyển



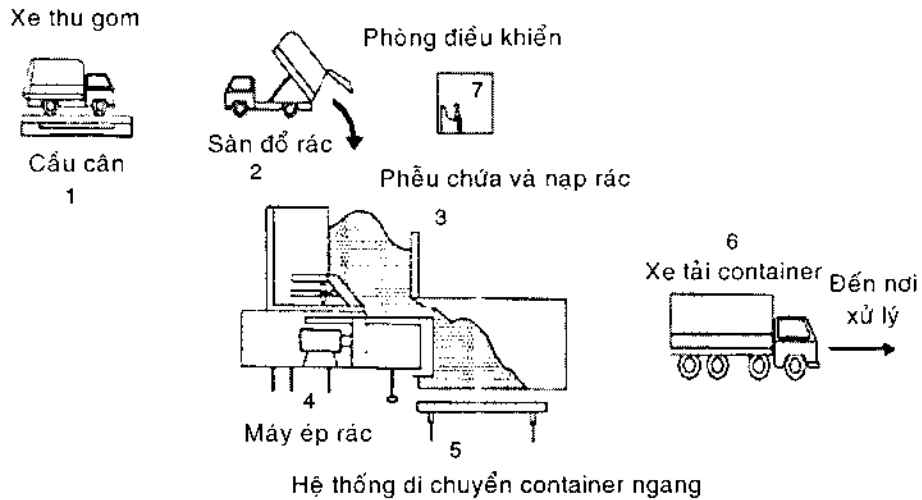
Hình 4.8. Mặt cắt 1-1



Hình 4.9. Trạm trung chuyển công suất nhỏ với máy ép cố định



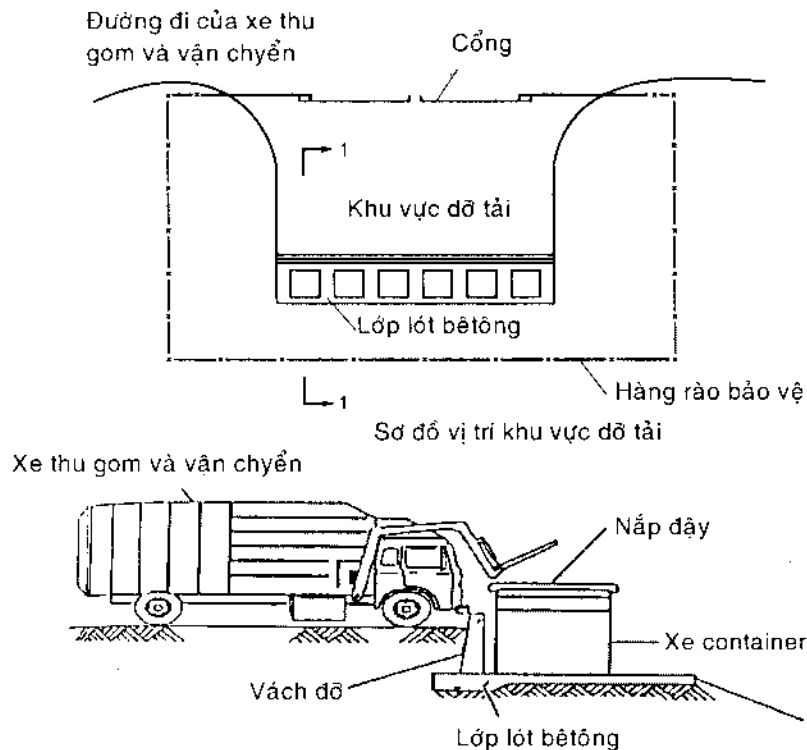
NGUYÊN LÝ NẠP RÁC BẰNG MÁY ÉP TẠI TRẠM XE



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 thải 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 đỡ tải khoảng 1m.

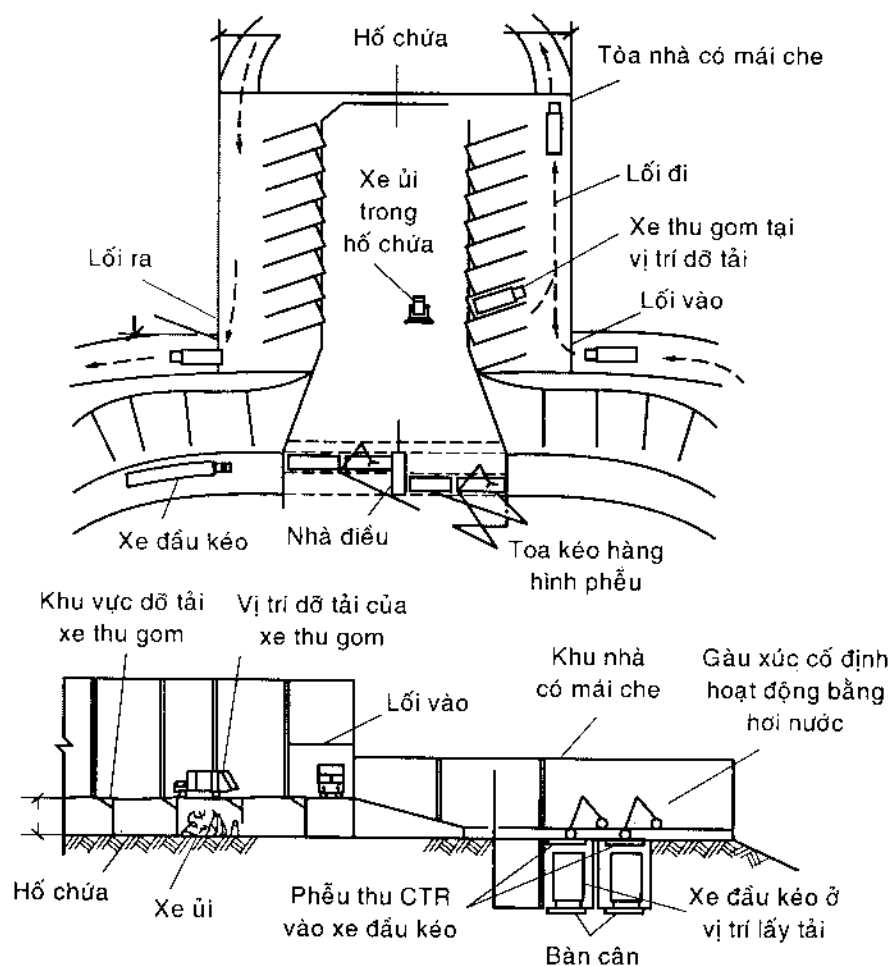
Trạm trung chuyển loại này thường được sử dụng để thu hồi vật liệu có khả năng tái chế. Sau khi vật liệu có khả năng tái chế được tách ra, phần thải bỏ được chứa trong hai toa rơmooc trung chuyển luân phiên.

5. Trạm trung chuyển chất thải trực tiếp năng 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 thải trực tiếp ở chỗ nó được thiết kế sao cho có thể lưu trữ chất thải trong khoảng 1÷3 ngày.

1. 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° so với rìa của hồ chứa chất thải. Khi đã dỡ tải xong, xe thu gom di chuyển ra khỏi trạm trung chuyển.

Trong hồ chứa chất thải, hai xe ủi được sử dụng để đập vụn CTR và đẩy chúng về phía phễu nạp liệu ở cuối mỗi hồ. 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 thải và được phủ lưới bên trên để tránh hiện tượng giầy 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

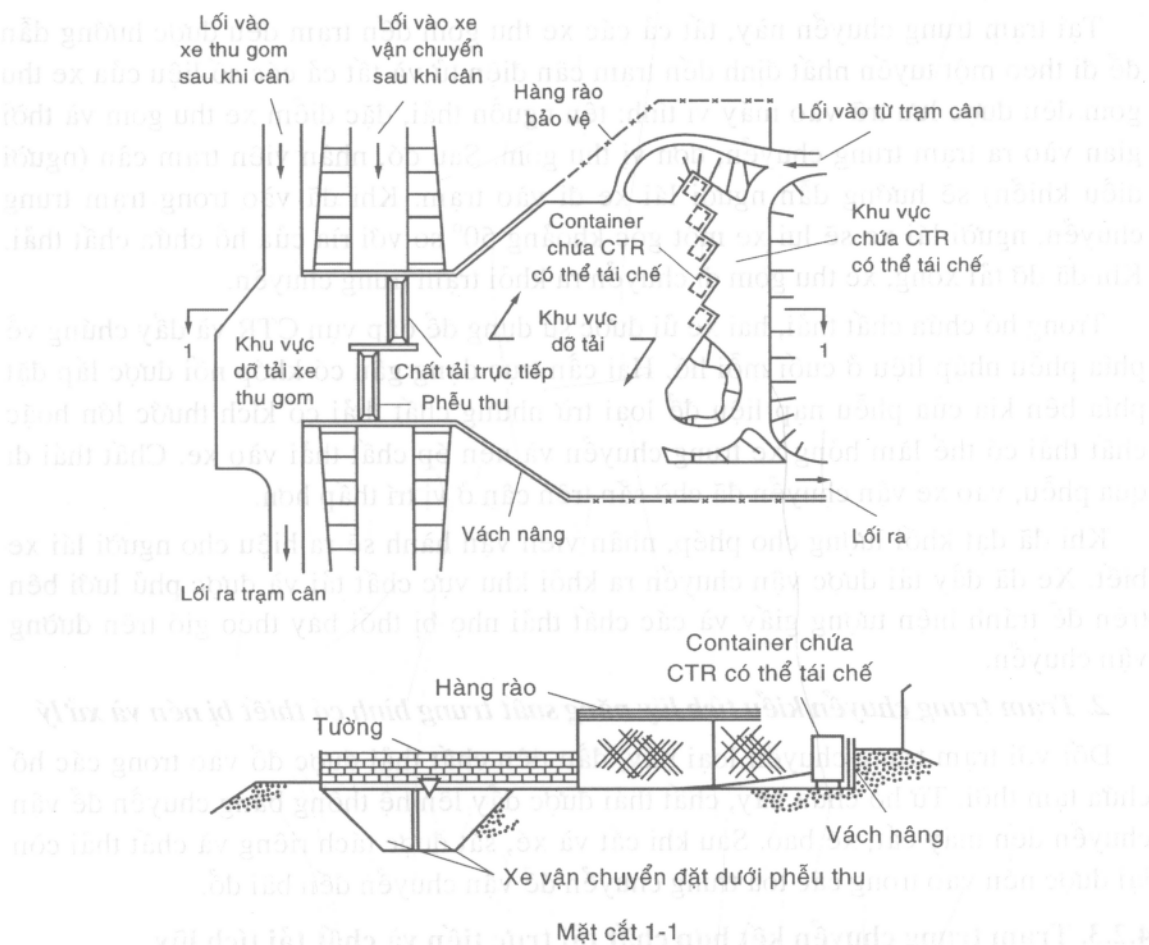
Đối với trạm trung chuyển loại này, đầu tiên chất thải được đổ vào trong các hồ chứa tạm thời. Từ hồ chứa này, chất thải được đẩy lên hệ thống băng chuyền để vận chuyển đến máy cắt, xé bao. Sau khi cắt và xé, sắt được tách riêng và chất thải còn lại được nén vào trong các toa trung chuyển để vận chuyển đến bãi đổ.

4.2.3. Trạm trung chuyển kết hợp chất tải trực tiếp và chất tải tích lũy

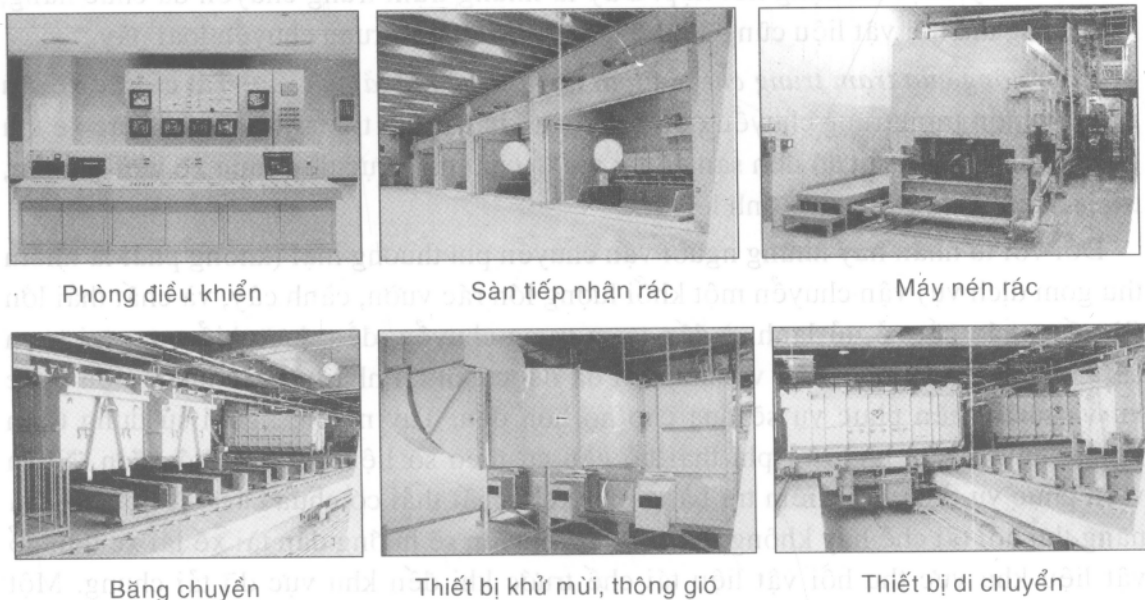
Tại một số trạm trung chuyển, cả hai phương pháp chất tải trực tiếp và chất tải kiểu tích lũy được sử dụng kết hợp. Đây là những trạm trung chuyển đa chức năng, hoạt động thu hồi vật liệu cũng có thể kết hợp với trạm trung chuyển loại này.

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 vườn, 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.



Hình 4.13. Trạm trung chuyển kết hợp chất tải trực tiếp và tích lũy (có phân loại CTR)



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 dỡ tải chung. Khu vực này tách riêng khỏi khu vực dỡ tải trực tiếp dành cho các xe thu gom dịch vụ, ở đây có hai miệng phễu nạp liệu vào xe rơmooc. Chất thải tích lũy trên khu vực dỡ 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 rơmooc, 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 xuyên 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.

Ưu điểm chính của phương pháp vận chuyển bằng đường thủy là:

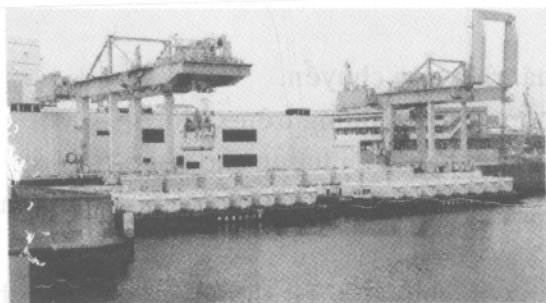
- Vận chuyển bằng đường thủy chiếm lợi thế lớn đối với các thành phố có nhiều kênh rạch. Khi đó, xe chở rác chỉ đi trong nội thành, cự ly ngắn, quay vòng nhanh, giảm tình trạng ùn tắc giao thông. Ưu điểm này được tận dụng tối đa để tổ chức nhiều cảng sông phân bố trên toàn thành phố và dây chuyền vận 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 bộ rác trên đường phố. Nếu đầu tư đủ xe tải tức trực nhận rác, không cho đổ xuống bờ, 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.

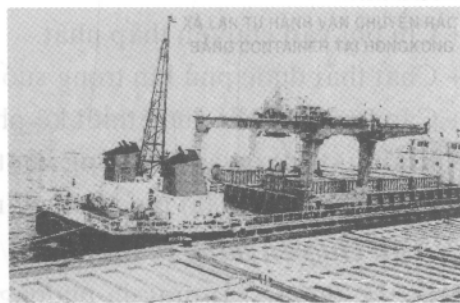
- Cự ly vận chuyển đường bộ giảm còn 5÷10km nên chi phí vận chuyển giảm đáng kể. Vận chuyển bằng đường thủy giá cước rẻ hơn cước đường bộ từ 30÷50%.

- 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)

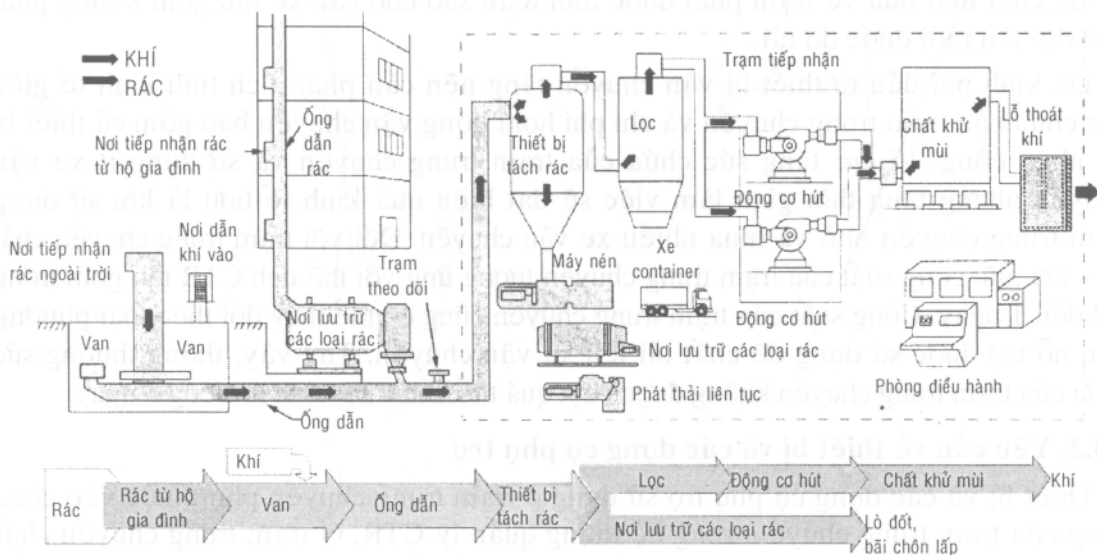
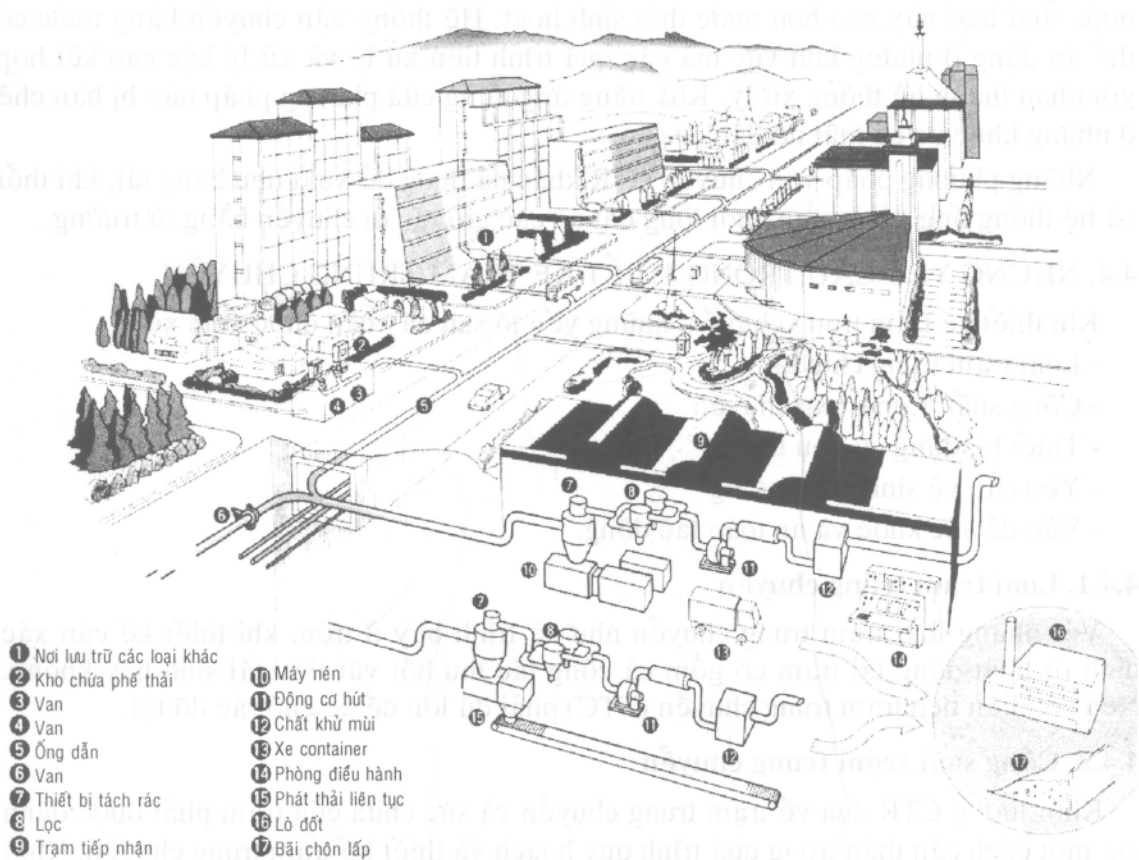
Hình 4.15. Xà lan vận chuyển rác ở Nhật Bản (a) và Hồng Kông (b)

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.



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 thải - 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 thải 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. Chúng loại và số lượng thiết bị, dụng cụ yêu cầu thay đổi theo công suất của trạm. Ở các trạm trung chuyển chất thải - 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 thải trực tiếp, cần phải sử dụng mái che, lưới chắn 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 khỏe 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 thải - 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 thải - lưu giữ, các máy ủi làm việc trong hồ 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 hồ chứa ở các trạm trung chuyển chất thải - 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 cân 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:

$$\sum_{j=1}^3 X_{ij} = R_i \quad (i = 1 \div 3) \quad \sum_{j=1}^3 X_{ij} \leq D_j \quad (j = 1 \div 3) \quad X_{ij} \geq 0$$

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 sẵn 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	mđ	80
Kè bảo vệ bờ	mđ	123
Đường nội bộ sau bến rộng 12m	m ²	4824
Bãi chứa container	m ²	5730
Nhà ép rác	m ²	1250
Nhà rửa xe	m ²	66
Trạm cân	m ²	66
Nhà đậu xe	m ²	600
Các hạng mục công trình khác	m ²	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 cố 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 thải 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 30m³
- Khối lượng riêng của rác trong xe ép rác là 600kg/m³
- Xe đầu kéo (rơmooc) có thể tích là 105m³
- Khối lượng riêng của rác trong xe đầu kéo là 325kg/m³
- Chi phí vận hành của xe ép rác là 40.000đ/h
- Chi phí vận hành của xe đầu kéo là 60.000đ/h
- Chi phí vận hành của trạm trung chuyển là 3.250đ/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 11,45m³ và khối lượng riêng của chất thải là 281,8kg/m³.

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	Ủ 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 lưới chắn 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

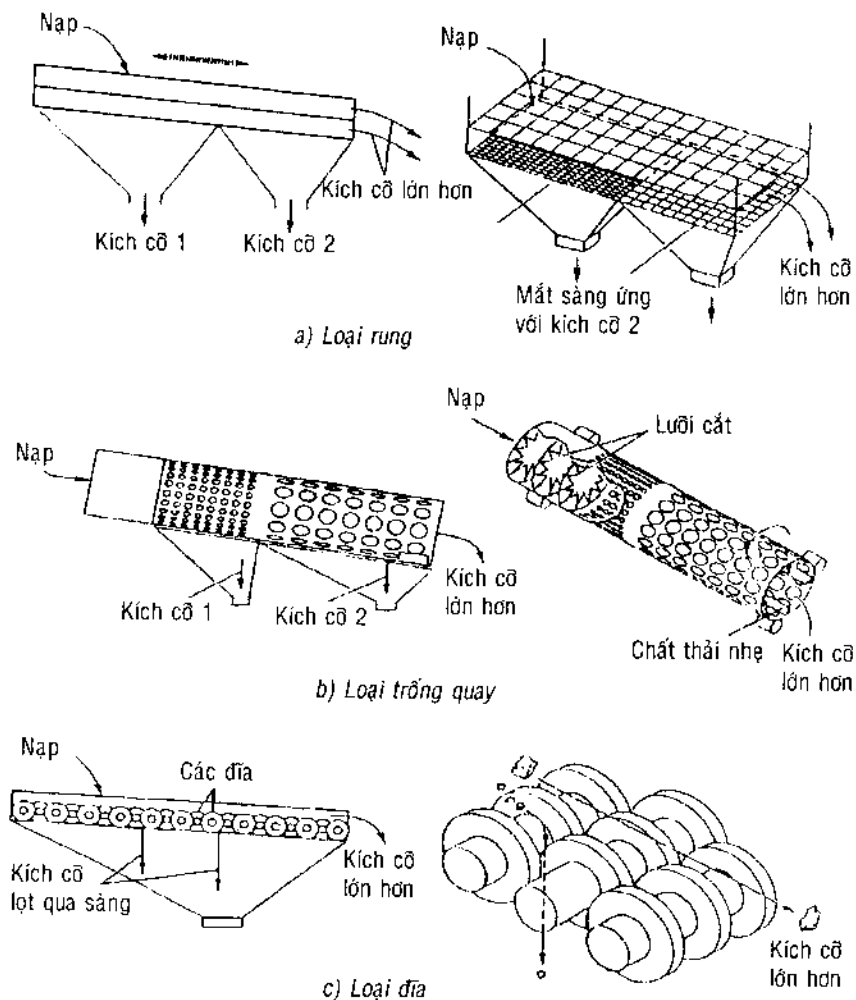
Bởi vì các thiết bị làm giảm kích thước CTR được sản xuất từ nhiều hãng khác nhau, nên người thiết kế phải lựa chọn sao cho thỏa mãn mục tiêu thiết kế và hiệu quả kinh tế

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.

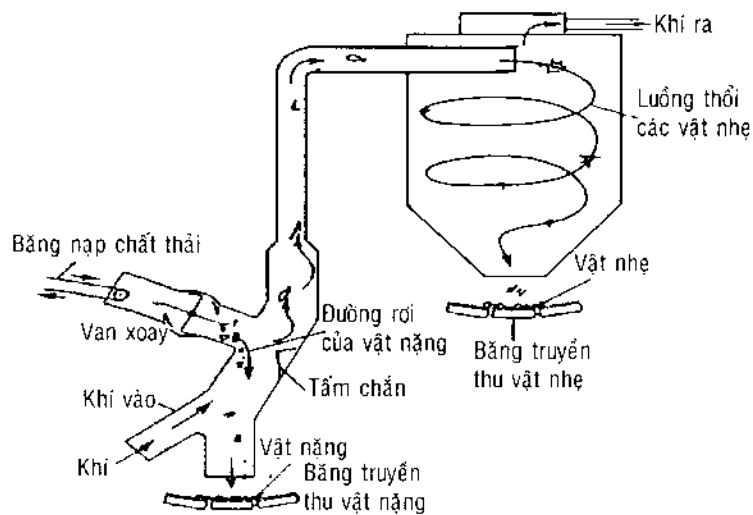


Hình 5.1. Các thiết bị sàng CTR

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 cacton 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 từ 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 khí 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 cầu 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 nén 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 nhiên 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 kg/m^2).

- + Áp lực cao (lớn hơn 7000 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	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.
	2. Quay	Thiết bị nén chất thải vào túi nhựa hay giấy dựa trên nền quay. Nền bắt đầu quay khi container đầy. Thiết bị sử dụng ở các tòa nhà vừa hay cao tầng.
	3. Máy nén vào túi nhựa	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.
	4. Máy nén công suất nhỏ	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	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.
	2. Cố định/thu gom	Xe thu gom được trang bị máy nén.
	3. Cố định / xe vận chuyển	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:

$$\text{Phần trăm thể tích giảm (\%)} = \left(\frac{V_i - V_s}{V_i} \right) \times 100$$

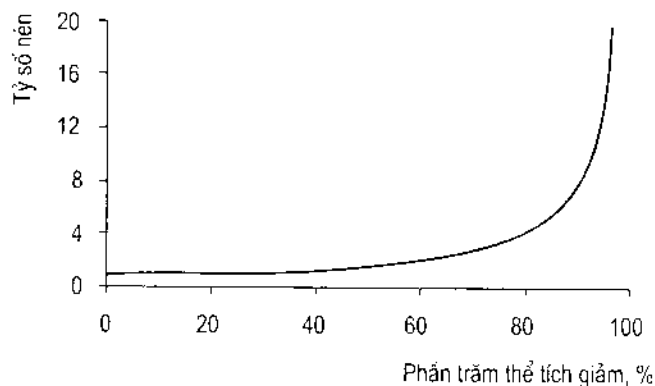
Tỷ số nén được tính theo công thức sau:

$$a = \frac{V_t}{V_s}$$

trong đó :

V_t - thể tích rác trước khi nén, m^3 .

V_s - thể tích rác sau khi nén, m^3 .

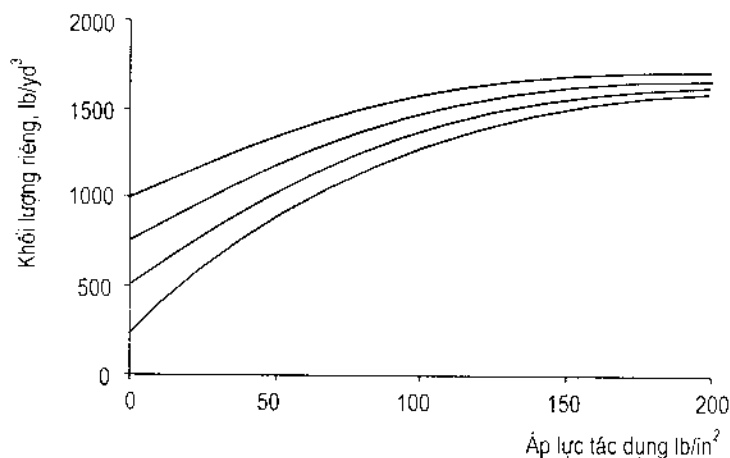


Hình 5.3. Mối quan hệ giữa tỷ số nén và phần trăm thể tích giảm.

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 phần trăm, 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 tiệm cận của những đường trên là 1068 kg/m^3 (1800 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 kg/m^2 (200 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 kg/m^2 (200 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 (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

Tuỳ thuộc vào lượng oxy trong quá trình đốt mà ta có thể phân loại thành quá trình đốt, nhiệt phân hay khí hoá. Tuỳ 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°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 $12 \div 25\%$ 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 kỵ khí

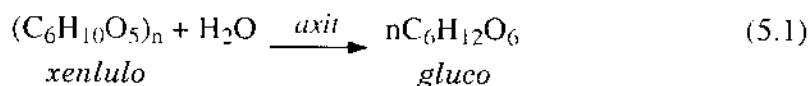
Là quá trình biến đổi sinh học dưới tác dụng của vi sinh vật trong điều kiện kỵ khí, áp dụng đối với chất thải rắn có hàm lượng rắn từ 4÷8% (bao gồm: chất thải rắn của con người, động vật, các sản phẩm thừa từ nông nghiệp, và chất hữu cơ trong thành phần của chất thải rắn đô thị). Quá trình phân hủy lên men kỵ khí được áp dụng rộng rãi trên thế giới. Sản phẩm cuối cùng là khí metan, khí CO₂, 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:

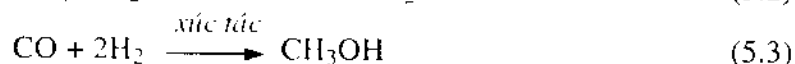
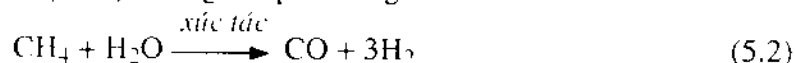


Đường gluco được trích ly từ xenlulo có thể được biến đổi bằng các phản ứng sinh học và hóa học tạo thành sản phẩm là rượu và các hóa chất công nghiệp.

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 (CTR CN)

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 tài 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 bốc đá phủ trong xử lý trần 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	Nhuuyễn
$D_{\max}$, mm	1 200 ÷ 500	350 ÷ 100	100 ÷ 40
$d_{\max}$, mm	350 ÷ 100	100 ÷ 40	30 ÷ 5

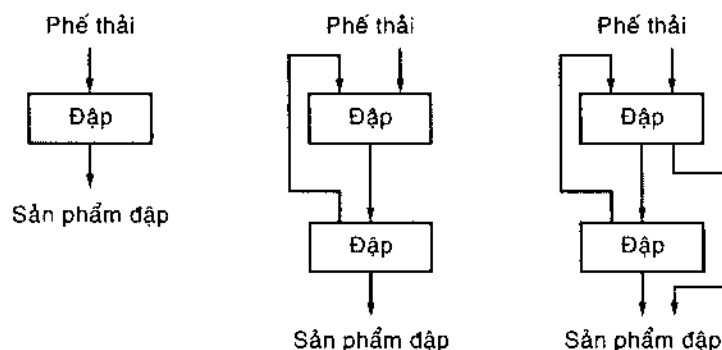
Chi phí năng lượng riêng phần (kWh cho 1 tấn vật liệu) là:

$$E = \frac{N}{Q} \quad (5.5)$$

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.

Nghiên: 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 li 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 xyclon nước, máy li tâm lắng...

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, xỉ 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, mỡ 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, vải 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 $0,2 \div 40\text{mm}$ 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 bã 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 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, Fe_2O_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 căn, nung ủ từ... thường tuyển từ khô các vật liệu có độ lớn $3 \div 50\text{mm}$ 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 môi. 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 môi 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 $\text{Fe}_{x-1}\text{S}_x$, Fe_3O_4 , quặng sắt đỏ Fe_2O_3 và các vật liệu khác có độ lớn đến $0,16\text{mm}$. 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:

$$\sigma_c = C(\sigma_y - 1) + 1, \quad \text{g/cm}^3 \quad (5.6)$$

ở đây: C - nồng độ thể tích của chất làm nặng, phần đơn vị

σ_y - khối lượng riêng của chất làm nặng, g/cm^3 .

Khối lượng của chất làm nặng trong thể tích huyền phù V là:

$$m_y = V \cdot \sigma_y \frac{(\sigma_c - 1)}{(\sigma_y - 1)}, \quad \text{kg} \quad (5.7)$$

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, chóp, bậc thang và xi-lon nước.

Năng suất của máy phân li dạng trống (T/h) theo sản phẩm nhẹ được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{1}{\gamma D^{0.5} h^{1.5} v \delta_1} \quad (5.8)$$

ở đây:

γ - 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;

σ_1 - khối lượng riêng đồ đồng của sản phẩm nhẹ, kg/m³.

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/m² h

S - diện tích vùng hoạt động, m².

5.2.5. Phương pháp hóa lý

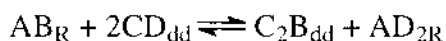
Nhiều quá trình tận dụng chất thải rắn trong công nghiệp dựa trên việc áp dụng các phương pháp trích ly, hòa tan và kết tinh vật liệu.

1. 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:

$$\frac{dG}{dt} = -jS \quad (5.13)$$

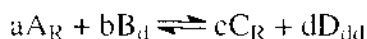
ở đây:

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/m².s ;

S - bề mặt tương tác của các pha, m².

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 trợ, 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 bất 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 (điện một chiều, điện từ, tần số cao, li tâm...) cũng như trong một số trường hợp có sự hiện diện của các vi sinh vật khác nhau (trích bằng vi khuẩn).

Quá trình trích có thể gián đoạn và liên tục. Quá trình gián đoạn được tiến hành bằng cách ngâm hoặc thấm 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, tưởi) 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 ΔG (sự thay đổi năng lượng Gibbs) được xác định bởi công thức:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (5.14)$$

ở đây:

ΔH - độ biến đổi entanpi, kJ/kg;

ΔS - độ biến đổi entropi, kJ/kg⁰K;

T - nhiệt độ tuyệt đối, °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:

$$-\frac{dG}{d\tau} = KF(C_s - C_\tau) \quad (5.15)$$

ở đây: G - lượng chất hòa tan, kg;

K - hệ số truyền khối;

F - tổng bề mặt của các hạt tan vào thời điểm τ , m².

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 $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4 \cdot MgSO_3 \cdot H_2O$). 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 khối (đối với các muối tan khuếch tán $K' = 70 \pm 10$)

$\Delta \rho$ - hiệu khối lượng riêng pha rắn và lỏng, kg/m³

μ_l - độ nhớt động học của chất lỏng, s/m²

$D\mu_l$ - 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:

$$\tau = \frac{G \cdot \ln \left(\frac{\Delta C_d}{\Delta C_c} \right)}{K \cdot F_d (C_d - C_c)} \quad (5.17)$$

$\Delta C_d, \Delta C_c$ - động lực đầu và cuối của quá trình, mol/m³;

F_d - tổng bề mặt hòa tan của hạt vật liệu, m².

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:

$$\dot{N} = C \cdot \exp \left[- \frac{16\pi\sigma^3 V_m^2 N_A}{3n^2 (R.T)^3 (\ln S)^2} \right], \text{ hạt/cm}^3 \cdot \text{s} \quad (5.18)$$

ở đây:

R - hằng số khí = $8,31 \cdot 10^{-3} \text{ kJ}/(\text{mol} \cdot ^\circ\text{K})$;

σ - 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 cái, mol/m³;
- C_s - nồng độ bão hòa, mol/m³;
- 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.

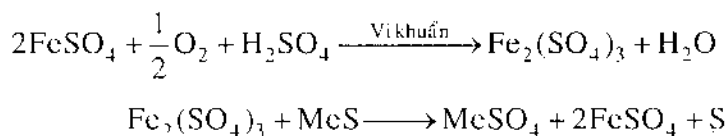
5.2.7. Các phương pháp sinh hóa

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 kị khí) hoặc phân hủy chúng hoàn toàn (lên men hiếu khí).

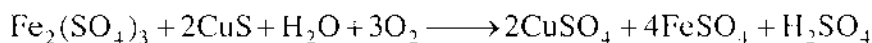
Một số vi sinh vật có khả năng chuyển các hợp chất vô cơ không tan sang trạng thái tan trong điều kiện xác định. Phương pháp này gọi là trích bằng vi khuẩn. Trích bằng vi khuẩn được hiểu là quá trình tách chọn lọc các nguyên tố hóa học từ hợp chất đa cấu tử trong quá trình hòa tan chúng ở môi trường 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.



Vi 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 Fe₂(SO₄)₃ và H₂SO₄ với sự hiện diện của Al₂(SO₄)₃, FeSO₄ 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 quý

hiểm 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 hoá học và vật lý

Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp hoá học hay vật lý là phương pháp làm thay đổi tính chất hoá học hay vật lý của chất nguy hại để biến nó thành chất không hoặc ít nguy hại.

Xử lý hoá 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 hoà tan thành dạng không tan bằng các phản ứng hoá học hay thay đổi thành phần hoá 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 hoá 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 hoá 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	
Ổn định	x	x										x	x	x	

5.3.2. Phương pháp nhiệt

Nhiệt phân:

Trong điều kiện không có oxy, 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°C) chất thải có tính độc cực mạnh như dioxin, furan... bị tiêu hủy, sản phẩm cuối cùng là khí H₂, CO, các khí axit và tro.

Sử dụng chất thải nguy hại làm nhiên liệu:

Đây là phương pháp tiêu hủy 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 hủy 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 lưới 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 CO₂ và hơi nước. Tuy nhiên, tùy thuộc vào thành phần của chất thải rắn, một lượng nhỏ CO, NO_x, 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, trôi, 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.cơ	Chất có hoạt tính hh cao	Đất ô nhiễm	Chất lỏng	Bùn nhão hay chất rắn	Chất khí
Phương pháp Đốt															
Phun chất lỏng			x	x	x	x	x						x		x
Đốt thùng quay			x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Đốt tầng sôi			x	x	x	x	x	x			x		x	x	x
Đốt tận dụng nhiệt															
Lò hơi			x	x	x	x							x		x
Quá trình công nghiệp			x	x		x	x						x	x	
Nhiệt phân															
Nhiệt phân thường															
Nhiệt phân Plasma			x	x	x	x		x					x	x	
Kết hợp			x	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 hydrocarbon trong dầu mỡ 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, (polycolorinated biphenyl) PCB, clorophenol và clorobenzoate như: pentacolorphenol; hợp chất béo chứa clo như: tricoloroethylene; 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, kỵ 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 mỡ, một vài dung môi chứa và không chứa clo, đặc biệt là các chất như benzene, toluen, axeton, rượu, metyl-etyl-keton, tetrahydrofuran, creosot, pentacolorphenol. 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_2 , H_2O 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_2 , N_2 , 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	$\geq 1\text{ppm}$
N_2	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, clorua benzen, tetrahydrofuran và butanol (Nguồn: Nyar, 1992)

2. Xử lý kỵ khí

Xử lý CTNH bằng quá trình phân hủy sinh học kỵ khí được thực hiện nhờ các vi sinh vật kỵ 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 kỵ 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, có 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 mỡ, 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 phối 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 sệt 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 sệt 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 bán 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 kim 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: thời 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 ₃		0,04-0,38	Tsai et al., 1984
DMF	Tải trọng hữu cơ, gBOD/m ³ .ngày	40	Carter & Young, 1984
DMF	Tải trọng thành phần, DMF/m ³	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
Dimetylxetamin	5 - 220	80	< (5 - 29)	< 5
Dimetylsunfoxit		<10		< 10
Dimetylformandehit	< (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 RẮN

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 rảnh 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°C . Các phế liệu dạng rỗng, lon, phôi... cần đem đóng bánh cỡ $2 \div 3\text{kg}$, khối lượng riêng phải đạt $1,5 \div 1,8\text{kg}/\text{dm}^3$.

Nấu chảy phế liệu trong lò nấu luyện, đồng thời bổ sung chất trợ dung. Chất trợ dung gồm: NaCl , KCl , Na_3ClF_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 gát lớp màng xỉ trên bề mặt nhôm lỏng tránh lớp nhôm oxit lẫn 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.

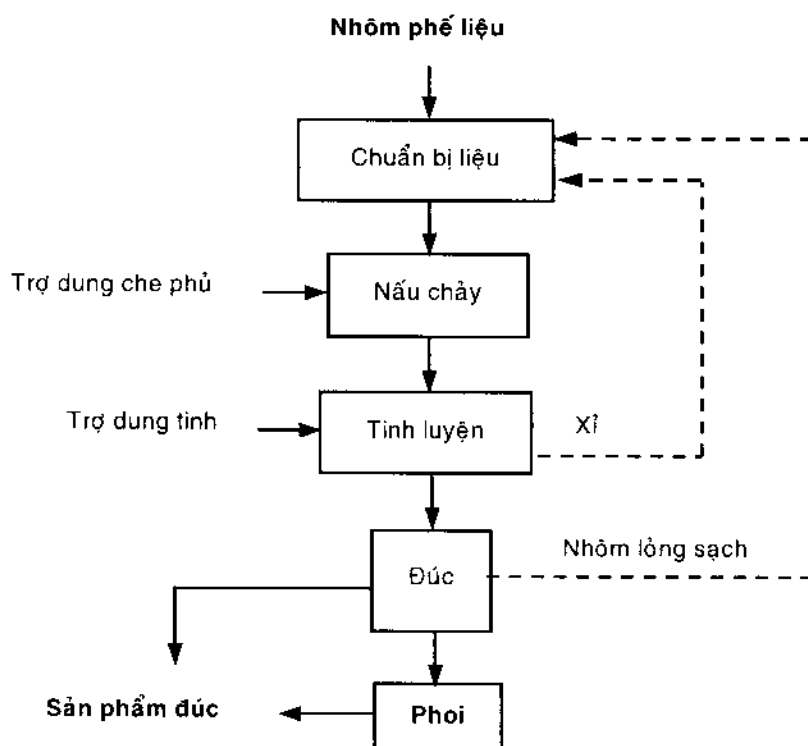
Nhôm lỏng sau khi tinh luyện được đổ vào khuôn đúc để tạo thành phôi nhôm hoặc đúc trực tiếp sản phẩm nhôm trong trường hợp những sản phẩm có kiểu dáng đặc biệt, không cần cán lặn như quai nồi, vòi ấm, niềng xe, vè xe... Phôi nhôm là nguồn nguyên liệu cho quá trình sản xuất các sản phẩm nhôm thông qua 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 rổ thừa sẽ được tuần hoàn lại lò nấu.

c) *Lặn*: các miếng nhôm sau khi được cắt tròn sẽ được những người thợ có chuyên môn, tay nghề cao lặn 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 bên hoặc máy cắt con và cho vào thùng chứa theo đúng quy cách rồi được cân bằng cân móc.

- 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 goòng.

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, ferossilic, huỳnh thạch, vôi, than. Các chất này được nạp trước vào nhờ 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, SiO₂...

Khử S đến giới hạn cho phép

Tinh luyện và hợp kim hóa thép

Khử các khí H₂, N₂... 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 cặn 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 thổi: thép ra lò được hệ thống ben nghiêng lò đổ thép lỏng ra thùng rót trung gian. Thùng này nhờ cầu trục chuyển đến khuôn đúc. Ở đây thép lỏng được rót vào khuôn, làm nguội bằng nước, rấn thẳng và cắt thành các thanh có chiều dài xác định.

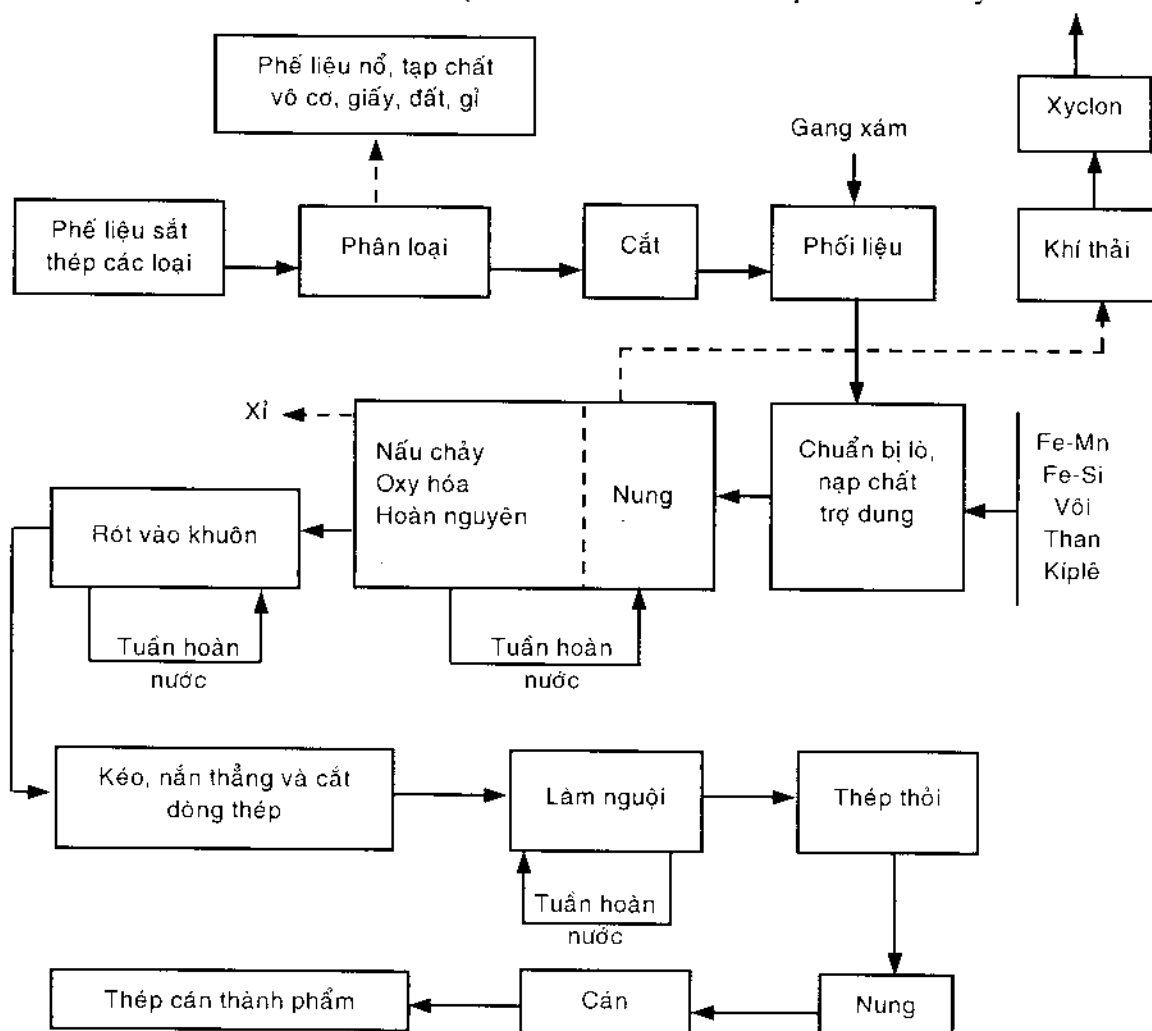
c) Phân xưởng cán

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°C . Nhiên liệu lò nung là dầu FO.

- Cán thép: thép sau khi nung đạt nhiệt độ 1.150°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 nylon 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 $2,5 \div 6$ 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 vải (polyme, vải băm nhỏ, bụi vải...) được tách bởi dòng không khí trong xi-lon 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 lignin-sunphat 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 nitor lỏng (hoặc CO_2). Cách hiệu quả hơn cả là làm lạnh sơ bộ phế thải trước khi nghiền.

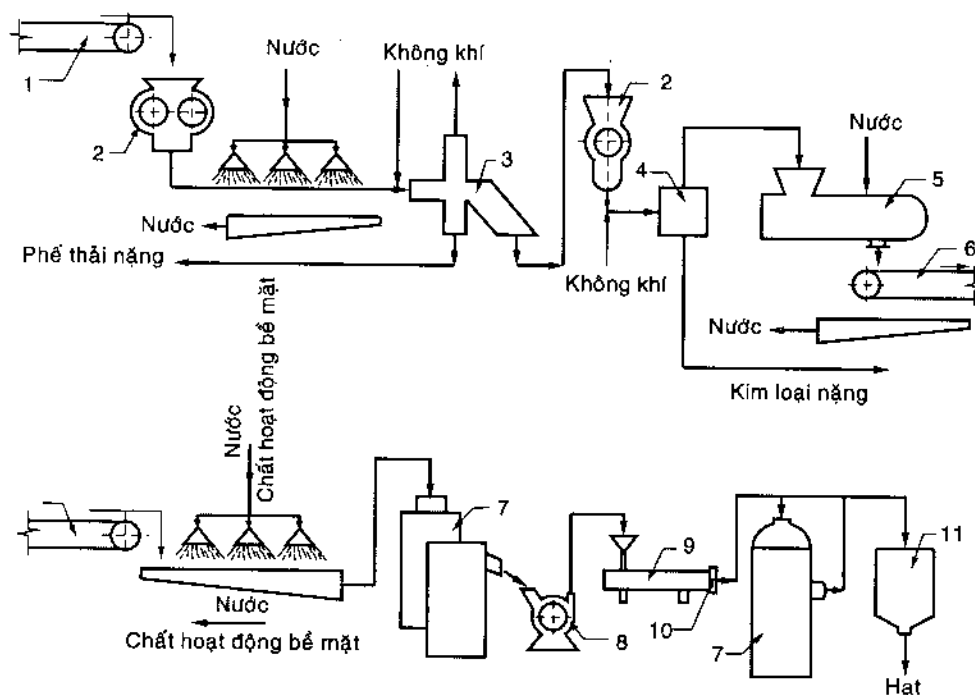
Nhiều phương pháp tái sinh các loại polyme khác cũng đã được nghiên cứu. Người ta thường sử dụng phương pháp hòa tan để chuyển phế thải sang trạng thái thích hợp trước khi xử lý.

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, tricercylphosphat, 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 gia 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, polyvinylclorua 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, đổ 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

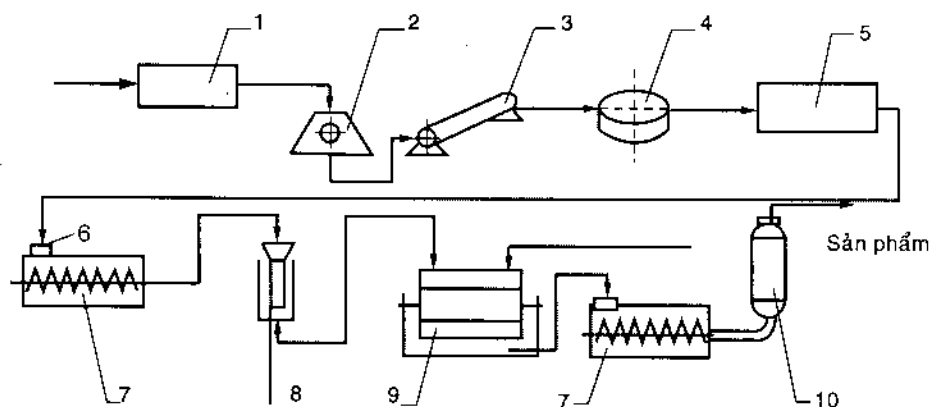
cho vật liệu. Trong sản xuất vật liệu xây dựng, người ta thường áp dụng phương pháp nóng chảy, trộn, ép để sản xuất gạch, tấm lót, gạch block...

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 nylon (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 nylon thứ cấp (hình 6.4). Từ kho nguyên liệu, bao nylon 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, nylon được nghiền trong máy nghiền dao ướn hoặc khô để đạt được kích thước $2 \div 9\text{mm}$. Tiếp theo, chúng được rửa trong máy rửa vớt 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 vớt 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°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 nylon 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 nylon có chiều dày $80 \div 200\mu\text{m}$. Từ quy trình trên, giá thành của bao nylon thứ cấp sẽ thấp hơn bao nylon được sản xuất

từ nguyên liệu chính phẩm. Người ta tiến hành biến tính bao nylon phế thải bằng cách bổ sung các chất độn vô cơ như ZnO , TiO_2 , tác chất liên kết và chất đàn hồi.

Bao nylon phế thải còn được chế biến thành đồ dùng bằng cách đổ khuôn ở nhiệt độ $150 \div 200^\circ\text{C}$. 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 $75 \div 80\%$. 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 $300 \div 900^\circ\text{C}$.

Bột polypuretan phế thải được thủy phân ở $290 \div 320^\circ\text{C}$ bằng hơi nước để tạo thành rượu đa nguyên tử, diamine và CO_2 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 acrylic butadien styren, nước thải ở dạng dung dịch latex đục được xử lý bằng phương pháp hóa lý với chất keo tụ là sunphat amon. Cặn hình thành ở dạng bột nhão, màu trắng có chứa $5 \div 10\%$ polyme latex, $4 \div 5\%$ $\text{Al}(\text{OH})_3$, $5 \div 7\%$ bột gỗ và $78 \div 86\%$ nước. Thành phần của phần hữu cơ trung bình là: 46,7% C; 19,9% N_2 ; 17,0% O_2 ; 9,7% H_2 ; 5,4% Cl_2 và 1,3% S. Phần vô cơ có nhiệt độ nóng chảy lớn hơn 1500°C chứa 91,9% Al_2O_3 (các oxit khác ở dạng Fe_2O_3 , SiO_2 , SO_3^{2-} , Na_2O , K_2O ...).

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 $700 \div 750^\circ\text{C}$. 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

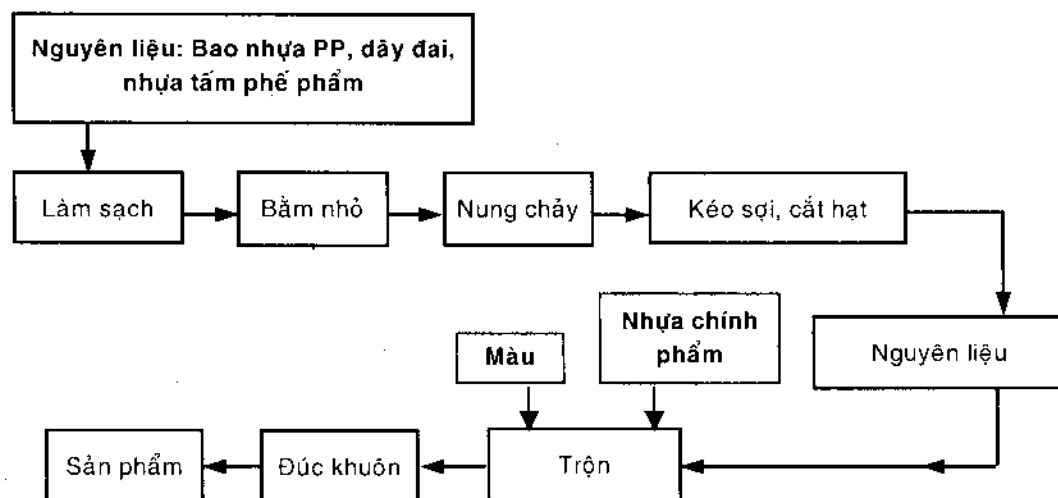
- *Phân loại*: thường được tiến hành bởi những người lao động nghèo hoặc thuê mướn nhằm phân loại, làm sạch thành từng loại như PE, PP, PVC, PS... riêng biệt.

- *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: thối 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 nôi. 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 phen 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 SO_2 và sau đó chuyển hóa thành H_2SO_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 ÷ 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 ÷ 63%, lưu huỳnh 1 ÷ 2%, Cu 0,33 ÷ 0,47%, Zn 0,42 ÷ 1,35%, Pb 0,32 ÷ 0,58%, và một số kim loại quý hiếm 0,001 ÷ 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 ÷ 200g/m³. 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 xyclon và thiết bị lọc điện khô, đạt đến nồng độ 0,1g/m³.

Hiện nay, phương pháp chủ yếu điều chế axit sunfuaric là xúc tác, nghĩa là SO_2 sẽ bị oxy hóa thành SO_3 với xúc tác V_2O_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 $60 \div 75\%$ và $25 \div 40\%$, kết hợp với việc thu hồi sương mù trong thiết bị lọc ướt. Các quá trình làm sạch khí bổ 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 xi-clon, 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 tốt 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, xi măng, 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

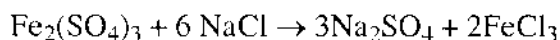
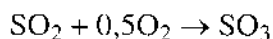
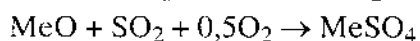
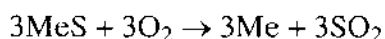
Để thu hồi các cấu tử có giá trị từ quặng thiêu kết, người ta áp dụng các phương pháp nung khác nhau (clo hóa, sunphat hóa...). Nên thực hiện việc thu hồi quặng chứa hơn 0,5% đồng vì giá trị của đồng thu được sẽ bù đắp mọi chi phí xử lý quặng.

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.

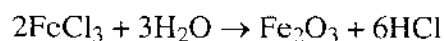
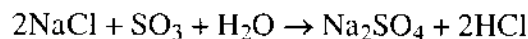
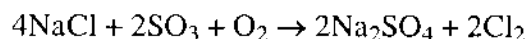
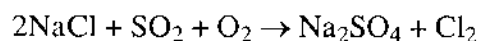
Trước khi nung clo hóa, người ta trộn quặng thiêu kết với 20% NaCl đã nghiền nhuyễn. Sau hàng loạt phản ứng diễn ra trong quá trình nung, đồng được chuyển hóa thành CuCl_2 , lưu huỳnh kết hợp với NaCl thành Na_2SO_4 . Nhiệt độ nung tối ưu là $550 - 600^\circ\text{C}$. Nhiệt độ thấp hơn 530°C , phản ứng có thể tạo thành $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 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 $200 - 300^\circ\text{C}$. 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.

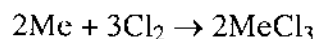
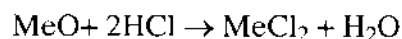
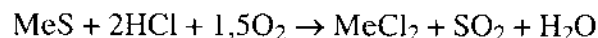
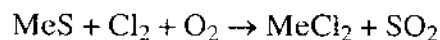
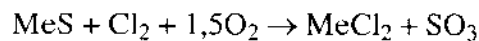
Cơ chế hóa học của các quá trình diễn ra khá phức tạp. Trước hết là phản ứng oxy hóa các sunfua và sự tạo thành clorua sắt:



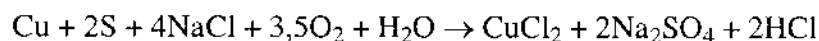
Sau đó, trong lò diễn ra sự tương tác của pha khí (O_2 , SO_2 , SO_3 , H_2O) với liệu lò, dẫn đến việc hình thành tác nhân clo hóa:



Cl_2 , HCl tạo thành sẽ 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 CuCl_2 . Từ khối nung, đồng được trích bằng nước nóng. Phần đồng không chuyển thành 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 Na_2SO_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 Fe_2O_3 ($\geq 1200^\circ\text{C}$), dùng để đúc gang thép.

Người ta còn xử lý quặng pirit thiêu kết bằng HCl trong thiết bị tầng sôi. Khi đó, trong pha hơi ở trạng thái tự do sẽ có các clorua kim loại nặng. Ta có thể thu được oxit sắt thích hợp cho nấu gang, thép. HCl sử dụng có thể ở dạng khí, dung dịch hay muối dễ bị phân hủy ở nhiệt độ cao như NH_4Cl , 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 HCl . Thường 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 Fe_3O_4 . Sau khi tuyển bằng từ, hàm lượng sắt trong quặng đạt đến 70%, được đun nóng trong môi trường khử để chuyển thành Fe_2O_3 .

Thành phần khí thải đi ra từ thiết bị phản ứng chứa tất cả các clorua kim loại màu có trong quặng, lượng HCl dư và khí tải được cho qua tháp hấp thụ bằng nước. Ở đây, phần lớn các clorua kim loại và HCl được chuyển vào dung dịch hấp thụ. 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

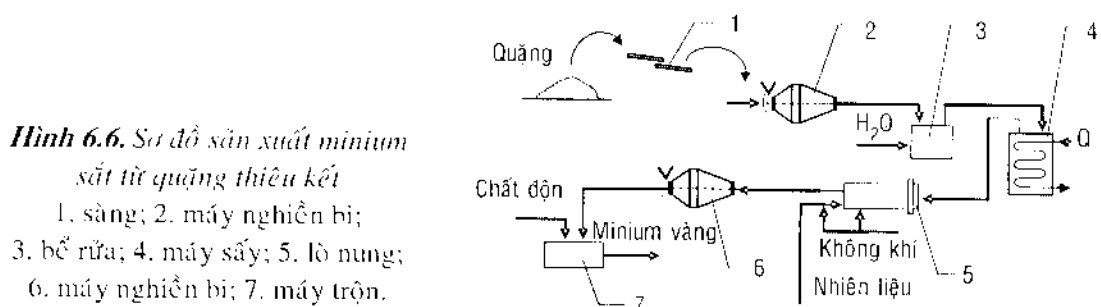
Quặng thiêu kết chứa 40 - 63% sắt là dạng nguyên liệu quý đối với luyện kim đen. Các trở ngại chính của việc sử dụng trực tiếp quặng pirit thiêu kết trong nấu gang là độ nghiền (có thể làm nghẽn lò), hàm lượng Pb, Cu, Zn, As (làm phức tạp quá trình chảy gang và làm dơ sản phẩm) và hàm lượng lưu huỳnh 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, ocrơ, môngi (màu đỏ phổ).

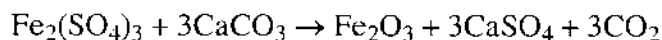
Để điều chế bột màu môngi và minium sắt, cần xử lý quặng đun nóng bằng dung dịch axit sunfuric đậm đặc. Sunphat sắt thu được trộn với thạch cao mịn, đá phấn, đất sét và nung trong lò. Phụ thuộc vào nhiệt độ nung và phụ gia, ta sẽ thu được bột màu với các màu sắc khác nhau. Nhược điểm của công nghệ này 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 sunfuric. 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 tôi (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 bi. 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. Sản phẩm sau nung (chứa gần 90% Fe_2O_3) được nghiền tán và trộn với chất độn để thu thành phẩm.



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 ocrơ vàng. Phần không tan còn lại chứa chủ yếu là oxit sắt được dùng làm nguyên liệu để điều chế bột màu môngi (đỏ phổ).

Điều chế bột màu ocrơ 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 đất sét và đất sét. Ở đây sẽ diễn ra phản ứng:



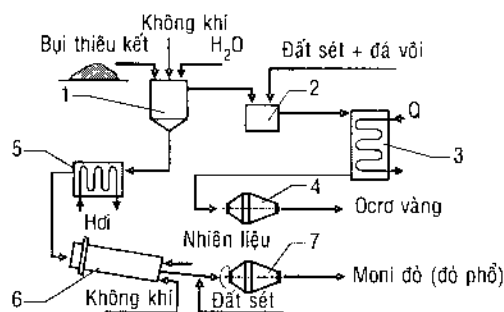
Sản phẩm thu được là cặn thạch cao với đất sét có độ ẩm bão hòa. Khối chất rắn này được sấy ở 80°C và cho vào máy nghiền bi để thu bột màu vô cơ có màu vàng (ocrơ).

Điều chế bột màu môn: Cặn từ thiết bị phản ứng hòa tan ở dạng khối ẩm (91% Fe_2O_3 , 3,7% FeS , 5,3% đá) được sấy khô ở nhiệt độ đến 100°C. Sau đó, đưa vào lò nung ở nhiệt độ 800 - 900°C để đuổi lưu huỳnh. Lúc này bán thành phẩm chứa 95% Fe_2O_3 được cho vào máy nghiền bi và trộn với đất sét (15%). Kết quả thu được bột màu kiểu môn.

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 ocrơ vàng và môn (đỏ phớt)

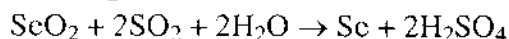
- 1- thiết bị phản ứng hoà tan;
- 2. máy trộn; 3, 5. máy sấy;
- 4, 7. máy nghiền bi; 6. lò nung.



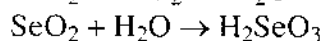
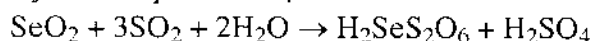
4. Thu hồi selen từ bùn

Trong quặng pirit có chứa 0,002 - 0,2% selen, khi nung sẽ hình thành 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 thấp rửa và thiết bị lọc điện ướt của hệ thống xử lý khí nung.

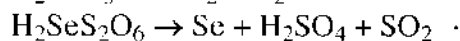
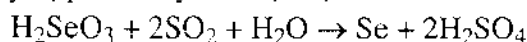
Cơ chế tách selen từ khí nung khá phức tạp. SeO_2 sẽ được hấp thụ bởi các giọt sương và giọt axit tươi do độ hòa tan SeO_2 trong axit cao và tăng theo nhiệt độ. SO_2 trong axit sẽ khử SeO_2 :



Đồng thời xảy ra các quá trình tạo thành các axit:



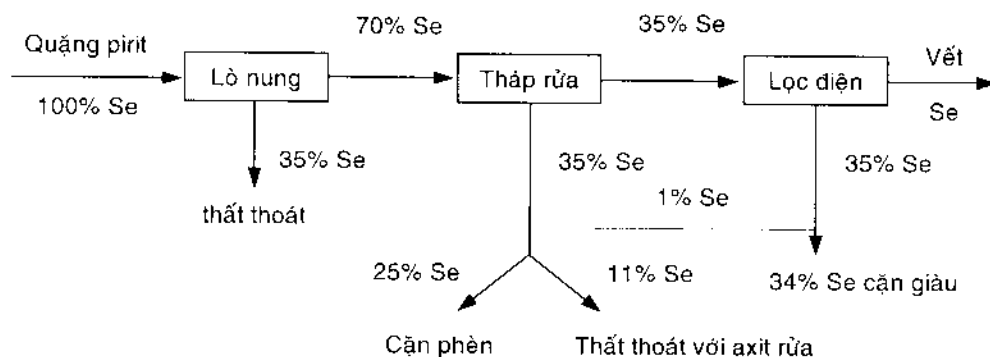
Các axit này bị phân hủy ở nhiệt độ lớn hơn 70°C theo phản ứng:



Quá trình khử 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 xi măng, 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 $3\text{M}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaX}_2$ (M - ion Ca, Na, Sr và các nguyên tố khác, X - flo, clo và 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 H_3PO_4 phục vụ cho việc sản xuất các sản phẩm khác nhau, kể cả phân vô cơ.

1. Phế 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 P_2O_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 CaSO_4 . Các chất thải này là bột tinh thể nhuyền màu xám có độ ẩm $25 \div 40\%$. Tính theo chất khô, chúng chứa đến 94% 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% H_3PO_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.

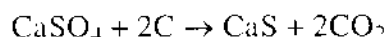
Quá trình chế biến P_2O_5 hoặc thạch cao tự nhiên thành axit sunfuaric và xi măng đã được thực hiện thành công trên quy mô công nghiệp ở một số nước (Áo, Đức, Ba Lan, Nam Tư). Để thu xỉ xi măng và SO_2 , người ta chuẩn bị liệu lò chứa P_2O_5 , cốc, cát và đất sét bằng ba biện pháp: khô, ướt và kết hợp.

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 CaSO_4 bằng than và tạo thành xỉ. Cát và đất sét có tác dụng thúc đẩy sự chuyển hóa CaSO_4 . Nhiên liệu cho lò nung được dùng là dầu mazut, khí hoặc than bụi.

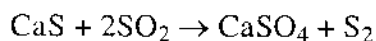
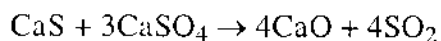
Khí nóng chứa SO_2 được làm sạch trong xielon và thiết bị lọc điện rồi đưa đi sản xuất H_2SO_4 . 1 tấn H_2SO_4 98% thành phẩm sẽ tương ứng với việc tiêu hao 1,6 tấn anhydric photpho, 0,14 tấn đất sét, 0,08 tấn cát, 0,11 tấn cốc, 85m^3 nước, 160kWh điện năng và $1,5 \cdot 10^6$ kcal nhiên liệu.

Phản ứng phân hủy CaSO_4 diễn ra theo hai giai đoạn.

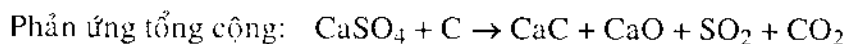
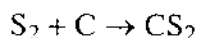
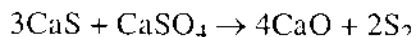
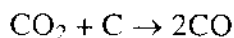
- Giai đoạn một tạo thành sunfua canxi và dioxit cacbon.



- Giai đoạn 2, các sunfua canxi được chuyển hóa thành 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:



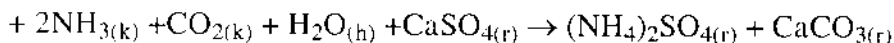
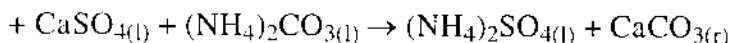
Người ta thường lấy dư cacbon từ 20 ÷ 30% vì có lính đến phần hao hụt trong phản ứng phụ. Quá trình này rất nhạy cảm với oxy vì khi nồng độ oxy cao, lưu huỳnh sẽ cháy ($\text{CaS} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$) tạo thành CaSO_4 . CaSO_4 được hình thành dưới dạng bướu xỉ, đóng thành tảng trong 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% 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% P_2O_5) không ảnh hưởng đến quá trình phân hủy, nhưng làm giảm sự hình thành và kết tinh silicat canxi trong xi măng clinke. Flo chuyển vào pha khí trong khi nung sẽ làm ngộ độc xúc tác của quá trình chuyển hóa $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$. Vì vậy, mặc dầu 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 P_2O_5 phải nhỏ hơn 0,15 và 0,5%.

Tính toán kinh tế kỹ thuật cho thấy giá thành H_2SO_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

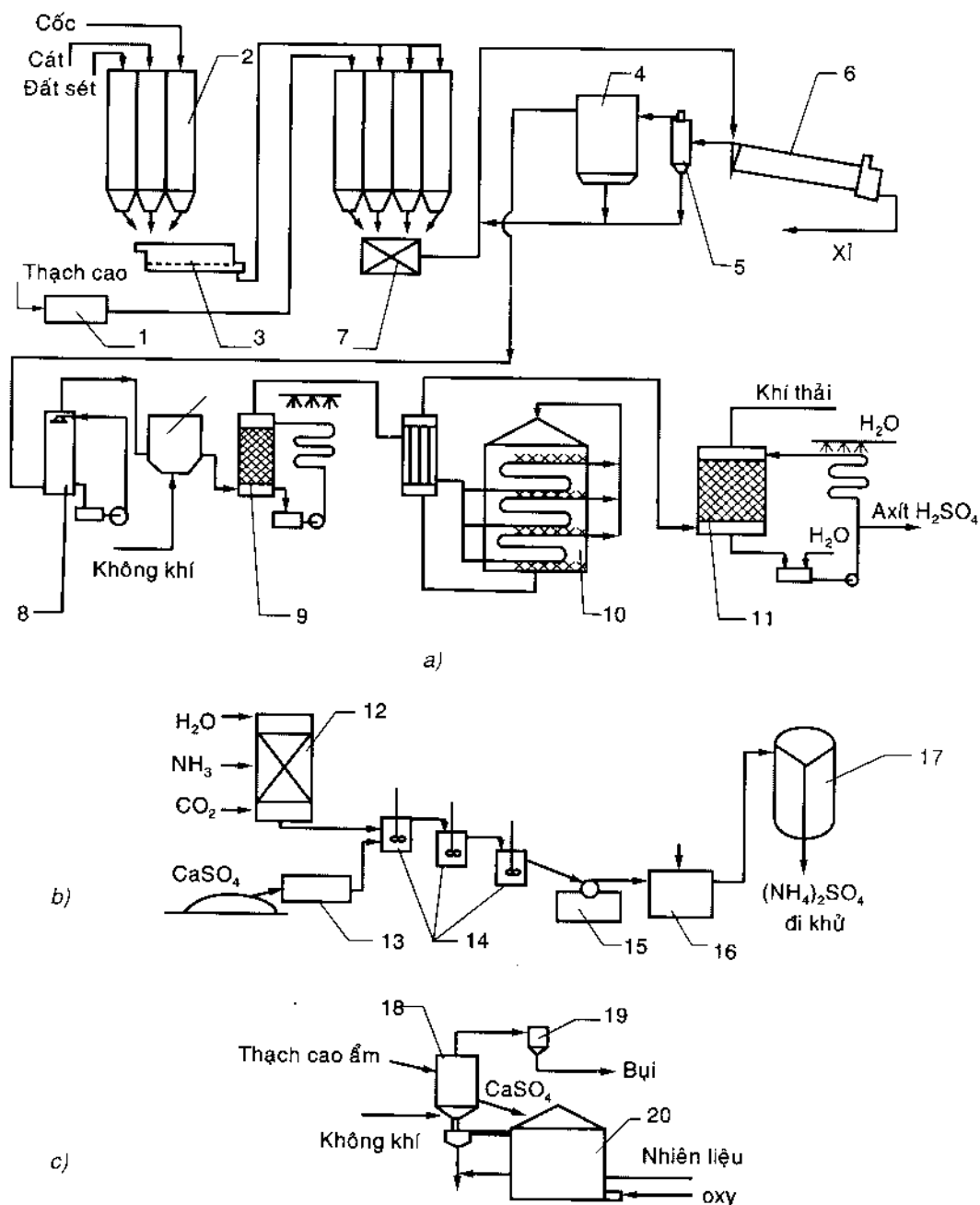
Quá trình dựa trên sự tương tác của thạch cao photpho và cacbonat amon (hoặc là NH_3 và CO_2) ở áp suất khí quyển hoặc áp suất cao.



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 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. CaCO_3 tạo thành trong phản ứng sẽ kết tủa. Sau đó, dung dịch được lọc để tách CaCO_3 . Khi đó, trong dung dịch có $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ với nồng độ 35 ÷ 40%, được trung hòa bằng H_2SO_4 để loại 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 CO_2 , 60kg H_2SO_4 và 260kg NH_3 , ta thu được 1 tấn sunphat amon và 760kg CaCO_3 chất lượng cao. CaCO_3 được dùng trong sản xuất vật liệu xây dựng, vôi hóa đất...

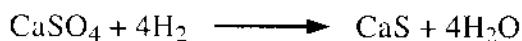
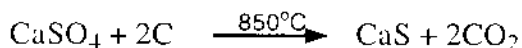


Hình 6.8. Sơ đồ vận dụng CTR của sản xuất axit photphoric bằng trích ly

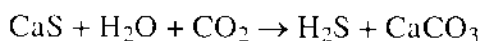
a) Chế biến thành axit sunfuaric và ximăng; b) Chế biến thành sunphat amon; c) Chế biến thành CaS; d) Chế biến thạch cao photpho thành lưu huỳnh và vôi, hoặc axit sunfuaric và vôi.

1- máy sấy; 2- xilô; 3- máy nghiền; 4- lọc điện; 5- xiclôn; 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 (NH₄)₂CO₃; 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- xiclôn; 20- thiết bị phản ứng II.

Sunphat canxi bị khử bởi than cốc hoặc các sản phẩm của sự chuyển hóa khí tự nhiên.

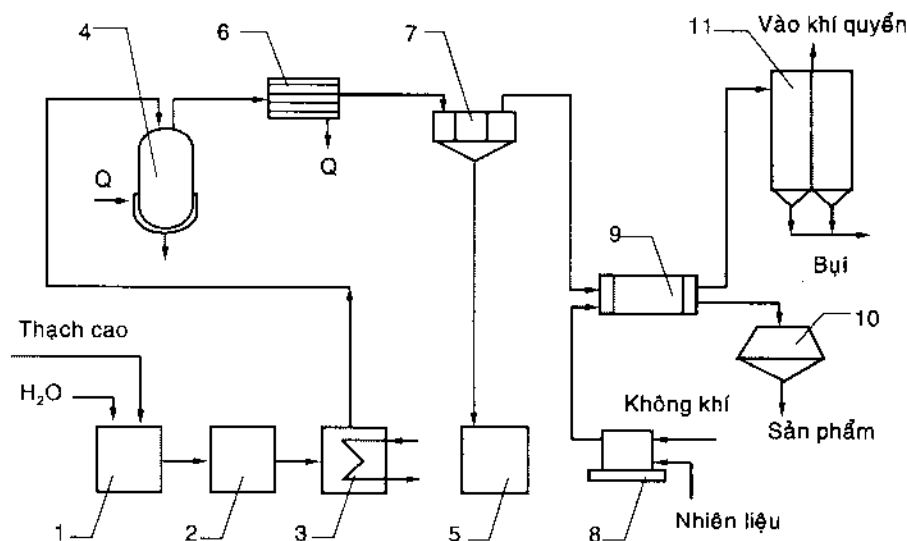


Sau đó CaS được chuyển vào dạng huyền phù với nước bằng khí CO_2 :



H_2S có thể được đốt cháy hoàn toàn thành SO_2 để sản xuất H_2SO_4 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 hidrocarbon còn lại trong khí đi ra từ thiết bị phản ứng II. Trong thiết bị II, CaSO_4 chuyển hóa thành CaS dưới tác dụng của tác nhân khử, ở nhiệt độ gần 850°C .

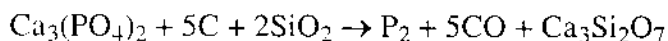


Hình 6.9. Sơ đồ hệ thống tái chế phế thải thạch cao

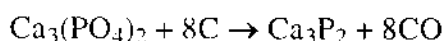
- 1- máy trộn; 2- thùng lưu trữ; 3- bình lưu lượng; 4- nồi áp suất;
5- bình chứa phân lọc; 6- thiết bị; 7- thiết bị lọc chân không; 8- lò;
9- máy sấy thùng quay; 10- bình chứa sản phẩm; 11- xi-lon

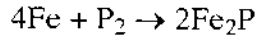
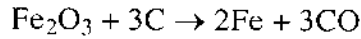
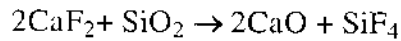
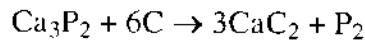
2. Chất thải rắn của sản xuất axit photphoric bằng nhiệt

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:

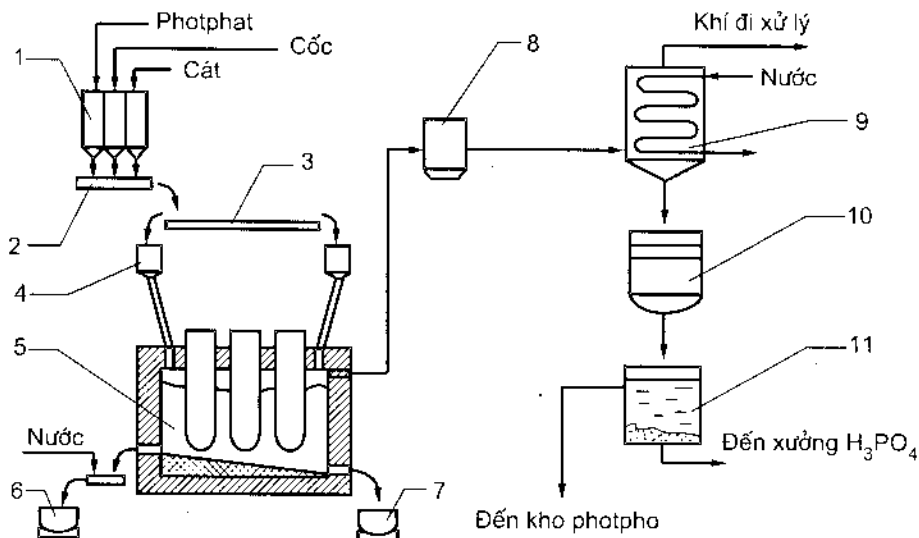




Có hai phương pháp để thu H_3PO_4 : một bậc và hai bậc.

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 P_2O_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, SiO_2 và mủ hóng. Trên 1 tấn photpho thu được, trong lò điện hình thành 4000m^3 khí có nồng độ CO cao, $0,1 \div 0,5$ tấn Fe_2P , $0,05 \div 0,35$ tấn bụi, $7,5 \div 11$ tấn bùn silic, gần 50kg bùn chứa sắt. Fe_2P , Fe_3P hình thành trong khi khử $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ và Fe_2O_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% P_2O_5 và 15% K_2O . Khí ra khỏi thiết bị ngưng tụ chứa khoảng 85% CO, 0,05% photpho, $0,2 \div 0,4\%$ PH_3 , $0,5 \div 1\%$ H_2S (tính theo thể tích) và các tạp chất khác, sẽ được sử dụng làm nhiên liệu. Sau khi loại tạp chất (PH_3 , H_2S , P...), CO sẽ được dùng trong tổng hợp hóa học.



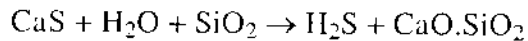
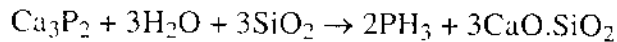
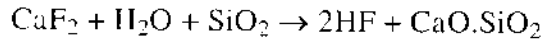
Hình 6.10. Sơ đồ sản xuất photpho theo phương pháp nhiệt

- 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.

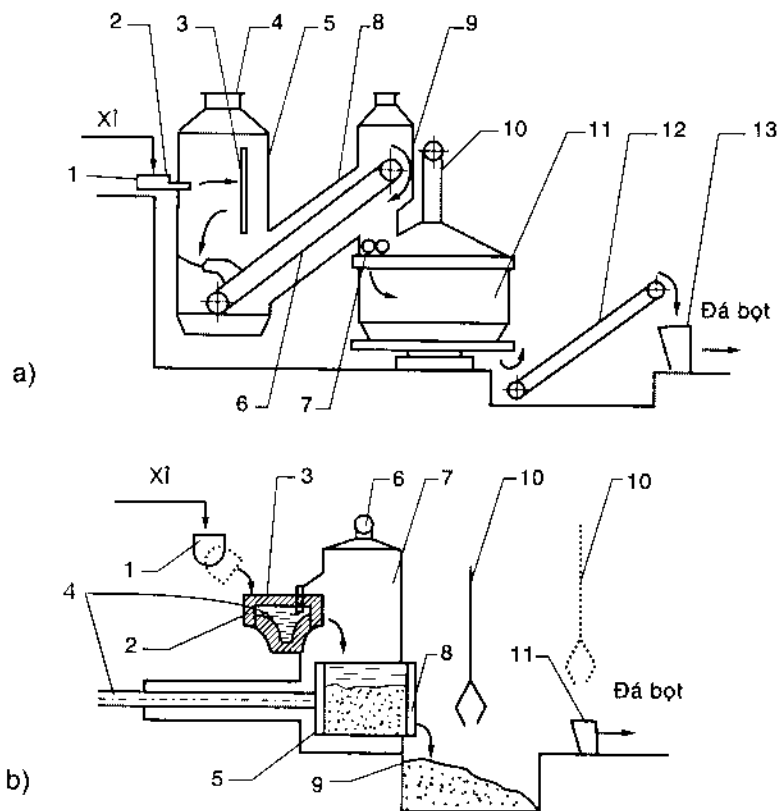
a) *Tận dụng cặn*

Cặn có hàm lượng trung bình như sau: $38 \div 42\%$ CaO, $2 \div 5\%$ Al_2O_3 , $44 \div 8\%$ CaO, $0,5 \div 3\%$ P_2O_5 , $0,5 \div 1\%$ MgO, $0,5 \div 1\%$ Fe_2O_3 và các phần tử khác. Do cặn có chứa flo (3,6% ở dạng CaF_2), photpho (3,6% ở dạng P_2O_5), 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 bột từ xỉ photpho nóng chảy*



Hình 6.11. Sơ đồ sản xuất đá bột

a) *Phương pháp thổi nước:* 1- rãnh xỉ của lò điện; 2- thiết bị thổi tia nước; 3- màn 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- gàu xỉ; 2- màn nước; 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 bột; 10- máng cạp; 11- thùng chứa sản phẩm đã nghiền.

Một trong các sơ đồ sản xuất đá bột 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 bột 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 ÷ 7% và tăng độ cứng cho xi măng.

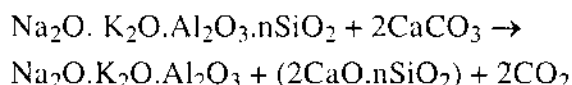
Các ứng dụng của photpho trong sản xuất rất đa dạng. Ở Mỹ, xỉ photpho được dùng để vô hi hóa đất. Trong những năm gần đây, người ta đã quan tâm đến việc chế biến xỉ photpho bằng phương pháp hóa học với mục đích thu hồi các sản phẩm có giá trị và tinh quặng các nguyên tố đất hiếm.

Trích xỉ bằng HNO_3 có thể thu được 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 HCl cho phép thu tinh quặng nguyên tố đất hiếm, với SiO_2 có độ tinh khiết cao và thành phẩm CaCl_2 .

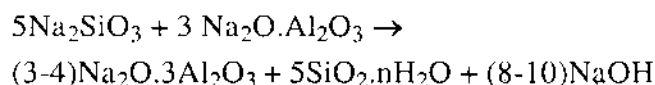
3. Sử dụng toàn phần nguyên liệu photphat

Quá trình tuyển quặng photphat hình thành một lượng lớn CTR. Sản xuất 1 tấn tinh quặng apatit, ta thu được 0,6 ÷ 0,7 tấn tinh quặng nefelin. Quặng này có thể chế biến thành: soda, xi măng, K_2CO_3 , KOH , Al_2O_3 .

Theo phương pháp này, tinh quặng nefelin ở dạng bột được thiêu kết với CaCO_3 .

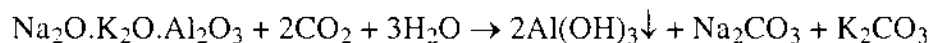


Sản phẩm thiêu kết được trích bằng nước. $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ sẽ chuyển vào dung dịch lọc. $2\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2$ được tách và dùng trong sản xuất xi măng, phần lọc chứa Na_2SiO_3 được cho vào nồi hơi để khử silic ở áp suất 0,6 ÷ 0,7 MPa.

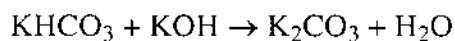
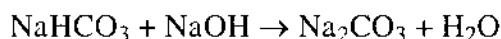


↓
Bùn lắng

Dung dịch được cacbonat hóa bởi khối lò thiêu kết:



Để thu được $\text{Al}(\text{OH})_3$, người ta tiến hành lọc dung dịch. Trong phần nước lọc, ngoài Na_2CO_3 , còn có NaHCO_3 , KHCO_3 và K_2SO_4 do trong khí lò có SO_2 .



Na_2CO_3 và K_2CO_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

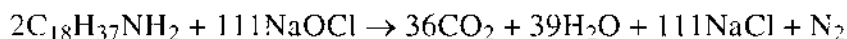
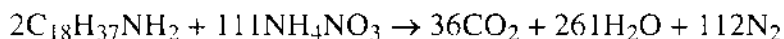
Hơn 90% muối kali, chủ yếu là KCl, khai thác từ lòng đất được sử dụng làm phân bón. Khoáng sản kaly là hỗn hợp KCl và NaCl cùng các tạp không tan. Phần khoáng sản không tan còn lại thường được chế biến thành Al_2O_3 và đồng thời thu được sản phẩm phụ là KCl. Quá trình chế biến và tuyển nguyên liệu trong công nghiệp kaly hàng năm thải ra hàng triệu tấn 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 KCl thành phẩm tạo ra 3÷4 tấn muối phế thải với các tạp chất như NaCl, CaSO_4 , MgCl_2 , brom và các chất không tan khác. Thành phần chất thải như sau: 89 ÷ 90% NaCl, 4,4 ÷ 5% NaBr, 1,1% CaSO_4 , 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.

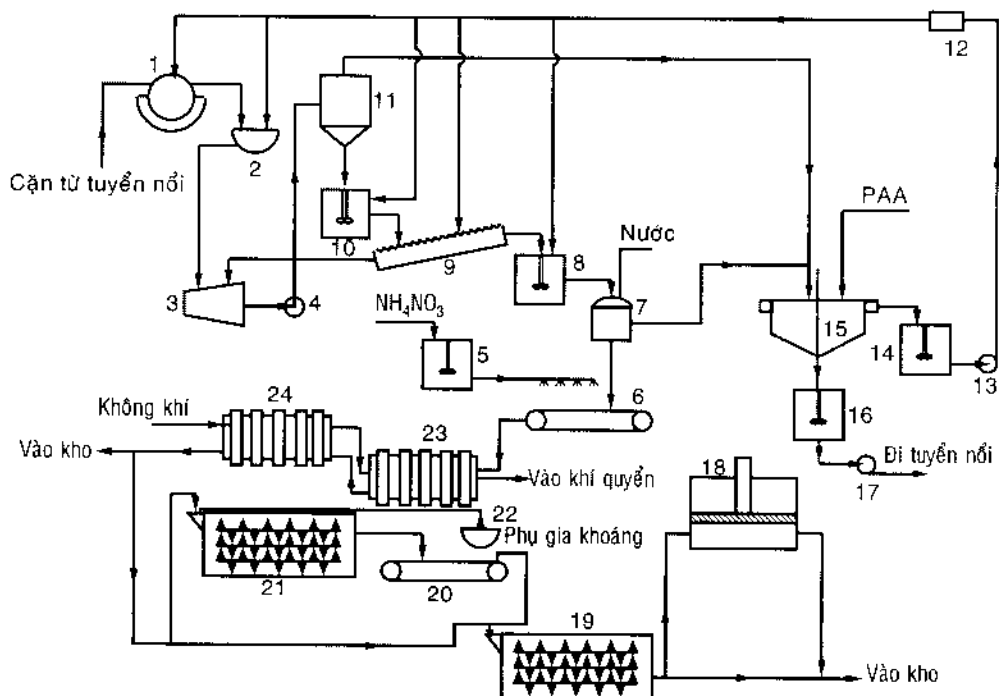
Muối phế thải chứa đến 90% NaCl có thể dùng để sản xuất soda, clo... Tuy nhiên, điều này chỉ thích hợp cho các nhà máy ở gần mỏ kaly vì việc vận chuyển nguyên liệu rẻ tiền như thế không có hiệu quả kinh tế. Cần phải để ý là việc sử dụng trực tiếp các phế thải này trong công nghiệp clo sẽ gặp khó khăn do trong thành phần muối có chứa sunphat, chất không tan và KCl. Phế liệu thải ra từ việc tuyển nổi 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 KCl và phần không tan lớn nhất.

Quá trình công nghệ bao gồm khử cặn của phế thải, trích KCl bằng dung dịch 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 NH_4NO_3 và NaOCl, khi tác dụng phân hủy các tạp amin. Ví dụ:

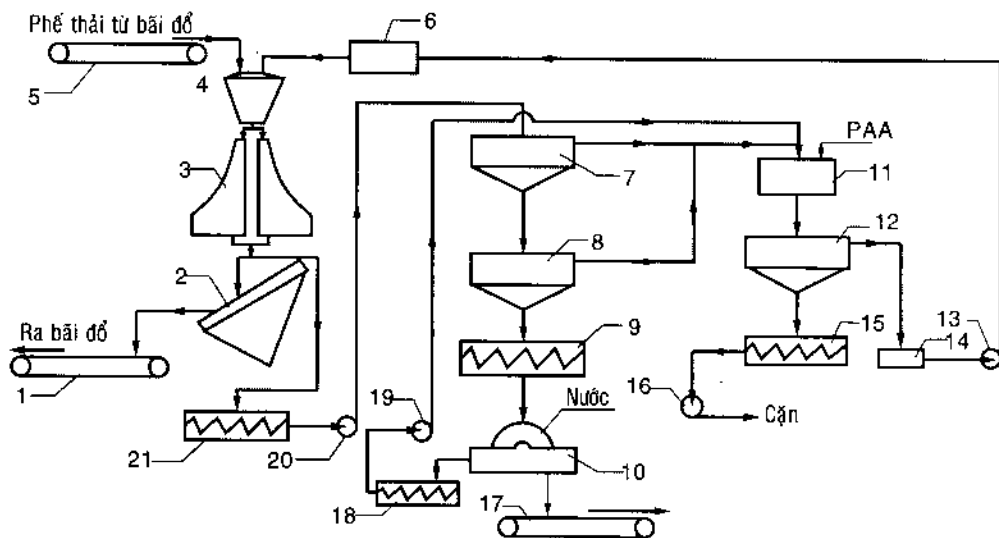


Sử dụng lượng NH_4NO_3 gấp đôi lý thuyết sẽ tách amin hoàn toàn trong vòng 15 phút ở nhiệt độ 300°C ; sử dụng NaOCl còn cho phép giảm nhiệt độ xuống còn $150 \div 200^\circ\text{C}$. Việc sử dụng các chất oxy hóa này không tạo ra tạp chất phụ cho sản phẩm.



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 ngung; 3- hồ; 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- xi-clon 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 lượng dư cấu tử; 23, 24 - máy sấy dạng trống.



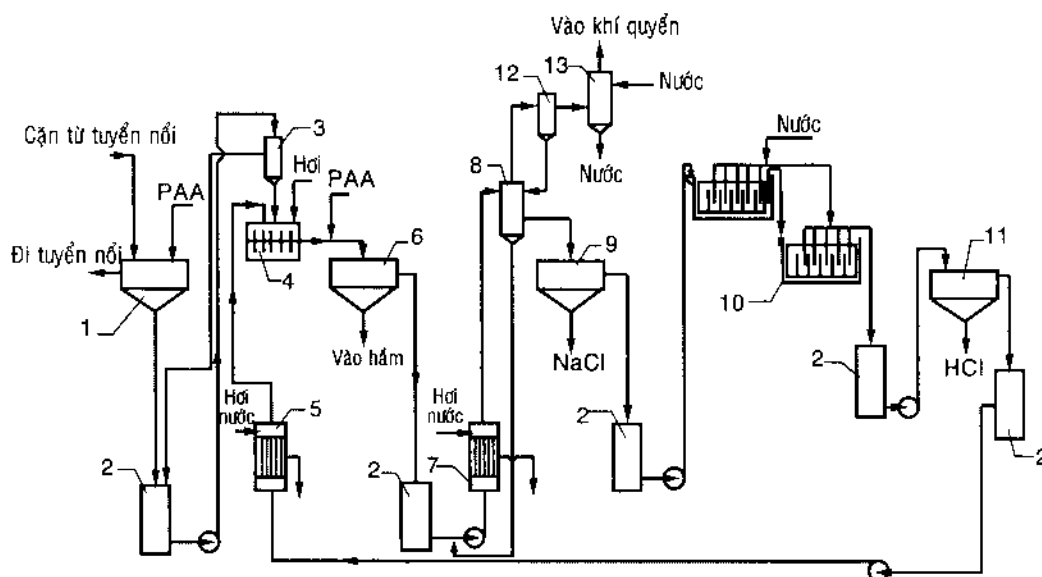
Hình 6.13. Sơ đồ sản xuất muối công nghiệp từ muối phế thải

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 lưới để phân loại. Hạt lớn hơn 3mm được phân loại tiếp trên sàng và thải bỏ. Bùn với hạt nhỏ hơn 3mm 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 cái 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, $0,43\%$ Ca^{2+} , $0,02\%$ Mg^{2+} , $0,9\%$ H_2O). Nước từ các thiết bị và dung dịch nước cái của công đoạn ly tâm được tiến hành lắng trong bể lắng 12. Polyacrilamit 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 200g/l . Cặn bùn lơ lửng gồm $9,8 \div 11,5\%$ KCl, $18,5 \div 20\%$ NaCl, $0,3 \div 1,5\%$ MgCl_2 , $0,2 \div 0,5$ CaSO_4 , $0,1 \div 0,4\%$ 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 đun; 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 lắng, 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 $211,7 \div 281\text{g}/1000\text{g H}_2\text{O}$. Huyền phù nóng này được tiếp tục cho qua bể lắng, ở đây người ta cho thêm dung dịch PAA 0,5% ($300 \div 400\text{g}/\text{tấn}$ 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 $0,97 \div 1,09$. Dung dịch sau cô đặc là huyền phù (pha rắn gồm $99 \div 99,8\%$ NaCl, $0,1 \div 0,9\%$ KCl, $0,03 \div 0,15\%$ CaSO₄, $0,1 \div 0,5\%$ phần không tan) chứa đến $20\text{g MgCl}_2/1000\text{g H}_2\text{O}$ được cho vào bể lắng 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 nhuyển ($0,2 \div 0,38\text{mm}$). KCl được ngưng kết ở trong sản phẩm từ $95,3 \div 100\%$, 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

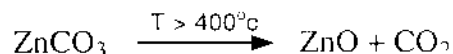
Công nghệ sản xuất tôn tráng kẽm cơ bản như sau: kẽm ở dạng thỏi được nung nóng chảy rồi phủ lên bề mặt thép đã được tẩy sạch. Để đun nóng chảy kẽm, người ta dùng chất trợ dung là NH₄Cl và lưu huỳnh để chống oxy hóa bề mặt kẽm. Các phản ứng giữa kẽm và các chất này tạo ra hỗn hợp dạng bột nổi lên trên 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 (ZnCl₂) 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 ZnCl₂ 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

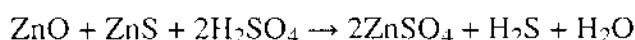
Công nghệ tái sử dụng toàn phần CTR nêu trên được trình bày trên hình 6.15.

ZnCO₃ 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, ZnCO₃ có độ ẩm khoảng 20% sẽ được sấy khô, nghiền trong máy nghiền búa rồi cho đóng bao thành phẩm. ZnCO₃ ít được ứng dụng trong thực tế nhưng khi nung ở nhiệt độ lớn hơn 400°C ta sẽ thu được oxit kẽm.



ZnO là chất được sử dụng trong nhiều ngành sản xuất như sơn, lưu hóa cao su, bột màu cho gốm sứ, gạch men...

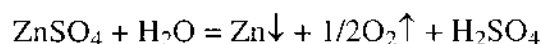
Phần xỉ kẽm còn lại trong bể ngâm không tan trong nước chủ yếu là ZnO và ZnS dạng bột nhão, Zn, Pb, Fe ở dạng mảnh vụn, một ít hợp chất sắt II. Chì, kẽm, sắt có kích thước lớn hơn muối kẽm nên được tách ra khỏi hỗn hợp dễ dàng bằng cách đãi và rửa bằng nước. Chúng sẽ được thu mua bởi các lò luyện kim. Còn ZnO và ZnS có thể được chế biến thành sunphat kẽm (ZnSO₄) bằng cách hòa tan với dung dịch H₂SO₄ trong thiết bị phản ứng khuấy trộn. Phản ứng như sau:



Dung dịch ZnSO₄ cần được khử sắt bằng H₂O₂. Sắt II được oxy hóa thành hydroxit sắt III không tan Fe(OH)₃, được lắng và lọc để tách Fe(OH)₃, nung tạo thành màu vô cơ. Dung dịch ZnSO₄ được cô đặc – kết tinh để thu các tinh thể ZnSO₄.7H₂O. 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 ZnSO₄ cần được khử sắt bằng MnO₂ ở pH = 1 rồi trung hòa tạo tủa hydroxit sắt III. Kết tủa 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 CuCl ra, đưa đi tái sinh đồng. Bổ sung axit 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 = 555,55A/m², điện thế U = 4 – 5V, 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 bôxít. 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 ÷ 3g/l Na₂O, 1 ÷ 3g/l Al₂O₃

- Phần rắn: $18 \div 22\%$ Al_2O_3 ; $40 \div 50\%$ Fe_2O_3 ; $2 \div 4\%$ SiO_2 ; $2 \div 5\%$ TiO_2 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 nhằm 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 nhằm 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^2 , 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 $(0,5 \div 10) : 1$. 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 $20 \div 200\text{g/tấn}$ 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^{3+} . 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_4 theo tỷ lệ lý thuyết. Nước chảy ra được tách dầu, hắt ín. Dung dịch $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 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 trơ và nghiền để tạo thành sản phẩm, có hàm lượng cacbon cao dùng cho nhà máy điện. Khí sau khi ngưng rửa được làm lạnh và đưa vào hệ thống phân phối khí dưới dạng tinh khiết và khô. Dầu cặn, hắt 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 xenlulose 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_2 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_2 . 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 phụ SO_2 trong khói thải công nghiệp. Bùn đỏ có khả năng xử lý đến 90% SO_2 .

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 $10 \div 50\%$, phun ẩm và ép hình ở áp suất $150 \div 200\text{kg/cm}^2$ rồi đưa vào sấy và nung đến nhiệt độ $950 \div 1100^{\circ}\text{C}$ trong vòng 7 giờ. Làm nguội tự nhiên. Sản phẩm có độ hút nước đạt tiêu chuẩn gạch xây dựng.

b) Sản xuất PAC

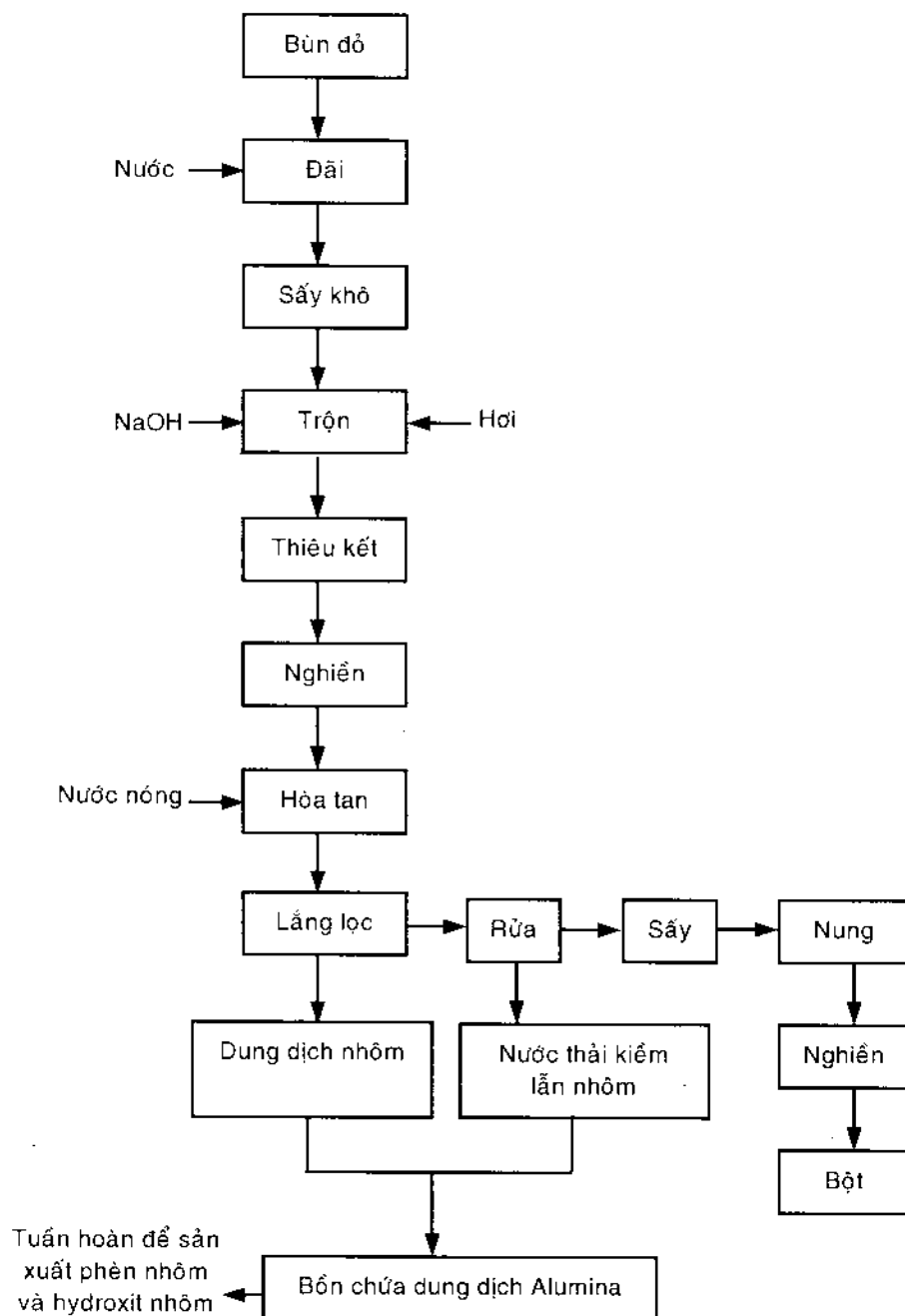
Bùn đỏ được phơi khô tự nhiên, sấy, nghiền mịn. Cho bùn đỏ phản ứng với $\text{HCl}_{\text{đd}}$ ở nhiệt độ 155°C , áp suất 5at trong thời gian 3 giờ. Hỗn hợp sau phản ứng được lọc tách phần bã không phản ứng và thu được dung dịch là PAC.

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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ được sấy ở 120°C rồi đem nung ở $700 \div 800^\circ\text{C}$ 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

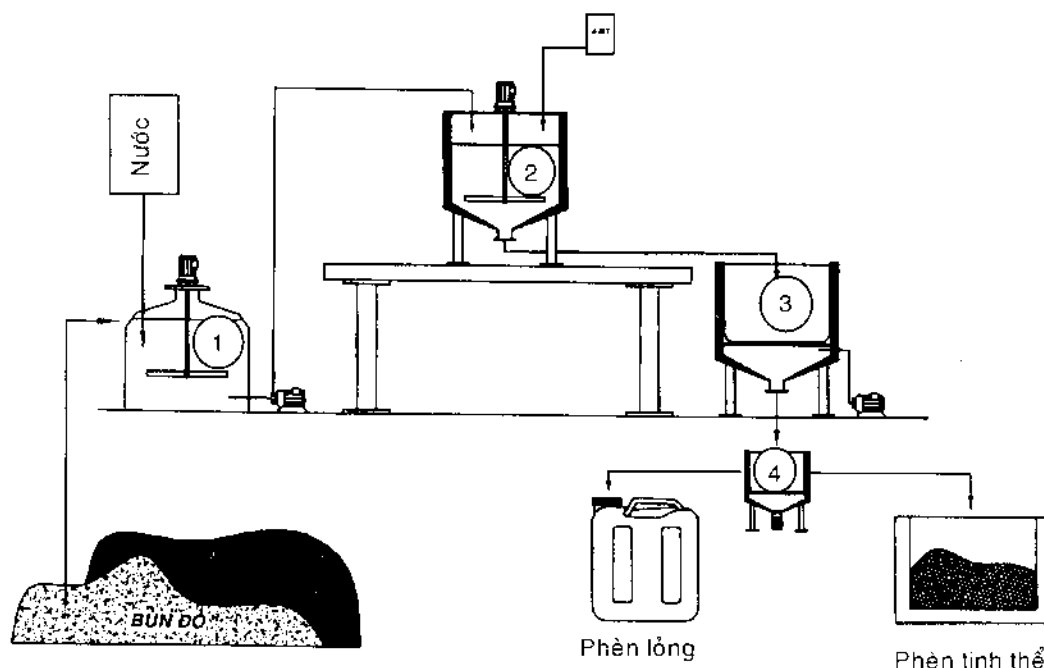
Quy trình sản xuất bột màu từ bùn đỏ có nhiều triển vọng do công nghệ đơn giản, sản phẩm có chất lượng và giá trị cao (88% Fe_2O_3), có khả năng cạnh tranh trên thị

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°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. Dung dịch thu được sau lọc chính là hỗn hợp chất keo tụ (gọi là phèn Bách Khoa). Phần bã lọc tại bể lọc chân không được rửa nhiều lần bằng nước sạch nhằm tận thu triệt để phần phèn còn lại trong bã. Phần lỏng sau khi rửa bã được hoàn lưu trở lại bể phối 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 Fe_2O_3 ($6,5 \div 7,34\%$), Al_2O_3 ($4 \div 4,7\%$), tỷ trọng $1,4 \div 1,45$.

- *Phèn tinh thể*: Fe (2,5 ÷ 3,8%), Al (5,4 ÷ 6,1%) tương ứng Fe_2O_3 (3,71 ÷ 5,4%), Al_2O_3 (10,2 ÷ 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 ÷ 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 E%	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	490	196	60,0	96,3	95,8
	Phèn sắt			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 kênh 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 xi mạ

Nước thải xi mạ thường có hai dòng khác nhau:

- Dòng 1: Nước thải chứa cyanua (CN^-) phát thải từ công đoạn mạ xyanua.
- Dòng 2: Nước thải mang tính axit, thải ra từ các công đoạn mạ dùng axit H_2SO_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^{6+} thành Cr^{3+} rồi kết tủa bằng kiềm tạo thành crom hydroxit.
- Sắt: oxy hóa chuyển Fe^{2+} thành Fe^{3+} và được loại ra ở dạng kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
- Niken: kết tủa niken bằng dung dịch kiềm ở $\text{pH} = 10 \div 10,5$.

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 nhằm tách riêng hai pha rắn và lỏng. Phần rắn phản ứng với dung dịch NH_3 và lọc, phần dung dịch chứa các phức của Ni, Cu được cho phản ứng với Na_2CO_3 . Nhiệt độ của thiết bị phản ứng giữ ổn định ở $70 \div 80^\circ\text{C}$. Sản phẩm phản ứng là $\text{Ni}(\text{OH})_2$, được đem nung để thu NiO dùng làm bột màu. Phần lỏng là dung dịch CuCl_2 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_3 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_2O_3 (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

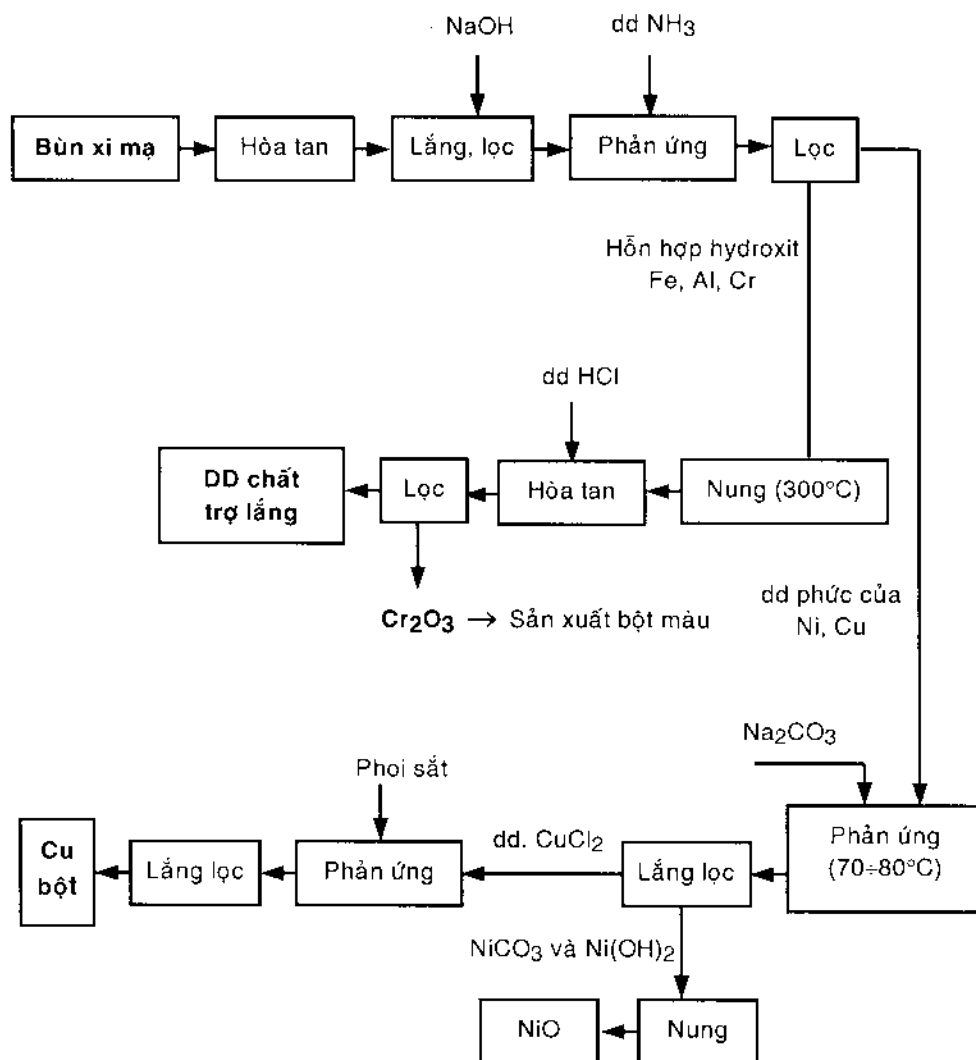
Bùn xi mạ nếu có hàm lượng kim loại quý thấp, việc thu hồi không kinh tế thì sẽ được xử lý bằng chôn lấp. Tuy nhiên, trước khi chôn lấp, chất thải cần được đóng rắn nhằm cô lập kim loại nặng, hạn chế khả năng hòa tan khi gặp nước xâm nhập. Phương pháp này được gọi là đóng rắn hay cố định chất thải.

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_4 , Na_2S , Na_2SO_3 , 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^{3+} , 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 nghiền trộn hiện đại, đắt 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 nhằm 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 nghiền 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% (1m^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 măng

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%
Xi măng	35%
Cát	100%
Nước	65%

6.2.7. Thu hồi crom 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.

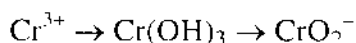
Trong da bào và bùn, Crom chỉ tồn tại ở dạng Cr (III), gặp điều kiện thuận lợi có thể bị chuyển hóa thành Cr (VI), là chất độc, có thể gây ung thư, tử vong cho sinh vật.

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 Ca(OH)_2 : Giai đoạn này chỉ tách protein ra khỏi da mà không tách crom vì tính ít tan của CaSO_4 cạnh tranh với quá trình kết tủa Cr(OH)_3 , làm cho crom trong da không tan vào trong dung dịch. Ca(OH)_2 làm cho quá trình thủy phân trở nên ổn định hơn nhờ vào tính đệm của mình. 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 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 Ca(OH)_2 .

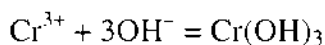
Giai đoạn 2: Giai đoạn khuấy bã trong axit có tác dụng hòa tan crom vào dung dịch. Khi giai đoạn nấu với Ca(OH)_2 hoàn tất, phần lớn protein đã ra khỏi da. Trong da chỉ còn lại crom tự do đã mất liên kết với protein (kết tủa trong da dưới dạng Cr(OH)_3) và rất dễ hòa tan. Khi môi trường pH = 1, hiệu suất tách crom ra khỏi da dưới dạng 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

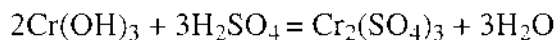
Thu hồi crom từ bùn diễn ra qua các giai đoạn sau:

- Bùn được nghiền kỹ, hòa trộn với dung dịch H_2SO_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 NaOH nhằm kết tủa crom thành Cr(OH)_3 . Phần bã sau lọc được thải bỏ, chôn lấp.



- Lọc và rửa sạch kết tủa, dùng H_2SO_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 H_2SO_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 H_2SO_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.

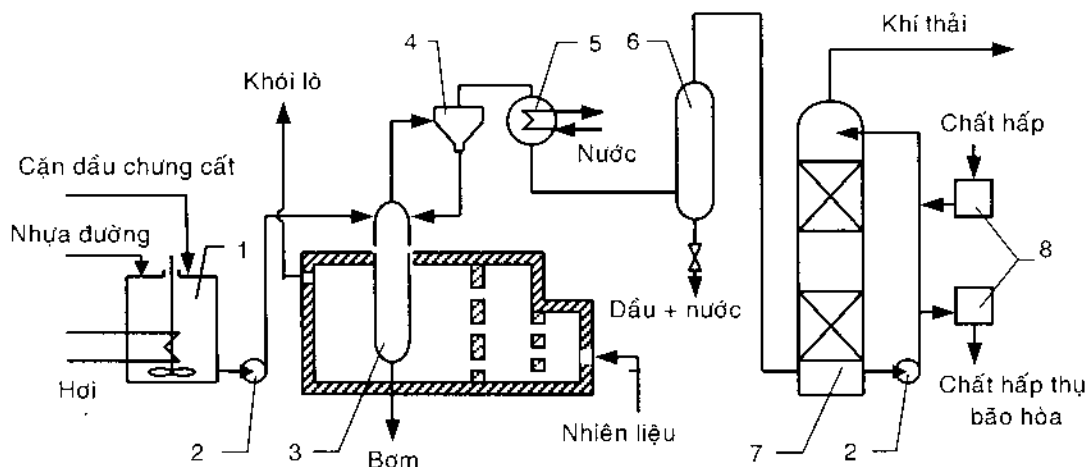
Nhựa đường chua được phân loại dựa vào hàm lượng chất chiếm ưu thế. Thường có hai loại:

- 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 amon, 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 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 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 H_2SO_4 . Trong lò đốt $800 \div 1200^\circ\text{C}$, chất hữu cơ bị đốt cháy hoàn toàn và hỗn hợp nhựa đường chua với H_2SO_4 sẽ bị cắt mạch để tạo thành SO_2 . Một số nước đã sử dụng công nghệ này để tận dụng nhựa đường chua với công suất $700 \div 850$ tấn/ngđ với tỷ lệ thu hồi H_2SO_4 hoặc ôlêum là $98 \div 99\%$.

Phần hữu cơ của nhựa đường chua gồm hợp chất lưu huỳnh, các chất thể asphat 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 H_2SO_4 tự do sẽ cắt mạch hữu cơ, làm cho khối chất bị ép chặt và tạo thành hỗn hợp dị thể có các chất thể asphat ở nồng độ cao. Để thu khối 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 mỡ). 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

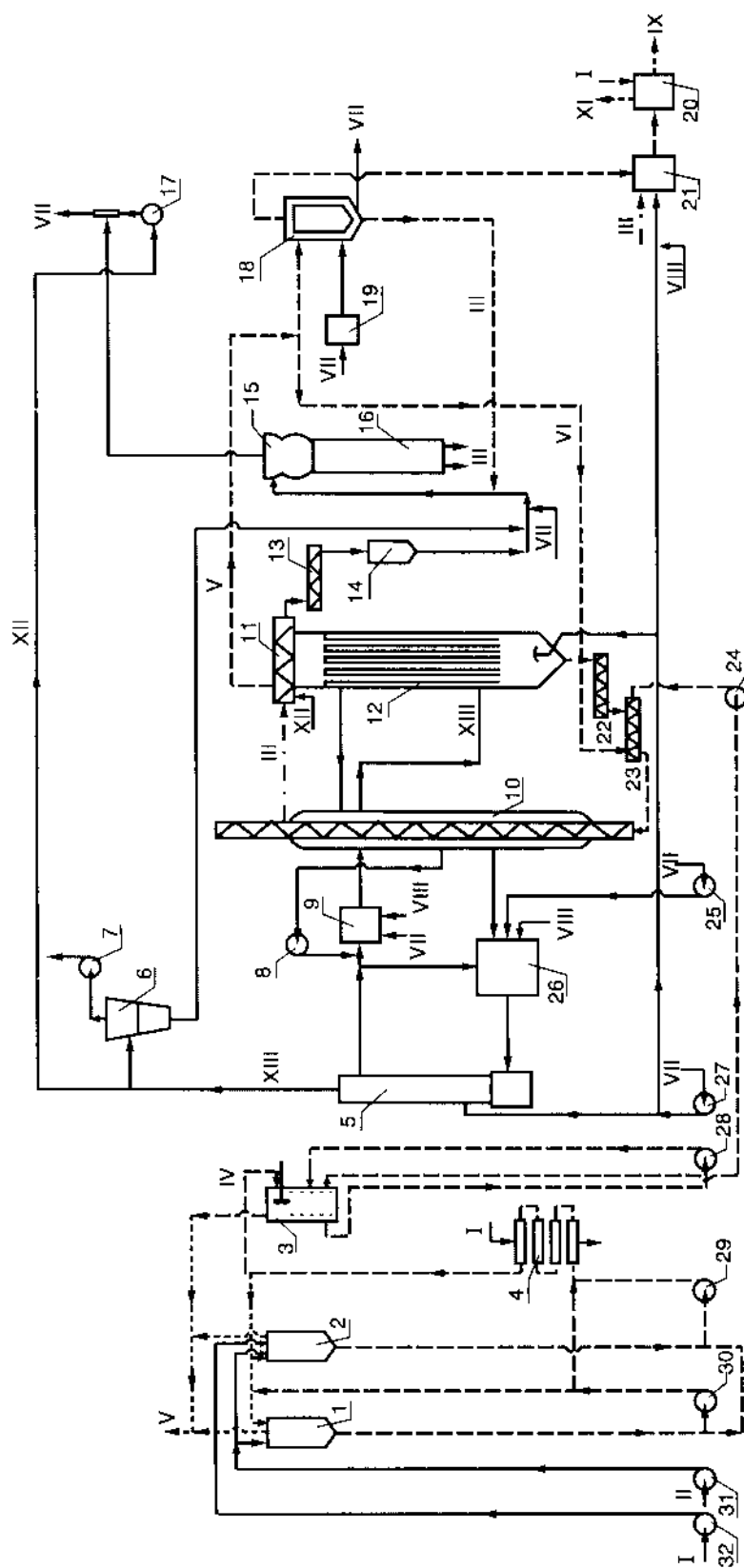
1- bình trộn; 2- bơm; 3- bình phản ứng; 4- bình tách khí - lỏng; 5- máy lạnh ngưng tụ;
6- bình tách dầu và nước; 7- tháp hấp thụ; 8- thùng chứa

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 $0,2 \div 0,4^\circ\text{C/ph}$ và $2 \div 4^\circ\text{C/ph}$ 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 SO_2 . Khí SO_2 hình thành sẽ được xử lý bằng phương pháp hấp thụ với soda hay dung dịch amoniac. Các hydrocarbon không ngưng và 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 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 H_2SO_4 với nhựa đường giàu chất hữu cơ hay H_2SO_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 H_2SO_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 chứa nhiệt độ thấp trên than cốc tải nhiệt

1, 2- máy trộn; 3- bình chứa; 4- máy lạnh; 5- máy đun nóng khí; 6, 16- xi-lon; 7- bơm khí; 8, 17, 25, 27- quạt; 9, 19, 21, 26 - lò; 10- máy nâng vít tải; 11- băng tải cắt ngang; 12- lò nung; 13- băng tải; 14- thùng trung gian; 15- máy phân riêng; 16- thùng chứa than cốc thành phẩm; 20- lò tận dụng nhiệt; 22- thiết bị định lượng than cốc; 23- băng tải trộn; 24, 28, 32- máy bơm; Các dòng: I- H_2SO_4 phế thải; II- nhựa đường chứa; III- than cốc; IV- nhựa đường chứa 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; XII- không khí nóng; XIII- khói 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 cắt 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 $340 \div 350^{\circ}\text{C}$ 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 $340 \div 350^{\circ}\text{C}$, phần khác đưa đi làm nguội. Khí phân hủy từ thiết bị 23 và 11 được cho qua xiclôn 18, lò đốt để được đốt cháy tiếp tục ở $1000 \div 1050^{\circ}\text{C}$. Phần tạp hữu cơ được cho qua lò tận dụng nhiệt, sau đó đi qua công đoạn sản xuất axit H_2SO_4 .

Với nhà máy có công suất chế biến 40 tấn nhựa/ ngày đêm, lượng khí tạo thành sẽ là 84.000m^3 . Khí này có thành phần theo thể tích như sau: 6,5% SO_2 , 24% H_2SO_4 , 10% CO_2 , 59,5% N_2 . 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 xiclôn 6 và bơm khí 7, nó được thải vào khí quyển.

Lượng than thường chiếm $27 \div 30\%$ tải trọng thiết bị. Với than có chứa $8 \div 12\%$ S, $7 \div 75\%$ cacbon liên kết, hiệu suất chất bay hơi $17 \div 22\%$, nhiệt trị nhỏ nhất là $30,2\text{MJ/kg}$.

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 rất 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 (điều chế Na_2S , CS_2)...

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 phổ biến trong các nhà máy chế biến dầu mỏ và hóa dầu là bùn dầu, với khối lượng khoảng 7kg/l 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 $10 \div 56\%$ dầu thành phẩm, $30 \div 85\%$ nước và $1,3 \div 46\%$ 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 nổi 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 cửa 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 cửa 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 nhuyền được tách bằng xiclon. Kết quả thu được dầu lẫn 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 bề mặt của các chất cặn đặc và dầu (bằng lực hút tĩnh điện), kéo dầu ra khỏi bề 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 lẫn 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°C), thiết bị chế tạo bằng vật liệu đắt tiền, 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 đun 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 mặt 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 sẵn sàng 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.

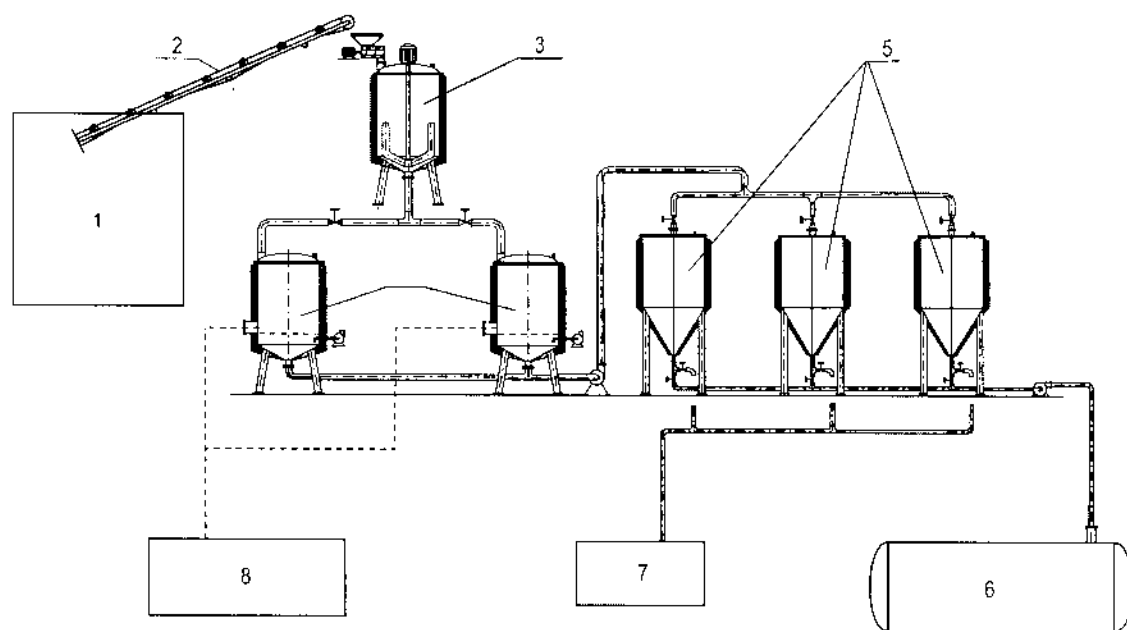
4. Thu hồi dầu thô từ cặn dầu thô

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 thẩm 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 bằng băng tải, nếu là dầu sét, 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 $70 \div 80^{\circ}\text{C}$, 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 10mmHg. 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 chứa đầy 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 ngậm nhiều dầu, dễ cháy, sẽ trộn thêm

với mặt cửa, 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 chóp 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 trục. 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 lớt bồn có chứa nhiều loại muối hòa tan. Dung dịch muối này là nguyên nhân gây rò 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. H_2S 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 H_2SO_4 và FeS gây ăn mòn thành bể và làm nhiễm bẩn dầu, đọng lại dưới đáy bể. 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, nhám thạch... từ lòng đất theo dầu mỏ chảy vào cùng với nước và tạp chất khác.

Các tinh thể parafin do đông 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 phần 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 cacboid có tỷ trọng cao. Nhìn bề ngoài, cặn có màu đen, đặc sệt và rất nhớt. 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	Tro	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	ρ^{20}	g/cm ³	0,95
2	Độ nhớt	η_{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 thải 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

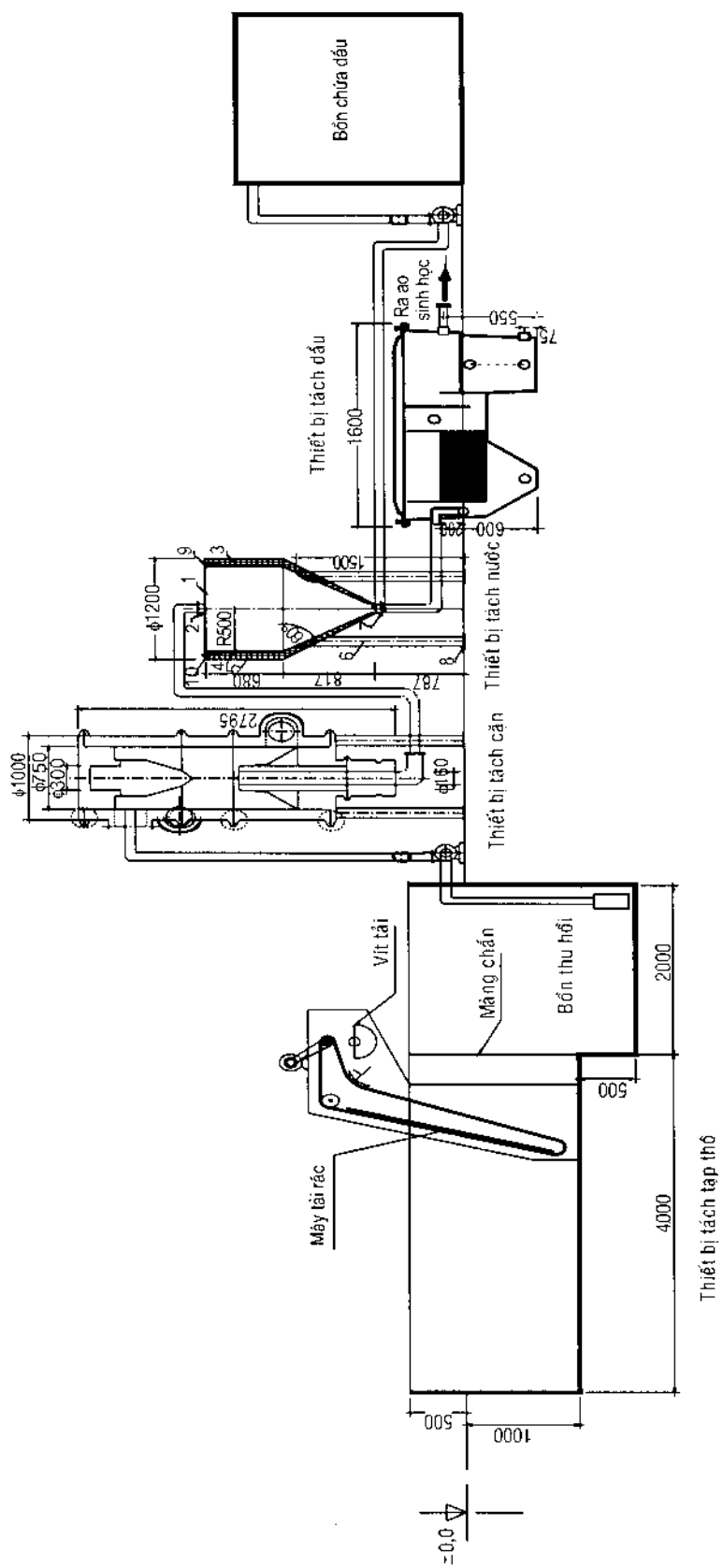
Thực chất cặn dầu gồm dầu sạch, nước và chất rắn lơ lửng vô cơ hoặc hữu cơ, do đó việc thu hồi, tái sử dụng cặn dầu không chỉ mang lại lợi ích to lớn về mặt môi trường mà còn mang lại hiệu quả về kinh tế. Công nghệ thu hồi dầu điển hình như sau (hình 6.22).

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 ngấm 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 lưới chắn bằng kim loại vào ngăn gia nhiệt. Lưới kim loại này có nhiệm vụ tách các tạp thô, tạp chất bám trên lưới được nâng lên trên và đổ vào thùng chứa tự động nhờ cơ cấu lưới 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 xi-lon thủy lực. Trong xi-lon dầu chuyển động xoay, 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 thô và hạt rắn ngậm 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_2 , CH_4 ,... 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 sa lắng tạo thành lớp bùn dưới đáy ao.

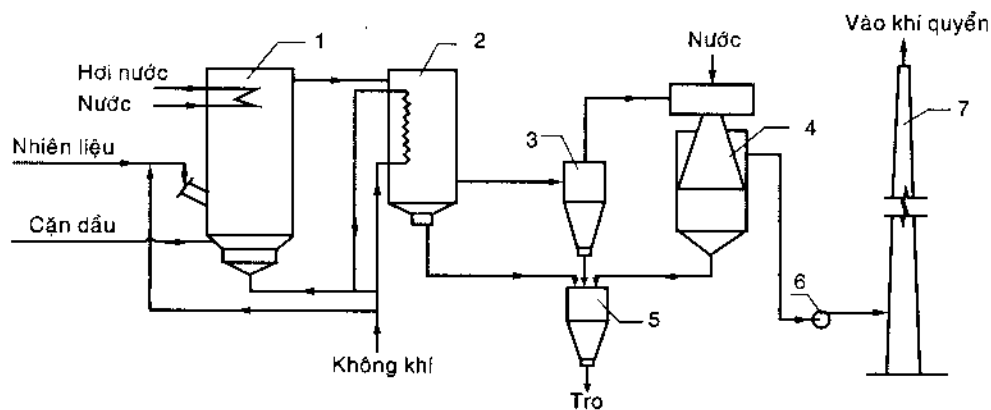
Ao sinh học ngoài nhiệm vụ xử lý nước thải nhiễm dầu và nước thải sinh hoạt của xưởng còn có chức năng chứa nước, cung cấp cho lò đốt.

Xử lý cặn dầu bằng phương pháp đốt

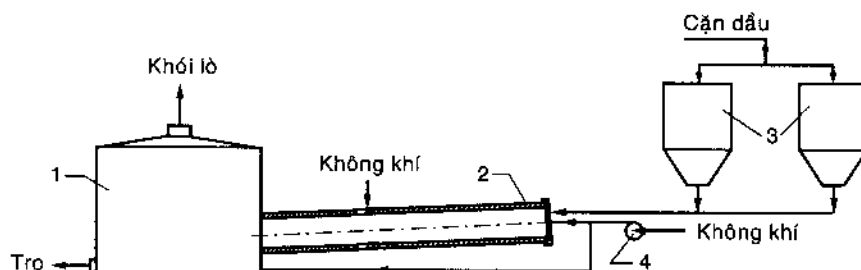
Phương pháp phổ biến nhất của tận dụng và khử độc cặn dầu là phương pháp đốt. Hiện nay có rất nhiều công nghệ đốt như đốt tầng sôi, đốt thùng quay, đốt thanh ghi, đốt nhiệt phân,... nhưng phương án đốt hiệu quả được lựa chọn căn cứ trên thành phần dầu.

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 $2 \div 3\text{mm}$ làm chất tải nhiệt. Khi đốt cặn với nhiệt trị dưới $2,09\text{MJ/kg}$, 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 $67 \div 83\%$ nước, $8 \div 12\%$ sản phẩm dầu mỏ, $6 \div 15\%$ khoáng sản sẽ tạo thành tro chứa $23,5\% \text{SiO}_2$, $0,2\% \text{CuO}$, $0,59\% \text{ZnO}$, $1,22\% \text{Al}_2\text{O}_3$, $44,8\% \text{Fe}_2\text{O}_3$, $16,75\% \text{CaO}$, $1,73\% \text{MgO}$, $1,2\% \text{Na}_2\text{O}$, $4,66\% \text{P}_2\text{O}_5$, $0,25\% \text{H}_2\text{O}$.



a)



b)

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- xyclon;
4- ống venturi; 5- thùng chứa tro; 6- quạt; 7- ống khói;
b) Lò nung dạng thùng quay: 1- buồng đốt bổ 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 bổ sung. Ở đây, nhờ đèn xì, quá trình đốt bổ sung sẽ đốt cháy hoàn toàn các hạt rắn và khí đi ra từ lò nung thùng quay. Buồng đốt bổ 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 phối 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 hóa), 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 giòn 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 vãi, 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°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 disulfua pentaclorthiophenol, disulfua 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.

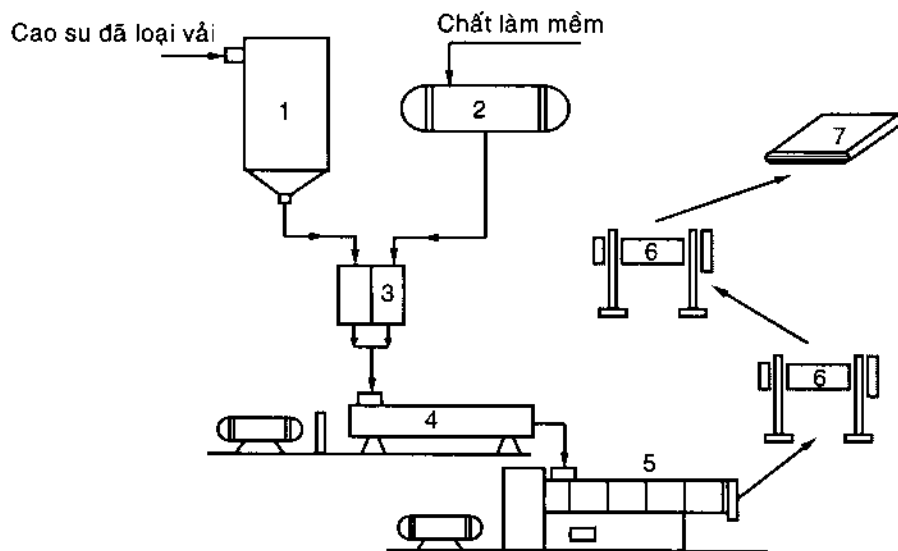
Quá trình cơ bản để sản xuất cao su tái sinh là khử lưu huỳnh. Quá trình này được thực hiện bằng cách nung cao su đã được nghiền với phụ gia trong khoảng thời gian xác định ở $160 \div 190^{\circ}\text{C}$. Lúc này, quá trình phân hủy cao su lưu hóa sẽ xảy ra, cấu trúc không gian của cao su bị phân rã 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 hóa 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 lớp thành các mảnh bán vành khuyên có chiều rộng $10 \div 40\text{mm}$, và nghiền thành hạt trên máy đập, nghiền đĩa (hoặc máy nghiền búa và nghiền đĩa). Sau các giai đoạn trên, các hạt cao su thu được sẽ có kích thước $1 \div 2\text{mm}$ 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 $0,8 \div 1,0\text{MPa}$ 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 tính) rồi cho qua ép lọc trực vít. Việc xử lý cuối cùng khối cao su thành sản phẩm được tiến hành trên máy cán tính.

Vì có quá trình khuấy trộn khối chất 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 $1,2\text{MPa}$ ở 191°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 trục 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 γ) 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 kỹ 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 độn 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 tăng dai trong sản xuất cao su và cao su tái sinh.

Kết quả của quá trình nhiệt phân vỏ xe ô tô đã nghiền 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 mủ hống để sản xuất các đồ dùng cao su kỹ 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 mủ hống (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 thứ phẩm. 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 VNĐ, khoảng 50 ÷ 100 cơ sở có quy mô trung bình, vốn đầu tư từ 0,5 ÷ 1 tỷ VNĐ 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. Điển 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

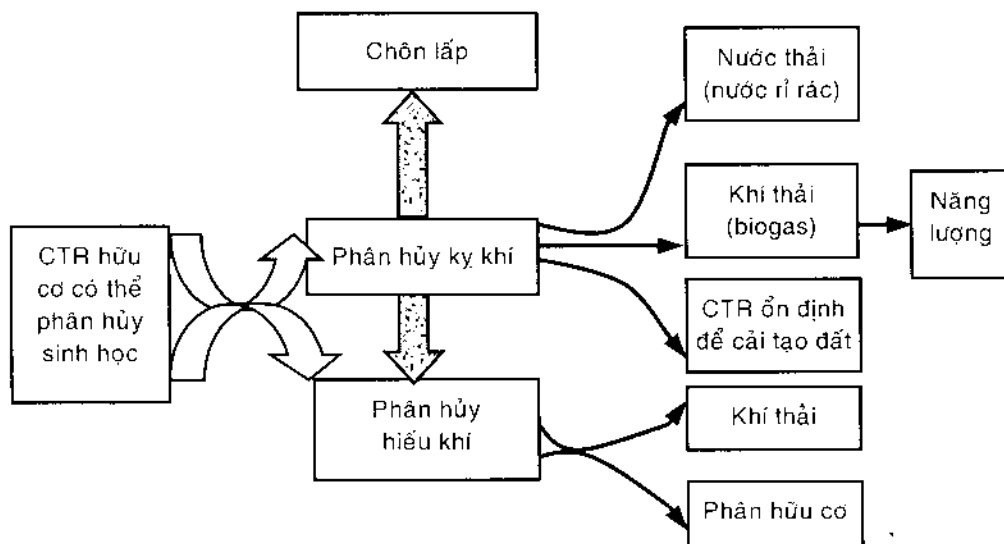
1. Tình hình tái chế CTR tại Việt Nam?
2. Ý nghĩa của tái chế CTR?
3. Giới thiệu tóm tắt một quy trình tái chế CTR sinh hoạt (ví dụ nhôm, sắt thép, nhựa, cao su...).
4. Trình bày tóm tắt một phương án tái chế đối với một loại CTR vô cơ (ví dụ quặng pirit thiêu kết, bùn đỏ do sản xuất nhôm từ quặng bôxít, xỉ từ công nghệ nhúng kẽm nóng, bùn xi măng...). 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?

Chương 7

CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT PHÂN HỮU CƠ (COMPOST) TỪ RÁC ĐÔ THỊ

7.1. TỔNG QUAN

Các công nghệ sản xuất phân hữu cơ (*compost*) từ CTR đô thị gồm phân hủy kỵ khí và hiếu khí. Bản chất chung của hai quá trình trên là sử dụng vi sinh vật để ổn định các thành phần hữu cơ có trong CTR đô thị trước khi sử dụng hoặc xử lý tiếp.



Hình 7.1. Các dòng vật chất chính trong xử lý sinh học các chất hữu cơ có thể phân hủy sinh học trong CTR đô thị

7.1.1. Định nghĩa

Quá trình chế biến phân hữu cơ là quá trình chuyển hóa các thành phần hữu cơ trong CTR đô thị thành chất mùn ổn định nhờ hoạt động của các vi sinh vật.

Phân hữu cơ là chất mùn ổn định thu được từ quá trình phân hủy các chất hữu cơ, không chứa các mầm bệnh, không lôi cuốn côn trùng, có thể lưu trữ an toàn và có lợi cho sự phát triển của cây trồng

7.1.2. Các giai đoạn cơ bản trong sản xuất phân hữu cơ

Sản xuất phân hữu cơ từ CTR đô thị là quá trình kết hợp của ba giai đoạn cơ bản sau:

- Tiến xử lý CTR đô thị: phân loại thành phần hữu cơ, nghiền tạo kích thước đồng chất
- Phân hủy các thành phần hữu cơ trong CTR đô thị
- Chuẩn bị sản phẩm và tiếp thị sản phẩm.

7.2. ĐỘNG HỌC QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY SINH HỌC CTR HỮU CƠ

7.2.1. Động học quá trình phân hủy kỵ khí CTR hữu cơ

Tốc độ quá trình phân hủy kỵ khí phụ thuộc vào điều kiện môi trường. Để dự đoán và xác định tốc độ phân hủy kỵ khí của các thành phần hữu cơ trong CTR đô thị, động học quá trình là nội dung cơ bản cần được hiểu rõ. Khi nghiên cứu động học quá trình chuyển hóa sinh học, đặc biệt là quá trình chuyển hóa kỵ khí, thường sử dụng phương trình Monod để thể hiện mối quan hệ giữa nồng độ cơ chất và tốc độ sinh trưởng thực của vi sinh vật (Monod, 1949):

$$\mu = \frac{\mu_{\max} S}{K_S + S} \quad (7.1)$$

trong đó:

μ - tốc độ tăng trưởng riêng của vi sinh vật (ngày^{-1})

$\mu_{\max}$ - tốc độ tăng trưởng riêng cực đại của vi sinh vật (ngày^{-1})

S - nồng độ cơ chất (mol/l)

K_S - hằng số tốc độ 1/2 (bằng giá trị S khi $\mu = 1/2\mu_{\max}$).

Mặc dù phương trình Monod được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu các quá trình phân hủy kỵ khí (McCarty, 1964; Ghosh và Pohland, 1974; Ripley và Boyle, 1983) cho những kết quả phù hợp, nhưng phương trình này chỉ có giá trị đối với các hệ thống trong đó cơ chất là những chất có khả năng hòa tan. Từ nghiên cứu của Faire và Moore (1932) và nghiên cứu của Eastman và Ferguson (1981), Brummeler (1993) cho thấy: đối với cơ chất dạng rắn, động học bậc một là thích hợp nhất. Phương trình phân hủy cơ chất theo động học bậc một có thể biểu diễn như sau:

$$r = -\frac{dS}{dt} = kS \quad (7.2)$$

trong đó: k là hằng số tốc độ phân hủy.

Mặc dù phương trình này được sử dụng rộng rãi để nghiên cứu quá trình phân hủy các chất thải phức tạp như bùn cồng thải, phần chất hữu cơ của CTRSH và rơm rạ (Eastman và Ferguson, 1981; Pfeffer, 1974, Jewell, 1982), nhưng vẫn còn nghi vấn là nồng độ cơ chất S có thực sự được xác định trong quá trình nghiên cứu không. Những chất này chứa một phần chất hòa tan và nhiều hợp chất cao phân tử như protein, lipid, và xenlulo. Tất cả những hợp chất này có tốc độ phân hủy khác nhau trong điều kiện kỵ khí và hầu hết đều là những thành phần có tốc độ phân hủy bị giới hạn (Noikle và cộng sự, 1985, Guher và Zehnder, 1982). Những nghiên cứu cơ bản về động học quá trình thủy phân các phức chất trong quá trình phân hủy kỵ khí hầu như không được trình bày. Tốc độ quá trình thủy phân sẽ phụ thuộc vào loại cơ chất, giá trị pH, nhiệt độ và sự có mặt của các chất ức chế (Gujer và Znhnder, 1983).

Theo nghiên cứu của Pfeffer (1974), đối với quá trình phân hủy kỵ khí chất hữu cơ trong CTRSH đã nghiên, giai đoạn giới hạn tốc độ chính là quá trình thủy phân phần xenlulo trong cơ chất và giai đoạn này có động học bậc nhất.

Đối với cơ chất dị thể như phần chất hữu cơ của CTRSH, với thành phần xác định, động học quá trình phân hủy bậc nhất dường như là dạng đơn giản nhất và hướng thực tế nhất để mô tả toàn bộ quá trình. Tuy nhiên, khoảng 13÷15% các hợp chất hữu cơ của các cơ chất này bị phân hủy với tốc độ cao hơn phần chất hữu cơ còn lại, cũng theo động học bậc một. Phần này có thể chứa các loại đường và amino axit, vì tốc độ khử các hợp chất này lớn hơn đáng kể so với xenlulo (Noike và cộng sự, 1985). Theo Cecche và Alvarez (1991), còn một phần thứ ba nữa tồn tại gồm các axit béo dễ bay hơi hình thành trong quá trình lưu trữ chất thải. Tuy nhiên, thành phần này không phải lúc nào cũng có, nên ảnh hưởng của chúng đến động học quá trình được bỏ qua. Để dự đoán tốc độ sinh khí (Emcon Associates, 1979; Hoeks, 1983), có thể giả sử rằng chất hữu cơ trong CTRSH đô thị bao gồm nhiều phần. Phương trình biểu diễn tốc độ khử cơ chất trong quá trình phân hủy kỵ khí phần chất hữu cơ của CTRSH gồm hai hợp chất được biểu diễn như sau:

$$r = -\frac{dS}{dt} = -\left(\frac{dS_1}{dt} + \frac{dS_2}{dt}\right) = (k_1S_1 + k_2S_2) \quad (7.3)$$

Nồng độ cơ chất S_1 và S_2 nếu biểu diễn theo nồng độ CTR bay hơi tương ứng VS_1 và VS_2 là:

$$r = (k_1.VS_1 + k_2.VS_2) \quad (7.4)$$

trong đó: k_1 và k_2 - hằng số tốc độ bậc một của hợp chất 1 và hợp chất 2; VS_1 và VS_2 - nồng độ CTR bay hơi được của hợp chất 1 và hợp chất 2 tương ứng.

Trong thực tế, nồng độ chất rắn bay hơi $VS = VS_1 + VS_2$ có thể được xác định một cách gián tiếp bằng cách đo lượng khí metan sinh ra. Đối với một quá trình phân hủy, tốc độ khử các chất rắn bay hơi có khả năng phân hủy sinh học hầu như bằng tốc độ sinh khí metan (Gujer và Zehnder, 1983; Brummeler, 1993) vì quá trình tạo thành sinh khối không đáng kể:

$$r \approx r_{CH_4} \quad (7.5)$$

r_{CH_4} là tốc độ sinh khí metan.

Lượng chất rắn bay hơi bị phân hủy có thể biểu diễn như sau:

$$r = -\frac{d(VS)}{dt} = (k.VS) \quad (7.6)$$

k là hằng số tốc độ của toàn bộ quá trình (ngày^{-1}). Lấy tích phân phương trình trên cho:

$$\ln \frac{VS_t}{VS_0} = -k.t \quad (7.7)$$

Như vậy nếu biểu diễn theo tốc độ sinh khí metan, phương trình trên trở thành:

$$\ln\left(1 - \frac{CH_{4t}}{CH_{4max}}\right) = -k.t \quad (7.8)$$

trong đó:

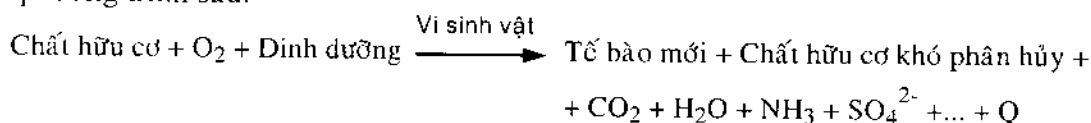
CH_{4t} - lượng tổng khí metan sinh ra sau thời gian t ;

CH_{4max} - lượng khí metan cực đại có thể tạo thành từ phần chất hữu cơ.

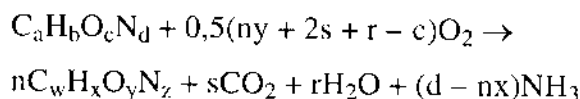
Như vậy, bằng cách đo lượng khí CH_4 sinh ra có thể xác định tốc độ phân hủy chất hữu cơ một cách dễ dàng hơn.

7.2.2. Động học quá trình phân hủy hiếu khí CTR hữu cơ

Quá trình chuyển hóa sinh học hiếu khí CTR có thể biểu diễn một cách tổng quát theo phương trình sau:



Nếu chất hữu cơ có trong CTR được biểu diễn dưới dạng $C_aH_bO_cN_d$, sự tạo thành tế bào mới và sunphat không đáng kể, thành phần của vật liệu khó phân hủy còn lại được đặc trưng bởi $C_wH_xO_yN_z$ thì lượng oxy cần thiết cho quá trình ổn định hiếu khí các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học của CTR đô thị có thể được ước tính theo phương trình sau:

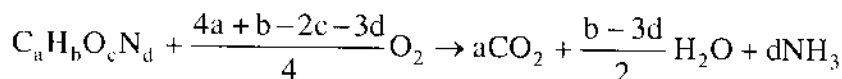


trong đó:

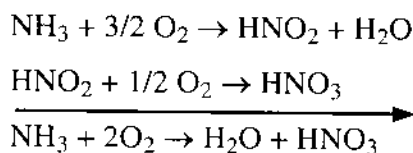
$$r = 0,5[b - nx - 3(d - nx)]$$

$$s = a - nw$$

$C_aH_bO_cN_d$ và $C_wH_xO_yN_z$ biểu diễn thành phần phân tử thực nghiệm của chất hữu cơ ban đầu và sau khi kết thúc quá trình. Nếu quá trình chuyển hóa xảy ra hoàn toàn, phương trình biểu diễn có dạng như sau:



Trong nhiều trường hợp, NH_3 sinh ra từ quá trình oxy hóa các hợp chất hữu cơ bị tiếp tục oxy hóa thành nitrat (quá trình nitrat hóa). Lượng oxy cần thiết để oxy hóa NH_3 thành nitrat có thể tính theo phương trình sau:



Như vậy, trong quá trình phân hủy sinh học hiếu khí, sản phẩm tạo thành không có mặt của NH_3 . Hay nói cách khác, trong trường hợp này, tốc độ phân hủy được xác định theo lượng chất hữu cơ còn lại theo thời gian phân hủy và được biểu diễn như sau:

$$\ln \frac{VS_1}{VS_0} = -k.t \quad (7.9)$$

Ví dụ 7.1: Xác định lượng oxy cần thiết để phân hủy hiếu khí 1 tấn chất hữu cơ. Giả thiết rằng thành phần chất hữu cơ cần phân hủy ban đầu là $[C_6H_7O_2(OH)_3]_5$, thành phần chất hữu cơ còn lại là $[C_6H_7O_2(OH)_3]_2$, sau quá trình phân hủy còn lại 400kg CTR.

Giải:

1) Số mol của chất thải ban đầu:

$$\frac{1000}{30 \times 12 + 50 \times 1 + 25 \times 16} = 1,23$$

2) Số mol của chất thải còn lại:

$$\frac{400}{12 \times 12 + 20 \times 1 + 10 \times 6} = 1,23$$

3) Tỷ lệ số mol ban đầu và còn lại:

$$n = \frac{1,23}{1,23} = 1$$

4) Tính các hệ số:

$$r = 0,5 [b - n.x - 3(d - n.z)] = 0,5 [50 - 1 \times 20] = 15$$

$$s = a - n.w = 30 - 1 \times 12 = 18$$

5) Khối lượng oxy cần cung cấp:

$$0,5 [n.y + 2.s + r - c] = 0,5 [1 \times 10 + 2 \times 18 + 15 - 25] \times 1,23 \times 32 = 708 \text{ kg}$$

7.3. VI SINH VẬT VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY CHẤT HỮU CƠ

7.3.1. Vi sinh vật

Vi sinh vật thường được phân loại dựa trên cấu trúc tế bào và chức năng hoạt động của chúng thành (*eucaryotes*), (*aubacteria*) và (*archaeobacteria*). Nhóm procaryotic (*aubacteria* và *archaeobacteria*) đóng vai trò quan trọng trong quá trình chuyển hóa sinh học chất hữu cơ có trong CTR và được gọi một cách đơn giản là vi khuẩn. Nhóm eucaryotic bao gồm thực vật, động vật và sinh vật nguyên sinh. Những eucaryotic đóng vai trò quan trọng trong quá trình chuyển hóa các chất thải hữu cơ gồm có: 1- nấm; 2- men và 3- actinomycetes (khuẩn tia).

Vi khuẩn: Vi khuẩn là những tế bào đơn giản có dạng hình cầu, hình que hoặc dạng xoắn ốc. Vi khuẩn hình cầu (cầu khuẩn) có đường kính dao động trong khoảng $0,5 \div 4\mu\text{m}$; vi khuẩn hình que có chiều dài dao động trong khoảng $0,5 \div 20\mu\text{m}$ và chiều rộng từ $0,5 \div 4\mu\text{m}$; vi khuẩn dạng xoắn ốc (khuẩn xoắn) có thể dài hơn $10\mu\text{m}$ và rộng khoảng $0,5\mu\text{m}$. Các vi khuẩn này tồn tại trong tự nhiên và được tìm thấy trong môi trường hiếu khí và kỵ khí. Nghiên cứu trên nhiều loài vi khuẩn khác nhau

cho thấy vi khuẩn chứa khoảng 80% nước và 20% chất khô, trong đó các chất hữu cơ chiếm 90% và 10% còn lại là chất vô cơ. Công thức phân tử thực nghiệm gần đúng đối với phần chất hữu cơ là $C_5H_7NO_2$. Dựa trên công thức này, khoảng 53% (theo khối lượng) chất hữu cơ là cacbon. Các hợp chất tạo thành phần vô cơ trong tế bào vi khuẩn gồm có P_2O_5 (50%), CaO (9%), Na_2O (11%), MgO (8%), K_2O (6%), và Fe_2O_3 (1%). Vì tất cả các nguyên tố và hợp chất này phải lấy từ môi trường, nên nếu thiếu những hợp chất này sẽ hạn chế sự phát triển của vi khuẩn.

Nấm: Nấm được xem là nhóm nguyên sinh động vật đa bào, không quang hợp và dị dưỡng. Hầu hết các loại nấm có khả năng phát triển trong điều kiện độ ẩm thấp, là điều kiện không thích hợp cho vi khuẩn. Thêm vào đó, nấm có thể chịu được môi trường có pH khá thấp. Giá trị pH tối ưu cho hầu hết các nhóm nấm vào khoảng $5 \div 6$ nhưng giá trị pH cũng có thể dao động trong khoảng $2 \div 9$. Quá trình trao đổi chất của các vi sinh vật này là quá trình hiếu khí và chúng phát triển thành những sợi dài gọi là sợi nấm tạo thành từ những tế bào có nhân và có chiều rộng thay đổi trong khoảng từ $4 \div 20\mu m$. Do nấm có khả năng phân hủy nhiều hợp chất hữu cơ trong những điều kiện môi trường thay đổi rất rộng, nên chúng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp để sản xuất nhiều hợp chất có giá trị như các axit hữu cơ (axit citric, axit glutamic,...), các chất kháng sinh (penicillin, griseofulvin) và enzym (cellulase, protease, amylase).

Men: Men là nấm không có dạng sợi và do đó chúng chỉ là những đơn bào. Một số men có dạng elip với kích thước dao động trong khoảng $8 \div 15\mu m \times 3 \div 5\mu m$, một số men khác có dạng hình cầu với đường kính thay đổi từ $8 \div 12\mu m$. Trong công nghiệp, men được phân loại thành "men đại" và "men nuôi cấy". Men đại do vi sinh vật trong tự nhiên sinh ra để thực hiện các phản ứng phân hủy chất hữu cơ trong quy trình dinh dưỡng của tế bào. Men cấy là men có từ các chủng vi sinh vật được phân lập và nuôi cấy trong điều kiện nhân tạo nhằm thu được nhóm enzym có tác dụng xúc tác cho phản ứng sinh hóa trên một loại chất hữu cơ thuần nhất.

Khuẩn tia (Actinomycetes). Khuẩn tia là nhóm vi sinh vật có tính chất trung gian giữa vi khuẩn và nấm. Chúng có hình dạng tương tự như nấm nhưng với chiều rộng của tế bào chỉ khoảng từ $0,5 \div 1,4\mu m$. Trong công nghiệp, nhóm vi sinh vật này được sử dụng rộng rãi để sản xuất chất kháng sinh.

7.3.2. Các quá trình trao đổi chất của vi sinh vật

Các vi sinh vật dị dưỡng hóa học có thể nhóm lại theo dạng trao đổi chất và nhu cầu oxy phân tử của chúng. Các vi sinh vật tạo ra năng lượng bằng cách vận chuyển điện tử trung gian của enzym từ chất cho điện tử đến chất nhận điện tử bên ngoài (như oxy) được gọi là *quá trình trao đổi chất hô hấp (respiratory metabolism)*. Trong khi đó, cơ chế *trao đổi chất lên men (fermentative metabolism)* không có sự tham gia của chất nhận điện tử bên ngoài. Quá trình lên men là quá trình tạo năng lượng ít hiệu quả hơn quá trình hô hấp, do đó các vi sinh vật dị dưỡng loại này có tốc độ sinh trưởng và sản sinh tế bào thấp hơn so với vi sinh vật dị dưỡng trao đổi chất theo cơ chế hô hấp.

Khi oxy phân tử được sử dụng làm chất nhận điện tử trong quá trình trao đổi chất hô hấp, thì quá trình này được gọi là *quá trình hô hấp hiếu khí (aerobic respiration)*. Các vi sinh vật phụ thuộc vào quá trình hô hấp hiếu khí để đạt được nhu cầu năng lượng chỉ có thể tồn tại khi chúng được cung cấp oxy phân tử, gọi là *vi sinh vật hiếu khí bắt buộc (obligate aerobic)*. Các chất vô cơ bị oxy hóa chẳng hạn như nitrat và Sunfat có thể đóng vai trò chất nhận điện tử đối với một số loại vi sinh vật hô hấp trong điều kiện không có oxy phân tử. Trong lĩnh vực công nghệ môi trường, các quá trình sử dụng các loại vi sinh vật này thường được gọi là quá trình *thiếu khí (anoxic)*.

Các vi sinh vật sản sinh năng lượng bằng quá trình lên men và chỉ có thể tồn tại trong điều kiện môi trường không có oxy được gọi là *vi sinh vật kỵ khí bắt buộc (obligate anaerobic)*. Bên cạnh đó còn có một nhóm vi sinh vật khác có thể phát triển trong cả điều kiện có hoặc không có oxy phân tử được gọi là *vi sinh vật kỵ khí tùy tiện (facultative anaerobes)*. Các vi sinh vật tùy tiện có thể được phân loại thành hai nhóm dựa trên khả năng trao đổi chất của chúng. Những vi sinh vật kỵ khí tùy tiện có thể chuyển từ quá trình trao đổi chất theo cơ chế lên men sang dạng trao đổi chất theo cơ chế hô hấp hiếu khí, tùy theo sự có mặt của oxy phân tử. Các vi sinh vật kỵ khí chịu được điều kiện hiếu khí (*aerotolerant anaerobes*) có cơ chế trao đổi chất lên men hoàn toàn nhưng khá trơ khi có mặt oxy phân tử.

Bảng 7.1. Các chất nhận điện tử trong các phản ứng của vi sinh vật

Môi trường	Chất nhận điện tử	Quá trình
Hiếu khí	Oxy, O ₂	Trao đổi chất hiếu khí
Kỵ khí	Nitrat, NO ₃ ⁻	Khử nitrat
	Sunphat, SO ₄ ²⁻	Khử Sunphat
	Khí Cacbonic, CO ₂	Metan hóa

Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993.

7.3.3. Nhu cầu dinh dưỡng cho sự phát triển của vi sinh vật

Để có thể tái sinh và hoạt động một cách hợp lý, vi sinh vật cần có nguồn năng lượng: cacbon để tổng hợp tế bào mới và các nguyên tố vô cơ (chất dinh dưỡng) như nitơ (N₂), photpho (P), lưu huỳnh (S), canxi (Ca) và magiê (Mg). Các chất dinh dưỡng hữu cơ cũng cần thiết để tổng hợp tế bào.

1. Nguồn cacbon và năng lượng

Hai nguồn cacbon thông dụng nhất đối với mô tế bào là cacbon hữu cơ và CO₂. Những vi sinh vật sử dụng nguồn cacbon hữu cơ để tạo thành mô tế bào được gọi là vi sinh vật dị dưỡng (*heterotrophs*). Các vi sinh vật sử dụng nguồn cacbon từ CO₂ được gọi là vi sinh tự dưỡng (*autotrophs*). Sự chuyển hóa CO₂ thành mô tế bào hữu cơ là quá trình khử đòi hỏi phải cung cấp thêm năng lượng. Do đó các vi sinh vật tự dưỡng tiêu tốn nhiều năng lượng cho quá trình tổng hợp hơn so với vi sinh vật dị dưỡng. Đây chính là nguyên nhân khiến cho tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật tự dưỡng thường thấp hơn.

Năng lượng cần thiết để tổng hợp tế bào có thể được cung cấp từ ánh sáng mặt trời hoặc từ phản ứng oxy hóa hóa học. Các vi sinh vật có thể sử dụng ánh sáng mặt trời làm nguồn năng lượng được gọi là vi sinh vật quang dưỡng (*phototrophs*). Các vi sinh vật quang dưỡng có thể là vi sinh vật dị dưỡng (vi khuẩn chuyển hóa lưu huỳnh) hoặc các vi sinh vật tự dưỡng (tảo và vi khuẩn quang hợp). Các vi sinh vật lấy năng lượng từ các phản ứng hóa học được gọi là chemotrophs. Cũng giống như vi sinh vật quang dưỡng, chemotrophs cũng gồm hai loại: dị dưỡng hóa học (nguyên sinh động vật, nấm và hầu hết các vi khuẩn) và tự dưỡng hóa học (vi khuẩn nitrat hóa). Các vi sinh vật tự dưỡng hóa học thu năng lượng từ quá trình oxy hóa các hợp chất vô cơ như ammonia, nitrit và các hợp chất chứa lưu huỳnh. Các vi sinh vật dị dưỡng hóa học thường thu năng lượng từ quá trình oxy hóa các hợp chất hữu cơ. Sự phân loại vi sinh vật theo nguồn năng lượng và cacbon của tế bào được trình bày trong bảng 7.2.

Bảng 7.2. Phân loại vi sinh vật theo nguồn cacbon và nguồn năng lượng

Loại	Nguồn năng lượng	Nguồn cacbon
Tự dưỡng		
- Quang tự dưỡng	Ánh sáng mặt trời	CO ₂
- Tự dưỡng hóa học	Phản ứng oxy hóa khử chất vô cơ	CO ₂
Dị dưỡng		
- Dị dưỡng hóa học	Phản ứng oxy hóa khử chất hữu cơ	Cacbon hữu cơ
- Quang dị dưỡng	Ánh sáng mặt trời	Cacbon hữu cơ

Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993.

2. Nhu cầu dinh dưỡng và các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật

Các chất dinh dưỡng không phải là nguồn cacbon hay năng lượng có thể là thành phần ức chế sự tổng hợp và phát triển của tế bào vi sinh vật. Các chất dinh dưỡng vô cơ cơ bản cần thiết cho vi sinh vật bao gồm nitơ (N), lưu huỳnh (S), photpho (P), kali (K), magiê (Mg), canxi (Ca), sắt (Fe), natri (Na) và clo (Cl). Các chất dinh dưỡng ít quan trọng hơn bao gồm kẽm (Zn), mangan (Mn), molyden (Mo), selen (Se), Coban (Co), đồng (Cu), Niken (Ni) và tungsten (W).

Bên cạnh các chất dinh dưỡng vô cơ, một số loại vi sinh vật cũng cần cung cấp các chất dinh dưỡng hữu cơ. Mặc dù nhu cầu dinh dưỡng của các vi sinh vật khác nhau sẽ khác nhau nhưng các chất dinh dưỡng hữu cơ có thể phân làm ba loại chính như sau: 1- amino axit; 2- purin và pyrimidin, và 3- vitamin.

3. Sự dinh dưỡng của vi sinh vật và các quá trình chuyển hóa sinh học

Mục đích chính của hầu hết các quá trình sinh học là chuyển hóa các chất hữu cơ có trong chất thải thành các sản phẩm cuối bền vững. Như vậy, để thực hiện được điều này, các vi sinh vật dị dưỡng sẽ đóng vai trò quan trọng hàng đầu vì chúng sử dụng các hợp chất hữu cơ làm nguồn cung cấp cacbon và năng lượng. Phần hữu cơ của CTRSH có chứa một lượng thích hợp các chất dinh dưỡng (cả hữu cơ và vô cơ)

cần thiết cho quá trình chuyển hóa sinh học của chất thải. Tuy nhiên, đối với một số CTR từ khu thương mại, lượng dinh dưỡng sẵn có không đủ nên cần bổ sung dinh dưỡng thích hợp để vi sinh vật có thể sinh trưởng và phân hủy chất thải hữu cơ.

7.3.4. Điều kiện môi trường

Những điều kiện môi trường: nhiệt độ và pH có ảnh hưởng quan trọng đến sự sống và sinh trưởng của vi sinh vật. Nói chung, quá trình phát triển tối ưu của vi sinh vật chỉ xảy ra trong một khoảng dao động hẹp của nhiệt độ và pH, mặc dù chúng vẫn có thể tồn tại trong khoảng giới hạn rộng hơn nhiều. Nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tối ưu sẽ ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật hơn là nhiệt độ lớn hơn giá trị tối ưu. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật sẽ tăng lên gấp đôi khi nhiệt độ tăng lên mỗi 10°C cho đến khi đạt nhiệt độ tối ưu. Theo khoảng nhiệt độ mà vi sinh vật có thể hoạt động tốt nhất có thể phân loại chúng thành *psychrophilic*, *mesophilic* và *thermophilic* (vi sinh vật ưa lạnh, ưa ấm và chịu nhiệt). Khoảng nhiệt độ thích hợp cho từng loại vi sinh vật này được trình bày trong bảng 7.3.

Bảng 7.3. Khoảng nhiệt độ của các nhóm vi sinh vật

Loại vi sinh vật	Nhiệt độ	
	Khoảng dao động	Tối ưu
Psychrophilic	-10 ÷ 30	15
Mesophilic	40 ÷ 50	35
Thermophilic	45 ÷ 75	55

Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993.

Nồng độ ion hydro, biểu diễn dưới dạng pH, là yếu tố không quan trọng đối với sự phát triển của vi sinh vật nếu dao động trong khoảng pH = 6 ÷ 9. Thông thường, giá trị pH tối ưu để vi sinh vật phát triển dao động trong khoảng 6,5 ÷ 7,5. Tuy nhiên khi pH lớn hơn 9,0 hoặc thấp hơn 4,5 các phân tử axit yếu hoặc bazơ yếu có thể khuếch tán vào tế bào dễ dàng hơn các ion hydro và hydroxyl, do đó làm thay đổi pH và phá hủy tế bào.

Độ ẩm là một yếu tố môi trường quan trọng khác ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của vi sinh vật. Độ ẩm của chất thải hữu cơ cần chuyển hóa sinh học phải được xác định trước, đặc biệt là trong trường hợp làm phân compost theo quy trình khô. Trong nhiều trường hợp cần bổ sung nước để đạt được độ hoạt tính của vi sinh vật. Độ ẩm tối ưu của quá trình làm phân compost hiếu khí dao động trong khoảng 50 ÷ 60%. Nếu độ ẩm giảm xuống dưới 40%, tốc độ của quá trình sẽ bị chậm lại.

Quá trình chuyển hóa sinh học chất thải hữu cơ đòi hỏi hệ thống sinh học tồn tại ở trạng thái cân bằng động học. Để thiết lập và duy trì cân bằng động học, môi trường phải không chứa các kim loại nặng, ammonia, các hợp chất của lưu huỳnh và các thành phần độc tính khác ở nồng độ tối hạn.

7.4. CÔNG NGHỆ KỊ KHÍ

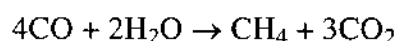
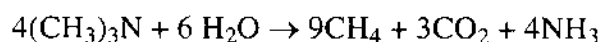
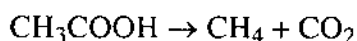
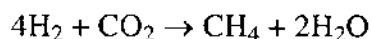
7.4.1. Định nghĩa quá trình phân hủy kị khí

Phân hủy kị khí là quá trình phân hủy chất hữu cơ trong môi trường không có oxy ở điều kiện nhiệt độ từ $30 \div 65^\circ\text{C}$. Sản phẩm của quá trình phân hủy kị khí là khí sinh học (CO_2 và CH_4). Khí CH_4 có thể thu gom và sử dụng như một nguồn nhiên liệu sinh học và bùn đã được ổn định về mặt sinh học, có thể sử dụng như nguồn bổ sung dinh dưỡng cho cây trồng.

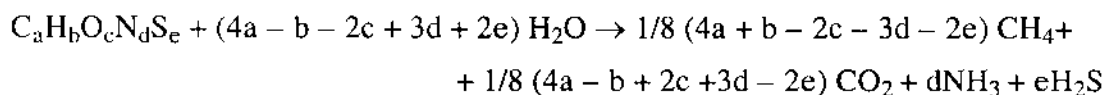
7.4.2. Quá trình phân hủy kỵ khí

Quá trình chuyển hóa các chất hữu cơ của CTRSH dưới điều kiện kỵ khí xảy ra theo ba bước. Bước thứ nhất là quá trình thủy phân các hợp chất có phân tử lượng lớn thành những hợp chất thích hợp dùng làm nguồn năng lượng và mô tế bào. Bước thứ hai là quá trình chuyển hóa các hợp chất sinh ra từ bước một thành các hợp chất có phân tử lượng thấp hơn xác định. Bước thứ ba là quá trình chuyển hóa các hợp chất trung gian thành các sản phẩm cuối đơn giản hơn, chủ yếu là khí metan (CH_4) và khí cacbonic (CO_2).

Trong quá trình phân hủy kỵ khí, nhiều loại vi sinh vật kỵ khí cùng tham gia quá trình chuyển hóa phần chất hữu cơ của CTR thành sản phẩm cuối bền vững. Một nhóm vi sinh vật có nhiệm vụ thủy phân các hợp chất hữu cơ cao phân tử và lipid thành các thành phần xây dựng cấu trúc như axit béo, monosacharic, amino axit và các hợp chất liên quan. Nhóm vi sinh vật kỵ khí thứ hai được gọi là nonmetanogenic (gồm các vi sinh vật kỵ khí tùy tiện và vi sinh vật kỵ khí bắt buộc) lên men các sản phẩm đã cắt mạch của nhóm một thành các axit hữu cơ đơn giản mà chủ yếu là acetic axit. Nhóm vi sinh vật thứ ba chuyển hóa hydro và acetic axit thành khí metan và CO_2 . Vi sinh vật metan hóa chỉ có thể sử dụng một số cơ chất nhất định để chuyển hóa thành metan như $\text{CO}_2 + \text{H}_2$, fomat, axetat, metanol, metylamin và CO. Các phương trình chuyển hóa xảy ra như sau:



Một cách tổng quát, quá trình chuyển hóa kỵ khí phần hữu cơ có trong CTRSH có thể mô tả bằng phương trình sau:



Ba giai đoạn của quá trình phân hủy kỵ khí được trình bày tóm tắt ở bảng 7.4.

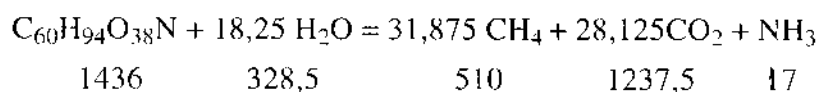
Bảng 7.4. Các giai đoạn của quá trình phân hủy kỵ khí

Tên giai đoạn	Giai đoạn 1	Giai đoạn 2		Giai đoạn 3
	Thủy phân	Axit hóa	Acetate hóa	Metan hóa
Các chất ban đầu	Đường phức tạp, protein, chất béo	Đường đơn giản	Amino axit, axit hữu cơ	Acetate
Vi sinh vật		Vi khuẩn axit hóa	Vi khuẩn acetat hóa	Vi khuẩn metan hóa
Sản phẩm	Đường đơn giản	Amino axit, axit hữu cơ	Axetat	
Khí sinh ra	CO ₂	CO ₂ , H ₂	CO ₂ , NH ₄ , H ₂	CO ₂ , NH ₄

Ví dụ 7.2: Ước tính tổng lượng khí trên một khối lượng CTR theo lý thuyết có thể sinh ra dưới điều kiện phân hủy kỵ khí tại BCL hợp vệ sinh. Biết rằng công thức hóa học của phân chất hữu cơ để phân hủy sinh học là C₆₀H₉₄O₃₈N.

Giải:

1) Phương trình phản ứng phân hủy kỵ khí CTR hữu cơ:



2) Số mol metan và CO₂ sinh ra do phân hủy hoàn toàn 1kg CTR:

$$\text{Metan: } \frac{510}{1436 \times 16} = 0,0222 \text{ kmol}$$

$$\text{CO}_2: \frac{1237,5}{1436 \times 44} = 0,0196 \text{ kmol}$$

3) Thành phần khí sinh học:

$$\text{Metan: } \frac{0,0222}{0,0222 + 0,0196} = 53,11\%$$

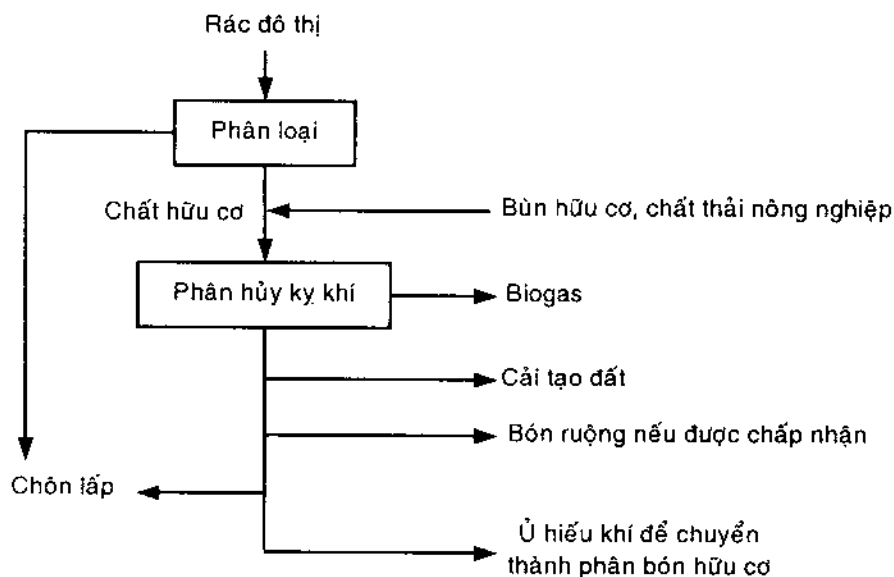
$$\text{CO}_2: \frac{0,0196}{0,0222 + 0,0196} = 46,89\%$$

4) Thể tích khí sinh học ở điều kiện chuẩn:

$$(0,0222 + 0,0196) \times 22,4 = 0,936 \text{ m}^3/\text{kg}$$

7.4.3. Quy trình công nghệ kỵ khí

Sơ đồ quy trình xử lý CTR đô thị tổng quát theo công nghệ kỵ khí trình bày trên hình 7.2. Các hệ thống để tiến hành quá trình phân hủy kỵ khí (còn gọi là quá trình lên men hay quá trình metan hóa) là các bể phản ứng kín để kiểm soát quá trình kỵ khí và thu gom toàn bộ lượng khí sinh học sinh ra. Sản lượng khí sinh học phụ thuộc vào thành phần chất thải và điều kiện trong bể phản ứng.



Hình 7.2. Sơ đồ quá trình xử lý rác đô thị bằng công nghệ phân hủy kỵ khí

7.4.4. Phân loại công nghệ

Các dạng công nghệ phân hủy kỵ khí rác đô thị có thể phân loại như sau:

Theo môi trường phản ứng: Quá trình phân hủy kỵ khí được chia thành phân hủy kỵ khí khô và phân hủy kỵ khí ướt. Phân hủy kỵ khí khô là quá trình phân hủy kỵ khí mà vật liệu đầu vào có độ ẩm $60 \div 65\%$, phân hủy kỵ khí ướt là quá trình phân hủy kỵ khí mà vật liệu đầu vào có độ ẩm $85 \div 90\%$.

- *Uớt:* rác đô thị ở dạng huyền phù với lượng nước cung cấp nhằm pha loãng rác đến tỷ lệ $10 \div 15\%$ TS.

- *Khô:* hàm lượng TS trong rác phân hủy khoảng $20 \div 40\%$.

Theo chế độ cấp liệu

- *Mẻ:* hệ thống hoạt động gián đoạn theo mẻ

- *Liên tục:* hệ thống làm việc liên tục

Theo phân đoạn phản ứng

- *Một giai đoạn:* toàn bộ quá trình phân hủy xảy ra trong một thùng phản ứng

- *Đa giai đoạn:* toàn bộ quá trình xảy ra ở nhiều thùng phản ứng mắc nối tiếp theo một hoặc cả hai chế độ sau:

+ Giai đoạn axit hóa và metan hóa được tách riêng với mục đích làm gia tăng hiệu quả, tính ổn định và khả năng kiểm soát.

+ Vận hành ở các nhiệt độ khác nhau: trung bình và nhiệt độ cao.

Thực tế người ta thường thiết kế và vận hành bể phản ứng phân hủy kỵ khí theo một giai đoạn hoặc hai giai đoạn. Trong thiết kế hai giai đoạn, giai đoạn một gồm quá trình thủy phân và axit hóa (khoảng $1 \div 3$ ngày), giai đoạn hai gồm quá trình acetate hóa và metan hóa. Ưu và nhược điểm của phân hủy kỵ khí theo một giai đoạn và hai giai đoạn được trình bày trong bảng 7.5.

Bảng 7.5. Ưu nhược điểm của công nghệ sản xuất phân kỵ khí theo một và hai giai đoạn

	Một giai đoạn	Hai giai đoạn
Ưu điểm	- Chi phí đầu tư thấp - Kỹ thuật vận hành cao	- Hệ thống ổn định - Có thể tối ưu hóa theo từng giai đoạn. - Sử dụng thời gian lưu và thể tích hiệu quả - Diệt vi khuẩn gây bệnh tốt (pH thấp ở giai đoạn 1)
Nhược điểm	- Không thể tối ưu hóa hệ thống - pH không ổn định - Tính ổn định của hệ thống thấp	- Chi phí đầu tư cao - Kỹ thuật vận hành phức tạp

Theo loại nguyên liệu đầu vào:

- *Phân hủy kết hợp với phân động vật*: thành phần hữu cơ trong rác đô thị được trộn với phân động vật và phân hủy kết hợp với nhau. Quá trình này cải thiện tỷ lệ C/N và sản lượng khí sinh ra.

- *Chỉ phân hủy rác đô thị*: thành phần nguyên liệu ban đầu chỉ có thành phần hữu cơ của rác đô thị được tạo huyền phù với dịch lỏng.

Các dạng bể phản ứng được dùng nhiều nhất trên quy mô công nghiệp là bể phản ứng một giai đoạn. Hiện nay, các thiết kế bể phản ứng dạng này đang được nâng cấp để đáp ứng các yêu cầu ngày càng gia tăng của thị trường.

Các hệ thống hai hay nhiều giai đoạn bắt đầu đóng vai trò quan trọng trong xử lý rác công nghiệp cùng với rác hữu cơ và cần độ vệ sinh an toàn cao.

Các hệ thống mở có các cải tiến rõ rệt hơn. Cơ hội áp dụng hệ thống này cao tại các quốc gia đang phát triển vì suất đầu tư thấp.

Trên thực tế khó có sự so sánh một cách toàn diện giữa các hệ thống với nhau do vấn đề quan trọng nhất khi lựa chọn công nghệ là suất đầu tư ban đầu và cần chiếm được thiện cảm của cộng đồng.

7.4.5. Các yếu tố vật lý và hóa học ảnh hưởng đến quá trình phân hủy kỵ khí

Tỷ lệ C/N. Tỷ lệ C/N tối ưu trong quá trình phân hủy kỵ khí khoảng $20 \div 30 : 1$. Ở mức độ tỷ lệ thấp hơn, nitơ sẽ thừa và sinh ra khí NH_3 , gây ra mùi khai. Ở mức tỷ lệ cao hơn sự phân hủy xảy ra chậm.

pH. Sản lượng khí sinh học (*biogas*) sinh ra từ quá trình phân hủy kỵ khí đạt tối đa khi giá trị pH của vật liệu của hệ thống nằm trong khoảng $6 \div 7$ ($6,5 \div 7,5$). Giá trị pH ảnh hưởng đến thời gian phân hủy của của CTR vật liệu. pH của môi trường phải được khống chế sao cho không nhỏ hơn 6,2 bởi vì khi đó vi khuẩn sinh metan bị ức chế hoạt động. Tại thời điểm ban đầu của quá trình lên men, số lượng lớn các axit hữu cơ được tạo thành và có thể làm cho giá trị pH của hỗn hợp giảm xuống dưới 5, điều này sẽ làm hạn chế quá trình phân hủy. Quá trình phân hủy sẽ tiếp tục và lượng NH_3 tạo thành sẽ gia tăng do sự phân hủy của nitơ, giá trị pH có thể tăng lên trên 8. Khi sản lượng khí metan tạo thành ổn định, giá trị pH trong khoảng $7,2 \div 8,2$.

Nhiệt độ. Vi sinh vật metan hóa sẽ không hoạt động được khi nhiệt độ quá cao hay quá thấp. Khi nhiệt độ giảm xuống dưới 10°C , sản lượng khí sinh học (biogas) tạo thành hầu như không đáng kể. Hai khoảng nhiệt độ tối ưu cho quá trình phân hủy kỵ khí:

- *Giai đoạn nhiệt độ trung bình:* nhiệt độ dao động trong khoảng $20 \div 40^{\circ}\text{C}$, tối ưu $30 \div 35^{\circ}\text{C}$.

- *Giai đoạn hiếu nhiệt:* nhiệt độ tối ưu trong khoảng $50 \div 65^{\circ}\text{C}$.

7.4.6. Các quy trình công nghệ đặc trưng

1. Công nghệ ứt một giai đoạn

Đối với hệ thống hoạt động theo công nghệ ứt một giai đoạn, rác được chuyển sang dạng huyền phù có khoảng 10% chất rắn bằng cách pha loãng với nước. Hệ thống hoạt động với sự phân hủy hoặc kết hợp phân hủy giữa rác đô thị với các nguyên liệu loãng hơn như bùn từ cống rãnh hoặc phân động vật. Thủy tinh và đá được yêu cầu loại bỏ nhằm ngăn ngừa khả năng tích tụ nhanh của các chất này dưới đáy bể phản ứng. Sau khi quá trình phân hủy, bùn lỏng phải được yêu cầu ép để lấy lại dịch lỏng (có thể tuần hoàn trở lại cho đầu vào) và tạo ra chất rắn đã phân hủy có độ ẩm thấp để xử lý tiếp.

a) Đặc trưng kỹ thuật

Các ưu và nhược điểm chính về mặt kỹ thuật của công nghệ ứt một giai đoạn như sau:

Ưu điểm:

- Công nghệ ổn định đã được thử nghiệm và vận hành trong nhiều thập kỷ.
- Tính đồng nhất của rác hữu cơ sau khi đã qua nghiền thủy lực và pha loãng, đạt hàm lượng TS nhỏ hơn 15%, cho phép áp dụng bể phản ứng dạng khuấy trộn hoàn toàn.

Nhược điểm:

- Chất thải cần được tiền xử lý tốt nhằm đảm bảo độ đồng nhất và loại bỏ các chất ô nhiễm thải rắn dạng thô hoặc chất thải có độc tính cao từ rác đô thị.
- Đối với rác không được phân loại tại nguồn cần có các bước tiền xử lý như sau: sàng, nghiền thủy lực, tuyển nổi.
- Cần giảm thiểu các thành phần nặng vì chúng có thể gây hư hỏng hệ thống khuấy và bơm cũng như giảm thiểu các chất tạo bọt gây ảnh hưởng đến hiệu suất của quá trình tách khí (*bioga*) sinh học.
- Khả năng bị tắc dòng thủy lực.

b) Đặc trưng sinh học

Tỷ lượng khí sinh học thu được trên thực tế khoảng $170 \div 320\text{Nm}^3 \text{CH}_4/\text{kg VS}$ (tương ứng tỷ lệ giảm VS là $40\% \div 75\%$) tùy thuộc vào nhiệt độ môi trường và loại chất thải. Tỷ lượng khí sinh học thu được từ chất thải làm vườn thấp hơn so với các thành phần CTR hữu cơ khác như thực phẩm, do có hàm lượng lignin cao hơn.

Tải lượng hữu cơ thể tích đảm bảo quá trình phân hủy sinh học bền vững trong điều kiện hiếu nhiệt đối với rác được phân loại cơ học là 9,7kg VS/m³/ngày; đối với rác được phân loại tại nguồn là 6kg VS/m³/ngày; đối với chất thải từ ngành công nghiệp chế biến nông sản có tỷ lệ C/N lớn hơn 20 thì tải lượng trên có thể đạt thậm chí trong điều kiện nhiệt độ bình thường.

Hàm lượng TKN cao gây ức chế quá trình metan hóa, giá trị ngưỡng nồng độ NH₄⁺ khoảng 3g/l. Thường hàm lượng TKN trong chất thải được phân loại cơ học khoảng 14g TKN/kg TS và thực phẩm khoảng 20g TKN/kg TS. Hàm lượng NH₄⁺ có thể duy trì ở mức 3g/l trong dung dịch lên men bằng cách sử dụng hợp lý nước pha loãng. Tuy nhiên trong một số trường hợp đặc biệt, chẳng hạn như chất thải từ ngành chế biến nông sản với tỷ lệ C/N nhỏ hơn 20 và có khoảng 60% VS để phân hủy sinh học thì hàm lượng NH₄⁺ cần duy trì thấp hơn và không thể áp dụng hệ thống ỨỚT một giai đoạn.

Hàm lượng axit béo trong thực phẩm thải cũng ảnh hưởng đến quá trình metan hóa.

c) Các vấn đề kinh tế, môi trường

Khi xử lý CTR theo công nghệ ỨỚT một giai đoạn, hỗn hợp dưới dạng bùn được nạp vào các bể phản ứng thì lợi ích lớn về mặt kinh tế là có thể sử dụng các thiết bị rẻ tiền như bơm và đường ống. Tuy nhiên, nếu so với hệ thống KHÔ thì chi phí bể phản ứng, thiết bị khử nước và tiền xử lý lại cao hơn. Xét tổng thể, mức đầu tư của hệ thống ỨỚT một giai đoạn và KHÔ một giai đoạn hoàn toàn như nhau.

Nhược điểm của hệ thống là không thu hồi được hoàn toàn khí sinh học do một phần chất hữu cơ bị loại cùng với các chất tạo bọt hoặc ở dạng các thành phần nặng nằm phía dưới đáy bể phản ứng.

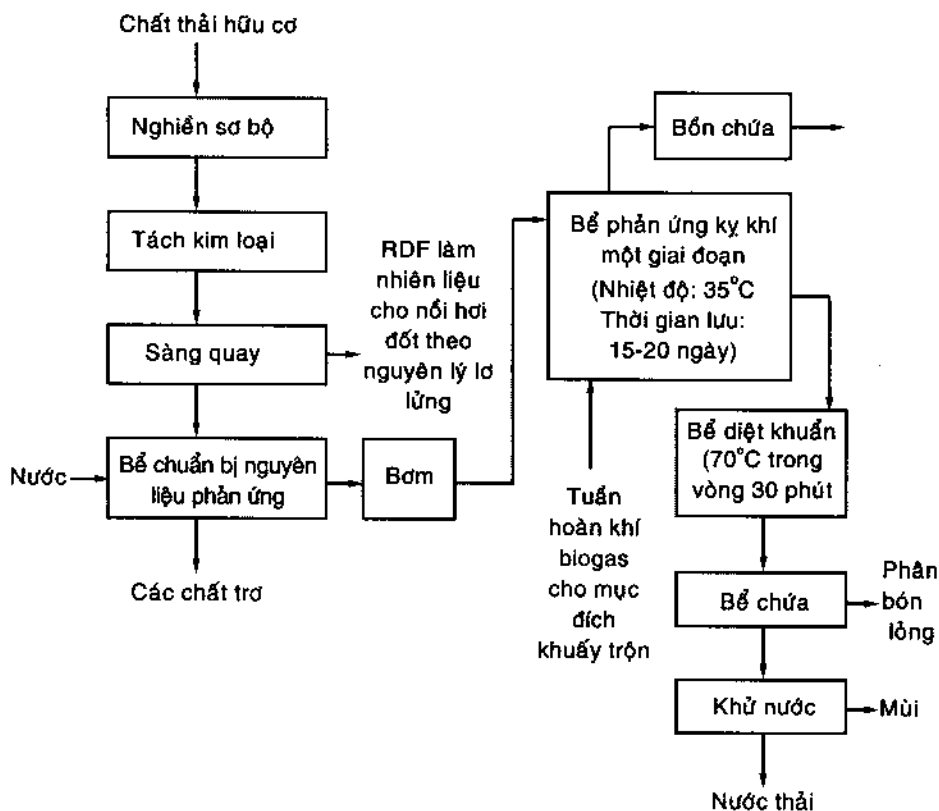
Một nhược điểm nữa của hệ thống là sử dụng quá nhiều nước, thường khoảng 1m³/tấn CTR, làm tăng chi phí sử dụng nước cũng như chi phí đầu tư và xử lý nước thải.

Bảng 7.6. Tổng quan về đặc tính của công nghệ ỨỚT một giai đoạn

TT	Tiêu chí	Ưu điểm	Nhược điểm
1	- Kỹ thuật	- Phát triển từ quá trình đã được nghiên cứu kỹ	- Đổan mạch - Các chất tạo váng/bọt và chất nặng lắng xuống đáy bể phản ứng - Tiền xử lý phức tạp
2	- Sinh học	- Pha loãng chất gây ức chế bằng nước	- Tương đối nhạy cảm về tải lượng do các chất gây ức chế có khả năng lan truyền nhanh trong bể phản ứng - Mất VS theo các chất tro
3	- Kinh tế và môi trường	- Thiết bị xử lý và vận chuyển bùn rẻ (bù lại đòi hỏi thiết bị tiền xử lý và thể tích của bể phản ứng lớn)	- Tiêu thụ nhiều nước - Tiêu thụ năng lượng cao do phải gia nhiệt thể tích lớn

d) Một vài hệ thống hiện đang áp dụng trên thực tế

Công nghệ ứt liên tục một giai đoạn của EcoTec đã được áp dụng tại nhà máy xử lý chất thải sinh học với công suất 6.500 tấn/năm ở Bottrop, Đức từ năm 1995 với công suất 30.000 tấn/năm; nhà máy có công suất 17.000 tấn/năm ở Shilou, Trung Quốc. Ngoài ra còn có một dự án xây dựng nhà máy có công suất 14.000 tấn/năm ở Bangkok.



Hình 7.3. Sơ đồ công nghệ ứt liên tục một giai đoạn do Eco Technology JVY OY phát triển

Chất thải đã được phân loại tại nguồn được vận chuyển đến nhà máy và chuyển qua công đoạn nghiền sơ bộ, phân loại từ tính trước khi phân loại bằng trống quay. Chất thải cháy được hay còn gọi là nhiên liệu thu hồi từ rác (RDF) được tách ra và chuyển đến nồi hơi đốt theo công nghệ tầng sôi. Các chất hữu cơ còn lại được chuyển đến bể chuẩn bị nguyên liệu phản ứng. Tại đây, các chất này tạo thành dịch lỏng với 15% TS bằng cách trộn với nước. Các tạp chất rắn được loại bỏ và nguyên liệu được bơm đến bể phản ứng sinh học kỵ khí.

Hệ thống gồm hai hay nhiều dây chuyền hoạt động song song. Quá trình phân hủy bắt đầu ở nhiệt độ 35°C với thời gian lưu từ 15 ÷ 20 ngày (công nghệ phân hủy kỵ khí hiếu nhiệt ở 55°C cũng có thể áp dụng được cho hệ thống này). Quy mô của hệ thống có thể lên đến 5.000m³. Khí sinh học sinh ra sẽ được tuần hoàn lại một phần để tạo bọt khí làm khuấy trộn vật liệu trong bể phản ứng. Huyền phù tạo ra được diệt khuẩn ở 70°C trong vòng 30 phút nhằm đảm bảo an toàn khi bón cho đất nông nghiệp.

2. Công nghệ khô một giai đoạn

a) Đặc trưng kỹ thuật

Hàm lượng TS tối ưu trong các chất rắn lên men trong hệ thống sử dụng công nghệ khô một giai đoạn khoảng $20 \div 40\%$, với rác có hàm lượng TS $> 50\%$ cần phải pha loãng. Nước được thêm vào tối thiểu để tạo sự cân bằng nhiệt toàn diện, rất hữu ích cho hoạt động ở chế độ hiệu nhiệt.

Hệ thống khô khác biệt so với hệ thống ướt về bản chất vật lý của các chất lên men.

Quá trình vận chuyển, nạp chất lên men có thể thực hiện nhờ băng tải, trục vít hoặc bơm chuyên dụng có công suất lớn. Các thiết bị này đắt hơn so với bơm sử dụng trong hệ thống ướt. Ngoài ra, các thiết bị này phải đủ mạnh để có thể vận chuyển được đá, thủy tinh, gỗ mà không gây ra bất cứ cản trở nào.

Hệ thống tiền xử lý chỉ cần áp dụng để loại các chất rắn có kích thước lớn hơn 40mm, ví dụ như sàng quay hoặc hệ thống nghiền đối với chất thải hữu cơ được phân loại tại nguồn. Dạng thiết bị phản ứng sử dụng là kiểu dòng chảy nút (*plug-flow*) đơn giản về mặt kỹ thuật và không cần phải có thiết bị khuấy trộn cơ học bên trong thiết bị phản ứng.

Nhược điểm chính của quá trình khô là không có khả năng phân bố đều và xoay vòng vi sinh vật cũng như chống quá tải và quá trình axit hóa. Các vấn đề trên đã được giải quyết trong hệ thống Dranco bằng xoay vòng nước rỉ có pha trộn với nước sạch theo tỷ lệ 6:1. Hệ thống này cho phép xử lý rất hiệu quả đối với các chất thải có hàm lượng TS trong khoảng $20 \div 50\%$.

Hệ thống Kompogas cũng tương tự như hệ thống Dranco nhưng sử dụng ống nằm ngang. Với hệ thống này, hàm lượng TS trong chất cần lên men được hiệu chỉnh trong khoảng 23%.

Hệ thống Valorga khác với hệ thống dạng tròn đứng là sử dụng khí sinh ra để khuấy trộn. Khí sinh ra được bơm vào đáy bể với áp suất cao mỗi 15 phút. Hàm lượng TS cần được duy trì trong hệ thống Valorga không quá 20%.

Do các hạn chế về mặt cơ khí, thiết bị phản ứng Kompogas thường được thiết kế, thi công với công suất cố định và để thay đổi công suất nhiều thiết bị phản ứng với công suất từ 15.000 T/năm tới 25.000 T/năm được xây dựng để vận hành song song.

Đối với hệ thống Dranco và Valorga, mặc dù có thể thay đổi được công suất nhưng các thiết bị phản ứng thường có thể tích không quá 3.300m³ và chiều cao không quá 25m.

b) Đặc trưng sinh học

Hệ thống khô một giai đoạn có tải lượng hữu cơ cao hơn so với hệ thống ướt do không bị ảnh hưởng bởi các chất gây ức chế từ quá trình axit hóa hoặc metan hóa.

Các nghiên cứu cho thấy không xảy ra hiện tượng ức chế bởi C trong điều kiện kỵ khí hiếu nhiệt với chất thải có tỷ lệ C/N lớn hơn 20 đối với hệ thống Dranco. Điều

này có thể giải thích được do lượng NH_4^+ sinh ra ít hơn và điều kiện khuấy trộn kém hơn so với hệ thống ướt.

Tỷ lượng sinh bioga trong cả ba hệ thống trên nằm trong khoảng $90\text{Nm}^3/\text{T}$, chất thải làm vườn tươi tới $150\text{Nm}^3/\text{T}$, thực phẩm thải tươi trong khoảng $210 \div 300\text{Nm}^3/\text{T}$ VS với mức phân hủy VS trong khoảng $50 \div 70\%$.

Tỷ lượng bioga sinh ra trong hệ thống khô cao hơn hệ thống ướt có thể giải thích được do các chất dễ phân hủy sinh học không bị mất đi theo các chất tạo váng/bọt hoặc lắng xuống dưới bề phản ứng.

Hệ thống Valorga tại Tiburd - Hà Lan có tải lượng 1.000T chất thải hữu cơ tươi/tuần/2 bể phản ứng có dung tích mỗi bể 3.000m^3 và hoạt động ở 40°C , tải lượng này tương đương với $5\text{kg VS}/\text{m}^3/\text{ngày}$ đối với hệ thống ướt.

Hệ thống Dranco tại Brecht-Bỉ, tải lượng có thể đạt tới $15\text{kg VS}/\text{m}^3/\text{ngày}$. Kết quả đạt được trong trường hợp 35% TS, thời gian lưu 14 ngày và 65% lượng VS bị phân hủy. Nhìn chung, tải lượng của hệ thống Dranco có thể duy trì đều đặn ở mức $12\text{kg VS}/\text{m}^3/\text{ngày}$ hay gấp đôi tải lượng của hệ thống ướt.

c) Các vấn đề kinh tế, môi trường

Các khác biệt về mặt kinh tế bao gồm cả chi phí đầu tư và vận hành giữa hệ thống khô và ướt không nhiều.

Tuy nhiên về khía cạnh môi trường, sự khác biệt giữa hệ thống khô và ướt rất rõ rệt. Hệ thống khô sử dụng nước ít hơn hệ thống ướt 10 lần và do vậy lượng nước thải cần xử lý sẽ ít hơn hệ thống ướt nhiều lần.

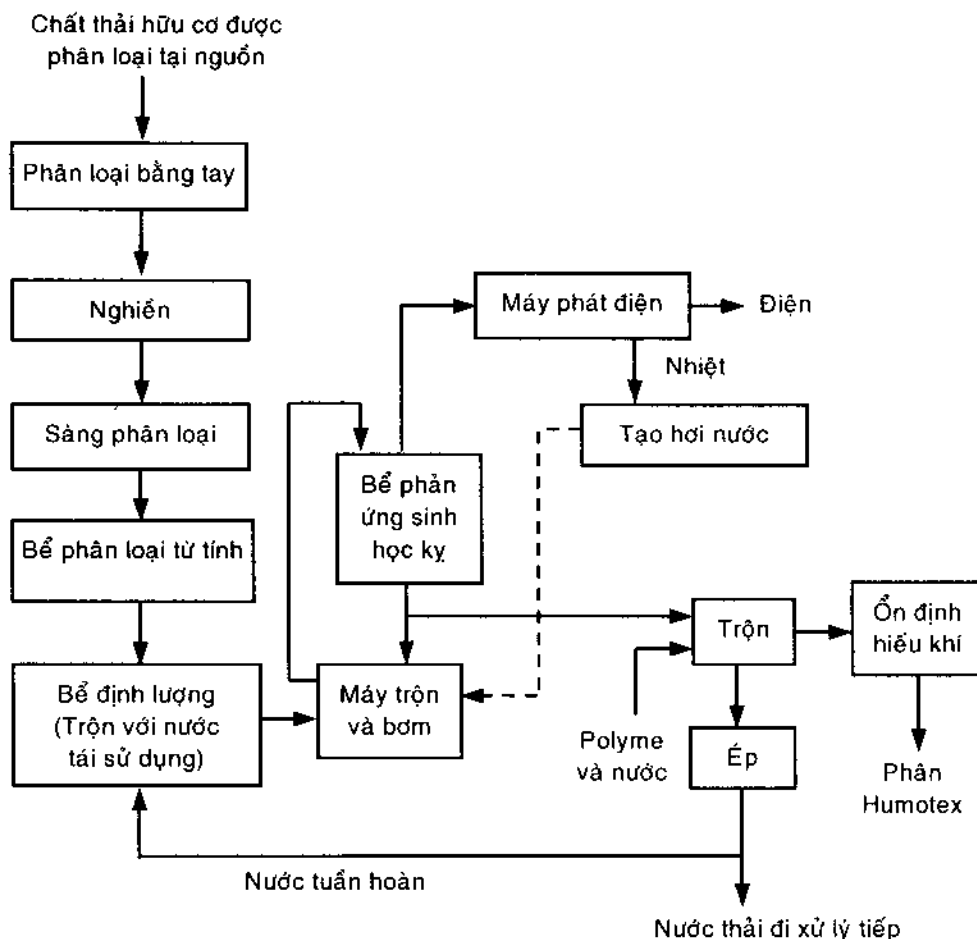
Ưu điểm khác của hệ thống khô là khả năng vận hành ở điều kiện hiếu nhiệt cao, do vậy khả năng đảm bảo vệ sinh đối với sản phẩm cao hơn và thời gian phân hủy nhanh hơn.

Bảng 7.7. Tổng quan về một số đặc trưng của công nghệ khô một giai đoạn

TT	Tiêu chí	Ưu điểm	Nhược điểm
1	Kỹ thuật	Không có các bộ phận truyền động bên trong bể phản ứng Mạnh (không cần phải loại bỏ chất trở) Không bị đoản mạch	Chất thải ướt (<20% TS) không thể xử lý riêng biệt (phải trộn với chất thải khô hơn)
2	Sinh học	Lượng VS mất trong quá trình tiền xử lý ít Tải lượng hữu cơ cao Khả năng lan truyền các chất ức chế bị hạn chế	Khả năng pha loãng chất gây ức chế bằng nước thấp
3	Kinh tế và môi trường	Chi phí tiền xử lý rẻ và thể tích bể phản ứng nhỏ Khả năng tiết trùng hoàn toàn Sử dụng rất ít nước Nhu cầu nhiệt ít	Các thiết bị lưu trữ và vận chuyển chất thải yêu cầu công suất lớn

d) Một vài hệ thống đang áp dụng trên thực tế

Công nghệ DRANCO là công nghệ phân hủy kỵ khí chất thải hữu cơ theo công nghệ khô - liên tục một giai đoạn hiện được áp dụng tại bốn nhà máy quy mô công nghiệp ở châu Âu với công suất từ 11.000 đến 35.000 tấn/năm. Tại Brecht - miền Bắc nước Bỉ có nhà máy công suất 12.000 tấn/năm. Một hệ thống khác áp dụng công nghệ này với quy mô pilot cũng được xây dựng tại Ghent, Bỉ với công suất xử lý 700 tấn/năm. Nhà máy này được xây dựng như là dự án trình diễn về công nghệ và không có hiệu quả kinh tế khi hoạt động ở công suất nhỏ.



Hình 7.4. Sơ đồ công nghệ khô - liên tục một giai đoạn do hãng DRANCO, Bỉ phát triển

Chất thải hữu cơ đã được phân loại tại nguồn được phân loại bằng tay hay xé nhỏ trước khi chuyển đến sàng phân loại để tách các vật chất lớn. Thiết bị phân loại từ tính loại bỏ các mảnh kim loại và nguyên liệu sau đó được trộn với nước tái sử dụng từ quá trình. Nguyên liệu được bơm đến đỉnh của phản ứng sinh học kỵ khí có dung tích 808m³.

Hệ thống DRANCO bao gồm một giai đoạn kỵ khí hiếu nhiệt (hoạt động ở nhiệt độ 50 ÷ 58°C, thời gian lưu là 20 ngày, 5% lượng chất thải trong bể phản ứng được

lấy ra hàng ngày, khử nước bằng máy ép dạng trục vít để thu được 55% chất rắn. Nước rỉ được tiền xử lý bằng các hồ hiệu khí tại chỗ trước khi thải đến trạm xử lý nước thải đô thị của vùng. Phần chất rắn với hàm lượng TS khoảng 50% được ổn định hiếu khí trong thời gian khoảng hai tuần theo kỹ thuật thổi khí từ đáy. Sản phẩm cuối cùng là phân Humotex, là sản phẩm ổn định, vệ sinh, sử dụng tốt cho đất. Khoảng 7% khí được tạo ra sử dụng cho đốt nóng bể phản ứng.

Thành phần chất rắn tổng số của nguyên liệu biến thiên khoảng $15 \div 40\%$, phụ thuộc vào các vật liệu đầu vào.

3. Công nghệ đa giai đoạn

a) Tổng quan

Công nghệ hai hoặc đa giai đoạn là công nghệ trong đó chất hữu cơ được chuyển thành khí sinh học và các chất vô cơ ổn định thông qua các phản ứng sinh hóa không nhất thiết phải xảy ra trong cùng một điều kiện. Do vậy, quá trình tối ưu hóa công nghệ là thực hiện tối ưu hóa từng bước trong toàn bộ dây chuyền công nghệ nhằm đảm bảo tối ưu cả về tốc độ phản ứng và tỷ lệ sinh khí sinh học.

Trên thực tế, kỹ thuật hai giai đoạn thường được áp dụng, trong đó giai đoạn 1 là giai đoạn thủy phân xenlulo, giai đoạn 2 là giai đoạn acetat hóa và metan hóa với tốc độ sinh trưởng chậm của quần thể vi sinh. Các hệ thống áp dụng công nghệ hai giai đoạn phân biệt thì có khả năng tăng hoạt tính của quá trình metan hóa thông qua việc áp dụng bể phản ứng có lưu sinh khối hoặc các điều kiện khác. Cũng có thể tăng tốc độ thủy phân ở giai đoạn 1 bằng cách áp dụng điều kiện microaerophilic hoặc các điều kiện khác. Việc áp dụng các kỹ thuật trên cho phép gia tăng các khả năng thiết kế hệ thống hai giai đoạn. Điều này có thể làm tăng tính phức tạp về mặt kỹ thuật của hệ thống nhưng bù lại có thể cho hiệu quả cao.

Trên thực tế, ưu điểm chính của công nghệ hai giai đoạn không phải là hiệu suất chung cao của hệ thống mà là khả năng xử lý các chất thải có khả năng gây mất ổn định trong các hệ thống một giai đoạn, đặc biệt là rác công nghiệp, thông qua việc đạt được tính đậm đặc hơn, kiểm soát tốt hơn tốc độ nạp hoặc đồng phân hủy các loại chất thải khác nhau.

b) Hệ thống không lưu trữ sinh khối

Đặc trưng kỹ thuật: Thiết kế đơn giản nhất của hệ thống hai giai đoạn là mắc nối tiếp hai bể phản ứng dạng khuấy trộn hoàn toàn. Hệ thống này tương đương với hệ thống ướm một giai đoạn. Các khả năng khác là mắc nối tiếp hai hệ thống dạng dòng chảy nút (*plug-flow*) theo chế độ ướt - ướt hoặc khô - khô.

Đặc trưng sinh học: Ưu điểm nổi bật của hệ thống hai giai đoạn là tính ổn định sinh học cao và cho phép phân hủy rất nhanh các chất hữu cơ như trái cây hoặc rau. Tuy nhiên, rất nhiều các nghiên cứu ở các quy mô khác nhau cho thấy, hệ thống ướm hai giai đoạn và một giai đoạn không khác biệt nhiều về mặt sinh học, nhưng hệ thống hai giai đoạn hữu ích cần phải có giai đoạn axit hóa và thủy phân khi có các chất khó phân hủy sinh học như xenlulo chẳng hạn.

c) Hệ thống có lưu trữ sinh khối

Đặc trưng kỹ thuật: Để đảm bảo mật độ các vi khuẩn metan hóa cao và quần thể vi khuẩn metan hóa phát triển nhanh trong giai đoạn thứ hai nhằm tăng tốc độ và khả năng chịu sốc về tải lượng hữu cơ hoặc các chất ức chế có thể thực hiện bằng hai cách:

- Phương pháp thứ nhất là tăng mật độ vi khuẩn metan hóa bằng cách không phối hợp giữa lưu thủy lực và lưu chất rắn. Thiết kế này chỉ hiệu quả đối với các chất thải từ nhà bếp có khả năng thủy phân cao hoặc chất thải từ các chợ. Để đạt được điều này có thể sử dụng bể phản ứng tiếp xúc kết hợp với bể lắng bên trong hoặc sử dụng màng lọc để lọc dòng ra và xoay vòng vi khuẩn về bể phản ứng.

- Phương pháp thứ hai: cho phép tăng mật độ vi khuẩn trong giai đoạn 2 là sử dụng các vật liệu hỗ trợ quá trình phát triển bám dính. Công nghệ BTA và Biopercolat được phát triển trên kỹ thuật này. Công nghệ BTA là quá trình ướt - ướt. Chất thải sau khi được nghiền thủy lực và đạt 10% TS sẽ được vô khuẩn và ép. Chất lỏng được chuyển sang bể metan hóa, bánh bùn chuyển sang thành dạng sệt bằng nước và thủy phân trong bể phản ứng dạng khuấy trộn hoàn toàn trong điều kiện nhiệt độ thường với thời gian lưu thủy lực $2 \div 3$ ngày.

Giá trị pH được duy trì trong khoảng $6 \div 7$ tại bể thủy phân nhờ hồi lưu nước từ bể metan hóa. Dòng ra từ bể thủy phân lại được ép khử nước lần nữa và chất lỏng chuyển vào bể metan hóa. Về mặt kỹ thuật, hệ thống này khắc phục được các nhược điểm trong hệ thống một giai đoạn như đoạn mạch, tạo váng/bọt, lắng các chất nặng xuống đáy bể phản ứng, bể đường ống và mất từ 10% đến 30% lượng VS.

Nhược điểm duy nhất của hệ thống ướt - ướt là tính phức tạp về mặt kỹ thuật. Hệ thống này cần phải có bốn bể phản ứng để đạt được mục tiêu mà có thể cần được giải quyết bằng một bể phản ứng.

Hệ thống Biopercolat sử dụng cùng nguyên tắc với quá trình BTA, tuy nhiên có điểm khác: giai đoạn đầu là quá trình khô trong điều kiện microaerophilic và liên tục được thấm bởi nước để tăng phản ứng lỏng hóa. Nước sau bể phản ứng có hàm lượng COD lên tới 100g/l được cấp vào bể lọc sinh học kỵ khí hoạt động theo chế độ dòng chảy nút.

Việc tối ưu hóa quá trình tách tại giai đoạn 1 bằng kỹ thuật microaerophilic và giai đoạn hai bằng lọc sinh học cho phép hệ thống có thời gian lưu thủy lực tối thiểu - khoảng 7 ngày.

Hệ thống Biopercolat có nhiều điểm cải tiến xét về phương diện kỹ thuật. Để tránh hiện tượng tạo rãnh trong giai đoạn khô, quá trình cung cấp nước được thực hiện qua đĩa quay có độ mở 1mm. Tại bể lọc sinh học kỵ khí, hệ thống tạo xung thủy lực theo chiều ngang cho phép ngăn cản quá trình tắc các giá thể và tăng cường khả năng tiếp xúc giữa vi khuẩn với thức ăn. Ngoài ra hệ thống thủy phân khô cho phép loại bỏ các vấn đề nảy sinh với hệ thống ướt hoặc ướt - ướt.

Đặc trưng sinh học: Hệ thống hai giai đoạn với hàm lượng sinh khối cao và sinh trưởng dính bám cho phép tăng sức đề kháng chống lại các chất ức chế. Kết quả so sánh quá trình phân hủy chất thải có khả năng phân hủy sinh học cao từ ngành chế biến nông sản giữa hệ thống một giai đoạn và hai giai đoạn cho thấy: hệ thống hai giai đoạn có tải lượng hữu cơ gấp đôi mà không bị bất cứ ảnh hưởng nào đến vi khuẩn metan hóa.

Hệ thống BTA và Biopercolat có thể vận hành với tải lượng $10\div15\text{kg VS/m}^3/\text{ngày}$ với điều kiện giảm tỷ lượng phát sinh biogas $20\div30\%$ do các hạt lớn còn lại sau quá trình thủy phân còn chứa nhiều chất cao phân tử, có thể phân hủy sinh học không được cấp cho bể metan hóa.

Bảng 7.8. Tổng quan về một số đặc tính của công nghệ ứốt đa giai đoạn

TT	Tiêu chí	Ưu điểm	Nhược điểm
1	Kỹ thuật	Tính uyển chuyển trong thiết kế	Phức tạp
2	Sinh học	Có khả năng tiếp nhận chất thải khó phân hủy sinh học như xenlulo Đối với $C/N < 20$ chỉ áp dụng được hệ thống có lưu trữ sinh khối	Tỷ lượng sinh biogas thấp (khi các chất rắn không thể metan hóa)
3	Kinh tế và môi trường	Ít kim loại nặng trong sản phẩm hữu cơ thu được (khi các chất rắn không thể metan hóa)	Suất đầu tư lớn

d) Một vài hệ thống đang được áp dụng trên thực tế

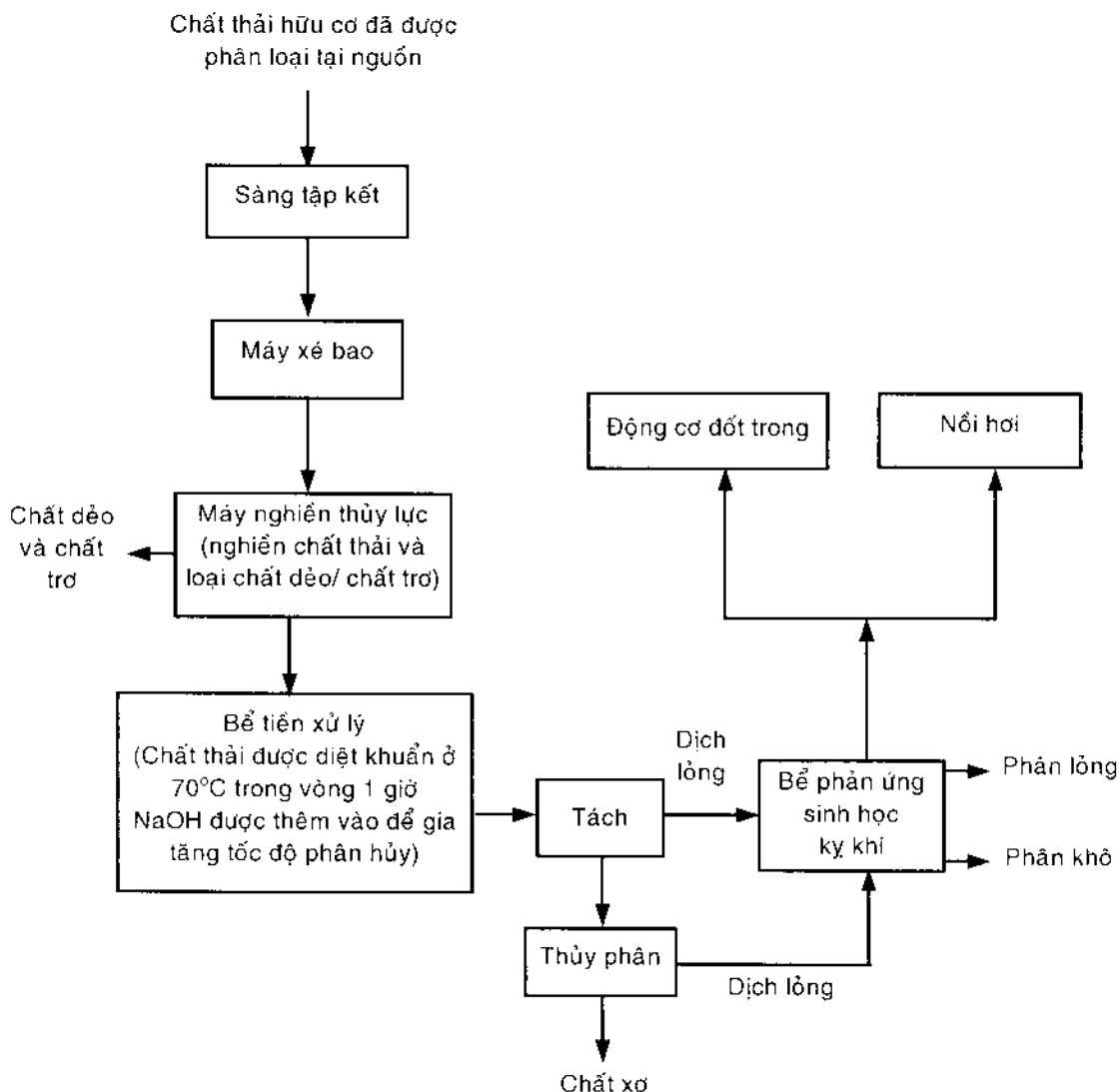
- Công nghệ ứốt liên tục đa giai đoạn do hãng BTA/Carl Bro, Đan Mạch phát triển:

Công nghệ ứốt liên tục đa giai đoạn của BTA đã được áp dụng đầu tiên ở Helsingor, Đan Mạch vào năm 1993 với công suất 20.000 tấn/năm chỉ tiếp nhận rác từ hộ gia đình đã được phân loại tại nguồn.

Chất thải đã được phân loại tại nguồn được vận chuyển đến sàng tập kết trong nhà máy. Sau đó được chuyển đến máy xé bao và máy nghiền thủy lực. Tại máy nghiền thủy lực, chất thải được nghiền, loại bỏ chất dẻo và các chất trơ. Sinh khối sau khi nghiền được tiến xử lý ở nhiệt độ 70°C trong vòng 1 giờ để diệt khuẩn và NaOH được thêm vào để gia tăng tốc độ phản ứng trong các công đoạn sau. Sinh khối sẽ được tách làm hai loại: dịch lỏng được bơm đến bể phản ứng sinh học kỵ khí và huyền phù được chuyển đến bể phản ứng thủy phân, ở đó nó chuyển thành các axit hữu cơ. Phần dịch lỏng từ bể thủy phân được bơm đến bể phân hủy sinh học kỵ khí.

Nhà máy tạo ra khoảng 3 triệu m^3 khí sinh học mỗi năm, sử dụng cho trạm phát điện và nổi hơi đốt khí ở gần nhà máy.

Nhà máy trang bị bộ trao đổi nhiệt, do đó nhiệt được tạo thành từ quá trình phân hủy có thể được sử dụng để tăng nhiệt độ chất thải trong công đoạn tiền xử lý.

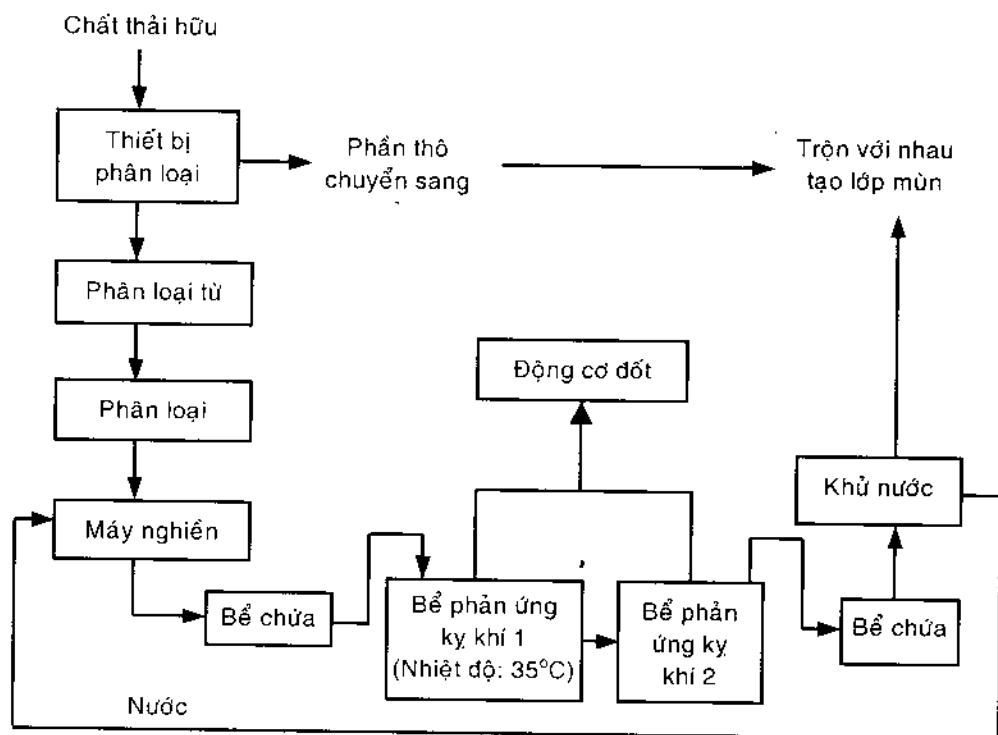


Hình 7.5. Sơ đồ công nghệ đốt liên tục đa giai đoạn BTA

- Công nghệ đốt liên tục đa giai đoạn do hãng TBW Biocomp, Đức phát triển:

Công nghệ đốt liên tục đa giai đoạn của TBW đã được áp dụng tại Thronhofen, Đức từ năm 1996 với công suất 13.000 tấn/năm và chỉ tiếp nhận chất thải hữu cơ đã được phân loại tại nguồn.

Công nghệ TBW là công nghệ kết hợp giữa phân hủy kỵ khí và hiếu khí rác thải. Chất thải hữu cơ đã được phân loại tại nguồn được sử dụng kết hợp với chất thải lỏng của công nghiệp chế biến nông sản. Chất thải tại nhà máy được phân loại thành các vật liệu thô và chất hữu cơ mịn hơn nhờ sàng dạng trống quay. Các vật liệu sau đó được loại bỏ các vật liệu vô cơ bằng tay, máy phân loại từ trước khi chuyển sang phân hủy tiếp. Phần vật liệu thô được chuyển đến quá trình chế biến phân rác hiếu khí, phần vật liệu mịn hơn được chuyển đến quá trình phân hủy kỵ khí.



Hình 7.6. Sơ đồ công nghệ ướt liên tục đa giai đoạn TBW

Quá trình ủ vật liệu thô được thực hiện theo dạng đánh lượng trong vòng 6 tuần, trong suốt quá trình này chúng được đảo trộn một lần.

Phần hữu cơ mịn được chuyển đến máy nghiền thủy lực tạo dung dịch có 10% chất rắn bằng nước. Dịch lỏng sau đó được bơm theo mẻ (vài mẻ/ngày) vào bể phản ứng kỵ khí 1 hoạt động ở nhiệt độ 35°C với thời gian lưu khoảng hai tuần. Chất thải tại đây được khuấy trộn nhờ thiết bị khuấy dạng chân vịt. Bùn hoạt tính từ đáy của bể phản ứng kỵ khí 1 được chuyển sang đáy của bể phản ứng kỵ khí 2. Bể phản ứng kỵ khí 2 hoạt động ở chế độ hiếu nhiệt (55°C) với thời gian lưu cũng khoảng 2 tuần. Kết thúc tuần thứ 2 có khoảng 60% chất hữu cơ ban đầu sẽ được chuyển thành biogas.

Sự phân chia vật lý của hai giai đoạn tạo ra sự gia tăng sản lượng khí. Khoảng 25% năng lượng được tạo ra từ biogas được sử dụng để cấp nhiệt cho các bể phản ứng và các hoạt động bên trong nhà máy. Mỗi m³ biogas tạo ra 1,5kW điện và 3kW nhiệt.

Chất thải sau phân hủy được ép để loại nước. Phần lớn nước tạo ra được tái sử dụng để trộn với phân hữu cơ mịn ở máy nghiền. Phần nước thừa được làm sạch bằng các hồ làm sạch được thiết kế sẵn. Phần bùn rắn được trộn với phân hiếu khí đã ổn định để tạo sản phẩm cải thiện chất lượng đất.

4. Công nghệ mẻ

a) Tổng quan

Trong các hệ thống mẻ, các bể phản ứng được nạp chất thải một lần, sau đó sẽ được vận hành qua các bước phân hủy theo chế độ khô với 30 ÷ 40% TS.

Về mặt nguyên lý, hệ thống mẻ có thể coi như một hồ chôn lấp được thực hiện trong thùng nhưng tỷ lượng khí sinh học sinh ra cao hơn từ 50 ÷ 100 lần so với bãi rác trên thực tế bởi các nguyên nhân sau:

- Nước rỉ được tuần hoàn liên tục cho phép phân tán đều chất dinh dưỡng, vi sinh vật cũng như các axit sinh ra.

- Nhiệt độ của rác trong bể phản ứng cao hơn nhiệt độ rác tại các bãi rác.

Trên thực tế có hai dạng sau đang được áp dụng:

- Khô - mẻ (DBD): hệ thống mẻ được cung cấp với thành phần TS trong khoảng 20 ÷ 40%. Trong quá trình phân hủy, nước rỉ thu gom từ bể phản ứng được tuần hoàn trở lại để duy trì thành phần độ ẩm nhất định, phân phối lại các thành phần hòa tan và vi khuẩn. Nhược điểm của hệ thống này là cần có quá trình tiền xử lý nguyên liệu cho phù hợp.

- Ủ kỵ khí mẻ tuần hoàn (SEBAC): công nghệ này tương tự như công nghệ khô - mẻ. Tuy nhiên, nước rỉ từ bể phản ứng được trao đổi giữa mẻ đã có và mẻ mới nhằm thúc đẩy quá trình khởi động, tăng cường vi sinh đã thích nghi và loại bỏ các axit béo bay hơi trong bể phản ứng.

b) Đặc trưng kỹ thuật

Một vấn đề kỹ thuật đối với hệ thống mẻ là khả năng tắc hệ thống thu gom nước rỉ phía đáy bể. Vấn đề này có thể giải quyết được bằng cách giảm thiểu tác động của quá trình nén tự nhiên thông qua hạ chiều cao của lớp rác xuống còn 4m và trộn lẫn rác với các vật liệu khác có độ xốp cao, ví dụ 1T chất thải đã phân hủy và 0,1T vụn gỗ với 1T chất thải tươi.

Vấn đề an toàn cháy nổ khi tháo sản phẩm cũng cần quan tâm.

Hai pha axit hóa và metan hóa trong hệ thống mẻ được xảy ra biệt lập. Có ba dạng thiết kế khác nhau:

- + Dạng 1. Hệ thống mẻ một giai đoạn: nước rỉ được xoay vòng về phía đỉnh của bể phản ứng. Nhà máy hoạt động quy mô công nghiệp áp dụng thiết kế này cho rác thải được phân loại tại nguồn với công suất 35.000 T/năm đã được thực hiện tại Lelystad, Hà Lan. Nhà máy gồm nhiều bể phản ứng có dung tích 480 m³/bể, hoạt động song song.

- + Dạng 2. Hệ thống mẻ luân phiên: nước rỉ từ bể phản ứng mới nạp rác tươi có chứa nhiều axit hữu cơ được chuyển vào bể nơi đang xảy ra quá trình metan hóa, còn nước rỉ từ bể metan hóa sẽ chuyển vào bể mới để điều chỉnh pH và bicacbonat. Điều này cũng cho phép cung cấp vi sinh vật cho rác tươi.

- + Dạng 3. Lai ghép mẻ - UASB: trong thiết kế này, bể phản ứng ổn định được thay thế bằng bể phản ứng UASB. Tại bể UASB, các quần thể vi sinh vật được tích lũy dưới dạng các hạt bùn cho phép xử lý chất thải lỏng có hàm lượng axit hữu cơ cao. Về hình thức, hệ thống này gần tương tự với hệ thống Biopercolat có lưu sinh khối.

c) Đặc trưng sinh học

Tại nhà máy Biocel ở Lelystad, tỷ lượng biogas sinh ra trung bình là 70kg biogas/tấn chất thải hữu cơ được phân loại tại nguồn nhỏ hơn khoảng 40% so với hệ thống một giai đoạn liên tục cho cùng loại chất thải. Nguyên nhân chính là do phân bố không đều nước rò rỉ trong rác khi xoay vòng.

Tải lượng hữu cơ của hệ thống Biocel nhìn chung không cao hơn so với hệ thống một giai đoạn liên tục, khoảng $3,6 \div 5,1 \text{ kg VS/m}^3/\text{ngày}$ tùy thuộc vào nhiệt độ không khí.

Trong hệ thống mẻ luân phiên, axit hữu cơ sinh ra bị chuyển hóa nhanh trong bể ổn định. Do vậy, thành phần và tỷ lượng sinh biogas khá ổn định.

d) Các vấn đề kinh tế, môi trường

Do tính đơn giản về mặt kỹ thuật của hệ thống mẻ, nên suất đầu tư nhỏ hơn hệ thống một giai đoạn liên tục khoảng 40%.

Tuy nhiên, nhu cầu sử dụng đất của hệ thống mẻ lớn hơn so với hệ thống một giai đoạn liên tục do chiều cao của bể phản ứng nhỏ hơn năm lần và tải lượng thể tích nhỏ hơn hai lần.

Chi phí vận hành hệ thống mẻ tương đương với các hệ thống khác.

Bảng 7.9. Tổng quan về một số đặc trưng của công nghệ mẻ

TT	Tiêu chí	Ưu điểm	Nhược điểm
1	Kỹ thuật	Đơn giản	Tắc hệ thống đáy thu gom nước rỉ Cần chất thải có độ xốp lớn Nguy cơ nổ khi tháo sản phẩm
2	Sinh học	Ổn định cao	Tỷ lượng sinh biogas thấp do tạo rãnh Tải lượng hữu cơ thể tích nhỏ
3	Kinh tế và môi trường	Rẻ, được áp dụng cho các nước đang phát triển Tiêu thụ nước ít	Nhu cầu sử dụng đất cao (tương đương với ủ phân sinh học hiếu khí)

Bảng 7.10. Tóm tắt các quá trình làm phân hữu cơ kỵ khí

Quá trình	Quốc gia	Hiện trạng	Mô tả quá trình
(1)	(2)	(3)	(4)
Composting kỵ khí dạng mẻ nối tiếp nhau (SEBAC)	Mỹ	Thí nghiệm	SEBAC là quá trình gồm ba giai đoạn. Trong giai đoạn đầu, nguyên liệu đã nghiền được ủ với nước rò rỉ tuần hoàn từ thiết bị phản ứng của giai đoạn 3 ở giai đoạn phân hủy cuối. Các axit bay hơi và các sản phẩm của quá trình lên men khác tạo thành trong thiết bị phản ứng giai đoạn 1 được chuyển sang thiết bị phản ứng giai đoạn 2 để chuyển hóa thành metan.
Quá trình KAMPOGAS	Thụy Sĩ	Chưa phát triển	KAMPOGAS là quá trình phân hủy kỵ khí mới được áp dụng để xử lý chất thải rau quả và rác vườn. Thiết bị phản ứng có dạng trụ tròn đặt thẳng đứng, được trang bị máy khuấy thủy lực và được vận hành ở nồng độ chất rắn cao trong khoảng nhiệt độ thermophilic

(1)	(2)	(3)	(4)
Quá trình DRANCO	Bỉ	Đã phát triển	DRANCO được sử dụng để chuyển hóa phần chất hữu cơ có trong CTRSH để tạo thành năng lượng và các sản phẩm dạng humus. Quá trình phân hủy xảy ra trong thiết bị phản ứng dòng chảy tầng thẳng đứng không khuấy trộn cơ khí. Nước rò rỉ ở đáy thiết bị được tuần hoàn. Thiết bị DRANCO được vận hành ở nồng độ chất rắn cao và trong khoảng nhiệt độ mesophilic.
Quá trình BTA	Đức	Đã phát triển	BTA đã phát triển chủ yếu để xử lý phần chất hữu cơ có trong CTRSH. Quá trình xử lý BTA bao gồm: (1) xử lý sơ bộ chất thải bằng phương pháp cơ học, nhiệt và phương pháp hóa học; (2) phân loại chất rắn sinh học hòa tan và không hòa tan; (3) thủy phân kỵ khí các CTR có khả năng phân hủy sinh học; (4) metan hóa chất rắn sinh học hòa tan. Quá trình metan hóa xảy ra ở nồng độ chất rắn thấp và khoảng nhiệt độ mesophilic (lên men ấm). Sau khi tách nước chất rắn không phân hủy với nồng độ tổng cộng khoảng 35% được dùng như compost.
Quá trình VALOGRA	Pháp	Đã phát triển	Quá trình VALOGRA bao gồm đơn vị phân loại, đơn vị tạo khí metan và đơn vị tinh chế. Thiết bị lên men kỵ khí hoạt động ở nồng độ chất rắn cao và trong khoảng nhiệt độ lên men ấm. Quá trình xáo trộn chất hữu cơ trong thiết bị được thực hiện bằng cách tuần hoàn khí sinh học dưới áp suất ở đáy thiết bị phân hủy.
Quá trình BIOCELL	Hà Lan	Chưa phát triển	BIOCELL là hệ thống mở được phát triển để xử lý chất thải được phân loại tại nguồn (như rau quả thải, rác vườn,...) và chất thải nông nghiệp. Thiết bị có dạng hình trụ tròn, đường kính 11,25m và chiều cao 4,5m. Chất rắn ban đầu có nồng độ 30% thu được bằng cách trộn chất thải hữu cơ đã được phân loại từ mở trước đó.

7.4.6. Khí sinh học

Khí sinh học là sản phẩm của quá trình phân hủy kỵ khí các CTR hữu cơ. Sản lượng khí sinh học thu được phụ thuộc vào thành phần chất thải, khối lượng chất hữu cơ và điều kiện trong bể phản ứng. Thành phần của khí sinh học biến đổi như sau:

CH ₄	55 ÷ 65%
CO ₂	35 ÷ 45%
N ₂	0 ÷ 3%
H ₂	0 ÷ 1%
H ₂ S	0 ÷ 1%

CH₄ có nhiệt trị cao nhất (khoảng 9.000kcal/m³); thông thường, sản phẩm khí sinh học có nhiệt trị khoảng 4.500 ÷ 6.300kcal/m³.

Cuộc khủng hoảng năng lượng vào những năm 1980 đã gây ra những ảnh hưởng kinh tế cho nhiều quốc gia, đặc biệt là những nước nghèo phải lệ thuộc vào việc nhập khẩu dầu và khí đốt. Khí sinh học là đã được xem như là nguồn năng lượng thay thế. Khí sinh học có thể được sử dụng trong hộ gia đình như: dùng để nấu ăn, cung cấp nhiệt, thắp sáng, và hơn thế nữa là sử dụng trong các cơ quan công sở để cung cấp năng lượng hay dùng để phát điện.

1. Thu hồi năng lượng từ khí sinh học

Từ thực tiễn cho thấy, việc thu hồi khí sinh học từ quá trình phân hủy kỵ khí nhằm mục đích thu hồi năng lượng, đã được áp dụng từ lâu để thay thế nhiên liệu, than, dầu, gỗ và góp phần giải quyết các vấn đề liên quan đến việc quản lý và hệ thống mạng lưới phân phối năng lượng. Một trong những yếu tố thuận lợi cho việc thu hồi năng lượng khí sinh học là lượng chất thải hữu cơ cần thiết cho quá trình sản xuất sinh học rất dồi dào. Giảm nhu cầu sử dụng gỗ trong rừng và những nỗ lực trồng cây rừng trong tương lai.

Dựa vào giá trị nhiệt năng của khí sinh học (4.500 ÷ 6.300kcal/m³). Hesse (1982) ước tính khi đốt hoàn chỉnh 1m³ khí sinh học có thể:

Chạy một động cơ 2HP trong 2 giờ;

Cung cấp 1,25kWh điện;

Cung cấp nhiệt để nấu ba bữa ăn trong 1 ngày cho năm người;

Cung cấp 6h cho 1 bóng đèn 60W;

Chạy 1 tủ lạnh công suất 1m³ khoảng 1h;

Chạy 1 máy ủ công suất 1m³ khoảng 0,5h;

Vì vậy, 1m³ biogas tương đương với 0,4kg dầu diesel; 0,6kg xăng; hoặc 0,8kg than.

Tại Trung Quốc 5,2% dân số vùng nông thôn và tại Ấn Độ 0,8% người dân nông thôn sử dụng khí sinh học làm nhiên liệu đốt. Khoảng 95% nhà máy sản xuất khí sinh học tại châu Á dạng sử dụng trong gia đình. Do đó, mục đích sử dụng cơ bản của họ là nấu ăn và thắp sáng, 5% còn lại sử dụng cho tủ lạnh, phát điện, bơm nước tưới tiêu.

Nếu khí sinh học với hàm lượng H_2S thấp thì không cần phải loại trừ H_2S cho mục đích nấu ăn và thắp sáng. Nếu khí sinh học được lưu trữ và chuyên chở thì H_2S phải được loại trừ để tránh hiện tượng ăn mòn.

Ví dụ 7.3: Tính lượng Metan thu hồi do phân hủy kỵ khí phần hữu cơ trong CTR đô thị.

Hãy tính lượng metan có thể thu được từ 1 tấn chất thải, là phần hữu cơ của CTR đô thị, theo các dữ liệu sau:

- 1) Độ ẩm là 20%
- 2) Thời gian phân hủy 30 ngày
- 3) Chất rắn bay hơi: $VS = 0,93 TS$
- 4) Chất rắn bay hơi có khả năng phân hủy sinh học: $BVS = 0,7 VS$
- 5) Hiệu suất chuyển hóa của BVS: 95%
- 6) Khí sinh ra: $0,5m^3 / kgBVS$ phân hủy
- 7) Nhiệt trị của khí sinh học: $18.600 kJ/m^3$

Giải:

- 1) Lượng VS có trong 1 tấn CTR hữu cơ:

$$1 \text{ tấn} \times 0,8 \times 0,93 = 0,744 \text{ tấn}$$

- 2) Lượng BVS phân hủy có trong 1 tấn CTR hữu cơ:

$$0,744 \text{ tấn} \times 0,7 \times 0,95 = 0,495 \text{ tấn}$$

- 3) Lượng khí sinh học sinh ra do phân hủy 1 tấn CTR hữu cơ:

$$0,5m^3/kg \times 0,495.10^3 = 247,5m^3$$

- 4) Giá trị năng lượng của khí sinh học sinh ra do phân hủy 1 tấn CTR hữu cơ:

$$18.600kJ/m^3 \times 247,5 = 460.350kJ$$

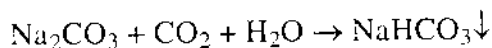
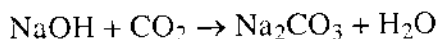
2. Một số phương pháp để làm tinh khiết sản phẩm biogas

a) Loại trừ CO_2

CO_2 tan tương đối tốt trong nước, do đó dùng tháp rửa nước là phương pháp đơn giản nhất để loại trừ CO_2 từ khí sinh học. Phương pháp này có nhược điểm là cần lượng nước rất lớn. Giả sử khí sinh học chiếm 35% CO_2 và khối lượng riêng của CO_2 là $1,84kg/m^3$ ở điều kiện 1atm, $20^\circ C$ thì lượng nước cần thiết là 429 lít để rửa $1m^3$ biogas.

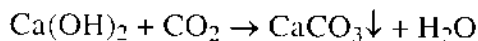
CO_2 là khí axit, có thể hấp phụ bằng dung dịch kiềm. Ba loại hóa chất kiềm dùng để hấp phụ là: $NaOH$, $Ca(OH)_2$, KOH .

Hai phản ứng liên tục nhau (*consecutive*) dùng để loại trừ CO_2 bằng dung dịch $NaOH$ là:



$NaHCO_3$ kết tủa và có thể tách khỏi dung dịch.

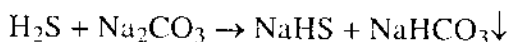
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (sữa vôi) thì phong phú hơn và không đắt tiền, do đó có thể sử dụng để loại trừ CO_2 .



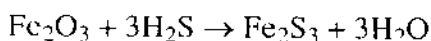
CaCO_3 kết tủa và có thể tách ra khỏi dung dịch. Dựa vào phương trình trên, 1kg vôi trong 1m^3 nước có thể loại trừ 300 lít CO_2 hoặc 860 lít biogas (giả sử CO_2 chiếm 35%)

b) Loại trừ H_2S

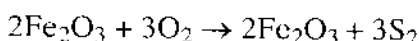
Na_2CO_3 hình thành trong phương trình trên có thể dùng để loại trừ H_2S từ khí sinh học, thời gian tiếp xúc cần đủ lớn để các phản ứng xảy ra.



Phương pháp đơn giản hơn và kinh tế là cho lớp mạc sắt (*iron filing*) hoặc oxyt sắt Fe_2O_3 trộn với gỗ bào (dăm bào). Phương pháp này gọi là “rửa khí thô”. Phản ứng loại trừ H_2S là:



Fe_2O_3 có thể phục hồi bằng cách phơi hoặc làm nóng Fe_2S_3 trong không khí (hoặc oxygen) theo phản ứng sau đây:



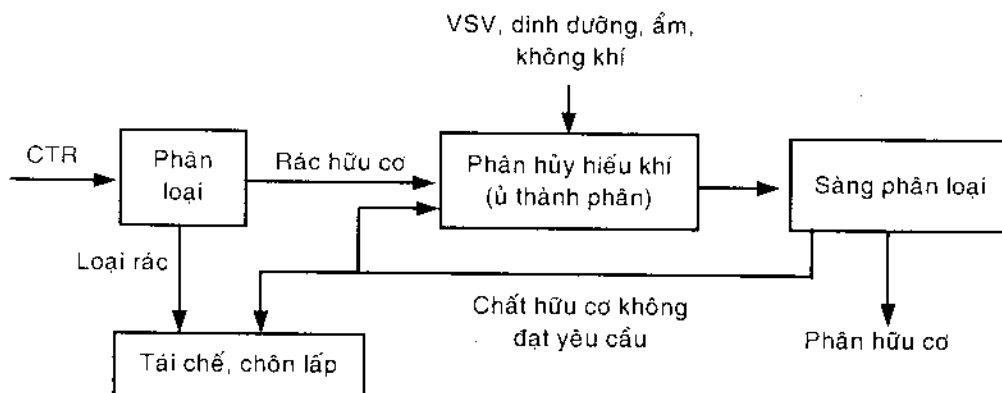
7.5. CÔNG NGHỆ HIẾU KHÍ

7.5.1. Tổng quan

Quá trình ủ hiếu khí là quá trình phân hủy sinh học hiếu khí và ổn định các chất hữu cơ trong CTR đô thị (trừ nhựa, cao su và da thuộc) nhờ hoạt động của vi sinh vật. Sản phẩm của quá trình phân hủy sinh học này bao gồm CO_2 , nước, nhiệt, chất mùn ổn định, không mang mầm bệnh và được sử dụng làm phân bón cho cây trồng.

Quá trình ủ hiếu khí có thể áp dụng đối với:

- 1- Rác vườn
- 2- CTR đô thị đã được phân loại
- 3- Hỗn hợp CTR đô thị
- 4- Kết hợp bùn thải từ quá trình xử lý nước thải.



Hình 7.7. Sơ đồ chung của quá trình ủ hiếu khí CTR đô thị

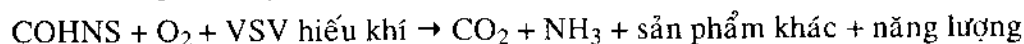
7.5.2. Các phản ứng hóa sinh của quá trình phân hủy

Quá trình phân hủy CTR diễn ra rất phức tạp, theo nhiều giai đoạn và tạo nhiều sản phẩm trung gian. Ví dụ, quá trình phân hủy protein: protein $\rightarrow$ peptides $\rightarrow$ amino acids $\rightarrow$ hợp chất ammonium $\rightarrow$ nguyên sinh chất của vi khuẩn và N hoặc NH_3 .

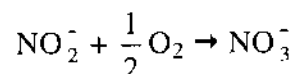
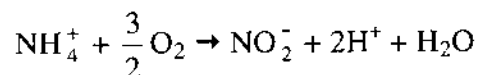
Đối với cacbonhydrat, quá trình phân hủy xảy ra: cacbonhydrat $\rightarrow$ đường đơn $\rightarrow$ axit hữu cơ $\rightarrow$ CO_2 và nguyên sinh chất của vi khuẩn.

Những phản ứng chuyển hóa sinh hóa diễn ra trong quá trình ủ hiếu khí rất phức tạp, hiện vẫn chưa được nghiên cứu chi tiết. Một cách tổng quát căn cứ trên sự biến thiên nhiệt độ có thể chia quá trình ủ hiếu khí thành các pha sau:

- *Pha thích nghi* là giai đoạn cần thiết để vi sinh vật thích nghi với môi trường mới.
- *Pha tăng trưởng* đặc trưng bởi sự tăng nhiệt độ do quá trình phân hủy sinh học.
- *Pha ưa nhiệt* là giai đoạn nhiệt độ tăng cao nhất. Đây là giai đoạn ổn định chất thải và tiêu diệt vi sinh vật gây bệnh hiệu quả nhất. Phản ứng hóa sinh xảy ra trong ủ hiếu khí và phân hủy kỵ khí được đặc trưng bởi hai phương trình:



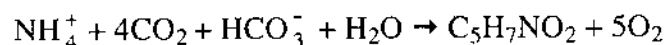
- *Pha trưởng thành* là giai đoạn giảm nhiệt độ đến bằng nhiệt độ môi trường. Trong pha này, quá trình lên men xảy ra chậm, thích hợp cho sự hình thành chất keo mùn (quá trình chuyển hóa các phức chất hữu cơ thành chất mùn), các chất khoáng (sắt, canxi, nitơ...) và cuối cùng thành mùn. Ngoài ra còn xảy ra các phản ứng nitrat hóa, ammonia (sản phẩm phụ của quá trình ổn định chất thải) bị oxy hóa sinh học tạo thành nitrit (NO_2^-) và cuối cùng thành nitrat (NO_3^-):



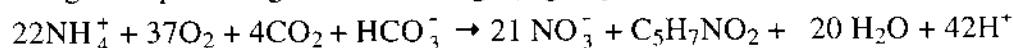
Kết hợp hai phương trình trên, quá trình nitrat hóa diễn ra như sau:



Mặt khác, trong mô tế bào, NH_4^+ cũng được tổng hợp với phản ứng đặc trưng cho quá trình tổng hợp:

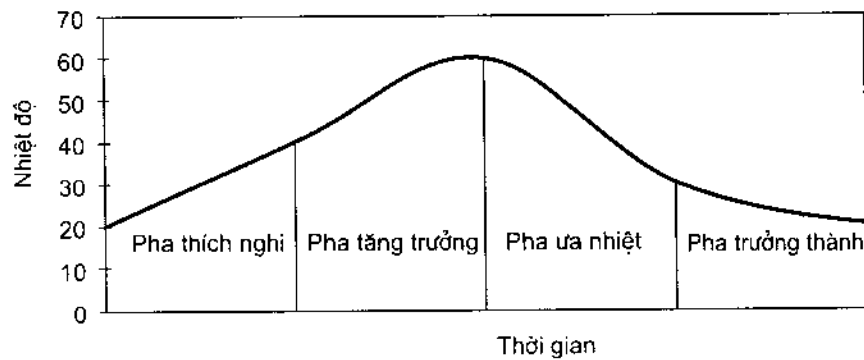


Phương trình phản ứng nitrat hóa tổng cộng xảy ra như sau:



Quá trình phân hủy hiếu khí CTR bao gồm ba giai đoạn chính sau:

- + Giai đoạn nhiệt độ trung bình: kéo dài trong một vài ngày;
- + Giai đoạn nhiệt độ cao: có thể kéo dài từ một vài ngày đến một vài tháng;
- + Giai đoạn làm mát và ổn định: kéo dài vài tháng.



Hình 7.8. Biến thiên nhiệt độ trong quá trình ủ hiếu khí

Trong quá trình phân hủy hiếu khí, ứng với từng giai đoạn ủ khác nhau các loài vi sinh vật ưu thế cũng khác nhau. Quá trình phân hủy ban đầu do các vi sinh vật chịu nhiệt trung bình chiếm ưu thế, chúng sẽ phân hủy nhanh chóng các hợp chất dễ phân hủy sinh học. Nhiệt độ trong quá trình này sẽ gia tăng nhanh chóng do nhiệt mà các vi sinh vật tạo ra. Khi nhiệt độ gia tăng trên 40°C , các vi sinh vật chịu nhiệt trung bình sẽ bị thay thế bởi các vi sinh vật hiếu nhiệt. Khi nhiệt độ gia tăng đến 55°C và trên nữa, các vi sinh vật gây bệnh sẽ bị tiêu diệt. Khi nhiệt độ gia tăng đến 65°C sẽ có rất nhiều loài vi sinh vật bị chết và nhiệt độ này cũng là giới hạn trên của quá trình phân hủy hiếu khí.

Riêng trong giai đoạn hiếu nhiệt, nhiệt độ cao làm tăng quá trình phân hủy protein, chất béo và các hydrocacbon phức hợp như xenlulo và hemixenlulo. Sau giai đoạn này, nhiệt độ của quá trình ủ sẽ giảm từ từ và các vi sinh vật chịu nhiệt trung bình lại chiếm ưu thế trong giai đoạn cuối.

1. Các nhóm vi sinh vật có mặt trong quá trình ủ phân rác

Vi khuẩn có dạng hình que, hình cầu hay hình xoắn, nhiều loài có khả năng tự di chuyển. Khi bắt đầu của quá trình ủ phân rác, các vi khuẩn chịu nhiệt trung bình chiếm ưu thế. Khi nhiệt độ gia tăng trên 40°C , các vi khuẩn hiếu nhiệt sẽ tiếp quản. Trong giai đoạn này, khuẩn hình que sẽ chiếm ưu thế về số lượng. Khi quá trình ủ phân rác được làm mát, vi khuẩn chịu nhiệt trung bình lại chiếm ưu thế.

Xạ khuẩn có vai trò quan trọng trong việc phân hủy các chất hữu cơ phức tạp như xenlulo, lignin, chitin và protein trong quá trình ủ rác. Enzym của chúng cho phép xạ khuẩn phân hủy hóa học các mảnh vụn như thân cây, vỏ cây hoặc tạp chất. Một vài loài xuất hiện trong giai đoạn chịu nhiệt trung bình, những loài khác đóng vai trò quan trọng trong giai đoạn làm mát và ổn định.

Nấm có vai trò quan trọng trong việc phân hủy các mảnh vụn, tạo cho các vi khuẩn tiếp tục quá trình phân hủy hết các xenlulo còn lại. Các loài nấm có số lượng lớn trong cả hai giai đoạn: nhiệt độ trung bình và nhiệt độ cao. Hầu hết nấm sống ở lớp bên ngoài của đống ủ khi nhiệt độ cao.

Động vật nguyên sinh được tìm thấy ở trong nước rỉ rác của đống ủ nhưng có vai trò khá nhỏ trong phân hủy phân rác.

Trùng roi được tìm thấy trong nước rỉ rác của đồng ủ. Chúng ăn các hợp chất hữu cơ, vi khuẩn và nấm.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy hiếu khí

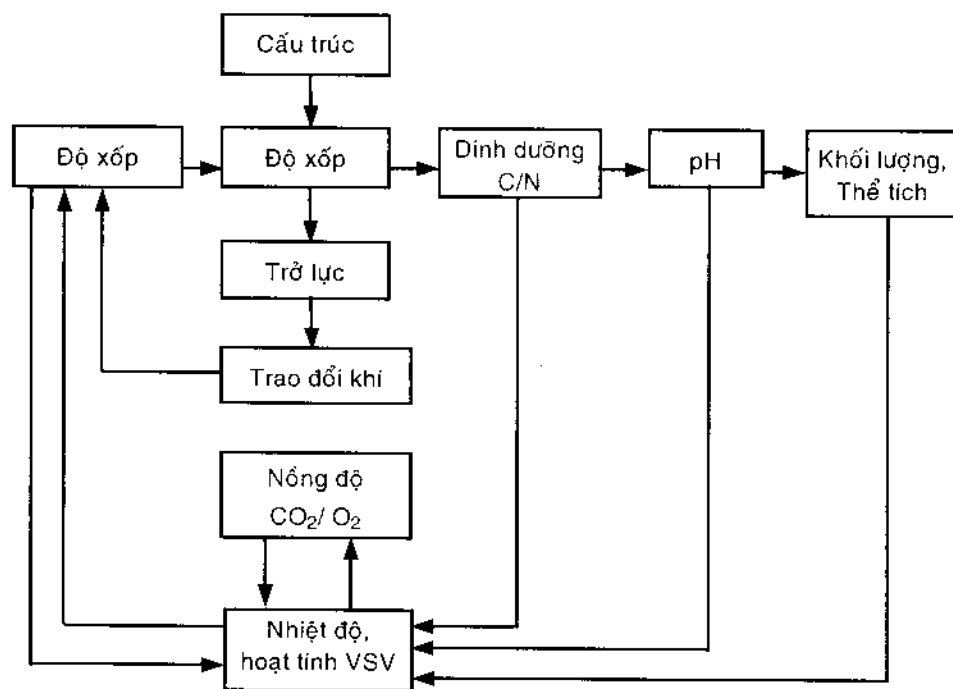
Vận tốc phân hủy chất hữu cơ trong quá trình ủ phân chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như nhiệt độ, pH, vi sinh vật, oxygen, chất hữu cơ, độ ẩm, tỷ lệ C/N và cấu trúc chất thải.

a) Các yếu tố vật lý

Các yếu tố vật lý có ảnh hưởng đến quá trình ủ gồm:

- Nhiệt độ

Nhiệt trong khối ủ là sản phẩm phụ của sự phân hủy các hợp chất hữu cơ bởi vi sinh vật, phụ thuộc vào kích thước của đồng ủ, độ ẩm, không khí và tỷ lệ C/N, mức độ xáo trộn và nhiệt độ môi trường xung quanh.



Hình 7.9. Những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ủ phân.

Nhiệt độ trong hệ thống ủ không hoàn toàn đồng nhất trong suốt quá trình ủ, phụ thuộc vào lượng nhiệt tạo ra bởi các vi sinh vật và thiết kế của hệ thống.

Nhiệt độ là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hoạt tính của vi sinh vật trong quá trình chế biến phân hữu cơ và cũng là một trong các thông số giám sát và điều khiển quá trình ủ CTR. Trong luống ủ, nhiệt độ cần duy trì là $55 \div 65^{\circ}\text{C}$, vì ở nhiệt độ này, quá trình chế biến phân vẫn hiệu quả và mầm bệnh bị tiêu diệt. Khi nhiệt độ tăng trên ngưỡng này sẽ ức chế hoạt động của vi sinh vật. Ở nhiệt độ thấp hơn, phân hữu cơ không đạt tiêu chuẩn về mầm bệnh.

Nhiệt độ trong luống ủ có thể điều chỉnh bằng nhiều cách khác nhau như hiệu chỉnh tốc độ thổi khí và độ ẩm, cô lập khối ủ với môi trường bên ngoài bằng cách che phủ hợp lý.

- Độ ẩm

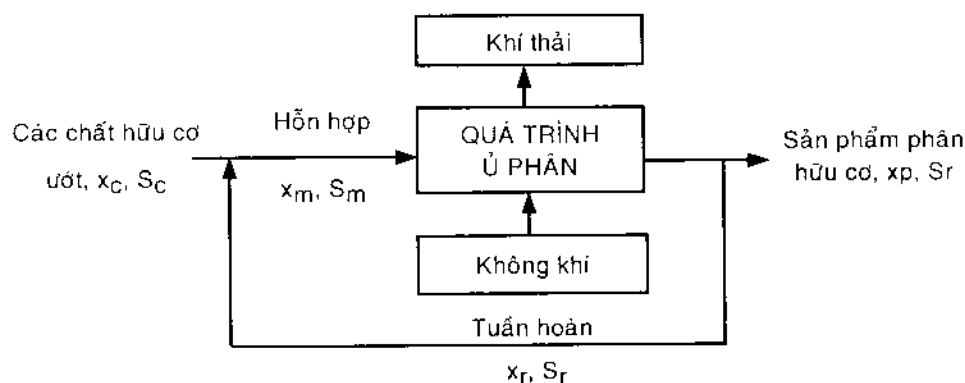
Độ ẩm (nước) là một yếu tố cần thiết cho hoạt động của vi sinh vật trong quá trình chế biến phân hữu cơ. Vì nước cần thiết cho quá trình hòa tan chất dinh dưỡng vào nguyên sinh chất của tế bào.

Độ ẩm tối ưu cho quá trình ủ phân CTR nằm trong khoảng $50 \div 60\%$. Các vi sinh vật đóng vai trò quyết định trong quá trình phân hủy CTR thường tập trung tại lớp nước mỏng trên bề mặt của phân tử CTR. Nếu độ ẩm quá nhỏ ($< 30\%$) sẽ hạn chế hoạt động của vi sinh vật, còn khi độ ẩm quá lớn ($> 65\%$) thì quá trình phân hủy sẽ chậm lại, sẽ chuyển sang chế độ phân hủy kỵ khí vì quá trình thổi khí bị cản trở do hiện tượng bít kín các khe rỗng không cho không khí đi qua, gây mùi hôi, rò rỉ chất dinh dưỡng và lan truyền vi sinh vật gây bệnh.

Độ ẩm ảnh hưởng đến sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình ủ vì nước có nhiệt dung riêng cao hơn tất cả các vật liệu khác.

Trong trường hợp độ ẩm của khối ủ thấp, có thể điều chỉnh bằng cách thêm nước vào. Còn khi độ ẩm cao khối ủ cao có thể điều chỉnh bằng cách trộn với vật liệu độn có độ ẩm thấp hơn như: mặt cưa, rơm rạ...

Thông thường độ ẩm của phân bắc, bùn và phân động vật thường cao hơn giá trị tối ưu, do đó cần bổ sung các chất phụ gia để giảm độ ẩm đến giá trị cần thiết. Đối với hệ thống sản xuất phân hữu cơ liên tục, độ ẩm có thể khống chế bằng cách tuần hoàn sản phẩm phân hữu cơ như hình 7.10.



Hình 7.10. Sơ đồ hệ thống sản xuất phân hữu cơ liên tục

x_c - tổng khối lượng uớt của cơ chất làm phân hữu cơ nạp liệu trong 1 ngày; x_p - tổng khối lượng uớt của sản phẩm phân hữu cơ trong 1 ngày; x_r - tổng khối lượng uớt của sản phẩm phân hữu cơ tuần hoàn trong 1 ngày; x_m - tổng khối lượng uớt của hỗn hợp vật liệu làm phân hữu cơ trong 1 ngày; S_c - hàm lượng chất rắn của cơ chất làm phân hữu cơ, %; S_r - hàm lượng chất rắn của sản phẩm phân hữu cơ và phần tuần hoàn, %; S_m - hàm lượng chất rắn của hỗn hợp trước khi làm phân, %; R_w - tỷ lệ tuần hoàn tính theo khối lượng uớt của sản phẩm tuần hoàn và khối lượng uớt của cơ chất làm phân hữu cơ; R_d - tỷ lệ tuần hoàn tính theo khối lượng khô của sản phẩm tuần hoàn và khối lượng khô của chất làm phân hữu cơ

Như vậy, tổng khối lượng ướt của hỗn hợp:

$$x_m = x_c + x_r \quad (7.10)$$

Phần chất rắn của hỗn hợp làm phân:

$$S_{mxm} = S_{exc} + S_{rxr} \quad (7.11)$$

hay

$$S_m(x_c + x_r) = S_{exc} + S_{rxr} \quad (7.12)$$

Tỷ lệ tuần hoàn theo khối lượng ướt

$$R_w = \frac{x_r}{x_c} \quad (7.13)$$

Từ (7.12) và (7.13) có:

$$R_w = \frac{S_m - S_c}{S_r - S_m} \quad (7.14)$$

Tỷ lệ tuần hoàn khô

$$R_d = \frac{S_r x_r}{S_c x_c} \quad (7.15)$$

Thay (7.12) vào (7.15) ta được:

$$R_d = \frac{\frac{S_m - 1}{S_c}}{1 - \frac{S_m}{S_r}} \quad (7.16)$$

Ví dụ 7.4. Tính lượng sản phẩm phân hữu cơ có độ ẩm 20% phải tuần hoàn để hỗn hợp làm phân hữu cơ đạt độ ẩm tối ưu là 60%. Biết rằng nguyên liệu sử dụng là bùn và trấu có hàm lượng chất rắn lần lượt là 10% và 50%, được phối trộn theo tỷ lệ khối lượng khô là 1:5

Giải:

- Hàm lượng chất rắn của cơ chất:

$$S_c = 1 - 0,7 = 0,3$$

- Hàm lượng chất rắn trong hỗn hợp làm phân:

$$S_m = 1 - 0,6 = 0,4$$

- Hàm lượng chất rắn trong sản phẩm phân:

$$S_r = 1 - 0,2 = 0,8$$

- Tỷ lệ tuần hoàn tính theo khối lượng ướt:

$$R_w = \frac{S_m - S_c}{S_r - S_m} = \frac{0,4 - 0,3}{0,8 - 0,4} = 0,25$$

- Nếu sử dụng 6kg cơ chất khô, khối lượng cơ chất ướt tương ứng là:

$$\frac{6}{0,3} = 20\text{kg}$$

- Khối lượng sản phẩm phân hữu cơ tuần hoàn là:

$$x_r = 0,25x_c = 0,25 \times 20 = 5\text{kg}$$

* Kích thước hạt:

Kích thước hạt ảnh hưởng lớn đến tốc độ phân hủy. Quá trình phân hủy hiếu khí xảy ra trên bề mặt hạt, hạt có kích thước nhỏ sẽ có tổng diện tích bề mặt lớn nên sẽ tăng sự tiếp xúc với oxy, gia tăng vận tốc phân hủy. Tuy nhiên, nếu kích thước hạt quá nhỏ và chặt làm hạn chế sự lưu thông khí trong đồng ủ, điều này sẽ làm giảm oxy cần thiết cho các vi sinh vật trong đồng ủ và giảm mức độ hoạt động của vi sinh vật. Ngược lại, hạt có kích thước quá lớn sẽ có độ xốp cao và tạo ra các rãnh khí làm cho sự phân bố khí không đều, không có lợi cho quá trình chế biến phân hữu cơ.

Đường kính hạt tối ưu cho quá trình chế biến khoảng $3 \div 50\text{mm}$. Kích thước hạt tối ưu có thể đạt được bằng nhiều cách như cắt, nghiền và sàng vật liệu thô ban đầu. CTR đô thị và CTR công nghiệp phải được nghiền đến kích thước thích hợp trước khi làm phân. Phân bắc, bùn và phân động vật thường có kích thước hạt mịn, thích hợp cho quá trình phân hủy sinh học.

* Độ rỗng (xốp):

Độ rỗng của khối vật liệu ủ là một yếu tố quan trọng trong quá trình chế biến phân hữu cơ. Độ rỗng tối ưu sẽ thay đổi tùy theo loại vật liệu chế biến phân. Thông thường, độ rỗng để quá trình chế biến diễn ra tốt khoảng $35 \div 60\%$, tối ưu là $32 \div 36\%$.

Độ rỗng của CTR ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình cung cấp oxy cần thiết cho sự trao đổi chất, hô hấp của các vi sinh vật hiếu khí và sự oxy hóa các phần tử hữu cơ hiện diện trong lớp vật liệu ủ. Độ rỗng thấp sẽ hạn chế sự vận chuyển oxy, nên hạn chế sự giải phóng nhiệt và làm tăng nhiệt độ trong khối ủ. Ngược lại, độ rỗng cao có thể dẫn tới nhiệt độ trong khối ủ thấp, mầm bệnh không bị tiêu diệt.

Độ rỗng có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng vật liệu tạo cấu trúc với tỷ lệ trộn hợp lý.

* Kích thước và hình dạng của hệ thống ủ phân rác:

Kích thước và hình dạng của các đồng ủ có ảnh hưởng đến sự kiểm soát nhiệt độ và độ ẩm cũng như khả năng cung cấp oxy.

* Thổi khí:

Khối ủ được cung cấp không khí từ môi trường xung quanh để vi sinh vật sử dụng cho sự phân hủy chất hữu cơ, cũng như làm bay hơi nước và giải phóng nhiệt. Nếu khí không được cung cấp đầy đủ thì trong khối ủ có thể có những vùng kỵ khí, gây mùi hôi.

Lượng không khí cung cấp cho khối phân hữu cơ có thể thực hiện bằng cách:

- Đảo trộn;
- Sử dụng ống thông khí;

- Đổ chất thải từ tầng lưu chứa trên cao xuống thấp;
- Thổi khí.

Quá trình đảo trộn cung cấp khí không đủ theo cân bằng tỷ lệ. Điều kiện hiếu khí chỉ thỏa mãn đối với lớp trên cùng, các lớp bên trong hoạt động trong môi trường tùy tiện hoặc kỵ khí. Do đó, tốc độ phân hủy giảm và thời gian cần thiết để quá trình ủ phân hoàn tất bị kéo dài.

Cấp khí bằng phương pháp thổi khí đạt hiệu quả phân hủy cao nhất. Tuy nhiên, lưu lượng khí phải được khống chế thích hợp. Nếu cấp quá nhiều khí sẽ dẫn đến chi phí cao và gây mất nhiệt của khối phân, kéo theo sản phẩm không đảm bảo an toàn vì có thể chứa vi sinh vật gây bệnh. Khi pH của môi trường trong khối phân lớn hơn 7, cùng với quá trình thổi khí sẽ làm thất thoát nitơ dưới dạng NH_3 . Trái lại, nếu thổi khí quá ít, môi trường bên trong khối phân trở thành kỵ khí. Vận tốc thổi khí cho quá trình ủ phân thường trong khoảng $5 \div 10 \text{ m}^3$ khí/tấn nguyên liệu/h.

b) Các yếu tố hóa sinh

- Tỷ lệ C/N

Có rất nhiều nguyên tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy do vi sinh vật, trong đó cacbon và nitơ là cần thiết nhất, tỷ lệ C/N là thông số dinh dưỡng quan trọng nhất; quan trọng kế tiếp là nguyên tố photpho (P); lưu huỳnh (S), canxi (Ca). Các nguyên tố vi lượng khác cũng đóng vai trò quan trọng trong trao đổi chất của tế bào.

Khoảng $20\% \div 40\% \text{C}$ của chất thải hữu cơ (trong chất thải nạp liệu) cần thiết cho quá trình đồng hóa thành tế bào mới, phần còn lại chuyển hóa thành CO_2 . Cacbon cung cấp năng lượng và sinh khối cơ bản để tạo ra khoảng 50% khối lượng tế bào vi sinh vật. Nitơ là thành phần chủ yếu của protein, axit nucleic, axit amin, enzym, co-enzym cần thiết cho sự phát triển và hoạt động của tế bào.

Tỷ lệ C/N tối ưu cho quá trình ủ phân rác khoảng 30 : 1. Ở mức tỷ lệ thấp hơn, nitơ sẽ thừa và sinh ra khí NH_3 , gây ra mùi khai. Ở mức tỷ lệ cao hơn, hạn chế sự phát triển của vi sinh vật do thiếu N. Chúng phải trải qua nhiều chu kỳ chuyển hóa, oxy hóa phần cacbon dư cho đến khi đạt tỷ lệ C/N thích hợp. Do đó, thời gian cần thiết cho quá trình làm phân bị kéo dài hơn và sản phẩm thu được chứa ít mùn hơn. Theo nghiên cứu cho thấy, nếu tỷ lệ C/N ban đầu là 20, thời gian cần thiết cho quá trình làm phân là 12 ngày, nếu tỷ lệ này dao động trong khoảng $20 \div 50$, thời gian cần thiết là 14 ngày và nếu tỷ lệ C/N = 78, thời gian cần thiết sẽ là 21 ngày. Mặc dù vậy, tỷ lệ này cũng có thể được hiệu chỉnh theo giá trị sinh học của vật liệu ủ, trong đó quan trọng nhất là cần quan tâm tới các vật liệu ủ có hàm lượng lignin cao.

Trừ phân ngựa và lá khoai tây, tỷ lệ C/N của tất cả các chất thải khác nhau đều phải được điều chỉnh để đạt giá trị tối ưu trước khi tiến hành làm phân. Tỷ lệ C/N của các chất thải khác nhau được trình bày trong bảng 7.11.

Bảng 7.11. Tỷ lệ C/N của chất thải (tính theo chất khô)

STT	Chất thải	N (% khối lượng khô)	Tỷ lệ C/N
1	Phân bắc	5,5 ÷ 6,5	6 ÷ 10
2	Nước tiểu	15 ÷ 18	0,8
3	Máu	10 ÷ 14	3,0
4	Phân động vật	-	4,1
5	Phân bò	1,7	18
6	Phân gia cầm	6,3	15
7	Phân cừu	3,75	22
8	Phân heo	3,75	20
9	Phân ngựa	2,3	25
10	Bùn cống thải khô	4 ÷ 7	11
11	Bùn hoạt tính đã phân hủy	1,88	15,7
12	Bùn cống đã phân hủy	2,4	-
13	Bùn hoạt tính thô	5,6	6,3
14	Cỏ cắt xén	3 ÷ 6	12 ÷ 15
15	Chất thải rau quả	2,5 ÷ 4	11 ÷ 12
16	Cỏ hỗn hợp	2,4	19
17	Lá khoai tây	1,5	25
18	Trấu lúa mì	0,3 ÷ 0,5	128 ÷ 150
19	Trấu yến mạch	1,05	48
20	Gỗ nghiền	0,13	170
21	Mạt cưa	0,1	200 ÷ 500
22	Gỗ thông	0,07	723
23	Trái cây thải	1,52	34,8
24	Chất thải giết mổ hỗn hợp	7 ÷ 10	2
25	Giấy hỗn hợp	0,25	173
26	Giấy báo	0,05	983
27	Giấy nâu (gói hàng)	0,01	4490
28	Tap chí	0,07	470
29	Tài liệu	0,17	223
30	Cỏ xén	2,15	20,1
31	Lá cây (tươi)	0,5 ÷ 1,0	40 ÷ 80
32	Sinh khối thực vật	1,96	20,9 ÷ 24

Nguồn: Chongrak, 1996, Tchobanoglous và cộng sự, 1993

Khi bắt đầu quá trình ủ phân rác, tỷ lệ C/N là 30 : 1 và giảm dần còn 15 : 1 ở các sản phẩm cuối cùng do 2/3 cacbon được giải phóng tạo ra CO₂, khi các hợp chất hữu cơ bị phân hủy bởi các vi sinh vật.

Trong thực tế, việc tính toán và hiệu chỉnh chính xác tỷ lệ C/N tối ưu gặp phải khó khăn vì những lý do sau:

- Một phần các cơ chất như xenlulo và lignin khó bị phân hủy sinh học, chỉ bị phân hủy sau một khoảng thời gian dài.
- Một số chất dinh dưỡng cần thiết cho vi sinh vật không sẵn có.
- Quá trình cố định N có thể xảy ra dưới tác dụng của nhóm vi khuẩn azotobacter, đặc biệt khi có đủ PO₄³⁻.
- Phân tích hàm lượng C khó đạt kết quả chính xác.

Hàm lượng cacbon có thể xác định theo phương trình sau:

$$\%C = \frac{100 - \%tro}{1,8} \quad (7.17)$$

% tro trong phương trình này là lượng vật liệu còn lại sau khi nung ở nhiệt độ 550°C trong 1 giờ. Do đó, một số chất thải có thành phần chủ yếu là nhựa (thành phần bị phân hủy ở 550°C) sẽ có giá trị %C cao, nhưng đa phần không có khả năng phân hủy sinh học

Ví dụ 7.5: Lá cây có tỷ lệ C/N = 50, được trộn với bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải, có tỷ lệ C/N = 6,3. Xác định tỷ lệ của mỗi thành phần để đạt được tỷ lệ C/N của hỗn hợp là 25. Biết:

- a) Độ ẩm của bùn là 75%
- b) Độ ẩm của lá cây là 50%
- c) Hàm lượng Nitơ của bùn là 5,6% tính theo chất khô
- d) Hàm lượng Nitơ của lá cây là 0,7% tính theo chất khô.

Giải:

1) Tỷ lệ các thành phần trong lá cây và bùn

a) Đối với 1kg lá cây:

$$\text{Nước: } 1\text{kg} \times 0,5 = 0,5 \text{ kg}$$

$$\text{Chất khô: } 1\text{kg} \times 0,5 = 0,5 \text{ kg}$$

$$N_l: 0,5\text{kg} \times 0,007 = 0,0035 \text{ kg}$$

$$C_l: 0,0035\text{kg} \times 50 = 0,175 \text{ kg}$$

b) Đối với 1kg bùn:

$$\text{Nước: } 1\text{kg} \times 0,75 = 0,75 \text{ kg}$$

$$\text{Chất khô: } 1\text{kg} \times 0,25 = 0,25 \text{ kg}$$

$$N_b: 0,25\text{kg} \times 0,056 = 0,014 \text{ kg}$$

$$C_b: 0,014\text{kg} \times 6,3 = 0,0882 \text{ kg}$$

2) Tính tỷ lệ bùn trên lá cây để thu hỗn hợp có C/N = 25

Theo điều kiện của đầu bài, viết phương trình tính tỷ lệ C/N:

$$\frac{C}{N} = 25 = \frac{C_1 \cdot X_1 + C_b \cdot X_2}{N_1 \cdot X_1 + N_b \cdot X_2}$$

với: X_1 - khối lượng lá cây; X_2 - khối lượng bùn.

Cho $X_1 = 1$ kg lá cây, giải phương trình ta có:

$$X_2 = \frac{C_1 - 25N_1}{25N_b - C_b} = 0,334 \text{ kg bùn}$$

Như vậy, tỷ lệ phối trộn là: 0,334 kg bùn/ 1kg lá cây

3) Độ ẩm của hỗn hợp (0,334kg bùn/ 1kg lá cây) là:

$$\frac{0,334 \times 0,75 + 1 \times 0,5}{0,334 + 1} = 56,26\%$$

- Oxy

Oxy cũng là một trong những thành phần cần thiết cho quá trình ủ phân rác. Khi vi sinh vật oxy hóa cacbon tạo năng lượng, oxy sẽ được sử dụng và khí CO_2 được sinh ra. Khi không có đủ oxy thì sẽ trở thành quá trình yếm khí và tạo ra mùi hôi như mùi trứng gà thối của khí H_2S .

Các vi sinh vật hiếu khí có thể sống được ở nồng độ oxy bằng 5%. Nồng độ oxy lớn hơn 10% được coi là tối ưu cho quá trình ủ phân rác hiếu khí.

Tổng lượng khí cần cung cấp và do lưu lượng dòng khí là các thông số thiết kế quan trọng đối với hệ thống ủ trong thùng kín. Nhu cầu oxy thay đổi theo tiến trình ủ gián đoạn, do đó cần xác định nhu cầu oxy tối đa để chọn máy thổi khí và thiết kế hệ thống ống phân phối khí phù hợp.

Ví dụ 7.6: Xác định năng suất máy thổi khí cần cung cấp cho quá trình ủ Compost hiếu khí, biết rằng phần chất hữu cơ đem ủ có công thức phân tử là $C_{60}H_{94}O_{38}N$. Cho các dữ liệu sau:

- Độ ẩm của CTR hữu cơ: 25%
- Chất rắn bay hơi VS = $0,93 \times TS$
- Chất rắn bay hơi dễ phân hủy sinh học, BVS = $0,6 \times VS$
- Hiệu suất chuyển hóa của BVS là 95%
- Thời gian ủ Compost là 5 ngày.
- Nhu cầu oxy trong 5 ngày ủ lần lượt là 20, 35, 25, 15, 5%
- Amoni sinh ra trong suốt quá trình phân hủy hiếu khí của chất thải bị mất vào khí quyển.
- Không khí chứa 23% oxy (theo khối lượng) và khối lượng riêng của không khí bằng $1,2 \text{ kg/m}^3$
- Hiệu suất sử dụng oxy : 50%.

Giải:

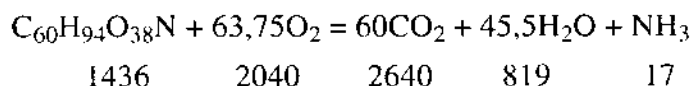
1) Khối lượng BVS có trong 1 tấn CTR hữu cơ:

$$1 \text{ tấn} \times 0,75 \times 0,93 \times 0,6 = 0,4185 \text{ tấn}$$

2) Lượng BVS phân hủy có trong 1 tấn CTR hữu cơ:

$$0,4185 \text{ tấn} \times 0,95 = 0,3976 \text{ tấn}$$

3) Phương trình phản ứng phân hủy hiếu khí:



4) Lượng oxy cần thiết để phân hủy 1 tấn CTR hữu cơ là:

$$2040 \times 0,3976 \cdot 10^3 / 1436 = 564,84 \text{ kg oxy}$$

5) Lượng không khí cần thiết để phân hủy 1 tấn CTR hữu cơ là:

$$564,84 / 1,2 / 0,23 = 2046,5 \text{ m}^3 \text{ không khí}$$

6) Năng suất máy thổi khí (m³/phút) cần chọn là:

$$\frac{2046,5 \times 0,35 \times 2}{24 \times 60} = 0,995 \text{ m}^3/\text{phút} = 1 \text{ m}^3/\text{phút}$$

- Dinh dưỡng

Ngoài một số nguyên tố đa lượng, quá trình chuyển hóa các chất hữu cơ nhờ hoạt động của vi sinh vật cũng cần một số nguyên tố vi lượng khác như P, K, Ca, Fe, Bo, Cu... Thông thường, các chất dinh dưỡng này không có giới hạn bởi chúng hiện diện nhiều trong các vật liệu làm nguyên liệu cho quá trình ủ phân rác.

- pH

Giá trị pH trong khoảng 5,5-8,5 là tối ưu cho các vi sinh vật trong quá trình ủ phân rác. Các vi sinh vật, nấm, tiêu thụ các hợp chất hữu cơ và thải ra các axit hữu cơ. Trong giai đoạn đầu của quá trình ủ phân rác, các axit này bị tích tụ và kết quả làm giảm pH, kìm hãm sự phát triển của nấm và vi sinh vật, kìm hãm sự phân hủy lignin và xenlulo. Các axit hữu cơ sẽ tiếp tục bị phân hủy trong quá trình ủ phân rác. Nếu hệ thống trở nên yếm khí, việc tích tụ các axit có thể làm pH giảm xuống đến 4,5 và gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động của vi sinh vật.

- Vi sinh vật

Chế biến phân hữu cơ là một quá trình phức tạp bao gồm nhiều loại vi sinh vật khác nhau. Vi sinh vật trong quá trình chế biến phân hữu cơ bao gồm: actinomycetes và vi khuẩn. Những loại vi sinh vật này có sẵn trong chất hữu cơ, có thể bổ sung thêm vi sinh vật từ các nguồn khác để giúp quá trình phân hủy xảy ra nhanh và hiệu quả hơn.

- Chất hữu cơ

Vận tốc phân hủy dao động tùy theo thành phần, kích thước, tính chất của chất hữu cơ. Chất hữu cơ hòa tan thì dễ phân hủy hơn chất hữu cơ không hòa tan. Lignin và ligno-cellulosics là những chất phân hủy rất chậm.

Bảng 7.12. Các thông số quan trọng trong quá trình làm phân hữu cơ hiệu khí

Thông số	Giá trị
1. Kích thước	Quá trình ủ đạt hiệu quả tối ưu khi kích thước CTR khoảng $25 \div 75\text{mm}$
2. Tỷ lệ C/N	Tỷ lệ C:N tối ưu dao động trong khoảng $25 \div 50$ Ở tỷ lệ thấp hơn, dư NH_3 , hoạt tính sinh học giảm Ở tỷ lệ cao hơn, chất dinh dưỡng bị hạn chế.
3. Pha trộn	Thời gian ủ ngắn hơn
4. Độ ẩm	Nên kiểm soát trong phạm vi $50 \div 60\%$ trong suốt quá trình ủ. Tối ưu là 55%
5. Đảo trộn	Nhằm ngăn ngừa hiện tượng khô, đóng bánh và sự tạo thành các rãnh khí, trong quá trình làm phân hữu cơ, CTR phải được xáo trộn định kỳ. Tần suất đảo trộn phụ thuộc vào quá trình thực hiện
6. Nhiệt độ	Nhiệt độ phải được duy trì trong khoảng $50 \div 55^\circ\text{C}$ đối với một vài ngày đầu và $55 \div 60^\circ\text{C}$ trong những ngày sau đó. Trên 66°C , hoạt tính vi sinh vật giảm đáng kể.
7. Kiểm soát mầm bệnh	Nhiệt độ $60 \div 70^\circ\text{C}$, các mầm bệnh đều bị tiêu diệt
8. Nhu cầu về không khí	Lượng oxy cần thiết được tính toán dựa trên cân bằng tỷ lượng. Không khí chứa oxy cần thiết phải được tiếp xúc đều với tất cả các phần của CTR làm phân
9. pH	Tối ưu: $7 \div 7,5$. Để hạn chế sự bay hơi Nitơ dưới dạng NH_3 , pH không được vượt quá 8,5
10. Mức độ phân hủy	Đánh giá qua sự giảm nhiệt độ vào thời gian cuối
11. Diện tích đất yêu cầu	Công suất 50 tấn /ngày cần khoảng $0,6 \div 0,8$ hecta đất

Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993

3. Chất lượng phân hữu cơ

Chất lượng phân hữu cơ được đánh giá dựa trên bốn yếu tố sau:

- Mức độ lẫn tạp chất (thủy tinh, plastic, đá, kim loại nặng, chất thải hóa học, thuốc trừ sâu...)
- Nồng độ các chất dinh dưỡng (dinh dưỡng đa lượng N, P, K; dinh dưỡng trung lượng Ca, Mg, S; dinh dưỡng vi lượng Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Bo)
- Mật độ vi sinh vật gây bệnh (thấp đến mức không ảnh hưởng có hại đến cây trồng)
- Độ ổn định (độ chín) và hàm lượng chất hữu cơ (độ ổn định liên quan tới nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ oxy trong quá trình chế biến phân hữu cơ; độ ổn định thường tỷ lệ nghịch với hàm lượng chất hữu cơ, khi thời gian ủ phân kéo dài, độ ổn định của phân sẽ tăng, tức là hàm lượng hữu cơ trong phân giảm).

Bảng 7.13. Tiêu chuẩn ngành 10 TCVN 562 - 2002 cho phân hữu cơ vi sinh vật chế biến từ CTR sinh hoạt do Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn ban hành

Tên chỉ tiêu	Đơn vị tính	Mức
Hiệu quả đối với cây trồng		Tốt
Độ chín cần thiết		Tốt
Đường kính hạt không lớn hơn	mm	4 ÷ 5
Độ ẩm không lớn hơn	%	35
pH		6,0 ÷ 8,0
Mật độ vi sinh vật hữu hiệu (đã được tuyển chọn) không nhỏ hơn	CFU/g mẫu	10 ⁶
Hàm lượng cacbon tổng số không nhỏ hơn	%	13
Hàm lượng nitơ tổng số không nhỏ hơn	%	2,5
Hàm lượng lân hữu hiệu không nhỏ hơn	%	2,5
Hàm lượng kali hữu hiệu không nhỏ hơn	%	1,5
Mật độ salmonella trong 25g mẫu	CFU	0
Hàm lượng chì (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	250
Hàm lượng cadimi (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	2,5
Hàm lượng crom (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	200
Hàm lượng đồng (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	200
Hàm lượng niken (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	100
Hàm lượng kẽm (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	750
Hàm lượng thủy ngân (khối lượng khô) không lớn hơn	mg/kg	2
Thời gian bảo quản không ít hơn	Tháng	6

(Nguồn: Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2002)

7.5.3. Mục đích, lợi ích và hạn chế của quá trình chế biến phân hữu cơ

1. Mục đích và lợi ích của quá trình làm phân hữu cơ

- *Ổn định chất thải:* Các phản ứng sinh học xảy ra trong quá trình làm phân hữu cơ sẽ chuyển hóa chất hữu cơ dễ thối rữa sang dạng ổn định, chủ yếu là các chất vô cơ ít gây ô nhiễm môi trường khi thải ra đất và nước.

- *Làm mất hoạt tính của vi sinh vật gây bệnh:* Nhiệt độ của chất thải sinh ra từ quá trình phân hủy sinh học có thể đạt khoảng 60⁰C, đủ để làm mất hoạt tính của vi sinh vật gây bệnh, virus và trứng giun sán nếu như nhiệt độ này được duy trì ít nhất 1 ngày. Do đó, các sản phẩm của quá trình làm phân hữu cơ có thể thải bỏ an toàn trên đất hoặc sử dụng làm chất bổ sung dinh dưỡng cho đất.

- *Thu hồi dinh dưỡng và cải tạo đất:* Các chất dinh dưỡng (N, P, K) có trong chất thải thường ở dạng hữu cơ phức tạp, cây trồng khó hấp thụ. Sau quá trình làm phân hữu cơ, các chất này được chuyển hóa thành các chất vô cơ như NO₃⁻, PO₄³⁻ thích hợp cho cây trồng. Sử dụng sản phẩm của quá trình chế biến phân từ CTR hữu cơ bổ

sung dinh dưỡng cho đất, có khả năng làm giảm sự thất thoát dinh dưỡng do rò rỉ vì các chất dinh dưỡng vô cơ tồn tại chủ yếu dưới dạng không tan. Thêm vào đó, lớp đất trồng cũng được cải tiến nên giúp rễ cây phát triển tốt hơn.

- *Làm khô bùn*: Phân người, phân động vật và bùn chứa khoảng $80 \div 95\%$ nước, do đó chi phí thu gom, vận chuyển và thải bỏ cao. Làm khô bùn trong quá trình ủ phân là phương pháp lợi dụng nhiệt của chất thải sinh ra từ quá trình phân hủy sinh học làm bay hơi nước chứa trong bùn.

- *Tăng khả năng kháng bệnh cho cây trồng*: Với hàm lượng dinh dưỡng cao, dễ hấp thụ và chủng loại vi sinh vật đa dạng, phân hữu cơ không những làm tăng năng suất cây trồng mà còn giảm thiểu bệnh trên cây trồng. Đối với các loại phân hóa học khác cây trồng chỉ hấp thụ được một phần chất dinh dưỡng nhưng đối với phân hữu cơ cây trồng có khả năng hấp thụ hầu hết các chất dinh dưỡng, đồng thời cây trồng phát triển tốt và có khả năng kháng bệnh cao. Ứng dụng phân hữu cơ trồng cây sầu riêng do Trung tâm nghiên cứu cây ăn quả miền Đông Nam Bộ thực hiện cho thấy chỉ số bệnh Phytophthora trên cây sầu riêng giảm đáng kể sau $2 \div 3$ năm bón phân hữu cơ là một ví dụ điển hình.

2. Những hạn chế của quá trình làm phân hữu cơ

- Hàm lượng chất dinh dưỡng trong phân hữu cơ không thỏa mãn yêu cầu
- Do đặc tính của chất hữu cơ có thể thay đổi rất nhiều theo thời gian, khí hậu và phương pháp thực hiện, nên tính chất của sản phẩm cũng khác nhau. Bản chất vật liệu làm phân thường làm cho sự phân bố nhiệt độ trong đống phân không đồng đều. Do đó, khả năng làm mất hoạt tính của vi sinh vật gây bệnh trong phân cũng không hoàn toàn.
- Quá trình làm phân hữu cơ thường tạo mùi hôi, gây mất mỹ quan...
- Hầu hết các nhà nông vẫn thích sử dụng phân hóa học vì không quá đắt tiền, dễ sử dụng và tăng năng suất cây trồng một cách rõ ràng.

7.5.4. Các phương pháp chế biến phân

1. Phương pháp ủ phân theo luống dài (đánh luống cấp khí tự nhiên)

Dạng đánh luống cấp khí tự nhiên là quá trình ủ phân trong đó CTR được sắp xếp theo các luống dài, hẹp và được đảo trộn theo một chu kỳ nhất định nhằm cấp khí cho luống ủ.

Các luống ủ có chiều cao thay đổi từ 1m (đối với nguyên liệu có mật độ dày như phân) đến 3,5m (đối với nguyên liệu nhẹ như lá cây). Chiều rộng luống ủ thay đổi từ 1,5 ÷ 6m.

Không khí (oxy) được cung cấp tới hệ thống bằng các con đường tự nhiên như: khuếch tán, gió, đối lưu nhiệt... Các luống phân thường xuyên được xáo trộn theo định kỳ nhằm trộn đều CTR trong luống phân, trộn đều độ ẩm và hỗ trợ cho thổi khí thụ động. Việc xáo trộn được thực hiện bằng xe xúc hoặc bằng xe xáo trộn chuyên dụng. Các thiết bị sử dụng được xác định theo hình dạng thực tế của luống ủ.

Tốc độ làm thoáng khí phụ thuộc độ xốp của đồng ủ. Luống ủ với các nguyên liệu nhẹ như lá cây có tốc độ thoáng khí lớn hơn tốc độ thoáng khí của luống ủ với nguyên liệu phân. Nếu luống ủ quá lớn, các vùng kỵ khí có thể xuất hiện ở khu vực trung tâm, điều này sẽ tạo ra mùi khi luống ủ được đảo trộn. Ngược lại, các luống ủ nhỏ sẽ mất nhiệt quá nhanh và không thể đạt được nhiệt độ đủ lớn để diệt vi sinh vật gây bệnh và bay hơi ẩm.

Đảo trộn sẽ làm cho nguyên liệu ủ được trộn đều, tạo lại độ xốp của đồng ủ, loại trừ các khoảng trống tạo ra bởi sự phân hủy và sa lắng. Đảo trộn sẽ làm xáo trộn các vật liệu bên trong và bên ngoài đồng ủ. Điều này sẽ làm cho tất cả các vật liệu được tiếp xúc với không khí phía bên ngoài và nhiệt độ cao phía bên trong của đồng ủ. Bằng cách này, tất cả các vật liệu sẽ được phân hủy với tốc độ như nhau và các vi sinh vật gây bệnh, ấu trùng của côn trùng có cánh sẽ bị diệt. Thêm vào đó, đảo trộn sẽ xé nhỏ các phần tử rác để gia tăng diện tích bề mặt và các vật liệu được trộn lẫn nhau.

Ưu điểm:

- Do xáo trộn thường xuyên nên chất lượng phân hữu cơ đồng đều.
- Vốn đầu tư và chi phí vận hành thấp vì không cần hệ thống cung cấp oxy cưỡng bức.
- Kỹ thuật đơn giản.

Nhược điểm:

- Cần nhiều nhân công.
- Thời gian ủ dài (3 ÷ 6) tháng.
- Do sử dụng thổi khí thụ động nên khó quản lý, đặc biệt là khó kiểm soát nhiệt độ và mầm bệnh.
- Xáo trộn luống ủ thường gây thất thoát nitơ và gây mùi.
- Quá trình ủ bị phụ thuộc vào thời tiết, ví dụ như mưa có thể gây ảnh hưởng bất lợi cho quá trình ủ.
- Phương pháp thổi khí thụ động cần một lượng lớn vật liệu tạo cấu trúc và loại vật liệu tạo cấu trúc phù hợp với phương pháp này thì khó tìm hơn so với các phương pháp khác.
- Diện tích đất cần thiết lớn.

2. Phương pháp ủ phân theo luống dài hoặc đồng với thổi khí cưỡng bức

Trong phương pháp này, vật liệu ủ được sắp xếp thành đồng hoặc luống dài. Không khí được cung cấp cho hệ thống bằng quạt thổi khí hoặc bơm nén khí qua hệ thống phân phối khí như ống phân phối khí hoặc sàn phân phối khí. Chiều cao luống hay đồng ủ khoảng 2 ÷ 2,5m.

Để kiểm soát quá trình phân hủy hiếu khí bên trong khối ủ, mỗi khối ủ thường được trang bị một máy thổi khí. Lượng không khí cung cấp phải đảm bảo đủ nhu cầu oxy cho quá trình chuyển đổi sinh học và nhằm kiểm soát nhiệt độ trong khối ủ.

Thời gian cần thiết cho quá trình ủ khoảng 3 ÷ 5 tuần. Phần mùn sau khi ủ được đem đi sàng tinh nhằm thu được sản phẩm phân chất lượng cao.

Trong một vài trường hợp, những vật liệu có kích thước lớn, độ ẩm thấp như mặt cửa, gỗ vụn được thêm vào để kiểm soát độ ẩm của khối ủ ở mức tối ưu.

Ưu điểm:

- Dễ kiểm soát khi vận hành hệ thống, đặc biệt là kiểm soát nhiệt độ và nồng độ oxy trong luống ủ.
- Giảm mùi hôi và mầm bệnh.
- Thời gian ủ ngắn (3 ÷ 6 tuần).
- Vì sử dụng thổi khí cưỡng bức nên luống phân có thể cao và rộng hơn so với thổi khí thụ động, do đó nhu cầu sử dụng đất thấp hơn, có thể vận hành ngoài trời hoặc có che phủ.

Nhược điểm:

- Hệ thống phân phối khí dễ bị tắc nghẽn, cần phải bảo trì thường xuyên.
- Chi phí bảo trì hệ thống và chi phí năng lượng cho thổi khí làm tăng tổng chi phí, nên chi phí cho hệ thống này cao hơn hệ thống thổi khí thụ động.

3. Phương pháp ủ trong container

Phương pháp ủ trong container là phương pháp ủ mà vật liệu ủ được chứa trong container hoặc thùng kín, túi đựng hay trong nhà. Thổi khí cưỡng bức thường được sử dụng cho phương pháp ủ này. Có nhiều phương pháp ủ trong container như ủ trong bể di chuyển theo phương ngang, ủ trong container thổi khí và ủ trong thùng quay.

Trong bể di chuyển theo phương ngang, CTR được ủ trong một hoặc nhiều ngăn phản ứng dài và hẹp, thổi khí cưỡng bức và xáo trộn định kỳ. Vật liệu ủ được di chuyển liên tục dọc theo chiều dài của ngăn phản ứng trong suốt quá trình ủ.

Trong container thổi khí, vật liệu được chứa trong các loại container khác nhau như thùng chứa CTR hay túi polyethylene... Thổi khí cưỡng bức được sử dụng cho phương pháp ủ dạng mẻ, không có sự rung hay xáo trộn trong container. Tuy nhiên, ở giữa quá trình ủ, vật liệu ủ có thể được lấy ra và xáo trộn bên ngoài, sau đó cho vào container lại.

Còn đối với loại thùng quay, vật liệu được ủ trong một thùng xoay chậm theo phương ngang kèm theo thổi khí cưỡng bức.

Ưu điểm:

- Ít nhạy cảm với điều kiện thời tiết.
- Khả năng kiểm soát quá trình ủ và kiểm soát mùi tốt hơn.
- Thời gian ủ ngắn hơn phương pháp ủ ngoài trời.
- Nhu cầu diện tích nhỏ hơn so với các phương pháp khác.
- Chất lượng phân tốt hơn.

Nhược điểm:

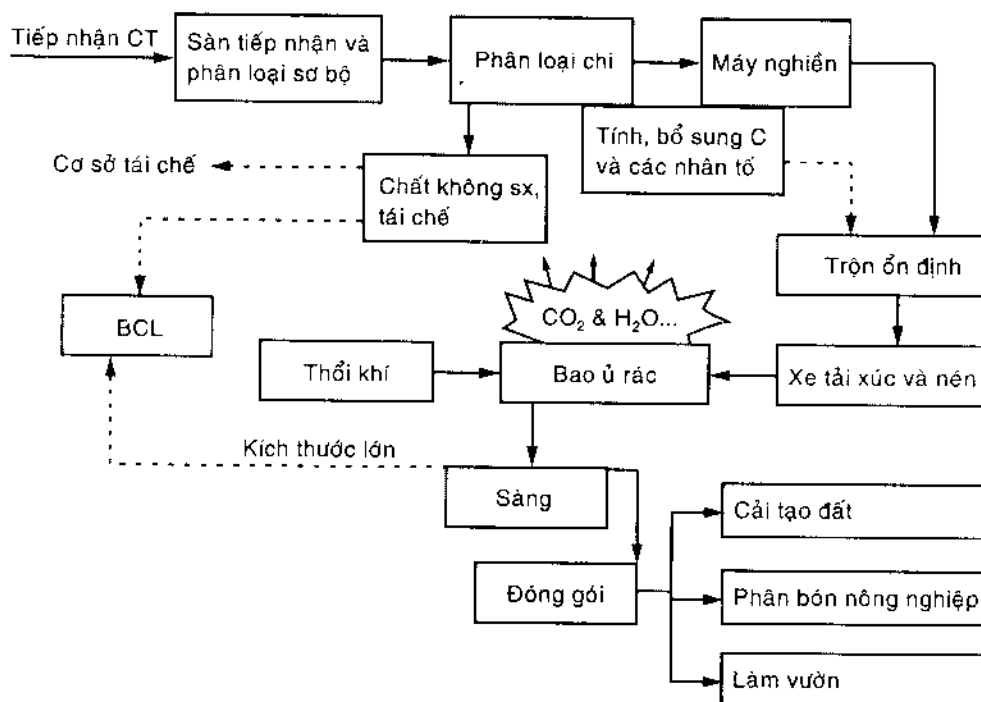
- Vốn đầu tư cao.
- Chi phí vận hành và bảo trì hệ thống cao.
- Thiết kế phức tạp và đòi hỏi trình độ cao.
- Công nhân vận hành đòi hỏi trình độ cao.

7.5.5. Một số công nghệ chế biến phân hữu cơ điển hình

1. Hệ thống Composting Lemna

Hệ thống làm phân hữu cơ Lemna là một công nghệ kỹ thuật kín được cấp bằng sáng chế độc quyền. Công nghệ Lemna sử dụng các túi lớn có hàm lượng polyethene thấp để chứa và bảo vệ CTR hữu cơ, nhằm mục đích đẩy nhanh quá trình phân hủy sinh học tự nhiên, để sản xuất ra phân bón hữu cơ chất lượng cao, khí sẽ được thổi vào trong các bao chứa liên tục. Với hệ thống Lemna, các khâu từ xử lý nguyên liệu đầu vào cho đến giai đoạn thành phẩm phân hữu cơ và các sản phẩm phụ khác có thể bán được luôn có sự kiểm soát chặt chẽ, đảm bảo độ tin cậy từ giai đoạn thiết kế quy trình đến chất lượng thiết bị.

Quy trình công nghệ Lemna:



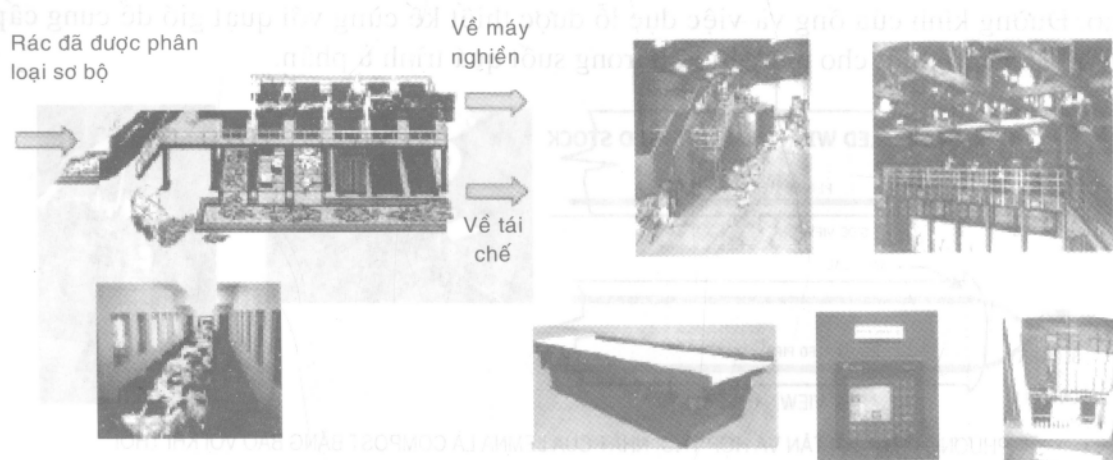
Hình 7.11. Quy trình công nghệ hệ thống compost Lemna

Sàn tiếp nhận và phân loại sơ bộ: Sàn tiếp nhận đóng vai trò như một trạm kiểm tra tất cả các xe chở rác vào nhà máy. Sau khi xem xét sơ qua về thành phần CTR, người quản lý sẽ quyết định cho xe được phép vào và đi tới bãi chứa rác. Tất cả các xe chở rác được phép vào sẽ được cân và ghi lại số liệu của từng chuyến. Khi ra khỏi khu vực bãi, mỗi xe được cân lại để biết trọng lượng ròng của từng chuyến rác đã đổ.

Trạm phân loại chi tiết: gồm có một bộ được nâng cao hỗ trợ cho băng tải nhất rác nằm ở vị trí trung tâm. Ở mỗi bên băng tải có đặt các trạm nhặt rác để công nhân loại ra các nguyên liệu trên băng tải. Tại mỗi trạm, một máng mở chạy thông xuống sàn bộ để chứa nguyên liệu phía dưới. Một vài công nhân đầu tiên sẽ mở và

đổ bao ra. Những công nhân tiếp theo trong cùng dây chuyền sẽ chọn ra các nguyên liệu có khả năng tái chế. Tại một trạm khác, các nguyên liệu bị loại sẽ được chuyển đến bãi chôn lấp. Trạm này cũng được trang bị hệ thống thông khí và kiểm soát mùi hôi để đảm bảo môi trường làm việc trong lành cho công nhân. Các mùi hôi phát sinh sẽ đi qua các bộ lọc hữu cơ để xử lý.

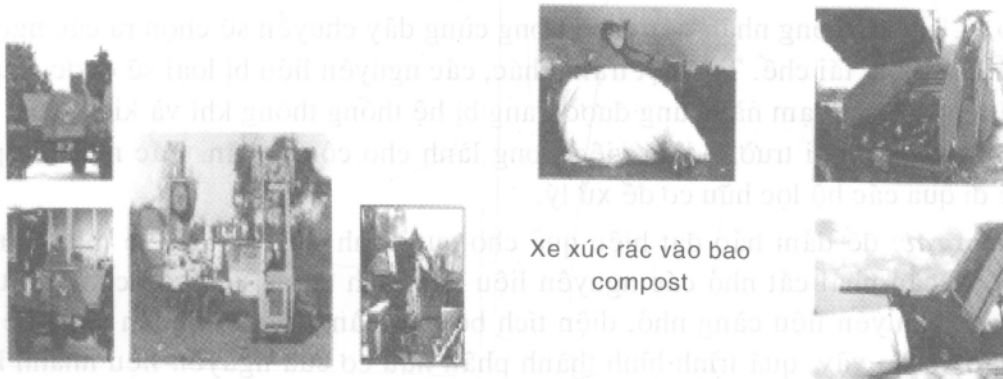
Nghiền rác: để đảm bảo đạt hiệu quả cho quá trình sản xuất cả về thời gian và sản phẩm, cần phải cắt nhỏ các nguyên liệu đến kích thước yêu cầu của quá trình phân hủy. Nguyên liệu càng nhỏ, diện tích bề mặt càng lớn, vi khuẩn càng dễ tấn công vào và do vậy, quá trình hình thành phân hữu cơ của nguyên liệu nhanh hơn, hiệu quả hơn. Sau khi qua sàn phân loại, tất cả nguyên liệu còn lại trên băng tải nhật rác sẽ đi thông qua lớp vách mở và được chuyển đến bàn máy để cắt. Máy cắt đưa các nguyên liệu đã được cắt nhỏ xuống sàn bê tông để lưu vào kho trước khi trộn.



Hình 7.12. Thiết bị và khu vực phân loại rác

Trộn: nhằm đảm bảo độ đồng nhất trong khối vật liệu ủ, sau khi ra khỏi khu vực phân loại, nguyên liệu được một băng chuyền lớn chuyển đến máy nghiền trộn. Ngoài ra, tại đây, các chỉ thông số lý - hóa - sinh cần thiết cho quá trình sản xuất trong dòng nguyên liệu cũng được tính toán và theo dõi để điều chỉnh kịp thời khi cần thiết. Trong một số trường hợp cần điều chỉnh một vài thông số về độ ẩm, tỷ lệ C/N,... các loại mùn cưa, tro,... sẽ được tính toán để bổ sung. Nguyên liệu sau khi ra khỏi máy nghiền trộn được chứa trong các thùng chứa lớn để chuẩn bị đưa vào bao.

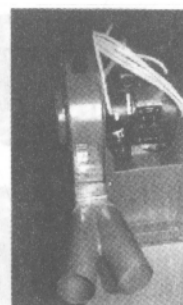
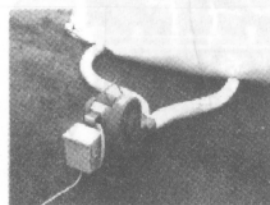
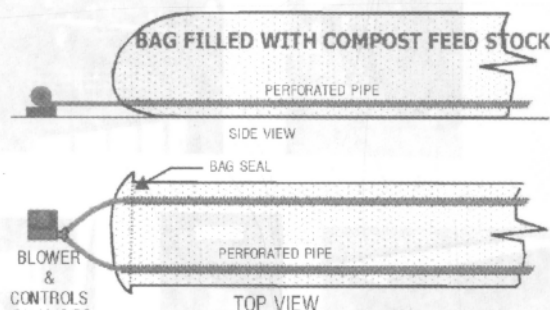
Đưa nguyên liệu vào bao: với sự hỗ trợ của các xe tải hay xe xúc rác, nguyên liệu đã được chuẩn bị sẵn được đưa vào một bàn đưa vật liệu, băng chuyền hay vào một cái phễu. Từ đây, nguyên liệu được đưa vào bộ phận nén trên máy vào bao. Áp lực nén có thể được kiểm soát bởi vì áp lực cần thiết phụ thuộc vào nguyên liệu và thiết bị. Sau khi qua máy nén, nguyên liệu kết lại thành một khối dày đặc hơn và chắc chắn hơn, nhưng đảm bảo đủ không gian cho không khí xâm nhập vào tất cả các phần của bao.



Xe xúc rác vào bao compost

Hình 7.13. Thiết bị nén và vào bao ủ compost

Lắp đặt hệ thống thông khí: Trong suốt quá trình đưa nguyên liệu vào bao, ống được đục lỗ và lắp đặt cùng với nguyên liệu chạy dọc theo toàn bộ chiều dài của bao. Đường kính của ống và việc đục lỗ được thiết kế cùng với quạt gió để cung cấp không khí cần thiết cho nguyên liệu trong suốt quá trình ủ phân.



PHƯƠNG PHÁP TỐI TÂN VÀ HỢP THỜI NHẤT CỦA LEMNA LÀ COMPOST BẰNG BAO VỚI KHÍ THỞ

Giải pháp này rất hợp thích với điều kiện môi trường và xử lý tại Việt Nam



Công nghệ lemna có bằng sáng chế quốc tế



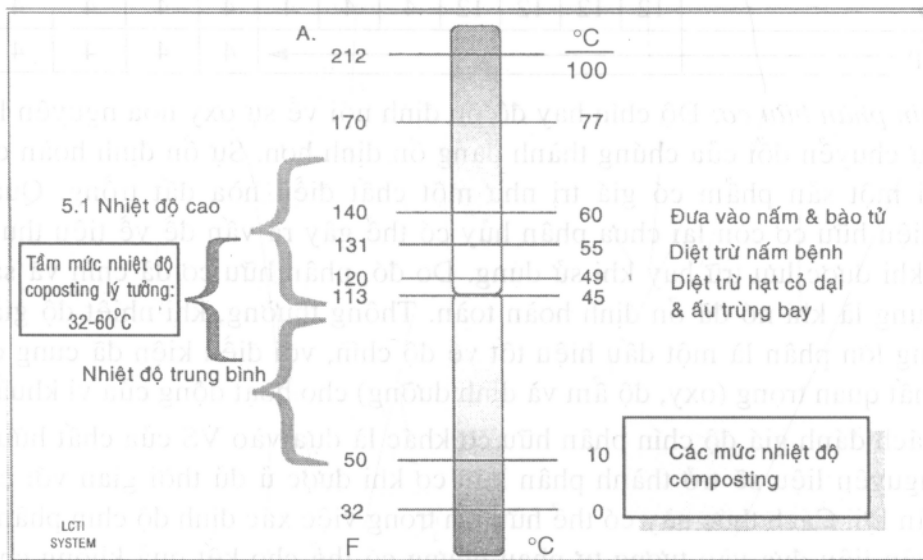
LEMNA INTERNATIONAL

Hình 7.14. Thiết bị cung cấp khí cho bao ủ của Lemna

Lắp đặt bộ phận kiểm soát: Bộ phận kiểm soát được thiết lập theo chu kỳ quạt gió, hoạt động và ngưng hoạt động từng đợt suốt thời gian trong ngày, để nguyên liệu trong bao nhận được lượng không khí cần thiết. Khi nguyên liệu được đặt vào bao lần đầu tiên, mức oxy được cấp đủ để xúc tiến quá trình phát triển vi khuẩn hiếu khí trong một thời gian ngắn. Khi lượng cung cấp oxy ban đầu được sử dụng hết, quạt gió sẽ hoạt động để đưa một lượng oxy mới vào nguyên liệu. Trong hệ thống Composting Lemna, sự phát triển vi khuẩn và nhiệt độ được kiểm soát bằng cách

hạn chế lượng oxy cung cấp. Do đó, nếu nhiệt độ bắt đầu tăng quá nhanh, người vận hành sẽ chuyển sang lựa chọn chương trình ít thời gian thông khí hơn. Mục tiêu là nhằm giữ nhiệt độ ở mức $32,2 \div 60^\circ\text{C}$. Nhiệt độ bên ngoài ngưỡng giới hạn này có thể xảy ra nhưng không gây ra tác hại gì. Việc trộn và phân phối không khí không đều có thể làm cho nhiệt độ thay đổi từ phần này sang phần khác của bao. Khi điều này xảy ra, một phần nguyên liệu có thể đạt đến độ chín nhanh hơn so với các phần khác.

Lượng không khí, cacbon dioxyt và hơi ẩm dư thừa được thoát ra thông qua các lỗ mở dọc theo chiều dài của bao. Đây là dòng khí không độc hại có thể thải vào khí quyển mà không gây ra bất kỳ nguy hại hay các ảnh hưởng nào đến sức khỏe của công nhân, dân cư lân cận và hệ động thực vật lân cận. Tất cả vi khuẩn trong phân hữu cơ xuất hiện tự nhiên và trong quá trình phân hủy thành phân hữu cơ, chúng sử dụng khí oxy được cung cấp. Không có tác nhân gây bệnh hay vi khuẩn bị thải vào không khí. Các tác nhân gây bệnh bị phân hủy trong quá trình làm phân và các vi khuẩn có ích vẫn còn lại trong nguyên liệu và dần dần chuyển hóa nguyên liệu thành phân hữu cơ. Nếu cần thoát khí ra thêm, các lỗ mở bổ sung có thể được tạo thêm bằng dao. Khi lỗ mở không còn cần thiết nữa, nó có thể được niêm phong bằng băng keo.



Hình 7.15. Các mức nhiệt độ của quá trình compost Lemna

Khi phân hữu cơ đạt đến độ chín như mong muốn, độ ẩm có thể được kiểm tra, hoặc bằng máy lấy mẫu trung tâm hoặc bằng cách chế tạo một lỗ mở kiểm tra đủ rộng để có thể đi sâu vào mọi nơi trong khối nguyên liệu. Thông thường, độ ẩm khoảng 35% là lý tưởng để sàng lọc. Nếu phân quá ẩm, bộ phận kiểm soát quạt gió sẽ hoạt động để thổi lượng không khí càng nhiều càng tốt nhằm đạt đến độ khô ráo như mong muốn. Việc này có thể mất vài tuần, phụ thuộc vào công suất quạt gió và độ ẩm của phân sau ủ. Khi phân được làm khô đến mức cần thiết, quạt gió sẽ được tắt đi và mang đi chỗ khác.

Thiết lập chế độ hoạt động cho quạt gió và hướng dẫn về thông khí: Chế độ hoạt động của quạt gió và bằng thông khí sau đây chỉ nên sử dụng như một tham khảo. Chế độ hoạt động của quạt gió trên thực tế phụ thuộc vào diễn biến nhiệt độ. Các mức nhiệt độ thông thường có thể được duy trì bằng cách gia tăng thời gian hoạt động của quạt gió. Khi nhiệt độ tiếp tục giảm, nguyên liệu đang tiến tới giai đoạn hoàn tất và quá trình làm khô có thể được bắt đầu để chuẩn bị sàng lọc. Một số nguyên liệu có lượng cacbon cao sẽ duy trì tốt nhiệt độ cao. Trong trường hợp này, chế độ hoạt động quạt gió không nên điều chỉnh cho đến khi nhiệt độ giảm xuống. Do nhiệt độ của Việt Nam cao hơn nên theo dự đoán, chu trình làm phân hữu cơ sẽ được rút ngắn xuống còn từ 6 đến 8 tuần chứ không phải từ 10 đến 12 tuần. Nhiệt độ của phân sẽ được kiểm tra cẩn thận và theo đó các thông số của quạt gió được điều chỉnh cho phù hợp.

Bảng 7.14. Hướng dẫn thiết lập chế độ hoạt động cho quạt gió

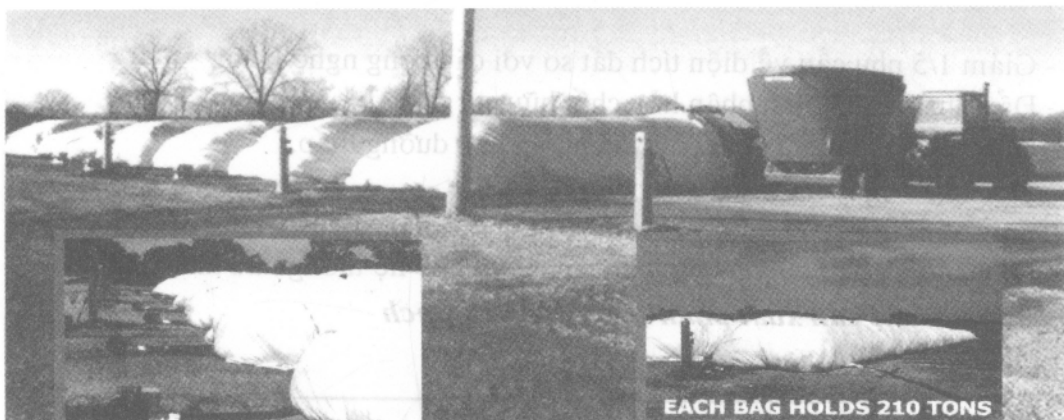
	Phương cách duy trì nhiệt độ								Phương cách làm khô			
Tuần →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11*	12**
Mở máy thổi khí (số phút)	1	1	1	1	2	2	3	4	Mở	Mở		
Tắt máy thổi khí (số phút)	8	4	4	4	4	4	4	4				
Vị trí cao	12	12	12	12	4	4	4	4	4	4	4	4
Vị trí thấp →									4	4	4	4

Độ chín phân hữu cơ: Độ chín hay độ ổn định nói về sự oxy hóa nguyên liệu hữu cơ hay sự chuyển đổi của chúng thành dạng ổn định hơn. Sự ổn định hoàn chỉnh sẽ mang lại một sản phẩm có giá trị như một chất điều hòa đất trồng. Quá nhiều nguyên liệu hữu cơ còn lại chưa phân hủy có thể gây ra vấn đề về tiêu thụ oxy và mùi hôi khi được lưu trữ hay khi sử dụng. Do đó, phân hữu cơ đã chín và sẵn sàng cho sử dụng là khi nó đã ổn định hoàn toàn. Thông thường, khi nhiệt độ giảm trên khối lượng lớn phân là một dấu hiệu tốt về độ chín, với điều kiện đã cung cấp đầy đủ các chất quan trọng (oxy, độ ẩm và dinh dưỡng) cho hoạt động của vi khuẩn.

Một cách đánh giá độ chín phân hữu cơ khác là dựa vào VS của chất hữu cơ còn lại hay nguyên liệu sẽ trở thành phân hữu cơ khi được ủ đủ thời gian với các điều kiện thuận lợi. Cách thức này có thể hữu ích trong việc xác định độ chín phân hữu cơ của nguyên liệu đưa vào tương tự nhau nhưng có thể cho kết quả không chính xác khi được sử dụng để so sánh các nguyên liệu không giống nhau.

Có rất nhiều chỉ thị được sử dụng để xác định độ chín của phân hữu cơ, chẳng hạn như tỷ lệ oxy được sử dụng cho hoạt động của vi khuẩn, hàm lượng cacbon, tỷ lệ C/N... nhưng trong hầu hết trường hợp, kinh nghiệm vận hành vẫn là sự phán đoán tốt nhất.

Phân hữu cơ sẽ được để trong bao cho đến khi nó đã chín và sẵn sàng để xử lý thêm. Độ ẩm có thể kiểm tra bằng việc lấy mẫu với một dụng cụ lấy mẫu hoặc bằng cách mở bao ra và kiểm tra nguyên liệu. Thông thường lớp bên ngoài gần bao ẩm hơn nguyên liệu gần ống thổi khí, phần nguyên liệu ở đáy bao thường ẩm hơn phần nguyên liệu còn lại.



Mỗi bao chứa 210 tấn

Hình 7.16. Công nghệ Compost Lemna với bao đựng trên 210 tấn và máy điều hành nhiệt độ, oxy

Đưa phân thành phẩm ra khỏi bao: Việc đưa phân hữu cơ thành phẩm ra khỏi bao thường được thực hiện bằng xe máy ủi sau khi bao được mở dọc theo phần dưới của mỗi bên và được cuộn lui về phía sau.

Nguyên liệu được lấy ra từ giữa và trên các ống thổi khí cho đến khi các ống hết sạch phân và được kéo vào khu vực sử dụng kế tiếp. Bao có thể được cắt thành các phần nhỏ hơn, được cuộn hay gấp lại để lưu trữ cho đến khi được xử lý với các chất dẻo mỏng khác.

Sàng lọc: Bất cứ nguyên liệu nào không thể làm phân hữu cơ được đều phải được loại bỏ ra bằng cách sàng lọc. Các nguyên liệu này bao gồm các mảnh plastic mỏng hay cứng, thủy tinh... Trong đa số trường hợp, phân hữu cơ nên đạt được độ ẩm từ $35 \div 40\%$ trước khi được sàng lọc. Các vật quá cỡ không thể làm phân hữu cơ được sẽ đem đi chôn lấp. Phương thức cắt nhỏ rác bằng thổi khí để tinh lọc thêm sản phẩm cuối cùng có thể được áp dụng nếu cần.

Nếu phân hữu cơ thành phẩm cần được dự trữ hoặc sau khi lấy ra khỏi bao ủ hoặc sau khi sàng, thì phân hữu cơ cần được đậy kín để tránh đông cục do quá ẩm ướt vì nước thấm từ bên ngoài. Phân hữu cơ rất nhạy cảm với độ ẩm nên trở nên khó xử lý nếu quá thừa độ ẩm thấm vào phân.

Nâng cao chất lượng phân hữu cơ: Việc phân tích thành phần phân hữu cơ thành phẩm sẽ cho biết cần bổ sung thêm các phụ gia nào để tạo ra phân phù hợp cho từng vụ mùa cụ thể và với các điều kiện đất đai đặc thù riêng.

Đóng gói: Sau khi được nâng cao chất lượng, đây là loại phân hữu cơ chuyên dùng được chế biến đặc biệt để phát triển từng vụ mùa cụ thể trong từng điều kiện đất đai cụ thể, phân hữu cơ sẽ được đóng gói trong các bao plastic trọng lượng $20 \div 25\text{kg}$, sẵn sàng để phân phối trên thị trường.

Hệ thống Composting Lemna có nhiều ưu điểm hơn các kỹ thuật sản xuất phân hữu cơ khác.

Những ưu điểm này bao gồm:

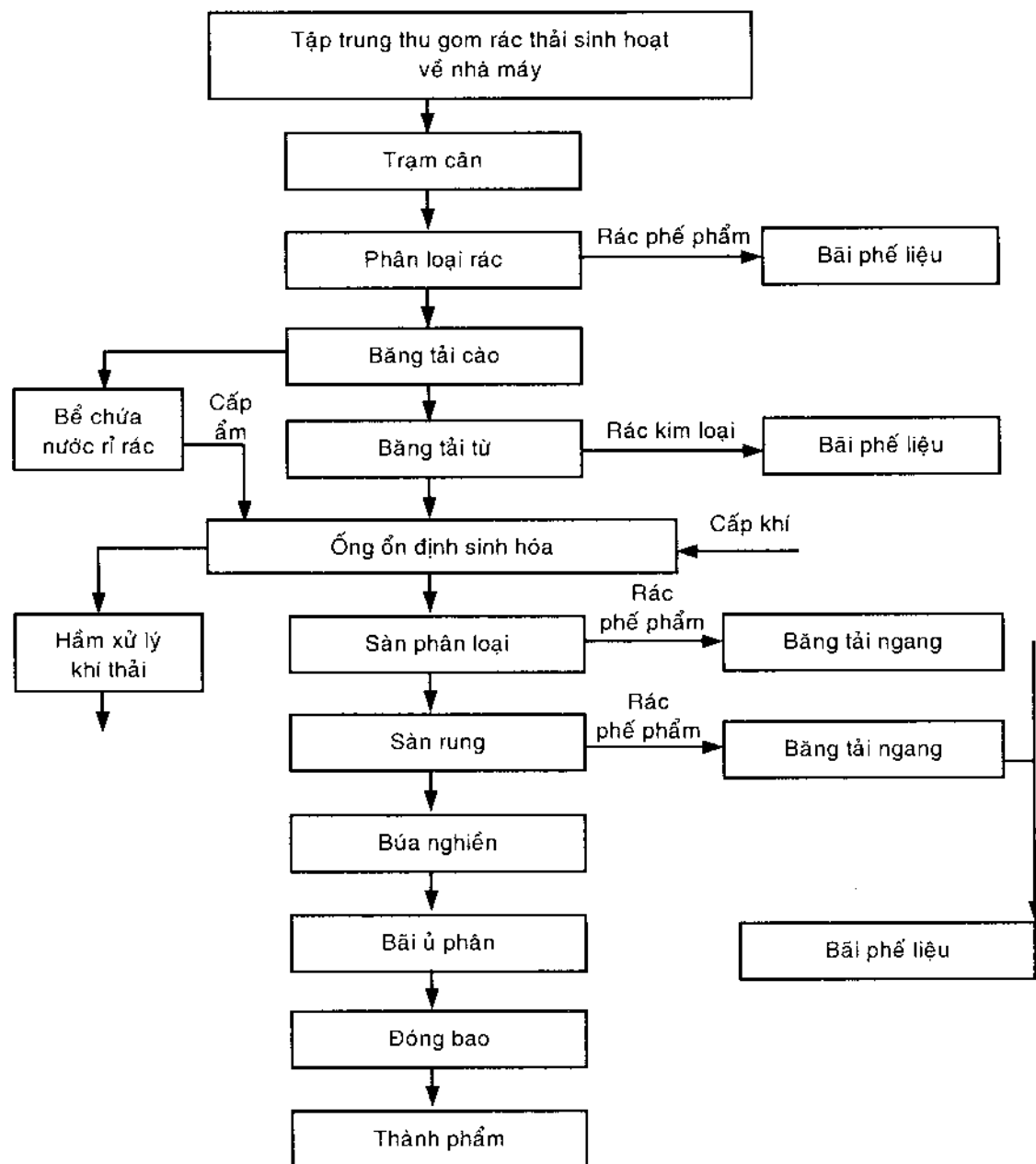
- Không có mùi hôi và ruồi muỗi.
- Ngăn chặn bụi và nước rò rỉ.

- Giảm 1/5 nhu cầu về diện tích đất so với các công nghệ khác.
- Đẩy nhanh quá trình phân hủy chất hữu cơ.
- Quá trình vận hành đơn giản và chi phí bảo dưỡng thấp.
- Không có nguy hiểm về hỏa hoạn.

Tất cả những đặc điểm trên giúp hệ thống Composting Lemna có vốn đầu tư, chi phí vận hành và bảo dưỡng thấp nhất so với bất kỳ hệ thống nào khác hiện có.

2. Công nghệ sản xuất phân DANO - Đan Mạch

Quy trình công nghệ:



Hình 7.17. Quy trình công nghệ của DANO

Mô tả quy trình công nghệ:

Rác được vận chuyển đến các nhà máy xử lý bằng xe chuyên dụng

Đầu tiên, xe chở rác qua trạm cân điện tử để xác định khối lượng. Sau đó, rác từ xe được đổ thẳng vào hố thu, từ đó rác được đưa lên băng tải cào và băng tải xích. Băng tải cào ngoài nhiệm vụ đưa rác lên băng tải từ, còn có nhiệm vụ làm tơi và dàn mỏng rác. Trên băng tải cào có các thanh cào trái, cào phải và thanh cào giữa được gắn chặt trên các tấm xích bằng bulông. Băng tải cào có kích thước 10750mm × 2810mm.

Rác được băng tải cào đưa vào băng tải từ. Băng tải từ có nhiệm vụ đưa rác vào "thiết bị ổn định ổn định sinh hóa" (biostabilizer gọi tắt là BS), đồng thời tách kim loại còn lẫn trong rác. Rác kim loại sẽ được tách ra dẫn vào một phễu khác và được đưa ra bãi phế liệu. Ngoài ra, trong giai đoạn này, một số rác thải khác cũng được công nhân đứng hai bên nhặt thu hồi làm phế liệu có thể tái chế (như bao nilon, chai lọ nhựa, giấy, cao su, chai lọ thủy tinh, thiết, nhôm...).

Giai đoạn ủ trong thiết bị ổn định sinh hóa:

- Thiết bị này là thiết bị hình trụ, đường kính 3660mm, dài 26.920m, được chế tạo bằng thép dày 20mm. Bên trong ống được bố trí 48 bộ hướng rác sắp xếp theo hình xoắn ốc chạy dọc ống. Bộ hướng rác vừa có chức năng dẫn rác về cuối ống vừa có chức năng làm tơi rác, đảo trộn rác nhờ vậy quá trình lên men xảy ra nhanh hơn. Trên thành ống được gắn bốn đầu dò nhiệt độ có nhiệm vụ giám sát nhiệt độ, để khi nhiệt độ quá cao có thể cấp ẩm kịp thời.

- Nhiệm vụ của thiết bị này là tạo điều kiện môi trường tối ưu nhất (nhiệt độ, độ ẩm và oxy) giúp cho vi sinh vật có ích phát triển để đẩy nhanh quá trình phân hủy rác, đồng thời, tiêu diệt một số vi sinh vật gây bệnh trong rác như vi khuẩn đường ruột, trứng gian sán và các loại nấm mốc.

- Nước được cung cấp để tạo độ ẩm từ 40 ÷ 50% và một máy hút khí có nhiệm vụ hút khí sinh ra do quá trình phân hủy rác thải bên trong ống và đưa về hồ lọc khí để xử lý. Đầu còn lại là ống ổn định sinh hóa sẽ có hệ thống thổi khí để điều chỉnh nhiệt độ trong ống luôn ổn định và cung cấp nguồn oxy cho vi sinh vật.

- Thời gian rác được xử lý trong thiết bị là 16 giờ. Đây là giai đoạn quan trọng nhất trong quá trình xử lý rác.

Sau khi được ủ trong thiết bị ổn định sinh hóa, rác sẽ thoát ra ngoài qua hệ thống sàng thô. Sàng thô có chiều dài 2.500mm, đường kính 3.660mm. Đây là loại sàng ống, trên thân ống có đục lỗ $\phi 100\text{mm}$. Tại đây những thác phế phẩm sẽ được sàng lọc ra thêm một lần nữa và theo băng tải ngang đưa về băng tải phế liệu, những rác thành phẩm sau khi lọt qua sàng lọc phế liệu theo băng tải lên sàng rung. Sàng rung có kích thước lỗ $\phi 20 \div 60\text{mm}$, dài 0,8m, rộng 2,5m, có nhiệm vụ lọc và rung làm vỡ những hạt lớn lọt qua mắt sàng sẽ theo đường băng tải dưới sàng và băng tải lên vào phễu xuống máy nghiền búa. Bên trong máy nghiền búa có hai giàn quả búa, mỗi quả búa dạng hình hộp chữ nhật có kích thước 20×200×250mm có khoan lỗ ở hai đầu. Khi hoạt động hai giàn búa hoạt động ngược chiều nhau và đập nát rác thải.

Sau đó, lượng rác thành phẩm này theo đường dẫn ống dẫn vào xe tải vận chuyển đổ vào bãi ủ phân theo từng luống.

Đánh luống ủ, kết hợp đảo trộn: Nguyên liệu rác hữu cơ thu được sau khi sàng thô và nghiền được phun thêm nguyên liệu ủ, khử mùi trước khi chuyển đến khu vực ủ phân. Tại đây, nguyên liệu được đánh thành những luống nằm liền kề nhau theo hai loại kích thước $0 \div 40\text{mm}$ và $40 \div 80\text{mm}$ và ghi lại thời gian bắt đầu ủ và thời gian đảo đồng. Kích thước đồng ủ (chiều cao, chiều rộng đáy và chiều dài) phụ thuộc vào số lượng nguyên liệu và mặt bằng cho phép, nhưng không lớn hơn kích thước làm việc cho phép của máy đảo đồng. Thời gian ủ phân khoảng 40 ngày, trong giai đoạn này các vi sinh vật hiếu khí hoạt động rất mạnh, chúng cần nhiều oxy cho quá trình phân hủy, vì vậy các đồng nguyên liệu được đảo trộn nhiều lần nhờ xe đảo đồng. Quá trình đảo đồng sẽ đảo nguyên liệu từ trong ra ngoài và ngược lại, làm nhỏ, tơi nguyên liệu, tăng khả năng tiếp xúc và phân bố đều các vi sinh vật hiếu khí trong đồng ủ. Khi đảo đồng, tùy theo độ ẩm của nguyên liệu trong biểu đồ thời gian ủ để phối trộn thêm nước phụ gia. Thời gian chu kỳ đảo đồng phụ thuộc vào chất lượng, kích thước, nhiệt độ, độ ẩm, pH của đồng ủ nguyên liệu (khoảng $2 \div 3$ ngày).

Trong quá trình ủ, nhiệt độ đồng ủ sẽ tăng cao, vì vậy hàng ngày phải theo dõi đều đặn để khống chế nhiệt độ, độ ẩm thích hợp cho quá trình ủ hiệu quả nhất. Nhiệt độ thích hợp tối đa khoảng $50 \div 65^\circ\text{C}$. Với nhiệt độ này, hầu hết các vi sinh vật có hại như vi khuẩn đường ruột, trứng giun sán và nấm mốc sẽ bị tiêu diệt.

Khi kết thúc quá trình phân hủy, phân (*compost*) được đưa qua khâu chế biến bằng xe xúc manitou. Phân compost sau khi kiểm tra đạt chất lượng, tùy theo yêu cầu có thể phối trộn theo các thành phần dinh dưỡng đa lượng và vi lượng thông qua hệ thống cân định lượng tự động để tạo các sản phẩm phân hữu cơ vi sinh theo nhu cầu thị trường. Sau khi được chế biến, sản phẩm chuyển sang đóng bao và đưa đi tiêu thụ với nhãn hiệu đã được đăng ký.

Sàng tinh, phân loại phân hữu cơ chính: Sau thời gian ủ, kiểm tra chất lượng phân hữu cơ, nếu đạt độ chín mong muốn thì chuyển phân hữu cơ sang công đoạn sàng tinh (mặt sàng 15mm) phân loại. Phân hữu cơ chín được xe xúc đưa về khu vực chế biến phân để sàng. Phân hữu cơ lọt sàng được chuyển đến thiết bị phân loại trọng lực để phân loại. Các chất trở không lọt sàng đưa về khu tập trung xử lý đem đi chôn lấp.

Tách từ lần cuối: Sau khi sàng, phần phân hữu cơ chất lượng cao đã được tách ra, và đi vào máy tách từ để loại bỏ các kim loại nhỏ còn sót lại.

Nghiền: Phân hữu cơ chín có độ hạt lớn sẽ được đưa vào máy nghiền để có kích thước không lớn hơn 2mm để tận thu phần mùn hữu cơ dùng cho việc cải tạo đất trồng trọt.

Phân tích tỷ trọng: Phân hữu cơ chín, được đưa vào máy phân tích tỷ trọng để loại bỏ lần cuối các tạp chất nhỏ (ni lông, thủy tinh, sỏi) vẫn còn lẫn sau khi sàng, và phân ra loại phân hữu cơ chất lượng cao và phân hữu cơ tận thu (mùn hữu cơ).

Kiểm tra chất lượng phân hữu cơ:

- Các bộ kiểm định của nhà máy sẽ theo chu trình quy định lấy các mẫu phân điển hình hàng ngày để phân tích đánh giá chất lượng.

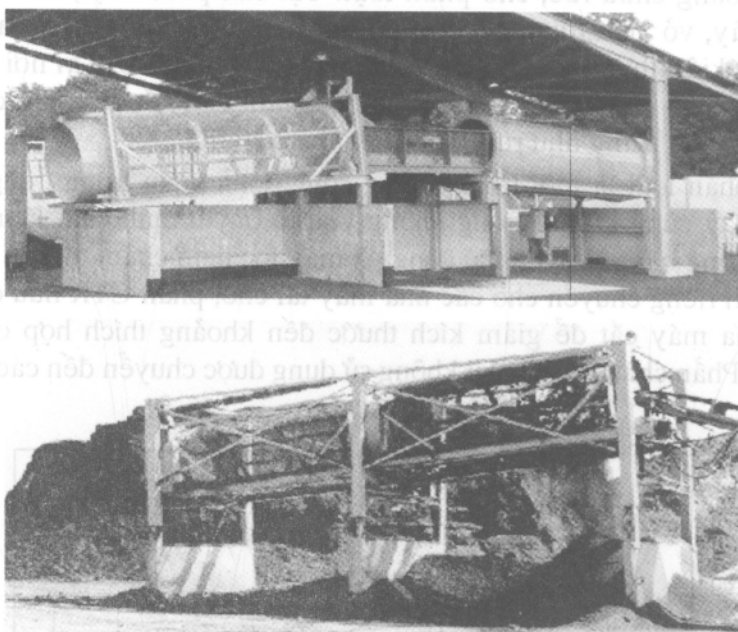
- Các chỉ tiêu cần đánh giá: độ chín, độ ẩm, giá trị pH, hàm lượng mùn, hàm lượng dinh dưỡng, tác động sinh trưởng đối với cây trồng.

Phối trộn N, P, K:

Phân hữu cơ sau khi kiểm tra đạt chất lượng, tùy theo yêu cầu có thể được phối trộn thêm các thành phần dinh dưỡng đa lượng và vi lượng thông qua hệ thống cân định lượng tự động để tạo ra sản phẩm phân hữu cơ vi sinh theo nhu cầu của thị trường.

Đóng bao thành phẩm:

Trước khi được đưa ra lưu hành trên thị trường, các sản phẩm được đóng bao (2kg, 5kg, 10kg, 50kg) với nhãn hiệu được đăng ký bảo hộ thương hiệu của nhà máy. Tất cả thành phần các chất thải tro thu gom được từ các công đoạn xử lý sẽ được đưa về khu tập trung. Đối với các chất thải tái sử dụng được có thể bán ngay cho các cơ sở sản xuất để họ xử lý và tái sử dụng, các chất thải khác được đem đi chôn lấp hợp vệ sinh.



Hình 7.18. Thiết bị nhà xưởng của DANO

Ưu điểm:

- Mức độ tự động hóa và cơ giới hóa tương đối cao.
- Chi phí đầu tư ban đầu hợp lý.
- Giảm được rất nhiều công việc lao động thủ công cho công nhân trong môi trường độc hại.
- Rác trước khi đem ủ được sàng phân loại, băm với kích thước vừa phải, được đảo trộn đều nên phân hủy tốt và đồng đều.
- Phân hữu cơ có chất lượng cao do được loại hầu hết các tạp chất.
- Khối lượng phế thải đem chôn lấp thấp.

Nhược điểm:

- Chi phí đầu tư xây dựng nhà xưởng tương đối lớn.
- Chi phí vận hành, bảo dưỡng tương đối cao.
- Yêu cầu công nhân vận hành phải được đào tạo kỹ thuật cẩn thận.

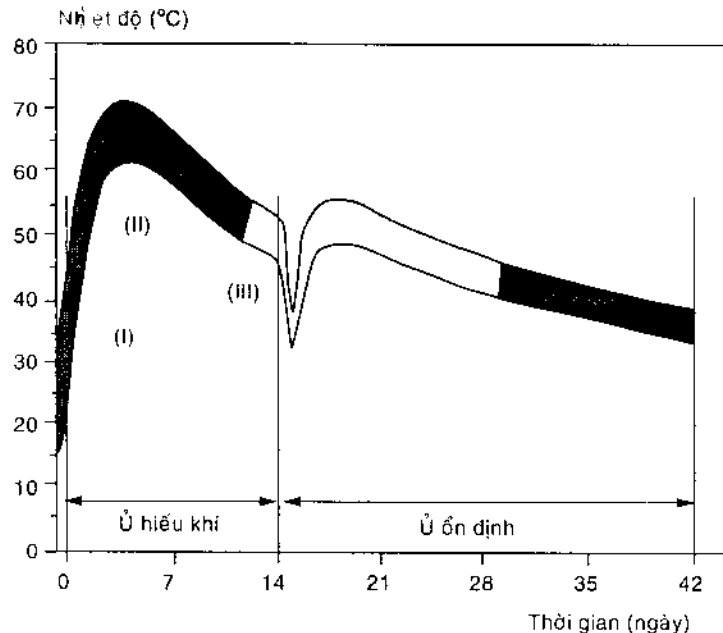
3. Công nghệ compost Steinmueller - Đức

Quy trình công nghệ Steinmueller do công ty Steinmueller triển khai tại tỉnh tự trị Bolzano, bang South Tirol - Italia. Là một hệ thống xử lý CTR đô thị hoàn chỉnh với quy trình xử lý sinh học tự nhiên trong điều kiện cần thiết để biến đổi các thành phần hữu cơ từ rác thành phân vi sinh.

Công nghệ sản xuất compost Steinmueller dựa trên quá trình phân hủy hiếu khí các chất hữu cơ dưới tác dụng của vi sinh vật. Nguyên liệu đầu vào của quá trình chế biến compost là CTRĐT chưa được phân loại. Quy trình công nghệ như sau:

CTR đô thị sau khi thu gom sẽ đưa qua cân điện tử bằng hệ thống băng tải và chuyển đến khoang chứa rác, chờ phân loại. Tại sân phân loại, CTR có kích thước lớn như cành cây, vỏ xe,... được tách ra, sau đó CTR được chuyển qua công đoạn xé bao để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình phân loại kế tiếp. Tại nơi tiếp nhận chất thải và khâu xé bao chế phẩm sinh học (chế phẩm EM) được dùng để khử mùi và hạn chế các loại côn trùng như ruồi, muỗi, kiến và gián...

Công đoạn phân loại là một trong những công đoạn quan trọng trong quá trình sản xuất compost, đây cũng là một trong những yếu tố quyết định chất lượng compost tạo thành. Với hệ thống băng chuyền thủ công và máy lọc nam châm từ, các CTR có thể tái chế sẽ được tách riêng chuyển cho các nhà máy tái chế, phần CTR hữu cơ đã phân loại sẽ được đưa qua máy cắt để giảm kích thước đến khoảng thích hợp cho quá trình ủ compost (5cm). Phần chất thải còn lại không sử dụng được chuyển đến các bãi chôn lấp.



Hình 7.19. Sự biến đổi nhiệt độ trong đống ủ của Steinmueller

Sau khi qua máy nghiền trục vít, CTR hữu cơ sẽ được vận chuyển đến các tháp phân hủy chính có bố trí máy nghiền trục vít ở đáy tháp để trộn đều các nguyên liệu thô, quá trình ủ được tiến hành. Trong quá ủ hiếu khí cường bức cần duy trì độ ẩm tối ưu ($40 \div 60\%$) cho các quá trình chuyển hóa sinh học. Quá trình ủ được thực hiện liên tục. Sự phân hủy chất hữu cơ sẽ tạo ra nước rỉ rác, nước rỉ rác này sẽ được thu gom qua rãnh thoát nước và tuần hoàn để duy trì độ ẩm tối ưu cho quá trình ủ compost. Nhiệt độ trong luống ủ được duy trì trong khoảng 40°C đến 70°C , để thúc đẩy nhanh quá trình phân hủy và có thể tiêu diệt các mầm bệnh một cách hiệu quả. Diễn biến nhiệt độ trong các tháp ủ theo thời gian được mô tả trên hình 7.22. Trong quá trình ủ, ngoài lượng nước rỉ rác còn có khí thải, lượng khí này mang theo một nhiệt lượng lớn nên một phần được dẫn về các tháp để duy trì nhiệt độ trong ủ và phần còn lại được thu gom và dẫn vào các bể hấp thụ sinh học để xử lý.

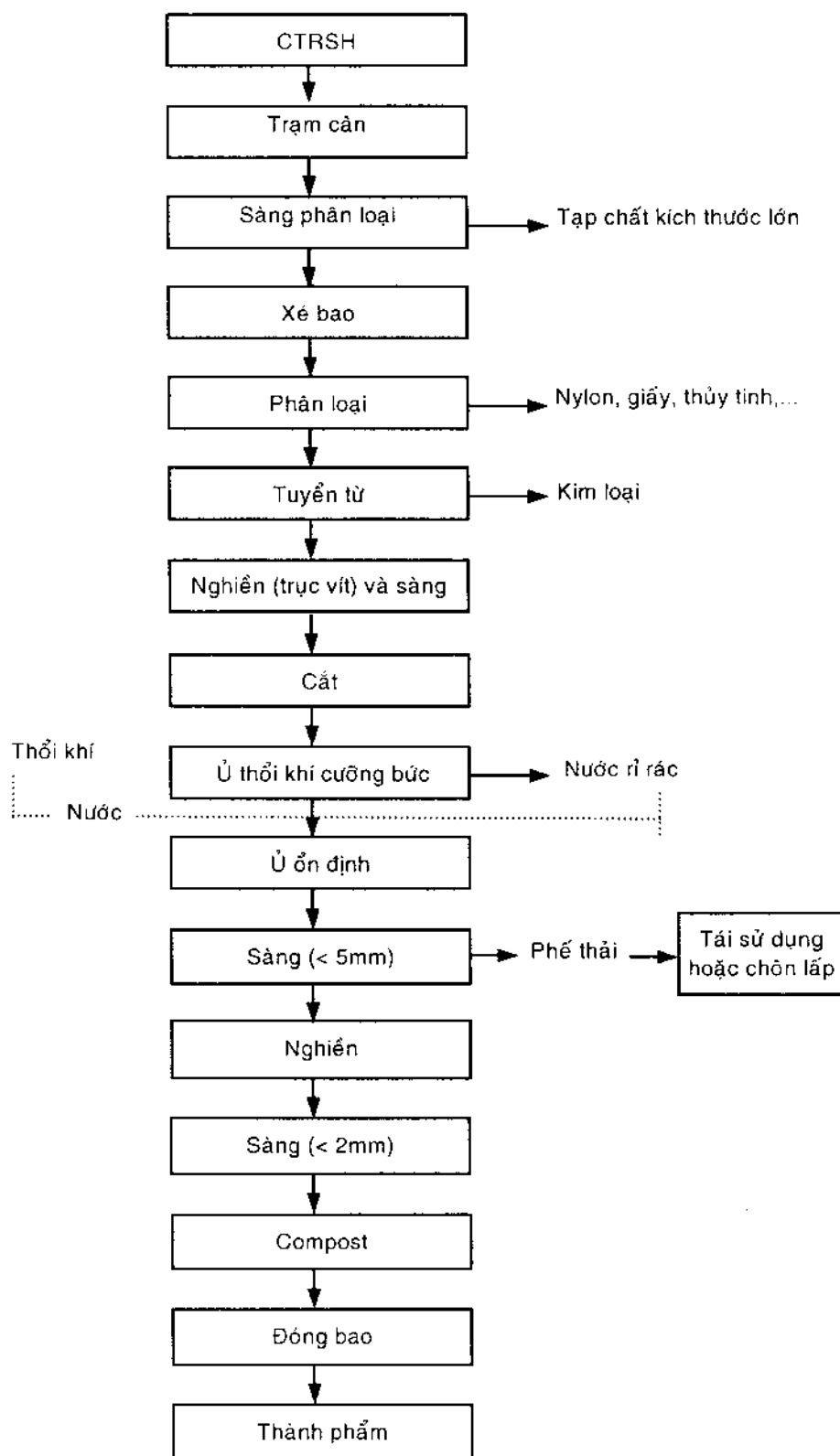
Sau khi phân hủy hiếu khí trong tháp kín 21 ngày, compost được vận chuyển sang khu vực tháp phân hủy kế tiếp trong vòng 28 ngày để compost hoàn toàn ổn định, đảm bảo hoàn toàn về mặt sinh học. Trong quá trình này không bổ sung nước và không xáo trộn.

Sau khi đã ổn định hoàn toàn, compost từ luống ủ sẽ được đưa đến máy sàng có kích thước lỗ là 5mm, tại đây các phần compost trên sàng sẽ được phân loại thủ công để tách các chất vô cơ còn sót lại, phần chất hữu cơ còn lại được đưa về khu vực ủ hiếu khí để thực hiện ủ lại. Compost sau khi sàng sẽ qua công đoạn nghiền và tiếp tục được sàng để đạt kích thước khoảng 2mm theo tiêu chuẩn, compost thu được ở dạng thô, có thể phối trộn với các chất dinh dưỡng khác để đạt tiêu chuẩn phân hữu cơ phù hợp với từng mục đích sử dụng. Cuối cùng, compost được đóng bao, vận chuyển đến nhà lưu trữ trước khi đưa ra thị trường tiêu thụ.

Phương án này sử dụng các tháp để thổi khí nên sẽ thu hồi được một phần nhiệt, duy trì nhiệt độ trong quá trình thổi khí. Hơn nữa lượng khí thải trong quá trình phân hủy được thu hồi và xử lý bằng hệ thống hấp thụ sinh học. Nước rỉ rác phát sinh được thu gom, tuần hoàn nên các chất thải phát sinh trong quá trình ủ compost giảm cả về lưu lượng lẫn nồng độ chất ô nhiễm.

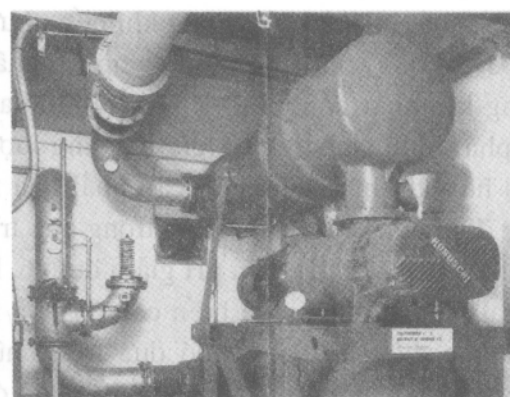
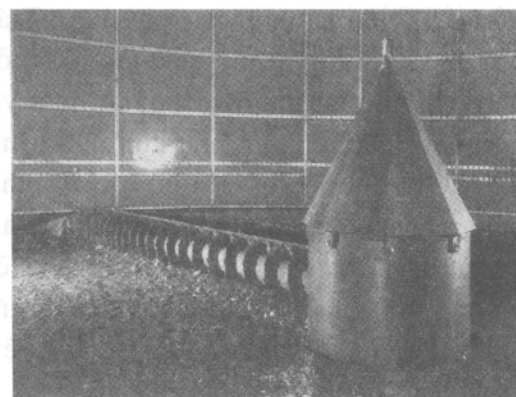
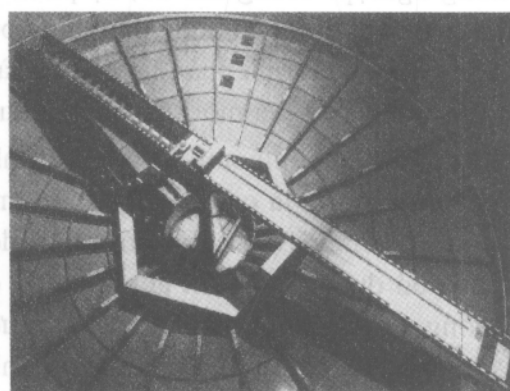
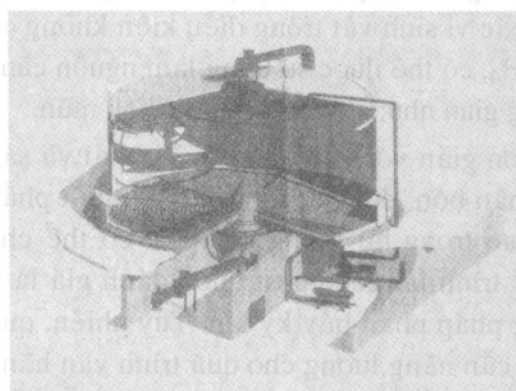
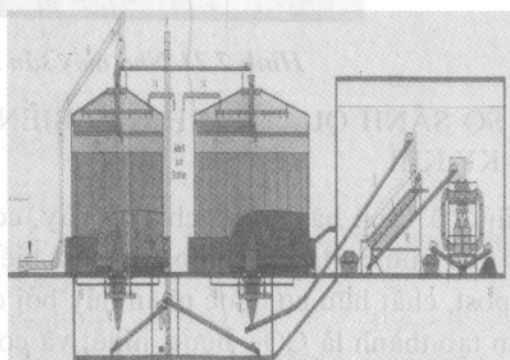
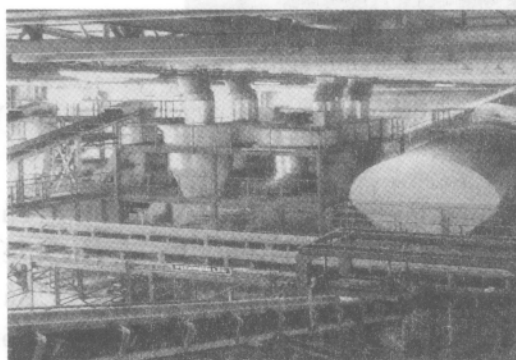
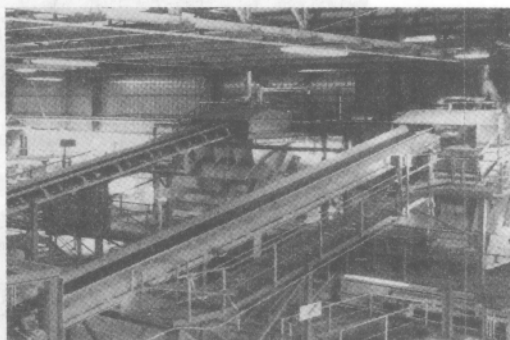
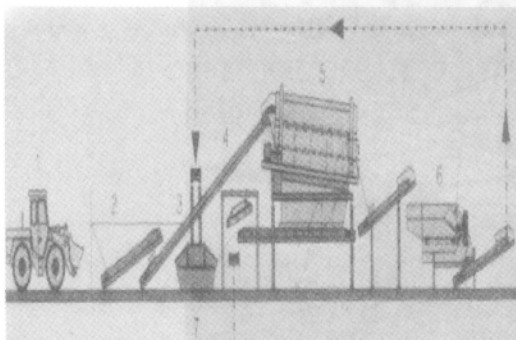
Mặt khác, do thổi khí liên tục trong thiết bị kín nên bảo đảm cấp khí đầy đủ và phân hủy nhanh hơn so với các phương pháp ủ khác và diệt được vi sinh vật gây bệnh. Đồng thời toàn bộ quá trình ủ compost không bị ảnh hưởng bởi thời tiết.

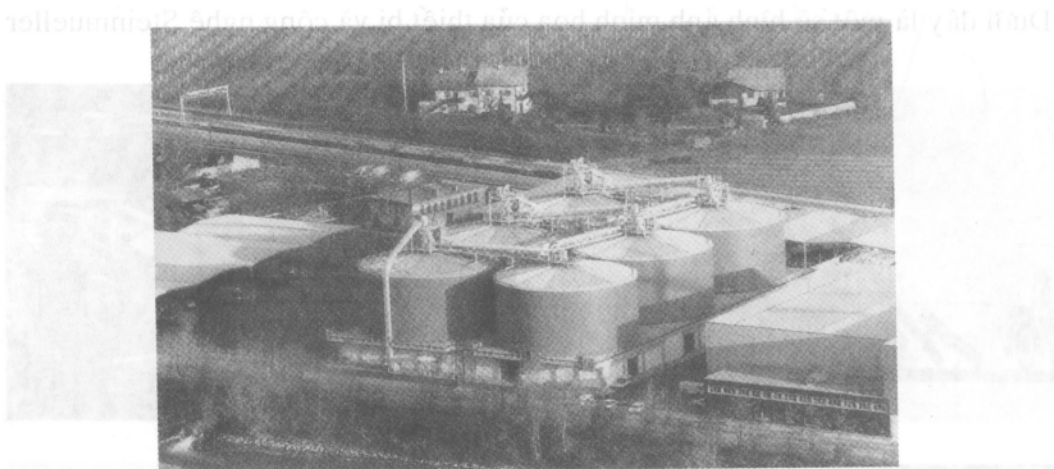
Nhược điểm của phương án này là chi phí đầu tư cho các thiết bị ban đầu rất lớn, chi phí lớn nhất trong sản xuất compost là chi phí vận hành hệ thống thổi khí trong các tháp, tuy nhiên, công nghệ áp dụng kết hợp ủ thụ động ở 28 ngày cuối nên giảm đáng kể chi phí thổi khí. Bên cạnh đó, nếu đầu tư hệ thống phần mềm quản lý tự động để tối ưu hóa lượng khí cấp thì sẽ giảm đến mức thấp nhất nhu cầu điện năng.



Hình 7.20. Quy trình công nghệ compost Steinmueller

Dưới đây là một số hình ảnh minh họa của thiết bị và công nghệ Steinmueller





Hình 7.21. Nhà máy sản xuất compost Steinmueller

7.6. SO SÁNH QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN COMPOST HIẾU KHÍ VÀ PHÂN HỦY KỊ KHÍ

Như đã trình bày trong chương này, có hai phương pháp phân hủy sinh học của chất thải hữu cơ là chế biến compost hiếu khí và phân hủy kỵ khí. Trong chế biến compost, chất hữu cơ được phân hủy bởi các vi sinh vật trong điều kiện có oxy, sản phẩm tạo thành là CO_2 , nước, nhiệt và compost, có thể được sử dụng làm phân bón cho nông nghiệp. Trong khi đó, sự phân hủy kỵ khí xảy ra với quá trình phân hủy sinh học của chất hữu cơ được thực hiện bởi các vi sinh vật trong điều kiện không có oxy. Sản phẩm quá trình phân hủy kỵ khí là CH_4 , có thể được sử dụng làm nguồn cung cấp năng lượng; CO_2 và một số sản phẩm trung gian như: axit hữu cơ, alcohol; mùn.

Quá trình chế biến compost là quá trình đơn giản với vốn đầu tư vừa phải và sản phẩm của quá trình là compost có thể làm phân bón, do đó có thể thu hồi một phần vốn của quá trình. Bên cạnh đó, nhiệt độ cao trong hệ thống compost có thể cho phép loại bỏ được các mầm bệnh, do đó quá trình làm compost được đánh giá là ít ảnh hưởng đến môi trường hơn so với phương pháp phân hủy kỵ khí. Tuy nhiên, quá trình chế biến compost có một số bất lợi như: cần năng lượng cho quá trình vận hành và cần phải duy trì sự ổn định của hệ thống, cũng như khả năng lan truyền ô nhiễm do phát thải NH_3 trong không khí nếu như thiết kế và vận hành không phù hợp. Trái ngược với quá trình chế biến compost, phân hủy kỵ khí là quá trình phức tạp, đòi hỏi những kỹ thuật đặc biệt và vốn đầu tư cao. Tuy nhiên, giá thành vận hành thấp và sản phẩm khí sinh học có giá trị năng lượng. Ngoài ra, sản phẩm phụ của quá trình phân hủy kỵ khí là bùn ứot, cần phải qua xử lý bậc hai trước khi loại bỏ. pH và khả năng đệm cũng rất quan trọng trong quá trình phân hủy kỵ khí vì vi khuẩn sinh metan rất nhạy cảm với pH. Khi pH giảm dưới 6, khả năng hoạt động của vi khuẩn bị ức chế. Cả hai phương pháp chế biến compost và phân hủy kỵ khí sản xuất biogas đều có ưu và nhược điểm riêng, do đó dựa trên những điều kiện sẵn có và những điều kiện khách quan, phương pháp thích hợp có thể được chọn cho từng hoàn cảnh cụ thể.

CÂU HỎI

1. Tính lượng không khí cần thiết để oxy hóa hoàn toàn bùn có công thức phân tử $C_{10}H_{19}O_3N$. Biết rằng không khí chứa 21% tt oxy và ở $25^\circ C$, 1 atm, khối lượng riêng của không khí là $1,20 kg/m^3$.

2. Ước tính tổng lượng khí trên một khối lượng CTR theo lý thuyết có thể sinh ra dưới điều kiện phân hủy kỵ khí tại BCL hợp vệ sinh. Biết rằng công thức hóa học của phần chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học là $C_{60}H_{100}O_{40}N$.

3. Một thành phố dự định xây dựng một nhà máy áp dụng quá trình Compost kết hợp kỵ /hiếu khí. Lượng chất thải hàng ngày là 100 tấn/ngày (chỉ tính 5 ngày trong 1 tuần). Thành phần chất hữu cơ của CTR đô thị này được cho như sau:

Chất thải hữu cơ	% ẩm	Kết quả phân tích					
		C	H	O	N	S	Tro
Giấy văn phòng	11	43,41	5,82	44,32	0,25	0,20	6,00
Giấy báo	6	49,14	6,10	43,03	0,05	0,16	1,52
Cacton	12	44,90	6,08	47,84	0,01	0,11	1,07
Thực phẩm thừa	11	44,99	6,43	28,76	3,30	0,52	16,00
Rác vườn	20	43,33	6,04	41,68	2,15	0,05	6,75

Yêu cầu xác định:

- Công thức thực nghiệm của phần chất hữu cơ không tính tro.
- Thành phần khí sinh học theo lý thuyết và tổng thể tích khí metan sinh ra.
- Tổng thể tích và khối lượng sản phẩm sau ủ.

4. Giả sử rằng quá trình ủ compost hiếu khí được áp dụng để chuyển hóa các chất hữu cơ như trong câu 5, xác định:

- Lượng compost thu được nếu 60% CTR bị phân hủy?
- Tổng lượng không khí cần cung cấp?
- Tổng diện tích đất cần thiết?

Chương 8

XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT

Xử lý CTR bằng phương pháp nhiệt nhằm mục đích giảm thể tích CTR và thu hồi năng lượng nhiệt, là một trong những phương án quan trọng trong hệ thống quản lý tổng hợp CTR.

8.1. KHÁI NIỆM

Xử lý CTR bằng phương pháp nhiệt là quá trình sử dụng nhiệt để chuyển hóa chất thải từ dạng rắn sang dạng khí, lỏng và tro... đồng thời giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt.

Các hệ thống xử lý CTR bằng nhiệt được phân loại dựa theo yêu cầu sử dụng không khí bao gồm:

- Quá trình đốt được thực hiện với một lượng oxy (không khí) cần thiết vừa đủ để đốt cháy hoàn toàn CTR gọi là *quá trình đốt hóa học (stoichiometric combustion)*. Quá trình đốt được thực hiện với dư lượng không khí cần thiết được gọi là quá trình đốt dư khí.

- Quá trình đốt không hoàn toàn CTR dưới điều kiện thiếu không khí (*substoichiometric condition*) và tạo ra các khí cháy như cacbon monooxyde (CO), hydrogen (H₂) và các khí hydrocacbon gọi là quá trình khí hóa.

- Quá trình xử lý CTR bằng nhiệt trong điều kiện hoàn toàn không có oxy gọi là quá trình nhiệt phân.

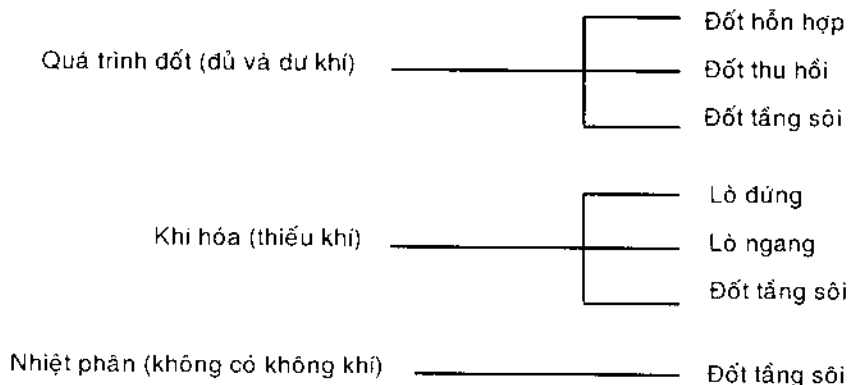
Ví dụ: Phương pháp nhiệt được áp dụng để xử lý các loại chất thải độc hại về mặt sinh học, rác thải không phân hủy sinh học, chất thải chứa các kim loại nặng, các halogen, các loại dầu mỡ thải, cao su... tương ứng cho các quá trình: nhiệt phân phế liệu nhựa, gỗ, cao su, cặn của chế biến dầu mỡ; quá trình nóng chảy các loại xỉ luyện kim, phế liệu kim loại; quá trình nung ủ xỉ luyện kim màu, quặng pirit thiêu kết, một số xỉ chứa sắt và bụi; quá trình đốt cháy nhiều CTR có thành phần chất hữu cơ.

Xử lý CTR và CTRNH (chất thải y tế, thuốc bảo vệ thực vật, chất thải nhiễm dầu...) bằng phương pháp đốt là một phương pháp hiệu quả và hiện nay được sử dụng khá phổ biến.

Phương pháp nhiệt so với các phương pháp khác như chôn lấp có các ưu điểm như:

- Thể tích và khối lượng CTR giảm tới mức nhỏ nhất so với ban đầu, CTR được xử lý khá triệt để (giảm 80 ÷ 90% kl phần hữu cơ trong CTR, CTR chuyển thành dạng khí trong thời gian ngắn trong khi các phương pháp khác đòi hỏi thời gian xử lý lâu hơn).

- Thu hồi năng lượng: nhiệt của quá trình có thể tận dụng cho nhiều mục đích khác như phát điện, sản xuất hơi nước nóng.
- Là một thành phần quan trọng trong chương trình quản lý tổng hợp CTR.
- CTR có thể được xử lý tại chỗ mà không cần phải vận chuyển đi xa, tránh được các rủi ro và giảm chi phí vận chuyển.
- Phương pháp này chỉ cần một diện tích đất tương đối nhỏ trong khi phương pháp chôn lấp cần phải có một diện tích rất lớn.
- Hiệu quả xử lý cao đối với các loại chất thải hữu cơ chứa vi trùng lây nhiễm (chất thải y tế), cũng như các loại chất thải nguy hại khác (thuốc bảo vệ thực vật, dung môi hữu cơ, chất thải nhiễm dầu...).
- Kỹ thuật này phù hợp đối với chất thải trơ về mặt hóa học, khó phân hủy sinh học. Các chất ô nhiễm trong khí thải sinh ra từ quá trình đốt có thể được xử lý tới mức cần thiết để hạn chế tối đa các tác động tiêu cực đến môi trường.
- Tro, cặn còn lại chủ yếu là vô cơ, trơ về mặt hóa học.



Hình 8.1. Các hệ thống xử lý CTR bằng phương pháp nhiệt

Tuy nhiên, phương pháp nhiệt không phải đã giải quyết được tất cả các vấn đề phát sinh từ CTR, phương pháp này vẫn còn một số bất lợi sau đây:

- Không phải tất cả các CTR đều có thể đốt được, ví dụ như chất thải có hàm lượng ẩm quá cao hay các thành phần không cháy cao (chất thải vô cơ).
- Vốn đầu tư ban đầu cao hơn so với các phương pháp xử lý khác bao gồm chi phí đầu tư xây dựng lò, chi phí vận hành và xử lý khí thải lớn.
- Việc thiết kế, vận hành lò đốt phức tạp, đòi hỏi năng lực kỹ thuật và tay nghề cao, chế độ tập huấn tốt.
- Yêu cầu nhiên liệu đốt bổ sung nhằm duy trì nhiệt độ trong buồng đốt.
- Những tiềm năng tác động đến con người và môi trường có thể xảy ra, nếu các biện pháp kiểm soát quá trình đốt, xử lý khí thải không đảm bảo. Việc kiểm soát các vấn đề ô nhiễm do kim loại nặng từ quá trình đốt có thể gặp khó khăn đối với chất thải có chứa kim loại nặng như Pb, Cr, Cd, Hg, Ni, As...

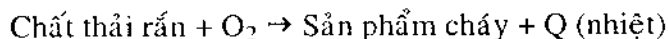
- Lò sau một thời gian hoạt động phải ngừng để bảo dưỡng, làm gián đoạn quá trình xử lý.

- Xử lý CTR bằng phương pháp nhiệt không còn mới với thế giới nhưng chất thải được đốt có thành phần, tính chất khác nhau, đòi hỏi phải áp dụng những công nghệ thích hợp, quy trình vận hành hợp lý mới đạt được hiệu quả đốt cũng như hiệu quả kinh tế trong vận hành.

- Tro và bùn sinh ra từ hệ thống xử lý khí thải phải được xử lý theo công nghệ đóng rắn hoặc chôn lấp an toàn.

8.2. QUÁ TRÌNH ĐỐT CHẤT THẢI RẮN

Quá trình đốt CTR là quá trình oxy hóa khử CTR bằng oxy không khí ở nhiệt độ cao. Lượng oxy sử dụng theo lý thuyết được xác định theo phương trình cháy:



Sản phẩm cuối cùng của quá trình đốt bao gồm: bụi, NO_x , CO, CO_2 , SO_x , THC, HCl, HF, Dioxyn/Furan, hơi nước và tro.

8.2.1. Các nguyên tắc cơ bản của quá trình cháy

Để đạt được hiệu quả cao, quá trình cháy phải tuân thủ theo nguyên tắc “3 T”: *nhiệt độ (temperature) - độ xáo trộn (turbulence) - thời gian lưu cháy (time)*.

- *Nhiệt độ (temperature)*: phải đảm bảo đủ cao để phản ứng xảy ra nhanh và hoàn toàn, không tạo dioxin, đạt hiệu quả xử lý tối đa (nhiệt độ đốt đối với CTNH là trên 1100°C , CTR sinh hoạt $> 900^\circ\text{C}$). Nếu nhiệt độ quá cao, lưu lượng khí sinh ra quá lớn, ảnh hưởng đến thời gian lưu khí trong buồng thứ cấp có nghĩa là làm giảm sự tiếp xúc giữa không khí và khí gas, khói thải đen, nồng độ các chất ô nhiễm như CO, THC trong khí thải cao. Nếu nhiệt độ không đủ cao, phản ứng sẽ xảy ra không hoàn toàn và sản phẩm khí thải cũng có khói đen. Vì vậy, nếu nhiệt độ quá cao cũng như quá thấp thì sẽ làm giảm hiệu quả cháy. Đối với lò đốt chất thải theo nguyên lý nhiệt phân thì yếu tố nhiệt độ có ý nghĩa rất quan trọng, là cơ sở cho quá trình vận hành cũng như quá trình kiểm soát lò đốt.

- *Độ xáo trộn (turbulence)*: để tăng cường hiệu quả tiếp xúc giữa CTR cần đốt và chất oxy hóa, có thể đặt các tấm chắn trong buồng đốt hoặc tạo góc nghiêng thích hợp giữa dòng khí với béc phun để tăng khả năng xáo trộn.

Độ xáo trộn có thể đánh giá thông qua yếu tố xáo trộn:

$$F = 100\% \times \frac{[\text{lượng không khí thực tế}]}{[\text{lượng không khí lý thuyết}]} \quad (8.1)$$

trong đó: F là yếu tố xáo trộn. F càng lớn, hiệu quả xử lý càng cao.

- *Thời gian (time)*: thời gian lưu cháy đủ lâu để phản ứng cháy xảy ra hoàn toàn. Đối với các lò hoạt động theo nguyên lý nhiệt phân, đảm bảo thời gian lưu cháy phù hợp sẽ kiểm soát được chế độ nhiệt phân tại buồng sơ cấp để cấp khí gas lên buồng thứ cấp, quyết định hiệu quả xử lý của lò đốt. Thời gian lưu cần thiết bảo đảm đốt cháy hoàn toàn của mỗi chất phụ thuộc vào bản chất của chất bị đốt và nhiệt độ đốt.

Bảng 8.1. Quan hệ giữa nhiệt độ và thời gian
khi hiệu quả phân hủy đạt 99,99%

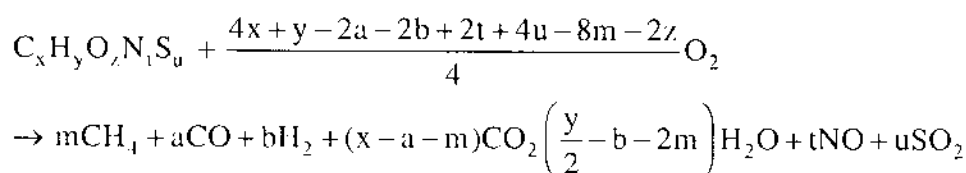
Chất hữu cơ	Nhiệt độ phân hủy (°C)		
	0,5 giây	1,0 giây	2,0 giây
Axetic anhydric	429	411	392
Anilin	782	761	741
Benzen	883	837	794
Buten	931	901	871
Cacbon tetracloric	1086	994	915
Clorofom	683	658	634
Diclorobenzen	909	837	818
Etan	872	845	819
Hexaclorobenzen	983	932	886
Hexacloroctan	781	731	685
Metan	994	950	908
Monoclorobenzen	1109	1003	913
Nitrobenzen	735	713	693
Pentaclorobiphenyl	762	742	722
Tetraclorobenzen	1035	961	894
Toluen	748 ÷ 1128	723 ÷ 1218	700 ÷ 1180
Triclorobenzen	901	853	808
Vinyl cloric	768	745	724

Khi đốt CTNH, để hạn chế quá trình sinh ra Dioxin/Furan, thì nhiệt độ buồng đốt thứ cấp cần cao trên 1100°C và thời gian lưu cháy tối thiểu là 2 giây.

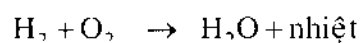
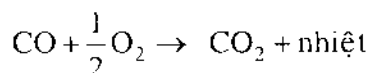
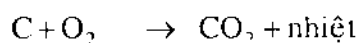
Các nguyên tắc trên liên hệ khăng khít với nhau, khi nhiệt độ phản ứng cao, xáo trộn tốt thì thời gian phản ứng giảm vẫn đảm bảo hiệu quả cháy cao. Ví dụ như xử lý những chất thải có thành phần xenlulo cao như giấy... khi đốt chỉ cần duy trì ở nhiệt độ 760°C, thời gian cháy tối thiểu là 0,5 giây.

8.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình cháy

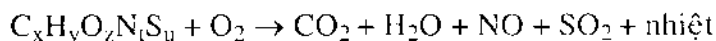
Khi nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình cháy, căn cứ trên phương trình cháy phân hủy:



Các phản ứng tiếp theo để đốt cháy hoàn toàn sản phẩm cháy là:



Một cách tổng quát, phản ứng đốt cháy CTR diễn ra như sau:



Từ phương trình phản ứng cho thấy nếu phản ứng đốt cháy chất hữu cơ xảy ra hoàn toàn thì sản phẩm cuối cùng là CO_2 và H_2O . Ngoài ra, sự có mặt của các tạp chất như N, S sẽ phát sinh ra các khí axit như NO_x , SO_x .

Ngoài các yếu tố nhiệt độ, thời gian lưu cháy, độ xáo trộn quyết định hiệu quả cháy, các yếu tố khác có ảnh hưởng tới quá trình cháy cũng được xem xét dưới đây:

1. Thành phần và tính chất của chất thải

Thành phần hóa học của một số chất thải được cho trong bảng sau:

Bảng 8.2. Thành phần hóa học trung bình của một số chất thải

Thành phần	Thành phần hóa học (% kl)					
	Carbon	Hydro	Oxy	Nitơ	Lưu huỳnh	Khác
Bệnh phẩm	50,8	9,35	39,85	Vết	–	–
Giấy	45,4	6,1	44,0	0,3	0,12	–
Cacton	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Nhựa	59,8	8,3	19,0	1,0	0,3	6,0
Vải	55,0	6,6	31,2	4,6	0,15	–
Cao su	78,0	10,0	–	2,0	–	10,0
Thực phẩm	41,7	5,8	27,6	2,8	0,25	–
Rác vườn	49,2	6,5	36,1	2,9	0,35	–

Chú thích: Bệnh phẩm khô, không tính tro.

Thành phần cơ bản của chất thải là:

$$C + H + O + N + S + A + W = 100\% \quad (8.2)$$

trong đó: C, H, O, N, S, A, W là phần trăm theo trọng lượng của các nguyên tố cacbon, hydro, oxy, nitơ, lưu huỳnh, tro và độ ẩm trong chất thải.

Thành phần hóa học của chất thải có ảnh hưởng tới quá trình nhiệt phân và đốt cháy. Dựa vào thành phần hóa học của chất thải để tính được nhiệt trị của chất thải và tính toán lượng oxy cần thiết để đốt cháy hoàn toàn chất thải cũng như lượng khí thải hình thành (hoặc lưu lượng khí thải), yếu tố này liên quan tới việc tính toán thời gian lưu cháy hoặc thể tích lò khi đốt chất thải.

- *Cacbon (C)* là thành phần cháy chủ yếu trong chất thải. Nhiệt trị của cacbon là 8000kcal/kg. Nhiên liệu rắn chứa nhiều cacbon hơn nhiên liệu lỏng và khí, nhưng thành phần chất trợ cháy ít hơn, chất trợ cháy trong thiên nhiên càng thấp càng khó cháy. Chất thải có thành phần cacbon càng cao thì sản phẩm cháy CO_2 càng nhiều.

- *Hydro (H)* là thành phần thứ hai của chất thải. Nhiệt trị thấp của Hydro lớn gấp bốn lần than. Hàm lượng hydro càng nhiều chất thải càng dễ bắt lửa. Chất thải dạng lỏng và khí có nhiều hydro hơn CTR.

- *Lưu huỳnh (S)* cũng là thành phần cháy nhưng tỏa nhiệt ít. Sản phẩm cháy của lưu huỳnh tạo thành khí SO_x , gặp hơi nước có khả năng tạo thành axit gây ăn mòn các thiết bị. Khí SO_x là dạng khí độc, lưu huỳnh là nguyên tố không mong muốn trong quá trình đốt.

- *Oxy và nitơ* là chất vô ích. Nó làm giảm thành phần cháy của chất thải.

- *Độ tro (A)* là yếu tố tiêu cực đối với quá trình đốt. Độ tro càng cao, thành phần chất cháy càng giảm, gây đông kết ở trung tâm buồng đốt và đáy lò. Tro dễ phủ lên bề mặt tiếp nhiệt của buồng đốt làm giảm hiệu quả đốt.

- *Độ ẩm (W)* thể hiện mức độ chứa nước trong chất thải. Độ ẩm lớn, thành phần chất cháy giảm, làm nhiệt trị của chất thải giảm. Khi đốt, nhiệt lượng bị hao phí một phần để làm bay hơi nước. Một chất thải có độ ẩm trên 95% hoặc một loại bùn thải có ít hơn 15% thành phần rắn sẽ được xem là không có khả năng đốt.

- *Muối vô cơ* trong một hệ thống đốt thông thường, nếu chất thải giàu muối vô cơ, muối kiềm sẽ gây khó khăn cho quá trình đốt. Từng lượng nhỏ muối sẽ thăng hoa, sau đó tập trung trên bề mặt lò tạo nên một lớp xỉ hoặc đóng bánh làm giảm khả năng đốt của lò.

2. Ảnh hưởng của hệ số cấp khí

Hệ số cấp khí (α) là tỉ số giữa lượng không khí thực tế và lượng không khí lý thuyết, hay còn gọi là hệ số không khí dư, ảnh hưởng đến hiệu quả cháy. Hệ số không khí dư là một thông số quan trọng trong quá trình đốt chất thải, đặc biệt là trong công nghệ nhiệt phân, đây là yếu tố quan trọng để kiểm soát chế độ phân hủy CTR. Hệ số cấp khí được biểu hiện bằng công thức sau:

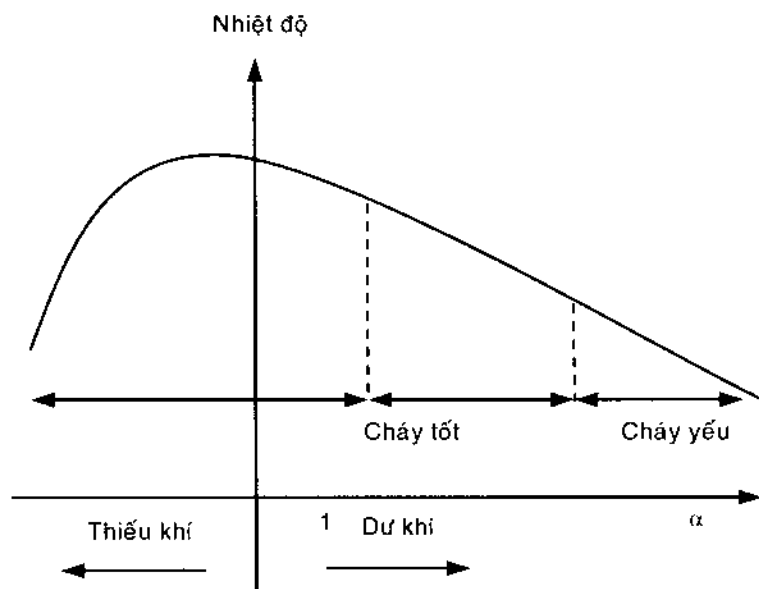
$$\alpha = \frac{V_u}{V_h} \quad (8.3)$$

trong đó:

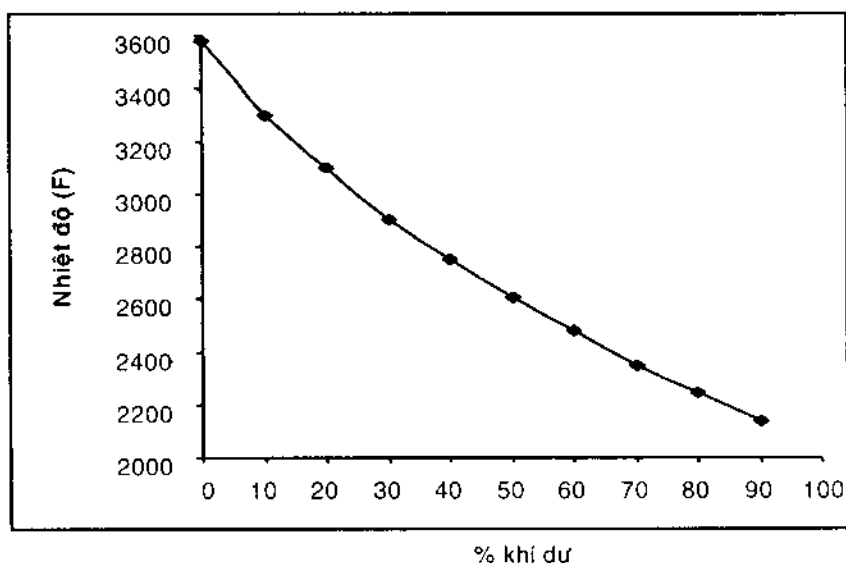
V_u - lượng không khí (oxy) được cấp vào buồng đốt

V_h - lượng không khí lý thuyết (oxy) để oxy hóa hoàn toàn chất thải.

Ảnh hưởng của không khí dư tới nhiệt độ của buồng đốt được biểu diễn trên đồ thị sau:



Hình 8.2. Biểu đồ quan hệ giữa hệ số cấp khí và nhiệt độ buồng đốt



Hình 8.3. Ảnh hưởng của không khí dư tới nhiệt độ buồng đốt

Giá trị α tăng hay giảm có liên quan tới sự tăng hay giảm nhiệt độ của lò đốt. Khi hệ số cấp khí tăng (trong vùng $\alpha < 1$, thiếu khí), sự có mặt của oxy đã gây ra phản ứng cháy, tỏa nhiệt và làm tăng nhiệt độ. Để đảm bảo đốt triệt để CTR thì cần cấp dư khí, vì oxy cấp vào cho sự cháy là oxy không khí, trong đó có lẫn thành phần nitơ, khi ở nhiệt độ cao sẽ xảy ra phản ứng giữa oxy và nitơ. Do đó, thường tiến hành đốt ở chế độ cấp dư khí, nhưng nếu đưa không khí lạnh vào trong lò nhiều sẽ làm nguội lò, nhiệt độ giảm, gây tổn thất nhiệt. Các lò đốt hiện nay thường cấp dư khí trong khoảng $1,05 \div 1,1$.

Từ biểu đồ cho thấy, khi đốt thiếu khí, nhiệt độ đốt cao nhưng quá trình cháy diễn ra không hoàn toàn, còn khi đốt dư khí thì quá trình đốt diễn ra hoàn toàn nhưng nhiệt độ buồng đốt thấp. Dựa vào đặc tính này nên công nghệ đốt nhiệt phân áp dụng đốt thiếu khí cho buồng sơ cấp và đốt dư khí cho buồng thứ cấp.

Mỗi loại chất thải đem đốt có nhiệt trị khác nhau và lượng không khí lý thuyết cung cấp cho quá trình cháy cũng khác nhau. Hệ số dư không khí cho phép tính thể tích sản phẩm cháy và thể tích buồng đốt.

Bảng 8.3. Nhu cầu cấp khí của một số chất thải

Chất thải	Lượng không khí lý thuyết (m^3 không khí/kg chất thải)
Polyetylen	12,3
PET	4,2
Photoresist	5,7
Polystyren	10,0
Polyuretan	3,9
PVC	6,2
Giấy	3,1
Bệnh phẩm	3,1
Cacton	2,3
Nhựa	5,9
Vải	4,1
Cao su	9,2
Thực phẩm	3,6
Rác vườn	3,3

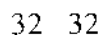
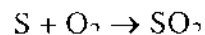
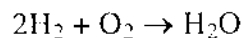
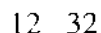
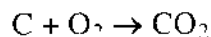
(Nguồn: *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*, Mc Graw-Hill)

Trong quá trình đốt, không phải lúc nào cũng có thể tính toán được lượng không khí cần cung cấp cho quá trình cháy vì thành phần của chất thải đầu vào luôn biến động, do đó cần phải kiểm soát quá trình đốt thông qua một số thông số khác để quá trình vận hành dễ dàng hơn như: nhiệt độ, hệ số dư không khí, nồng độ CO , CO_2 , oxy, bụi...

Trong từng trường hợp cụ thể, có thể tính toán lượng không khí cần thiết cho quá trình đốt như sau:

a) Đốt vừa đủ khí

Lượng không khí cần thiết cho quá trình đốt CTR được tính toán dựa theo các phương trình phản ứng giữa thành phần cacbon, hydro và lưu huỳnh trong phần hữu cơ của CTR đô thị với oxy không khí như sau:



Nếu giả sử rằng không khí khô chứa 23,15% kl không khí, thì lượng không khí cần thiết để oxy hóa 1kg cacbon là:

$$11,52\text{kg} = [(32:12)/0,2315].$$

tương tự, lượng không khí cần thiết để oxy hóa 1kg hydro là:

$$34,56\text{kg} = [32/4/0,2315]$$

và 1kg lưu huỳnh là:

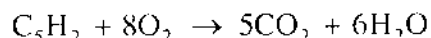
$$4,32\text{kg} = [32/32/0,2315]$$

Lượng hydro trong CTR tham gia quá trình cháy = lượng hydro có trong CTR - 1/8 khối lượng oxy của nó.

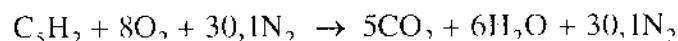
Ví dụ 8.1. Xác định lượng không khí cần thiết để đốt cháy hoàn toàn 1 tấn CTR hữu cơ C_5H_{12} . Khối lượng riêng của không khí là $1,2\text{kg/m}^3$.

Giải:

Phương trình đốt với oxy



Phương trình đốt trong không khí:



Giả sử không khí khô chứa 21% oxy và 79% khí N_2 theo thể tích, 23,15% kl oxy. Lượng không khí cần thiết cho quá trình đốt 1 tấn CTR là:

$$\text{Lượng oxy cần thiết} = \frac{256}{72} \times 1 = 3,556(\text{tấn})$$

Hay lượng không khí cần thiết có thể được tính dựa trên hàm lượng C, H... có trong CTR

$$\text{Lượng không khí cần thiết tính cho cacbon} = \frac{60}{72} \times 11,52 \times 1 = 9,6 (\text{tấn})$$

$$\text{Lượng không khí cần thiết tính cho hydrogen} = \frac{12}{72} \times 1 \times 34,56 = 5,76 (\text{tấn})$$

$$\text{Tổng lượng không khí cần thiết} = 9,6 + 5,76 = 15,36 (\text{tấn})$$

b) Đốt dư khí

Vì tính chất không đồng nhất của CTR nên khó đốt hoàn toàn CTR với một lượng vừa đủ không khí tính theo lý thuyết. Trong một số hệ thống đốt CTR, chế độ cấp dư

khí được sử dụng nhằm đảm bảo sự xáo trộn tốt và mọi thành phần trong CTR tiếp xúc tốt với không khí. Lượng dư không khí cho quá trình đốt ảnh hưởng đến nhiệt độ và thành phần của khí đốt sinh ra. Khi phần trăm dư lượng không khí tăng, oxy trong khí lò tăng, nhiệt độ lò giảm. Do đó, điều chỉnh lượng không khí dư cung cấp là một phương pháp để kiểm soát nhiệt độ lò đốt. Nhiệt độ có ảnh hưởng đến sự xuất hiện của các khí gây mùi trong thành phần của khói lò. Khi nhiệt độ lò nhỏ hơn 787°C, các khí gây mùi có trong thành phần của khói lò, nhưng khi nhiệt độ lớn hơn 982°C (1800°F) thì sự phát sinh các khí gây mùi như dioxin, furan, các chất hữu cơ bay hơi (VOC) và các chất độc tiềm tàng khác là thấp nhất.

Ví dụ 8.2. Xác định ảnh hưởng của lượng không khí dư tới nhiệt độ và thành phần của khói lò khi đốt CTR. Giả thiết rằng:

- CTR có các thành phần theo % khối lượng như sau: 27,4% cacbon; 3,6% hydro; 23,0% oxy; 0,5% nitơ; 0,1% lưu huỳnh; 21,4% nước; 24% tro.

- Toàn bộ lượng cacbon trong CTR đều bị đốt cháy thành CO₂;

- Nhiệt lượng của CTR là 11780kJ/kg;

- Không khí có các thành phần theo % thể tích như sau:

CO₂: 0,03%; N₂: 78,02%; O₂: 20,69%; H₂O: 1,26%.

- Khối lượng phân tử của không khí là 29kg/kmol.

a) Lập bảng tính toán số phân tử oxy và lượng không khí cần thiết khi đốt cháy hoàn toàn 100kg CTR trên trong điều kiện vừa đủ khí.

Thành phần	kg/100kg CTR	Nguyên tử lượng	Số lượng nguyên tử	Phương trình phản ứng cháy	Số mol oxy cần thiết, kmol
Cacbon	27,4	12	2,283	$C + O_2 = CO_2$	2,283
Hydrogen	3,6	1	3,600	$2H_2 + O_2 = 2H_2O$	0,900
Oxygen	23,0	16	1,483		- 0,719
Nitrogen	0,5	14	0,036		
Lưu huỳnh	0,1	32	0,003	$S + O_2 = SO_2$	0,003
Nước	21,4	18	1,189		
Tro	24,0				
Tổng	100,0				2,467
Số mol không khí cần thiết khi đốt cháy 100kg CTR, kmol (oxy chiếm 20,69% ti không khí)				$= \frac{2,467}{0,2069} = 11,92$	
Lượng không khí cần thiết khi đốt cháy 1kg CTR, kg				$= 11,92 \times \frac{29}{100} = 3,46$	

b) Lập bảng tính toán số phân tử khói lò sinh ra khi đốt cháy 100kg CTR trong điều kiện vừa đủ khí.

Sản phẩm cháy	Số mol khí lò, kmol			
	Từ lò đốt	Từ không khí	Tổng cộng	Phần trăm
CO ₂	2,283	$11,92 \times 0,0003 = 0,004$	2,287	15,5
H ₂ O	$1,8 + 1,189$	$11,92 \times 0,0126 = 0,15$	3,139	21,3
O ₂	–	–	–	–
N ₂	0,018	$11,92 \times 0,7802 = 9,3$	9,318	63,2
SO ₂	0,003	–	0,003	< 0,1
Tổng cộng			14,747	100
Số mol không khí cần để tạo ra mol khối lò			$\frac{11,92}{14,747} = 0,8$	

c) Lập bảng tính toán sự thay đổi thành phần khí lò theo lượng không khí dư (giả sử khối lò tạo thành khí đốt đủ khí là 100 mol).

% dư khí	Số mol khí dư	Tổng số mol khí	Thành phần khí, %				
			CO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O	SO ₂
0	0,0	100	15,5	0,0	63,2	21,3	< 0,1
50	40,0	140	11,1	5,9	67,4	15,6	< 0,1
100	80,0	180	8,6	9,2	69,8	12,4	< 0,1

trong đó:

$$\text{Số mol khí dư} = \text{Phần trăm khí dư} \times \left(\frac{\text{số mol không khí}}{\text{số mol khí lò}} \right)$$

Khi sử dụng lượng khí dư 50% thì:

$$\text{Số mol khí dư} = 50\% \times 0,8 \times 100 = 40 \text{ mol}$$

$$\text{Phần trăm CO}_2 = \left\{ \left[\frac{15,5 + 40 \times 0,0003}{140} \right] \right\} \times 100 = 11,1\%$$

$$\text{Phần trăm O}_2 = \left\{ \left[\frac{40 \times 0,2069}{140} \right] \right\} \times 100 = 5,9\%$$

$$\text{Phần trăm nước} = \left\{ \left[\frac{21,3 + 40 \times 0,0126}{140} \right] \right\} \times 100 = 15,6\%$$

$$\text{Phần trăm N}_2 = \left\{ \left[\frac{63,2 + 40 \times 0,7802}{140} \right] \right\} \times 100 = 67,4\%$$

d) Xác định entalpi của khí lò trong hai trường hợp sử dụng lượng dư khí ở trên (50% và 100%) tại 4 điểm nhiệt độ: 1000, 1500, 2000, 2500°F. Entalpi của từng thành phần khí cho trong bảng sau:

Entalpi, kJ/kg (Btu/lb) ở điều kiện 1atm, 25°C				
Nhiệt độ, °C (°F)	CO ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O
538 (1000)	23.372 (10 048)	16.222 (6 974)	15.631 (6 720)	62.628 (26 925)
815 (1500)	37.714 (16 214)	25.605 (11 008)	24.553 (10 556)	73.834 (31 743)
1092 (2000)	52.844 (22 719)	35.334 (15 191)	33.774 (14 520)	85.836 (36 903)
1370 (2500)	68.708 (29 539)	45.397 (19 517)	43.285 (18 609)	98.634 (42 405)

- Công thức tính entalpi

$$\frac{\text{kJ của khí lò}}{\text{kg CTR}} = \left(\frac{\text{Số mol khối lò}}{\text{kg của CTR}} \right) \left(\frac{\text{Tổng số mol khí}}{\text{Số mol khối lò}} \right) \times \sum (\text{số mol của từng thành phần khí}) \left(\frac{\text{kJ}}{\text{số mol của từng thành phần khí}} \right)$$

- Tính giá trị entalpi của khối lò ở 1000°F và sử dụng 50% khí dư

Nhiệt lượng của khối lò/kg CTR

$$= \left[0,14747 \times \left(\frac{140}{100} \right) \right] \times [0,111(23.372) + 0,059(16.222) + 0,674(15.631) + 0,156(62.628)] = 4.925(\text{kJ/kg CTR})$$

Tương tự tính cho ba điểm nhiệt độ còn lại và trường hợp sử dụng 100% lượng khí dư, ta có bảng giá trị tính như sau:

Nhiệt độ, °C (°F)	Nhiệt lượng khối lò/khối lượng CTR (kJ/kg)	
	Không khí dư 50%	Không khí dư 100%
537 (1000)	4.925	5.887
815 (1500)	6.971	8.466
1092 (2000)	9.106	11.152
1370 (2500)	11.328	13.939

e) Xác định nhiệt trị của khối lò khi sử dụng 50%, 100% lượng không khí dư

- Nhiệt trị của CTR là 11,780kJ/kg và giả sử rằng 15% năng lượng bị thất thoát, do đó năng lượng còn lại của khối lò khi đốt CTR là 10,013kJ/kg.

- Bằng phép nội suy từ bảng tính toán nhiệt trị khối lò trên, nhiệt độ của khí lò khoảng 1206°C (2205°F) khi sử dụng khí dư 50% và khoảng 975°C (1788°F) khi sử dụng khí dư 100%.

Nhận xét: Kỹ thuật tính toán trên có thể áp dụng để dự đoán mức ảnh hưởng của sự thất thoát nhiệt và sự thay đổi lượng không khí dư lên nhiệt độ của lò đốt. Tuy

nhiên, kết quả không thể chính xác hoàn toàn vì lượng khí cung cấp trong lò đốt CTR đô thị không đồng nhất. Trong một số trường hợp, không khí cung cấp vào được điều chỉnh để vận hành một vài bộ phận của hệ thống lò đốt trong điều kiện đốt thiếu khí hay dư khí.

3. Nhiệt trị

Nhiệt trị của CTR là lượng nhiệt sinh ra khi đốt hoàn toàn một đơn vị khối lượng CTR (kcal/kg). Nhiệt trị của CTR cần được quan tâm khi ứng dụng công nghệ đốt chất thải nhằm tận dụng năng lượng hoặc đốt kèm với nhiên liệu trong các công nghệ khác như đốt nổi hơi, nung xỉ... Nhiệt trị có liên quan đến quá trình sinh nhiệt khi cháy.

Nhiệt trị thấp của nhiên liệu rắn, lỏng tính theo công thức của Mendeleev:

$$Q \text{ (kcal/kg)} = 81C + 300H - 26(O - S) - 6(9A + W) \quad (8.4)$$

(vì thành phần của clo, flo và nitơ thấp nên được bỏ qua trong tính toán nhiệt trị)

trong đó: C, H, O, S, A, W là phần trăm trọng lượng của các nguyên tố cacbon, hydro, oxy, lưu huỳnh, tro, ẩm trong chất thải.

Nếu CTR có nhiệt trị không đáng kể thì đốt không phải là giải pháp xử lý thích hợp. Nói chung, nếu CTR có nhiệt trị thấp hơn 556kcal/kg thì không có khả năng đốt. Tuy nhiên, có những ngoại lệ, một chất thải về cơ bản là một chất trơ nhưng có một lượng nhỏ (hoặc được bao phủ bởi) thành phần cháy thì phương pháp đốt vẫn được lựa chọn ngay cả khi nhiệt trị thấp. Ví dụ những thùng phuy rỗng có lớp bao phủ vật liệu hữu cơ trên bề mặt bên trong, nhiệt trị tính trên khối lượng chất thải không tới 278kcal/kg nhưng người ta vẫn lựa chọn phương pháp đốt để làm sạch các thùng phuy này.

Nhiệt trị một số thành phần của CTR được cho trong bảng sau:

Bảng 8.4. Nhiệt trị một số thành phần của CTR

Thành phần	Nhiệt trị trung bình (kcal/kg)
Thực phẩm	1112
Rác làm vườn	1558
CTR sinh hoạt	2501
Gỗ	4448
Giấy	4004
Cacton	3894
Nhựa	7788
Cao su	5563
Vải	4194
Da	4194

(Nguồn: *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*, Mc Graw-Hill)

Với công nghệ đốt nhiệt phân, thì nhiệt trị của CTR không phải là yếu tố quan trọng mà nhiệt hóa học có vai trò quan trọng hơn. Khi nhiệt phân chất thải sinh ra khí ga, khí ga cháy sinh ra nhiệt.

4. Năng lượng

Năng lượng sinh ra từ quá trình đốt dưới hai dạng bao gồm nhiệt năng của khí lò và một dạng nhiệt năng khác được chuyển hóa thành nhiệt của thành lò, nhiên liệu thêm vào, tro nhờ quá trình đối lưu, nhiệt, bức xạ... Nếu thành phần của CTR được biết, nhiệt trị của CTR có thể tính toán thông qua công thức Dulong. Thông thường, nhiệt trị của CTR dựa trên giá trị nhiệt năng của từng thành phần trong CTR. Việc tính toán để dự đoán nhiệt năng của quá trình đốt là rất cần thiết. Vì nhiệt lượng sinh ra trong quá trình đốt có thể được thu hồi nhờ quá trình trao đổi nhiệt từ khí sinh ra có nhiệt độ cao. Nhiệt lượng thu hồi này có thể tận dụng cho các thiết bị tiêu thụ nhiệt: lò hơi, lò luyện kim, lò nung, lò thủy tinh, máy phát điện...

Ví dụ 8.3. Cân bằng vật chất và cân bằng năng lượng cho quá trình đốt CTR. Xác định nhiệt có trong khối lò sinh ra khi đốt 250 tấn CTR/ngày. CTR có những đặc tính như sau:

Thành phần khối lượng:

Thành phần	Phần trăm	kg/ngày
Chất dễ cháy	54,6	136 500
Chất khó cháy	24,0	60 000
Nước	21,4	53 500

Thành phần nguyên tố:

Các nguyên tố	Phần trăm
Carbon	27,4
Hydrogen	3,6
Oxygen	23,0
Nitrogen	0,5
Lưu huỳnh	0,1
Nước	21,4
Tro	24,0

Giả thiết rằng:

- 1- Nhiệt trị của chất CTR là 2810kcal/kg
- 2- Tro đáy lò chứa 5% cacbon không cháy
- 3- Nhiệt độ: khí vào = 25°C, tro = 745°C

4- Nhiệt dung riêng của tro = 0,14kcal/kg.°C

5- Ẩn nhiệt hóa hơi của nước = 580kcal/kg

6- Thất thoát nhiệt do bức xạ = 0,5% tổng lượng nhiệt đầu vào

7- Nhu cầu không khí lý thuyết được xác định theo phương trình đốt cháy, theo đó lượng không khí cần thiết để đốt cháy 1kg cacbon là 11,52kg/kg, tương tự hydro là 34,56kg/kg, lưu huỳnh là 4,31kg/kg

8- Nhiệt trị của cacbon là 8000kcal/kg

9- Độ ẩm của không khí là 1%.

Giải:

1- Lập bảng tính khối lượng từng thành phần nguyên tố của 250 tấn CT

Nguyên tố		kg/ngày
Cacbon	= 0,274 (250000)	= 68500
Hydrogen	= 0,036 (250000)	= 9000
Oxygen	= 0,230 (250000)	= 57500
Nitrogen	= 0,005 (250000)	= 1250
Lưu huỳnh	= 0,001 (250000)	= 250
Nước	= 0,214 (250000)	= 53500
Chất trơ (tro)	= 0,240 (250000)	= 60000
Tổng cộng		250000

2- Tính lượng còn lại sau khi đốt

$$\text{Tro} = 60000\text{kg/ngày}$$

Tổng lượng còn lại sau khi đốt:

$$\frac{60000}{0,95} = 63158\text{kg/ngày}$$

Cacbon trong tro: $63158 - 60\,000 = 3158\text{ kg/ngày}$

3- Xác định lượng hơi nước hình thành do hydro liên kết với oxy:

$$9000 \times \frac{18}{2} = 81.000\text{ kgH}_2\text{O}$$

Lượng hydro trong CTR, %:

$$= \left(\frac{3,6\% - 23\%}{8} \right) = 0,725\% = 1812\text{kg/ngày}$$

Lượng hydro liên kết với oxy, có trong CTR

$$= 3,6\% - 0,725\% = 2,875\% = 7188\text{kg/ngày}$$

4- Lập bảng tính nhu cầu không khí

Nguyên tố	Nhu cầu không khí, kg/ngày
Cacbon = $(68.500 - 3.158) \times 11,52$	752.740
Hydro = $(1.812) \times 34,56$	62.623
Lưu huỳnh = $250 \times 4,31$	1.078
Tổng không khí khô lý thuyết	816.441
Tổng không khí khô nếu không khí dư: $100\% = 816.441 \times 2$	1.632.882
Độ ẩm = $1.632.882 \times 0.01$	16.329
Tổng lượng không khí	1.649.211

5- Cân bằng nhiệt cho quá trình cháy

Danh mục	Giá trị, 10^6 kcal/ngày
Tổng nhiệt đầu vào $250.000\text{kg/ngày} \times 2.810\text{kcal/kg}$	702,5
Nhiệt mất do phần cacbon không cháy: $3.158\text{ kg/ngày} \times 8.000\text{kcal/kg}$	-25,2
Thất thoát nhiệt do bức xạ: $0,005 \times 702,5 \cdot 10^6\text{ kcal/ngày}$	-3,5
Nhiệt mất cho nước hóa hơi: $(53.500 + 81.000)\text{kg/ngày} \times 580\text{kcal/kg}$	-78,0
Nhiệt mất theo tro đáy lò: $63.158\text{ kg/ngày} \times 0.14(\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times (745 - 25)^\circ\text{C}$	-6,38
Nhiệt lượng của khói lò	589,42
Hiệu suất nhiệt của quá trình cháy: $\frac{702,5}{589,42} \times 100\%$	83,9%

(Ghi chú: nếu hệ số sử dụng nhiệt của lò hơi là 85% thì hiệu quả sử dụng nhiệt từ lò đốt CTR là 71,3%).

8.2.3. Hệ thống đốt CTR

1. Đặc thù của công nghệ đốt chất thải

Nếu được tiến hành đúng quy cách, quá trình đốt có khả năng phá hủy toàn bộ các độc chất hữu cơ trong CTR nguy hại bằng cách phá hủy các mối liên kết hóa học của chúng và đưa chúng trở lại dạng các nguyên tố hợp thành ban đầu, qua đó giảm thiểu hoặc loại bỏ hoàn toàn các độc tính của chúng.

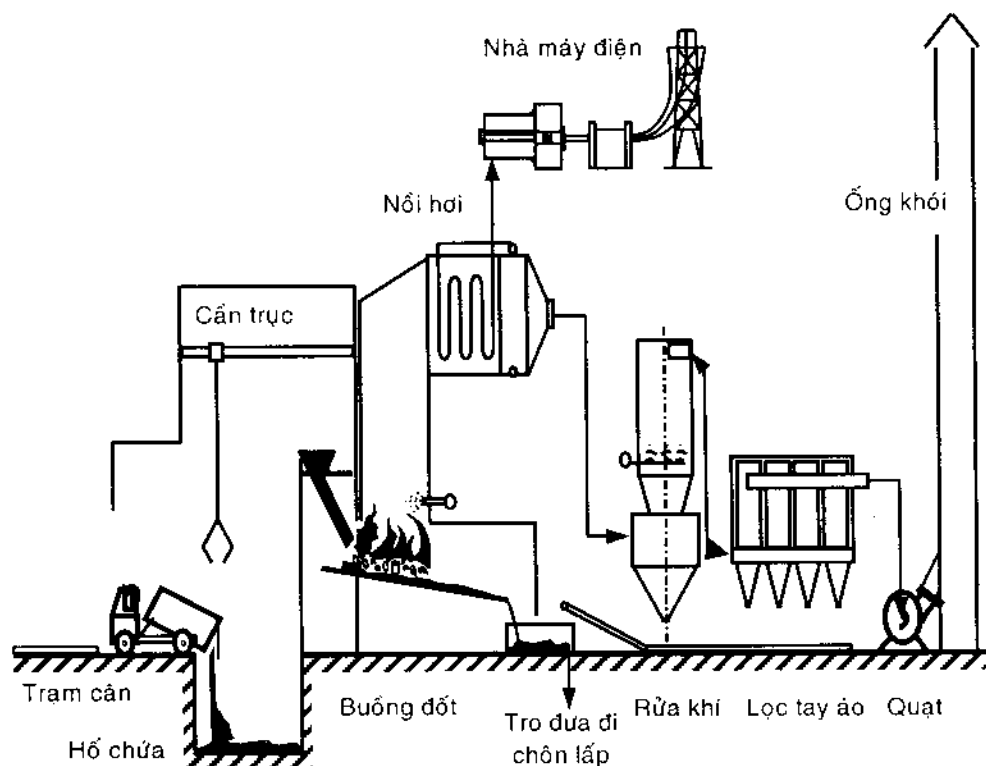
Hạn chế thể tích của CTR nguy hại cần phải thải bỏ vào môi trường đất bằng cách biến đổi các chất rắn và lỏng thành dạng tro. So với việc thải bỏ chất thải nguy hại không qua xử lý, việc thải bỏ tro vào môi trường đất an toàn và hiệu quả gấp nhiều lần.

Công nghệ đốt là một quá trình xử lý khá phức tạp. Trong quá trình cháy, các chất hữu cơ dạng rắn hoặc lỏng sẽ bị chuyển đổi sang pha khí. Các khí này qua các lưới 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 và tạo nên các khí bền vững, các khí này sau khi qua các thiết bị kiểm soát ô nhiễm sẽ được thải vào khí quyển.

Các thành phần khí bền vững sinh ra từ việc đốt các hợp chất hữu cơ chủ yếu là CO_2 và hơi nước. Tuy nhiên, tùy thuộc vào thành phần của CTR, một lượng nhỏ CO , NO_x , HCl , và các khí khác có thể được hình thành. Các chất khí này là nguyên nhân tiềm ẩn gây nguy hại sức khỏe con người và môi trường.

Việc quản lý và thải bỏ các kim loại, tàn tro và các sản phẩm phụ của quá trình đốt cũng có thể gây những tác hại như đã đề cập. Tàn tro dễ lắng, trộn với thành phần chủ yếu là cacbon, 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 do bởi các quy tắc chuyển hóa hoặc do nó có một đặc tính nguy hại nào đó. Tuy nhiên các hạt tro kích thước nhỏ (vật chất dạng hạt mà có thể có các kim loại kèm theo) cũng có thể 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 bởi các quy định áp dụng cho công nghệ đốt vì chúng có thể mang các hợp phần nguy hại ra khỏi hệ thống đốt vào 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 tro đáy lò và tro bay với nồng độ gây hại khó kiểm soát.

Một cách điển hình, công nghệ đốt chất thải kết hợp thu hồi năng lượng được mô tả như quy trình sau:

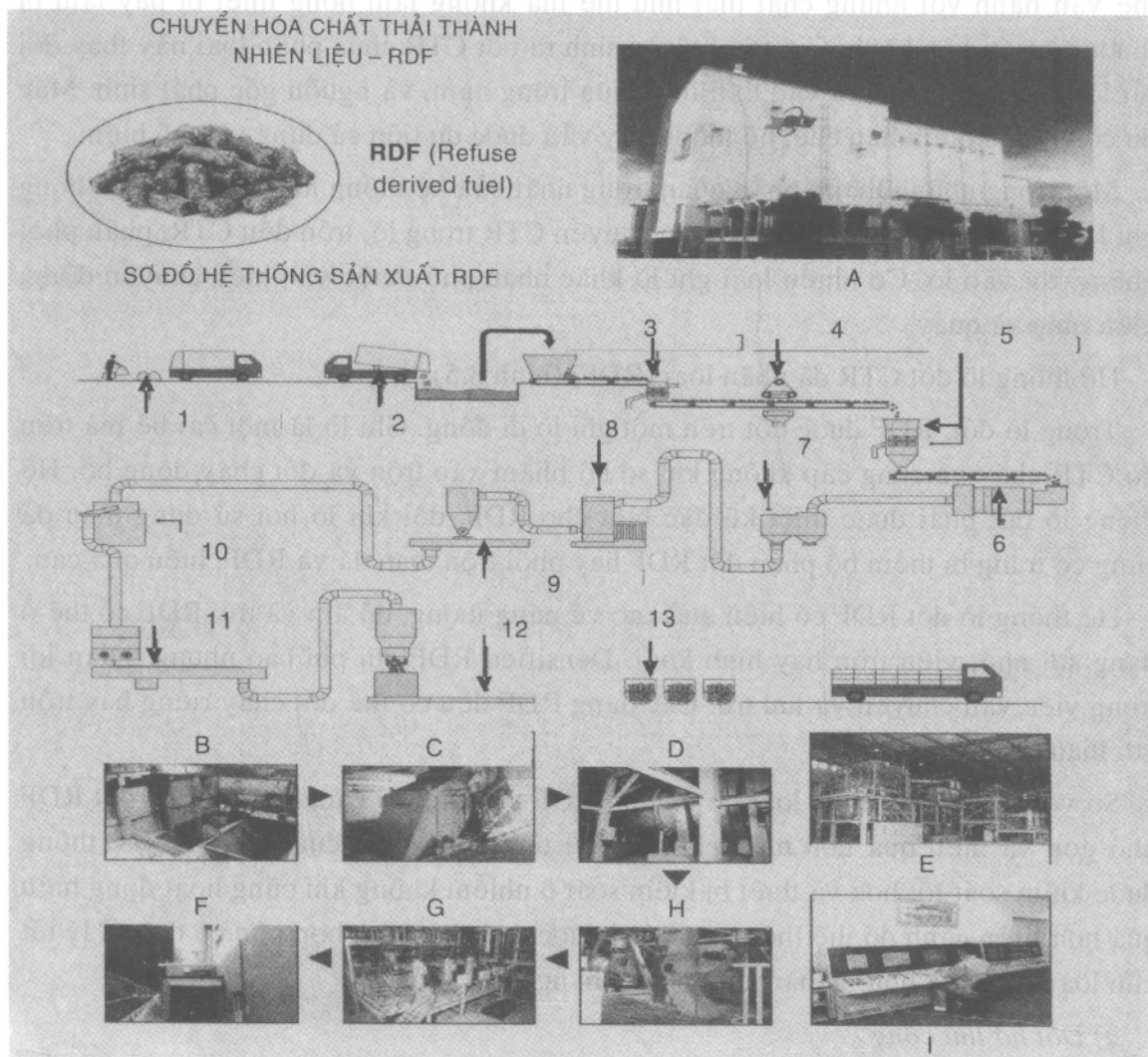


Hình 8.4. Hệ thống lò đốt CTR

2. Các hệ thống lò đốt

Các hệ thống lò đốt có thể được thiết kế để vận hành với 2 loại CTR: CTR chưa phân loại (*mass - fired*) và CTR đã phân loại (phần còn lại sau khi đã tách phần có khả năng tái sinh được đem đi đốt).

- Hệ thống lò đốt CTR đã phân loại tại nguồn: Là cải tiến của hệ thống lò đốt chưa phân loại tại nguồn.



Hình 8.5. Hệ thống lò đốt đã phân loại

A- Trung tâm năng lượng Yume, thành lập 2003 tại Hiroshima (Nhật Bản)

1- phân loại tại nguồn; 2- hầm tiếp nhận; 3- nghiền, phân loại; 4- phân loại từ tính;

5- nghiền lần 2; 6- sấy; 7- phân loại; 8- nghiền lần 3; 9- bổ sung vôi; 10- tạo viên;

11- không khí lạnh; 12- kho chứa; 13- RDF

B- hố chứa và cân trực; C- nghiền sơ cấp; D- sấy khô; E- kế hoạch RDF; F- kho chứa;

G- tạo viên; H- phân loại; I- phòng điều khiển

- Hệ thống lò đốt CTR chưa phân loại: Trong hệ thống này, CTR phải được xử lý sơ bộ trước khi đưa vào phễu lò đốt. Trước khi chuyển CTR vào phễu lò đốt, người điều khiển cần trực phải loại bỏ - bằng phương pháp thủ công - những vật không thích hợp với lò đốt. Tuy nhiên, giả định rằng toàn bộ CTR đều có thể cho vào hệ thống bao gồm chất không cháy có kích thước lớn (như tủ lạnh...) và thậm chí là những chất nguy hại tiềm tàng. Do đó, hệ thống lò đốt phải được thiết kế sao cho có thể vận hành với những chất thải như thế mà không làm hỏng thiết bị hay làm bị thương người vận hành. Giá trị nhiệt trị sinh ra bởi CTR chưa phân loại này thay đổi rất lớn, phụ thuộc nhiều vào thời tiết, mùa trong năm, và nguồn gốc phát sinh. Mặc dù còn nhiều điểm hạn chế, hệ thống này vẫn được ưu tiên sử dụng và phổ biến.

Một trong những thành phần quan trọng nhất của hệ thống lò đốt này là hệ thống ghi lò. Nó gồm nhiều chức năng: vận chuyển CTR trong lò, trộn đều CTR, phân phối không khí vào lò. Có nhiều loại ghi lò khác nhau phụ thuộc vào kiểu chuyển động, kiểu rung và quay.

Hệ thống lò đốt CTR đã phân loại (RDF) (hình 8.5).

Trong lò đốt, RDF được đốt trên một ghi lò di động. Ghi lò là một cái bệ mà trên đó CTR cháy và cung cấp không khí sơ bộ nhằm xáo trộn và đốt cháy đồng bộ. Hệ thống lò đốt phải được thiết kế đặc biệt cho RDF, đôi khi lò hơi sử dụng than đá cũng có trang bị thêm bộ phận đốt RDF hay phối trộn than đá và RDF, hiệu quả cao.

Hệ thống lò đốt RDF có hiệu quả cao về năng lượng, độ ẩm và tro. RDF có thể ở dạng sợi nhỏ, viên tròn hay hình khối. Densified RDF chi phí cao nhưng thuận lợi trong việc vận chuyển và lưu trữ. Các dạng RDF đều có thể đốt cháy riêng hay trộn với than đá.

So với CTR chưa phân loại tại nguồn, RDF có nhiệt trị cao, hệ thống lò đốt RDF nhỏ gọn và hiệu quả hơn nhiều lần do bởi tính đồng nhất của RDF nên hệ thống được kiểm soát tốt hơn và thiết bị kiểm soát ô nhiễm không khí cũng hoạt động hiệu quả hơn. Bên cạnh đó, hệ thống ngoại vi được thiết kế thích hợp nên có thể xử lý tốt kim loại, nhựa và những thành phần tạo khí nguy hại khác.

a) Đốt hở thủ công

Đây là kỹ thuật đốt chất thải đã có từ rất lâu. CTR được đổ hoặc vun thành đống trên mặt đất rồi đốt, không có thiết bị hỗ trợ. Với phương pháp này, quá trình đốt không triệt để, không có hệ thống kiểm soát khí thải nên gây ô nhiễm môi trường không khí và vì cháy hở nên dễ gây sự cố nguy hiểm. Phương pháp đốt hở thủ công tiện lợi để đốt các chất nổ như thuốc nổ TNT, Dynamite. Để đốt các loại chất thải có khả năng cháy nổ cao người ta đốt trong các lò hở, nhưng lò được xây hoặc đào sâu xuống đất, hoặc lò có thêm các thiết bị phụ trợ để quá trình đốt được an toàn.

b) Đốt bằng các thiết bị chuyên dụng

Với các tác hại nghiêm trọng về mặt môi trường khi đốt hở thủ công, các hệ thống đốt CTR đã ra đời với rất nhiều mẫu thiết kế khác nhau và ngày càng được cải tiến nhằm làm tăng tính hiệu quả cho quá trình đốt.

Cấu tạo của các thiết bị đốt chuyên dụng đốt chất thải thường có những thành phần sau:

- Bộ phận nhận chất thải và bảo quản chất thải;
- Bộ phận nghiền và phối trộn chất thải;
- Bộ phận cấp chất thải;
- Buồng đốt sơ cấp;
- Buồng đốt thứ cấp;
- Thiết bị làm nguội khí hay nồi hơi chạy bằng nhiệt dư để giảm nhiệt độ;
- Hệ thống rửa khí;
- Quạt hút để hút không khí vào lò khi duy trì áp suất âm;
- Ống khói.

Tuy nhiên, một trong những thành phần quan trọng nhất của hệ thống lò đốt là hệ thống ghi lò, có nhiều chức năng: vận chuyển CTR trong lò, trộn đều CTR, bơm không khí vào lò. Có nhiều loại ghi lò khác nhau phụ thuộc vào kiểu chuyển động, kiểu rung và quay.

Trong lò đốt CTR đã được phân loại (RDF), RDF được đốt trên một ghi lò đi động. Ghi lò là một cái bục mà trên đó CTR cháy và cung cấp không khí cháy sơ bộ nhằm xáo trộn đốt cháy đồng bộ.

Những lò đốt khác nhau thì chủ yếu khác nhau về buồng đốt sơ cấp.

Dưới đây là một số hệ thống đốt CTR với các ưu nhược điểm riêng thích hợp cho từng loại chất thải cũng như thành phần chất thải và điều kiện kinh tế của đơn vị đầu tư.

** Lò đốt một cấp*

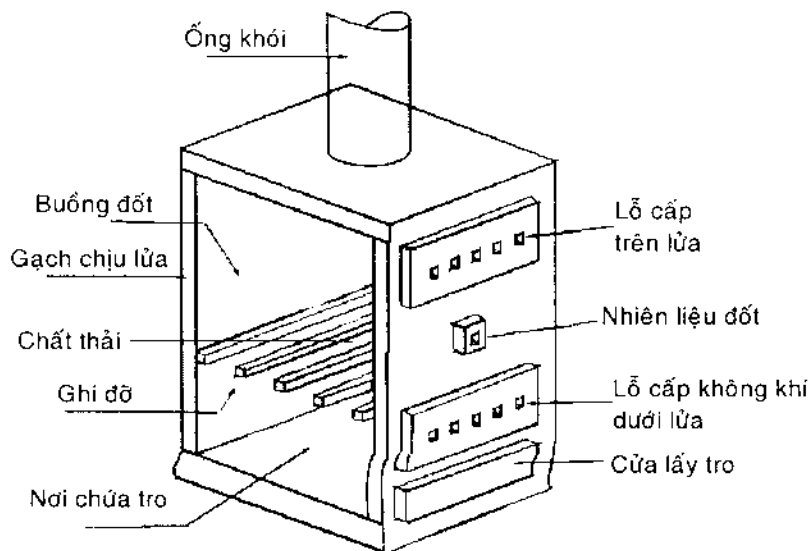
Là một trong những kỹ thuật đốt ra đời sớm, sử dụng trước những năm 1960, chưa đạt tiêu chuẩn quy định đối với khí thải sinh ra do đốt. Cấu tạo của lò tương đối đơn giản, chủ yếu gồm buồng đốt để đốt hỗn hợp CTR và vật liệu cháy. Buồng đốt được chia làm hai ngăn nhờ ghi lò:

- Ngăn trên chứa CTR cần thiêu hủy;
- Ngăn dưới để đốt vật liệu nhằm cung cấp nhiệt và duy trì nhiệt độ đốt.

Trong buồng đốt, CTR được đốt trên ghi lò (không có béc đốt hoặc có bộ phận đốt hỗ trợ với béc đốt). Vật liệu lò thường là gạch đất nung nên tuổi thọ không cao. Nguồn nguyên liệu cung cấp nhiệt cho lò chủ yếu là củi gỗ, mùn cưa...

Mặc dù lò một cấp cũng là một thiết bị đốt chuyên dụng nhưng nếu xét toàn bộ quá trình thì cũng có thể xem đây là quy trình thủ công hồ, bởi nhiệt độ, bụi, khí thải không được kiểm soát mà đưa trực tiếp vào không khí. Các công việc như đưa CTR vào lò, cung cấp nguyên liệu cháy, điều khiển quá trình cháy, thu hồi tro thải đều do công nhân lò đốt thực hiện theo phương thức thủ công.

Cấu tạo của lò một cấp được thể hiện như sau:

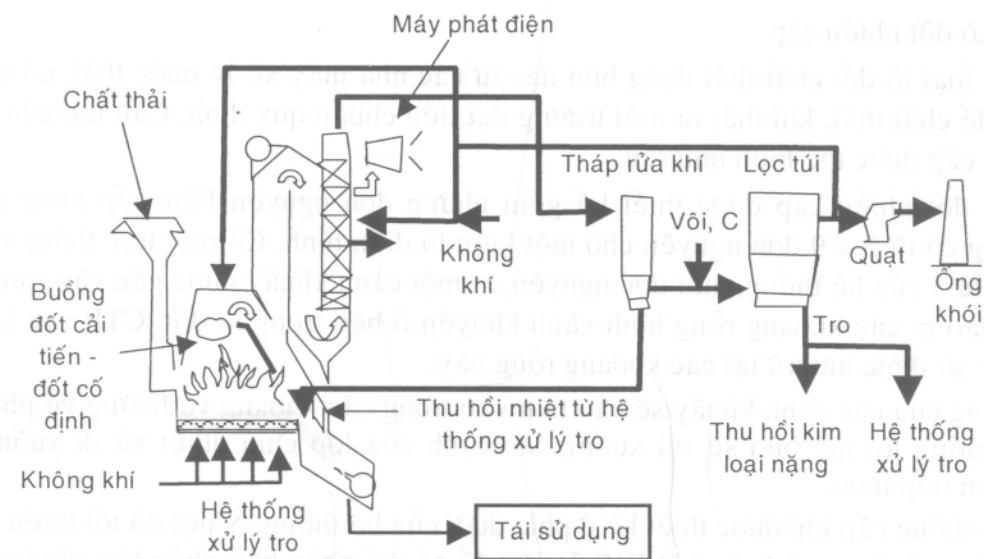


Hình 8.6. Lò đốt một cấp

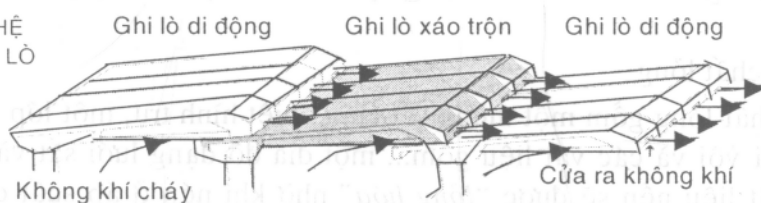
- + Nhược điểm của lò đốt một cấp là:
 - Không giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường do khí thải;
 - Năng suất thấp;
 - Phụ thuộc nhiều vào thời tiết;
 - Cần nhiều công nhân cho một ca làm việc, điều kiện làm việc của công nhân rất nặng nhọc, độc hại, dễ bị các bệnh nghề nghiệp;
 - Lò vận hành không liên tục, thời gian nghỉ giữa hai mẻ đốt lớn;
 - Hiệu quả đốt của lò thấp.
- + Ưu điểm của lò đốt một cấp là:
 - Thiết kế và xây dựng lò khá đơn giản;
 - Chi phí xây dựng lò thấp.

Sử dụng lò đốt thủ công để xử lý CTR không cần diện tích đất và thời gian nhiều như các phương pháp phân hủy CTR nhờ chôn lấp.

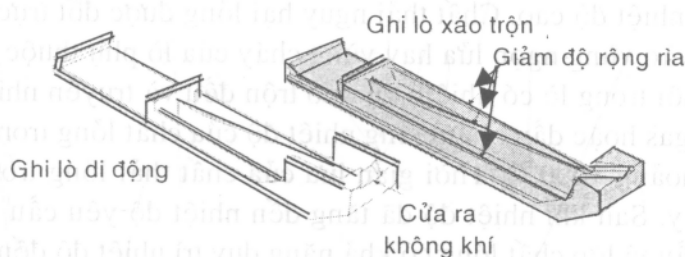
Để khắc phục nhược điểm chính của lò khi đóng vai trò là một thiết bị xử lý chất thải, một số nhà thiết kế đã cải tiến mô hình lò đốt này bằng cách kết nối với các thiết bị xử lý khí thải, nhằm đạt yêu cầu của các tiêu chuẩn xả thải. Quy trình chung của mô hình lò cải tiến được trình bày như mô hình hình 8.7.



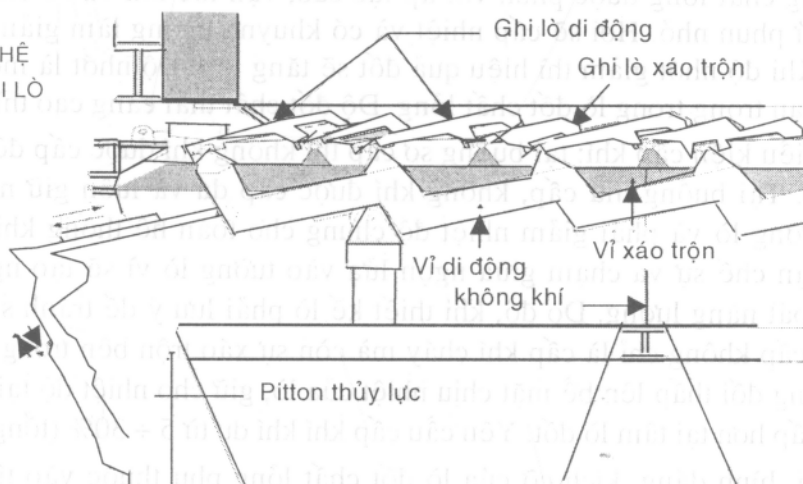
THIẾT KẾ HỆ THỐNG GHI LÒ



THIẾT KẾ GHI LÒ



CẤU TẠO HỆ THỐNG GHI LÒ



Hình 8.7. Sơ đồ hệ thống đốt CTR cải tiến với hệ thống đốt cố định của JFE, Nhật Bản

* Lò đốt nhiều cấp

Là loại lò đốt chất thải dạng bùn đặc từ các nhà máy xử lý nước thải, có thể đốt triệt để chất thải, khí thải ra môi trường đạt tiêu chuẩn quy định. Cấu tạo của lò đốt nhiều cấp được thể hiện như sau:

Lò đốt nhiều cấp được thiết kế gồm những đơn nguyên liên tiếp xung quanh, thường có từ $5 \div 9$ đơn nguyên cho một kiểu lò điển hình. Có một trục thẳng đứng ở trung tâm của hệ thống, mỗi đơn nguyên có một cánh khuấy được gắn vào trục trung tâm, tạo ra các khoang rỗng hình vành khuyên ở bên trong lò đốt. CTR sau khi đưa vào lò sẽ được lưu trữ tại các khoang rỗng này.

Răng của các cánh khuấy sẽ cào bùn vào trong các khoang và hướng về phía tâm của buồng lò, nơi bùn sẽ rơi xuống các cạnh của lớp chịu nhiệt và đi xuống đơn nguyên tiếp theo.

Hệ thống cấp khí được thiết kế ở phía dưới của hệ thống. Nhiệt độ tối thiểu của lò 760°C và thời gian lưu ít nhất là 0,5 giây để có thể phân hủy phần lớn các hợp chất hữu cơ.

* Lò đốt chất lỏng

Lò đốt chất lỏng gồm một thùng sắt chịu nhiệt hình trụ, một lớp vật liệu nền như cát silic, đá vôi và các vật liệu gốm... một đĩa đỡ dạng lưới sắt và một miệng cấp khí. Lớp vật liệu nền sẽ được "lỏng hóa" nhờ khí nén ở áp suất cao. CTR đô thị, than... được đưa vào lò đốt ở vị trí trên mặt hoặc dưới đáy lớp vật liệu nền đã được lỏng hóa ở nhiệt độ cao. Chất thải nguy hại lỏng được đốt trực tiếp trong lò đốt bằng cách phun vào vùng ngọn lửa hay vùng cháy của lò phụ thuộc vào nhiệt trị của CTR. Chất lỏng sôi trong lò có nhiệm vụ xáo trộn đều và truyền nhiệt cho CTR, có thể bổ sung thêm gas hoặc dầu nhằm tăng nhiệt độ của chất lỏng trong lò. Lò được duy trì ở nhiệt độ khoảng 1000°C . Thời gian lưu của chất thải lỏng trong lò từ vài phần giây đến 2,5 giây. Sau khi nhiệt độ đã tăng đến nhiệt độ yêu cầu thì không cần bổ sung thêm gas/dầu vì lớp chất lỏng có khả năng duy trì nhiệt độ đến 24 giờ.

Dòng chất lỏng được phun với áp lực cao, vận tốc lớn và sẽ chuyển thành những phần tử phun nhỏ. Hơi sẽ cấp nhiệt và có khuynh hướng làm giảm độ nhớt của chất lỏng. Khi độ nhớt giảm thì hiệu quả đốt sẽ tăng lên. Độ nhớt là một trong những chỉ tiêu quan trọng trong lò đốt chất lỏng. Độ đốt chất thải càng cao thì càng khó đốt.

+ Điều kiện cấp khí: tại buồng sơ cấp thì không khí được cấp để đốt hơi chất lỏng hữu cơ. Tại buồng thứ cấp, không khí được cấp dư và luôn giữ ngọn lửa hướng về phía tường lò và phải giảm nhiệt độ chung cho toàn hệ thống khi cần thiết. Nhưng phải hạn chế sự va chạm giữa ngọn lửa vào tường lò vì sẽ tạo nguy cơ ăn mòn và thất thoát năng lượng. Do đó, khi thiết kế lò phải lưu ý để tránh sự pha đập. Sự cấp khí sơ cấp không chỉ là cấp khí cháy mà còn sự xáo trộn bên trong lò, cung cấp dòng khí tương đối thấp lên bề mặt chịu nhiệt của lò, giữ cho nhiệt độ tại bề mặt chịu nhiệt luôn thấp hơn tại tâm lò đốt. Yêu cầu cấp khí dư từ $5 \div 30\%$ (tổng hai buồng lò).

Loại, hình dáng, kích cỡ của lò đốt chất lỏng phụ thuộc vào tính chất của CTR, thiết kế béc phun, tường lò và điều kiện cấp khí.

+ Cấu tạo của lò đốt chất lỏng như sau:

Lò đốt chất lỏng được ứng dụng để xử lý nhiều loại chất thải khác nhau như: CTR đô thị, bùn, than và nhiều loại hóa chất khác, kể cả hóa chất nguy hại. Khi sử dụng đá vôi (CaCO_3) làm lớp vật liệu nền thì nó sẽ phản ứng với O_2 và khí SO_2 (sinh ra do quá trình đốt CTR có chứa lưu huỳnh), tạo cặn CaSO_4 . Cặn này sẽ được lấy ra cùng với tro lò. Do đó, khi sử dụng lò đốt chất lỏng với vật liệu nền là đá vôi cho phép xử lý CTR có hàm lượng lưu huỳnh cao với sự phát sinh khí SO_2 là ít nhất.

Ưu điểm:

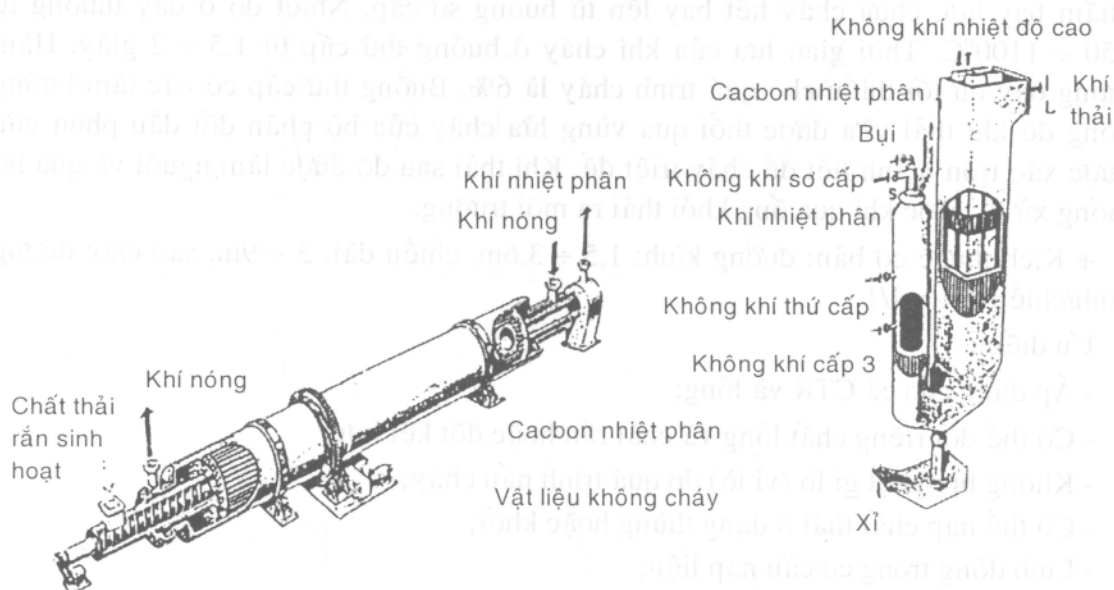
- Đốt được chất thải lỏng nguy hại;
- Không yêu cầu lấy tro thường xuyên;
- Thay đổi nhiệt độ nhanh chóng theo tốc độ nhập liệu;
- Chi phí bảo trì thấp.

Nhược điểm:

- Chỉ áp dụng được đối với các chất lỏng có thể nguyên tử hóa;
- Cần cung cấp khí, nhiên liệu phụ như gas/dầu để quá trình cháy triệt để hơn, tránh ngọn lửa tác động lên gạch chịu lửa;
- Dễ bị nghẹt béc phun khi chất thải lỏng có cặn.

* Lò đốt thùng quay

Đây là loại lò đốt chất thải có nhiều ưu điểm bởi quá trình xáo trộn CTR tốt, đạt hiệu quả cao và hiện nay, được sử dụng khá phổ biến ở các nước tiên tiến. Lò đốt thùng quay được sử dụng để xử lý các loại chất thải nguy hại dạng rắn, bùn, cặn và cả dạng lỏng. Ở Mỹ, lò đốt thùng quay chiếm tới 75% số lò đốt chất thải nguy hại, lò đốt tầng sôi chiếm 10%, còn lại 15% là các loại lò khác.



Hình 8.8. Thiết bị đốt thùng quay

Thùng quay hoạt động ở nhiệt độ khoảng 1100°C, sử dụng chất thải nguy hại làm nguyên liệu. Đây là phương pháp tiêu hủy chất thải bằng cách đốt cùng với nhiên liệu thông thường khác để 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.

Lò đốt thùng quay là lò đốt hai cấp gồm: buồng sơ cấp và buồng thứ cấp.

Lò sơ cấp là một trống quay hình trụ chịu nhiệt, quay với tốc độ điều chỉnh được (0,5 ÷ 1 vòng/phút), có nhiệm vụ đảo trộn CTR trong quá trình cháy. Lò đốt được đặt hơi dốc với độ nghiêng 1 ÷ 5 %, nhằm tăng thời gian cháy của chất thải và vận chuyển tự động tro ra khỏi lò đốt. CTR được nạp vào từ phía trên của lò dưới dạng nén hay thủy lực tùy thuộc vào tính chất lý học của chất thải. Khi đốt CTR, lò sơ cấp quay giúp cho quá trình xử lý được triệt để. Thời gian lưu của CTR trong lò là 0,5 ÷ 1,5 giờ, lượng chất thải nạp vào chiếm 20% thể tích lò.

Phần đầu của lò đốt có lắp một bec phun dầu hoặc gas kèm quạt cung cấp cho quá trình đốt nhiên liệu nhằm đốt nóng hệ thống lò đốt. Tốc độ phun gas vào lò khoảng 3,1m/s nhằm hạn chế tối đa sự thất thoát. Khi nhiệt độ lò đạt 800°C thì CTR mới được đưa vào để đốt. Trong buồng đốt sơ cấp, nhiệt độ lò quay được khống chế từ 800 ÷ 900°C, nếu chất thải cháy tạo đủ năng lượng giữ được nhiệt độ này thì bộ đốt phun dầu/gas tự động ngắt. Khi nhiệt độ hạ thấp hơn 800°C thì bộ đốt tự động làm việc trở lại.

Sản phẩm khí sinh ra trong quá trình đốt ở lò sơ cấp được đốt tiếp tục ở buồng thứ cấp.

+ Buồng đốt thứ cấp (buồng đốt phụ): đây là buồng đốt tĩnh, nhằm để đốt các sản phẩm bay hơi, chưa cháy hết bay lên từ buồng sơ cấp. Nhiệt độ ở đây thường từ 950 ÷ 1100°C. Thời gian lưu của khí cháy ở buồng thứ cấp từ 1,5 ÷ 2 giây. Hàm lượng oxy dư tối thiểu cho quá trình cháy là 6%. Buồng thứ cấp có các tấm hướng dòng để khí thải vừa được thổi qua vùng lửa cháy của bộ phận đốt dầu phun vừa được xáo trộn mãnh liệt để cháy triệt để. Khí thải sau đó được làm nguội và qua hệ thống xử lý trước khi qua ống khói thải ra môi trường.

+ Kích thước cơ bản: đường kính: 1,5 ÷ 3,6m, chiều dài: 3 ÷ 9m, sao cho: đường kính/chiều dài = 4/1.

Ưu điểm:

- Áp dụng cho cả CTR và lỏng;
- Có thể đốt riêng chất lỏng và chất rắn hoặc đốt kết hợp;
- Không bị nghẹt gì lò (vỏ lò) do quá trình nấu chảy;
- Có thể nạp chất thải ở dạng thùng hoặc khối;
- Linh động trong cơ cấu nạp liệu;
- Cung cấp khả năng xáo trộn chất thải và không khí cao;
- Lấy tro liên tục mà không ảnh hưởng đến quá trình cháy;

- Kiểm soát được thời gian lưu của chất thải lỏng trong thiết bị;
- Có thể nạp chất thải trực tiếp mà không cần phải xử lý sơ bộ gia nhiệt chất thải;
- Có thể vận hành ở nhiệt độ trên 1400°C.

Nhược điểm:

- Lôi cuốn các hạt, phân tử vào trong dòng khí gas, thành phần tro trong khí thải cao;
- Gia công lò khó;
- Chi phí đầu tư cao;
- Vận hành phức tạp;
- Yêu cầu lượng khí dư lớn do thất thoát qua các khớp nối;
- Tổn thất nhiệt đáng kể trong tro thải;
- Chất thải vô cơ có thể kết xỉ gây khó khăn cho công tác bảo trì, bảo dưỡng thùng quay.

* Lò đốt tầng sôi

Thuộc loại lò đốt tĩnh, có lót một lớp gạch chịu lửa bên trong để làm việc với nhiệt độ cao. Đặc điểm của lò là luôn chứa một lớp cát dày 40 ÷ 50cm với vai trò nhận nhiệt và giữ nhiệt cho lò đốt, bổ sung nhiệt cho CTR ướt. Lớp cát được gió thổi xáo động làm CTR bị tơi ra, xáo trộn theo nên cháy dễ dàng. Chất thải lỏng khi bơm vào lò sẽ bám dính lên bề mặt các hạt cát nóng đang xáo động, nhờ vậy sẽ bị đốt cháy còn thành phần nước sẽ bay hơi hoàn toàn.

Gió thổi mạnh vào dưới lớp vỉ đỡ có lỗ nên gió sẽ phân bố đều dưới đáy lò làm lớp đệm cát cùng các phế liệu rắn, nhão đều được thổi tơi, tạo điều kiện cháy triệt để. Khoảng phía dưới lò (trên lớp vỉ phân bố gió), là khu vực cháy sơ cấp có nhiệt độ buồng đốt từ 850 ÷ 920°C, còn khoảng phía trên phình to hơn là khu vực cháy thứ cấp có nhiệt độ cháy cao hơn (990 ÷ 1100°C) để đốt cháy hoàn toàn CTR. Trong lò đốt tầng sôi cần duy trì một lượng cát nhất định nhằm tạo một lớp đệm giữ nhiệt ổn định và hỗ trợ cho quá trình sôi của lớp chất thải đưa vào lò đốt. Khí thải sau đó được làm nguội và qua hệ thống xử lý trước khi qua ống khói thải ra môi trường.

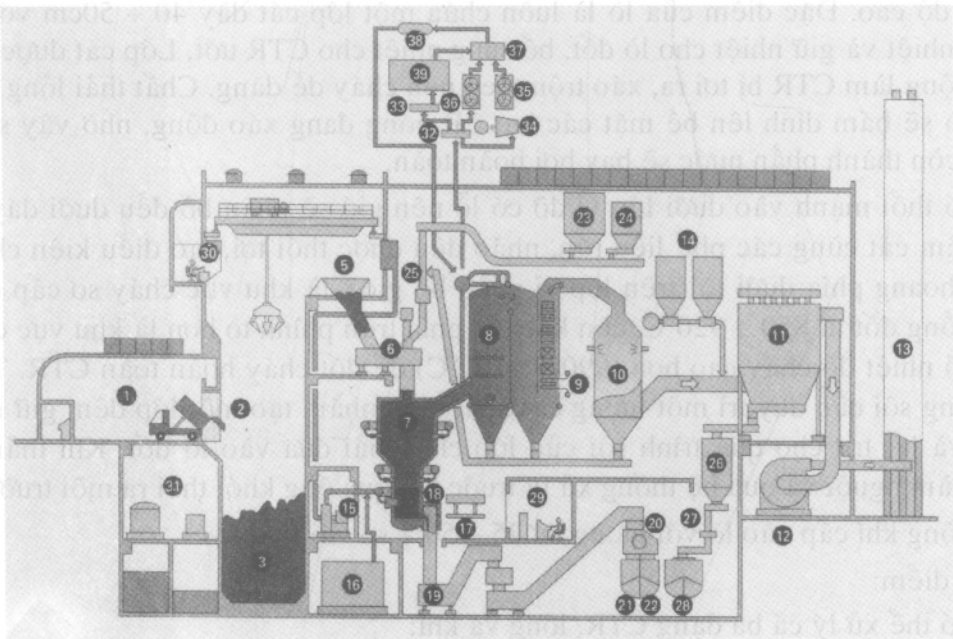
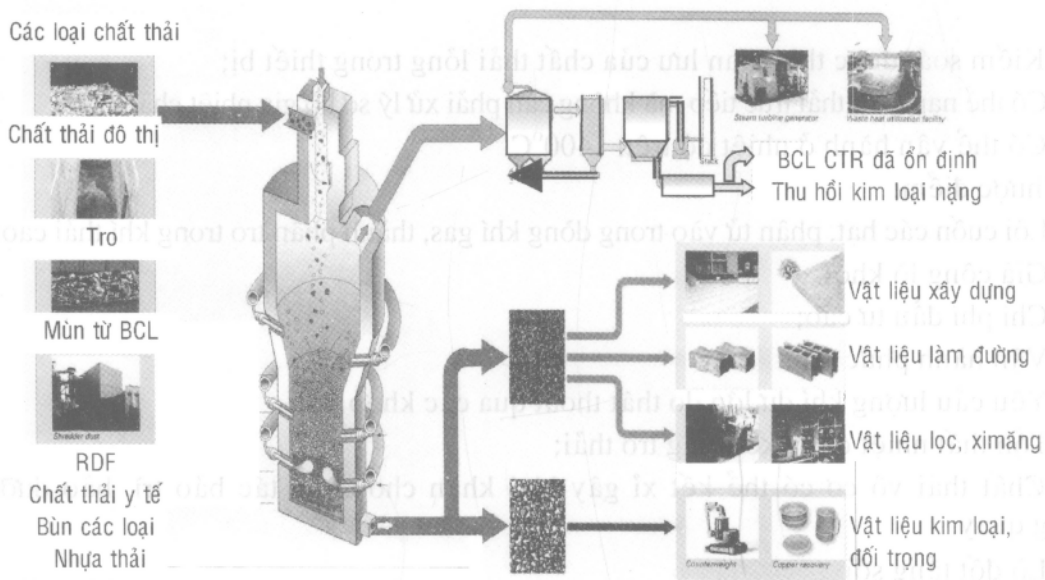
Không khí cấp vào lò với lượng dư 25 ÷ 50% so với lý thuyết.

Ưu điểm:

- Có thể xử lý cả ba dạng CTR, lỏng và khí;
- Thiết kế đơn giản và hiệu quả nhiệt cao;
- Nhiệt độ khí thải thấp và lượng khí dư yêu cầu nhỏ;
- Hiệu quả đốt cao do bề mặt tiếp xúc lớn;
- Lượng nhập liệu không cần cố định.

Nhược điểm:

- Khó tách phần không cháy được;
- Lớp dịch chuyển phải được tu sửa và bảo trì;
- Lớp đệm có khả năng bị phá vỡ;
- Cần khống chế nhiệt độ đốt vì nếu cao hơn 8500°C có khả năng phá vỡ lớp đệm;
- Chưa được sử dụng nhiều trong xử lý chất thải nguy hại.



Hình 8.9. Quy trình hệ thống đốt tầng sôi

- 1- sàn tiếp nhận rác; 2- cổng hố rác; 3- hố rác; 4- cần trục; 5- phễu; 6- băng tải;
- 7- lò đốt; 8- khí đốt thứ cấp; 9- cảm biến nhiệt; 10- tháp rửa khí; 11- lọc tay áo;
- 12- quạt hút hỗ trợ; 13- ống khói; 14- vôi và than hoạt tính; 15- quạt cưỡng bức;
- 16- máy oxy; 17- tắt, mở hệ thống; 18- cửa tháo (liên tục); 19- tro xỉ nóng chảy;
- 20- phân loại từ tính; 21- bồn chứa xỉ; 22- bồn chứa kim loại; 23- than cốc; 24- vôi;
- 25- bổ sung than và vôi; 26- tro; 27- xử lý tro; 28- bồn chứa tro; 29- phòng điều khiển trung tâm;
- 30- phòng điều khiển cần trục dỡ chất thải; 31- hệ thống xử lý nước thải;
- 32- dòng khí áp lực cao; 33- dòng khí đã giảm áp; 34- máy phát điện tua bin khí;
- 35- dòng khí ngưng tụ ở áp suất thấp; 36- dòng khí ngưng tụ ở áp suất cao; 37- bồn ngưng tụ; 38- thông gió; 39- hồi nhiệt

+ Hệ thống sử dụng vỉ lò đốt - ống lăn và đốt CTR bằng dòng điện một chiều

Cấu tạo của lò đốt gồm: vỉ đốt - ống lăn, lò đốt, hệ thống khí thổi.

Vỉ đốt - ống lăn là kỹ thuật đốt CTR hiện đại đang được sử dụng tại hơn 200 nhà máy đốt CTR trên thế giới. Để bảo đảm sự vận chuyển CTR trong lò, hệ thống được bố trí theo độ dốc 20°. CTR nằm đọng giữa các ống lăn sẽ được nhào trộn, do đó các quá trình sấy khô, bốc cháy và đốt CTR xảy ra một cách triệt để. CTR bị đốt dần dần trong khi nhào trộn và vận chuyển trên vỉ lò đốt ống lăn. Để lò đốt có nhiệt độ cao, lượng khí phun vào để đốt CTR phải vừa đủ, không dư. Tùy theo tình trạng cháy trong lò, lượng khí nóng này luôn được tự động điều chỉnh. Hệ thống tự động điều chỉnh làm việc trên cơ sở liên tục đo hàm lượng khí thải ra khỏi lò.

Nhiệt độ cao phía trên vỉ lò đốt đòi hỏi thành lò và vỉ đốt - ống lăn phải có khả năng chịu nhiệt rất cao. Để giải quyết yêu cầu này, vỏ ống lăn được tạo thành do nhiều miếng lắp ghép lại. Khi ống lăn quay, phía trên ống lăn bị đốt nóng, trong khi đó phía dưới lại được làm nguội nhờ luồng khí thổi từ phía dưới phun vào. Tất cả những đặc điểm kết cấu và vận hành này làm cho ống lăn bền nhiệt và đơn giản lắp ráp, thay thế.

Ngoài ra, còn sử dụng chất thải nguy hại làm nhiên liệu, đây là phương pháp tiêu hủy chất thải bằng cách đốt cùng với nhiên liệu thông thường khác để tận dụng nhiệt cho các thiết bị thu hồi nhiệt: nồi hơi, lò nung, lò luyện kim, lò nấu thủy tinh. Lượng chất thải bổ sung vào lò đốt có thể chiếm 12 ÷ 25% tổng nhiên liệu.

8.3. HỆ THỐNG NHIỆT PHÂN

Nhiệt phân là quá trình phân hủy hay biến đổi hóa học CTR ở nhiệt độ cao trong điều kiện không có oxy. Phản ứng quan trọng nhất trong quá trình nhiệt phân là bẻ gãy mạch liên kết C-C, không có xúc tác, chúng tạo thành những gốc tự do và có đặc tính chuỗi, nhiệt độ càng tăng thì sự cắt mạch càng sâu. Sản phẩm của quá trình nhiệt phân CTR thu được gồm các chất ở dạng khí, lỏng và rắn. Ở nhiệt độ cao, các sản phẩm dạng lỏng một mặt bị hóa hơi và mặt khác tiếp tục bị nhiệt phân cắt mạch tạo thành các sản phẩm đơn giản hơn. Chất rắn (cặn cacbon) hay sản phẩm cốc hóa thu được là do sự phân hóa hydrocacbon đến cacbon tự do.

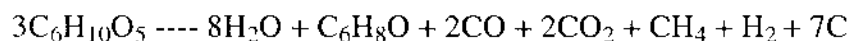
Nhiệt phân là quá trình kết hợp: phản ứng cracking và trùng ngưng, tạo thành:

- Khí cháy (H_2 , CH_4 , CO_2 , CO và các khí khác, phụ thuộc CTR hữu cơ ban đầu), có nhiệt trị: 26562 kJ/m^3

- Nhiên liệu lỏng: axit acetic, axeton, metanol, tổ hợp các hydrocacbon. Có thể dùng để tổng hợp dầu nhiên liệu. Nhiệt trị của nhiên liệu lỏng này là: 20.934 kJ/k

- Tro: cacbon và chất trơ.

Phản ứng nhiệt phân đối xenlulo như sau:



Cân bằng vật chất và số liệu về sản phẩm của quá trình nhiệt phân phụ thuộc nhiệt độ trình bày trong bảng sau:

Nhiệt độ, °F	Khối lượng CTR, kg	Khí, kg	Axit và nhựa đường, kg	Tro, kg	Tổng, kg
900	100	12,33	61,08	24,71	98,12
1200	100	18,64	59,18	21,80	99,62
1500	100	23,69	59,67	17,24	100,59
1700	100	24,36	58,70	17,67	100,73

Thành phần trung bình của khí phụ thuộc nhiệt độ của quá trình nhiệt phân như sau:

Khí	900°F	1200°F	1500°F	1700°F
H ₂	5,56	16,58	28,55	32,48
CH ₄	12,43	15,91	13,73	10,45
CO	33,50	30,49	34,12	35,25
CO ₂	44,77	31,78	20,95	18,31
C ₂ H ₄	0,45	2,18	2,24	2,43
C ₂ H ₆	3,03	3,06	0,77	1,07
Tổng cộng	99,74	100,00	100,00	99,99

Quá trình nhiệt phân là quá trình thu nhiệt, tốc độ nhiệt phân phụ thuộc vào nhiệt độ, thành phần, cấu trúc chất thải và chế độ cấp khí.

Với công nghệ đốt nhiệt phân, nhiệt trị của CTR không phải là yếu tố quan trọng mà nhiệt hóa học có vai trò quan trọng hơn. Khi nhiệt phân, chất thải sinh ra khí gas mà khí gas này sẽ cháy sinh ra nhiệt.

Phản ứng nhiệt phân CTR được mô tả một cách tổng quát như sau:

Chất thải → Các chất bay hơi hay khí gas + cặn rắn

trong đó:

khí gas bao gồm C_xH_y, H₂, CO_x, NO_x, SO_x và hơi nước
cặn rắn: cacbon cố định và tro.

Quá trình nhiệt phân thuần túy (hoàn toàn không có oxy) đòi hỏi phải có sự cấp nhiệt cho hệ phản ứng từ bên ngoài.

Nhiệt độ bắt đầu quá trình nhiệt phân của một số chất:

- Than non 300 ÷ 400°C
- Gỗ 225 ÷ 325°C
- Lignin 300 ÷ 500°C
- Nhiệt độ bắt đầu cháy khí gas 400 ÷ 600°C.

+ Nhiệt phân bằng hồ quang - plasma: thực hiện quá trình ở nhiệt độ cao (có thể đến 10.000°C) để tiêu hủy chất thải có tính độc cực mạnh. Sản phẩm là khí H₂ và CO, khí axit và tro.

8.4. ĐỐT NHIỆT PHÂN

8.4.1. Nguyên lý đốt nhiệt phân

Nguyên lý của quá trình đốt nhiệt phân gồm hai giai đoạn:

Giai đoạn 1 là quá trình khí hóa, CTR 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 là quá trình đốt các thành phần bay hơi ở điều kiện phù hợp để tiêu hủy hết các cấu tử nguy hại.

1. Tại buồng sơ cấp

Đốt thiếu oxy (lượng khí cấp khoảng $70 \div 80\%$ so với nhu cầu lý thuyết), các quá trình xảy ra gồm:

- *Sấy khô (bốc hơi nước) chất thải*: chất thải được đưa vào buồng đốt, thu nhiệt từ không khí nóng của buồng đốt, nhiệt độ của chất thải đạt trên 100°C , quá trình thoát hơi ẩm xảy ra mãnh liệt, khi nhiệt độ tiếp tục tăng sẽ xảy ra quá trình nhiệt phân chất thải và tạo ra khí gas.

- *Quá trình phân hủy nhiệt tạo khí gas và cặn cacbon*: chất thải bị phân hủy nhiệt sinh ra khí gas, tức là từ các hợp chất hữu cơ phức tạp tạo thành các chất đơn giản như: CH_4 , CO , H_2 ... Thực tế, với sự có mặt của oxy và khí gas trong buồng nhiệt phân ở nhiệt độ cao đã xảy ra quá trình cháy, nhiệt sinh ra lại tiếp tục cấp cho quá trình nhiệt phân, như vậy đã sinh ra quá trình “*tự nhiệt phân và tự đốt sinh năng lượng*” mà không đòi hỏi phải bổ sung năng lượng từ bên ngoài vào (không cần tiến hành cấp nhiệt qua béc đốt), và do vậy đã tiết kiệm được năng lượng.

Thông qua quá trình kiểm soát chế độ cấp khí và diễn biến nhiệt độ buồng đốt sơ cấp sẽ đánh giá được giai đoạn:

- Sấy;
- Khí hóa;
- Đốt cặn trong buồng nhiệt phân.

Quá trình nhiệt phân của CTR thường bắt đầu từ $250 \div 650^{\circ}\text{C}$. Thực tế, để nhiệt phân chất thải người ta thường tiến hành ở nhiệt độ từ $425 \div 760^{\circ}\text{C}$. Khi quá trình nhiệt phân kết thúc, sẽ hình thành tro và cặn cacbon, do vậy người ta gọi giai đoạn này là cacbon hóa.

2. Tại buồng thứ cấp

Quá trình đốt được cấp dư khí oxy (lượng khí cấp khoảng $110 \div 200\%$ so với nhu cầu lý thuyết để đảm bảo cháy hoàn toàn, nhiệt độ khoảng trên 1000°C), khí gas sinh ra từ buồng sơ cấp, được đưa lên buồng thứ cấp để đốt triệt để. Tốc độ cháy phụ thuộc vào nhiệt độ và nồng độ chất cháy trong hỗn hợp khí gas. Khi đã cháy hết $80 \div 90\%$ khí gas thì tốc độ phản ứng giảm dần.

3. Quá trình tạo tro xỉ

Giai đoạn cuối mẻ đốt, nhiệt độ buồng đốt nâng tới 950°C để đốt cháy cặn cacbon, phần rắn không cháy sẽ tạo thành tro xỉ. Các giai đoạn của quá trình cháy thực tế không phải tiến hành tuần tự, tách biệt mà tiến hành gối đầu và xen kẽ nhau.

Lò nhiệt phân được xem như hai buồng phản ứng nối tiếp nhau với hai nhiệm vụ: buồng sơ cấp làm nhiệm vụ sản xuất khí gas, cung cấp cho buồng thứ cấp để đốt triệt để các chất hữu cơ. Chất lượng khí gas tạo thành phụ thuộc vào bản chất của chất thải được nhiệt phân cũng như điều kiện nhiệt phân ở buồng sơ cấp. Kiểm soát được mối quan hệ giữa buồng sơ cấp và buồng thứ cấp đồng nghĩa với việc kiểm soát được chế độ vận hành lò đốt đạt hiệu quả như mong muốn.

8.4.2. Kiểm soát quá trình đốt trong lò nhiệt phân

Quá trình đốt nhiệt phân chất thải phụ thuộc vào: nhiệt độ và chế độ cấp khí. Không khí cấp cho quá trình nhiệt phân và nhiệt độ buồng sơ cấp có mối quan hệ khăng khít với nhau. Người ta lợi dụng quy luật này để kiểm soát quá trình. Khi chọn được điều kiện nhiệt phân thích hợp thì chỉ cần cấp nhiệt ban đầu cho buồng nhiệt phân tới nhiệt độ thích hợp, sau đó nhờ kiểm soát chế độ cấp khí đúng sẽ tạo ra năng lượng bổ sung cho quá trình nhiệt phân, do phản ứng cháy.

- Khi $V < V_0$ (lượng không khí cấp tức thời) < V_0 (lượng không khí đủ) - vùng thiếu khí, thì nhiệt độ tăng khi lưu lượng không khí tăng

- Khi $V > V_0$ (vùng dư khí) thì nhiệt độ sẽ giảm khi lưu lượng không khí cấp vào lò tăng.

+ Kiểm soát quá trình đốt tại buồng sơ cấp:

Ở giai đoạn đầu của quá trình nhiệt phân, diễn ra quá trình sấy, phân hủy chất (tạo khí gas), và cháy một phần khí nhiệt phân, do đó tăng không khí nghĩa là tăng oxy cho quá trình cháy, nhiệt phản ứng tỏa ra dẫn đến làm tăng nhiệt độ.

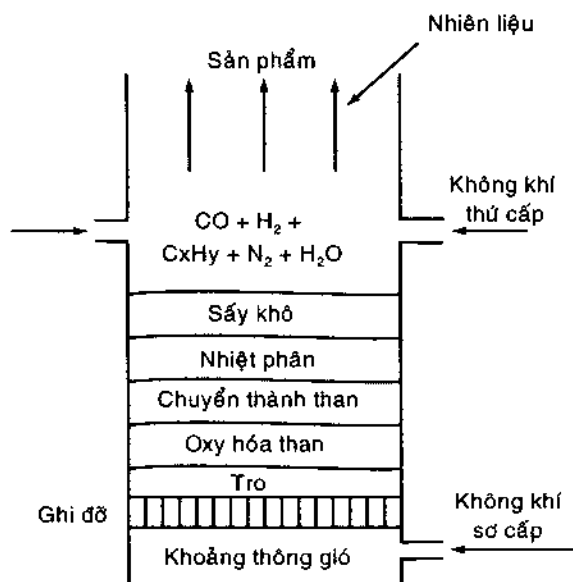
- Khi nhiệt độ tăng, phải giảm lưu lượng cấp không khí.

- Khi nhiệt độ giảm, phải tăng lưu lượng cấp không khí.

Như vậy, đây là quá trình đốt thiếu khí có kiểm soát. Nhiệt độ ở buồng sơ cấp được kiểm soát thông thường từ $300 \div 650^\circ\text{C}$. Lượng khí cấp thường là tăng dần theo thời gian nhiệt phân, để tăng nhiệt độ giai đoạn đốt cuối lên tới 1000°C (giai đoạn đốt cạn cacbon).

+ Kiểm soát quá trình đốt tại buồng thứ cấp:

Vì buồng đốt thứ cấp có nhiệm vụ đốt cháy hoàn toàn khí gas từ buồng sơ cấp, nhiệt độ cần duy trì trên 1100°C khi đốt chất thải nguy hại.



Hình 8.10. Các quá trình trong lò đốt nhiệt phân

Người ta phải dùng detector - đầu dò nhiệt tự động được kiểm soát cùng với quạt cấp khí để kiểm soát quá trình đốt.

Như vậy, các loại chất thải hữu cơ dạng rắn, lỏng, khí đều có thể áp dụng biện pháp xử lý chất thải bằng lò nhiệt phân. Tuy nhiên, CTR phải được nạp từ buồng sơ cấp. Chất lỏng và khí được đốt thẳng ở buồng thứ cấp, lúc này buồng đốt có cải tiến, lắp thêm bộ đốt chất lỏng.

Riêng những chất thải có phản ứng thu nhiệt sẽ không được đốt trong lò nhiệt phân. Quá trình xáo trộn chất thải phải hạn chế tối đa. Vì vậy, một số chất dạng bột, bột giấy cũng hạn chế đốt bằng lò nhiệt phân.

8.4.4. Ưu điểm và nhược điểm của hệ thống đốt nhiệt phân

Ngày nay trên thế giới đã áp dụng rộng rãi quá trình nhiệt phân để xử lý chất thải, nhất là các CTNH nhờ những ưu điểm nổi bật sau:

Ưu điểm:

- Quá trình nhiệt phân xảy ra ở nhiệt độ thấp (so với các công nghệ đốt khác). Do vậy, làm tăng tuổi thọ của vật liệu chịu lửa, giảm chi phí bảo trì;
- Kiểm soát được chế độ nhiệt phân sẽ tiết kiệm được nhiên liệu vì buồng nhiệt phân chính là nguồn cung cấp khí gas cho buồng thứ cấp;
- Quá trình nhiệt phân không đòi hỏi sự xáo trộn nên sẽ giảm được lượng bụi phát sinh. Thông thường, bụi trong khí thải < 200mg/m³, trong nhiều trường hợp không cần trang bị thiết bị xử lý bụi;
- Quá trình nhiệt phân có thể kiểm soát được nhờ bản chất thu nhiệt của nó ;
- CTR hoặc lỏng bị đông thể hóa chuyển vào dòng khí có nhiệt lượng cao nhờ quá trình nhiệt phân có kiểm soát;
- Các cấu tử có thể thu hồi được tập trung trong bã rắn hoặc nhựa để thu hồi;
- Thể tích chất thải giảm đáng kể;
- Các chất bay hơi có giá trị kinh tế có thể được ngưng tụ để thu hồi;
- Phần hơi không ngưng tụ, cháy được coi như nguồn cung cấp năng lượng;
- Vận hành và bảo trì phù hợp với điều kiện Việt Nam;
- Các chất hữu cơ và các chất độc hại như dioxin, furans, PCB cháy hoàn toàn.

Nhược điểm:

- Một số thành phần trong chất thải lúc nạp liệu để đốt có thể bị giữ lại bởi bã thải (nhựa đường, than cốc...), tro cũng cần được chôn lấp an toàn.
- Chất thải có phản ứng thu nhiệt không nên đốt trong lò nhiệt phân. Bản chất của quá trình đốt thiếu khí là rất ít xáo trộn chất thải (kể cả khi nạp liệu). Vì vậy, những loại vật liệu yêu cầu có sự xáo trộn khi đốt để có hiệu quả như cacbon dạng bột, hoặc bùn nhão không thể áp dụng công nghệ đốt thiếu khí.
- Thời gian đốt lâu hơn so với công nghệ đốt lò quay.

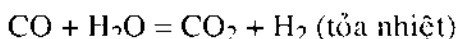
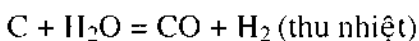
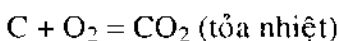
8.5. HỆ THỐNG KHÍ HÓA

8.5.1. Quá trình khí hóa

Quá trình khí hóa là quá trình đốt các loại vật liệu 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.

Khí hóa là một kỹ thuật đốt có hiệu quả về mặt năng lượng, được áp dụng với mục đích giảm thể tích chất thải và thu hồi năng lượng. Quá trình khí hóa là quá trình đốt CTR chứa hàm lượng cacbon cao nhằm tạo ra nhiên liệu đốt giàu cacbon monoxide, hydrogen, và một vài hydrocacbon no (chủ yếu là CH_4). Nhiên liệu đốt này có thể sử dụng cho động cơ đốt trong, tua bin chạy bằng khí, nồi hơi...

Quá trình khí hóa gồm năm phản ứng cơ bản sau:



Nhiệt độ duy trì quá trình lấy từ các phản ứng tỏa nhiệt, trong khi các thành phần dễ cháy được tạo ra bởi phản ứng thu nhiệt.

Khi hệ thống được vận hành ở áp suất khí quyển với không khí được dùng làm chất oxy hóa, thì sản phẩm cuối cùng của hệ thống khí hóa là hỗn hợp khí cháy có nhiệt trị thấp bao gồm H_2 , CH_4 , CO_2 , CO và khí hydrocacbon, trong đó: 10% CO_2 , 20% CO , 15% H_2 , 2% CH_4 theo thể tích, còn lại là khí N_2 . Cacbon cố định và tro có trong CTR, một lượng lớn chất lỏng được xem như dầu pyrolytic. Khí gas nhiên liệu sinh ra có nhiệt trị thấp (khoảng 5.600kJ/m^3) do ảnh hưởng nitr có trong không khí đi vào. Hệ thống khí hóa dùng khí làm tác nhân oxy hóa vận hành đơn giản, lượng khí gas sinh ra ổn định. Khi oxy nguyên chất được dùng làm chất oxy hóa thay cho không khí thì khí gas sinh ra có nhiệt trị cao hơn (khoảng 11.200kJ/m^3).

8.5.2. Hệ thống khí hóa

Trên cơ sở nguyên lý hoạt động của quá trình khí hóa, rất nhiều hệ thống khí hóa đã được thiết kế nhằm đem lại hiệu quả tối ưu cho công tác xử lý CTR. Tuy nhiên, căn cứ trên cấu tạo của bộ phận đốt, có thể chia hệ thống này thành năm loại cơ bản là: lò đứng, lò ngang, lò tầng sôi, lò đốt nhiều buồng và lò đốt thùng quay. Đối với ba loại lò tầng sôi, lò thùng quay và lò nhiều buồng của hệ thống này hoàn toàn tương tự như công nghệ đốt, vì vậy, trong phần này chúng tôi chỉ trình bày hai hệ thống còn lại.

1. Lò đứng

Hệ thống lò đứng có nhiều ưu điểm so với các hệ thống hóa hơi khác ở chỗ chi phí thấp. Tuy nhiên, hệ thống này yêu cầu CTR phải mang tính đồng nhất. Dòng nhiên liệu đi vào vùng phản ứng của hệ thống nhờ lực trọng lực đồng thời với nhiên liệu và không khí. Sản phẩm cuối cùng là hỗn hợp khí cháy có nhiệt trị thấp và tro.

Hệ thống này cũng có thể được vận hành với dòng không khí và nhiên liệu đi từ dưới lên.

Hệ thống lò đứng sử dụng RDF đồng nhất vận hành ở nhiệt độ thấp $649 \div 816^{\circ}\text{C}$ ($1200 \div 1500^{\circ}\text{F}$), sản phẩm sinh ra là hỗn hợp khí cháy có nhiệt trị thấp, một lượng nhỏ nước ngưng tụ, và tro, char khô dạng hạt. Char có khả năng hấp phụ như than hoạt tính và có thể sử dụng để xử lý nước thải. *Hệ thống này có ưu điểm* là dòng khí thải ra ít, thiết bị kiểm soát khí thải đơn giản và không gây ô nhiễm môi trường. Hệ thống này cũng có thể sử dụng khí oxy tinh khiết làm tác nhân oxy hóa, sản phẩm khí gas sinh ra có nhiệt trị trung bình $10.060 \div 11.900\text{kJ/m}^3$ ($270 \div 320\text{Btu/ft}^3$). Thành phần khí sinh ra gồm 50% CO , 30% H_2 , 14% CO_2 , 4% CH_4 , 1% khí hydrocacbon và 1% là N_2 .

2. Lò ngang

Hệ thống gồm buồng đốt sơ cấp và buồng đốt thứ cấp. Trong buồng sơ cấp, CTR cháy được được khí hóa trong điều kiện dư oxy. Sản phẩm khí sinh ra có nhiệt trị thấp được tiếp tục đưa lên buồng đốt thứ cấp. Buồng đốt thứ cấp được vận hành ở nhiệt độ $649 \div 871^{\circ}\text{C}$ ($1200 \div 1600^{\circ}\text{F}$), sản phẩm tạo thành là khí CO_2 , N_2 và nước. Sản phẩm sinh ra từ buồng đốt thứ cấp có thể tận dụng để thu hồi nhiệt lượng cung cấp cho lò hơi.

8.6. HỆ THỐNG THU HỒI NĂNG LƯỢNG

Hầu hết các hệ thống lò đốt CTR hiện nay luôn đi kèm với hệ thống thu hồi năng lượng nhiệt nhằm giảm chi phí vận hành và chi phí đầu tư xử lý khí thải. Nhiệt năng được thu hồi từ khí lò đốt sinh ra ở nhiệt độ cao bằng hai phương pháp:

- Tường nước (*waterwall combustion chambers*)
- Lò hơi (*waste heat boilers*).

Nước nóng hoặc hơi nóng được tạo thành. Nước nóng được sử dụng cho ngành công nghiệp cần nhiệt thấp hay các thiết bị sưởi ấm gia đình. Hơi nóng được sử dụng rộng rãi hơn vì nó có thể sử dụng cho mục đích cấp nhiệt và có thể được chuyển hóa để tạo ra năng lượng điện. Lợi ích của việc thu hồi năng lượng từ lò đốt có thể giảm bớt chi phí vận hành của hệ thống.

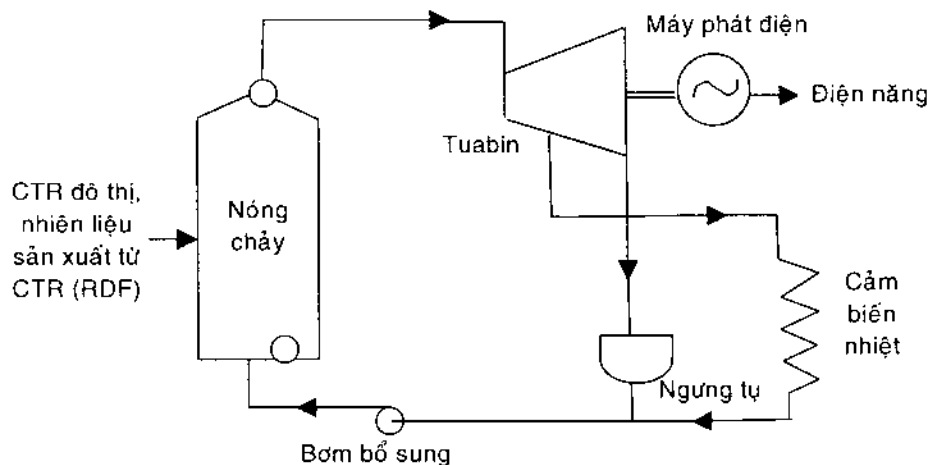
Năng lượng nhiệt thu hồi góp phần làm giảm chi phí đầu tư ban đầu, chi phí vận hành hệ thống kiểm soát khí thải từ lò đốt. Trong thực tế, khi sử dụng lò đốt CTR đô thị không có hệ thống thu hồi năng lượng nhiệt thì lượng khí sử dụng dư cần từ $100 \div 200\%$ nhằm đảm bảo yêu cầu đốt và khả năng xáo trộn cũng như kiểm soát vấn đề tro xỉ hay các vật liệu tích tụ lại trên thành của hệ thống lò đốt. Và kết quả là khí lò sinh ra lớn, chi phí kiểm soát ô nhiễm không khí tăng cao. Ngược lại, khi lò đốt có trang bị hệ thống thu hồi năng lượng nhiệt thì lượng khí dư chỉ cần từ $50 \div 100\%$, do đó giảm được kích thước thiết bị kiểm soát ô nhiễm không khí, giảm giá thành xử lý. Khí lò đốt sinh ra liên tục được làm lạnh trong hệ thống thu hồi năng lượng nhiệt cũng góp phần làm giảm thể tích khí thải phát sinh.

Tường nước: tường thành của buồng đốt được nối với các ống của nồi hơi. Các ống này được đặt thẳng đứng và hàn lại với nhau. Nước lưu thông trong ống sẽ hấp thu năng lượng nhiệt sinh ra từ lò hơi, từ đó tạo ra hơi nóng. Thông thường, vùng

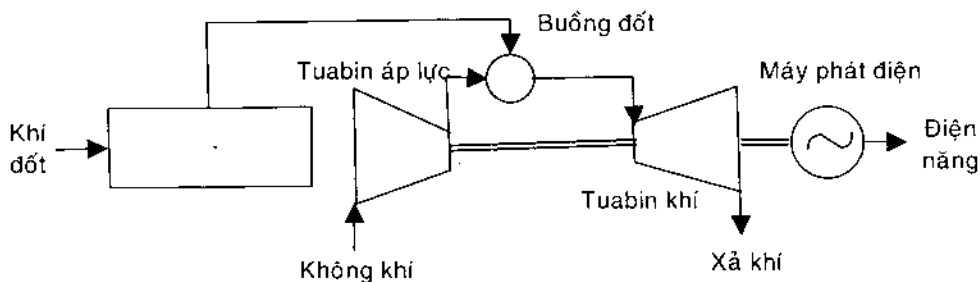
tường lò gần kề vì lò được nối với gạch chịu lửa (có khả năng chịu nhiệt cao) để bảo vệ ống tránh vùng quá nhiệt hay sự mài mòn cơ khí.

Lò hơi: buồng đốt của lò đốt được làm từ gạch chịu lửa nhằm hạn chế thất thoát nhiệt qua tường lò. Khí lò thải ra có nhiệt độ cao sẽ được hướng vào các waste heat boiler riêng lẻ lắp đặt bên ngoài buồng đốt. Phương pháp thu hồi năng lượng dạng này thường được sử dụng đối với các hệ thống lò đốt tiêu chuẩn.

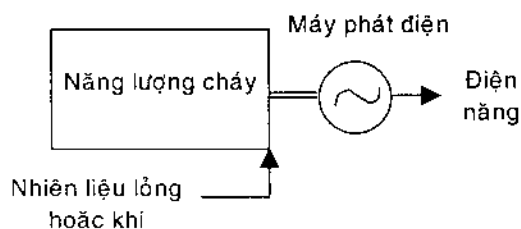
Hệ thống thu hồi năng lượng là một hệ thống trao đổi nhiệt trong đó nhiệt năng của CTR đem đốt được chuyển thành nhiệt của nước do sự chênh lệch nhiệt độ giữa nước và khí lò thải ra.



a) Sử dụng tuabin hơi

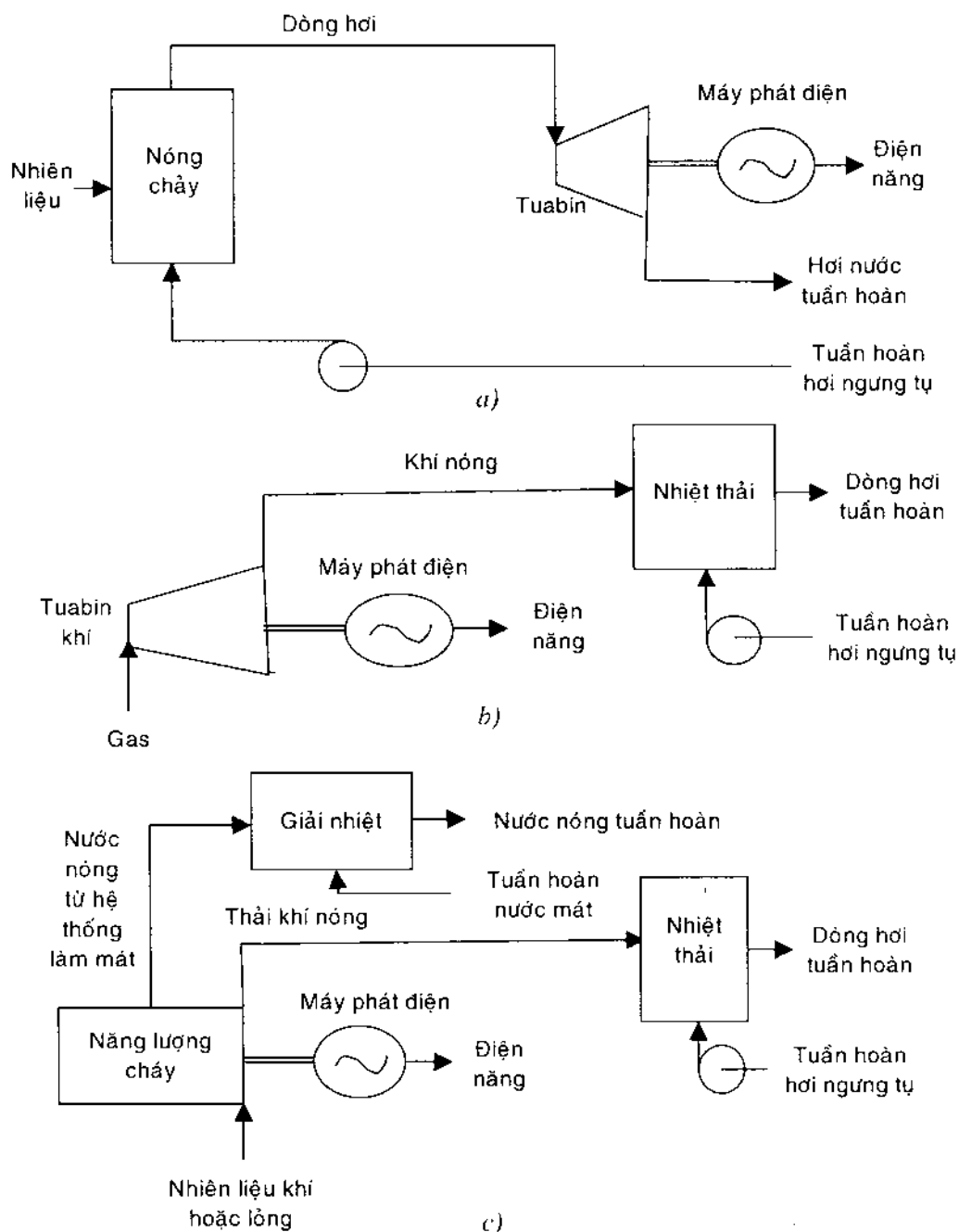


b) Sử dụng tuabin khí



c) Sử dụng trực tiếp năng lượng cháy

Hình 8.11. Sơ đồ hệ thống thu hồi năng lượng



Hình 8.12. Sơ đồ tuần hoàn nhiệt

Sơ đồ hệ thống tận dụng nhiệt

Thành phần nguyên tắc của hệ thống thu hồi năng lượng là lò hơi để sản xuất hơi nước; tuabin hơi hoặc tuabin khí hoặc động cơ pittong tạo năng lượng cơ; và máy phát điện để chuyển năng lượng cơ thành điện năng. Tuabin hơi được sử dụng trong các hệ thống lớn (10 ÷ 50MW) còn tuabin khí và động cơ pittong sử dụng trong các hệ thống nhỏ hơn.

Hệ thống tuabin hơi

Trong hệ thống này, hơi nước được tạo ra từ lò hơi đốt bằng CTR đô thị hoặc nhiên liệu thu hồi (sản phẩm khí hoặc nhiên liệu lỏng do chuyển hóa chất thải cũng có thể được sử dụng). Hơi nước này giúp cho tuabin hơi chạy, còn nước ngưng tụ quay trở lại cấp cho lò hơi. Tuabin hơi làm cho máy phát hoạt động, tạo ra công suất điện ở đầu ra.

Hệ thống máy phát tuabin khí

Tuabin khí cần nhiên liệu khí hoặc lỏng. Các nhiên liệu này có thể cấp bởi quá trình sinh học, như khí bãi rác hoặc do phân hủy kỵ khí CTR đô thị hoặc do nhiệt phân hay khí hóa. Tuabin khí tương tự như động cơ phản lực, gồm có ngăn nén làm tăng mật độ hỗn hợp không khí - gas, buồng đốt và ngăn tuabin, nhằm chuyển hóa nhiệt năng thành cơ năng. Còn máy phát điện được nối trực tiếp với trục của tuabin khí. Tuabin khí có hiệu suất cao, gọn nên được ứng dụng nhiều trong hệ thống xử lý khí bãi rác.

Hệ thống động cơ đốt trong

Động cơ đốt trong sử dụng pittong hay tay quay, có thể chọn khí hoặc nhiên liệu lỏng thu được từ quá trình phân hủy nhiệt hoặc sinh học CTR. Động cơ đốt trong là máy đầu tiên được sử dụng để thu hồi năng lượng từ khí bãi rác. Động cơ đốt trong được cải tiến từ động cơ đốt khí tự nhiên hoặc propan. Tuy nhiên, khí tự nhiên có nhiệt trị đến khoảng 37259 kJ/m^3 , so với khí bãi rác chỉ khoảng $15.000 \div 18.600 \text{ kJ/m}^3$ và $5.600 \div 11.200 \text{ kJ/m}^3$ đối với khí nhiệt trị thấp, nên máy này phải cải tiến bộ hòa khí và đường ống thu khí để điều khiển khí chất lượng thấp.

Tỉ lệ nhiệt là lượng nhiệt tiêu hao để tạo ra 1kWh điện năng:

Tỉ lệ nhiệt = nhiệt cung cấp từ nhiên liệu/điện năng tạo thành (kJ/kWh)

Tỉ lệ nhiệt của hệ thống thu hồi năng lượng từ CTR nằm trong khoảng $15.800 \div 31.600 \text{ kJ/kWh}$. Tương ứng hiệu suất thu hồi nhiệt của toàn bộ hệ thống khoảng 20%.

Bảng 8.5. Tỉ lệ nhiệt của một số nhà máy điện

Loại nhà máy	Tỉ lệ nhiệt, kJ/kWh	Hiệu suất
Các nhà máy điện hơi nước ổn định	25.125	0,14
Nhà máy điện hơi nước trung tâm	12.132	0,30
Nhà máy điện hơi nước trung tâm tối	8.967	0,40
Nhà máy điện công nghiệp nhỏ hơi nước không thu nước ngưng	36.925	0,10
Nhà máy điện công nghiệp nhỏ hơi nước thu nước ngưng	21.100	0,17
Nhà máy hơi nước công suất lớn	$4.750 \div 5.275$	$0,70 \div 0,75$
Nhà máy điện diezen	12.132	0,30
Nhà máy điện khí tự nhiên - động cơ	14.770	0,24
Nhà máy điện xăng - động cơ	16.880	0,21
Nhà máy điện khí nhiệt trị thấp - động cơ	18.990	0,19

Hiệu suất thu hồi nhiệt. Hiệu suất thu hồi nhiệt là phần điện năng thu được từ nhiệt năng của CTR hoặc nhiên liệu.

$$\text{Hiệu suất} = 3600 \text{ (kJ/kWh)} / \text{tỉ lệ nhiệt (kJ/kWh)} \times 100\% (\%)$$

Hiệu suất thu hồi nhiệt của hệ thống được xác định theo hiệu suất của từng thành phần. Hiệu suất trung bình của từng thành phần như lò hơi, lò khí hóa, tuabin khí, tổ hợp tuabin hơi - máy phát điện, máy phát điện và điện năng sử dụng của nhà máy điện và các thất thoát khác trình bày trong bảng sau:

Bảng 8.6. Hiệu suất thu hồi nhiệt của một số thiết bị

Thành phần	Hiệu suất, %	Thành phần	Hiệu suất, %
Lò đốt - lò hơi	(40 - 68) 63		
Lò hơi		Tuabin	
- Nhiên liệu rắn	(65 - 72) 70	Khí cháy	
- Nhiên liệu rắn	(60 - 75) 72	- Chu kỳ đơn	(8 - 12) 10
- Khí nhiệt trị thấp	(60 - 80) 75	- Lò tái sinh	(20 - 26) 24
- Nhiên liệu dầu	(65 - 85) 80	Khí dẫn nở	(30 - 50) 40
Lò nhiệt phân		Hệ thống tuabin - máy phát:	
- Cổ điện	(65 - 75) 70	- Nhỏ hơn 12,5MW	(24 - 30) 29
- Purox	(70-80) 75	- Lớn hơn 25MW	(28 - 32) 31,6
Lò khí hóa		Máy phát điện:	
- Khí nóng	(70 - 80) 75	- Nhỏ hơn 10MW	(88 - 92) 90
- Khí nguội, khí qua lọc	(60 - 70) 65	- Lớn hơn 10MW	(94 - 98) 96
Quá trình metan hóa	(80 - 90) 85		

Bảng 8.7. Điện năng phục vụ nhà máy và thất thoát,
% tính theo công suất phát điện

Nhà máy tuabin - máy phát	(4- 8) 6
Quá trình purox	18 - 24) 21
Metan hóa	(18 - 22) 20
Thất thoát	(2 - 8) 5

Ví dụ 8.4. Ước tính năng lượng sinh ra từ hệ thống chuyển đổi năng lượng CTR với công suất 50 tấn/ngày. Hệ thống gồm tổ hợp lò khí hóa tầng sôi - động cơ đốt trong - máy phát điện. Đồng thời tính tỷ lệ nhiệt và hiệu suất chung của quá trình. Biết rằng năng lượng của CTR là 11.782 kJ/kg.

Giải:

Các đại lượng được tính như sau:

1- Tổng năng lượng thu được do đốt CTR:

$$\frac{50 \text{ tấn / ngày} \times 10^3 \text{ kg / tấn} \times 11.782 \text{ kJ / kg}}{24 \text{ h}} = 24,546 \times 10^6 \text{ kJ / h}$$

2- Nhiệt lượng hóa học có thể thu được từ lò khí hóa (hiệu suất 70%)

$$24,546 \times 10^6 \text{ kJ/h} \times 0,7 = 17,182 \times 10^6 \text{ kJ/h}$$

3- Năng lượng cơ học có thể dùng được từ động cơ đốt trong (hiệu suất 25%)

$$17,182 \times 10^6 \text{ kJ/h} \times 0,25 = 4,296 \times 10^6 \text{ kJ/h}$$

4- Năng lượng điện thu được từ máy phát (hiệu suất 90%)

$$\frac{4,296 \times 10^6 \text{ kJ/h} \times 0,9}{3600 \text{ kJ/kWh}} = 1074 \text{ kWh/h}$$

5- Tỷ lệ sử dụng nhiệt là:

$$\frac{24,546 \times 10^6 \text{ kJ/h}}{1074 \text{ kWh/h}} = 22,855 \text{ kW}$$

6- Hiệu suất sử dụng nhiệt chung:

$$0,7 \times 0,25 \times 0,9 \times 100\% = 15,75\%$$

Ví dụ 8.5. Ước tính năng lượng thu được từ CTR qua hệ thống chuyển đổi năng lượng công suất 100 tấn/ngày. Hệ thống gồm tổ hợp lò đốt CTR đô thị - lò hơi - tuabin hơi - máy phát điện. Cho nhiệt trị của CTR = 11.782 kJ/kg

Giải:

Các đại lượng được tính như sau:

a) Tổng năng lượng thu được từ CTR đô thị:

$$\frac{100 \text{ tấn/ngày} \times 1000 \text{ kg/tấn} \times 11,782 \text{ kJ/kg}}{24 \text{ h}} = 49,1 \times 10^6 \text{ kJ/h}$$

b) Năng lượng hơi nước dùng được từ lò hơi:

$$49,1 \times 10^6 \text{ kJ/h} \times 0,7 = 34,37 \times 10^6 \text{ kJ/h}$$

c) Năng lượng cơ học dùng được từ tuabin hơi (30%)

$$34,37 \times 10^6 \text{ kJ/h} \times 0,3 = 10,31 \times 10^6 \text{ kJ/h}$$

d) Tổng năng lượng điện của máy phát (hiệu suất 96%)

$$\frac{10,31 \times 10^6 \text{ kJ/h} \times 0,96}{3600 \text{ kJ/kWh}} = 2749,6 \text{ kW}$$

e) Năng lượng phục vụ hệ thống thu hồi năng lượng 6%

$$2749,6 \text{ kW} \times 0,06 = 165,0 \text{ kW}$$

f) Thất thoát nhiệt khác 5%:

$$2749,6 \text{ kW} \times 0,05 = 137,5 \text{ kW}$$

g) Công suất điện:

$$2749,6 - 165,0 - 137,5 = 2447,1 \text{ kW}$$

h) Hiệu suất chung của hệ thống thu hồi năng lượng từ CTR đô thị:

$$\frac{2447 \text{ kW} \times 3600 \text{ kJ}}{49,1 \times 10^6 \text{ kJ/h}} \times 100\% = 17,94\%$$

8.7. CÁC HỆ THỐNG KIỂM SOÁT Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG CHO CÁC QUÁ TRÌNH NHIỆT

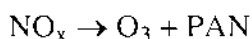
Kỹ thuật xử lý CTR áp dụng các quá trình nhiệt phát sinh một số tác động đến môi trường xung quanh bao gồm: khí, bụi, CTR và chất thải lỏng nếu thiết kế lò sai hoặc kiểm soát, vận hành lò đốt không đảm bảo. Do đó, khi áp dụng phương pháp nhiệt để xử lý CTR, các lò đốt phải được trang bị hệ thống kiểm soát sự phát thải.

8.7.1. Sự hình thành và tác hại của các chất trong khói lò đốt

Các chất ô nhiễm không khí được tạo ra có liên quan trực tiếp đến thành phần chất thải được đốt. Các chất ô nhiễm cần kiểm soát là: NO_x , SO_2 , CO, O_3 , chì và bụi (PM10).

1. Khí NO_x

NO_x có hai dạng là: NO và NO_2 ; NO_x hình thành từ hai nguồn đó là: nguồn thứ nhất hình thành do phản ứng giữa nitơ và oxy không khí dưới tác dụng của nhiệt; nguồn thứ hai hình thành do phản ứng oxy và nitơ hữu cơ có trong thành phần các loại nhiên liệu sử dụng. NO_x là tác nhân dẫn đến việc hình thành chất PAN (*Peroxy Acetal Nitrat*) gây nên hiện tượng sương mù. Phản ứng oxy hóa quang hóa:



NO_x còn chuyển thành dạng sol khí (giọt lỏng) có thể tạo mưa axit.

Kỹ thuật khống chế NO_x :

- Đốt thiếu khí có tuần hoàn ở buồng sơ cấp có thể làm giảm được 35% lượng NO_x ,
- Xử lý NO_x trong khí thải bằng xúc tác hoặc amoniac có thể làm giảm được tới 60% lượng NO_x .
- Nếu sử dụng hỗn hợp than hoạt tính trộn natrihydrocacbonate tỷ lệ 35:65 trọng lượng, có thể giảm 65% NO_x , bên cạnh đó có thể xử lý thêm khí thải (khử dioxyn/furan, THC, hơi axit).

2. Khí SO_x và khí axit (HCl, HF)

- SO_x và khí axit (HCl, HF) hình thành do quá trình đốt nhiên liệu có chứa lưu huỳnh, clorua, flourua. Flor chỉ có trong một số ít CTR còn clor thường gặp hơn, ví dụ có trong nhựa PVC... Lưu huỳnh trong các hợp chất được đốt có thể chuyển thành SO_2 từ 14 ÷ 19%, mức độ chuyển hóa SO_2 thành SO_3 phụ thuộc vào nhiệt độ và lượng oxy dư trong buồng đốt. Quá trình chuyển clorua, flourua thành HCl, HF vào khoảng 46 ÷ 48%. SO_2 kích thích hệ hô hấp, làm cay mắt, chảy mũi, gây nên các bệnh như viêm mũi, mắt, viêm họng. Ở nồng độ cao, SO_2 là tác nhân gây bệnh tật hoặc gây tử vong đối với những người đã mắc các chứng bệnh liên quan đến phổi như viêm phế quản hay cuốn phổi. SO_2 gây mưa axit và sương mù, hủy diệt ao hồ, sông rạch và rừng.

Bảng 8.8. Hàm lượng lưu huỳnh và Clo trong CTR đô thị

Thành phần	% kl S tính theo chất khô	% kl Clo tính theo chất khô
Cacton	0,05	0,05
Giấy báo	0,03	0,05
Rác vườn	0,07	0,34
Cao su, gỗ, vải	0,18	0,14
Nhựa	0,27	6,48
Giấy hỗn hợp	0,04	0,12
Chất hữu cơ hỗn hợp	1,15	1,80

Các biện pháp kiểm soát ô nhiễm chủ yếu là sử dụng thiết bị xử lý khí thải bằng các chất hấp phụ, hấp thụ.

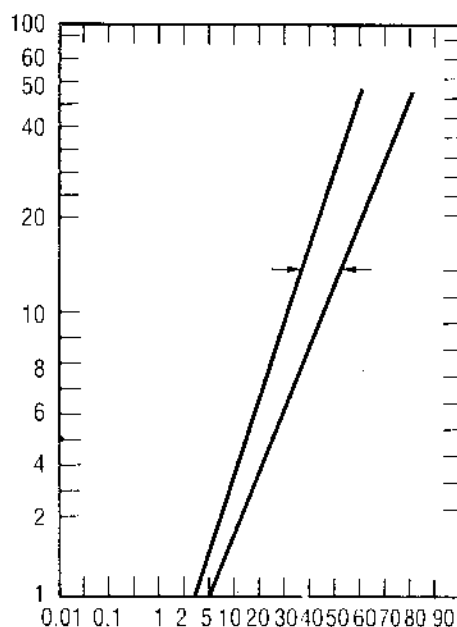
3. Khí CO và THC

CO và THC được hình thành do quá trình đốt CTR có chứa cacbon trong điều kiện thiếu, các hợp chất hữu cơ cháy không hoàn toàn. CO phản ứng với hemoglobin trong máu tạo thành carboxylhemoglobyl (HbCO), gây ức chế phản ứng giữa hemoglobin và oxy. Cơ thể con người chỉ thích ứng với oxyhemoglobin (HbO₂). Sự thiếu hụt oxy sẽ gây nên hiện tượng nhức đầu, chóng mặt. Hiệu quả của quá trình cháy có thể đánh giá thông qua nồng độ của CO và THC. Thực tế, việc đo nồng độ THC rất phức tạp. Vì thế thường đánh giá hiệu quả cháy thông qua chỉ tiêu CO₂, CO. Nếu hiệu quả đạt trên 99,9% hoặc nồng độ CO trong khói thải nhỏ hơn 10ppm thì nồng độ THC trong khí thải không đáng kể.

4. Bụi

Bụi hình thành do quá trình đốt không hoàn toàn các thành phần vô cơ và hữu cơ có trong chất thải được đốt. Kích thước hạt bụi từ 0,3 ÷ 1µm chiếm tỉ lệ từ 80 ÷ 90% theo khối lượng. Theo lý thuyết, khi quá trình đốt được thực hiện ở nhiệt độ cao, điều kiện oxy hóa tốt thì các chất hữu cơ bị oxy hóa triệt để nhưng thực tế thì không đạt được kết quả như mong muốn nên bụi tạo thành sẽ có một phần là thành phần hữu cơ bị cuốn theo khí thải. Thành phần, tính chất cũng như tải lượng của bụi có liên quan đến thành phần chất thải được đốt, loại lò đốt và quá trình vận hành.

Bụi làm giảm thị giác và ảnh hưởng đến sức khỏe. Bụi có kích thước nhỏ hơn 10µm gọi là bụi hô hấp bởi vì nó có thể đi sâu vào trong phổi.



Hình 8.13. Mối quan hệ giữa kích thước hạt bụi và phần trăm theo khối lượng

5. Các kim loại nặng

Bảng 8.9. Hàm lượng kim loại nặng trong chất đốt

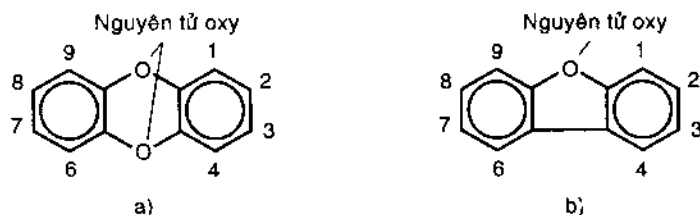
Kim loại	Hàm lượng ($\mu\text{g}/\text{MJ}$)								
	Dầu			Than (Mỹ)			Chất thải rắn đô thị		
	Thấp	Cao	Trung bình	Thấp	Cao	Trung bình	Thấp	Cao	Trung bình
As	nr	nr	nr	20,3	1501,0	331,0	23,0	1392	
Ba	nr	nr	nr	4,2	1550,0	171,0	nd	nd	
Cd	nr	nr	nr	1,9	1001,0	110,0	17,4	3538	
Cr	0,26	7,4	3,2	186,0	3367,0	1017,0	280,0	125,623	
Cu	1,1	26,0	4,6	138,0	1218,0	510,0	1046,0	180,039	
Hg	nr	nr	nr	2,3	96,7	18,7	<130,0	362	
Mn	0,39	9,4	3,6	47,0	4753,0	2081,0	1059,0	48,022	
Mo	0,50	4,3	1,4	35,539	90,0	173,0	59,8	2982	
Ni	9,7	371,0	251,0	104,0	2131,0	677,0	90,0	51,564	
Pb	3,1	28,7	13,9	83,0	3084,0	738,0	877,0	136,663	
Sb	nr	nr	nr	2,7	537,0	98,4	30,1	5404	
Se	nr	nr	nr	9,2	542,0	109,0	8,1	237	
Sn	2,6	57,3	16,2	10,271	10,0	153,0	80,9	8179	
V	5,2	358	129,0	342,0	3341,0	1401,0	586,0	5988	
Zn	5,0	42,6	17,8	186,088	25,0	1582,0	3018,0	303,716	

Nguồn [1]

CTR là hỗn hợp dị thể có thể chứa bảng mạch điện tử, pin chứa các nguyên tố kim loại... khi cháy kim loại (Cd, Cr, Hg, Pb...) sẽ tạo thành bụi hoặc hơi (ví dụ Hg hóa hơi ở nhiệt độ thấp 357°C hay 675°F). Các kim loại chính trong thành phần khí thải gồm: Sb, As, Hg, Cd, Be, Cr, Cu, Pb, Mn, Mo, Ni, Se, Sn, V, Zn tồn tại ở các dạng hợp chất như oxít, muối, kích thước các hạt bụi thường nhỏ hơn $2\mu\text{m}$.

6. Các hợp chất halogen hữu cơ

Là hợp chất nguy hiểm bao gồm PAH (hydrocacbon đa vòng), polychlorinat dibenzo (PCB), polychlorinat dibenzodioxin (PCDD), polychlorinated dibenzofuran (PCDF)... PCDD có 75 đồng phân còn PCDF có 135 đồng phân phụ thuộc vào số nguyên tử C liên kết với H hay Cl.



Hình 8.14. Cấu trúc của a) polychlorinat dibenzodioxin (PCDD) và b) polychlorinat dibenzofuran (PCDF)

Tác hại: có khả năng gây đột biến gen cho thú và con người.

Nguyên nhân hình thành trong lò đốt CTR:

- Dioxin và Furan có sẵn trong CTR đô thị: thuốc BVTV, giấy, gỗ...
- Hợp chất vòng thơm chứa clo: clorophenol có trong CTR chuyển thành dioxin và furan
- Tương tác giữa hydrocacbon vòng thơm và clo: phản ứng giữa lignin (có trong gỗ, giấy, rác vườn...) và clor phân hủy từ PVC hoặc muối (NaCl...).

Khối lượng các chất ô nhiễm trong khí thải có liên quan trực tiếp đến thành phần, tính chất của chất thải được đốt cũng như công nghệ đốt. Đối với các hợp chất dioxin và furan thì tốc độ sinh ra nhanh khi nhiệt độ buồng đốt trong khoảng $300 \div 400^{\circ}\text{C}$. Các biện pháp kiểm soát các hợp chất halogen hữu cơ nói chung là kiểm soát chế độ đốt thích hợp trong đó cần quan tâm đến nhiệt độ buồng đốt, nhiệt độ buồng đốt cần duy trì trên 1100°C với thời gian lưu từ $1 \div 2$ giây.

8.7.2. Thiết bị kiểm soát ô nhiễm không khí

Khí và bụi phát sinh trong quá trình đốt CTR có thể được xử lý bằng các thiết bị kiểm soát và phân loại thành bốn dạng sau đây:

Kiểm soát bụi: phân loại tại nguồn, kiểm soát quá trình đốt, xử lý bụi bằng lọc tĩnh điện hoặc lọc vải.

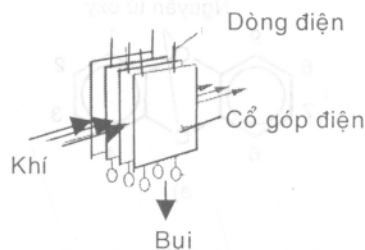
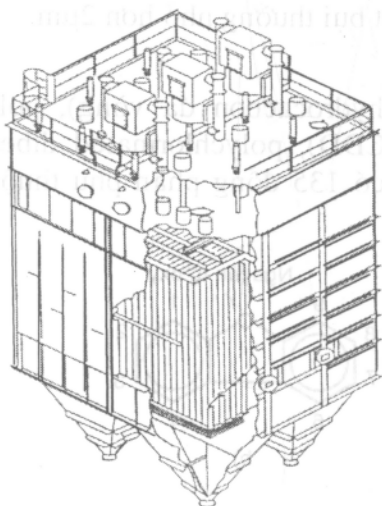
Kiểm soát NO_x : phân loại tại nguồn, kiểm soát quá trình đốt, xử lý khí

Kiểm soát SO_2 và hơi axit: phân loại nguồn, xử lý bằng tháp rửa khí hoặc lọc khô

Kiểm soát CO và THC: kiểm soát quá trình đốt.

1. Thiết bị xử lý bụi

Hiện nay biện pháp kiểm soát bụi trong quá trình đốt là thông qua kiểm soát chế độ đốt đang tỏ ra ngày càng có ưu thế. Ngoài ra có thể xử lý bụi thông qua các thiết bị xử lý như: thiết bị lọc bụi tĩnh điện, thiết bị ventury, thiết bị lọc tay áo, xyclon...



Hình 8.15. Thiết bị lọc bụi tĩnh điện

Bụi PM10 được xử lý hiệu quả bằng ba công nghệ:

- 1- Lọc tĩnh điện (EPS)
- 2- Lọc vải, lọc lớp sợi
- 3- Tổ hợp EPS và lọc vải.

Với hiệu thế sử dụng từ 20.000 ÷ 100.000V, EPS hoạt động phụ thuộc vào các yếu tố: nhiệt độ, độ ẩm và mang lại hiệu quả xử lý bụi rất cao:

- Đối với PM2: 93%
- Đối với PM10: 99,8%.

Còn với thiết bị lọc vải lại cho hiệu quả cao đối với bụi PM 0,1.

8.7.2.2. Xử lý NO_x

Để kiểm soát lượng NO_x thải ra môi trường trong quá trình đốt, phải tiến hành phân loại chất thải tại nguồn, kiểm soát quá trình cháy, xử lý khí cháy.

- Phân loại tại nguồn: tách CHC chứa nitơ.

Ví dụ thực phẩm thừa và rác vườn nhằm làm giảm NO_x sinh ra.

- Kiểm soát quá trình cháy:

+ Tuần hoàn khí cháy.

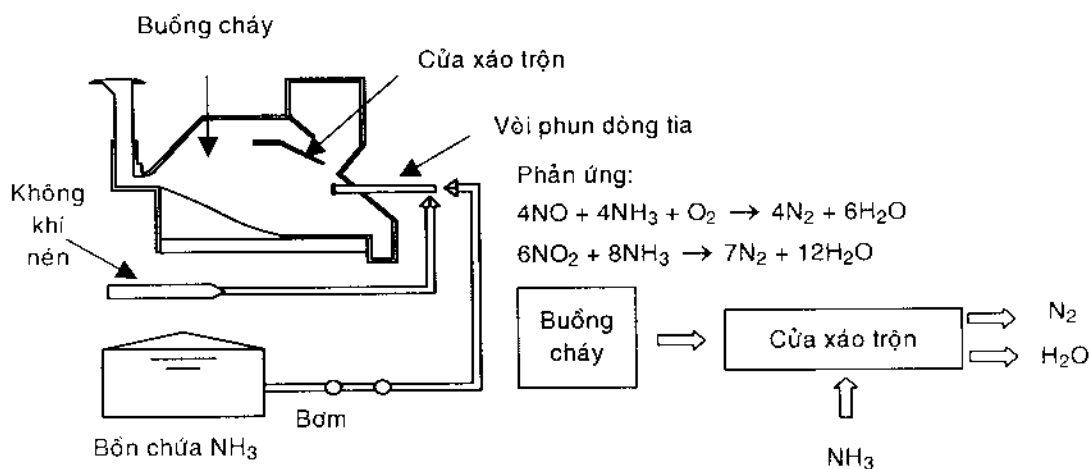
+ Phân đoạn quá trình cháy và vận hành quá trình cháy trong điều kiện thiếu oxy.

- Xử lý khí thải.

Dưới đây là hai quy trình xử lý NO_x hiệu quả do JFE nghiên cứu và đề xuất:

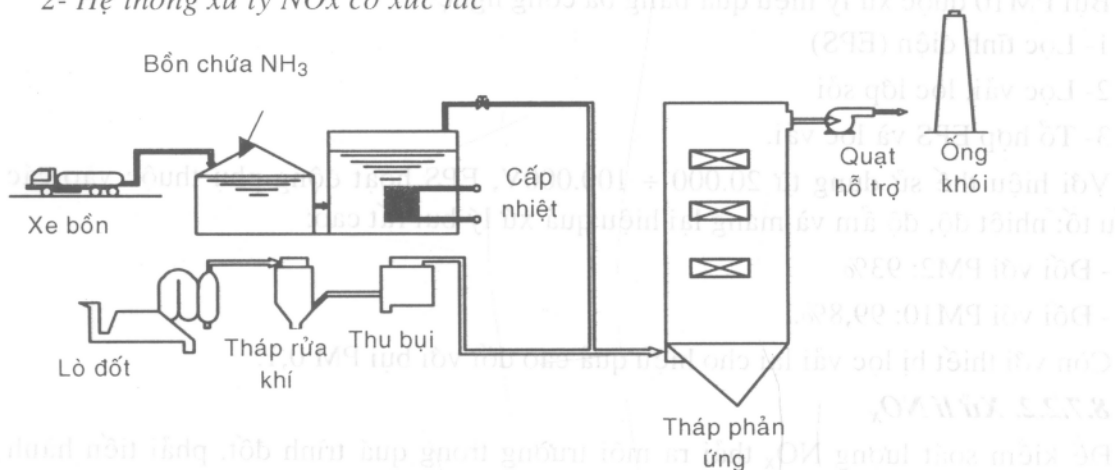
1. Hệ thống xử lý NO_x không xúc tác

Với ưu điểm không sử dụng thêm hệ thống xử khí thải cho lò đốt, NH_3 sẽ được bơm trực tiếp vào buồng đốt CTR nhờ hệ thống bơm định lượng, các vòi phun dòng tia NH_3 tạo nên sự tiếp xúc tối đa giữa NO_x và NH_3 , giúp cho các phản ứng xảy ra triệt để.



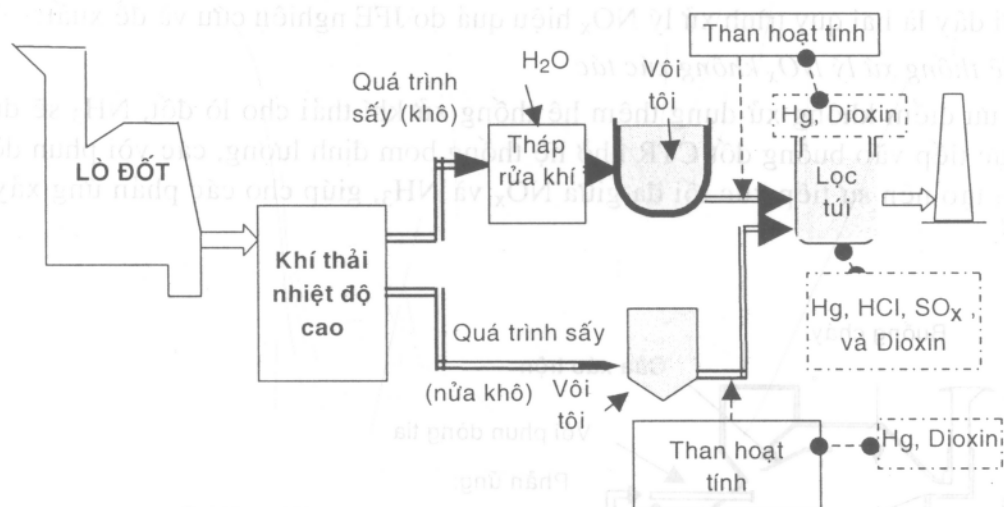
Hình 8.16. Hệ thống xử lý NO_x không xúc tác

2- Hệ thống xử lý NO_x có xúc tác



Hình 8.17. Hệ thống xử lý NO_x có xúc tác

Với quy trình xử lý này, ngoài NO_x, SO₂, bụi, các khí axit, CO, THC và nhiều chất ô nhiễm khác cũng được kiểm soát tốt nhờ kiểm soát quá trình đốt, phân loại rác tại nguồn, rửa/hấp phụ khí và xúc tác. Tương tự, JFE cũng đưa ra các quy trình xử lý tổng hợp khác với đa chức năng.



Hình 8.18. Sơ đồ hệ thống tổng hợp xử lý khí thải đa chức năng JFE - LYMAR

a) JFE-LYMAR (Dry & Semi-Dry)

JFE - LYMAR một hệ thống xử lý cho hiệu quả cao khi xử lý khí thải chứa nồng độ axit HCl, SO_x cao. Nó có một số đặc tính sau:

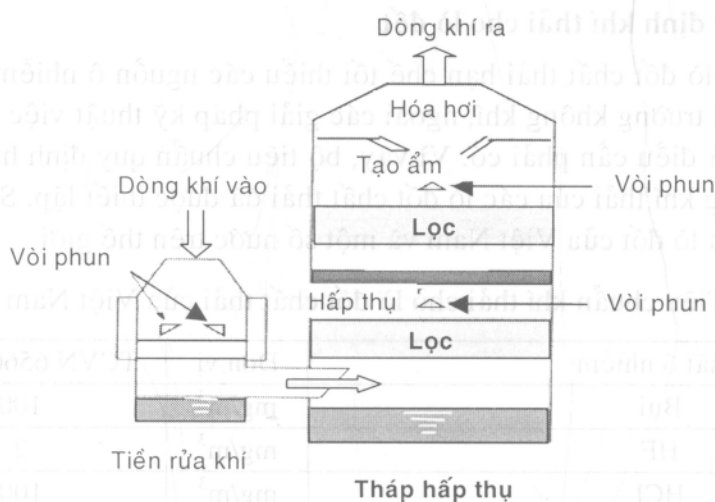
- Thành phần axit trong khí thải giảm mạnh, thiết bị đáng tin cậy;
- Chi phí đầu tư và chi phí hoạt động thấp, dễ bảo trì;
- Không đòi hỏi xử lý riêng nước thải.

JFE được đề xuất bao gồm sấy khô và nửa khô có sự kết hợp với các phương pháp bảo vệ môi trường khác, nó là một giải pháp tối ưu để xử lý khí thải chứa NO_x , kim loại nặng và làm giảm dioxin vì vậy đầu ra của khí phù hợp với tiêu chuẩn.

b) JFE lọc ẩm (hấp thụ)

JFE lọc ẩm dựa trên công nghệ phát minh của công ty Kurabo, Nhật Bản đạt được hiệu quả xử lý cao với HCl , SO_x và các thành phần axit khác trong khói thải.

- Giảm mạnh thành phần axit (nhỏ hơn 10ppm);
- Hiệu quả và bền vững với hai khối tháp xử lý;
- Rửa khí hiệu quả và ổn định nhờ chuyển động lên xuống của dòng khí thải;
- Tổn thất áp lực trong tháp hấp thụ thấp.



Hình 8.19. Thiết bị hấp thụ khí thải lò đốt của JFE

8.7.3. Hệ thống kiểm soát dioxin/furan

Kiểm soát sự phát sinh dioxin/furan từ quá trình đốt CTR:

Kiểm soát quá trình cháy: a) nhiệt độ buồng đốt khoảng 1800°F , thời gian cháy $> 1\text{s}$. Nồng độ CO càng thấp thì lượng dioxin sinh ra càng nhỏ, do đó kiểm soát lượng dioxin sinh ra thông qua kiểm soát nồng độ CO có tính khả thi cao.

Kiểm soát bụi: kim loại nặng và dioxin phần lớn nằm trong bụi thu hồi từ thiết bị lọc vải và thiết bị xử lý SO_2 khô và ướt ở nhiệt độ 140°C .

8.7.4. Hệ thống kiểm soát CTR còn lại

Quản lý CTR còn lại là một phần tất yếu trong quy trình đốt CTR. Các chất cần kiểm soát bao gồm:

- Tro đáy lò: kim loại, thủy tinh;
- Tro bay: thu hồi 99% trong thiết bị ESP hoặc lọc vải;
- Cặn từ thiết bị rửa khí khô.

Do tính chất dễ phân tán nên tro cần được thu gom trong băng tải kín và vận chuyển trong các thùng kín đến nơi thải bỏ, tro bay thường được tạo ẩm và trộn với tro đáy lò trước khi chôn lấp.

Chỉ số tro đáy lò:

$$ABI = \left[\frac{1 - (a - b)}{a} \right] \times 10 \quad (8.6)$$

trong đó: a - kl mẫu tro ban đầu; b - kl mẫu sau khi đốt trong lò nung kín.

Đối với CTR đô thị: $ABI = 95 \div 99\%$.

Được sử dụng làm vật liệu lót đường: hỗn hợp tro bay + tro đáy lò + sữa vôi + xi măng poolan - gạch xây dựng, sản xuất đá nhân tạo xây dựng ngoài khơi.

8.7.5. Tiêu chuẩn quy định khí thải cho lò đốt

Nhằm quản lý các lò đốt chất thải hạn chế tối thiểu các nguồn ô nhiễm cho môi trường đặc biệt là môi trường không khí, ngoài các giải pháp kỹ thuật việc xây dựng các thể chế pháp lý là điều cần phải có. Vì vậy, bộ tiêu chuẩn quy định hàm lượng các chất ô nhiễm trong khí thải của các lò đốt chất thải đã được thiết lập. Sau đây là tiêu chuẩn khí thải của lò đốt của Việt Nam và một số nước trên thế giới.

Bảng 8.10. Tiêu chuẩn khí thải cho lò đốt chất thải của Việt Nam

Chất ô nhiễm	Đơn vị	TCVN 6560 - 1999
Bụi	mg/m ³	100
HF	mg/m ³	2
HCl	mg/m ³	100
CO	mg/m ³	100
NO _x	mg/m ³	350
SO _x	mg/m ³	300
Cd	mg/m ³	1
Hg	mg/m ³	0,5
Tổng KL nặng (As, Sb, Ni, Co, Cr, Pb, Cu, V, Sn, Mn)	mg/m ³	2
Tổng Dioxin / Furan	mg/m ³	1
Khí khô		12% CO ₂

Bảng 8.11. Tiêu chuẩn khí thải cho lò đốt chất thải của một số nước

Chất ô nhiễm	Đơn vị	Mỹ	Tây Đức	Thụy Sĩ	Thụy Điển	Nhật
I	2	3	4	5	6	7
Bụi	mg/m ³	25	75	50	50	35
HF	mg/m ³	—	5	5	5	
HCl	mg/m ³	45	30 ÷ 100	30	200	80

1	2	3	4	5	6	7
CO	mg/m ³	470	100			
NO _x	mg/m ³	270 ÷ 380	300	500		
SO _x	mg/m ³	75 ÷ 200	300	500		
Cd	mg/m ³		0,2	0,2		
Hg	mg/m ³			0,2		0,1
THC	mg/m ³	45	20	20 ÷ 150		
Zn	mg/m ³			5		
Pb	mg/m ³			5		
Sb, Cu, Mn, V	mg/m ³		5	5		
As, Cr, Co, Ni, Se, Te			1			
Khí khô		11% CO ₂	11% CO ₂	10% CO ₂		

8.8. CÁC YÊU CẦU KHI ĐỐT CHẤT THẢI NGUY HẠI

8.8.1. Hiệu quả phân hủy DRE (*Destruction and Removal Efficiency*)

Hiệu quả phân hủy là khả năng phân hủy của một chất hữu cơ nguy hại khó phân hủy nhất trong một hỗn hợp chất thải. Hiệu quả phân hủy thường được áp dụng khi đốt chất thải có thành phần nguy hại và được tính theo công thức:

$$DRE = \left[\frac{(W_{\text{vào}} - W_{\text{ra}})}{W_{\text{vào}}} \right] \times 100 \quad (8.7)$$

trong đó:

$W_{\text{vào}}$ - tải lượng chất ô nhiễm đầu vào (kg/giờ)

W_{ra} - tải lượng chất ô nhiễm đầu ra (kg/giờ).

Theo quy định của Mỹ thì hiệu quả phân hủy DRE của các hợp chất dioxyns/furans phải đạt 99,9999%. Với hợp chất hữu cơ nguy hại không chứa thành phần clo hữu cơ, thời gian lưu cháy cần đạt 2 giây, nhiệt độ buồng đốt tối thiểu là 1000°C. Nếu đốt các hợp chất có chứa clo hữu cơ thì thời gian lưu cháy cần đạt trên 2 giây, nhiệt độ buồng đốt tối thiểu là 1200°C, bắt buộc hệ thống lò đốt phải được trang bị hệ thống xử lý khí thải.

Trong công nghệ đốt CTNH, chất khó phân hủy nhất thường được chọn làm cơ sở tính toán. Toluene, tetrachlorobenzene, cacbon tetrachloride là những chất rất khó phân hủy, phải cần ở nhiệt độ cao mới đốt được. Ở nhiệt độ càng cao, sự cắt mạch càng sâu nên hầu hết các chất hữu cơ đều bị phân hủy đến khi chỉ còn lại một số ít mạch vòng.

Thông thường, đối với lò đốt hoạt động theo nguyên tắc nhiệt phân thì CH₄ sinh ra từ quá trình nhiệt phân được sử dụng để đánh giá hiệu quả phân hủy của chất thải, và cũng là thông số để nhận biết khi nào quá trình đốt được xem là thực hiện xong (*thông qua kiểm tra nồng độ đầu vào và đầu ra của buồng thứ cấp*) do việc đo

chỉ số CH₄ được tiến hành dễ dàng, có thiết bị đo trực tiếp và giá thành rẻ hơn khi so sánh với các chất khó phân hủy khác.

8.8.2. Chỉ số cháy I (*Incinerability Index*)

Trong hỗn hợp chất hữu cơ đem đốt, cần xác định chất “*khó bị cháy nhất*” để đánh giá tính khả thi của hỗn hợp khi áp dụng phương pháp đốt thông qua chỉ số cháy I như sau:

$$I = C + \left(\frac{a}{H} \right) \quad (8.8)$$

trong đó:

a - hằng số, a = 100kcal/g;

H - nhiệt trị, kcal/g;

I - chỉ số cháy, không thứ nguyên;

C - hàm lượng, %.

Giá trị I của một chất càng cao có nghĩa là chất đó càng khó bị cháy. Ví dụ, dòng chất thải nguy hại gồm các chất như sau:

Hợp chất	C	H	I
Diclorometan	1,7	1,70	60,5
Clodan	0,5	2,71	37,4
Hexaclorobenzen	1,1	1,79	57,0
Tribrometan	0,1	0,13	769,3
DDT	2,0	4,51	24,2

Theo đó, tribrometan có nhiệt trị thấp nhất và chỉ số I là lớn nhất. Mặc dù nồng độ trong dòng thải là thấp nhất, nhưng tribrometan là một trong những yếu tố quyết định để xác định hiệu quả phân hủy chất thải trong quá trình đốt.

8.8.3. Hiệu quả đốt CE (*Combustion Efficiency*)

Một trong hai chất được sử dụng để đánh giá hiệu quả của quá trình cháy là CO và tổng hydrocacbon (THC). Tuy nhiên, việc đo nồng độ THC phức tạp hơn nhiều so với CO nên hiệu quả cháy thường được đánh giá thông qua CO và CO₂. Hiệu quả đốt được tính theo công thức sau:

$$CE = \left[\frac{(CO_2 - CO)}{CO_2} \right] \times 100 \quad (8.9)$$

Trong đó, CO và CO₂ là nồng độ phần trăm theo thể tích trong khí thải khô ở điều kiện chuẩn ở 7% hoặc 9% O₂. Đối với lò đốt CTNH, hiệu quả đốt CE phải đạt trên 99,99%.

8.8.4. Hiệu chỉnh nồng độ các chất trong khí thải

Nồng độ các chất ô nhiễm trong khí thải thường được đưa về cùng một điều kiện chuẩn theo 3%, 7%, 11% O₂ hoặc 12% CO₂ khí khô (% thể tích khí khô).

Nồng độ chuẩn theo oxy:

$$P_n = \frac{P_m \times (21 - n)}{(21 - Y)} \quad (8.10)$$

trong đó:

P_n - nồng độ chất ô nhiễm đã hiệu chuẩn theo $n\% \text{ O}_2$, ($n = 3, 7, 11$);

P_m - nồng độ chất ô nhiễm đo được;

Y - nồng độ oxy đo được trong khí thải.

Nồng độ chuẩn theo $12\% \text{ CO}_2$:

$$P_{12} = \frac{P_m \times 12}{[\text{CO}_2]_m} \quad (8.11)$$

trong đó:

P_{12} - nồng độ chất ô nhiễm ở $12\% \text{ CO}_2$;

P_m - nồng độ chất ô nhiễm đo được trong điều kiện lấy mẫu;

$[\text{CO}_2]_m$ - nồng độ CO_2 đo được trong khí thải ở điều kiện thu mẫu.

8.9. CÁC TÍNH CHẤT CỦA CHẤT THẢI CẦN QUAN TÂM KHI ĐỐT

- Thành phần hóa học của chất thải, độ tro, độ ẩm;
- Khả năng ăn mòn;
- Độ nhớt, chất thải đem đốt có thể ở dạng rắn hoặc lỏng;
- Hoạt tính (khả năng phản ứng);
- Khả năng polyme hóa;
- Nhiệt nóng chảy của tro.

Đối với công nghệ đốt chất thải có tận dụng năng lượng hoặc đốt kèm với nhiên liệu trong các công nghệ như đốt nồi hơi, nung xi... có một số yêu cầu riêng. Lượng chất thải bổ sung vào lò đốt chiếm 25% tổng lượng nhiên liệu. Ngoài những tính chất thông thường trên người ta cũng phải quan tâm đến nhiệt trị của chất thải.

Ứng dụng: Phương pháp đốt thường được áp dụng để xử lý các loại chất thải sau:

- Rác độc hại về mặt sinh học;
- Rác không phân hủy sinh học;
- Chất thải có thể bốc hơi và do đó dễ phân tán;
- Chất thải có thể cháy ở nhiệt độ dưới 40°C ;
- Chất thải chứa halogen, chì, thủy ngân, cadimimum, zinc, nitơ, photpho, sulfur;
- Chất thải dung môi;
- Dầu thải, nhũ tương dầu và hỗn hợp dầu;
- Nhựa, cao su và mũ cao su;
- Rác dược phẩm;
- Nhựa đường axit và đất sét đã sử dụng;
- Chất thải phenol;

- Mỡ, sáp;
- CTR bị nhiễm khuẩn với các hóa chất độc hại.

Nếu các hóa chất độc hại là chất hữu cơ (ví dụ chất có chứa cacbon, hydro hoặc oxy) thì có thể xử lý bằng phương pháp đốt.

8.10. VẤN ĐỀ LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP NHIỆT

Như ta đã biết, hiện nay xử lý CTR bằng phương pháp nhiệt đang rất được ưa chuộng, nhất là xử lý CTNH. Tuy nhiên, với rất nhiều công nghệ hiện hành khác nhau như hiện nay, việc lựa chọn một công nghệ xử lý hiệu quả đòi hỏi phải có sự xem xét, cân nhắc để quyết định một cách chính xác. Dưới đây là một số vấn đề cần phải cân nhắc trước khi lựa chọn công nghệ.

Số lượng rác thải: liệu có đủ lượng rác thải để lò đốt hoạt động liên tục hay không? Vì nếu không có đủ lượng rác để duy trì hoạt động liên tục của lò đốt thì chi phí để bảo trì lò đốt sẽ rất cao, mà doanh thu từ việc sản xuất năng lượng lại thấp.

Thành phần, tính chất chất thải

- Thành phần hóa học, độ tro, độ ẩm của chất thải
- Tính chất hóa học của chất thải bao gồm: khả năng ăn mòn, khả năng phản ứng, khả năng polyme hóa...

- Tính chất vật lý của chất thải: độ nhớt, nhiệt độ nóng chảy... đặc biệt là năng suất tỏa nhiệt của rác thải. Liệu CTR đô thị sẽ tạo ra nhiều điện hơn số lượng điện cần sử dụng trong một lò đốt hay không? Cần phải phân tích tính hiệu quả của hệ thống tái chế hiện tại cũng như tiềm năng lâu dài cho các nguyên liệu có năng suất tỏa nhiệt cao như giấy và chất dẻo.

Các tiêu chuẩn môi trường: việc đốt rác sẽ thải ra một lượng khí thải vào môi trường, do đó cần xem xét để ngăn chặn ô nhiễm môi trường hay các vấn đề sức khỏe cộng đồng. Những tiêu chuẩn khí thải nào mà lò đốt cần phải đạt được? Liệu có đủ kinh phí cho các thiết bị lọc khí hoạt động hiệu quả để đáp ứng những tiêu chuẩn này không?

Lựa chọn vị trí: các phương tiện đốt CTR hiện đại có thể chấp nhận về mặt môi trường, nhưng việc đánh giá chi tiết các tác động đến môi trường phải được tiến hành thường xuyên. Việc lựa chọn khu vực là thiết yếu để đảm bảo khả năng được chấp nhận về mặt sức khỏe cộng đồng do những tác động của khí thải ra từ lò đốt. Theo kinh nghiệm của nhiều nước, khoảng cách tối thiểu từ nhà gần nhất tới nơi đặt lò đốt là 200m được sử dụng làm tiêu chuẩn định hướng chung (khoảng cách này có thể tránh được những trở ngại từ hệ thống giao thông đường sá để đi vào nhà máy và những ảnh hưởng của cột ống khói có độ cao 150m).

Nên sử dụng công nghệ đốt rác nào? chất thải được đốt có thành phần, tính chất khác nhau, đòi hỏi phải áp dụng những công nghệ thích hợp, quy trình vận hành hợp lý mới đạt được hiệu quả đốt chất thải cũng như hiệu quả kinh tế trong vận hành.

Các chi phí vốn: phương tiện để đốt CTR rất đắt.

Doanh thu từ việc bán năng lượng: tính kinh tế của việc đốt CTR phụ thuộc vào doanh thu từ bán nhiệt và điện được sản sinh ra. Những tính toán này là dựa trên năng suất tỏa nhiệt (*nhiệt trị*) của CTR và tính hiệu quả của quá trình sản xuất, sử dụng năng lượng.

Có khả năng thanh toán: chi phí đầu tư hàng năm phải đủ để thanh toán cả lãi lẫn phí thu hồi vốn và sinh ra khoản lợi nhuận.

Đội ngũ vận hành: phải có trình độ chuyên môn cao, có khả năng vận hành hệ thống an toàn, hiệu quả, xử lý tốt các tình huống khi có sự cố xảy ra.

CÂU HỎI

1. Xác định nhiệt lượng của khí thoát ra từ quá trình đốt 100 tấn CTR/ngày. Đặc tính của CTR như sau:

Thành phần	%	kg/ngày
Có thể cháy	54,6	61.915,3
Không thể cháy	24,0	27.215,5
Nước	21,4	24.267,2

Các nguyên tố	%kl
C	27,4
H	3,6
O	23,0
N	0,5
S	0,1
Nước	21,4
Các chất trơ	24,0

Các điều kiện:

- Nhiệt trị của CTR là 11.782kJ/kg (5.065 Btu/lb)
- Tro đáy lò chứa 5% cacbon không cháy
- Nhiệt độ: khí vào: 26°C
tro đáy lò: 426°C
- Nhiệt dung riêng của tro đáy lò = 0,582kJ/(kg.°C)
- Ẩn nhiệt hóa hơi của nước = 2.420kJ/kg
- Tổn thất do bức xạ = 0,5% nhiệt lượng đầu vào
- Nhu cầu oxy lý thuyết tính theo phương trình cháy:
C: $(C + O_2 = CO_2) = 11,52 \text{ kg/kg}$
H: $(2H_2 + O_2 = 2H_2O) = 34,56 \text{ kg/kg}$
S: $(S + O_2 = SO_2) = 4,31 \text{ kg/kg}$
- Nhiệt trị của C là: 32.564 kJ/kg
- Độ ẩm của không khí là 1%.

2. Một loại CTR đô thị có thành phần như sau:

Thành phần	% khối lượng
Thực phẩm thừa	95,6
Giấy	1,30
Cacton	0,30
Nhựa	1,50
Thủy tinh	0,60
Sắt	0,1
Vỏ đồ hộp	0,6

Hãy tính:

a) Độ ẩm, nhiệt trị, công thức phân tử của CTR này.

b) Tính toán cân bằng vật chất và năng lượng do đốt 100 tấn CTR/ngày

- Các điều kiện khác lấy từ câu 1.

3. So sánh hai hệ thống nhiệt phân và khí hóa trong hệ thống đốt thu hồi năng lượng điện. Trong điều kiện nào thì hệ thống nhiệt phân hay khí hóa sẽ được sử dụng?

4. Cho một loại CTR đô thị có thành phần như sau:

Thành phần	Khối lượng, kg
Thực phẩm thừa	8,0
Giấy	35,8
Cacton	6,4
Nhựa	6,9
Vải	1,8
Cao su	0,4
Da	0,4
Rác vườn	17,3
Gỗ	1,8

Hãy xác định lượng không khí lý thuyết để đốt 1 tấn CTR này.

5. Hãy tính công suất điện của hệ thống thu hồi năng lượng từ CTR đô thị công suất 1000 tấn/ngày. Hệ thống bao gồm tổ hợp: lò khí hóa tầng sôi - tuabin khí - máy phát. Cho:

- Nhiệt trị của CTR: 11.782 kJ/kg

- Hiệu suất nhiệt lò khí hóa là 70%

- Hiệu suất nhiệt tuabin khí là 24%

- Hiệu suất nhiệt máy phát là 96%

- Điện năng phục vụ nhà máy phát điện chiếm 21% công suất máy phát tổng cộng.

Chương 9

BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN HỢP VỆ SINH

Chôn lấp (*landfilling*) là hành động đổ chất thải vào khu đất đã được chuẩn bị trước. Quá trình chôn lấp bao gồm cả công tác giám sát chất thải chuyển đến, thải bỏ, nén ép chất thải và lắp đặt các thiết bị giám sát chất lượng môi trường xung quanh.

Chôn lấp là phương pháp thải bỏ CTR kinh tế nhất và chấp nhận được về mặt môi trường. Ngay cả khi áp dụng các biện pháp giảm thiểu lượng chất thải hay tái sinh, tái sử dụng và cả kỹ thuật chuyển hóa chất thải, việc thải bỏ phần chất thải còn lại ra bãi chôn lấp (BCL) vẫn là một khâu quan trọng trong chiến lược quản lý tổng hợp CTR. Công tác quản lý BCL kết hợp chặt chẽ với quy hoạch, thiết kế, vận hành, đóng cửa và kiểm soát sau khi đóng cửa hoàn toàn BCL.

Ưu nhược điểm của phương pháp chôn lấp

Ưu điểm:

- Phù hợp với những nơi có diện tích đất rộng;
- Xử lý được tất cả các loại CTR, kể cả các CTR mà những phương pháp khác không thể xử lý triệt để hoặc không xử lý được;
- BCL sau khi đóng cửa có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau như: bãi đỗ xe, sân chơi, công viên...
- Thu hồi năng lượng từ khí gas;
- Không thể thiếu dù áp dụng bất kỳ phương pháp xử lý chất thải nào;
- Linh hoạt trong quá trình sử dụng (khi khối lượng CTR gia tăng có thể tăng cường thêm công nhân và thiết bị cơ giới), trong khi các phương pháp khác phải được mở rộng quy mô công nghệ để tăng công suất;
- Đầu tư ban đầu và chi phí hoạt động của BCL thấp hơn so với những phương pháp khác.

Nhược điểm:

- Tốn nhiều diện tích đất chôn lấp, nhất là những nơi tài nguyên đất còn khan hiếm;
- Lây lan các dịch bệnh do sự hoạt động của ruồi, nhặng và các loại côn trùng;
- Gây ô nhiễm môi trường nước, đất, khí xung quanh BCL;
- Có nguy cơ xảy ra sự cố cháy nổ, gây nguy hiểm do sự phát sinh khí CH_4 và H_2S ;
- Công tác quan trắc chất lượng môi trường BCL và xung quanh vẫn phải được tiến hành sau khi đóng cửa;
- Ảnh hưởng cảnh quan.

Để đáp ứng yêu cầu về môi trường, khắc phục các nhược điểm của chôn lấp, việc quy hoạch, thiết kế và vận hành của một BCL CTR hiện đại đòi hỏi áp dụng nhiều nguyên tắc cơ bản về khoa học, kỹ thuật và kinh tế. Các vấn đề chính liên quan đến việc thiết kế BCL hợp vệ sinh bao gồm:

- 1- Vấn đề môi trường và các quy định ràng buộc;
- 2- Loại hình và phương pháp chôn lấp;
- 3- Vị trí BCL;
- 4- Quản lý khí sinh ra trong quá trình chôn lấp;
- 5- Kiểm soát nước rò rỉ của bãi rác;
- 6- Kiểm soát nước bề mặt và nước mưa;
- 7- Cấu trúc BCL và sự sụt lún;
- 8- Quan trắc chất lượng môi trường;
- 9- Bố trí mặt bằng tổng thể và thiết kế sơ bộ BCL;
- 10- Xây dựng quy trình vận hành BCL;
- 11- Đóng cửa hoàn toàn BCL và những vấn đề cần quan tâm;
- 12- Tính toán và thiết kế chi tiết BCL.

9.1. KHÁI NIỆM BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN

BCL CTR (landfills) là một diện tích hoặc một khu đất được quy hoạch, lựa chọn, thiết kế, xây dựng để thải bỏ CTR.

BCL hợp vệ sinh (sanitary landfill) trước đây, những BCL có che phủ chất thải vào cuối mỗi ngày vận hành được xem là “*BCL hợp vệ sinh*”. Hiện nay, BCL hợp vệ sinh được định nghĩa là BCL CTR được thiết kế và vận hành sao cho các tác động đến sức khỏe cộng đồng và môi trường được giảm đến mức thấp nhất.

BCL an toàn (secure landfill) là BCL dùng để chôn lấp chất thải nguy hại.

Bãi chôn lấp bao gồm các ô chôn lấp chất thải, vùng đệm và các công trình phụ trợ khác nhau như trạm xử lý nước, khí thải, cung cấp điện, nước và văn phòng điều hành...

Các thuật ngữ được dùng cho BCL bao gồm:

Ô chôn lấp chất thải (cell) là thể tích chứa vật liệu bao gồm CTR và vật liệu che phủ được đổ vào BCL trong một đơn vị thời gian vận hành, thường là 1 ngày.

Lớp che phủ hằng ngày (daily cover) là lớp đất hay vật liệu khác dày $0,15 \div 0,35\text{m}$ được phủ lên bề mặt làm việc của BCL vào cuối mỗi ngày vận hành. Lớp che phủ này được sử dụng để tránh hiện tượng bay rác do gió, tránh chuột bọ, ruồi nhặng và những sinh vật gây bệnh xâm nhập vào BCL hay lan truyền mầm bệnh ra khu vực bên ngoài BCL, cũng như hạn chế nước mưa thấm vào BCL trong quá trình vận hành.

Lớp (lift) là một lớp hoàn chỉnh bao phủ tất cả các đơn nguyên trên toàn bộ bề mặt làm việc của BCL. Thông thường, BCL gồm nhiều lớp.

Lớp cuối cùng (final lift): bao gồm cả lớp che phủ.

Bậc thang (bench/terrace) được sử dụng khi BCL cao hơn $15,24 \pm 22,86\text{m}$ nhằm duy trì độ dốc của BCL, đảm bảo đủ diện tích lấp đặt mương thoát nước và đường ống thu hồi khí bãi rác.

Lớp che phủ cuối cùng (final cover layer) là lớp phủ trên cùng của BCL khi kết thúc hoạt động chôn lấp tại BCL. Lớp này bao gồm nhiều lớp đất và màng địa chất, được thiết kế để tăng cường khả năng thoát nước bề mặt, ngăn chặn nước thấm vào bãi và là lớp cấp dưỡng cho cây trồng.

Nước rỉ rác (leachate) là nước được thu gom ở đáy BCL. Đối với những BCL sau, nước rỉ rác thường được thu tại những điểm trung gian. Một cách tổng quát, nước rò rỉ sinh ra do nước mưa, nước bề mặt chảy tràn và nước tưới tiêu thấm vào BCL. Nước rỉ rác cũng bao gồm cả nước có sẵn trong rác cũng như nước ngấm ngấm vào BCL. Nước rỉ rác chứa nhiều hợp chất hóa học sinh ra do sự hoà tan của các thành phần trong rác và các sản phẩm của những phản ứng hóa học và sinh hóa xảy ra trong BCL.

Khí từ ô chôn lấp CTR (landfill gas) là hỗn hợp khí sinh ra từ các ô chôn lấp chất thải do quá trình phân hủy tự nhiên CTR. Phần lớn khí bãi rác gồm: khí metan (CH_4), khí cacbonic (CO_2), là sản phẩm chính của quá trình phân hủy kỵ khí phần hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học của CTR đô thị trong BCL. Những thành phần khí khác gồm có nitơ (N_2) và oxy không khí, amonia (NH_3) và các hợp chất hữu cơ vi lượng.

Lớp lót đáy (landfill liner) là các vật liệu (bao gồm tự nhiên và nhân tạo) được trải trên toàn diện tích đáy và thành, bao quanh ô chôn lấp. Lớp lót đáy thường là lớp đất sét nén và lớp màng địa chất được thiết kế nhằm ngăn ngừa, giảm thiểu sự ngấm, thấm thấu của nước rỉ rác và khí bãi rác vào tầng nước ngầm.

Các phương tiện kiểm soát BCL (landfill control facilities) bao gồm lớp lót đáy, hệ thống thu gom và thoát nước rỉ rác, hệ thống thu và thoát khí bãi rác, các lớp che phủ hàng ngày và lớp phủ cuối cùng.

Vùng đệm (surrounding area) là dải đất bao quanh BCL nhằm mục đích ngăn cách, giảm thiểu tác động xấu của BCL đến môi trường và khu dân cư lân cận.

Hàng rào bảo vệ (fence) là hệ thống tường, rào chắn, vành đai cây xanh hoặc vật cản có chiều cao nhất định bao quanh BCL, nhằm hạn chế tác động từ các hoạt động chôn lấp CTR đến môi trường xung quanh.

Quan trắc môi trường (environmental monitoring) là các hoạt động gắn liền với việc lấy mẫu và phân tích các mẫu nước, không khí, nhằm kiểm soát sự lan truyền khí bãi rác và nước rò rỉ tại khu vực BCL.

Đóng cửa BCL (landfill closure) là việc ngừng hoàn toàn hoạt động chôn lấp CTR tại BCL. Đây là bước cần thiết để bảo đảm an toàn cho BCL khi đã lấp đầy hoàn toàn.

Kiểm soát sau khi đóng cửa (postclosure care) là những hoạt động liên quan đến việc giám sát và bảo dưỡng lâu dài các BCL đã đóng cửa hoàn toàn (từ 30 ÷ 50 năm).

Thời gian hoạt động của BCL là toàn bộ thời gian từ khi bắt đầu chôn lấp CTR đến khi đóng cửa BCL.

Hệ thống thu gom khí thải là hệ thống các công trình, thiết bị thu gom khí thải sinh ra từ BCL nhằm ngăn ngừa, giảm thiểu ô nhiễm không khí và nguy cơ gây cháy, nổ.

Hệ thống thu gom nước rác là hệ thống các công trình bao gồm tầng thu gom, đường ống dẫn, mương dẫn để thu gom nước rác về hố tập trung hoặc tới trạm xử lý.

Hệ thống thoát nước mặt và nước mưa là hệ thống thu gom nước mặt và nước mưa dẫn về nơi quy định nhằm ngăn ngừa nước mặt từ bên ngoài xâm nhập vào các ô chôn lấp.

9.2. PHÂN LOẠI BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN

Tính đến thời điểm hiện tại, có rất nhiều hệ thống và quan điểm phân loại BCL CTR khác nhau, được trình bày như sau:

9.2.1. Phân loại theo hình thức chôn lấp

Căn cứ trên hình thức chôn lấp, cho đến hiện nay đã tồn tại ba loại hình chôn lấp CTR:

- Bãi hở (open dumps);
- Chôn dưới biển (submarine disposal);
- BCL hợp vệ sinh (sanitary landfill).

1. Bãi hở

Đây là BCL theo phương pháp cổ điển, đã được áp dụng từ rất lâu. Ngay cả trong thời kỳ Hy Lạp và La Mã cổ đại cách đây khoảng 500 năm trước công nguyên, con người đã biết đổ rác bên ngoài các thành lũy - lâu đài ở cuối hướng gió. Cho đến nay, phương pháp này vẫn còn áp dụng ở nhiều nơi trên thế giới.

Phương pháp này có nhiều nhược điểm như:

- Làm mất vẻ thẩm mỹ của cảnh quan.
- Là môi trường thuận lợi cho các động vật gặm nhấm, các loài côn trùng, vectơ gây bệnh sinh sôi, nảy nở, gây nguy hiểm cho sức khỏe con người.
- Nước rỉ rác sinh ra từ các bãi rác hở sẽ làm bãi rác trở nên lầy lội, ẩm ướt. Nước rỉ rác này do không có biện pháp kiểm soát, không có hệ thống thu gom, sẽ thấm vào các tầng đất bên dưới gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, hoặc tạo thành dòng chảy tràn gây ô nhiễm nguồn nước mặt.
- Bãi rác hở sẽ gây ô nhiễm không khí do quá trình phân hủy rác tạo thành các khí có mùi hôi thối. Mặt khác, ở các bãi rác hở còn có hiện tượng “*cháy ngầm*” hay có thể cháy thành ngọn lửa và tất cả các quá trình trên sẽ dẫn đến vấn đề ô nhiễm không khí.

Đây là phương pháp xử lý CTR rẻ tiền nhất, chỉ tốn chi phí cho công việc thu gom và vận chuyển rác từ nơi phát sinh đến bãi rác. Tuy nhiên, phương pháp này lại đòi hỏi một diện tích bãi rác lớn. Do vậy, ở các thành phố đông dân cư và đất đai khan hiếm thì phương pháp này trở nên đắt tiền cùng với nhiều nhược điểm như đã nêu trên.

2. Chôn dưới biển

Nhiều nghiên cứu cho thấy việc chôn rác dưới biển cũng có nhiều điều lợi. Ví dụ, ở thành phố New York, trước đây CTR được chở đến bến cảng bằng những đoàn xe lửa riêng, sau đó chúng được các xà lan chở đem chôn dưới biển ở độ sâu tối thiểu 30,5m, nhằm tránh tình trạng lưới cá bị vướng mắc. Ngoài ra, ở San Francisco, New York và một số thành phố ven biển khác của Hoa Kỳ, người ta còn xây dựng những bãi rác ngầm nhân tạo trên cơ sở sử dụng các khối gạch, bê tông phá vỡ từ các khu xây dựng hoặc thậm chí các ô tô thải bỏ. Điều này vừa giải quyết được vấn đề chất thải, đồng thời tạo ra nơi trú ẩn cho các loài sinh vật biển...

Tuy nhiên, với những nghiên cứu gần đây, việc thải bỏ quá mức CTR xuống biển đã gây tác động lớn đến lớp vi sinh vật cũng như lớp thực vật đáy, ảnh hưởng đến chuỗi thức ăn của hệ sinh vật biển. Vì vậy, chôn rác dưới biển không còn được đánh giá là hiệu quả.

3. Bãi chôn lấp hợp vệ sinh

Đây là phương pháp được nhiều đô thị trên thế giới áp dụng cho quá trình xử lý rác thải. Ví dụ, ở Hoa Kỳ có trên 80% lượng rác thải đô thị được xử lý bằng phương pháp này.

BCL hợp vệ sinh được thiết kế để đổ bỏ CTR sao cho mức độ gây độc hại đến môi trường là nhỏ nhất. Tại đây CTR được đổ bỏ vào các ô chôn lấp của BCL, sau đó được nén và bao phủ một lớp đất dày khoảng 1,5cm (hay vật liệu bao phủ) ở cuối mỗi ngày. Khi BCL hợp vệ sinh đã sử dụng hết công suất thiết kế của nó, một lớp đất (hay vật liệu bao phủ) sau cùng dày khoảng 60cm được phủ lên trên. BCL hợp vệ sinh có hệ thống thu và xử lý nước rò rỉ, khí thải từ BCL.

BCL hợp vệ sinh có những ưu điểm sau:

- Ở những nơi có đất trống, BCL hợp vệ sinh thường là phương pháp kinh tế nhất cho việc đổ bỏ CTR;
- Đầu tư ban đầu và chi phí hoạt động của BCL hợp vệ sinh thấp so với các phương pháp khác (đốt, ủ phân);
- BCL hợp vệ sinh có thể nhận tất cả các loại CTR mà không cần thiết phải thu gom riêng lẻ hay phân loại;
- BCL hợp vệ sinh rất linh hoạt trong khi sử dụng. Ví dụ, khi khối lượng CTR gia tăng có thể tăng cường thêm công nhân và thiết bị cơ giới, trong khi đó các phương pháp khác phải mở rộng nhà máy để tăng công suất;
- Do bị nén chặt và phủ đất lên trên nên các côn trùng, chuột bọ, ruồi muỗi không sinh sôi nảy nở được;
- Các hiện tượng cháy ngầm hay cháy bùng khó có thể xảy ra, ngoài ra giảm thiểu được các mùi hôi thối gây ô nhiễm không khí;
- Góp phần làm giảm nạn ô nhiễm nước ngầm và nước mặt;
- Các BCL hợp vệ sinh sau khi đóng cửa có thể xây dựng thành các công viên, các sân chơi, sân vận động, công viên giáo dục, sân golf, hay các công trình phục vụ

ngủ ngơi giải trí (*recreational facilities*). Ví dụ, ở Hoa Kỳ các sân vận động Denver, Colorado, Mount Transmore có nguồn gốc là các BCL.

Tuy nhiên, các BCL hợp vệ sinh cũng có một số nhược điểm sau:

- Các BCL hợp vệ sinh đòi hỏi diện tích đất lớn. Một thành phố đông dân cư, có số lượng rác thải càng nhiều thì diện tích bãi thải càng lớn. Người ta ước tính một thành phố có quy mô 10.000 dân thì lượng rác thải mỗi năm có thể lấp đầy diện tích 1 hecta với chiều sâu 3m.

- Các lớp đất phủ ở các BCL hợp vệ sinh thường hay bị gió thổi và phát tán đi xa.

- Các BCL hợp vệ sinh thường sinh ra các khí CH_4 hoặc khí H_2S độc hại có khả năng gây cháy nổ hay gây ngạt. Tuy nhiên khí CH_4 có thể được thu hồi để làm khí đốt.

- Nếu không xây dựng và quản lý tốt có thể gây ra ô nhiễm nước ngầm và ô nhiễm không khí.

9.2.2. Phân loại theo chức năng

Có rất nhiều hệ thống phân loại BCL khác nhau. Điển hình như hệ thống bang California đưa ra năm 1964, đây là một trong số những hệ thống được đánh giá là hợp lý. Theo hệ thống này, BCL được chia thành ba loại theo chức năng của bãi.

Bảng 9.1. Phân loại bãi rác vệ sinh

Loại bãi CTR	Loại chất thải
I	CTR nguy hại
II	CTR quy định
III	CTR sinh hoạt

Trong đó, chất thải theo quy định là chất thải không nguy hại, có thể giải phóng những thành phần có nồng độ vượt quá tiêu chuẩn chất lượng nước hoặc là những chất thải đã được DOHS (*State Department of Health Service*) cho phép. Lưu ý rằng hệ thống phân loại này chú trọng đến bảo vệ nguồn nước mặt, nước ngầm hơn là vấn đề phát tán khí bãi rác và chất lượng môi trường không khí.

1. Bãi chôn lấp CTR sinh hoạt hỗn hợp

Ngoài lượng CTR sinh hoạt cần chôn lấp theo yêu cầu, một lượng nhất định các CTR công nghiệp không nguy hại và bùn từ trạm xử lý nước thải cũng được phép đổ ở nhiều BCL thuộc nhóm này. Tuy nhiên, bùn từ trạm xử lý nước thải chỉ được phép đổ ra BCL nếu đã tách nước đạt nồng độ chất rắn từ 51% trở lên. Ví dụ, ở California, bùn đổ ở BCL CTR sinh hoạt phải đạt tỷ lệ khối lượng CTR: bùn là 5:1.

Vật liệu che phủ trung gian và che phủ cuối cùng của BCL có thể là đất hay những vật liệu khác như phân compost từ rác vườn và rác sinh hoạt, bùn cống rãnh, xà bần... Để tăng thêm sức chứa của BCL, những BCL đã đóng cửa ở một số nơi có thể tái sử dụng bằng cách đào phân chất thải đã phân hủy để thu hồi kim loại và sử dụng phần còn lại làm vật liệu che phủ hàng ngày cho chất thải mới. Trong một số

trường hợp, chất thải đã phân hủy được đào lên, dự trữ và lấp đặt lớp lót đáy trước khi sử dụng lại BCL.

2. Bãi chôn lấp chất thải đã nghiền

Với ưu điểm làm tăng khối lượng riêng của rác thải lên đến 35% so với chất thải ban đầu, CTR sẽ được nghiền trước khi chôn lấp và không cần che phủ hàng ngày. Với loại bãi này, các vấn đề về mùi, ruồi nhặng, chuột, bọ và gió thổi bay rác không còn quan trọng nữa vì rác nghiền có thể nén tốt hơn và có bề mặt đồng nhất hơn, lượng chất thải che phủ giảm và một số loại vật liệu che phủ khác có thể không chế được nước ngấm vào BCL trong quá trình vận hành.

Những điểm bất lợi chính của phương pháp này là cần có thiết bị nén rác và cũng cần dành riêng khu vực để chôn lấp chất thải không nén được. Phương pháp này có thể áp dụng được ở những nơi có chi phí chôn lấp cao, vật liệu che phủ không sẵn có và lượng mưa thấp hoặc tập trung theo mùa. CTR đã nghiền cũng có thể sản xuất phân hữu cơ hoặc dùng làm lớp che phủ trung gian.

3. Bãi chôn lấp những thành phần chất thải riêng biệt (quy định)

Bãi chôn lấp những thành phần chất thải riêng biệt gọi là BCL đơn (*monofill*). Tro, amiăng và những chất thải tương tự, thường định nghĩa là chất thải theo quy định, được chôn ở những BCL riêng để tách biệt chúng với các thành phần khác của CTR sinh hoạt. Vì tro có chứa một phần nhỏ các chất hữu cơ không cháy, nên mùi sinh ra do quá trình khử sunfat trở thành vấn đề cần quan tâm đối với BCL tro. Để khắc phục mùi từ các BCL tro này, cần lắp đặt hệ thống thu hồi khí.

4. Các loại bãi chôn lấp khác

Bên cạnh những BCL cổ điển đã mô tả, một số phương pháp chôn lấp đặc biệt đã được thiết kế tùy theo mục đích quản lý BCL như: bãi chôn lấp được thiết kế nhằm tăng tốc độ sinh khí và bãi chôn lấp vận hành như những đơn vị xử lý CTR hợp nhất.

Bãi chôn lấp được thiết kế để tăng tốc độ sinh khí: nếu lượng khí thải phát sinh và thu hồi từ quá trình phân hủy kỵ khí CTR được khống chế đạt cực đại, khi đó cần thiết kế BCL CTR đặc biệt. Chẳng hạn, để tận dụng độ sâu CTR được đổ ở những đơn nguyên riêng biệt không cần lớp che phủ trung gian và nước rò rỉ được tuần hoàn trở lại để tăng hiệu quả quá trình phân hủy sinh học. Điểm bất lợi của loại BCL này là lượng nước rò rỉ dư cần phải xử lý.

Bãi chôn lấp đóng vai trò như những đơn vị xử lý CTR hợp nhất: các thành phần hữu cơ được tách riêng và đổ vào BCL riêng để có thể tăng tốc độ phân hủy sinh học bằng cách tăng độ ẩm của rác, như sử dụng nước rò rỉ tuần hoàn, bổ sung bùn từ trạm xử lý nước thải hoặc phân động vật. CTR đã bị phân hủy dùng làm vật liệu che phủ cho những khu vực chôn lấp mới và đơn nguyên này lại được dùng cho loại rác mới.

9.2.3. Phân loại theo địa hình

Căn cứ theo địa hình của vị trí xây dựng BCL, có thể tiến hành chôn lấp theo các phương pháp chủ yếu: đào rãnh/hố; chôn lấp trên khu vực đất bằng và chôn lấp theo hẻm núi.

1. Phương pháp đào hố/rãnh

Phương pháp đào rãnh chôn CTR là phương pháp lý tưởng cho những khu vực có độ sâu thích hợp, vật liệu che phủ sẵn có và mực nước ngầm không gần bề mặt, thích hợp sử dụng cho những đất đai bằng phẳng hay nghiêng đều và đặc biệt là những nơi có chiều sâu lớp đất đào tại bãi đổ đủ để bao phủ lớp rác nền.

Trong phương pháp này, đầu tiên phải đào hố/rãnh, lấp đặt hệ thống lớp lót, hệ thống thu nước rò rỉ và hệ thống thoát khí. Đất đào được dùng làm vật liệu che phủ hàng ngày (ở cuối mỗi ngày hoạt động, phủ lên trên rác đã nén một lớp vật liệu bao phủ (đất) dày từ $0,15 \div 0,3\text{m}$ để tránh phát sinh và lan truyền mùi hôi, tránh ruồi muỗi sinh sống, tránh nước mưa ngấm vào rác phát sinh nước rò rỉ, tránh rác bay...) hoặc lớp che phủ cuối cùng. Lớp lót có thể là lớp màng địa chất tổng hợp, lớp đất sét có độ thấm thấu thấp hoặc kết hợp cả hai loại này để hạn chế sự lan truyền của nước rò rỉ và khí thải phát sinh từ BCL. Hố chôn lấp thường có dạng hình vuông với kích thước mỗi cạnh có thể lên đến 305m và độ dốc mặt trên dao động trong khoảng $1,5 : 1$ đến $2 : 1$. Mương có chiều dài thay đổi trong khoảng $61 \div 305\text{m}$, chiều sâu từ $0,9 \div 3,0\text{m}$ và chiều rộng từ $4,6 \div 15,2\text{m}$. Sau đó CTR được đổ vào hố/rãnh với chiều dày từ $0,45 \div 0,60\text{m}$. Xe ủi sẽ trải đều rác trên bề mặt hố/rãnh đào và rác được nén bằng xe lu hay xe đầm chân cừu.

Hoạt động cứ tiếp tục diễn ra đến khi đạt chiều cao thiết kế lấp đầy mỗi ngày. Chiều dài sử dụng mỗi ngày phụ thuộc vào chiều cao lấp đầy và khối lượng CTR. Chiều dài cũng phải đủ để tránh gây sự chậm trễ cho các xe thu gom rác chờ đợi đổ rác. Chiều rộng của rãnh ít nhất cũng bằng hai lần chiều rộng của thiết bị nén ép để các lớp xe hay đế xe nén tất cả các vật liệu trên diện tích làm việc. Đất bao phủ mỗi ngày được lấy bằng cách đào các rãnh kế bên hay tiếp tục đào rãnh đang được lấp đầy.

Trong một số trường hợp, BCL được phép xây dựng dưới mực nước ngầm nếu cấu trúc bãi chôn đảm bảo ngăn nước ngầm thấm từ bên ngoài vào cũng như nước rò rỉ và nước thải phát tán ra môi trường xung quanh. BCL dạng này thường được tháo nước, đào và lót đáy theo quy định. Các thiết bị tháo nước phải hoạt động liên tục cho đến khi đổ CTR vào bãi chôn để tránh hiện tượng tạo áp suất nâng có thể làm lớp đáy bị nhấc lên và rách.

2. Phương pháp chôn lấp trên khu vực đất bằng phẳng

Phương pháp này được sử dụng khi địa hình không cho phép đào hố hoặc mương. Khu vực BCL được lót đáy và lấp đặt hệ thống thu nước rò rỉ. Vật liệu che phủ phải được chở đến bằng xe tải hoặc xe xúc đất từ những khu vực lân cận. Ở những khu vực không có sẵn vật liệu che phủ, phân compost làm từ rác vườn và rác sinh hoạt được dùng thay thế, cũng có thể dùng các loại vật liệu che phủ tạm thời di động được như đất và màng địa chất. Đất và màng địa chất phủ trên bề mặt đơn nguyên đã đổ rác có thể tháo ra khi cần đổ lớp tiếp theo.

Trong phương pháp này, đầu tiên phải xây dựng một con đê đất (để đỡ chất thải khi nó được đổ và trải thành lớp mỏng), lấp đặt hệ thống lớp lót, hệ thống thu nước

rò rỉ và hệ thống thoát khí cho khu vực đổ rác. CTR được đổ trên mặt đất, sau đó sử dụng xe ủi trải rác ra thành những dãy dài và hẹp, mỗi lớp có chiều sâu thay đổi từ $0,4 \div 0,75\text{m}$. Mỗi lớp được nén bằng xe lu hay đầm chân cừu, sau khi lớp dưới được nén xong thì tiếp tục đổ, trải đều và nén thêm một lớp mới ở trên. Hoạt động cứ tiếp diễn như thế trong suốt thời gian làm việc của ngày, đến khi chiều dày của chất thải đạt đến độ cao từ $1,8 \div 3\text{m}$. Ở cuối mỗi ngày hoạt động, một lớp đất (vật liệu bao phủ) dày từ $0,15 \div 0,3\text{m}$ được phủ lên trên rác đã nén.

Chiều rộng của khu vực đổ rác thường từ $2,5 \div 6,0\text{m}$, chiều dài BCL thay đổi phụ thuộc vào khối lượng rác, điều kiện bãi đổ và trang thiết bị. Khi một tầng rác chôn, nén và phủ đất được hoàn thành thì tầng kế tiếp được đặt lên trên tầng bên dưới cho tới khi đạt đến độ cao thiết kế.

3. Phương pháp hẻm núi/lồi lõm

Các hẻm núi, khe núi, hố đào, nơi khai thác mỏ... có thể được sử dụng làm BCL. Kỹ thuật đổ và nén chất thải trong các khe núi, mồm núi, mỏ đá phụ thuộc vào địa hình, địa chất và thủy văn của bãi đổ, đặc điểm của vật liệu bao phủ, thiết bị kiểm soát nước rò rỉ, khí bãi rác và đường vào khu vực BCL.

Thoát nước bề mặt là một yếu tố quan trọng trong phương pháp lồi lõm núi. Phương pháp chôn lấp nhiều lớp trong trường hợp này tương tự như BCL dạng bằng phẳng. Nếu đáy tương đối bằng phẳng, trước khi chôn lấp, có thể áp dụng phương pháp đào hố/rãnh như trình bày ở trên để thu được đất đào phủ.

Ưu điểm của phương pháp này là vật liệu che phủ sẵn có cho từng lớp riêng biệt sau khi lấp đầy cũng như cho toàn bộ BCL khi đã đạt độ cao thiết kế. Vật liệu che phủ lấy từ vách hoặc đáy núi trước khi đặt lớp lót đáy.

Đối với hố chôn và khu vực mỏ khai thác nếu không đủ vật liệu che phủ trung gian có thể chở từ nơi khác đến hoặc dùng phân compost làm từ rác vườn và rác sinh hoạt để che phủ.

9.2.4. Theo loại CTR tiếp nhận

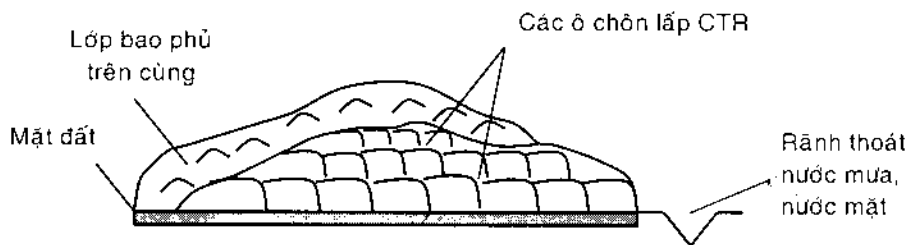
Bãi chôn lấp CTR khô là BCL các chất thải thông thường (rác sinh hoạt, rác đường phố và rác công nghiệp).

Bãi chôn lấp CTR ướt là BCL dùng để chôn lấp chất thải dưới dạng bùn nhão.

Bãi chôn lấp CTR hỗn hợp là nơi dùng để chôn lấp chất thải thông thường và cả bùn nhão. Đối với các ô dành để chôn lấp ướt và hỗn hợp bắt buộc phải tăng khả năng hấp thụ nước rác của hệ thống thu nước rác, không để cho rác thấm đến nước ngầm.

9.2.5. Theo kết cấu

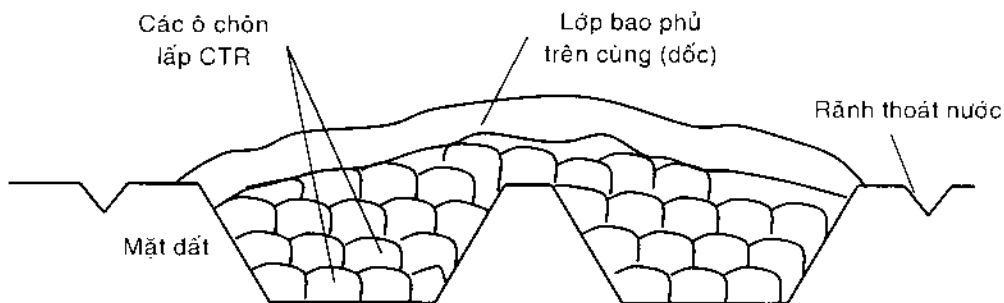
BCL nổi: là BCL xây nổi trên mặt đất ở những nơi có địa hình bằng phẳng, hoặc không dốc lắm (vùng đồi gò). Chất thải được chất thành đống cao đến 15m. Trong trường hợp này xung quanh BCL phải có các đê không thấm để ngăn chặn nước rác xâm nhập vào nước mặt xung quanh cũng như nước mặt xung quanh xâm nhập vào BCL.



Hình 9.1. Bãi chôn lấp nổi

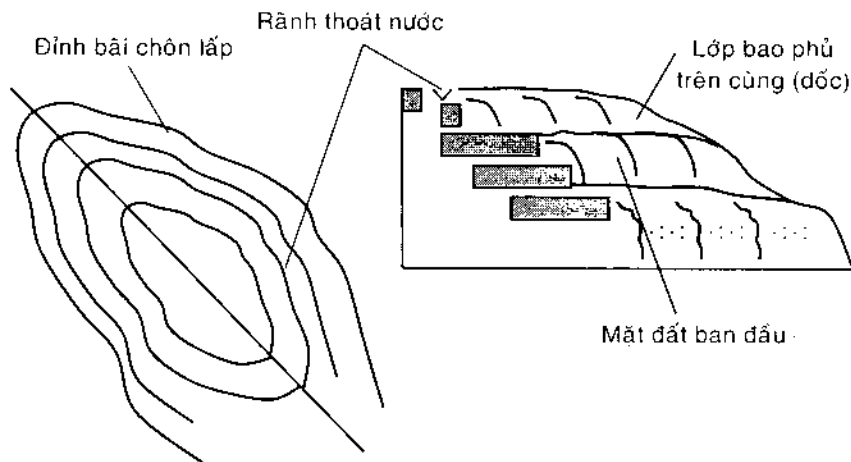
BCL chìm: là loại bãi chôn dưới mặt đất hoặc tận dụng các hồ tự nhiên, mở khai thác cũ, hào, mương, rãnh.

BCL kết hợp: là loại bãi xây dựng nửa chìm, nửa nổi. Chất thải không chỉ được chôn lấp đầy hố mà sau đó tiếp tục được chất đồng lên trên.



Hình 9.2. BCL kết hợp chìm nổi

BCL ở khe núi: là loại bãi được hình thành bằng cách tận dụng khe núi ở các vùng núi, đồi cao.



Hình 9.3. BCL ở khe núi

9.2.6. Phân loại theo quy mô

Quy mô BCL CTR đô thị phụ thuộc vào quy mô của đô thị như dân số, lượng CTR phát sinh, đặc điểm CTR... Theo Thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT-BKHCNMT-BXD: Hướng dẫn các quy định về bảo vệ môi trường đối với việc lựa chọn địa điểm,

xây dựng và vận hành BCL CTR; Quy mô của BCL có thể được phân ra thành các loại nhỏ, vừa, lớn và rất lớn theo bảng sau:

Bảng 9.2. Phân loại quy mô BCL CTR

STT	Loại bãi	Dân số đô thị hiện tại	Lượng rác (tấn/năm)	Diện tích bãi (ha)
1	Nhỏ	≤ 100.000	20.000	≤ 10
2	Vừa	100.000 - 300.000	65.000	10 - 30
3	Lớn	300.000 - 1.000.000	200.000	30 - 50
4	Rất lớn	$\geq 1.000.000$	> 200.000	≥ 50

Thời gian hoạt động đối với BCL chất thải ít nhất là 5 năm. Hiệu quả nhất từ 25 năm trở lên.

9.3. LỰA CHỌN VỊ TRÍ BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI RẮN

Nguyên tắc chung

Công tác chuẩn bị đầu tư, thực hiện đầu tư, xây dựng BCL phải tuân theo Nghị định số 16/2005/NĐ-CP, ngày 07/02/2005 của Chính phủ về việc ban hành quy chế quản lý đầu tư xây dựng. Nghị định 209/2005/NĐ-CP ngày 16/02/2004 của Chính phủ về việc quản lý chất lượng công trình xây dựng và theo các quy định tại Thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT-BKHCNMT-BXD ngày 18/01/2001 của Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường và Bộ Xây dựng về việc hướng dẫn các quy định về bảo vệ môi trường đối với việc lựa chọn địa điểm, xây dựng và vận hành BCL CTR.

Khi lựa chọn địa điểm xây dựng BCL, cần phải căn cứ vào quy hoạch tổng thể của từng vùng, tỉnh hoặc thành phố đã được cơ quan Nhà nước có thẩm quyền phê duyệt, phải đảm bảo sự phát triển bền vững và phải xem xét toàn diện các yếu tố sau:

- Các yếu tố tự nhiên
- Các yếu tố kinh tế xã hội
- Các yếu tố về cơ sở hạ tầng
- Khoảng cách thích hợp khi lựa chọn BCL.

9.3.1. Các yếu tố tự nhiên - kỹ thuật

1. Địa hình

Khu vực được chọn phải có khả năng làm tiêu thoát nước, ngăn ngừa ứ đọng trong khu vực BCL và xung quanh. Điều này rất quan trọng vì giảm được lượng nước thấm vào BCL.

2. Khí hậu

Khí hậu có ảnh hưởng đến việc lựa chọn vị trí BCL. Khí hậu ẩm ướt, thì bắt buộc phải lựa chọn khu vực chôn lấp tách biệt. Khí hậu băng giá thì vật liệu bao phủ phải được dự trữ sẵn trong kho phòng khi việc đào đất không thể thực hiện. Gió mạnh thì cần cẩn thận tránh bay rác và xây dựng hàng rào chắn gió.

3. Thủy văn

Là yếu tố quan trọng trong việc thiết lập hệ thống thoát nước mưa và nước chảy tràn. Những đo đạc để đưa ra phương pháp chuyển hướng dòng chảy tràn khỏi BCL là cần thiết. Dữ liệu về những dòng chảy liên tục và dòng chảy gián đoạn, đặc tính của dòng phân phối phải được thu thập đầy đủ.

4. Địa chất thủy văn

Lớp đất phủ lên CTR trong ô chôn lấp sau một ngày hoạt động hay lớp đất bao phủ cuối cùng sau khi hoạt động chôn lấp tại BCL kết thúc là cần thiết vì vật liệu bao phủ phù hợp thì thời gian hoạt động của BCL tăng. Do đó, cần phải có đủ thông tin về lượng và đặc điểm của đất trong khu vực. Nếu lớp đất đào lên để xây dựng BCL được dùng làm lớp bao phủ, thì phải thu thập số liệu về địa chất và địa chất thủy văn trong khu vực.

Công tác trắc địa cần được quan tâm vì nó ảnh hưởng đến loại BCL sử dụng, cách vận hành, yêu cầu thiết bị và nhân công.

5. Địa chất công trình

Các BCL mới không được xây dựng trên vùng đất mềm trừ khi:

- Những rủi ro môi trường là tối thiểu.
- Không vi phạm luật.
- Không gây sụt lún đất nghiêm trọng.
- Có giải pháp khắc phục khi sự cố xảy ra.
- BCL không được xây dựng gần khe đất nứt trong phạm vi 70m.
- Phải thu thập đủ thông số về đặc điểm địa chất.

6. Yếu tố tài nguyên, khoáng sản

Khu vực xây dựng BCL không nằm trong hoặc gây tác động đến khu vực có nguồn tài nguyên khoáng sản phong phú và có trữ lượng lớn. Đặc biệt với các hệ tài nguyên sinh thái động thực vật nhạy cảm, nằm trong danh mục các tài nguyên quý hiếm cần được bảo tồn cần phải có khoảng cách ly an toàn tối thiểu là 1000m.

7. Cảnh quan sinh thái

Cần phải xem xét nhiều yếu tố tác động của BCL đến môi trường xung quanh. một BCL sẽ tạo ra bụi do xử lý và vùi lấp CTR. Đồng thời chất thải tươi bị phân hủy sẽ lan tỏa ra mùi hôi, gây cảm giác khó chịu. Gió có thể cuốn theo rác ra ngoài khu vực BCL và rác cũng có thể bị rơi vãi khi vận chuyển đến nơi chôn lấp. Điều quan trọng để chấp nhận một BCL là bố trí BCL ra khỏi tầm nhìn và khu vực giải trí. Địa điểm nên khuất gió và hướng gió xa hẳn khu dân cư, cũng nên tránh bố trí BCL gần các ngã tư đường hay trục lộ giao thông chính. Sau cùng là gìn giữ khu vực BCL sạch sẽ góp phần giảm được phản ứng của dân cư quanh vùng.

9.3.2. Các yếu tố kinh tế - xã hội

Sự phân bố dân cư của khu vực:

Mặc dù BCL CTR có thể được xây dựng gần khu dân cư hay khu công nghiệp, nhưng nó phải được vận hành sao cho không ảnh hưởng đến giao thông khu vực,

không gây ồn, mùi, bụi, ảnh hưởng đến sức khỏe người dân, không gây mất cảnh quan. Nhằm hạn chế những ảnh hưởng của hoạt động BCL, BCL cần được xây dựng ở những vùng xa khu dân cư, khu công nghiệp nơi mà diện tích đất còn rộng.

Hiện trạng kinh tế và khả năng tăng trưởng kinh tế của khu vực cũng là một yếu tố cần được lưu ý. Việc xây dựng BCL phải không được hoặc ảnh hưởng ít nhất đến kinh tế khu vực. Đối với các khu vực dân cư nằm trong vùng cách ly an toàn của dự án, phải di dời nhất thiết phải có các chính sách ổn định và hỗ trợ kinh tế cho người dân một cách hợp lý.

Hệ thống quản lý hành chính địa phương là một trong số những yếu tố thúc đẩy tiến độ của dự án. Sự hợp tác và ủng hộ của các đơn vị hành chính địa phương có liên quan sẽ là cầu nối quan trọng giải quyết các mâu thuẫn giữa cơ quan đầu tư và cư dân khu vực, đảm bảo ổn định an ninh trật tự khu vực.

Trong xu hướng phát triển chung của xã hội, các di tích lịch sử đã và đang bị đe dọa. Vì vậy, cần lưu ý các khoảng cách an toàn cũng như đánh giá các khả năng tác động tiềm ẩn của hoạt động BCL đến các khu di tích lịch sử.

An ninh và quốc phòng cần được đảm bảo trong khu vực.

9.3.3. Các yếu tố về cơ sở hạ tầng

- Giao thông và các dịch vụ khác.
- Hiện trạng sử dụng đất.
- Cần đảm bảo rằng diện tích tại khu vực lựa chọn BCL phải đủ cho việc xây dựng BCL hoạt động trong thời gian ít nhất là 5 năm và các công trình phụ trợ. Những đánh giá sơ bộ về vị trí xây dựng BCL phải dự kiến được phạm vi biến đổi của CTR và ảnh hưởng của sự biến đổi đến khối lượng và tình trạng của CTR phải chôn lấp.
- Phân bố các cơ sở sản xuất công nghiệp, khai khoáng hiện tại và tương lai.
- Hệ thống cấp thoát nước và mạng lưới điện.

9.3.4. Khoảng cách thích hợp khi lựa chọn BCL

Khoảng cách vận chuyển đến BCL ảnh hưởng đáng kể đến toàn bộ thiết kế và vận hành BCL. Vị trí BCL được lựa chọn trên cơ sở khoảng cách vận chuyển từ nơi thu gom, trạm trung chuyển đến BCL là nhỏ nhất. Tuy nhiên, khi lựa chọn vị trí BCL dựa trên khoảng cách vận chuyển thì những yếu tố sau đây cần phải được quan tâm:

- Khoảng cách từ BCL đến các đô thị.
- Khoảng cách từ BCL đến các cụm dân cư.
- Khoảng cách từ BCL đến các sân bay.
- Khoảng cách từ BCL đến các công trình văn hóa, khu du lịch.
- Khoảng cách từ BCL đến các công trình khai thác nước ngầm.
- Khoảng cách từ rìa BCL đến đường giao thông chính.

Cần đặc biệt chú ý:

- BCL chất thải hợp vệ sinh không được đặt tại các khu vực ngập lụt.

- Không được đặt các BCL chất thải hợp vệ sinh ở những nơi có nguồn nước ngầm dồi dào.

- BCL chất thải hợp vệ sinh phải có một vùng đệm rộng ít nhất 50m cách biệt với bên ngoài. Bao bọc bên ngoài vùng đệm là hàng rào bãi.

- BCL chất thải hợp vệ sinh phải hài hòa với cảnh quan môi trường tổng thể trong vòng bán kính 1.000m. Để đạt được mục đích này có thể sử dụng các biện pháp như tạo vành đai cây xanh, các mô đất hoặc các hình thức khác để bên ngoài bãi không nhìn thấy được.

Bảng 9.3. Quy định khoảng cách thích hợp lựa chọn vị trí xây dựng BCL

Các công trình	Đặc điểm và quy mô công trình	Khoảng cách tối thiểu từ vành đai công trình đến BCL (m)		
		BCL nhỏ và vừa	BCL lớn	BCL rất lớn
Đô thị	Các thành phố, thị trấn, thị xã, thị tứ...	3.000 - 5.000	5.000 - 15.000	15.000 - 30.000
Sân bay, các khu công nghiệp, hải cảng	Từ quy mô nhỏ đến lớn	1000 - 2000	2000 - 3000	3000 - 5000
Cụm dân cư ở đồng bằng và trung du	≥ 15 hộ	> 1000	≥ 1000	≥ 1000
	Cuối hướng gió chính Các hướng khác	> 300	≥ 300	≥ 300
Cụm dân cư ở miền núi	Theo khe núi	3000 - 5000	> 5000	> 5000
	Không vùng khe núi	Không quy định	Không quy định	Không quy định
Các công trình khai thác nước ngầm	Công suất < 100 m ³ /ngày	50 - 100	> 100	> 500
	Công suất < 10.000 m ³ /ngày	> 100	> 500	> 1000
	Công suất > 10.000 m ³ /ngày	> 500	> 1000	> 5 000

Nguồn: Thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT-BKHCMNT-BXD của Bộ Khoa học Công nghệ Môi trường - Bộ Xây dựng

9.3.5. Sử dụng bãi chôn lấp đã đóng cửa

Một trong những tiện ích của BCL là sau khi đóng cửa, nó có thể phục vụ nhiều mục đích hữu ích khác nhau. Mục đích sử dụng BCL sau khi đóng cửa có ảnh hưởng rất lớn đến thiết kế và vận hành cũng như việc đóng cửa BCL và kiểm soát sau khi đóng cửa. Do đó, mục đích này phải được xác định trước khi bố trí mặt bằng và thiết kế BCL.

9.4. QUY ĐỊNH VỀ MÔI TRƯỜNG TRONG VIỆC ĐIỀU TRA CHI TIẾT ĐỂ LỰA CHỌN BÃI GHÔN LẤP

9.4.1. Quy trình lựa chọn bãi chôn lấp

Có thể chia làm bốn bước như sau:

- Thu thập các tài liệu liên quan đến yêu cầu của BCL; khối lượng chất thải cần phải chôn lấp và dự kiến trong tương lai.

- Xác định các địa điểm có khả năng xây dựng BCL chất thải. Các vị trí này có thể xem xét và đề xuất trên cơ sở nghiên cứu phân tích các bản đồ địa hình, địa chất, địa chất thủy văn, bản đồ hiện trạng sử dụng đất đã có, hiện trạng phân bố dân cư... Tổ chức các chuyến khảo sát thực địa.

- Xem xét tổng quan, đối sánh các tiêu chuẩn của BCL chất thải hợp vệ sinh và loại bỏ bớt một số địa điểm dự định.

- Lựa chọn hình thức, trong bước này so sánh đánh giá chi tiết các địa điểm còn lại trên cơ sở phân tích đánh giá dựa theo các chỉ tiêu: kỹ thuật, kinh tế và xã hội, lựa chọn tối ưu, áp dụng các phương pháp chấp bản đồ, tính điểm các chỉ tiêu... Trong bước này, cần phải tranh thủ ý kiến của cộng đồng nhằm giảm bớt các khó khăn khi xây dựng và vận hành BCL.

- Để thực hiện được bốn bước cần phải có đầy đủ các tài liệu điều tra hiện trạng môi trường, đặc điểm tự nhiên, kinh tế - xã hội của tất cả các địa điểm dự định. Từ đó, cho điểm từng yếu tố đối với từng địa điểm và lựa chọn địa điểm thích hợp nhất.

9.4.2. Quy định về các tài liệu điều tra (mức độ điều tra)

1. Điều tra về địa hình

Đối với tất cả BCL chất thải phải tiến hành đo đạc địa hình với tỷ lệ 1:5.000; 1:2.000, ngoài ra còn phải có bản đồ địa hình khu vực, tỷ lệ $\geq 1:25.000$ đối với đồng bằng và $\geq 1:50.000$ đối với trung du và miền núi. Tất cả các điểm đo địa vật lý, khoan địa chất thủy văn, khoan địa chất công trình phải được xác định tọa độ, độ cao và đưa lên bản đồ địa hình.

2. Điều tra về thời tiết khí hậu

Phải thu thập tài liệu khí hậu ở các trạm khí tượng gần nhất, các yếu tố cần thu thập bao gồm:

- Lượng mưa trung bình các tháng trong năm, lượng mưa ngày lớn nhất, ngày nhỏ nhất.
- Độ bốc hơi trung bình và lớn nhất trong tháng.
- Hướng gió và tốc độ gió trong năm.
- Nhiệt độ trung bình, lớn nhất và nhỏ nhất trong tháng.

3. Điều tra về thủy văn

Ngoài việc thu thập các tài liệu về thủy văn khu vực (mạng sông suối, giá trị mực nước trung bình, lớn nhất, nhỏ nhất, lưu lượng trung bình, lớn nhất, nhỏ nhất ở các trạm thủy văn gần nhất; tài liệu về chế độ thủy triều đối với các vùng ảnh hưởng

triều), còn phải tiến hành điều tra khảo sát thực địa và phải làm sáng tỏ các vấn đề cơ bản sau:

- Mạng lưới sông suối của khu vực và đặc biệt là các dòng chảy qua khu vực BCL (thường xuyên đối với dòng chảy liên tục và tạm thời đối với dòng chảy theo mùa).

- Quy mô của các dòng chảy: độ rộng, độ sâu, hướng chảy...
- Lưu vực các dòng chảy: diện tích, độ dốc, khả năng tập trung nước.
- Lưu lượng dòng chảy, đặc biệt chú ý lưu lượng lũ.
- Mức nước cao nhất, nhỏ nhất của các dòng chảy.
- Chất lượng nước.
- Hiện trạng sử dụng nước.
- Các ao hồ, kích thước và hiện trạng sử dụng.
- Biến động mực nước các hồ.
- Khoảng cách từ BCL đến các hồ, các dòng chảy.
- Kết quả phân tích một số mẫu nước.

Việc cập nhật các số liệu trên với chuỗi thời gian càng nhiều càng có giá trị. Tối thiểu không nhỏ hơn 5 ÷ 10 năm.

4. Điều tra về địa chất, địa chất thủy văn và địa chất công trình

Mức độ điều tra phải trả lời được các vấn đề cơ bản sau:

- Diện phân bố của các lớp đất đá trong khu vực BCL, diện tích, bề dày, chiều sâu phân bố.

- Thành phần thạch học của các lớp.
- Hệ số thấm nước của các lớp.
- Thành phần hóa học của nước, tính chất cơ lý của các lớp đất, thành phần hạt.
- Mực nước của các lớp.
- Vùng xây dựng bãi có các đứt gãy chạy qua không? Quy mô, tính chất của đứt gãy.
- Mức độ động đất
- Khả năng trữ và chất lượng đất phục vụ việc phủ và đóng cửa BCL.

Độ sâu nghiên cứu đối với vùng trung du phải tới chiều sâu đá gốc, ở đồng bằng phải hết độ sâu tầng chứa nước trên cùng và ở một số vùng phải đến độ sâu của tầng nước chảy chủ yếu đang khai thác.

Để thực hiện các yêu cầu trên cần phải:

Tiến hành đo địa vật lý để xác định đứt gãy.

Khoan và thí nghiệm ít nhất một lỗ khoan địa chất thủy văn. Độ sâu lỗ khoan địa chất thủy văn phải vào tầng chứa nước có ý nghĩa cấp nước. Vị trí lỗ khoan có thể bố trí ngoài diện tích BCL đến 50m (sau này nếu cần có thể sử dụng làm lỗ khoan cấp nước cho BCL hoặc để làm trạm Monitoring của nước ngầm).

Hiện trạng khai thác sử dụng nước ngầm của khu vực.

Địa chất công trình: Mạng lưới khoan các lỗ địa chất công trình có thể 30 × 30m đến 50 × 50m tùy theo bãi lớn hay nhỏ.

- Chiều sâu các lỗ khoan địa chất công trình $\leq 15\text{m}$
- Số mẫu lấy trong mỗi lớp ít nhất là một mẫu.
- Chỉ tiêu phân tích: hệ số thấm, thành phần hạt, tính chất cơ lý của đất đá.
- Tất cả các lỗ khoan phải đo mực nước.
- Sau khi kết thúc công tác khảo sát, các lỗ khoan cần được lấp đảm bảo đúng yêu cầu kỹ thuật, tuyệt đối không để nước thấm rỉ xuống dưới và chỉ để lại các lỗ khoan dùng để quan trắc (đo mực nước, lấy mẫu phân tích...)
- Phân tích hóa học một số mẫu đất (mỗi lớp tối thiểu một mẫu).

5. Điều tra hệ sinh thái khu vực

- Hệ thực vật, động vật chủ yếu và ý nghĩa kinh tế của nó.
- Hệ thủy sinh.
- Các loài động vật và thực vật quý hiếm có trong sách đỏ của khu vực BCL và vùng phụ cận.

6. Điều tra về tình hình, kinh tế - xã hội

- Hiện trạng sử dụng đất, đặc biệt dự kiến khu dự kiến chọn BCL; năng suất sản xuất, giá trị kinh tế hiện tại.
- Cơ sở hạ tầng quanh BCL (giao thông, điện nước...)
- Cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ...
- Các khu dân cư gần nhất (số dân, tỷ lệ sinh sản, bệnh tật hiện tại... phong tục tập quán).
- Các khu du lịch, di tích lịch sử văn hóa, danh lam thắng cảnh và các yếu tố khác.
- Ý kiến của dân, chính quyền địa phương đối với dự kiến chọn BCL.

9.5. CÁC QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY CHẤT THẢI RẮN TRONG BÃI CHÔN LẤP

9.5.1. Các quá trình xảy ra trong bãi chôn lấp

Để lập kế hoạch và thiết kế BCL một cách hiệu quả, người thiết kế phải biết và hiểu rõ những gì xảy ra bên trong BCL khi hoạt động chôn lấp được thực hiện. CTR được đổ ở BCL hợp vệ sinh chịu đồng thời cùng một lúc những biến đổi sinh học, lý học, hóa học bao gồm:

- Phân rã sinh học của chất hữu cơ có thể phân hủy hiếu khí hoặc kỵ khí, sản sinh ra các sản phẩm khí và lỏng.
- Sự oxy hóa hóa học các vật liệu.
- Sự thoát khí từ BCL và sự khuếch tán ngang của khí xuyên qua BCL.
- Sự di chuyển của chất lỏng gây ra bởi sự khác nhau về cột áp.
- Sự hòa tan, sự rò rỉ các chất hữu cơ và vô cơ vào nước, nước rò rỉ di chuyển xuyên qua BCL.
- Sự di chuyển của chất hòa tan bởi gradient nồng độ và hiện tượng thẩm thấu.
- Sự sụt lún không đều gây ra do quá trình ổn định vật liệu vào các chỗ rỗng.

Sự phân hủy và ổn định ở BCL phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: sự phân hủy chất thải, mức độ nén chặt, độ ẩm hiện tại, sự có mặt của các chất ức chế, tốc độ di

chuyển của nước và nhiệt độ. Bởi vì những mối ảnh hưởng qua lại giữa các yếu tố nên khó có thể xác định được tình trạng của bất kỳ BCL nào ở bất kỳ thời điểm nào. Thông thường, tốc độ của các phản ứng hóa học và sinh học ở BCL hợp vệ sinh gia tăng cùng với sự gia tăng nhiệt độ và độ ẩm cho đến khi đạt đến một giới hạn trên nào đó. Sự phân hủy, sự hình thành khí gas và nước rò rỉ, sự sụt lún và đặc tính cấu trúc của BCL sẽ được đề cập kỹ.

9.5.2. Lý thuyết về sự phát sinh khí mêtan trong BCL hợp vệ sinh

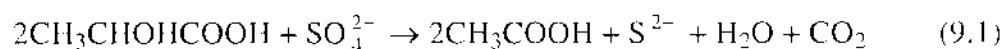
Hoạt động của các vi sinh vật liên quan đến sự hình thành mêtan trong BCL hợp vệ sinh xảy ra qua 5 giai đoạn. Tuy nhiên, cách phân chia này chỉ mang tính tương đối bởi vì trong quá trình phân hủy không bao giờ xảy ra theo từng giai đoạn một, mà những sản phẩm sinh ra từ giai đoạn trước sẽ được sử dụng làm nguyên liệu cho giai đoạn tiếp theo cho đến khi tạo thành sản phẩm cuối cùng của quá trình phân hủy.

1. *Giai đoạn I:* Giai đoạn thích nghi

Giai đoạn này có thể kéo dài từ một vài ngày cho đến vài tháng, phụ thuộc vào tốc độ phân hủy CTR trong BCL. Trong giai đoạn này, các thành phần hữu cơ dễ phân hủy sẽ bị phân hủy sinh học trước. Sự phân hủy sinh học xảy ra dưới điều kiện hiếu khí bởi vì một lượng không khí bị giữ lại trong BCL. Nguồn vi sinh vật (cả kỵ khí lẫn hiếu khí) chủ yếu chịu trách nhiệm phân hủy chất thải có trong đất dùng làm vật liệu bao phủ mỗi ngày hoặc lớp đất phủ cuối cùng khi đóng cửa BCL. Bên cạnh đó, bùn từ trạm xử lý nước thải được đổ bỏ cùng với CTR sinh hoạt, nước rò rỉ tuần hoàn cũng là nguồn vi sinh vật cần thiết cho sự phân hủy.

2. *Giai đoạn II:* Giai đoạn chuyển pha

Trong giai đoạn II, hàm lượng oxy trong BCL giảm dần và điều kiện kỵ khí bắt đầu hình thành. Khi môi trường trong BCL trở nên kỵ khí hoàn toàn, nitrat và sunfat - các chất đóng vai trò là chất nhận điện tử trong các phản ứng chuyển hóa sinh học - thường bị khử thành N_2 và H_2S .



lactat sunfat axetat sunfit



Sự gia tăng mức độ kỵ khí trong môi trường bên trong BCL có thể kiểm soát được bằng cách đo điện thế oxy hóa khử của chất thải. Quá trình khử nitrat và sunfat xảy ra ở điều kiện oxy hóa khử trong khoảng từ -50 đến -100mV. Khí CH_4 được tạo thành khi điện thế oxy hóa khử dao động trong khoảng từ -150 đến -300mV. Khi điện thế oxy hóa khử tiếp tục giảm, tập hợp vi sinh vật chuyển hóa các chất hữu cơ có trong CTR thành CH_4 và CO_2 bắt đầu chuyển sang giai đoạn III bước đầu chuyển hóa các chất hữu cơ phức tạp thành các axit hữu cơ và các sản phẩm trung gian. Ở

giai đoạn này, pH của nước rò rỉ bắt đầu giảm do sự có mặt của axit hữu cơ và ảnh hưởng của khí CO_2 sinh ra trong BCL.

3. Giai đoạn III: Lên men axit

Với sự tham gia của tập hợp vi sinh vật hình thành ở giai đoạn II, tốc độ tạo thành các axit hữu cơ tăng nhanh.

Bước đầu tiên ở giai đoạn này liên quan đến quá trình thủy phân các hợp chất cao phân tử (lipid, polysaccharides, proteins, nucleic acids) nhờ các enzym trung gian thành các hợp chất đơn giản hơn thích hợp cho các vi sinh vật sử dụng làm nguồn cung cấp năng lượng và cacbon cho tế bào của chúng.

Bước thứ 2 là quá trình lên men axit, xảy ra sự biến đổi các hợp chất đã hình thành ở bước trên thành các chất trung gian phân tử lượng thấp hơn mà đặc trưng là axit axetic, một phần nhỏ axit furoic và một số axit hữu cơ khác. Khí CO_2 là khí chủ yếu hình thành trong giai đoạn III, một lượng nhỏ H_2S cũng được hình thành. Vi sinh vật hoạt động trong giai đoạn chủ yếu là tùy tiện và yếm khí nghiêm ngặt. pH của nước rò rỉ lúc này giảm xuống đến giá trị < 5 do sự có mặt của axit hữu cơ và CO_2 trong BCL. BOD_5 , COD và độ dẫn điện tăng lên đáng kể trong giai đoạn này do sự hòa tan các axit hữu cơ vào trong nước rò rỉ. Do pH của nước rò rỉ thấp nên một số thành phần vô cơ, chủ yếu là kim loại nặng sẽ bị hòa tan trong giai đoạn này. Nhiều thành phần dinh dưỡng cơ bản cũng được loại ra BCL do bị hòa tan vào nước rò rỉ. Nếu không tuần hoàn nước rò rỉ thì các thành phần dinh dưỡng sẽ bị rửa trôi khỏi BCL.

4. Giai đoạn IV: Lên men metan

Trong giai đoạn này, nhóm vi sinh vật thứ hai sẽ chuyển hóa axit axetic và H_2 hình thành từ giai đoạn trước thành CH_4 và CO_2 . Chúng là nhóm vi sinh vật kỵ khí nghiêm ngặt được gọi là vi khuẩn metan, chiếm ưu thế trong giai đoạn này. Sự hình thành metan và axit diễn ra đồng thời, mặc dù sự hình thành axit giảm đáng kể. Do các axit và hydrogen bị chuyển hóa thành CH_4 và CO_2 nên pH của nước rò rỉ tăng lên đạt giá trị trung tính từ 6,8 đến 8. Giá trị BOD_5 , COD, nồng độ kim loại nặng và độ dẫn điện nước rò rỉ giảm xuống. Tuy nhiên, trong nước rò rỉ vẫn còn chứa một số ion kim loại.

5. Giai đoạn V: Giai đoạn ổn định (maturation phase)

Giai đoạn ổn định xảy ra sau khi các chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học được chuyển hóa thành CH_4 và CO_2 trong giai đoạn IV. Khi lượng ẩm tiếp tục thấm vào phần chất thải mới thêm vào, quá trình chuyển hóa lại tiếp tục xảy ra. Tốc độ sinh khí sẽ giảm xuống đáng kể trong giai đoạn này vì hầu hết các chất dinh dưỡng sẵn có đã bị rửa trôi theo nước rò rỉ trong các giai đoạn trước đó và các chất còn lại hầu hết là các chất có khả năng phân hủy sinh học chậm. Khí sinh ra chủ yếu trong giai đoạn này là CH_4 và CO_2 . Trong suốt giai đoạn ổn định, nước rò rỉ thường chứa axit humic và axit furoic rất khó cho quá trình sinh học diễn ra tiếp.

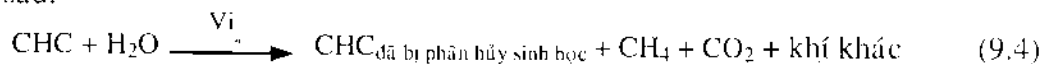
Bảng 9.4. Khối lượng phân tử và khối lượng riêng của các khí
ở điều kiện 25°C và 1 atm

Loại khí	Công thức	Khối lượng phân tử	Khối lượng riêng (kg/m ³)
Không khí			1,2928
Amoniac	NH ₃	17,03	0,7708
Cacbon dioxit	CO ₂	44,00	1,9768
Cacbon monoxit	CO	28,00	1,2501
Hydro	H ₂	2,016	0,0898
Hydro sunfit	H ₂ S	34,08	1,5392
Metan	CH ₄	16,03	0,7167
Nitơ	N ₂	28,02	1,2507
Oxy	O ₂	32,00	1,4289

Tóm lại, khí sinh ra từ BCL bao gồm amoniac, cacbon dioxit, cacbon monoxit, hydro, hydro sunfit, metan, nitơ và oxy. Cacbon dioxit và metan là các khí chủ yếu sinh ra từ sự phân hủy kỵ khí các thành phần chất thải. Tỷ lệ phần trăm ban đầu của khí cacbonoxit cao là kết quả của quá trình phân hủy hiếu khí. Sự phân hủy hiếu khí tiếp tục xảy ra cho đến khi oxy trong không khí hiện hữu ban đầu cạn kiệt. Sau đó sự phân hủy sẽ đi đến sự phân hủy kỵ khí. Nếu BCL không có lỗ thoát hơi thì tỷ lệ phần trăm của metan sẽ tăng lên sau một thời gian dài, bởi vì cacbon dioxit sẽ khuếch tán vào trong tầng đất đá ở bên dưới BCL.

Thời gian của từng giai đoạn trong quá trình sinh khí thay đổi tùy thuộc vào tỷ lệ thành phần của các chất hữu cơ, thành phần chất dinh dưỡng, và độ ẩm của CTR, độ ẩm của khu vực chôn lấp và độ nén CTR trong BCL. Ví dụ: sự hình thành khí sẽ bị chậm lại nếu độ ẩm trong bãi rác không phù hợp. Khi gia tăng mật độ CTR trong BCL sẽ làm giảm khả năng phân bố độ ẩm trong BCL và như vậy sẽ làm giảm khả năng biến đổi sinh học và lượng khí sinh ra.

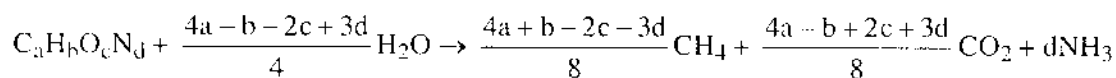
Một cách tổng quát, phản ứng hóa học phân hủy yếm khí trong BCL có thể tóm tắt như sau:



Chú ý rằng, phản ứng đòi hỏi sự có mặt của nước. Nhiều BCL thiếu ẩm được tìm thấy trong điều kiện “*khô héo*” với những tờ giấy báo vẫn còn độc được. Do đó, tổng lượng khí được tạo thành từ CTR có thể xác định theo phương trình cân bằng tỷ lệ lượng, nhưng điều kiện thủy văn của địa phương có ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ và khoảng thời gian để quá trình hình thành khí xảy ra.

Thể tích khí sinh ra từ quá trình phân hủy yếm khí có thể ước tính theo nhiều cách khác nhau. Ví dụ, nếu thành phần CTR hữu cơ tìm thấy trong CTR đô thị (ngoại trừ nhựa) có công thức tổng quát dạng C_aH_bO_cN_d, thì tổng thể tích lượng khí sinh ra có

thể tính theo công thức (8.5), giả sử rằng quá trình phân hủy sinh học biến đổi hoàn toàn các chất hữu cơ thành khí CO₂ và CH₄.



Thông thường, chất hữu cơ có trong CTR được phân làm hai loại:

- 1- Chất có khả năng phân hủy sinh học nhanh (3 tháng đến 5 năm)
- 2- Chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học chậm (5 năm đến 50 năm).

Tỷ lệ chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học tùy thuộc rất nhiều vào hàm lượng lignin của chất thải. Khả năng phân hủy sinh học của các chất hữu cơ khác nhau là khác nhau dựa trên cơ sở hàm lượng lignin.

Bảng 9.5. Thành phần các khí sinh ra trong một bãi rác vệ sinh suốt 48 tháng đầu sau khi một ô chôn lấp rác hoàn chỉnh

Khoảng thời gian tính từ khi ô chôn lấp hoàn chỉnh (tháng)	Phần trăm trung bình theo thể tích, %		
	N ₂	CO ₂	CH ₄
0 ÷ 3	5,2	88	5
3 ÷ 6	3,8	76	21
6 ÷ 12	0,4	65	29
12 ÷ 18	1,1	52	40
18 ÷ 24	0,4	53	47
24 ÷ 30	0,2	52	48
30 ÷ 36	1,3	46	51
36 ÷ 42	0,9	50	47

Bảng 9.6. Khả năng phân hủy của các thành phần chất hữu cơ trong CTR

Thành phần chất hữu cơ	Khả năng phân hủy sinh học	
	Nhanh	Chậm
Rác thực phẩm	✓	
Giấy báo	✓	
Giấy văn phòng	✓	
Caecton	✓	
Nhựa	Không phân hủy sinh học	
Vải		✓
Cao su		✓
Da		✓
Rác vườn	✓	
Gỗ		✓
Các chất hữu cơ khác		✓

Nguồn [1]

Ví dụ 9.1. Cho một loại CTR đô thị có thành phần như sau:

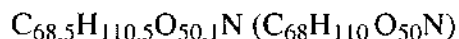
Thành phần	Đơn vị, kg	Khối lượng, kg	% khối lượng
Thành phần dễ phân hủy sinh học		65,1	84
Thức ăn thừa	9		
Giấy	34		
Giấy bìa	6		
Rác vườn (phân hủy nhanh)	16,1		
Thành phần khó phân hủy sinh học		12,4	16
Vải	2		
Cao su	0,5		
Da	0,5		
Rác vườn (phân hủy chậm)	7,4		
Gỗ	2,0		
Tổng cộng		77,5	100

Hãy xác định thành phần khí sinh ra do phân hủy hoàn toàn loại CTR này.

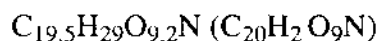
Giải:

1. Kết quả tính công thức phân tử

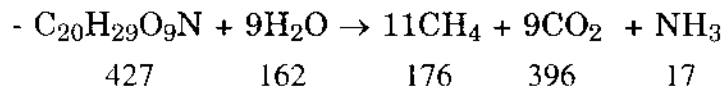
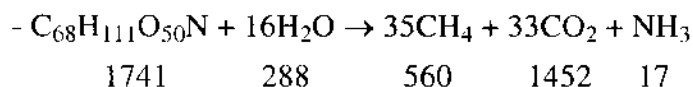
- Đối với chất hữu cơ phân hủy nhanh:



- Đối với chất hữu cơ phân hủy chậm:



2. Phương trình phản ứng phân hủy (lên men metan)



3. Tính lượng metan và CO₂ phát sinh

$$- CH_4 = \frac{560}{1741} \times \frac{1}{0,7167} = 0,449 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$CO_2 = \frac{1452}{1741} \times \frac{1}{1,9768} = 0,422 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$- CH_4 = \frac{176}{427} \times \frac{1}{0,7167} = 0,575 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{396}{427} \times \frac{1}{1,9768} = 0,469 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Phần trăm thể tích:

$$\% \text{CH}_4 = \frac{0,449 + 0,575}{0,449 + 0,422 + 0,575 + 0,469} = 53 \%$$

$$\% \text{CO}_2 = \frac{0,422 + 0,469}{0,449 + 0,422 + 0,575 + 0,469} = 47 \%$$

Tốc độ phát sinh khí ở BCL phụ thuộc vào một số yếu tố sau:

- Sự thẩm thấu của lượng cacbon trong thực vật, cùng axit và rượu hình thành trong quá trình chôn lấp phế thải làm giảm khả năng tạo khí.
- Quá nhiều nước ở bên ngoài túi khí sẽ làm giảm hiệu quả hoạt động của vi khuẩn trong quá trình tạo khí.
- Nếu độ kiềm tăng sẽ làm độ pH giảm do sản sinh axit trong phế thải cũng làm giảm lượng khí.
- Khi nhiệt độ trong phế thải tăng sẽ làm giảm lượng khí.
- Phế thải đóng bánh thành khối quá dày đặc hoặc quá nhiều mảnh vụn và bột cũng làm giảm quá trình sản sinh khí.
- Nếu trong phế thải có hóa chất độc hại sẽ ngăn cản các vi khuẩn tạo khí metan do thiếu hụt dinh dưỡng.

9.5.3. Sự thay đổi lượng khí theo thời gian

Dưới điều kiện bình thường, tốc độ phân hủy của CTR trong BCL hợp vệ sinh đạt đến giá trị cực đại trong 2 năm đầu tiên, sau đó giảm dần và có thể kéo dài trong khoảng thời gian 25 năm hoặc hơn thế nữa. Tốc độ phân hủy của CTR trong BCL hợp vệ sinh thường được biểu diễn bằng sản lượng khí sinh ra trong một khoảng thời gian.

Tốc độ phân hủy hàng năm của các chất hữu cơ phân hủy nhanh và chậm được biểu diễn bằng mô hình sản lượng khí hình tam giác, trong đó giá trị sản lượng khí cực đại sẽ đạt được sau 1 năm đối với chất hữu cơ phân hủy nhanh và sau 5 năm đối với chất hữu cơ phân hủy chậm. Và giả sử rằng khí bắt đầu phát sinh ở cuối năm thứ nhất, tính từ thời điểm bắt đầu chôn lấp chất thải. Tổng lượng khí sinh ra từ chất thải chôn lấp của năm thứ nhất được tính theo công thức:

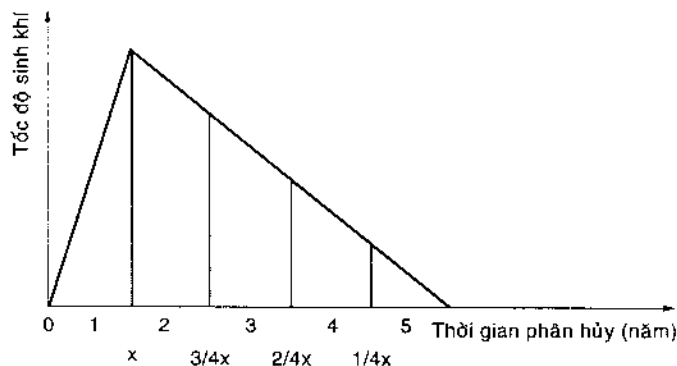
$$V(\text{m}^3/\text{kg}) = 1/2 \times h(\text{m}^3/\text{kg.năm}) \times T(\text{năm}) \quad (9.5)$$

trong đó:

h - giá trị sản lượng khí cực đại, $\text{m}^3/(\text{kg.năm})$

T - thời gian để phân hủy hoàn toàn của phần CTR hữu cơ, năm.

Mô hình tam giác ước tính lượng khí sinh ra theo thời gian xem hình 9.5.



Hình 9.4. Đồ thị tam giác biểu diễn tốc độ phát sinh khí từ rác có khả năng phân hủy nhanh

1. Xác định tốc độ sinh khí cực đại

a) Đối với chất hữu cơ phân hủy nhanh

Theo phương pháp đồ thị tam giác, lượng khí sẽ sinh ra từ chất hữu cơ phân hủy nhanh trong vòng 5 năm và lượng khí sinh ra cực đại vào cuối năm thứ nhất.

Tổng lượng khí sinh ra của rác phân hủy nhanh, m^3/kg :

$$= 1/2 \times \text{thời gian phân hủy (năm)} \times \text{tốc độ sinh khí cực đại (m}^3/\text{kg.năm)} \quad (9.6)$$

Tốc độ sinh khí cực đại của rác phân hủy nhanh:

$$= \frac{2 \times \text{tổng lượng khí sinh ra (m}^3/\text{kg)}}{\text{Thời gian phân hủy (năm)}} \quad (9.7)$$

b) Đối với chất hữu cơ phân hủy chậm

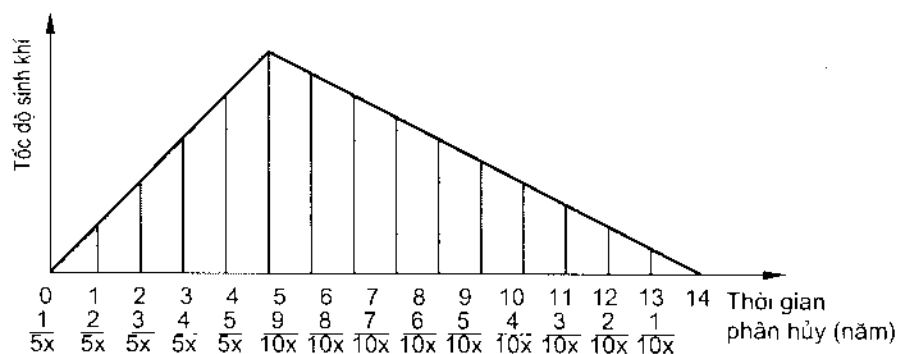
Theo phương pháp đồ thị tam giác, lượng khí sẽ sinh ra từ chất hữu cơ phân hủy chậm trong vòng 15 năm và lượng khí sinh ra cực đại vào cuối năm thứ 5.

Tổng lượng khí sinh ra của rác phân hủy chậm, (m^3/kg) :

$$= 1/2 \times \text{tổng thời gian phân hủy (năm)} \times \text{tốc độ sinh khí cực đại (m}^3/\text{kg.năm)} \quad (9.8)$$

Tốc độ sinh khí cực đại của rác phân hủy chậm:

$$= \frac{2 \times \text{tổng lượng khí sinh ra (m}^3/\text{kg)}}{\text{tổng thời gian phân hủy (năm)}} \quad (9.9)$$



Hình 9.5. Đồ thị tam giác biểu diễn tốc độ phát sinh khí từ rác có khả năng phân hủy chậm

Ví dụ 9.2. Tính toán lượng khí sinh ra mỗi năm cho bãi rác có thời gian hoạt động là 5 năm. Biết rằng:

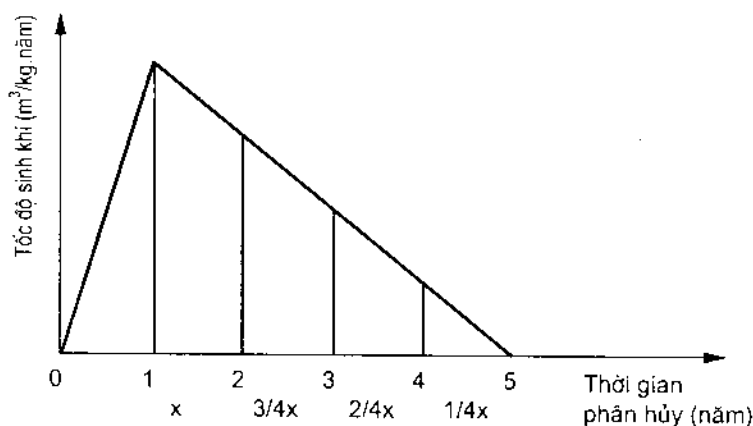
1. Khí bắt đầu sinh ra ở cuối năm thứ 1 kể từ khi vận hành BCL.
2. Thời gian phân hủy toàn bộ chất hữu cơ phân hủy nhanh là 5 năm.
3. Thời gian phân hủy toàn bộ chất hữu cơ phân hủy chậm là 15 năm.
4. Tốc độ phân hủy của các chất hữu cơ phân hủy nhanh và chậm tuân theo mô hình tam giác. Sản lượng khí cao nhất xảy ra vào cuối năm thứ 1 đối với các chất hữu cơ phân hủy nhanh và vào năm thứ 5 đối với các chất hữu cơ phân hủy chậm.
5. Tổng lượng khí sinh ra từ các chất hữu cơ phân hủy nhanh là $14\text{m}^3/\text{kg}$ khối lượng khô của CTR.
6. Tổng lượng khí sinh ra từ các chất hữu cơ phân hủy chậm là $16\text{m}^3/\text{kg}$ khối lượng khô của CTR.
7. CTR đô thị tại BCL chứa 79,5 chất hữu cơ và 20,5 chất vô cơ.
8. Trong 79,5% chất hữu cơ có: nhựa (7%, xem như là chất trơ), chất hữu cơ phân hủy sinh học nhanh (60,1%), chất hữu cơ phân hủy sinh học chậm (12,4%). Nghĩa là theo khối lượng khô, chất hữu cơ phân hủy sinh học nhanh chiếm 44,8 % và chất hữu cơ phân hủy sinh học chậm chiếm 7,3% tổng CTR tại BCL.
9. Trong chất hữu cơ phân hủy sinh học nhanh, chỉ có 75% là có khả năng phân hủy sinh học (vì có những có những chất hữu cơ chứa trong túi nhựa hoặc quá khô nên không phân hủy sinh học).
10. Trong chất hữu cơ phân hủy sinh học chậm, 50% có khả năng phân hủy sinh học (phần còn lại không có khả năng phân hủy vì những lý do như đối với chất hữu cơ phân hủy sinh học chậm).

Giải:

1. Xác định sản lượng khí sinh ra mỗi năm lần lượt đối với 1kg chất hữu cơ phân hủy nhanh và 1kg chất hữu cơ phân hủy chậm:

a) Chất hữu cơ phân hủy nhanh

Sử dụng mô hình tam giác:



Tổng lượng khí sinh ra = $1/2 \times$ tổng thời gian phân hủy $\times$ tốc độ phát sinh khí cực đại

Suy ra:

$$\text{Tốc độ phát sinh khí cực đại} = 2 \frac{\text{Tổng lượng khí sinh ra (m}^3/\text{kg)}}{\text{Tổng thời gian phân hủy (năm)}} \\ (\text{m}^3/\text{kg.năm})$$

Tốc độ phát sinh khí cực đại (tốc độ phát sinh khí vào cuối năm thứ nhất)

$$= 2 \frac{14}{5} = 5,6 \text{ (m}^3/\text{kg.năm)}$$

Tổng lượng khí phát sinh trong năm thứ nhất:

$$V_{n1} = \frac{1}{2} \times 1 \times 5,6 = 2,8 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

Tốc độ phát sinh khí vào năm thứ hai của quá trình phân hủy:

$$= \frac{3}{4} \times 5,6 = 4,2 \text{ (m}^3/\text{kg.năm)}$$

Tổng lượng khí phát sinh trong năm thứ 2:

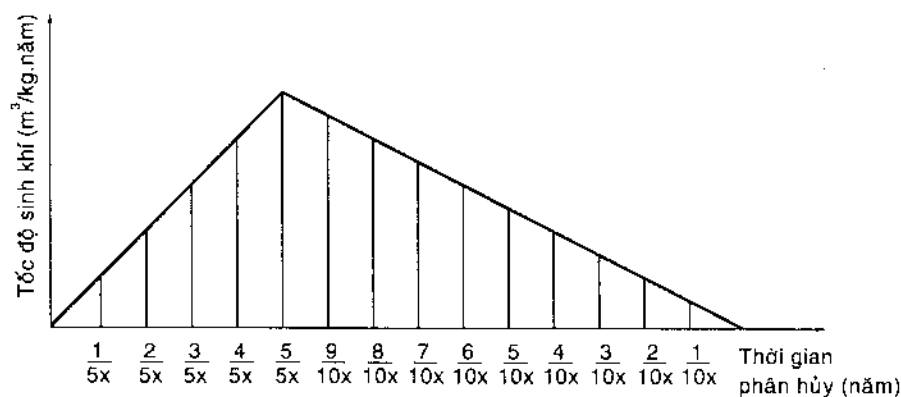
$$V_{n2} = [(5,6 + 4,2) \times 1] \frac{1}{2} = 4,9 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

Tương tự, tính tốc độ phát sinh khí và tổng lượng khí sinh ra vào năm thứ 3, 4, 5 được trình bày như bảng kết quả sau:

Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /kg.năm)	Tổng lượng khí sinh ra (m ³ /kg)
1	5,6	2,8
2	4,2	4,9
3	2,8	3,5
4	1,4	2,1
5	0,0	0,7
Tổng		14

b) Chất hữu cơ phân hủy chậm

Sử dụng mô hình tam giác:



Tốc độ phát sinh khí cực đại (vào cuối năm thứ 5)

$$\begin{aligned}\text{Tốc độ phát sinh khí cực đại} &= 2 \frac{\text{Tổng lượng khí sinh ra (m}^3/\text{kg)}}{\text{Tổng thời gian phân hủy (năm)}} \\ &= 2 \frac{16}{15} = 2,133 \text{ (m}^3/\text{kg.năm)}\end{aligned}$$

Tốc độ phát sinh khí vào cuối năm thứ nhất:

$$\frac{1}{5} \times 2,133 = 0,427 \text{ (m}^3/\text{kg.năm)}$$

Tổng lượng khí sinh ra trong năm thứ nhất:

$$\frac{1}{2} \times 0,427 \times 1 = 0,213 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

Tổng lượng khí sinh ra trong năm thứ 2:

$$\left[\left(0,427 + 2,133 \times \frac{2}{5} \right) \times 1 \right] \times \frac{1}{2} = 0,64 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

Tính tương tự cho những năm còn lại với kết quả tính như bảng sau:

Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /kg.năm)	Tổng lượng khí (m ³ /kg)	Cuối năm	Tốc độ phát sinh khí (m ³ /kg.năm)	Tổng lượng khí (m ³ /kg)
1	0,427	0,213	9	1,280	1,387
2	0,853	0,64	10	1,066	1,173
3	1,280	1,067	11	0,853	0,960
4	1,706	1,493	12	0,640	0,747
5	2,133	1,920	13	0,427	0,534
6	1,920	2,027	14	0,213	0,320
7	1,706	1,813	15	0,000	0,107
8	1,493	1,600			
Tổng					16,001

2. Xác định tốc độ phát sinh và lượng khí sinh ra mỗi năm từ 1kg CTR trong BCL (bao gồm các chất phân hủy nhanh và phân hủy chậm)

a) Xác định lượng khí sinh ra từ chất hữu cơ phân hủy nhanh và phân hủy chậm cho 1 đơn vị khối lượng CTR trong BCL:

- Khối lượng chất thải hữu cơ phân hủy sinh học nhanh trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,448 \times 0,75 = 0,336 \text{ kg/kg CTR}$$

- Khối lượng chất thải hữu cơ phân hủy sinh học chậm trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,073 \times 0,5 = 0,0365 \text{ kg/kg CTR}$$

- Tổng thể tích khí sinh ra do thành phần hữu cơ phân hủy sinh học nhanh có trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,336 \times 14 = 4,7 \text{ (m}^3\text{/kg CTR)}$$

- Tổng thể tích khí sinh ra do thành phần hữu cơ phân hủy sinh học chậm có trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,0365 \times 16 = 0,584 \text{ (m}^3\text{/kg CTR)}$$

b) Xác định tốc độ phát sinh khí và lượng khí phát sinh mỗi năm do sự phân hủy 1kg CTR từ BCL:

- Tốc độ phát sinh khí vào năm thứ nhất do thành phần hữu cơ phân hủy sinh học nhanh có trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,336 \times 5,6 = 1,882 \text{ (m}^3\text{/ kg CTR. năm)}$$

- Tổng lượng khí sinh ra vào năm thứ nhất do thành phần hữu cơ phân hủy sinh học nhanh có trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,336 \times 2,8 = 0,941 \text{ (m}^3\text{/kg CTR)}$$

Tương tự tính cho những năm còn lại. .

- Tốc độ phát sinh khí vào năm thứ nhất do thành phần hữu cơ phân hủy sinh học chậm có trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,0365 \times 0,427 = 0,0116 \text{ (m}^3\text{/ kg CTR. năm)}$$

- Tổng lượng khí sinh ra vào năm thứ nhất do thành phần hữu cơ dễ phân hủy sinh học có trong 1kg CTR từ BCL:

$$0,0365 \times 0,213 = 0,008 \text{ (m}^3\text{/kg CTR)}$$

Tương tự tính cho những năm còn lại.

Bảng kết quả:

Cuối năm	Hydrocacbon CHC phân hủy sinh học nhanh		Hydrocacbon CHC phân hủy sinh học chậm		Hydrocacbon CTR (nhanh + chậm)	
	Tốc độ phát sinh (kg/m ³ .năm)	Tổng lượng khí (m ³ / kg)	Tốc độ phát sinh (kg/m ³ .năm)	Tổng lượng khí (m ³ / kg)	Tốc độ phát sinh (kg/m ³ .năm)	Tổng lượng khí (m ³ / kg)
1	2	3	4	5	6	7
1	1,882	0,941	0,016	0,008	1,898	0,949
2	1,411	1,646	0,031	0,023	1,442	1,669
3	0,941	1,176	0,047	0,039	0,988	1,215
4	0,470	0,706	0,062	0,055	0,532	0,761
5	0,000	0,235	0,078	0,070	0,078	0,305
6			0,070	0,074	0,070	0,074
7			0,062	0,066	0,062	0,066
8			0,055	0,058	0,055	0,058
9			0,047	0,051	0,047	0,051

1	2	3	4	5	6	7
10			0,039	0,043	0,039	0,043
11			0,031	0,035	0,031	0,035
12			0,023	0,027	0,023	0,027
13			0,016	0,019	0,016	0,019
14			0,008	0,012	0,008	0,012
15			0,000	0,004	0,000	0,004
Tổng		4.704		0,584		5,288

3. Sử dụng số liệu tính toán ở bước hai, tính toán lượng khí phát sinh tại BCL qua các năm. Giả sử rằng lượng rác thải vào BCL mỗi năm là như nhau.

Cuối năm	Lượng khí phát sinh từ BCL trong thời gian 5 năm vận hành							
	Tốc độ phát sinh khí (m³/kg. năm)						Lượng khí (m³)	Tích lũy (m³)
	Năm 1	Năm 2	Năm 3	Năm 4	Năm 5	Tổng		
1	1,898	0,000	0,000			1,898	0,949	0,949
2	1,442	1,898	0,000	0,000		3,340	2,618	3,567
3	0,988	1,442	1,898	0,000	0,000	4,328	3,633	7,400
4	0,532	0,988	1,442	1,898	0,000	4,861	4,593	11,993
5	0,078	0,532	0,988	1,442	1,898	4,939	4,899	16,892
6	0,070	0,078	0,532	0,988	1,442	3,112	4,024	20,916
7	0,062	0,070	0,078	0,532	0,988	1,731	2,420	23,336
8	0,055	0,062	0,070	0,078	0,532	0,798	1,264	24,600
9	0,047	0,055	0,062	0,070	0,078	0,312	0,544	25,154
10	0,039	0,047	0,055	0,062	0,070	0,274	0,292	25,446
11	0,031	0,039	0,047	0,055	0,062	0,235	0,253	25,699
12	0,023	0,031	0,039	0,047	0,055	0,196	0,214	25,913
13	0,016	0,023	0,031	0,039	0,047	0,157	0,175	26,088
14	0,008	0,016	0,023	0,031	0,039	0,118	0,136	26,224
15	0,000	0,008	0,016	0,023	0,031	0,079	0,097	26,321
16		0,000	0,008	0,016	0,023	0,048	0,062	26,383
17			0,000	0,008	0,016	0,024	0,035	26,418
18				0,000	0,008	0,009	0,016	26,434
19					0,000	0,000	0,004	26,438

9.5.4. Sự di chuyển của khí sinh ra trong BCL

Áp suất bên trong BCL luôn luôn lớn hơn áp suất khí quyển, khí sinh ra trong BCL hợp vệ sinh sẽ thoát vào khí quyển dưới sự chi phối của quá trình khuếch tán và quá trình đối lưu. Các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến sự di chuyển của khí

trong BCL là sự hấp thụ của khí vào trong nước rò rỉ và vật liệu rắn, sự phát sinh và tiêu thụ các thành phần khí do các hoạt động sinh học và các phản ứng hóa học.

Mặc dù, hầu hết khí metan thoát vào khí quyển, cả khí metan và khí CO₂ đều tồn tại với nồng độ 40% ở khoảng cách 120m từ mép của BCL không có lớp lót đáy. Đối với những BCL không có hệ thống thu khí, khoảng cách này thay đổi tùy theo đặc tính của vật liệu che phủ và cấu trúc đất của khu vực xung quanh. Nếu không được thông thoáng một cách hợp lý, khí metan có thể tích tụ bên dưới các toà nhà hoặc những khoảng không khác ở gần đó. Trái lại, khí CO₂ có khối lượng riêng lớn hơn khối lượng riêng của không khí 1,5 lần và lớn hơn khối lượng riêng của metan 2,8 lần, do đó khí CO₂ có khuynh hướng chuyển động về phía đáy của BCL. Đó là nguyên nhân khiến cho nồng độ khí CO₂ ở những phần thấp hơn của BCL ngày càng gia tăng theo thời gian.

1. Khí chuyển động từ dưới lên

Khí CH₄ và CO₂ có thể thoát qua lớp che phủ đi vào không khí do quá trình đối lưu và khuếch tán. Giả thiết rằng đất khô, lượng khí đi qua một đơn vị diện tích bề mặt BCL trong một đơn vị thời gian được xác định như sau:

$$N_A = - \frac{D\alpha^{1/3} (C_{atm} - C_{atill})}{L} \quad (9.10)$$

trong đó:

N_A - thông lượng của khí A, g/cm².s

D - hệ số khuếch tán, cm²/s

α - độ rỗng của đất khô, cm³/cm³

C_{atm} - nồng độ của khí A tại bề mặt lớp phủ BCL, g/cm³

C_{atill} - nồng độ của khí A ở đáy của lớp phủ BCL, g/cm³

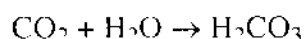
L - bề dày của lớp phủ, cm.

Hệ số khuếch tán khí metan và khí CO₂ lần lượt là:

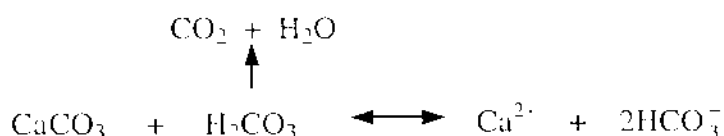
$$D_{CH_4} = 0,2 \text{ cm}^2/\text{s} \text{ và } D_{CO_2} = 0,13 \text{ cm}^2/\text{s}$$

2. Khí chuyển động từ trên xuống

Khí CO₂, do khối lượng riêng lớn, nên có thể tích lũy ở đáy BCL. Nếu lớp lót đáy BCL là lớp đất, khí CO₂ có thể khuếch tán qua lớp này và tiếp tục chuyển động xuống phía dưới cho đến khi tiếp xúc với mạch nước ngầm. Khí CO₂ dễ dàng hòa tan và phản ứng với nước tạo thành axit cacbonic.



Phản ứng này là nguyên nhân làm giảm pH và có thể làm gia tăng độ cứng và lượng khoáng chất trong nước ngầm. Tương ứng với một nồng độ khí CO₂ xác định, phản ứng sẽ tiếp diễn cho đến khi đạt được trạng thái cân bằng như sau:



Như vậy, mọi quá trình làm gia tăng CO₂ tự do hòa tan đều là nguyên nhân làm cho CaCO₃ phân hủy nhiều hơn và gia tăng độ cứng trong nước rúc. Độ hoà tan của các khí trong nước tuân theo định luật Henry:

$$P_k = H \cdot X$$

P_k - áp suất riêng phần của khí, atm

H - hằng số Henry

X - nồng độ phần mol của khí trong nước = số mol khí/ (số mol khí tan + số mol nước)

Hằng số Henry phụ thuộc loại khí tan, nhiệt độ và bản chất của chất lỏng.

Hằng số Henry ($H \cdot 10^{-4}$, atm/mol)

T, °C	Không khí	CO ₂	CO	H ₂	H ₂ S	CH ₄	N ₂	O ₂
0	4,32	0,0728	3,52	5,79	0,0268	2,24	5,29	2,55
10	5,49	0,104	4,42	6,36	0,0367	2,97	6,68	3,27
20	6,64	0,142	5,36	6,83	0,0483	3,76	8,04	4,01
30	7,71	0,186	6,20	7,29	0,0609	4,49	9,24	4,75
40	8,70	0,233	6,96	7,51	0,0745	5,20	10,40	5,35
50	9,46	0,238	7,61	7,65	0,0884	5,77	11,30	5,88
60	10,10	0,341	8,21	7,85	0,1030	6,26	12,00	6,29

Ví dụ 9.3: Tính nồng độ CO₂ trong nước ngầm tiếp xúc với khí bãi rác ở áp suất khí quyển và nhiệt độ 50°C. Giả sử thành phần khí bãi rác gồm 50% CO₂, 50% CH₄ và hơi nước bão hòa. Cho áp suất hơi nước bão hòa ở 50°C là 12,33kN/m².

Giải:

1. Áp suất riêng phần của CO₂ là:

$$P_{CO_2} = 0,5 \frac{101,325 - 12,33}{101,325} = 0,44 \text{ atm}$$

2. Nồng độ phần mol CO₂ trong nước:

$$X = \frac{P_{CO_2}}{H} = \frac{0,44}{0,283 \cdot 10^4} = 1,55 \cdot 10^{-4}$$

3. Nồng độ khối lượng của CO₂ trong nước mg/l:

Trong 1 lít nước chứa 1000g/18g/mol = 55,6 mol nước, số mol CO₂ có trong 1 lít nước là:

$$\frac{55,6 \times 1,55 \cdot 10^{-4}}{1 + 1,55 \cdot 10^{-4}} = 8,524 \cdot 10^{-3} \cdot \text{mol}$$

$$C_{CO_2} = 8,524 \cdot 10^{-3} \times 44 \times 1000 = 375 \text{ mg/l}$$

3. Chuyển động của các khí vi lượng

Đối với các khí vi lượng, lượng khí bay hơi qua một đơn vị diện tích bề mặt BCL trong một đơn vị thời gian (Flux) được xác định như sau:

$$N_i = \frac{D\alpha^{4/3} (C_{iatm} - C_{is} \cdot W_i)}{L} \quad (9.11)$$

trong đó:

N_i - thông lượng của khí i , $g/(cm^2.s)$

D - hệ số khuếch tán, cm^2/s

$C_{i,atm}$ - nồng độ của khí i trên bề mặt của lớp phủ BCL, g/cm^3

$C_{i,s}$ - nồng độ hơi bão hòa của khí i , g/cm^3

W_i - hệ số tỷ lệ tính đến nồng độ chất i trong CTR

$C_{i,s}.W_i$ - nồng độ của khí i ở đáy lớp phủ, g/cm^2

L - bề dày của lớp phủ, cm

Một cách đơn giản có thể tính:

$$N_i = \frac{D\alpha^{4/3}C_{i,s}.W_i}{L} \quad (9.12)$$

9.5.5. Thành phần và tính chất của khí sinh ra từ BCL

Khí BCL được tạo thành từ những thành phần khí hiện diện với lượng lớn (các khí chủ yếu) và những thành phần khí chiếm lượng rất nhỏ (khí vi lượng). Các khí chủ yếu được hình thành trong quá trình phân hủy phần chất hữu cơ có trong CTR đô thị. Một số khí vi lượng, mặc dù tồn tại với lượng nhỏ có thể mang tính độc và nguy cơ tác hại đến sức khỏe cộng đồng cao.

1. Thành phần các khí chủ yếu

Thành phần các khí chủ yếu sinh ra từ BCL bao gồm NH_3 , CO , H_2 , H_2S , CH_4 , N_2 và O_2 . Khí metan và khí CO_2 là các khí chính sinh ra từ quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học trong CTR. Nếu khí metan tồn tại trong không khí ở nồng độ từ 5 ÷ 15% sẽ phát nổ. Do nồng độ oxy tồn tại trong BCL thấp nên khi nồng độ khí metan đạt đến ngưỡng tới hạn vẫn có ít khả năng gây nổ BCL. Tuy nhiên, nếu các khí trong BCL thoát ra bên ngoài và tiếp xúc với không khí, có khả năng hình thành hỗn hợp khí metan ở giới hạn gây nổ. Các khí này cũng tồn tại trong nước rò rỉ với nồng độ tùy thuộc vào nồng độ của chúng trong pha khí khi tiếp xúc với nước rò rỉ.

Bảng 9.7. Tỷ lệ thành phần các khí chủ yếu sinh ra từ BCL

Thành phần	% Theo thể tích khô
CH_4	45 ÷ 60
CO_2	40 ÷ 60
N_2	2 ÷ 5
O_2	0,1 ÷ 1,0
Meccaptan, hợp chất chứa lưu huỳnh...	0 ÷ 1,0
NH_3	0,1 ÷ 1,0
H_2	0 ÷ 0,2
CO	0 ÷ 0,2
Các khí khác	0,01 ÷ 0,6
Tính chất	Giá trị
Nhiệt độ ($^{\circ}F$)	100 ÷ 120
Tỷ trọng	1,02 ÷ 1,06

Nguồn: [1]

2. Thành phần khí vi lượng

Một số khí vi lượng, mặc dù tồn tại ở một lượng nhỏ nhưng có độc tính và nguy cơ gây hại đến sức khỏe của cộng đồng dân cư rất cao. Các nghiên cứu ở Mỹ và Anh cho thấy, có tổng cộng 116 hợp chất có thể tìm thấy trong khí BCL như axeton, benzen, clorobenzen, clorofom, vinyl chloride... Sự có mặt của các chất khí này trong nước rò rỉ từ BCL phụ thuộc vào nồng độ của chúng trong khí BCL khi tiếp xúc với nước rò rỉ. Cần lưu ý, nồng độ đáng kể của các chất hữu cơ bay hơi trong khí BCL thường xuất hiện ở BCL cũ đã tiếp nhận các loại CTR công nghiệp và thương mại có chứa các chất hữu cơ bay hơi. Trong các BCL mới hơn mà các CTR nguy hại bị cấm đổ vào, nồng độ các chất hữu cơ bay hơi trong khí BCL cực kỳ thấp.

9.5.6. Thu và xử lý khí BCL

1. Thu khí

Khí metan ở BCL có thể coi là một nguồn gây nguy hiểm, không an toàn nếu không được phát tán hoặc thu hồi để chuyển thành năng lượng khác, vì nó dễ gây cháy nổ và ngạt thở đối với người hay động thực vật ở BCL và các khu vực xung quanh. Vì vậy, để đảm bảo vệ sinh môi trường và an toàn cho tất cả những người điều hành hoặc làm việc trên BCL, nhất là khu vực phát tán khí gas và những khu vực có thể tích tụ khí gas... tất cả các BCL phải có hệ thống thu hồi và xử lý khí gas. Tùy theo lượng khí sản sinh, khí gas thu hồi có thể sử dụng vào mục đích dân sinh hoặc khí đốt, không được để khí thoát tự nhiên ra môi trường xung quanh. Khí gas tạo ra trong suốt quá trình chôn lấp ở bãi nên cần phải có sự quan tâm đặc biệt đến hệ thống thông khí khi thiết kế.

Hai loại hệ thống cơ bản được thiết kế để kiểm soát và thu hồi năng lượng từ khí metan là: hệ thống thoát khí bị động và hệ thống thoát khí chủ động.

Hệ thống thoát khí bị động: Đối với những BCL quy mô nhỏ và vừa, người ta thường thiết kế hệ thống thoát khí bị động. Đây là một hệ thống dựa trên quá trình tự nhiên để đưa khí vào khí quyển hoặc ngăn cản không cho nó chuyển động vào các khu vực không mong muốn. Hệ thống này được xây dựng bằng các tường đất sét không thấm nước dày từ $0,7 \div 1\text{m}$ để ngăn chặn khí thấm qua. Tường đất sét được đắp từ đáy khoang chứa kéo dài lên tận lớp đất phủ và luôn được giữ ẩm sao cho nó không bị khô và nứt, tạo các khe thoát khí. Phía trong tường có đào rãnh thoát khí, được phủ đáy bằng một lớp sỏi, đá đường kính từ $20 \div 40\text{mm}$. Từ các giếng khoan, khí được dẫn tới rãnh thoát khí để đưa vào không khí hoặc bằng rãnh nhỏ hơn hoặc ống nhựa, ống cao su...

Khu vực thoát khí bị động phải tách biệt hẳn với các khu dân cư, các khu sản xuất công nghiệp. Thông thường khu vực này được xây dựng ngay cạnh BCL và được quy định là vùng cấm. Nếu khu vực thoát khí ở xa BCL thì phải thiết kế hệ thống máy hút khí để đưa khí theo hệ thống ống ra nơi thoát khí. Những yêu cầu cần đạt được trong hệ thống thoát khí bị động bao gồm:

- Tường đất sét phải luôn được giữ ẩm, chống khô nứt.

- Hệ thống mương rãnh thoát phải sạch sẽ và khô ráo, không được để rác, đất lấp vào lòng mương rãnh.

- Lớp sỏi, đá và hệ thống ống dẫn thoát khí (nếu có) phải luôn được giữ khô để việc thoát khí được thực hiện dễ dàng.

- Hệ thống thoát khí gas đơn giản là khoan giếng vào lớp rác chôn với độ sâu tối thiểu là 1m rồi đặt ống thoát/thu khí. Chiều cao ống thoát khí phải cao hơn lớp đất tối thiểu là 0,2m để khí thoát thẳng ngay trên BCL.

Hệ thống thu khí chủ động: Có thể được thiết kế ở những BCL thể tích lớn. Chúng được xây dựng ở những nơi có khả năng nguy hiểm cao và những nơi mà sự thu hồi khí gas được xem là có hiệu quả.

Khoảng cách đặt giếng thu gom khí: Khoảng cách đặt giếng thu gom khí thông thường từ 70 ÷ 100m. Giới hạn bán kính của giếng thu hồi khí được xác định theo công thức:

$$R = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \rho \cdot h \cdot q}} \quad (9.13)$$

trong đó:

R - bán kính thu khí, m;

Q - sản lượng khí sinh ra, m³/h

ρ - khối lượng riêng của CTR, tấn/m³

h - chiều sâu chôn lấp CTR, m

q - tốc độ tạo khí = $8,9 \times 10^{-4}$ m³/(tấn.h).

Thực tế cho thấy, nếu chiều sâu lớp CTR chôn lấp h = 1,5m, bán kính thu hồi R = 25 ÷ 30m thì sản lượng khí thu được sẽ là Q = 20m³/h. Công thức trên chỉ áp dụng với những BCL đã đầy. Nếu đủ điều kiện tạo khí cũng như đảm bảo khoảng cách các giếng thu khí từ 70 ÷ 100m thì một giếng thu khí có thể đạt được sản lượng từ 200 ÷ 400m³/h.

Phương pháp đặt các ống thu khí phun thẳng là khoan các giếng vào CTR đã được chôn lấp sâu tối thiểu là 1m, có thể khoan sâu tối đa tới đáy lớp lót. Nếu CTR đã đóng kết thành khối vững chắc, có thể đặt trực tiếp ống thu khí gas vào giếng bằng ống nhựa PVC đường kính tối thiểu là 50mm. Xung quanh ống là các tầng đá lọc đảm bảo độ rỗng để thu được tối đa lượng khí gas tạo thành, ngoài ra còn tạo đủ không khí cần thiết để chống lại việc rò rỉ khí. Để khí đi vào ống nhựa được dễ dàng, xung quanh ống nhựa được khoan lỗ với khoảng cách là 15cm. Khi CTR kết thành khối không vững chắc thì phải đóng các ống thép đã được khoan lỗ xung quanh vào giếng khoan. Ống thép phải có đường kính lớn hơn ống nhựa. Đối với từng loại BCL khác nhau, các phương pháp đặt các ống thu khí cũng khác nhau.

Giếng thu hồi khí đứng gồm một ống thu khí có đường kính 100 ÷ 150mm (thường dùng ống PVC hoặc ống PE) đặt trong một lỗ khoan có kích thước 460 ÷ 920mm. Một phần ba đến một phần hai chiều dài ống thu khí được đục lỗ và đặt phần này trong đất hay CTR. Khoảng cách giữa các giếng được xác định dựa vào bán kính thu

hồi khí. Không giống như giếng nước, bán kính thu hồi của các giếng đứng có dạng hình cầu. Vì lý do này, các ống thu hồi khí nên đặt cẩn thận để tránh sự chồng lên nhau của bán kính thu hồi khí trong hệ thống. Tỷ lệ thu hồi khí quá dư có thể làm cho không khí xâm nhập vào khối CTR từ lớp đất bên cạnh. Để ngăn cản sự xâm nhập của không khí, tốc độ thu hồi khí của mỗi giếng phải được kiểm soát một cách cẩn thận, do đó các giếng thu hồi khí được gắn với các lỗ thông hơi và các van kiểm soát dòng khí. Khoảng cách giữa các giếng thu khí gas theo quy định của Thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT - BKHCNMT - BXD là từ $70 \div 100\text{m}$.

Ngoài hệ thống thu hồi khí gas thẳng đứng, ở những BCL đắp cao theo kiểu cầu vòng có thể áp dụng phương pháp đặt hệ thống thu hồi khí nằm ngang. Kích thước ống và vị trí đặt ống tương tự như phương pháp phun thẳng. Hệ thống thu khí nằm ngang ít được áp dụng.

Để đảm bảo việc thu hồi khí gas được tốt hơn, có thể thiết kế hệ thống phun nước vào BCL nhằm đảm bảo độ thủy phân của CTR, giữ không cho oxy lọt vào các túi khí tạo ra các vi sinh vật ưa khí và kéo theo vi sinh vật kỵ khí ra ngoài, làm chậm lại quá trình sản sinh khí metan thoát vào không khí. Ngược lại nếu độ ẩm quá cao sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến độ ẩm của khí thu hồi. Để khắc phục tình trạng này, người ta thiết kế hệ thống hút nước thải từ BCL (nước tro). Hệ thống thu hồi nước “tro” được đặt phía ngoài và thấp hơn BCL. Nhiều hệ thống rút nước tro qua xử lý lại được bơm phun trở lại rác thải.

Hệ thống rút khí nối với các bơm “chân không” hay quạt gió bằng một hệ thống ống dẫn đến nơi xử lý thường có hiện tượng ngưng tụ nước ở thành ống vì vậy cần có những vị trí thải nước thích hợp trên hệ thống thu hồi khí. Điểm cần chú ý trong việc thiết kế hệ thống thu hồi khí là chỉ nên thiết kế hệ thống rút được khoảng từ $20 \div 70\%$ thể tích khí tạo ra từ BCL vì thực tế cho thấy nếu rút quá 70% thể tích khí tạo ra, sẽ có hiện tượng không khí lọt vào hệ thống thu khí. Sức ép của áp suất nước bên trên khí phun ra khoảng 60cm nước là hoàn toàn phù hợp cho việc tạo khí ở phía dưới.

Để thiết kế hệ thống thu hồi khí gas có hiệu quả, cần có cách nhìn tổng quát về khả năng rút được khí gas ở BCL bằng phương pháp dùng sức ép của áp suất không khí cao để xác định vị trí tập trung của khí gas và kiểm tra mức độ phun thẳng lên được của khí gas.

Nếu xây dựng BCL mới gần với BCL đã đầy và đã có hệ thống thu hồi khí gas thì việc thiết kế hệ thống thu hồi khí gas cho BCL mới phải hợp nhất cả hai hệ thống thành một.

Xây dựng một hệ thống thu hồi khí gas cho BCL cần phải sử dụng số tiền vốn khá lớn, vì vậy kiểm tra xác định chắc chắn khả năng thu hồi khí gas ở BCL là rất cần thiết và phải được chứng minh cụ thể.

2. Xử lý khí

Để xử lý khí BCL có thể áp dụng các biện pháp sau:

- Đốt - thu hồi sản xuất điện

- Oxy hóa khí metan
- Khử mùi.

a) Đốt - thu hồi sản xuất điện

Khí sinh ra từ các ô chôn lấp được thu gom qua hệ thống ống thu khí được bố trí dạng thẳng đứng hoặc nằm ngang. Các giếng thu khí được bố trí sao cho có thể thu được khí sinh ra trên toàn bộ diện tích ô chôn lấp. Mỗi giếng thu khí gồm có ống thu khí đặt trong ống lồng, giữa hai ống này có lớp sỏi, làm lớp ngăn cách giữa rác và ống thu khí, nhằm hạn chế sự bít tắt các lỗ thu khí. Chiều cao ống thu khí đứng sẽ được nối dài dần theo chiều dày lớp rác được chôn lấp. Sau khi phủ đỉnh, toàn bộ khí thu được từ các ống thu khí hoặc sẽ đốt bằng flare hoặc sẽ tái sử dụng để chạy máy phát điện nếu đủ công suất.

b) Oxy hóa khí metan

Với một khối lượng khổng lồ của khí nhà kính được tạo ra hàng ngày, oxy hóa sinh học gián tiếp bởi vi khuẩn metanotrophic là một quá trình quan trọng trong việc giảm thiểu dòng metan đối với khí quyển. Trong môi trường BCL, khí CH_4 được tạo thành khi điện thế oxy hóa khử dao động trong khoảng từ -150 đến -300mV . Khi điện thế oxy hóa khử tiếp tục giảm, tập hợp vi sinh vật chuyển hóa các chất hữu cơ có trong rác thành CH_4 và CO_2 bắt đầu quá trình chuyển hóa các chất hữu cơ phức tạp thành các axit hữu cơ và các sản phẩm trung gian khác. Một khối lượng lớn khí CH_4 hiện diện trong thành phần của khí BCL với tỷ lệ thể tích là 55% trong lớp đất phủ bề mặt. CH_4 có khả năng gây hiệu ứng nhà kính gấp 30 lần so với CO_2 . Nếu lượng khí thải ra từ BCL không được thu gom và tái sử dụng chúng sẽ góp phần ảnh hưởng đến sự nóng lên của khí hậu toàn cầu.

Xấp xỉ một nửa CH_4 tạo ra có thể bị oxy hóa bởi tập hợp vi sinh vật metan hóa. Nghiên cứu cho thấy, quá trình oxy hóa sinh học của metan rất khó xảy ra đối với dòng metan phát sinh từ các đầm lầy, trong khi đối với nguồn CH_4 phát sinh từ BCL được đánh giá là giảm từ 10 ÷ 70%.

Tốc độ oxy hóa CH_4 phụ thuộc vào độ ẩm của đất. Vi khuẩn metanotrophic oxy hóa CH_4 hiệu quả nhất khi chúng ở trong một tập hợp nhiều vi khuẩn.

c) Khử mùi

Các phương pháp có thể áp dụng để xử lý mùi từ BCL CTR đô thị bao gồm:

Dùng chất khử mùi: Thực tế sử dụng chế phẩm EM để giảm mùi hôi tại các BCL làm giảm đáng kể mùi hôi trong quá trình vận hành BCL. Một công nghệ mới đang được nghiên cứu áp dụng để khử mùi là sử dụng một số tinh dầu thực vật đặc biệt phun vào không khí tại các khu vực cần xử lý với nồng độ thích hợp. Các hạt tinh dầu này sẽ tác dụng với các phân tử gây mùi tạo thành các chất mới không có mùi và không độc hại.

Che phủ: Che phủ hàng ngày, che phủ trung gian và che phủ khi đóng BCL là một giải pháp khác có thể hạn chế sự phát tán mùi hôi ra môi trường xung quanh. Vật liệu che phủ hàng ngày có thể là tấm nilon, giấy loại sau khi nghiền nhỏ trộn với nước để tạo thành dạng bột nhão, đất có hàm lượng Ca thấp...

Thu khí: Mùi phát sinh từ BCL là do thành phần khí tạo thành do quá trình phân hủy chất hữu cơ trong CTR chôn lấp. Do đó, thu khí để xử lý, hạn chế sự phát tán khí BCL vào môi trường là một trong những giải pháp công nghệ xử lý mùi hữu hiệu.

9.6. NƯỚC RÒ RỈ TỪ BÃI CHÔN LẤP

Sự hiện diện của nước trong BCL có cả mặt tích cực lẫn mặt tiêu cực cho hoạt động của BCL. Nước rất cần cho một số quá trình hóa học và sinh học xảy ra trong BCL để phân hủy CTR. Mặt khác, nước có thể tạo ra sự xói mòn trên tầng đất nền và những vấn đề lắng đọng trong lòng nước mặt chảy qua. Nước rò rỉ có thể chảy vào các tầng nước ngầm và các dòng nước sạch, từ đó gây ô nhiễm đến nguồn nước uống. Vì vậy, vấn đề cần quan tâm khi thiết kế, xây dựng cho hoạt động của một BCL là kiểm soát nước rò rỉ.

9.6.1. Sự hình thành nước rò rỉ

Việc hình thành nước rò rỉ trong BCL chủ yếu do các quá trình:

Đảm nén: lượng nước tự do chứa trong CTR được tách ra trong quá trình này.

Phân hủy sinh học: một trong những sản phẩm của quá trình phân hủy sinh học (hiếu khí và kỵ khí) thành phần hữu cơ của CTR là nước.

Nước bên ngoài: nước bên ngoài thấm vào BCL.

- Nước ngầm có thể dâng lên vào các ô chôn rác.
- Nước có thể rỉ vào qua các cạnh (vách) của ô chôn lấp.
- Nước từ các khu vực khác chảy qua có thể thấm xuống ô chôn lấp.
- Nước mưa rơi xuống khu vực chôn lấp CTR trước khi được phủ đất hoặc trước khi ô chôn lấp đóng lại.
- Nước mưa rơi xuống khu vực chôn lấp CTR sau khi các ô chôn lấp đã đầy (ô chôn lấp được đóng lại).

Ngoài ra, nước từ những khu vực khác chảy qua BCL cần phải thu gom bằng hệ thống thoát nước. Hệ thống thoát nước không chỉ bảo vệ những khu vực chôn lấp CTR khỏi bị xói mòn trong thời gian hoạt động mà còn tiêu thoát lượng nước thừa ngấm vào ô chôn lấp và tạo ra lượng nước rò rỉ. Bên cạnh đó, có thể hạn chế được lượng nước mưa ngấm vào ô chôn lấp bằng cách trồng lại thảm thực vật sau khi đóng bãi.

Đối với BCL hợp vệ sinh hiện đại, có lót đáy và có phủ đỉnh sau khi đóng bãi bằng các loại vật liệu chống thấm. Lượng nước rò rỉ sinh ra trong mùa khô chủ yếu là lượng nước tự do chứa trong CTR và lượng nước tạo thành trong quá trình phân hủy thành phần chất hữu cơ của CTR, còn trong mùa mưa lượng nước rò rỉ sinh ra chủ yếu là do nước mưa thấm qua bề mặt của phần BCL đang hoạt động.

9.6.2. Thành phần của nước rò rỉ trong BCL

Nước rò rỉ sinh ra do nước mưa, nước bề mặt chảy tràn, nước tưới tiêu, nước ngầm ngấm vào BCL hoặc là nước có sẵn trong CTR đem chôn lấp và nước sinh ra từ các phản ứng hóa sinh phân hủy các chất hữu cơ. Nước rò rỉ chứa nhiều tạp chất hóa học.

Bảng 9.8. Thành phần nước rò rỉ của BCL mới và đã hoạt động một thời gian

Thành phần	Giá trị, mg/l		
	BCL hoạt động 2 năm		BCL hoạt động hơn 10 năm
	Khoảng	Giá trị điển hình	
BOD ₅	2.000 ÷ 3.000	10.000	100 ÷ 200
TOC	1.550 ÷ 20.000	6.000	80 ÷ 160
COD	3.000 ÷ 60.000	18.000	100 ÷ 500
TSS	200 ÷ 2.000	500	100 ÷ 400
N hữu cơ	10 ÷ 800	200	80 ÷ 120
N amoniac	10 ÷ 800	200	20 ÷ 40
NO ₃ ⁻ (nitrat)	5 ÷ 40	25	5 ÷ 10
Photpho tổng	5 ÷ 100	30	5 ÷ 10
Photpho Octo	4 ÷ 80	20	4 ÷ 8
Độ kiềm	1.000 ÷ 10.000	3.000	200 ÷ 1.000
pH	4,5 ÷ 7,5	6	6,6 ÷ 7,5
Độ cứng	300 ÷ 10.000	3.500	200 ÷ 500
Ca	200 ÷ 3.000	1.000	100 ÷ 400
Mg	50 ÷ 1.500	250	50 ÷ 200
K	200 ÷ 1.000	300	50 ÷ 400
Na	200 ÷ 2.500	500	100 ÷ 200
Cl ⁻	200 ÷ 3.000	500	100 ÷ 400
SO ₄ ²⁻	50 ÷ 1.000	300	20 ÷ 50
Fe tổng	50 ÷ 1.200	60	20 ÷ 200

Nguồn [1]

Ví dụ: Thành phần nước rò rỉ của BCL Đông Thạnh, TP Hồ Chí Minh

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Nước rò rỉ mới	Nước rò rỉ cũ
1	2	3	4	5
01	pH	-	6,6 ÷ 7,3	7,9 ÷ 8,2
02	TDS	mg/l	15.000 ÷ 15.900	9.100 ÷ 11.150
03	Độ cứng tổng	mg CaCO ₃ /l	4.467 ÷ 6.067	1.520 ÷ 1.867
04	Ca ²⁺	mg/l	1.122 ÷ 1.844	134 ÷ 140
05	SS	mg/l	1.280 ÷ 3.270	169 ÷ 243
06	COD	mgO ₂ /l	38.533 ÷ 65.333	1.079 ÷ 2.507
07	BOD ₅	mgO ₂ /l	33.571 ÷ 56.250	235 ÷ 735
08	Tetraoctylen	mg/l	KPH	KPH
09	Tricloctylen	mg/l	KPH	KPH
10	Photpho tổng	mg/l	14,9 ÷ 21,5	4,7 ÷ 9,6
11	Nitơ tổng	mg/l	1.918 ÷ 2.695	594 ÷ 2.207
12	N-NH ₃	mg/l	1.445 ÷ 2.044	515 ÷ 1.977
13	SO ₄ ²⁻	mg/l	1.216 ÷ 2.252	7 ÷ 8
14	Fe tổng	mg/l	180 ÷ 303	64 ÷ 132

1	2	3	4	5
15	Zn	mg/l	0,4 ÷ 5,2	4,4 ÷ 4,8
16	Cr tổng	mg/l	0,05 ÷ 1,51	0,00 ÷ 0,05
17	Cu	mg/l	0,46 ÷ 7,60	1,40 ÷ 1,80
18	Pb	mg/l	0,13 ÷ 0,40	0,16 ÷ 0,20
19	Cd	mg/l	0,00 ÷ 0,22	0,00 ÷ 0,02
20	Mn	mg/l	7,54 ÷ 11,00	0,56 ÷ 0,70
21	Ni	mg/l	0,50 ÷ 4,00	0,66 ÷ 1,08
22	Humic	mg/l	-	317 ÷ 378

KPH: Không phát hiện; Nguồn: CENTEMA 2001 - 4/2002

9.6.3. Diễn biến thành phần nước rò rỉ

Thành phần hóa học của nước rò rỉ thay đổi rất lớn tùy thuộc vào tuổi của BCL và thời gian lấy mẫu. Ví dụ, nếu lấy mẫu nước rò rỉ ngay thời điểm diễn ra pha axit hóa của quá trình phân hủy thì mẫu sẽ có pH thấp. Mặt khác pH của mẫu sẽ cao (6,5÷7,5) khi lấy mẫu trong giai đoạn metan hóa, đồng thời các giá trị khác như BOD₅, TOC, COD, và nồng độ các chất dinh dưỡng trong giai đoạn này thấp. Tương tự, nồng độ của các kim loại nặng sẽ thấp hơn do khả năng hòa tan thấp ở pH trung tính. Giá trị pH của nước rò rỉ không những phụ thuộc vào nồng độ của các axit mà còn phụ thuộc vào nồng độ khí CO₂ khi tiếp xúc với nước rò rỉ.

Bảng 9.9. Các thông số phân tích đối với nước rò rỉ

Đặc tính vật lý	Thành phần hữu cơ	Thành phần vô cơ	Đặc tính sinh học
pH	Hóa chất hữu cơ	SS	BOD
Độ dẫn điện	Phenol	Tổng chất rắn hòa tan TDS	Vi khuẩn Coliform (tổng; fecal; fecal streptococci)
Độ màu	COD	Chất rắn lơ lửng bay hơi VSS	
Độ đục	TOC	Cl ⁻	
Nhiệt độ	Axit bay hơi	SO ₄ ²⁻	
Mùi	Tannin, ligni	PO ₄ ³⁻	
	N hữu cơ	Độ axit và độ kiềm	
	Dầu mỡ	N – NO ₂	
	Hợp chất gốc Cl	N – NO ₃ ⁻	
		N – NH ₃	
		Na	
		K	
		Ca	
		Mg	
		Độ cứng	
		Kim loại nặng (Pb, Cu, Ni, Cr, Zn, Cd, Fe, Mn, Hg, Ba, Ag)	
		Asenic	
		Cyanic	
		Fluoric	
		Selen	

Khả năng phân hủy sinh học của nước rò rỉ biến đổi theo thời gian. Sự thay đổi khả năng phân hủy sinh học của nước rò rỉ có thể quan trắc bằng cách kiểm tra tỷ số BOD₅/COD. Lúc đầu, tỷ số này nằm trong khoảng 0,5 hoặc lớn hơn. Thông thường, tỷ số này nằm trong khoảng 0,4 ÷ 0,6 là dấu hiệu cho thấy các chất hữu cơ đang trong quá trình phân hủy sinh học. Khi BCL đã hoạt động trong thời gian lâu thì tỷ số này sẽ giảm xuống khoảng 0,05 ÷ 0,2 bởi vì nước rò rỉ chứa những thành phần khó hay không phân hủy sinh học như axit humic, axit funvic.

Do đặc tính của nước rò rỉ biến đổi rất lớn theo thời gian phân hủy nên việc thiết kế hệ thống xử lý nước rò rỉ rất phức tạp. Ví dụ, thiết kế hệ thống xử lý nước thải cho BCL mới và BCL đã hoạt động lâu thì hoàn toàn khác nhau.

9.6.4. Mô tả các thành phần cân bằng nước trong BCL hợp vệ sinh

Các thành phần tạo nên sự cân bằng nước cho một đơn nguyên thể tích bao gồm: nước thâm nhập vào BCL từ phía trên (nước mưa, nước tưới...), độ ẩm của CTR, độ ẩm của đất bao phủ, nước tiêu thụ cho các phản ứng tạo khí BCL. Lượng nước rò rỉ cần phải thu gom có thể tính được nhờ vào bài toán cân bằng nước trong BCL. Các thành phần trong phương trình cân bằng nước bao gồm:

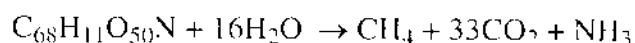
Nước đi vào từ phía trên: chủ yếu là nước mưa thấm xuyên qua lớp vật liệu bao phủ. Một điểm quan trọng nhất khi tiến hành thiết lập bài toán cân bằng nước là phải xác định được lượng nước mưa thấm xuyên qua lớp vật liệu che phủ sau cùng.

Độ ẩm của chất thải: gồm độ ẩm của bản thân CTR và độ ẩm hấp phụ từ khí quyển hay nước mưa khi chứa trong các container. Vào mùa khô, độ ẩm có thể bị mất đi tùy thuộc vào điều kiện lưu trữ. Độ ẩm trong CTR đô thị và thương mại khoảng 20%. Tuy nhiên, vì độ ẩm của CTR phụ thuộc vào thời tiết nên cần thiết phải kiểm tra độ ẩm theo thời tiết.

Độ ẩm trong đất bao phủ bề mặt: phụ thuộc vào loại đất bao phủ và mùa trong năm. Độ ẩm lớn nhất của đất bao phủ gọi là độ giữ nước (*field capacity - FC*) là lượng chất lỏng giữ lại trong các lỗ rỗng của đất dưới tác dụng của trọng lực. Đất sét có độ giữ nước từ 6 ÷ 12% và đất mùn sét là 23 ÷ 31%.

Nước mất đi từ lớp lót đáy: nước mất đi từ lớp lót đáy ô đầu tiên của BCL hay các ô ở trên liền kề với hệ thống thu nước trung gian trong BCL gọi là nước rò rỉ.

Nước tiêu thụ cho các phản ứng tạo khí bãi rác: nước tiêu thụ trong suốt quá trình phân hủy yếm khí các thành phần hữu cơ của CTR. Lượng nước tiêu thụ cho quá trình tạo khí từ sự phân hủy chất hữu cơ có thể tính cho chất thải hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học nhanh.



Nước mất đi do quá trình bay hơi: các khí hình thành trong BCL thường ở dạng khí bão hòa. Lượng nước bay hơi thoát ra khỏi BCL có thể tính được từ lượng khí bão hòa hơi nước.

$$P_V.V = nRT \quad (9.15)$$

trong đó:

P_v - áp suất hơi bão hòa của nước ở nhiệt độ T , kg/m^2 ;

V - thể tích, m^3 ;

n - số mol khí;

R - hằng số khí $= 8,31 \cdot 10^{-3} \text{ kJ}/(\text{mol} \cdot ^\circ\text{K})$;

T - nhiệt độ, $^\circ\text{K}$.

1. Khả năng giữ nước của bãi rác (độ giữ nước)

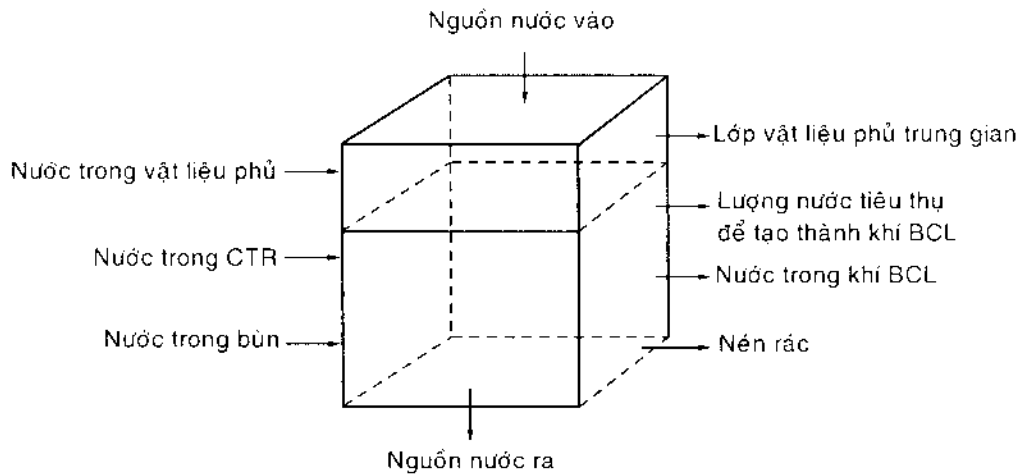
Là lượng nước có thể giữ lại trong CTR dưới tác dụng của trọng lực. Nước rò rỉ là lượng nước trong BCL vượt qua khả năng giữ nước. Khả năng giữ nước của BCL thay đổi phụ thuộc vào trọng tải tác động và có thể tính toán theo công thức sau:

$$FC = 0,6 - 0,55 \left(\frac{W}{10.000 + W} \right) \quad (9.16)$$

trong đó:

FC - khả năng giữ nước của bãi rác;

W - trọng tải tác động tính lại điểm giữa chiều cao của tầng CTR trong BCL hợp vệ sinh.



Hình 9.6. Mô hình cân bằng nước trong BCL

2. Phương trình cân bằng nước

$$\Delta S_{SW} = W_{SW} + W_{TS} + W_{CM} + W_{A(R)} - W_{LG} - W_{WV} - W_E - W_{B(L)} \quad (9.17)$$

trong đó:

ΔS_{SW} - số gia lượng nước chứa trong rác ở BCL hợp vệ sinh, kg/m^3 ;

W_{SW} - độ ẩm trong rác đưa vào chôn ở bãi rác, kg/m^3 ;

W_{TS} - độ ẩm trong bùn cống rãnh, kg/m^3 ;

W_{CM} - độ ẩm trong vật liệu bao phủ, kg/m^3 ;

$W_{A(R)}$ - lượng nước đi vào từ trên (đối với các lớp trên, nước đi vào từ trên là lượng mưa rơi), kg/m^3 ;

W_{LG} - lượng nước mất đi để tạo thành khí bãi rác, kg/m^3 ;

W_{WV} - lượng nước mất đi để tạo thành khí dưới dạng hơi nước bão hòa ở trong bãi rác, kg/m^3 ;

W_E - lượng nước mất đi do sự bay hơi bề mặt, kg/m^3 ;

$W_{B(L)}$ - lượng nước ra đi từ đáy của phần tử (đối với ô chôn lấp đặt trực tiếp trên hệ thống thu gom nước rò rỉ thì nước ra đi từ đáy tương ứng với nước rò rỉ), kg/m^3 .

3. Tính toán lượng nước rò rỉ

Trên cơ sở của phương trình cân bằng nước, các số liệu về lượng mưa, độ ẩm của rác trước và sau nén, ta có thể tính sơ bộ lượng nước rò rỉ theo mô hình sự di chuyển một chiều của nước xuyên qua rác nén và đất như sau:

$$\begin{aligned} C &= M(W_2 - W_1) + \{P(1 - R) - E\}A \quad (\text{m}^3/\text{ngày}) \\ &= 35\% M + (0,85P - E)A \end{aligned} \quad (9.18)$$

trong đó:

M - khối lượng rác sinh hoạt trung bình ngày tấn/ngày (cuối giai đoạn thiết kế) ;

W_1 - độ ẩm của rác sau khi nén = 25%;

W_2 - độ ẩm của rác trước khi nén = 60%;

P - lượng mưa ngày lớn nhất của tháng, m/ngày ;

R - hệ số thoát nước bề mặt, $R = 0,15$;

E - lượng bốc hơi, m/ngày ;

A - diện tích công tác mỗi ngày lấy ở cuối giai đoạn thiết kế, $\text{m}^2/\text{ngày}$.

Ví dụ 9.4. Tính toán lưu lượng nước rò rỉ lớn nhất cho BCL được xây dựng với 4 ô chôn lấp trong đó diện tích mỗi ô là 47.480m^2 , biết:

Khối lượng rác thải cần chôn lấp là: 2.465tấn/ngày

Lượng mưa trung bình tháng cao nhất tại khu vực là $364,1\text{mm/tháng}$ (tháng 6)

Độ bốc hơi tự nhiên trung bình trong khu vực là $3,8\text{mm/ngày}$

Giải:

Theo cân bằng nước đối với toàn bộ các hố chôn lấp trong bãi:

$$Q_w = S_w + W_w + L_w - P_w - E_w$$

trong đó:

Q_w - lượng nước rò rỉ từ bãi rác;

S_w - lượng nước ngấm vào từ phía trên;

W_w - lượng nước do thay đổi độ ẩm của rác và vật liệu phủ bề mặt;

Có thể tính gần đúng $W_w = \Delta C_w G/100\rho$;

ρ - khối lượng riêng của nước (tấn/m^3). Ở 25°C , $\rho = 0,99708$;

ΔC_w - chênh lệch độ ẩm giữa rác đưa vào và rác trong hố (%);

G - lượng rác đưa vào chôn lấp ;

L_w - lượng nước từ đất thấm vào;

P_w - lượng nước tiêu thụ cho các phản ứng;

E_w - lượng nước bốc hơi.

a) *Lượng nước thấm vào từ phía trên (S_w)*

Lượng mưa tính toán là (hệ số an toàn là 1,5):

$$1,5 \times \frac{364,1}{30} = 18,204 \text{ mm/ngày}$$

Lượng mưa trên bề mặt hố chôn lấp:

$$47480\text{m}^2 \times 18,204\text{mm/ngày} = 864,3 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Lượng nước mưa bị ngấm vào các hố khác (đã hoàn thành chôn lấp từ trước) bằng khoảng 20% lượng nước mưa trên bề mặt của một hố chôn sẽ là:

$$20\% \times 864,33 = 172,9 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Toàn bộ lượng nước mưa khác đều được thu gom và thoát ra ngoài thì lượng nước mưa ngấm xuống từ phía trên sẽ là:

$$S_w = 864,3 + 172,9 = 1037,2 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

b) *Lượng nước do thay đổi độ ẩm*

Theo các kết quả thống kê về rác cho thấy độ ẩm trung bình của rác nằm trong khoảng 60 ÷ 65%, thành phần chất hữu cơ trung bình trong rác thải sinh hoạt nằm trong khoảng 75 ÷ 79%. Nếu giả thiết độ ẩm trong các thành phần khác không đổi và thành phần trung bình của rác thải sinh hoạt chiếm 93,86% trong toàn bộ khối lượng rác thì lượng nước tạo thành do thay đổi độ ẩm khi bị nén ép và chất hữu cơ phân hủy 90% sẽ là:

$$(60 - 65\%) \times (75 - 79\%) \times 90\% \times 93,86\% \approx 40,36\%$$

Khối lượng rác thải được thu gom lớn nhất là 2.465 tấn/ngày, lượng nước sinh ra do thay đổi độ ẩm sẽ là:

$$W_w = (2465 \times 40,36\%) / 0,99708 = 997,7 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

c) *Lượng nước tiêu thụ cho các phản ứng (P_w)*

Lượng rác đưa vào hàng ngày là 2.465 tấn/ngày, lượng rác hữu cơ trong đó là:

$$2465 \times (1 - 62,24\%) \times 78,5\% \times 93,86\% = 685,8 \text{ tấn/ngày}$$

Lượng nước tiêu thụ cho phản ứng:

$$P_w = 685,8 \times 90\% \times 0,18 / 0,9978 = 111,43 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

d) *Lượng nước bốc hơi*

Bốc hơi nước từ rác chỉ xảy ra ở các hố rác đang hoạt động. Do đó lượng bốc hơi tự nhiên sẽ là:

$$189.930\text{m}^2 \times 3,8\text{mm/ngày} = 721,7 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Lượng khí thải phát sinh từ các hố rác là:

$$685,8\text{tấn/ngày} \times 90\% \times 0,8\text{m}^3/\text{kg} = 493,776 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Lượng nước bốc hơi cùng khí:

$$493,776 \times 0,03524 / 0,99708 = 17,4 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Lượng nước bay hơi là:

$$E_w = 721,73 + 17,45 = 739,1 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Lưu lượng nước rò rỉ lớn nhất từ các hố rác là:

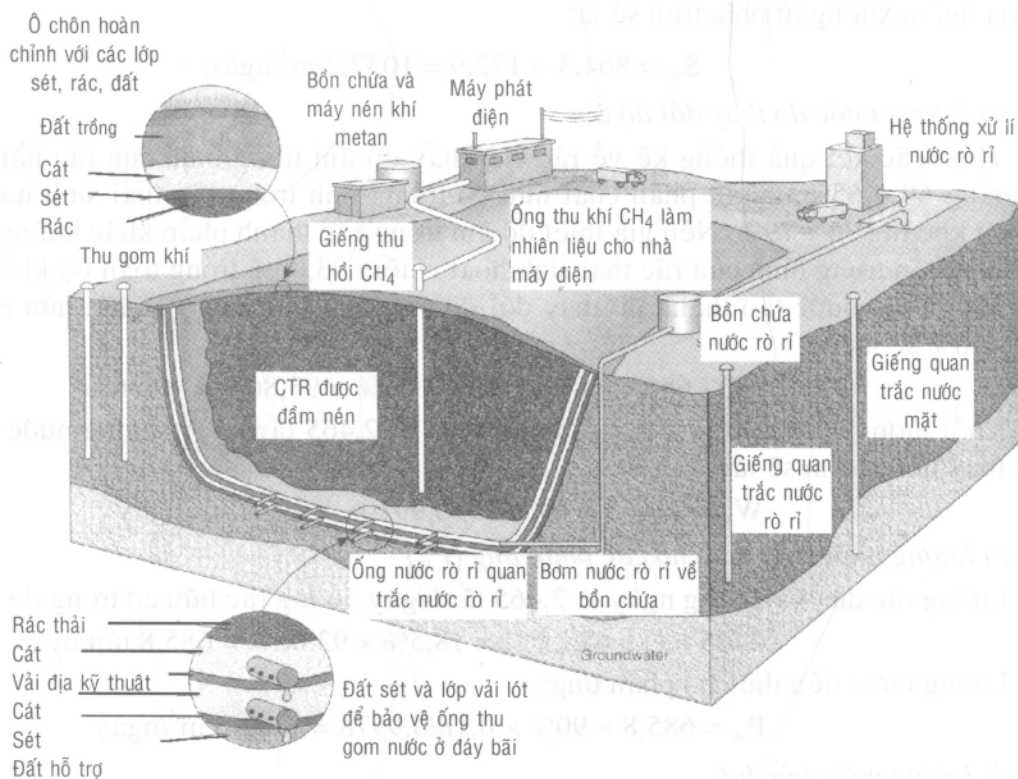
$$Q_w = 1.037,2 + 997 - 111,4 - 739,1 = 1.184 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

9.7. CẤU TRÚC CHÍNH CỦA BÃI CHÔN LẤP HỢP VÊ SINH

9.7.1. Yêu cầu thiết kế

Thiết kế BCL hợp vệ sinh khác với các loại thiết kế khác, tuy nhiên nó cũng yêu cầu những bản vẽ chi tiết và những chỉ dẫn kỹ thuật nhằm hướng dẫn rõ cho người vận hành BCL. Các tài liệu ban đầu cần thiết cho công việc thiết kế bao gồm:

- Các tài liệu quy hoạch của đô thị;
- Các điều kiện dân số, điều kiện kinh tế - xã hội, hiện trạng và định hướng phát triển trong tương lai;
- Các tài liệu về địa hình, địa chất công trình, thủy văn, điều kiện khí hậu của khu vực;
- Các tài liệu khác có liên quan.



Hình 9.7. Mô hình BCL hợp vệ sinh

* Các yêu cầu đối với thiết kế mặt bằng BCL:

- Tổng diện tích sử dụng hữu ích phải lớn;
- Chi phí cho xây dựng, vận hành và đầu tư ban đầu càng thấp càng tốt;
- Các thao tác xây dựng và vận hành phải thuận lợi, dễ dàng và tốn ít công sức;
- Đảm bảo vệ sinh môi trường, tránh được tối đa ảnh hưởng của khí thải từ BCL và khí thải từ hệ thống xử lý nước thải tới khu vực điều hành, bảo vệ, nghỉ ngơi và các khu vực dân cư lân cận; đặc biệt xem xét tránh tác động của khí thải do các hướng gió chủ đạo (gió Tây Nam vào mùa mưa và gió Đông Bắc vào mùa khô);
- Dễ theo dõi, quản lý trong quá trình xây dựng và vận hành.

9.7.2. Các công trình xây dựng cơ bản, chủ yếu trong các BCL

- Tất cả các công trình xây dựng phải đặt trong phạm vi của BCL.
- Tùy theo quy mô bãi và địa hình xây dựng mà BCL có tất cả hay cho phép giảm một số công trình (bảng 9.10).

Bảng 9.10. Quy định các công trình bắt buộc hoặc không bắt buộc đối với các BCL

Stt	Công trình	Đồng bằng			Trung du		
		Nhỏ, vừa	Lớn	Rất lớn	Nhỏ, vừa	Lớn	Rất lớn
01	Ô rác	x	x	x	x	x	x
02	Sân phơi bùn, ô chứa bùn	x	x	x	x	x	x
03	Hệ thống thu gom, xử lý nước rác	x	x	x	x	x	x
04	Thu và xử lý khí gas	x	x	x	x	x	x
05	Hệ thống thoát và ngăn dòng nước mặt	x	x	x	x	x	
06	Hệ thống hàng rào	x	x	x	x	x	x
07	Vành đai cây xanh có tán	x	x	x	x	x	x
08	Hệ thống biển báo	x	x	x	x	x	x
09	Hệ thống quan trắc môi trường	x	x	x	x	x	x
10	Hệ thống điện, cấp thoát nước		x	x		x	x
11	Trạm cân		x	x		x	x
12	Trạm kiểm tra CTR		x	x		x	x
13	Trạm vệ sinh xe máy		x	x		x	x
14	Hệ thống điều hành		x	x		x	x
15	Văn phòng làm việc		x	x		x	x
16	Khu vực chứa chất phủ	x	x	x		x	x
17	Khu vực chứa chất liệu thu hồi	x	x	x	x	x	x
18	Kho chứa các chất diệt côn trùng		x	x		x	x
19	Trạm sửa chữa, bảo dưỡng		x	x	x	x	x
20	Lán để xe máy	x	x	x			x
21	Phòng thí nghiệm		x	x			x

Nguồn: Thông tư 01 của Bộ Khoa học Công nghệ Môi trường - Bộ Xây dựng

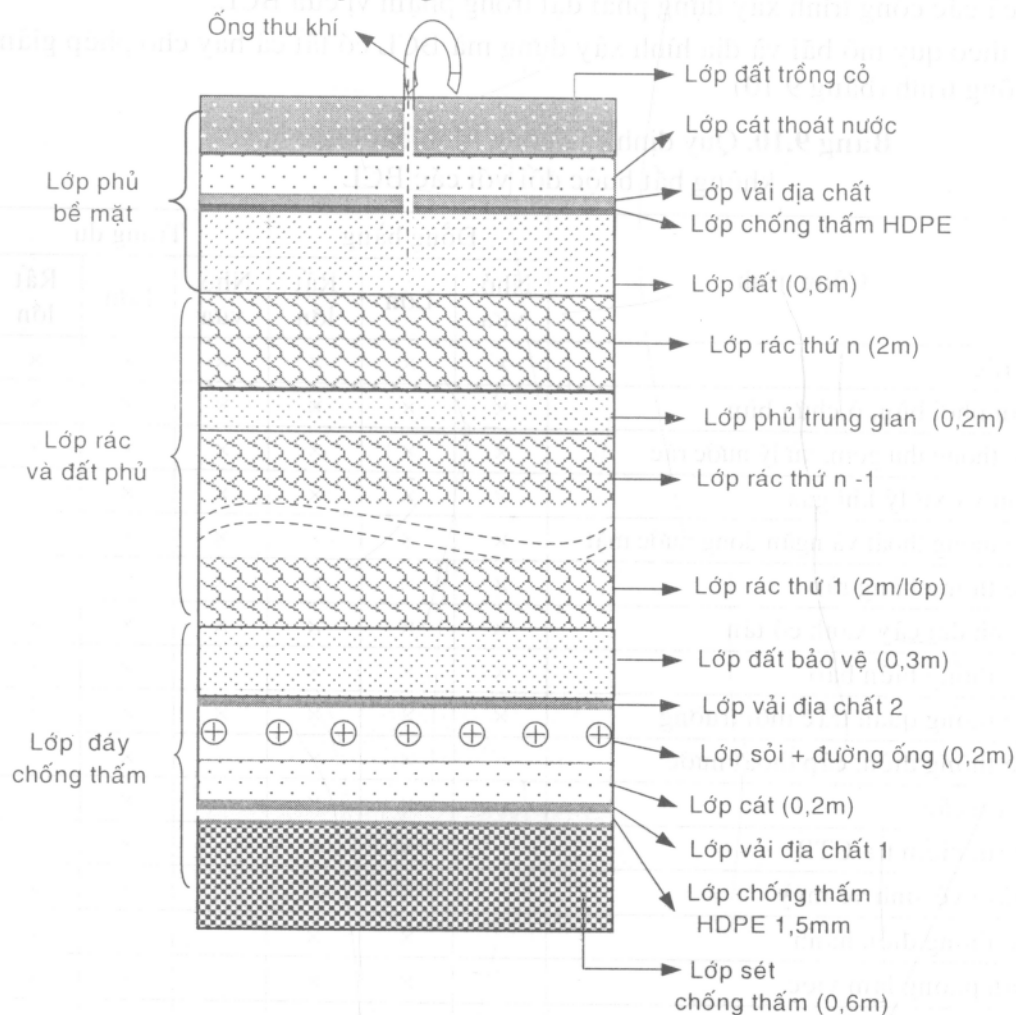
1. Ô chôn lấp

Các ô chôn lấp bao gồm một số dạng như sau:

a) Các ô chôn lấp CTR thông thường:

Các ô chôn lấp là nơi chứa và chôn chất thải. Đối với các ô lớn và rất lớn, có thể chia thành các ô chôn lấp CTR thông thường và một số ô chôn lấp chất thải nguy hại khi được phép của Cơ quan Quản lý Nhà nước về Môi trường (CQQLNNMT). Trong

mỗi BCL, thiết kế số ô chôn lấp phải phù hợp với công suất của BCL và các điều kiện thực tế của từng địa phương.



Hình 9.8. Cấu tạo ô chôn lấp

Kích thước các ô chôn lấp nên thiết kế sao cho mỗi ô vận hành không quá 3 năm phải đóng cửa và chuyển sang ô chôn lấp mới.

Các ô nên được ngăn cách với nhau bởi các con đê và trồng cây xanh để hạn chế ô nhiễm và tạo cảnh quan môi trường.

Nền và vách của ô chôn lấp phải có hệ số thấm nhỏ và có khả năng chịu tải lớn, có thể là nền và vách tự nhiên hoặc nhân tạo. Nền và vách tự nhiên đáy ô chôn lấp phải đảm bảo có các lớp đất có hệ số thấm của đất $\leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ và bề dày trên 1m. Nếu lớp đất sét tự nhiên có hệ số thấm nước $> 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ và bề dày không nhỏ hơn 60cm, nền và vách của các ô trong BCL cần phải lót đáy bằng lớp màng tổng hợp chống thấm có chiều dày ít nhất 1,5mm. Đỉnh của vách ngăn tối thiểu phải đạt bằng mặt đất và đáy của nó phải xuyên vào lớp sét ở đáy bãi, ít nhất là 60cm.

Đáy ô chôn lấp phải có sức chịu tải $> 1 \text{kg/cm}^2$ để thuận tiện cho việc thi công cơ giới. Độ dốc đáy ô không nhỏ hơn 2%. Tại các điểm gần rãnh thu nước rác thì độ dốc không nhỏ hơn 5%.

Đáy các ô chôn lấp phải có hệ thống thu gom nước rác.

b) Ô chôn lấp chất thải dạng bùn

Yêu cầu tương tự như ô chôn lấp chất thải thông thường. Tuy nhiên ô chôn lấp chất thải dạng bùn cần bê tông hóa và láng xi măng kỹ hoặc cấu tạo các lớp lót đáy kép và thêm một lớp màng tổng hợp chống thấm HDPE (hoặc các vật liệu có tính chất và chất lượng tương đương) dày ít nhất 1,5mm để hoàn toàn không thấm và thuận tiện cho việc thi công cơ giới. Khoảng cách giữa các rãnh và các hố thu nước rác phải đảm bảo sao cho thu hồi hiệu quả nước rác trong ô. Bùn trước khi đổ vào các ô chôn lấp cần được phơi khô và nén ép.

c) Ô chôn lấp chất thải nguy hại

Việc chôn lấp chất thải nguy hại phải được cơ quan Quản lý Nhà nước về môi trường có thẩm quyền cho phép. Cấu trúc ô chôn lấp chất thải nguy hại phải đảm bảo tuyệt đối không cho nước rò rỉ thấm rỉ ra ngoài và có cấu tạo kép như ô chôn lấp bùn.

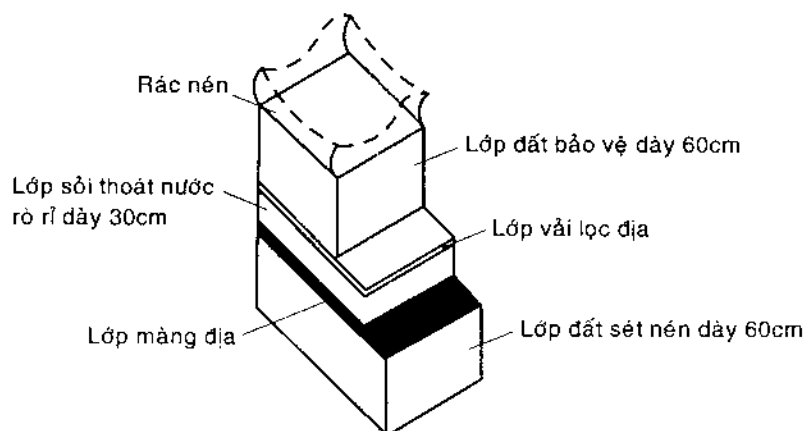
d) Khi tận dụng mương, mỏ khai thác đá, khai thác quặng (đã qua sử dụng) dùng làm ô chôn lấp cần phải tuân theo những điều kiện sau đây:

Trường hợp mương hoặc mỏ có cao trình đáy nằm ở vị trí cao hơn so với mực nước ngầm, nếu lưu lượng nước thấm bình quân trong ngày (tính trung bình của một năm quan trắc liên tục) nhỏ hơn $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ nước/m}^2$ thì không cần thực hiện các biện pháp chống thấm cho đáy và thành ô chôn lấp. Nếu lưu lượng nước bình quân thấm vào lớn hơn $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ nước/m}^2$ thì phải thực hiện các biện pháp chống thấm.

Trường hợp mương hoặc mỏ có cao trình đáy nằm ở vị trí thấp hơn so với mực nước ngầm thì phải thực hiện các biện pháp chống thấm.

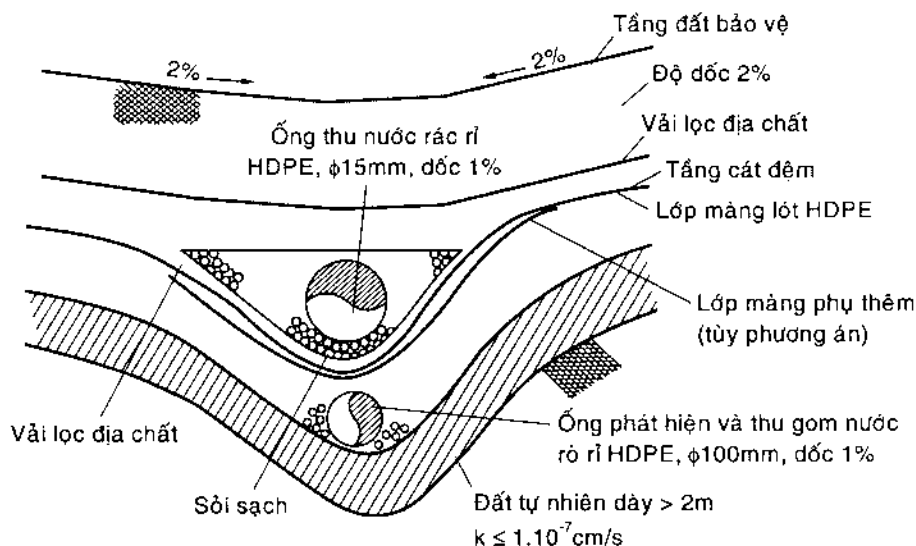
e) Chống thấm cho các ô chôn lấp

Mục đích của việc chống thấm cho các ô chôn lấp chất thải là ngăn cản sự ô nhiễm đất và nước ngầm do nước rỉ rác sinh ra từ các ô chôn lấp, vì vậy yêu cầu của lớp chống thấm là phải ngăn cản sự xâm nhập của nước rỉ rác từ các ô chôn lấp để không gây ô nhiễm cho đất và nước ngầm. Cấu tạo của lớp chống thấm ô chôn lấp được trình bày ở hình sau:



Hình 9.9. Cấu tạo lớp chống thấm

Hệ thống thu gom nước rò rỉ được sử dụng là hệ thống gồm nhiều ống thu gom nước rỉ rác ở đáy BCL, được biểu diễn theo hình sau:



Hình 9.10. Hệ thống thu gom nước rò rỉ

Diện tích đáy được chia thành một dãy các hình chữ nhật bằng các đường chấn đất sét đặt tại các khoảng cách thích hợp. Khoảng cách của các đường chấn đất sét tương ứng với chiều rộng của một tế bào ô chôn lấp. Các ống thu gom nước rò rỉ thì được đặt theo chiều dọc một cách trực tiếp trên lớp màng địa chất của tầng chống thấm đáy ô chôn lấp. Cứ 100mm ống thu gom nước rò rỉ sẽ được khoan lỗ để thoát nước, các lỗ khoan được khoan trên một nửa chu vi phía trên của các ống thu gom, khoảng cách giữa các lỗ khoan là 6mm và kích thước của lỗ khoan là 0,0000254mm phù hợp với kích thước hạt cát nhỏ nhất - lớp cát 30cm phục vụ cho việc lọc nước rỉ rác trước khi nó được thu gom để xử lý. Để tăng hiệu quả thoát nước, đáy được làm nghiêng 2%. Các ống thu gom nước rò rỉ đặt cách nhau 6m, đường kính ống thu gom nước rò rỉ là 200mm. Sử dụng hệ thống nhiều ống thu gom nước rò rỉ sẽ đảm bảo loại bỏ nhanh nước rỉ rác từ đáy của BCL.

9.7.3. Hệ thống thu gom và xử lý nước rò rỉ, nước thải của BCL

Tất cả các BCL đều phải thu gom và xử lý nước rác, nước thải (nước thải sinh hoạt, nước thải vệ sinh các phương tiện vận chuyển, thí nghiệm và các loại nước thải khác). Nước rác và nước thải sau khi xử lý phải đạt Tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường (TCVN).

Hệ thống thu gom nước rò rỉ, nước thải bao gồm: các rãnh, ống dẫn và hố thu nước rác và nước thải được bố trí hợp lý đảm bảo thu gom toàn bộ nước rò rỉ, nước thải về trạm xử lý. Hệ thống thu gom này bao gồm:

Tầng thu gom nước rò rỉ được đặt ở đáy và thành ô chôn lấp, nằm trên tầng chống thấm của đáy ô chôn lấp hoặc trên màng tổng hợp chống thấm tùy theo từng trường

hợp. Tầng thu gom nước rò rỉ phải có chiều dày ít nhất 50cm với những đặc tính như sau:

- Có ít nhất 5% khối lượng hạt có kích thước $\leq 0,075\text{mm}$;
- Có hệ số thấm tối thiểu bằng $1 \times 10^{-2}\text{cm/s}$.

Mạng lưới ống thu gom nước rò rỉ được đặt ở bên trong tầng thu gom nước rò rỉ (như đã mô tả ở trên) phủ lên toàn bộ đáy ô chôn lấp. Mạng lưới đường ống thu gom nước rác này phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Có thành bên trong nhẵn và có đường kính tối thiểu 150mm.
- Có độ dốc tối thiểu 1%.

Lớp lọc bao quanh đường ống thu gom nước rác, nước thải bao gồm: một lớp đất có độ hạt ít nhất 5% khối lượng là hạt có đường kính 0,075mm hoặc một màng lọc tổng hợp có hiệu quả lọc tương đương để ngăn cản sự di chuyển các hạt quá mịn xuống hệ thống thu gom sao cho nước rác tự chảy xuống hệ thống thu gom.

Hệ thống thu gom nước rò rỉ, nước thải phải được thiết kế và lắp đặt sao cho hạn chế tới mức thấp nhất khả năng tích tụ nước rò rỉ ở đáy ô chôn lấp. Vật liệu được lựa chọn để xây dựng hệ thống thu gom nước rò rỉ, nước thải phải đảm bảo đủ độ bền cả về tính chất hóa học và cơ học trong suốt thời gian vận hành và sử dụng BCL.

Hệ thống thu gom và xử lý nước rò rỉ, nước thải đều phải xử lý chống thấm ở đáy và bên thành đảm bảo không cho nước rò rỉ và nước thải thấm vào nước ngầm và nước mặt.

Phương pháp và công nghệ xử lý nước rò rỉ, nước thải tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của từng BCL mà áp dụng cho phù hợp yêu cầu sau khi xử lý phải đạt tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường (TCVN).

9.7.4. Thu gom và xử lý khí thải

Để đảm bảo an toàn và vệ sinh môi trường, tất cả các BCL phải có hệ thống thu hồi và xử lý khí gas. Tùy theo lượng khí sản sinh, khí gas có thể sử dụng vào mục đích sinh hoạt hoặc tiêu hủy bằng phương pháp đốt, thu hồi năng lượng... không để khí thoát tự nhiên ra môi trường xung quanh.

Thu hồi khí gas thường bằng hệ thống thoát khí bị động (đối với BCL loại nhỏ) hoặc hệ thống thu khí gas chủ động bằng các giếng khoan thẳng đứng (đối với các loại BCL vừa và lớn).

Vị trí các giếng khoan nên đặt ở đỉnh các ụ chất thải.

- Độ sâu lỗ khoan tối thiểu phải khoan sâu vào lớp chất thải (dưới lớp phủ BCL) $1 \div 1,5\text{m}$. Khoảng cách các lỗ khoan thu khí thường từ $50 \div 70\text{m}$ và bố trí theo hình tam giác đều.

- Xung quanh lỗ khoan thu hồi khí gas phải được lèn kỹ bằng sét dẻo và xi măng.

Xung quanh khu vực thu gom và xử lý khí thải phải có rào chắn hoặc biển báo "*Không nhiệm vụ miễn vào*".

9.7.5. Hệ thống thoát nước mặt và nước mưa

1. Hệ thống thoát nước mặt

Loại bỏ hay giảm thiểu lượng nước mặt xâm nhập vào BCL là một yêu cầu cơ bản trong thiết kế BCL hợp vệ sinh, bởi vì nước mặt là nguyên nhân chính sinh ra nước rỉ rác. Do đó, nước mưa và các nguồn nước mặt khác từ các vùng xung quanh không được phép đổ vào BCL cũng như không được phép tích trữ trên bề mặt của BCL.

Tại những vị trí mà dòng chảy của những cơn mưa lớn có thể đổ vào BCL thì phải thiết kế các bộ phận thoát nước thích hợp riêng cho BCL. Các bộ phận thoát nước được thiết kế để loại bỏ dòng chảy từ khu vực xung quanh hoặc từ nước bề mặt của BCL.

Trong nhiều trường hợp, cần phải xây dựng các lưu vực lưu trữ nước mưa để ngăn chặn các dòng chảy. Nước mưa trên toàn khu vực BCL phải được thu gom triệt để từ các phần đã hoàn thành của BCL cũng như các khu vực chưa chôn lấp.

Tùy theo địa hình BCL mà hệ thống thoát nước mặt và nước mưa có khác nhau:

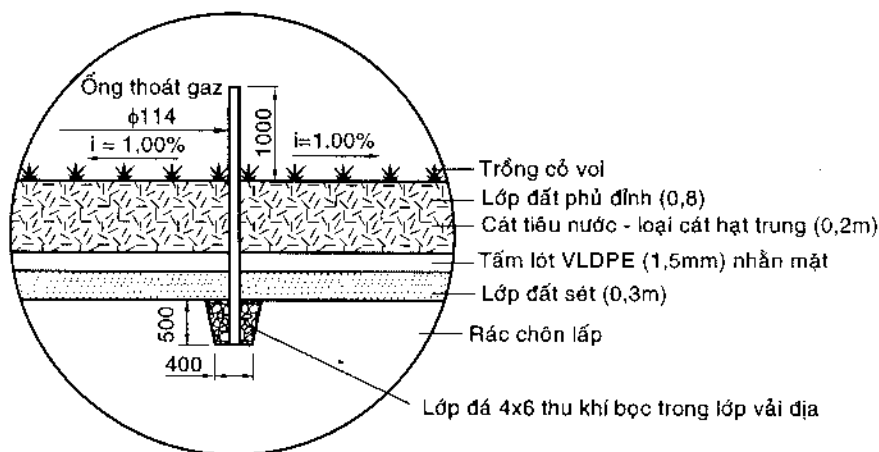
Đối với các BCL xây dựng ở miền núi và trung du có thể phải dùng các kênh/mương để thu nước, ngăn nước từ các sườn dốc đổ vào BCL. Kênh này cũng làm nhiệm vụ thoát nước mưa trong BCL.

Quy mô (kích thước kênh mương) được thiết kế trên cơ sở lượng nước từ các sườn dốc xung quanh có khả năng đi vào BCL. Ở những vị trí dòng lũ mạnh phải tiến hành kè đá để tránh nước phía bờ kênh đổ vào BCL.

Ở đồng bằng, có thể sử dụng hệ thống đê (không thấm) bao quanh BCL nhằm ngăn cách BCL với môi trường xung quanh. Đê phải có độ cao lớn hơn mực nước lũ $2 \div 3\text{m}$, mặt đê rộng $3 \div 4\text{m}$ có rào và trồng cây, có hệ thống thu gom nước mưa riêng và đổ ra các kênh thoát nước mưa cho khu vực.

Cấu tạo của bộ phận thoát nước mặt được sử dụng cho BCL được mô tả ở hình sau:

Mặt cắt lớp phủ cuối cùng của bãi:



Hình 9.11. Mặt cắt của lớp phủ cuối cùng ô chôn lấp

2. Lớp phủ trung gian

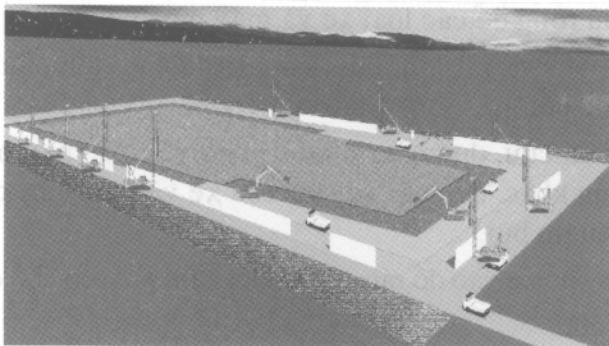
Thông thường, đất sét sau khi nén chặt dày 60cm được sử dụng để làm lớp phủ trung gian. Việc sử dụng đất sét làm lớp phủ trung gian cần chú ý đến khả năng ngăn chặn các loại gặm nhấm đào hang và sự phát tán khí. Vấn đề này có thể khắc phục bằng cách giữ độ ẩm thích hợp cho lớp đất phủ như tưới một lượng nước vừa đủ thấm vào lớp đất sét bao phủ.

3. Lớp phủ cuối cùng

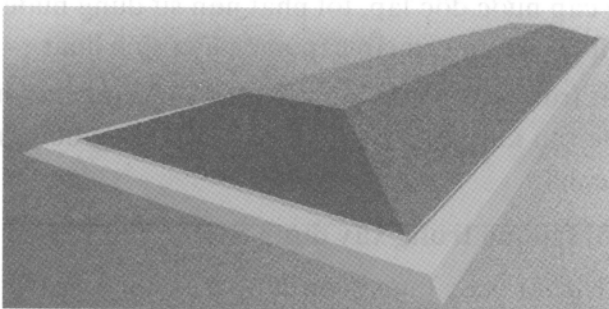
Cấu tạo của lớp bao phủ cuối cùng được trình bày ở hình sau, được tạo từ nhiều lớp, mỗi lớp có một vai trò riêng. Lớp đất nền được sử dụng để bao phủ bề mặt BCL và làm nền cho lớp chắn. Lớp chắn được sử dụng để ngăn cản sự di chuyển của các lớp chất lỏng vào BCL và sự phát khí chôn lấp qua lớp phủ. Lớp thoát nước được sử dụng để vận chuyển nước mưa thấm qua vật liệu phủ và làm giảm áp lực nước lên lớp chắn. Lớp bảo vệ được sử dụng để bao phủ bề mặt của BCL và để trồng các loại cây mà sẽ được sử dụng trong thời gian BCL đóng cửa.

Bảng 9.11. Các loại vật liệu của lớp phủ cuối cùng

Hợp phần	Loại vật liệu
Lớp bề mặt	Đất phủ tại vị trí
Lớp bảo vệ	
Lớp thoát nước	Cát, sỏi
Lớp chắn	Màng địa chất
Lớp nền	Đất tự nhiên được nén và làm dốc



Hình 9.12. Mô hình các công đoạn thực hiện



Hình 9.13. Mô hình BCLHVS hoàn chỉnh

9.7.6. Hàng rào và vành đai cây xanh

Đối với BCL, nhất thiết phải có hàng rào quanh bãi. Giai đoạn đầu nên sử dụng hàng rào kẽm gai có kết hợp trồng cây xanh loại mọc nhanh, rễ chùm (nên sử dụng loại cây ô rô) hoặc xây tường.

- Nên lựa chọn loại cây có tán rộng, không rụng lá, xanh quanh năm. Chiều cao của cây tính toán tối thiểu thường bằng chiều cao của BCL.

- Cây xanh cần được trồng ở những khoảng trống ở khu vực nhà kho và công trình phụ trợ.

- Cây xanh còn được trồng dọc hai bên đường dẫn từ giao thông chính vào BCL.

9.7.7. Hệ thống giao thông

1. Đường vào BCL

- Đường vào BCL được thiết kế xây dựng trên cơ sở tính toán lưu lượng xe chạy, tải trọng xe, tốc độ theo quy phạm thiết kế đường bộ của Bộ Giao thông vận tải; mặt đường phải rộng để hai làn xe chạy với tốc độ $60 \div 80\text{km/h}$, mặt đường phải tốt đạt cường độ $5 \div 7\text{kg/cm}^2$, thoát nước tốt.

- Có vạch phân cách cho xe, người đi bộ và xe thô sơ.

- Có rãnh thoát nước (nếu ở miền núi và trung du).

- Không cho phép xây dựng nhà cửa hai bên đường.

- Trồng cây hai bên đường.

2. Đường trong BCL

- Phải thuận tiện, đủ rộng để các loại xe và máy móc hoạt động thuận lợi.

- Đối với các BCL lớn và rất lớn, phải có các đường vĩnh cửu, bán vĩnh cửu và đều phải trải nhựa hoặc bê tông.

- Các đường bán vĩnh cửu, đường tạm bố trí chủ yếu xe chạy một chiều. Xe vào đổ rác xong đi ra đường khác, qua bãi vệ sinh rửa xe và theo cửa khác ra ngoài BCL nhằm tránh ùn tắc và giảm bụi.

- Đường tạm chỉ làm cho xe vào đổ rác, các đường tạm phải có chỗ quay xe dễ dàng.

3. Hệ thống cấp nước

- Hệ thống cấp nước có thể độc lập, hoặc đầu tư hệ thống cấp nước của đô thị.

- Trong trường hợp cấp nước độc lập, tốt nhất nên sử dụng nước ngầm từ lỗ khoan và phải có hệ thống xử lý đạt tiêu chuẩn cấp nước cho sinh hoạt.

- Nước cho sản xuất (rửa xe, tưới đường, rửa sân bãi) được lấy từ kênh thoát nước mưa (hoặc hố sinh học sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn) không dùng nước cấp cho sinh hoạt để làm vệ sinh xe, bãi.

9.7.8. Quy định về môi trường trong xây dựng BCL

Việc xây dựng BCL phải được thực hiện đúng theo thiết kế và đảm bảo yêu cầu kỹ thuật đối với tất cả các hạng mục công trình.

Trước khi xây dựng phải tạo hàng rào bảo vệ và vành đai cây xanh xung quanh BCL. Việc tổ chức thi công phải hạn chế tối đa sự phá hủy thảm thực vật ở xung quanh và cấu trúc tự nhiên nền đáy của BCL.

Tổ chức thi công phải đồng bộ, đúng quy trình thiết kế. Mọi phương tiện vận chuyển, trang thiết bị vận hành trong BCL phải đảm bảo an toàn và vệ sinh môi trường theo đúng nội quy, luật lệ ban hành.

Công tác kiểm tra, giám sát việc xây dựng BCL phải được tiến hành thường xuyên và chặt chẽ. Sau khi xây dựng xong phải kiểm tra xác định lại độ thấm nước của đất ở nền đáy và xung quanh BCL. Nếu chưa đảm bảo yêu cầu thiết kế thì phải thi công lại.

Khi xây dựng các hệ thống thu gom khí gas, phải tuyệt đối an toàn, để phòng sự cố (phụt khí, cháy, nổ...). Có đầy đủ trang thiết bị phòng chống sự cố và bảo đảm an toàn cho các cán bộ nhân viên làm việc tại BCL.

9.7.9. Vận hành BCL CTR

1. Giai đoạn hoạt động

Chất thải được chở đến BCL phải được kiểm tra phân loại (qua trạm cân) và tiến hành chôn lấp ngay, không để quá 24 giờ. Chất thải phải được chôn lấp vào đúng các ô quy định cho từng loại chất thải tương ứng. Đối với các BCL tiếp nhận trên 20.000 tấn chất thải/năm, nhất thiết phải trang bị hệ thống cân điện tử để kiểm soát định lượng chất thải.

Người quản lý vận hành BCL phải xác định đúng các loại chất thải được phép chôn lấp khi tiếp nhận vào BCL và lập sổ đăng ký theo dõi định kỳ hàng năm theo các đề mục sau:

- Tên người lái xe vận tải CTR
- Tính chất của CTR, nếu là bùn sệt thì phải ghi rõ hàm lượng cặn.
- Lượng CTR.
- Thời gian (ngày, tháng, năm) vận chuyển CTR.
- Nguồn phát sinh CTR, nếu là CTR công nghiệp thì phải ghi rõ tên nhà máy, xí nghiệp.

Sổ sách ghi chép và các tài liệu có liên quan phải được lưu trữ và bảo quản tại Ban Quản lý BCL trong thời gian vận hành và sau ít nhất là 5 năm kể từ ngày đóng cửa BCL.

Chất thải phải được chôn lấp thành các lớp riêng rẽ và ngăn cách nhau bằng các lớp đất phủ

- Chất thải được chấp nhận chôn lấp, sau khi thải bỏ vào ô chôn lấp phải được san nền và đầm nén kỹ (bằng máy đầm nén 6 ÷ 8 lần) thành những lớp có chiều dày tối đa 60cm đảm bảo tỷ trọng chất thải tối thiểu sau đầm nén $0,52 \div 0,8 \text{ tấn/m}^3$.

- Phải tiến hành phủ lớp đất trung gian trên bề mặt rác khi rác đã được đầm chặt (theo các lớp) có độ cao tối đa từ 2,0 ÷ 2,2m. Chiều dày lớp đất phủ phải đạt 20cm. Tỷ lệ lớp đất phủ chiếm khoảng 10 ÷ 15% tổng thể tích CTR và đất phủ.

- Đất phủ phải có thành phần hạt sét > 30%, đủ ẩm để dễ đầm nén. Lớp đất phủ phải được trải đều khắp và kín lớp chất thải. Sau khi đầm nén kỹ, lớp đất phủ có bề dày khoảng $15 \div 20\text{cm}$.

Ngoài đất phủ, vật liệu đủ các điều kiện sau đây cũng được sử dụng làm vật liệu phủ trung gian giữa các lớp chất thải:

- Có hệ số thấm $\leq 1.10^{-4}\text{cm/s}$ và có ít nhất 20% khối lượng có kích thước $\leq 0,08\text{mm}$.
- Có các đặc tính.
- Có khả năng ngăn mùi.
- Không gây cháy, nổ.
- Có khả năng ngăn chặn các loại côn trùng, động vật đào bới.
- Có khả năng ngăn chặn sự phát tán các chất thải nhẹ.

CTR của nhà máy nhiệt điện phải được chôn lấp theo hướng dẫn kỹ thuật chuyên ngành.

Các ô chôn lấp phải được phun thuốc diệt côn trùng (không được ở dạng dung dịch). Số lần phun thích hợp sẽ căn cứ vào mức độ phát triển của các loại côn trùng nhằm hạn chế tối đa sự phát triển của nó.

Các phương tiện vận chuyển CTR sau khi đổ chất thải vào BCL cần phải được rửa vệ sinh sạch trước khi ra khỏi phạm vi BCL nhằm tránh lan truyền mùi hôi ra khu vực xung quanh.

Hệ thống thu gom và xử lý nước thải phải thường xuyên hoạt động và được kiểm tra, duy tu, sửa chữa định kỳ nhằm đảm bảo công suất thiết kế. Các hố lắng phải được nạo vét bùn và đưa bùn đến khu xử lý thích hợp.

Nước thải không được phép thải trực tiếp ra môi trường nếu hàm lượng các chất ô nhiễm vượt quá các tiêu chuẩn quy định (TCVN)

Cho phép tuần hoàn nước rỉ rác nguyên chất từ hệ thống thu gom của BCL, hoặc bùn sét sinh ra từ hệ thống xử lý nước rỉ rác được đưa trở lại BCL để tăng cường quá trình phân hủy chất thải trong những điều kiện sau:

- Chiều dày lớp CTR đang chôn lấp phải lớn hơn 4m.
- Phải áp dụng kỹ thuật tưới đều trên bề mặt.
- Không áp dụng cho những vùng cửa ô chôn lấp khi đã tiến hành phủ lớp cuối cùng.

2. Giai đoạn đóng cửa BCL

Việc đóng cửa BCL được thực hiện khi:

- Lượng chất thải chôn lấp trong BCL đã đạt được dung tích lớn nhất theo như thiết kế kỹ thuật.
- Chủ vận hành BCL không có khả năng tiếp tục vận hành BCL.
- Vì các lý do khác.

Trong mọi trường hợp chủ vận hành BCL phải gửi công văn tới CQQLNNMT để thông báo thời gian đóng BCL.

- Trình tự đóng BCL:

- Lớp đất phủ trên cùng có hàm lượng sét > 30%, đảm bảo độ ẩm tiêu chuẩn và được đầm nén cẩn thận, chiều dày lớn hơn hoặc bằng 60cm. Độ dốc từ chân đến đỉnh bãi tăng từ 3 ÷ 5%, luôn đảm bảo thoát nước tốt và không trượt lở, sụt lún, sau đó cần:

- + Phủ lớp đệm bằng đất có thành phần phổ biến là cát dày khoảng 50 ÷ 60cm
- + Phủ lớp đất trồng (lớp đất thổ nhưỡng) dày khoảng 20 ÷ 30cm
- + Trồng cỏ và cây xanh.

- Trong các BCL lớn, cần phải tiến hành song song việc vận hành BCL với việc xây dựng các ô chôn lấp mới, đóng các ô đầy. Vì vậy, các công việc đều phải tuân thủ các quy định cho từng công đoạn nêu trên.

- Trong thời hạn 6 tháng kể từ ngày đóng cửa BCL, chủ vận hành BCL phải báo cáo CQQLNNMT về hiện trạng của BCL. Báo cáo này phải do một tổ chức chuyên môn độc lập về môi trường thực hiện, bao gồm các nội dung sau:

+ Tình trạng hoạt động, hiệu quả và khả năng vận hành của tất cả các công trình trong BCL như: hệ thống chống thấm của BCL, hệ thống thu gom và xử lý nước rò rỉ, hệ thống quản lý nước mặt, nước ngầm, hệ thống thu gom khí thải cũng như toàn bộ hệ thống giám sát chất lượng nước ngầm...

+ Tình hình quan trắc chất lượng nước thải từ BCL ra môi trường, về chất lượng nước ngầm cũng như về phát thải khí thải.

+ Việc tuân thủ những quy định hiện hành của Thông tư liên tịch số 01/2001/TTLT-BKHCNMT-BXD cũng như phục hồi và cải thiện cảnh quan khu vực BCL. Báo cáo phải chỉ ra các trường hợp không tuân thủ các quy định của Thông tư này và phải nêu các biện pháp khắc phục.

+ Sau khi đóng BCL, vẫn không được phép cho người và súc vật ra vào tự do. Đặc biệt trên đỉnh BCL là nơi tập trung khí gas, phải có các biển báo, chỉ dẫn an toàn trong khu vực BCL.

3. Quan trắc môi trường

Quy định chung:

Việc quan trắc chất lượng môi trường là vô cùng quan trọng đối với một BCL. Bất kỳ một BCL CTR nào, quy mô lớn hay nhỏ, ở đồng bằng hay miền núi đều phải quan trắc về môi trường nhằm theo dõi những biến động môi trường, nhằm đảm bảo không có sự lan truyền nào có thể tác động lên sức khỏe của cộng đồng và môi trường xung quanh.

Những yêu cầu quan trắc môi trường tại BCL cần được thực hiện:

- Khối lượng và loại chất thải, nếu có thể thì quan trắc thêm về tái chế, tái sử dụng
- Khối lượng và thành phần nước rỉ rác
- Lượng khí BCL và đánh giá sự phát thải bên ngoài BCL
- Chất lượng nước mặt và nước ngầm
- Tình trạng hoạt động của lớp lót
- Độ ổn

- Mùi hôi
- Côn trùng và sinh vật
- Thảm thực vật
- Sự ổn định trên đỉnh BCL và sạt lở
- Bụi và bùn
- Những than phiền và khiếu nại của công chúng.

Tóm lại, quan trắc môi trường bao gồm việc quan trắc môi trường không khí, môi trường nước, môi trường đất và hệ sinh thái, môi trường lao động, sức khỏe cộng đồng khu vực phụ cận.

- Vị trí các trạm quan trắc cần đặt ở các điểm đặc trưng có thể xác định được các diễn biến của môi trường do ảnh hưởng của BCL tạo nên.

- Các BCL cần phải bố trí các trạm quan trắc tự động.
- Chương trình quan trắc phải cung cấp chi tiết về:
 - + Những thông tin phải quan trắc, bao gồm cả tiêu chí ngưỡng.
 - + Vị trí quan trắc, tần suất và thời lượng quan trắc.
 - + Biên bản quan trắc và kiểm soát chất lượng.
 - + Những biện pháp cần thực hiện nếu quan trắc chỉ ra sự không tuân thủ.
 - + Báo cáo nội bộ, kết nối với các kế hoạch hành động và thực tế quản lý.
 - + Các quy trình báo cáo cho cấp thẩm quyền.

Các trạm quan trắc môi trường nước

a) Nước ngầm: Quan trắc chất lượng nước ngầm là cần thiết để nhận ra sự thay đổi trong chất lượng nước có thể gây ra bởi nước rò rỉ và các khí từ BCL.

Việc giám sát chất lượng nước ngầm xung quanh khu vực BCL là bắt buộc nhằm:

- Giám sát và kiểm tra xem hệ thống chống thấm đáy hoạt động có hiệu quả hay không.
- Nếu hệ thống chống thấm đáy hoạt động không hiệu quả thì phải tìm giải pháp ngăn chặn tác động của chất ô nhiễm trong nước rò rỉ đến nguồn nước ngầm và các quần thể sinh thái trong khu vực.

Như vậy, việc giám sát chất lượng nước ngầm cho phép xác định nguồn nước ngầm xung quanh khu vực BCL có bị ảnh hưởng hay không. Do đó, vị trí, số lượng và chiều sâu của giếng quan trắc phải được tính toán rất cẩn thận.

Vị trí và số lượng giếng quan trắc: tần suất giám sát phụ thuộc vào kích thước, vị trí và điều kiện môi trường của BCL. Tuy nhiên, với bất kỳ một BCL nào cũng phải có tối thiểu hai giếng quan trắc nước ngầm.

- Một giếng khoan bắt buộc phải có ở phía dưới hướng dòng chảy nước ngầm nhằm mục đích giám sát lượng nước thấm thấu trước khi các chất ô nhiễm trong nó có thể lan truyền vào nước ngầm.

- Giếng quan trắc thứ hai phải được khoan phía hạ nguồn, nơi các chất ô nhiễm có thể thâm nhập dễ dàng nhất và nhanh nhất để giám sát chất lượng nước ngầm. Giếng phải được khoan đủ sâu để có thể có nước ngầm đặc trưng cho khu vực.

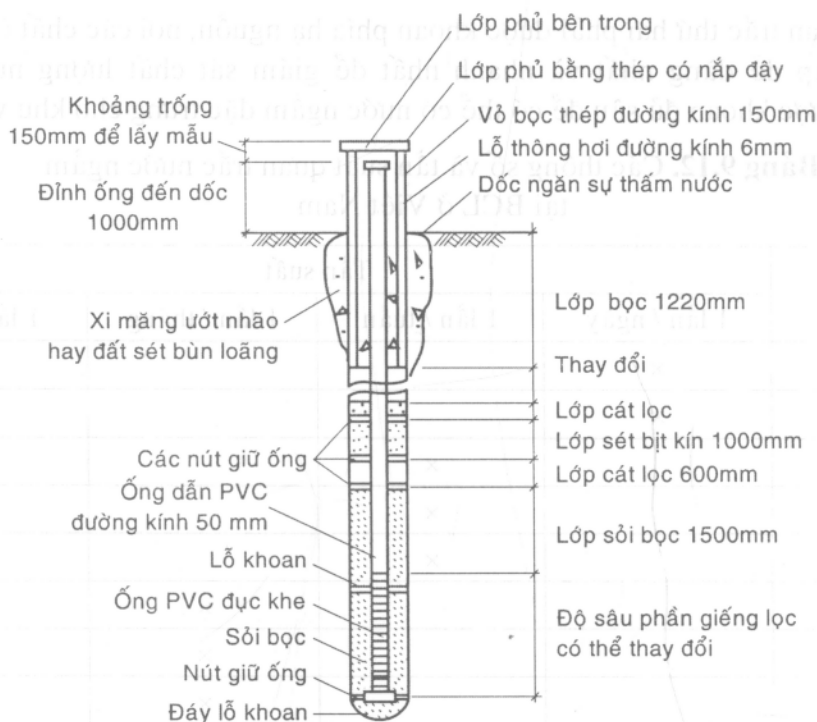
Bảng 9.12. Các thông số và tần suất quan trắc nước ngầm tại BCL ở Việt Nam

Thông số	Tần suất			
	1 lần / ngày	1 lần / tuần	1 lần / tháng	1 lần / quý
pH	×			
EC	×			
Màu		×		
Độ đục		×		
SS		×		
Tổng cứng			×	
Cl ⁻			×	
Phenol			×	
Dầu mỡ			×	
BOD			×	
COD			×	
N- NO ₃ ⁻			×	
E.coli			×	
Fe				×
Mn				×
Zn				×
Cr				×
Pb				×
Cd				×
Hg				×
CN ⁻				×

- Trạm quan trắc nước ngầm bố trí theo hướng dòng chảy từ phía thượng lưu đến phía hạ lưu của BCL, cần ít nhất là 4 lỗ khoan quan trắc (1 lỗ khoan phía thượng lưu và 3 lỗ khoan phía hạ lưu). Quan trắc cả trong đới thông khí và đới bão hòa nước.

Ứng với mỗi điểm dân cư quanh BCL bố trí ít nhất một trạm quan trắc (giếng khơi hay lỗ khoan).

Các thông số và tần suất quan trắc: các thông số và tần suất quan trắc nước ngầm tại các giếng khoan trong khu vực BCL ở Việt Nam được trình bày trong bảng 9.15.



Hình 9.14. Sơ đồ cấu tạo giếng quan trắc nước ngầm

b) *Nước mặt*: trong mỗi BCL phải bố trí ít nhất hai trạm quan trắc nước mặt ở dòng chảy nhận nước thải của BCL.

- Trạm thứ nhất nằm trước điểm tiếp nhận nước thải của BCL khoảng $15 \div 20\text{m}$.
- Trạm thứ hai nằm sau điểm tiếp nhận nước thải của BCL khoảng $15 \div 20\text{m}$.

Nếu trong chu vi 1.000m có các hồ chứa nước phải bố trí thêm một trạm tại hồ chứa nước.

Chỉ tiêu giám sát chất lượng nước mặt được đề xuất tương tự như nước ngầm, có thêm vào chỉ tiêu oxy hòa tan.

c) *Nước thải*: vị trí các trạm quan trắc được bố trí sao cho đảm bảo quan trắc toàn diện chất lượng nước thải ở đầu vào và đầu ra khỏi khu xử lý. Cụ thể là:

- Một trạm đặt tại vị trí trước khi vào hệ thống xử lý.
- Một trạm đặt tại vị trí sau xử lý, trước khi thải ra môi trường xung quanh.
- Nếu trong chu vi cách bãi 1000m có hồ chứa nước, phải bố trí thêm một trạm quan trắc tại hồ chứa nước.

Việc giám sát đặc tính nước rò rỉ đối với BCL là vô cùng quan trọng nhằm ngăn ngừa khả năng gây ô nhiễm môi trường nước. Do đặc thù của chất lượng nước rò rỉ với nồng độ chất ô nhiễm cao, việc giám sát chất lượng nước rò rỉ phải được thực hiện đối với cả nước rò rỉ thô (chưa qua xử lý) và sau xử lý nhằm đánh giá khả năng xả vào môi trường. Các thông số và tần suất giám sát như sau:

**Bảng 9.13. Các thông số và tần suất giám sát nước rác
đối với các BCL ở Việt Nam**

Thông số	Tần suất		
	1 lần / ngày	1 lần / tuần	1 lần / tháng
Thể tích	×		
Nhiệt độ	×		
PH	×		
BOD		×	
COD		×	
SS		×	
N – NH ₄ ⁺		×	
Tổng nitơ		×	
Tổng photpho		×	
Cl ⁻			×
Tổng coliforms			×

Chu kỳ quan trắc: Đối với các trạm tự động phải tiến hành quan trắc và cập nhật số liệu hằng ngày. Khi chưa có trạm quan trắc tự động thì tùy thuộc vào thời kỳ hoạt động hay đóng bãi mà thiết kế vị trí và tần suất quan trắc cho hợp lý, đảm bảo theo dõi được toàn bộ các diễn biến môi trường do hoạt động của BCL, cụ thể như sau:

- Đối với thời kỳ vận hành quan trắc:
 - + Lưu lượng (nước mặt, nước thải): 2 tháng/lần
 - + Thành phần hóa học: 4 tháng/lần.
- Đối với thời kỳ đóng BCL:
 - + Trong năm đầu: 3 tháng/lần
 - + Từ các năm sau: 2 ÷ 3 lần/năm.

Chú ý khi lấy mẫu tại các lỗ khoan quan trắc nước ngầm, trước khi lấy mẫu phải bơm cho nước lưu thông ít nhất 30 phút.

- Chỉ tiêu phân tích thành phần hóa học: theo tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường (TCVN).

- Có thể mỗi năm vào đầu mùa mưa lấy và phân tích mẫu nước mưa.

Các trạm quan trắc môi trường không khí:

Trong quá trình phân hủy tại các BCL, các chất khí như metan, cacbon đioxit, amoniac được giải phóng ra cùng với một lượng nhỏ sunphua hydro, sunphua metyl, metyl mecaptan. Quan trắc chất lượng không khí tại BCL gồm:

1- Quan trắc chất lượng môi trường không khí xung quanh và tại BCL

2- Quan trắc các khí sinh ra từ BCL

3- Quan trắc các khí sinh ra từ các bộ phận xử lý khí BCL.

Các thông số giám sát: [theo Tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam về môi trường (TCVN)]

- Bụi các loại

- Thành phần và nồng độ các khí BCL như metan (CH_4), cacbon đioxit (CO_2), ammonia (NH_3), sunphua hydro (H_2S)

- Tiếng ồn

- Nhiệt độ.

Vị trí các trạm quan trắc:

Các trạm quan trắc môi trường không khí được bố trí theo các tuyến song song với hướng gió thịnh hành:

Tuyến 1: Theo hướng Đông Nam - Tây Bắc

Tuyến 2: Theo hướng Đông Bắc - Tây Nam

Trên mỗi tuyến bố trí 7 trạm đo: 01 trạm tại trung tâm bãi, 02 trạm ở rìa bãi, 02 trạm tại hai khu dân cư theo hướng gió, 02 trạm tại khoảng cách giữa khu dân cư đến.

Số điểm thu mẫu phụ thuộc vào kích thước, vị trí và điều kiện môi trường của BCL. Thông thường ít nhất phải có 5 điểm, trong đó:

- 1 điểm trong khu vực BCL nhằm giám sát được khả năng xảy ra sự cố do hàm lượng các khí dễ cháy nổ tăng lên quá cao.

4 điểm còn lại đặt theo 4 hướng cách 500m tính từ bờ BCL, nhằm giám sát sự phát tán các khí sinh ra từ BCL vào môi trường gây ảnh hưởng đến dân cư trong vùng.

Chế độ quan trắc (khi chưa có trạm quan trắc tự động):

Tần suất giám sát phụ thuộc vào luật và quy định của từng địa phương. Nhưng luật và quy định lại thường ban hành dựa trên thực tế về kích thước, vị trí và điều kiện môi trường của BCL.

Theo dõi sức khỏe công nhân viên:

Cán bộ công nhân viên làm việc tại BCL và cụm dân cư gần khu vực chịu ảnh hưởng hoạt động của BCL cần phải được theo dõi và kiểm tra sức khỏe định kỳ, ít nhất là 6 tháng/lần.

Các vị trí đo (các trạm): phải cố định, nên có mốc đánh dấu. Đối với trạm quan trắc nước ngầm phải có thiết kế chi tiết.

Quan trắc kiểm tra độ dốc, độ sụt lún lớp phủ và thảm thực vật: Khi chưa có trạm quan trắc tự động: 2 lần/năm, nếu có vấn đề thì phải hiệu chỉnh ngay.

Chế độ báo cáo: hàng năm đơn vị quản lý BCL phải có báo cáo về hiện trạng môi trường của BCL cho các CQQLNNMT.

Tài liệu báo cáo: ngoài tài liệu các kết quả đo đạt, quan trắc phải có các báo cáo về địa chất thủy văn, địa chất công trình, thuyết minh chi tiết hoạt động các hệ thống thu gom nước, rác, khí, độ dốc...

Các chi phí cho việc xây dựng mạng quan trắc môi trường được tính vào giá thành xây dựng và vận hành BCL.

Thời gian hoạt động của mạng quan trắc được thực hiện từ khi BCL bắt đầu vận hành đến khi đóng cửa BCL. Sau khi đóng cửa BCL thì việc lấy mẫu phân tích phải tiếp tục trong vòng 5 năm, nếu chất lượng mẫu phân tích đạt dưới TCVN thì sẽ chấm dứt việc phân tích mẫu và ngừng hoạt động của trạm quan trắc.

Thiết bị đo và phương pháp đo: phải thống nhất, tùy theo sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật, các trạm đo có thể được trang bị tự động hóa và nối mạng chung với phòng điều hành của BCL.

9.7.10. Kiểm tra chất lượng công trình về mặt môi trường

Công tác kiểm tra môi trường trong xây dựng, vận hành và đóng BCL phải được tiến hành thường xuyên.

Trong số các hạng mục phải kiểm tra chất lượng về môi trường cần đặc biệt chú ý kiểm tra các hệ thống chống thấm, hệ thống thu gom và xử lý nước rác, hệ thống thu gom, đánh giá và khử biogas cũng như hệ thống giếng quan trắc nước dưới đất, các trạm quan trắc nước mặt. Công tác kiểm tra phải được tiến hành cả ở hiện trường và trong phòng thí nghiệm, đúng hạng mục và phù hợp với từng thời điểm cần thiết nhằm đảm bảo rằng những vật liệu và thiết bị sử dụng trong BCL đáp ứng các tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường (TCVN).

Tất cả các vật liệu và thiết bị sử dụng để chống thấm hoặc để lắp đặt các hệ thống thu gom nước và khí... trong các BCL cần phải được cán bộ chuyên môn kiểm tra khách quan nhằm đáp ứng các yêu cầu về mặt môi trường.

Các cán bộ chuyên môn phụ trách công tác kiểm tra và giám sát chất lượng môi trường phải nộp báo cáo kết quả sau mỗi giai đoạn, hạng mục đầu tư xây dựng BCL cho CQQLNNMT nhằm kịp thời phát hiện những trường hợp vi phạm tiêu chuẩn môi trường trong thiết kế, xây dựng, vận hành BCL và nhanh chóng đề ra những biện pháp khắc phục.

Các trang thiết bị sử dụng để kiểm tra chất lượng môi trường phải đảm bảo quy chuẩn quốc gia và quốc tế.

9.7.11. Tái sử dụng mặt bằng BCL

Ngay từ khi quy hoạch sử dụng và thiết kế BCL phải tính đến khả năng tái sử dụng mặt bằng chôn lấp sau khi BCL đóng cửa như: giữ nguyên trạng thái BCL, làm công viên, khu vui chơi giải trí, sân thể thao, bãi đậu xe, hay trồng cây xanh...

Muốn tái sử dụng BCL phải tiến hành khảo sát, đánh giá các yếu tố môi trường có liên quan, nếu đảm bảo mới tiến hành tái sử dụng.

Trong suốt thời gian chờ sử dụng lại diện tích BCL, việc xử lý nước rác, khí gas vẫn phải tiếp tục hoạt động bình thường.

Sau khi đóng BCL vẫn phải tiến hành theo dõi sự biến động của môi trường tại các trạm quan trắc.

Sau khi đóng BCL phải thành lập lại bản đồ địa hình của khu vực BCL.

Sau khi đóng BCL phải báo cáo đầy đủ về quy trình hoạt động của BCL, đề xuất các biện pháp tích cực kiểm soát môi trường trong những năm tiếp theo.

Làm thủ tục bàn giao cho các cơ quan và đơn vị có thẩm quyền tiếp tục quản lý, sử dụng lại mặt bằng của BCL.

Sau khi tái sử dụng phải tiến hành kiểm tra chặt chẽ các lỗ khoan thu hồi khí gas. Khi áp suất của các lỗ khoan khí không còn chênh lệch với áp suất khí quyển và nồng độ khí gas không lớn hơn 5% mới được phép san ủi lại.

9.8. BÃI CHÔN LẤP CHẤT THẢI NGUY HẠI

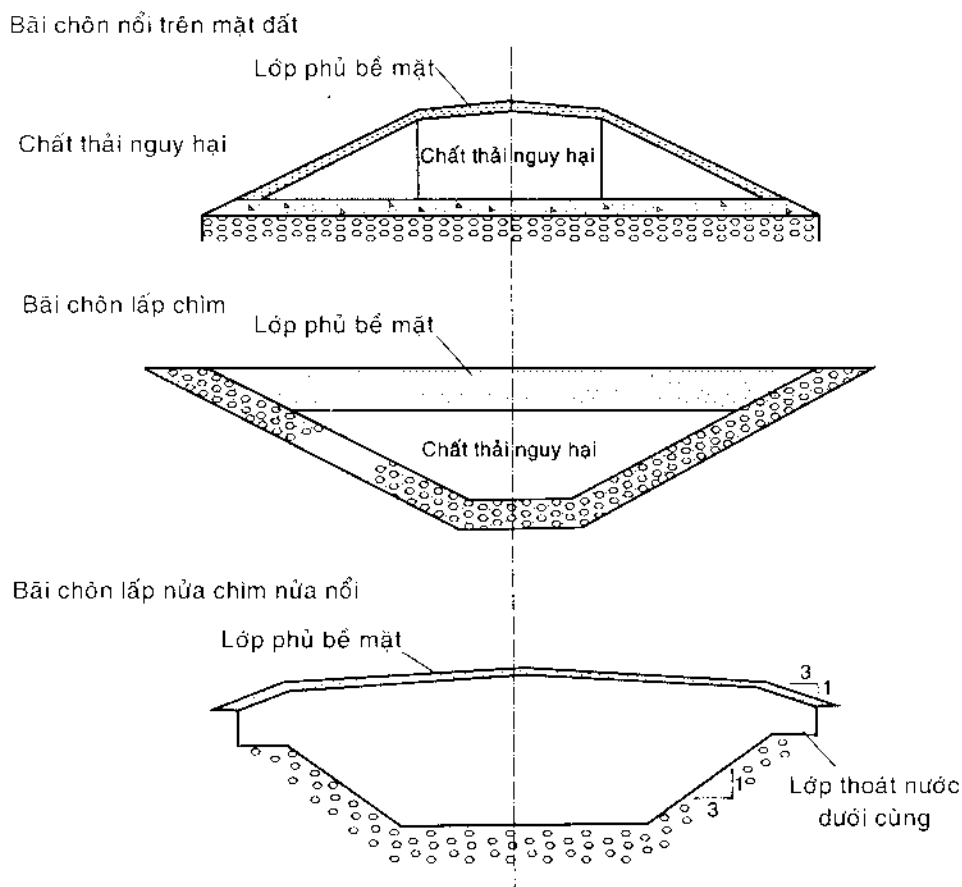
Do đặc tính nguy hại của một số loại chất thải nguy hại như tro của quá trình đốt, bùn từ các quá trình xử lý, phế thải nguy hại không tái chế... không thể thực hiện chôn lấp hợp vệ sinh bởi những tác hại tiềm ẩn rất lớn cho môi trường và sức khỏe cộng đồng, vì vậy cần phải tiến hành chôn lấp theo một giải pháp có độ an toàn cao hơn. Theo Quyết định số 60/2002/QĐ-BKHCNMT ngày 7/8/2002 của Bộ KHCNMT về Hướng dẫn kỹ thuật chôn lấp chất thải nguy hại đã có quy định cụ thể các loại chất thải không được chôn lấp trực tiếp ở bãi này bao gồm:

- Dung dịch hoặc vật liệu chứa chất lỏng;
- Bao bì rỗng, trừ khi đã được ép, cắt nhỏ hoặc các biện pháp tương tự nhằm giảm thể tích;
- Chất có thể gây nổ, chất rắn dễ bắt cháy, các chất có thể phản ứng với nước, các chất ôxy hóa và peroxit hữu cơ;
- Các chất thải có thành phần hữu cơ nguy hại, đặc biệt là chất hữu cơ halogen hóa, chỉ được xem xét khi nồng độ tối đa nằm trong ngưỡng cho phép (tại phụ lục phân loại chất thải nguy hại, danh mục A).

Tuy nhiên, các loại chất thải này chỉ được chôn lấp khi đã được đã có các biện pháp xử lý thích hợp nhằm giảm mức độ độc hại hay đã được ổn định hóa rắn (kể cả tro của quá trình đốt).

Tương tự như chôn lấp hợp vệ sinh, chôn lấp an toàn chất thải nguy hại cũng có ba mô hình để chọn lựa tùy theo vị trí và tính địa hình của khu vực cũng như tình hình tài chính của nhà đầu tư.

Dưới đây là ba mô hình của BCL an toàn.



Hình 9.15. Các mô hình chôn lấp CTNH

Ngoài quy định về chất thải được phép chôn lấp, phần quan trọng của Quyết định số 60/2002/QĐ-BKHCMNT ngày 7/8/2002 của Bộ KHCMNT là hướng dẫn kỹ thuật chôn lấp chất thải nguy hại. Hướng dẫn này bao gồm các khâu: lựa chọn địa điểm; thiết kế và xây dựng BCL chất thải nguy hại; vận hành và quan trắc BCL chất thải nguy hại; giai đoạn đóng bãi và sau đóng cửa BCL. Cụ thể Quyết định bao gồm các điểm sau:

Cấu tạo ô chôn lấp an toàn:

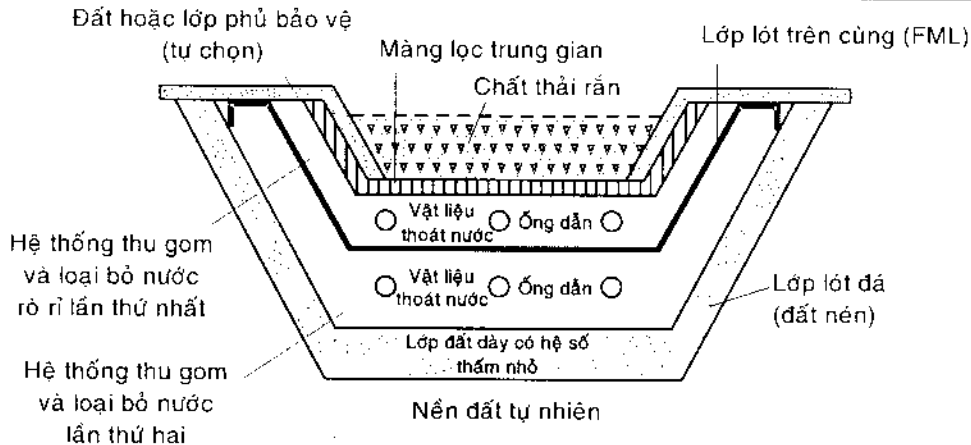
- Cấu tạo đáy và thành ô chôn lấp;
- Cấu tạo lớp phủ bề mặt;
- Hệ thống thu gom nước rò rỉ;
- Hệ thống thoát khí.

1. Cấu tạo đáy và thành ô chôn lấp

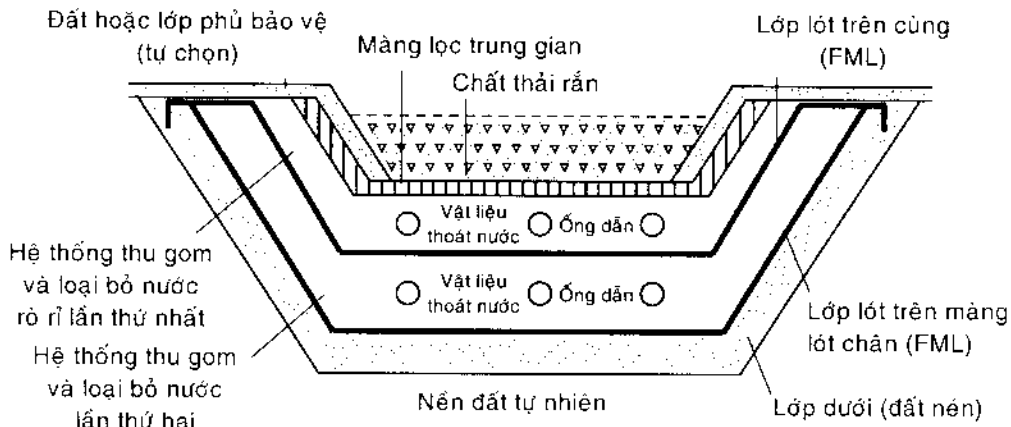
Vì tính nguy hại của chất thải chôn lấp nên các yêu cầu cho nền đáy bãi và thành BCL an toàn được quy định cụ thể theo từng địa hình xây dựng, căn cứ trên thông số địa chất công trình việc thiết kế cho nền đáy bãi có hai trường hợp xảy ra và được tổng hợp như bảng sau:

Bảng 9.14. Cấu tạo đáy và thành ô chôn lấp

Trường hợp địa chất 1		Trường hợp địa chất 2	
Có bề dày lớp sét lớn hơn 2m Hệ số thấm $K \leq 10^{-7}$ cm/s		Có bề dày lớp sét nhỏ hơn 2m Hệ số thấm $K > 10^{-7}$ cm/s	
Cấu tạo lớp lót đơn gồm:		Cấu tạo lớp lót kép gồm:	
Lớp	Độ dày	Lớp	Độ dày
Lớp đệm để thu gom nước rò rỉ	0,5m	Lớp cát đệm thứ 1 để thu gom nước rò rỉ	0,5m
Lớp chống thấm HDPE	1,5mm	Lớp chống thấm HDPE thứ nhất	1,5mm
Lớp vải địa kỹ thuật		Lớp vải địa kỹ thuật	
Lớp cát đệm phát hiện nước rò rỉ	0,3cm	Lớp cát đệm thứ hai phát hiện nước rò rỉ	0,3cm
Lớp vải địa kỹ thuật		Lớp chống thấm thứ hai HDPE	1,5mm
Lớp sét tự nhiên có hệ số thấm $K \leq 10^{-7}$ cm/s	> 2m	Lớp vải địa kỹ thuật	
		Lớp sét lót gia cố được đầm nén $K \leq 10^{-7}$ cm/s	≥ 90 cm



Hình 9.16. Hệ thống lót kép đáy bãi cho mô hình 1



Hình 9.17. Hệ thống lót kép đáy bãi cho mô hình 2

2. Cấu tạo lớp phủ bề mặt

Lớp che phủ bề mặt có tác dụng cách ly CTNH với môi trường trên bề mặt, ngăn không cho nước mưa và nước ngầm xuống các ô chứa chất thải, kiểm soát sự thoát khí từ ô chôn lấp và duy trì thảm thực vật bên trên, tạo cảnh quan môi trường

Cấu tạo đầy đủ của lớp che phủ bề mặt tính từ dưới lên bao gồm các lớp:

- Lớp cát chuyển tiếp dày $20 \div 30\text{cm}$;
- Lớp sét nén, tối thiểu dày $0,6\text{m}$ với hệ số thấm $K \leq 10^{-7}\text{cm/s}$;
- Lớp vải đại kỹ thuật dày $1,0\text{m}$;
- Lớp cát đệm dày tối thiểu $0,5\text{m}$;
- Lớp thổ nhưỡng dày từ $30 \div 50\text{cm}$;
- Lớp phủ thực vật.

Đặc biệt với nền đất yếu của khu vực, việc gia cố lớp phủ cần đặc biệt chú ý đến độ lún của bề mặt bên cạnh đó còn có sự kết hợp với các yếu tố khí hậu, thời tiết, độ dốc địa hình...

3. Hệ thống thu gom nước rò rỉ

Hệ thống này bao gồm các rãnh, ống dẫn và hố thu được bố trí hợp lý, đảm bảo thu gom toàn bộ nước rò rỉ (chủ yếu ở trên bề mặt lớp lót) về trạm xử lý.

Hệ thống thu gom này bao gồm:

- Tầng thu gom nước rò rỉ được đặt ở đáy và thành ô chôn lấp trên màng lót chống thấm, dày tối thiểu 50cm .
- Mạng lưới thu gom nước rò rỉ được đặt bên trong tầng thu gom, phân bố đều trên toàn bộ đáy ô chôn lấp.
- Lớp bọc bao quanh đường ống thu gom nước rò rỉ: là lớp đất cát, sạn có độ hạt ít nhất 5% khối lượng hoặc một mạng lọc tổng hợp có hiệu quả tương đương và chất liệu phù hợp.

Vì tính chất độc hại của lượng rác chôn lấp nên nước rò rỉ của bãi sẽ được tập trung về trạm xử lý hóa lý.

4. Hệ thống thoát khí

Chất thải nguy hại được chôn lấp tại bãi là các loại chất thải chứa hàm lượng hữu cơ rất ít, nên lượng khí phát sinh không đáng kể. Tuy nhiên khối lượng chất thải quá lớn nên khí vẫn có thể sinh ra. Vì vậy yêu cầu vẫn phải có hệ thống thu khí cho BCL.

Hệ thống thu khí chỉ cần đặt bên dưới lớp lót không thấm hay trong các rãnh thu nước trong tầng thu gom nước rò rỉ sau đó sử dụng hệ thống ống dẫn lên bề mặt và cho phát tán tự nhiên.

Quá trình vận hành của bãi hoàn toàn tương tự như vận hành một BCL hợp vệ sinh, rác sẽ tiến hành chôn lấp lần lượt theo từng ô. Sau khi đầy ô này, sẽ tiến hành chôn ô khác đến khi hết công suất sẽ tiến hành hoàn tất các thủ tục đóng bãi như tạo thảm phủ thực vật, quan trắc chất lượng môi trường không khí, nước... Nếu không thấy có bất kỳ một dấu hiệu ảnh hưởng đến môi trường có thể sử dụng để xây dựng các công trình công cộng nhưng vẫn phải tiến hành các hoạt động quan trắc môi trường, độ phóng xạ...

CÂU HỎI

1. Hãy tính diện tích cần thiết để chôn rác cho một khu dân cư có 300.000 dân, với các thông số sau:

- Lượng CTR phát sinh 0,5kg/(người.ngày)
- Khối lượng riêng của rác sau khi nén trong bãi rác 800kg/m³
- Chiều cao trung bình của bãi rác 20m.

2. Xác định khối lượng riêng của CTR đã được nén trong BCL với thành phần chất thải như sau:

Đồng thời xác định ảnh hưởng của chương trình thu hồi chất thải tái chế đến BCL, biết rằng 50% giấy và 80% thủy tinh và chai lọ được thu hồi.

Thành phần	Khối lượng, kg	Tỉ số nén = V_c/V_d
<i>Chất hữu cơ</i>		
Thực phẩm thừa	90	0,33
Giấy	340	0,15
Cacton	60	0,18
Nhựa	70	0,10
Vải	20	0,15
Cao su	5	0,30
Da	5	0,30
Rác vườn	185	0,20
Gỗ	20	0,30
<i>Chất vô cơ</i>		
Thủy tinh	80	0,4
Vỏ đồ hộp	60	0,15
Nhôm	5	0,15
Kim loại khác	30	0,30
Tro	30	0,75

3. Xác định thành phần hóa học và lượng khí có thể sinh ra từ quá trình phân hủy sinh học nhanh và chậm của các chất hữu cơ trong CTR đô thị, giả sử 60% CTR thuộc loại phân hủy sinh học nhanh. Thành phần chất thải lấy trong câu 2.

4. Xác định tỷ lệ chất thải/vật liệu che phủ (theo thể tích). Biết rằng khối lượng CTR là 70 tấn/ngày, được chôn thành các lớp cao 3m và ô chôn chiều rộng là 5m. Độ dốc bề mặt là 2:1. Giả sử khối lượng riêng của CTR đã được nén lần lượt là 600kg/m³, 700kg/m³ và 900kg/m³. Bề dày lớp phủ hàng ngày là 15cm.

5. Xác định lượng hơi nước ngưng tụ cần loại bỏ hàng ngày từ hệ thống thu hồi khí thải tại BCL, biết rằng:

- Tổng lưu lượng khí: 70,8.10³ m³/ngày (25°C, 1atm);
- Nhiệt độ khí trong BCL: 55°C;
- Nhiệt độ khí ở các ống thu khí: 32 °C;
- Áp suất chân không tại giếng thu: 250 mm nước;
- Áp suất chân không tại máy thu khí: 1.900 mm nước;
- Khí bãi rác bão hòa hơi nước ngay tại nguồn.

6. Tính lượng nước rò rỉ sinh ra hàng năm từ BCL vận hành trong thời gian 5 năm. Các phép tính toán phải liên tục cho đến khi BCL đạt trạng thái cân bằng. Nghĩa là, lượng nước vào BCL phải bằng lượng nước rò rỉ sinh ra hàng năm từ BCL. Vẽ đường biểu diễn lượng nước rò rỉ sinh ra hàng năm từ BCL. Để đơn giản, xác định lượng nước rò rỉ sinh ra trên 1 đơn vị diện tích bề mặt 1m^2 , sau đó chuyển kết quả tính toán cho tổng lượng chất thải đổ ở BCL. Biết:

- Lượng chất thải:
- + Lượng chất thải đổ hàng ngày: 2.000 tấn/ngày;
- + Thời gian hoạt động: 300 ngày;
- + Lượng chất thải đổ hàng năm: 600.000 tấn/năm.
- Tính chất chất thải:
- + Khối lượng riêng của chất thải sau nén: 800 kg/m^3 ;
- + Độ ẩm ban đầu của chất thải = 60%kl;
- + Sự phân bố chất hữu cơ phân hủy nhanh và chậm trong chất thải tương tự như trong ví dụ 9.1.

+ Giả sử không có bùn dổ cùng chất thải

- Đặc tính BCL

Tổng quát:

- + Chiều cao 1 lớp: 3m;
- + Tỷ lệ giữa chất thải và lớp phủ trung gian = 5:1 theo thể tích;
- + Số lớp = 5 lớp (1 lớp tương ứng với 1 năm).

Vật liệu che phủ:

- + Khối lượng riêng của đất: 1800kg/m^3 (kể cả ẩm);
- + Độ ẩm của đất bằng khả năng giữ nước.

Sự hình thành khí:

- + Sự hình thành khí: sử dụng số liệu khí sinh ra sau đây để tính tổng lượng khí sinh ra trên 1 đơn vị khối lượng tổng cộng của chất thải đổ thành một lớp;
- + Nước tiêu thụ trong quá trình hình thành khí BCL = $0,16\text{kg/m}^3$ khí tạo thành;
- + Nước ở dạng hơi trong khí bãi rác = $0,016\text{kg/m}^3$ khí tạo thành;
- + Khối lượng riêng của khí BCL = $1,34\text{ kg/m}^3$.

Cuối mỗi năm	Sự hình thành khí (m^3/kg)		
	Phân hủy nhanh	Phân hủy chậm	Tổng
1	2	3	4
1	0,000	0,000	0,000
2	0,060	0,0005	0,0605
3	0,103	0,0014	0,1044
4	0,073	0,0024	0,0754
5	0,044	0,0034	0,0474
6	0,015	0,0044	0,0194

1	2	3	4
7	0,000	0,0046	0,0046
8	0,000	0,0041	0,0041
9	0,000	0,0036	0,0036
10	0,000	0,0032	0,0032
11	0,000	0,0027	0,0027
12	0,000	0,0022	0,0022
13	0,000	0,0017	0,0017
14	0,000	0,0012	0,0012
15	0,000	0,0008	0,0008
16	0,000	0,0003	0,0003
17	0,000	0,0000	0,0000
Tổng	0,295	0,0365	0,3315

- Khả năng giữ nước:

Khả năng giữ nước phụ thuộc vật liệu được tính như sau:

$$FC = 0,6 - 0,55 \frac{W}{10.000 + W}$$

với: FC - phần nước trong chất thải tính theo khối lượng khô

W - khối lượng tính tại điểm giữa chiều cao của một lớp (kg)

- Lượng mưa:

+ Lượng mưa thấm qua lớp che phủ hàng ngày trong 5 năm đầu = 0,1m/năm

+ Lượng mưa thấm qua lớp che phủ cuối cùng trong 5 năm đầu = 0,025m/năm

7. Tính công suất tăng thêm của BCL cho ở câu 6, sau 5 năm do quá trình nén ép và sinh khí. Tính chiều cao thực của BCL vào cuối năm 5 và quá trình sụt lún BCL sau khi đóng cửa. Các phép tính toán phải liên tục cho đến khi BCL đạt trạng thái cân bằng.

Sử dụng số liệu cho ở câu 6. Giả sử rằng khối lượng riêng của chất thải đã nén là 800kg/m^3 và phương trình có thể sử dụng để tính toán khối lượng riêng của chất thải phụ thuộc áp suất nén. Giả sử vật liệu phủ không bị nén.

$$SW_p = 800 + \frac{p}{0,1546 + 0,00169p}$$

với SW_p là khối lượng riêng (kg/m^3) của chất thải đã nén ở áp suất p (kN/m^2)

8. Tính tốc độ sinh khí $\text{g/(m}^2\cdot\text{ngày)}$ CO_2 và CH_4 tại bề mặt BCL dựa vào sự khuếch tán. Biết:

- Nhiệt độ: 30°C

- Lớp phủ BCL làm bằng hỗn hợp đất sét trộn với rơm

- Độ rỗng của vật liệu phủ: 0,23

- Chiều dày lớp phủ: 0,6m

- Hệ số khuếch tán của CH_4 : $0,20\text{cm}^2/\text{s}$
- Hệ số khuếch tán của CO_2 : $0,13\text{cm}^2/\text{s}$
- Chú ý: $(\text{g}/\text{cm}^2.\text{s}) \cdot 0,864 \cdot 10^9 = (\text{g}/\text{m}^2.\text{ngày})$

10. Áp dụng định luật Henry, hãy tính nồng độ tối đa của Metan và dioxit cacbon trong nước rò rỉ, ở áp suất khí quyển.

11. Nếu nồng độ bicacbonat của nước rỉ rác là 1.000mg/l và pH đo được là 5,8. Hãy tính áp suất riêng phần của CO_2 trong BCL.

12. Nếu áp suất riêng phần của CO_2 trong khí tiếp xúc với nước rỉ rác là 1atm thì pH của nước rác là bao nhiêu. Giả sử rằng CO_2 là yếu tố duy nhất ảnh hưởng đến pH của nước rác.

13. Hãy tính thời gian thấm của nước rác qua lớp lót đáy dày 1,2m. Cho độ rỗng của vật liệu lót đáy là 0,2, hệ số thấm 10^{-7}cm/s và chiều cao cột nước là 1,8m.

14. Chiều dày của lớp lót là bao nhiêu để bảo đảm thời gian thấm nước rác tối thiểu là 20 năm. Cho hệ số thấm là $5 \cdot 10^{-8}\text{cm/s}$ và độ rỗng của vật liệu lót là 0,17. Giả sử gradient thủy lực là 0,3m cao hơn chiều dày của lớp lót.

15. Cho thời gian thấm là 12 năm, chiều dày lớp lót là 1m, hãy tính hệ số thấm của lớp lót. Biết rằng độ rỗng của nó là 0,2 và chiều cao cột nước là 1,5m.

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

BCL	Bãi chôn lấp
KH & CN	Khoa học và công nghệ
CQQLNNMT	Cơ quan quản lý nhà nước về môi trường
CTCN	Chất thải công nghiệp
CTNH	Chất thải nguy hại
CTR	Chất thải rắn
HCS	Hệ thống container di động
SCS	Hệ thống container cố định
TP.HCM	Thành phố Hồ Chí Minh

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. George Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel Vigil, *Intergrated Solid Waste Management*, McGraw-Hill Inc, 1993.
2. Khizghilov, I. Kh, *Bảo quản phẩm chất xăng dầu trong quá trình tồn chứa và vận chuyển*, Tổng công ty xăng dầu, 1975.
3. Michael D. LaGrega, Phillip L. Buckingham, Jeffrey C. Evans & The Environment Resources Management Group,
4. Mc Graw-Hill Inc, *Hazardous Waste Management*, 1994.
5. Mc Graw-Hill Inc, *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal*, 1994.
6. Tchobanoglous, G and F. L. Burton, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal Resue*, 3rd ed, McGraw-Hill Inc, 1991.
7. William J. Librizzzi, *Hazardous Waste Treatment Processes*, second ed, Water Environment Federation, 1999.
8. UNEP International Environmental Technology Centre, *Principles of Municipal Solid Waste Management*, Osaka/Shiga, 1998.
9. Công ty Lemna, Báo cáo triển khai công nghệ sản xuất phân compost Lemna.
10. Trần Hiếu Nhuệ, *Quản lý chất thải rắn*, Tập 1: *Chất thải rắn đô thị*, NXB Xây dựng Hà Nội, 2001.
11. Nguyễn Văn Phước, *Kỹ thuật xử lý chất thải công nghiệp*, NXB Xây dựng Hà Nội, 2006.
12. Khoa Môi trường - Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh: Tập bài giảng "*Quản lý và xử lý chất thải rắn*"
13. Khoa Môi trường - Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh: Tài liệu tập huấn "*Quản lý chất thải nguy hại*", 2001.
14. Khoa Môi trường - Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh: Tài liệu tập huấn "*Quản lý chất thải đô thị*", 2001
15. UBND Thành phố Hồ Chí Minh, Báo cáo: "*Quy hoạch tổng thể quản lý chất thải rắn thành phố Hồ Chí Minh - giai đoạn đến 2020*", 2003.
16. Khoa Môi trường - Trường Đại học Bách Khoa Thành phố Hồ Chí Minh: Đề tài: "*Xây dựng cảng ép - trung chuyển CTR*", 2003.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Chương 1. Khái niệm về chất thải rắn	5
1.1. Định nghĩa chất thải rắn	5
1.2. Sơ lược lịch sử phát triển và quản lý chất thải rắn	5
1.3. Sự phát sinh chất thải rắn trong xã hội công nghiệp	6
1.4. Ảnh hưởng của chất thải rắn đến môi trường	7
1.5. Hệ thống quản lý chất thải rắn đô thị	7
1.6. Quản lý tổng hợp chất thải rắn	8
1.7. Những thách thức của việc quản lý chất thải rắn trong tương lai	12
1.8. Hiện trạng quản lý chất thải rắn ở Việt Nam	13
Chương 2. Nguồn gốc, thành phần, khối lượng và tính chất của chất thải rắn	15
2.1. Nguồn gốc chất thải rắn	15
2.2. Thành phần của chất thải rắn	16
2.3. Các thành phần tái sinh, tái chế trong chất thải rắn	19
2.4. Khối lượng chất thải rắn	22
2.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến khối lượng chất thải rắn	27
2.6. Tính chất của chất thải rắn	32
Chương 3. Hệ thống thu gom chất thải rắn	47
3.1. Thu gom chất thải rắn	48
3.2. Các loại hệ thống thu gom	54
3.3. Phân tích hệ thống thu gom	55
3.4. Vạch tuyến thu gom	69
Chương 4. Hệ thống trung chuyển và vận chuyển	78
4.1. Sự cần thiết của hoạt động trung chuyển	78
4.2. Các loại trạm trung chuyển	82
4.3. Phương tiện và phương pháp vận chuyển	91
4.4. Những yêu cầu trong thiết kế trạm trung chuyển	94
4.5. Lựa chọn vị trí trạm trung chuyển	95
Chương 5. Các phương pháp xử lý chất thải rắn	98
5.1. Các Phương pháp xử lý CTR đô thị	98
5.2. Các Phương pháp xử lý CTR công nghiệp	107
5.3. Các phương pháp xử lý CTNH	117

Chương 6 . Tái chế chất thải rắn	125
6.1. Công nghệ tái chế các phế thải thông thường	125
6.2. Tái chế chất thải rắn công nghiệp - chất thải rắn vô cơ	138
6.3. Tái chế chất thải rắn công nghiệp - chất thải rắn hữu cơ	165
6.4. Tình hình tái chế CTR trên thế giới và ở Việt Nam	183
Chương 7. Công nghệ sản xuất phân hữu cơ (COMPOST) từ rác đô thị	186
7.1. Tổng quan	186
7.2. Động học quá trình phân hủy sinh học CTR hữu cơ	187
7.3. Vi sinh vật và các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy chất hữu cơ	190
7.4. Công nghệ kỵ khí	195
7.5. Công nghệ hiếu khí	215
7.6. So sánh quá trình chế biến compost hiếu khí và phân hủy kỵ khí	246
Chương 8. Xử lý CTR bằng phương pháp nhiệt	248
8.1. Khái niệm	248
8.2. Quá trình đốt chất thải rắn	250
8.3. Hệ thống nhiệt phân	275
8.4. Đốt nhiệt phân	277
8.5. Hệ thống khí hóa	280
8.6. Hệ thống thu hồi năng lượng	281
8.7. Các hệ thống kiểm soát ô nhiễm môi trường cho các quá trình nhiệt	287
8.8. Các yêu cầu khi đốt chất thải nguy hại	295
8.9. Các tính chất của chất thải cần quan tâm khi đốt	297
8.10. Vấn đề lựa chọn công nghệ xử lý chất thải bằng phương pháp nhiệt	298
Chương 9. Bãi chôn lấp chất thải rắn hợp vệ sinh	301
9.1. Khái niệm bãi chôn lấp chất thải rắn	302
9.2. Phân loại bãi chôn lấp chất thải rắn	304
9.3. Lựa chọn vị trí bãi chôn lấp chất thải rắn	311
9.4. Quy định về môi trường trong việc điều tra chi tiết để lựa chọn bãi chôn lấp	315
9.5. Các quá trình phân hủy chất thải rắn trong bãi chôn lấp	317
9.6. Nước rò rỉ từ bãi chôn lấp	337
9.7. Cấu trúc chính của bãi chôn lấp hợp vệ sinh	344
9.8. Bãi chôn lấp chất thải nguy hại	362
Danh mục các từ viết tắt	370
Tài liệu tham khảo	371

GIÁO TRÌNH QUẢN LÝ VÀ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN

Chịu trách nhiệm xuất bản:

BÙI HỮU HẠNH

<i>Biên tập:</i>	NGUYỄN THU DUNG
<i>Chế bản:</i>	NGUYỄN HỒNG THANH
<i>Sửa bản in:</i>	NGUYỄN THU DUNG
<i>Trình bày bìa:</i>	H.s NGUYỄN HỮU TÙNG

Đi quản lý và xử lý chất thải rắn



Giá bán lẻ cho người tiêu dùng

Giá : 80.000^d