

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM TP. HCM

Trần Thị Thúy Nhân, Trương Thị Diệu Hiền, Trần Thị Ngọc Mai



Giáo trình:

QUẢN LÝ VÀ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN, CHẤT THẢI NGUY HẠI

Giáo trình dành cho hệ đại học ngành môi trường

TP. HỒ CHÍ MINH – NĂM 2019

Trần Thị Thúy Nhân, Trương Thị Diệu Hiền, Trần Thị Ngọc Mai

**QUẢN LÝ VÀ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN,
CHẤT THẢI NGUY HẠI**

Giáo trình dành cho hệ đại học ngành môi trường



TP. HỒ CHÍ MINH – NĂM 2019

LỜI MỞ ĐẦU

Giáo trình “Quản lý và xử lý chất thải rắn, chất thải nguy hại” là tài liệu được biên soạn để phục vụ cho việc giảng dạy, học tập của giáo viên và sinh viên chuyên ngành môi trường. Tài liệu cung cấp những kiến thức về nguồn gốc phát sinh, thành phần và tính chất của chất thải rắn, chất thải nguy hại; hệ thống thu gom, vận chuyển chất thải rắn, vấn đề an toàn trong thu gom, lưu giữ chất thải nguy hại; các phương pháp tái chế, xử lý và thải bỏ đối với các loại chất thải này. Từ những kiến thức học được, sinh viên biết vận dụng để tính toán, thiết kế, vận hành và quản lý các khâu trong hệ thống quản lý tổng hợp chất thải rắn, chất thải nguy hại.

Giáo trình được biên soạn theo đề cương học phần “Quản lý và xử lý chất thải rắn, chất thải nguy hại” ở bậc đại học chuyên ngành môi trường đã được Hội đồng Khoa học khoa MT-TN&BĐKH, Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Tp. HCM thông qua.

Giáo trình được chia thành 2 phần, gồm có 7 chương như sau:

Phần 1. Quản lý và xử lý chất thải rắn

Chương 1. Tổng quan về chất thải rắn

Chương 2. Hệ thống thu gom, trung chuyển và vận chuyển chất thải rắn

Chương 3. Thu hồi và tái chế chất thải rắn

Chương 4. Kỹ thuật xử lý chất thải rắn

Phần 2. Quản lý và xử lý chất thải nguy hại

Chương 5. Tổng quan về chất thải nguy hại

Chương 6. Vấn đề an toàn trong thu gom, lưu giữ và vận chuyển chất thải rắn

Chương 7. Kỹ thuật xử lý chất thải nguy hại

Đây là lần đầu nhóm tác giả biên soạn giáo trình nên khó tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Kính mong các đồng nghiệp và bạn đọc đóng góp ý kiến để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Trân trọng cảm ơn !

Tp. HCM, ngày 20 tháng 08 năm 2019

Nhóm tác giả

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU	i
MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT, KÝ HIỆU	viii
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	ix
DANH MỤC CÁC HÌNH VÀ ĐỒ THỊ.....	xi
Phần 1. Quản lý và xử lý chất thải rắn	1
Chương 1. Tổng quan về chất thải rắn	1
1.1. Các định nghĩa và thuật ngữ	1
1.2. Tổng quan về hệ thống quản lý CTR.....	2
1.3. Nguồn phát sinh CTR	5
1.4. Phân loại CTR.....	7
1.4.1. Cách phân loại CTR	7
1.4.2. Phân loại CTR tại nguồn	7
1.5. Nguyên tắc 3R, 5R, 7R	9
1.6. Thành phần, tính chất của CTR	11
1.6.1. Thành phần của CTR.....	11
1.6.2. Tính chất của CTR.....	13
1.6.2.1. Tính chất vật lý.....	13
1.6.2.2. Tính chất hóa học	17
1.6.2.3. Tính chất sinh học	22
1.6.2.4. Sự biến đổi đặc tính lý, hoá, và sinh học của CTR.....	24
1.7. Khối lượng, tốc độ phát sinh CTR.....	25
1.7.1. Phương pháp xác định khối lượng CTR.....	25
1.7.1.1. Phương pháp phân tích khối lượng – thể tích	26
1.7.1.2. Phương pháp đếm tải.....	26
1.7.1.3. Phương pháp cân bằng vật liệu	26
1.7.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phát sinh chất thải	30
1.7.2.1. Ảnh hưởng của các hoạt động tái sinh và giảm thiểu khối lượng CTR tại nguồn.....	31
1.7.2.2. Ảnh hưởng của luật pháp và thái độ của công chúng	31

1.7.2.3. Ảnh hưởng của mức thu nhập	32
1.7.2.4. Ảnh hưởng của các yếu tố địa lý và tự nhiên	32
1.8. Câu hỏi, bài tập	32
Chương 2. Hệ thống thu gom, trung chuyển và vận chuyển chất thải rắn	34
2.1. Hệ thống thu gom CTR	34
2.1.1. Giới thiệu chung về hệ thống thu gom	34
2.1.2. Các loại dịch vụ thu gom CTR	34
2.1.2.1. Hệ thống thu gom CTR chưa phân loại tại nguồn.....	34
2.1.2.2. Hệ thống thu gom CTR đã phân loại tại nguồn	35
2.1.3. Các loại hệ thống thu gom	38
2.1.3.1. Hệ thống container di động (HCS - Hauled Container System):.....	38
2.1.3.2. Hệ thống container cố định: (SCS - Stationnary Container System)	39
2.1.4. Phân tích hệ thống thu gom	40
2.1.4.1. Hệ thống container di động	41
2.1.4.2. Hệ thống contianer cố định	45
2.1.5. Vạch tuyến thu gom.....	53
2.2. Trạm trung chuyển	56
2.2.1. Chức năng của trạm trung chuyển	56
2.2.2. Phân loại trạm trung chuyển	60
2.3. Phương tiện và phương pháp vận chuyển	67
2.3.1. Phương tiện vận chuyển	67
2.3.2. Phương pháp vận chuyển.....	67
2.4. Tình hình thu gom, vận chuyển CTR ở Tp. HCM.....	69
2.5. Câu hỏi, bài tập	70
Chương 3. Thu hồi và tái chế chất thải rắn	74
3.1. Cơ hội thu hồi, tái chế vật liệu thải	74
3.1.1. Lợi ích của quá trình thu hồi và tái chế vật liệu thải	74
3.1.2. Hệ thống quá trình thu hồi vật liệu thô và các sản phẩm chuyển hóa	76
3.1.3. Hoạt động thu hồi, tái chế và tái sử dụng phế liệu trên thế giới và Việt Nam.	78
3.2. Chế biến các dẫn xuất thiêu đốt	87
3.3. Các quy trình công nghệ sản xuất RDF.....	90
3.3.1. Sản xuất fRDF	98

3.3.2. Sản xuất cRDF.....	102
3.3.3. Sản xuất dRDF	110
3.4 Lưu trữ sản phẩm fRDF	113
3.5. Vận hành dây chuyền sản xuất RDF (Lê Đức Trung, 2014).....	116
3.5.1. Các vấn đề liên quan đến nguyên liệu đầu vào	116
3.5.2. Các vấn đề liên quan đến thiết bị.....	117
3.6. Câu hỏi ôn tập	121
Chương 4. Kỹ thuật xử lý chất thải rắn	122
4.1. Giới thiệu chung.....	122
4.1.1. Mục đích của quá trình xử lý.....	122
4.1.2. Cơ sở lựa chọn phương pháp xử lý	123
4.1.3. Cơ sở pháp lý liên quan đến định hướng xử lý CTR.....	123
4.2. Phương pháp cơ học.....	124
4.2.1. Phương pháp phân loại CTR	124
4.2.2. Giảm kích thước	125
4.3. Phương pháp xử lý bằng nhiệt	126
4.3.1. Phương pháp đốt.....	127
4.3.1.1. Các yếu tố tác động đến quá trình đốt chất thải	127
4.3.1.2. Những quy định về tiêu chuẩn chất lượng	128
4.3.1.3. Các loại lò đốt chất thải.....	130
4.3.2. Quá trình nhiệt phân	134
4.3.2.1. Khái niệm	134
4.3.2.2. Nguyên lý đốt nhiệt phân	134
4.3.3. Quá trình khí hóa	135
4.3.3.1. Khái niệm	135
4.3.3.2. Nguyên lý quá trình khí hóa.....	136
4.3.3.3. Ưu nhược điểm của quá trình khí hóa.....	136
4.4. Phương pháp sinh học.....	137
4.4.1. Công nghệ sản xuất khí sinh học (Biogas)	138
4.4.1.1. Mục đích, lợi ích và giới hạn của công nghệ Biogas	138
4.4.1.2. Các phản ứng sinh hóa và vi sinh vật tham gia.....	140
4.4.1.3. Các điều kiện môi trường của quá trình Biogas.....	142

4.4.2. Công nghệ sản xuất phân hữu cơ (Compost).....	144
4.4.2.1. Động học quá trình phân hủy hiếu khí chất thải rắn hữu cơ	144
4.4.2.2. Vi sinh vật và các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy chất hữu cơ.....	145
4.4.2.3. Các dạng công nghệ sản xuất compost.....	149
4.5. Bãi chôn lấp CTR.....	152
4.5.1. Giới thiệu chung về phương pháp chôn lấp CTR:.....	152
4.5.2. Quy trình chôn lấp:	154
4.5.2.1. Phương pháp chôn lấp trải trên bề mặt.....	154
4.5.2.2. Phương pháp mương rãnh (phương pháp đào rãnh)	156
4.5.3. Các phản ứng xảy ra trong bãi chôn lấp	157
4.5.3.1. Sự phát sinh khí.....	159
(4.24)	160
4.5.3.2. Sự thay đổi lượng khí theo thời gian	162
4.5.4. Phân loại BCL và phương pháp chôn lấp.....	170
4.5.4.1. Theo cấu trúc	170
4.5.4.2. Theo chức năng	171
4.5.5. Kiểm soát nước rò rỉ từ BCL	172
4.5.5.1. Sự biến đổi thành phần nước rò rỉ.....	173
4.5.5.2. Mô tả các thành phần cân bằng nước trong bãi rác vệ sinh	175
4.5.6. Kiểm soát khí từ BCL.....	177
4.5.7. Đóng cửa và giám sát chất lượng môi trường BCL.....	178
4.5.7.1. Quan trắc môi trường	178
4.5.7.2. Kiểm tra chất lượng công trình về mặt môi trường.....	183
4.5.7.3. Tái sử dụng diện tích BCL	184
4.6. Câu hỏi ôn tập:	184
Phần 2. Quản lý và xử lý chất thải nguy hại.....	185
Chương 5. Tổng quan về chất thải nguy hại.....	185
5.1. Các khái niệm và thuật ngữ.....	185
5.2. Nguồn phát sinh CTNH	185
5.3. Phân loại CTNH.....	187
5.3.1. Phân định, phân loại CTNH ở Việt Nam.....	187
5.3.2. Phân loại theo UNEP	187

5.3.3. Phân loại theo nguồn phát sinh.....	188
5.3.4. Phân loại theo đặc điểm chất thải nguy hại	189
5.3.5. Phân loại theo mức độ độc hại	189
5.3.6. Hệ thống phân loại theo danh sách US-EPA.....	189
5.4. Thành phần, tính chất của CTNH	190
5.4.1. Thành phần CTNH	190
5.4.2. Tính chất CTNH	191
5.5. Câu hỏi ôn tập	191
Chương 6. Vấn đề an toàn trong thu gom, lưu giữ và vận chuyển chất thải nguy hại	192
6.1. Thu gom, đóng gói và dán nhãn CTNH.....	192
6.1.1. Các loại bao gói và vật chứa CTNH.....	192
6.1.2. Dán nhãn và cảnh báo chất thải nguy hại	194
6.2. An toàn trong lưu giữ chất thải nguy hại	199
6.2.1. Lựa chọn vị trí kho lưu giữ chất thải nguy hại	200
6.2.2. Các yêu cầu chung đối với kho lưu giữ.....	201
6.2.3. Các nguyên tắc thiết kế kho lưu giữ chất thải nguy hại	202
6.2.4. Lưu giữ chất thải nguy hại bên ngoài nhà kho	203
6.2.5. Chuẩn bị, phòng ngừa và ghi chép, lưu giữ sổ sách.....	203
6.3. An toàn trong vận chuyển chất thải nguy hại	204
6.3.1. Các nhóm chất thải nguy hại có thể vận chuyển	204
6.3.2. Các yêu cầu chung đối với vận chuyển chất thải nguy hại	205
6.3.3. Yêu cầu về phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại.....	207
6.3.4. Các loại phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại.....	209
6.4. Chết và bốc dỡ CTNH	211
6.5. Ứng phó sự cố và các tình huống khẩn cấp.	211
6.6. Câu hỏi ôn tập	212
Chương 7. Kỹ thuật xử lý chất thải nguy hại	213
7.1. Giới thiệu chung.....	213
7.2. Cơ sở lựa chọn công nghệ xử lý CTNH	213
7.3. Thu hồi và tái chế CTNH.....	214
7.3.1. Thu hồi và tái chế vật liệu chất dẻo.....	214
7.3.2. Thu hồi và tái chế vật liệu cao su	215

7.3.3. Thu hồi và tái chế các sản phẩm khác	217
7.4. Xử lý chất thải nguy hại bằng biện pháp cố định và đóng rắn.....	218
7.4.1. Một số khái niệm	218
7.4.2. Các loại chất thải được xử lý bằng biện pháp cố định hóa rắn.....	219
7.4.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng áp dụng công nghệ cố định hóa rắn..	219
7.4.4. Các tiêu chuẩn cần đạt của chất thải sau khi đóng rắn	220
7.4.5. Các phương án hóa rắn	220
7.4.6. Ưu và nhược điểm của biện pháp hóa rắn	220
7.4.7. Một số chất thường dùng để hóa rắn chất thải nguy hại.....	220
7.4.8. Lựa chọn quy trình công nghệ cố định hóa rắn	222
7.4.9. Chôn lấp chất thải nguy hại sau khi cố định hóa rắn.....	224
7.5. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp đốt.....	224
7.5.1. Các loại chất thải được xử lý theo phương pháp đốt.....	224
7.5.2. Các dạng đốt	224
7.5.3. Cơ chế của quá trình đốt.....	229
7.5.4. Thải bỏ tro cặn chất thải nguy hại	233
7.6. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp sinh học.....	233
7.6.1. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp hiếu khí.....	233
7.6.2. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp kỵ khí	234
7.7. Xử lý chất thải nguy hại ở thể rắn.....	234
7.8. Chôn lấp an toàn chất thải nguy hại.....	235
7.8.1. Danh mục các loại chất thải nguy hại được phép chôn lấp	235
7.8.2. Các yêu cầu cơ bản đối với bãi chôn lấp chất thải nguy hại.....	237
7.8.3. Quy mô bãi chôn lấp chất thải nguy hại	237
7.8.4. Nguyên tắc thiết kế bãi chôn lấp chất thải rắn nguy hại.....	239
7.8.5. Các loại bãi chôn lấp CTNH.....	245
7.8.6. Quan trắc chất lượng môi trường tại khu vực xung quanh bãi chôn lấp CTNH.....	245
7.9. Câu hỏi ôn tập	246
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	i
PHỤ LỤC	iii

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT, KÝ HIỆU

BCL	Bãi chôn lấp
BCL HVS	Bãi chôn lấp hợp vệ sinh
BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
BVTV	Bảo vệ thực vật
CTR	Chất thải rắn
CTCN	Chất thải công nghiệp
CTR SH	Chất thải rắn sinh hoạt
CTNH	Chất thải nguy hại
GPS	Hệ thống định vị toàn cầu
PLRTN	Phân loại rác tại nguồn
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
RDF	Refuse derived fuel
Tp	Thành phố
Tp. HCM	Thành phố Hồ Chí Minh
TTC CTR	Trạm trung chuyển chất thải rắn
TCXDVN	Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
USEPA	United States Environmental Protection Agency – Cơ quan bảo vệ môi trường của Mỹ
VN	Việt Nam

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Nguồn gốc phát sinh các loại CTR	5
Bảng 1.2. Thành phần CTR tại BCL ở Tp. HCM	12
Bảng 1.3. Thành phần và độ ẩm của CTR.....	14
Bảng 1.4. Thành phần hóa học của CTR.....	18
Bảng 1.5. Nhiệt trị các thành phần trong CTR.....	20
Bảng 1.6. Các quá trình biến đổi áp dụng trong quản lý CTR	25
Bảng 1.7. Khối lượng CTR phát sinh tại Tp. HCM	27
Bảng 1.8. Tốc độ phát sinh CTR SH nông thôn năm 2016.....	30
Bảng 1.9. Thành phần CTR phát sinh theo mức thu nhập	32
Bảng 2.1. Hằng số tốc độ vận chuyển a, b	42
Bảng 3.1. Thống kê các loại vật liệu có thể tái chế thu hồi.....	75
Bảng 3.2. Một số văn bản pháp lý liên quan đến hoạt động quản lý chất thải điện - điện tử của Chính phủ Trung Quốc	83
Bảng 3.3. Khả năng sử dụng các thành phần của CTR làm nhiên liệu	88
Bảng 3.4. Phân loại RDF theo ASTM.....	89
Bảng 3.5. Tỷ khối biểu kiến của các thành phần trong chất thải có thể đạt được ở mỗi giai đoạn của quá trình công nghệ sản xuất.....	95
Bảng 3.6. Độ ẩm trung bình của các thành phần trong chất thải.....	97
Bảng 3.7. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn sàng lỏng.....	99
Bảng 3.8. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn nghiền nhỏ	100
Bảng 3.9. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn phân loại.....	102
Bảng 3.10. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn phễu đệm	103
Bảng 3.11. Sự phân bố độ ẩm giữa các thành phần	104
Bảng 3.12. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn sấy khô.....	106

Bảng 3.13. Hiệu quả của giai đoạn sàng thứ cấp	108
Bảng 3.14. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn nén.....	109
Bảng 3.15. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn tạo viên.....	110
Bảng 3.16. Kết quả phân tích dRDF điển hình	112
Bảng 4.1. Các yếu tố cần xem xét khi lựa chọn thiết bị giảm kích thước CTR.....	125
Bảng 4.2. Tiêu chuẩn khí thải cho lò đốt chất thải của Việt Nam và một số quốc gia.....	129
Bảng 4.3. Các chất nhận điện tử trong các phản ứng của vi sinh vật.....	146
Bảng 4.4. Phân loại vi sinh vật theo nguồn carbon và nguồn năng lượng.....	147
Bảng 4.5. Khoảng nhiệt độ của các nhóm vi sinh vật	149
Bảng 4.6. Bề dày của lớp đất che phủ và thời gian tiếp xúc	155
Bảng 4.7. Khối lượng phân tử và khối lượng riêng của các khí trong bãi rác hợp vệ sinh ở điều kiện chuẩn (°C, 1 atm):	159
Bảng 4.8. Tỷ lệ phần trăm của các khí sinh ra trong một bãi rác vệ sinh khảo sát suốt 48 tháng đầu sau khi một ô chôn lấp rác đã được hoàn chỉnh	162
Bảng 4.9. Thành phần nước rò rỉ đối với BCL mới và đã đi vào hoạt động trong thời gian lâu	173
Bảng 4.10. Các thông số phân tích trong thành phần nước rò rỉ.....	174
Bảng 4.11. Thông số và tần suất quan trắc giếng nước ngầm tại các BCL	180
Bảng 4.12. Thông số và tần suất giám sát nước rỉ rác tại các BCL	181
Bảng 5.1. Phân loại CTNH theo mức độ độc hại.....	189
Bảng 5.2. Một số ngành công nghiệp và các loại chất thải	190
Bảng 6.1 Mã số và dấu hiệu phòng ngừa cảnh báo.....	195
Bảng 6.2. Các nhóm vận chuyển và đặc tính chất thải nguy hại.....	205
Bảng 6.3. Yêu cầu tối thiểu đối với việc vận chuyển chất thải nguy hại	207
Bảng 7.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý hiếu khí.....	234
Bảng 7.2. Danh mục các loại chất thải nguy hại được phép chôn lấp	236
Bảng 7.3. Lựa chọn quy mô bãi chôn lấp.....	237
Bảng 7.4. Phân loại quy mô bãi chôn lấp theo diện tích.....	238
Bảng 7.5. Diện tích ô chôn lấp	238
Bảng 7.6. Khoảng cách thích hợp khi lựa chọn bãi chôn lấp CTR nguy hại	239

DANH MỤC CÁC HÌNH VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Sơ đồ hệ thống kỹ thuật quản lý CTR	3
Hình 1.2. Khối lượng CTR phát sinh từ các nguồn thải tại Tp. HCM năm 2011	6
Hình 1.3. Nguồn phát sinh CTR tại Tp. HCM năm 2013	6
Hình 1.4. Quy trình phân loại, thu gom, vận chuyển, xử lý CTR SH ở Tp.HCM	8
Hình 1.5. Chi tiết các nhóm CTR SH được phân loại ở Tp. HCM	9
Hình 1.6. Kỹ thuật “Một phần tư” để xác định thành phần của CTR	12
Hình 2.1. Công tác thu gom chất thải rắn tại nguồn ở Tp. HCM	35
Hình 2.2. Sơ đồ hệ thống container di động	38
Hình 2.3. Sơ đồ hệ thống container cố định	39
Hình 2.4. Biểu đồ biểu diễn mối quan hệ giữa tốc độ vận chuyển trung bình và khoảng cách vận chuyển 2 chiều cho xe thu gom CTR.	42
Hình 2.5. Hình ảnh các trạm trung chuyển kín tại Tp. HCM	64
Hình 2.6. Xe vận chuyển CTR	67
Hình 2.7. Sơ đồ xác định vị trí TTC và BCL theo các điều kiện giới hạn	66
Hình 3.1. Các phương pháp chuẩn bị chất thải rắn cho tái chế	76
Hình 3.2. Quy trình công nghệ xử lý và thu hồi tài nguyên sản phẩm năng lượng	77
Hình 3.3. Sơ đồ phân loại thu hồi và tái chế chất thải rắn (Mỹ)	80
Hình 3.4. Quy trình tái chế ti vi ở Nhật Bản	81
Hình 3.5. Tỷ lệ thành phần rác thải đô thị tại Trung Quốc	82
Hình 3.6. Sơ đồ hệ thống tái chế chất thải ở TP. Hồ Chí Minh	86
Hình 3.7. Các quy trình sản xuất RDF đầu tiên (Mỹ)	91
Hình 3.8. Hệ thống công nghệ “3-D” (Mỹ)	92
Hình 3.9. Hệ thống công nghệ “Eastbourne” (Anh)	93
Hình 3.10. Quy trình sản xuất fRDF	98
Hình 3.11. Quy trình sản xuất cRDF	104
Hình 3.12. Quy trình sản xuất dRDF	111
Hình 4.1. Thiết bị sàng rung dùng phân loại CTR theo kích thước	124
Hình 4.2. Thiết bị làm giảm kích thước CTR	126
Hình 4.3. Phân loại chất thải rắn xử lý bằng phương pháp nhiệt	128
Hình 4.4. Lò đốt một buồng	130

Hình 4.5. Lò đốt nhiều buồng đốt	131
Hình 4.6. Hệ thống đốt chất thải tập trung	132
Hình 4.7. Lò đốt thùng quay	133
Hình 4.8. Các dòng vật chất chính trong quá trình xử lý sinh học các hợp chất hữu cơ có thể phân hủy sinh học trong CTR đô thị	137
Hình 4.9. Sản xuất biogas quy mô hộ gia đình	139
Hình 4.10. Sơ đồ hệ thống bể biogas	140
Hình 4.11. Biến thiên nhiệt độ trong quá trình compost	148
Hình 4.12. Cơ sở hạ tầng của bãi chôn lấp rác hợp vệ sinh	153
Hình 4.13. Đồ thị tam giác biểu diễn tốc độ phát sinh khí từ rác có khả năng phân huỷ nhanh	163
Hình 4.14. Đồ thị tam giác biểu diễn tốc độ phát sinh khí từ rác có khả năng phân huỷ chậm	166
Hình 6.1. Đóng gói chất thải nguy hại	193
Hình 6.2. Quy định về dán nhãn và cảnh báo CTNH	199
Hình 6.3. Quy trình lưu giữ và xử lý chất thải nguy hại	200
Hình 6.4. Kho lưu giữ chất thải nguy hại	200
Hình 6.5. Phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại	210
Hình 7.1. Công nghệ tái chế lốp cao su	217
Hình 7.2. Tái chế bóng đèn ống	217
Hình 7.3. Công nghệ thu hồi dầu thải	218
Hình 7.4. Quy trình cố định hóa rắn chất thải nguy hại	219
Hình 7.5. Lò khí hóa plasma	226
Hình 7.6. Hệ thống lò đốt thùng quay	227
Hình 7.7. Cấu tạo lò đốt chất thải nguy hại	229
Hình 7.8. Mô hình nhà máy xử lý CTNH tại xã Đông Thạnh	235
Hình 7.9. Bãi chôn lấp chất thải nguy hại	240
Hình 7.10. Sơ đồ bố trí ống thu gom nước rác	243
Hình 7.11. Sơ đồ công nghệ xử lý nước rác rò rỉ	243

Phần 1. Quản lý và xử lý chất thải rắn

Chương 1. Tổng quan về chất thải rắn

1.1. Các định nghĩa và thuật ngữ

Chất thải là vật chất được thải ra từ sản xuất, kinh doanh, dịch vụ, sinh hoạt hoặc các hoạt động khác.

Chất thải rắn (CTR) là chất thải ở thể rắn hoặc sệt (còn gọi là bùn thải) được thải ra từ sản xuất, kinh doanh, dịch vụ, sinh hoạt hoặc các hoạt động khác.

Chất thải thông thường là chất thải không thuộc danh mục chất thải nguy hại hoặc thuộc danh mục chất thải nguy hại nhưng có yếu tố nguy hại dưới ngưỡng chất thải nguy hại.

Chất thải rắn sinh hoạt (CTR SH) là CTR phát sinh trong sinh hoạt thường ngày của con người.

Chất thải rắn công nghiệp (CTR CN) là CTR phát sinh từ hoạt động sản xuất, kinh doanh, dịch vụ.

Chất thải nguy hại (CTNH) là chất thải chứa yếu tố độc hại, phóng xạ, lây nhiễm, dễ cháy, dễ nổ, gây ăn mòn, gây ngộ độc hoặc có đặc tính nguy hại khác.

Quản lý chất thải là quá trình phòng ngừa, giảm thiểu, giám sát, phân loại, thu gom, vận chuyển, tái sử dụng, tái chế và xử lý chất thải.

Phân định chất thải là quá trình phân biệt một vật chất là chất thải hay không phải là chất thải, chất thải nguy hại hay chất thải thông thường và xác định chất thải đó thuộc một loại hoặc một nhóm chất thải nhất định với mục đích để phân loại và quản lý trên thực tế.

Phân loại chất thải là hoạt động phân tách chất thải (đã được phân định) trên thực tế nhằm chia thành các loại hoặc nhóm chất thải để có các quy trình quản lý khác nhau.

Vận chuyển chất thải là quá trình chuyên chở chất thải từ nơi phát sinh đến nơi xử lý, có thể kèm theo hoạt động thu gom, lưu giữ (hay tập kết) tạm thời, trung chuyển chất thải và sơ chế chất thải tại điểm tập kết hoặc trạm trung chuyển.

Tái sử dụng chất thải là việc sử dụng lại chất thải một cách trực tiếp hoặc sau khi sơ chế mà không làm thay đổi tính chất của chất thải.

Sơ chế chất thải là việc sử dụng các biện pháp kỹ thuật cơ - lý đơn thuần nhằm thay đổi tính chất vật lý như kích thước, độ ẩm, nhiệt độ để tạo điều kiện thuận lợi cho việc phân loại, lưu giữ, vận chuyển, tái sử dụng, tái chế, đồng xử lý, xử lý nhằm phối trộn hoặc tách riêng các thành phần của chất thải cho phù hợp với các quy trình quản lý khác nhau.

Tái chế chất thải là quá trình sử dụng các giải pháp công nghệ, kỹ thuật để thu lại các thành phần có giá trị từ chất thải.

Thu hồi năng lượng từ chất thải là quá trình thu lại năng lượng từ việc chuyển hóa chất thải.

Xử lý chất thải là quá trình sử dụng các giải pháp công nghệ, kỹ thuật (khác với sơ chế) để làm giảm, loại bỏ, cô lập, cách ly, thiêu đốt, tiêu hủy, chôn lấp chất thải và các yếu tố có hại trong chất thải.

Đồng xử lý chất thải là việc kết hợp một quá trình sản xuất sẵn có để tái chế, xử lý, thu hồi năng lượng từ chất thải, trong đó chất thải được sử dụng làm nguyên vật liệu, nhiên liệu thay thế hoặc được xử lý.

1.2. Tổng quan về hệ thống quản lý CTR

Quản lý chất thải cần tuân thủ các yêu cầu sau:

1. Chất thải phải được quản lý trong toàn bộ quá trình phát sinh, giảm thiểu, phân loại, thu gom, vận chuyển, tái sử dụng, tái chế và tiêu hủy.
2. Chất thải thông thường có lẫn CTNH vượt ngưỡng quy định mà không thể phân loại được thì phải quản lý theo quy định của pháp luật về CTNH.

Quản lý thống nhất CTR là việc lựa chọn và áp dụng kỹ thuật, công nghệ và chương trình quản lý thích hợp nhằm hoàn thành mục tiêu đặc biệt quản lý CTR. Thứ bậc ưu tiên trong quản lý thống nhất CTR như sau:

- ✓ Ngăn ngừa
- ✓ Giảm thiểu
- ✓ Tái sử dụng
- ✓ Tái chế
- ✓ Thu hồi năng lượng
- ✓ Xử lý
- ✓ Chôn lấp

Hệ thống phân cấp thứ bậc quản lý chất thải chủ yếu dựa trên các khái niệm “3R”, đó là giảm thiểu (Reduce), tái sử dụng (Reuse) và tái chế (Recycle). Cách tiếp cận thích hợp nhất là ngăn ngừa, giảm thiểu lượng chất thải phát sinh càng nhiều càng tốt và do đó giảm thiểu dòng thải. Khi không thể ngăn ngừa, giảm thiểu thì áp dụng các biện pháp tái sử dụng, tái chế, thu hồi năng lượng và cuối cùng là xử lý và thải bỏ CTR.

Giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế chất thải

1. Chất thải có khả năng tái sử dụng, tái chế và thu hồi năng lượng phải được phân loại.
2. Chủ cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ làm phát sinh chất thải có trách nhiệm giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế và thu hồi năng lượng từ chất thải hoặc chuyển giao cho cơ sở có chức năng phù hợp để tái sử dụng, tái chế và thu hồi năng lượng.

Thu hồi, xử lý sản phẩm thải bỏ

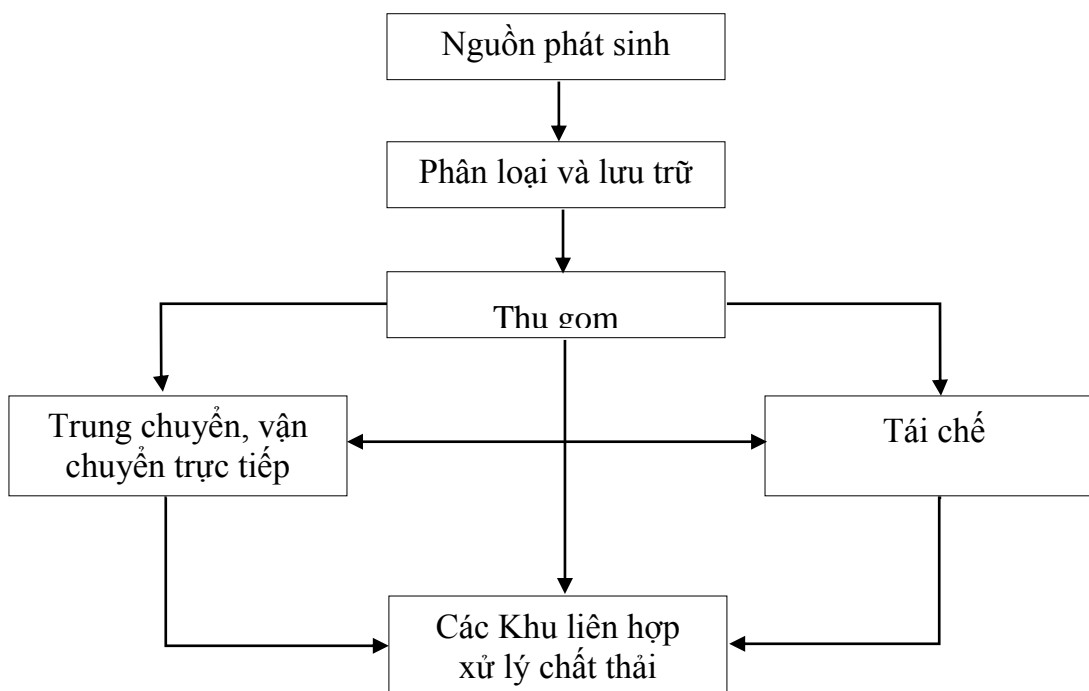
1. Chủ cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ phải thu hồi, xử lý sản phẩm thải bỏ.
2. Người tiêu dùng có trách nhiệm chuyển sản phẩm thải bỏ đến nơi quy định.

3. Ủy ban nhân dân các cấp, cơ quan quản lý nhà nước về bảo vệ môi trường có trách nhiệm tạo điều kiện thuận lợi để cơ sở sản xuất, kinh doanh, dịch vụ tổ chức việc thu gom sản phẩm thải bỏ.

4. Việc thu hồi, xử lý sản phẩm thải bỏ thực hiện theo quyết định của Thủ tướng Chính phủ.

Hệ thống quản lý CTR là sự kết hợp kiểm soát nguồn thải, tồn trữ, phân loại, thu gom, trung chuyển và vận chuyển, xử lý và thải bỏ CTR theo phương thức tốt nhất cho sức khỏe cộng đồng, kinh tế, kỹ thuật, bảo tồn, cảnh quan và các vấn đề môi trường khác. Hệ thống quản lý CTR chia thành 02 loại như sau:

Hệ thống quản lý kỹ thuật CTR bao gồm: (1) lưu giữ tại nguồn phát thải, (2) thu gom tại nguồn phát thải và trên đường phố, (3) trung chuyển và vận chuyển, (4) tái chế và xử lý, (5) chôn lấp vệ sinh. Tất cả các công đoạn (1 – 5) của toàn bộ hệ thống có quan hệ mật thiết và hỗ trợ lẫn nhau, đặc biệt khi thực hiện các phương thức quản lý mới nhằm tăng cường hoạt động tái chế (nguyên liệu và năng lượng), giảm khối lượng chất thải ra các bãi chôn lấp, giảm phát thải carbon và phát triển bền vững.



Hình 1.1. Sơ đồ hệ thống kỹ thuật quản lý CTR

Mỗi công đoạn của hệ thống kỹ thuật – công nghệ có chức năng và yêu cầu trang thiết bị khác nhau:

Lưu giữ tại nguồn: tại các nguồn phát thải (hộ gia đình, cơ quan, trường học, siêu thị, chợ...) CTR sinh hoạt thường được chứa trong thùng (plastic, inox, tre...) với dung tích khác nhau (10 – 120 L, có thể đến 660 L) phù hợp cho hoạt động chuyên chở. Các thùng đựng chất thải (số lượng và cấu tạo) sẽ ảnh hưởng đến vệ sinh và cảm quan (nước rỉ rác, mùi, chuột, gián, ...). Việc phân loại chất thải tại nguồn thành hai loại (hoặc nhiều hơn) sẽ được thực hiện tại công đoạn này. Khi thực hiện công tác phân

loại, mỗi chủ nguồn thải phải có ít nhất hai thùng đựng chất thải, một thùng đựng chất thải thực phẩm và một thùng đựng các loại chất thải còn lại.

Thu gom tại nguồn: CTR SH (có thành phần thực phẩm dễ thối rữa chiếm 40 – 60% khối lượng ướt) đang được thu gom mỗi ngày bằng xe đẩy tay (660L), xe tải nhỏ (0,5 – 1,0 tấn/xe) các loại và đưa về các bãi/trạm trung chuyển. Mức độ vệ sinh của các loại xe này quyết định tính thẩm mỹ và vệ sinh trên đường phố. Đây là thành phần quan trọng nhất cần được đầu tư từ (a) nguồn tài chính công hoặc (b) lợi ích kinh tế có được từ khâu tái chế để nâng cao hiệu quả (môi trường và thẩm mỹ) của hệ thống quản lý CTR. Việc cải tiến xe đẩy tay (660L) thủ công thành xe bán cơ giới mang lại lợi ích to lớn như vận chuyển nhanh hơn, quãng đường dài hơn, đầu tư xe đẩy tay ít hơn, số lượng điểm hẹn và trạm trung chuyển ít hơn).

Trung chuyển và vận chuyển: các xe ép rác chuyên dụng có tải trọng 4 – 15 tấn/xe vận chuyển chất thải từ các trạm trung chuyển (kín/hở) lên các khu liên hợp nhằm giảm chi phí vận chuyển (chiếm 50% chi phí quản lý CTR). Các phương tiện vận chuyển đạt chất lượng môi trường và cảm quan, tuy nhiên chất lượng cần được đầu tư nhiều hơn do CTR (nước và khí thải) có khả năng ăn mòn cao. Các trạm trung chuyển cũng cần cải tiến để đảm bảo các qui chuẩn về môi trường.

Tái chế và xử lý: đây là bộ phận mang lại lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường lớn nhất, nhưng cũng đòi hỏi kỹ thuật – công nghệ, vốn đầu tư và chi phí vận hành cao.

Tại TP.HCM đến năm 2018 có hai nhà máy tái chế và sản xuất compost hoạt động tại Khu liên hiệp (KLH) xử lý chất thải Phước Hiệp, huyện Củ Chi, gồm Nhà máy của Công ty Cổ phần Vietstar – Lemna hoạt động tại Phước Hiệp, huyện Củ Chi công suất 1.200 tấn/ngày (tiếp nhận thực tế 1.200 tấn, trong đó tái chế nhựa khoảng 10 tấn, sản xuất phân compost 700 tấn, còn lại trả về bãi chôn lấp) và Nhà máy của Công ty Cổ phần Tâm Sinh Nghĩa công suất 1.000 tấn/ngày (tiếp nhận thực tế 1.100 tấn, trong đó 400 tấn được xử lý làm phân compost, 700 tấn đốt). Thành phố có 02 bãi chôn lấp nằm trong 02 KLH xử lý chất thải của thành phố, gồm bãi chôn lấp số 03 (dự phòng) của Công ty TNHH MTV Môi trường đô thị Thành phố tại KLH Phước Hiệp, huyện Củ Chi và bãi chôn lấp của Công ty TNHH xử lý CTR Việt Nam (VWS) tại KLH Đa Phước, huyện Bình Chánh, công suất tiếp nhận của 02 bãi trên 10.000 tấn/ngày (hiện nay tiếp nhận khoảng 7.000 - 7.200 tấn/ngày). Trong hệ thống quản lý kỹ thuật – công nghệ của thành phố hiện nay, lợi ích kinh tế do hoạt động tái chế và xử lý, như sản xuất khí sinh học kết hợp phát điện, sản xuất compost và chế biến phân hữu cơ, ... sẽ là nguồn tài chính “bền vững” hỗ trợ cho Chương trình phân loại CTR tại nguồn và Tổ chức lại hệ thống thu gom rác dân lập (hỗ trợ đầu tư trang thiết bị và bảo hiểm).

Hệ thống quản lý nhà nước về CTR:

Sở Tài nguyên và Môi trường: chịu trách nhiệm trong quản lý chất thải, giám sát chất lượng môi trường, quản lý và thực hiện các chính sách và quy định về quản lý chất thải do Bộ Tài nguyên và Môi trường và Ủy ban nhân dân thành phố ban hành, phê duyệt báo cáo ĐTM cho các dự án xử lý chất thải.

Sở Tài nguyên và Môi trường: chủ trì và phối hợp với Sở ngành liên quan xem xét và lựa chọn các bãi chôn lấp rác thải, sau đó đề xuất với Ủy ban nhân dân thành phố phê duyệt bãi chôn lấp phù hợp nhất.

Chi Cục bảo vệ Môi trường và Phòng Quản lý CTR thực hiện công tác quản lý chính sách, quản lý điều hành, cũng như giải quyết các sự vụ, sự cố về môi trường thuộc lĩnh vực nước thải, khí thải, CTR, chất thải nguy hại, tiếng ồn, bùn hầm cầu, nhà vệ sinh công cộng và nghĩa trang.

Ban quản lý các KLH xử lý chất thải: chịu trách nhiệm quản lý các Khu liên hợp xử lý chất thải và giám sát nghiệm thu, thanh toán các hoạt động dịch vụ công có sử dụng nguồn ngân sách của nhà nước.

1.3. Nguồn phát sinh CTR

Các nguồn gốc phát sinh CTR bao gồm:

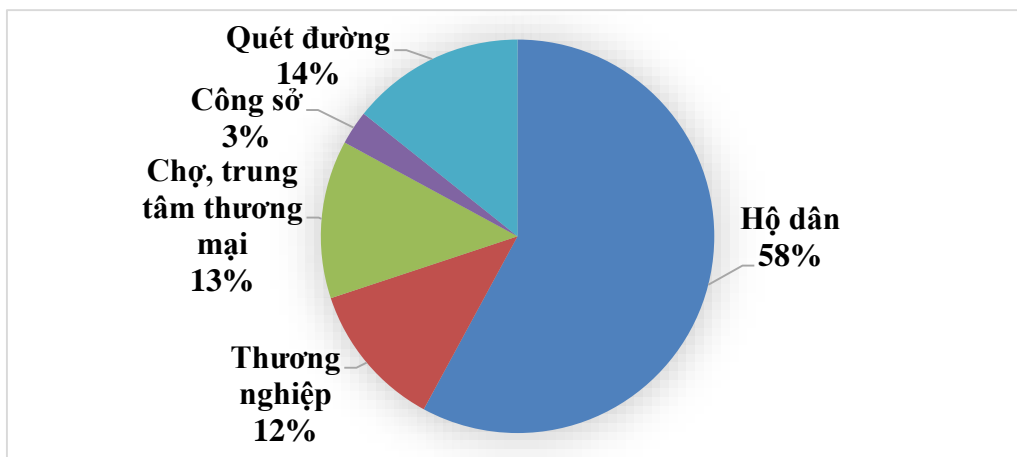
- ✓ Khu dân cư
- ✓ Khu thương mại
- ✓ Công sở, trường học
- ✓ Khu công cộng
- ✓ Xây dựng
- ✓ Công nghiệp
- ✓ Nông nghiệp
- ✓ Trạm xử lý

Bảng 1.1. Nguồn gốc phát sinh các loại CTR

Nguồn phát sinh	Nơi phát sinh	Các dạng CTR
Khu dân cư	Hộ gia đình, biệt thự, chung cư.	Thực phẩm dư thừa, giấy, can nhựa, thủy tinh, can thiếc, nhôm.
Khu thương mại	Nhà kho, nhà hàng, chợ, khách sạn, nhà trọ, các trạm sửa chữa và dịch vụ.	Giấy, nhựa, thực phẩm thừa, thủy tinh, kim loại, chất thải nguy hại.
Cơ quan, công sở	Trường học, bệnh viện, văn phòng cơ quan chính phủ.	Giấy, nhựa, thực phẩm thừa, thủy tinh, kim loại, CTNH.
Công trình xây dựng và phá hủy	Khu nhà xây dựng mới, sửa chữa nâng cấp mở rộng đường phố, cao ốc, san nền xây dựng.	Gạch, betong, thép, gỗ, thạch cao, bụi...
Dịch vụ công cộng đô thị	Hoạt động dọn rác vệ sinh đường phố, công viên, khu vui chơi giải trí, bãi tắm.	Rác vườn, cành cây cắt tỉa, chất thải chung tại các khu vui chơi, giải trí.
Nhà máy xử lý	Nhà máy xử lý nước cấp, nước	Bùn, tro

chất thải đô thị	thải và các quá trình xử lý chất	
Công nghiệp	Công nghiệp xây dựng, chế tạo, công nghiệp nặng, nhẹ, lọc dầu, hoá chất, nhiệt điện.	Chất thải do quá trình chế biến công nghiệp, phế liệu, và các rác thải sinh hoạt.
Nông nghiệp	Đồng cỏ, đồng ruộng, vườn cây ăn quả, nông trại.	Thực phẩm bị thối rữa, sản phẩm nông nghiệp thừa, rác, chất độc hại

(Nguồn: *Integrated Solid Waste Management, McGRAW-HILL 1993*)



Hình 1.2. Khối lượng CTR phát sinh từ các nguồn thải tại Tp. HCM năm 2011

(Nguồn: Báo cáo Hệ thống quản lý CTR đô thị tại Tp. HCM, Sở TN&MT Tp. HCM, 2011)



Hình 1.3. Nguồn phát sinh CTR tại Tp. HCM năm 2013

(Nguồn: Báo cáo Hiện trạng hệ thống quản lý CTR SH tại Tp. HCM, Sở TN&MT Tp. HCM, 2013)

1.4. Phân loại CTR

1.4.1. Cách phân loại CTR

Có nhiều cách phân loại CTR như sau:

- ✓ Theo nguồn gốc phát sinh: CTR SH, CTR công nghiệp, CTR nông nghiệp, CTR xây dựng
- ✓ Theo mức độ nguy hại: CTR nguy hại, CTR y tế nguy hại, CTR không nguy hại
- ✓ Theo thành phần vật lý – hóa học: CTR hữu cơ (phân hủy sinh học, không phân hủy sinh học), CTR vô cơ (kim loại, không kim loại)
- ✓ Theo khả năng tái chế, thu hồi vật liệu: CTR tái chế được và không tái chế được
- ✓ Theo khả năng cháy: CTR cháy được, CTR không cháy, CTR hỗn hợp

Phân loại, lưu giữ CTR SH

1. CTR SH được phân loại tại nguồn phù hợp với mục đích quản lý, xử lý thành các nhóm như sau:

- a) Nhóm hữu cơ dễ phân hủy (nhóm thức ăn thừa, lá cây, rau, củ, quả, xác động vật);
- b) Nhóm có khả năng tái sử dụng, tái chế (nhóm giấy, nhựa, kim loại, cao su, ni lông, thủy tinh);
- c) Nhóm còn lại.

2. CTR SH sau khi được phân loại được lưu giữ trong các bao bì hoặc thiết bị lưu chứa phù hợp.

3. Việc phân loại CTR SH phải được quản lý, giám sát, tuyên truyền và vận động tổ chức, cá nhân, hộ gia đình chấp hành theo quy định, bảo đảm yêu cầu thuận lợi cho thu gom, vận chuyển và xử lý.

4. Ủy ban nhân dân cấp tỉnh hướng dẫn và tổ chức thực hiện phân loại CTR SH phù hợp với điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội cụ thể của mỗi địa phương.

Phân định, phân loại và lưu giữ CTR công nghiệp thông thường

1. CTR công nghiệp thông thường phải được phân định, phân loại riêng với CTNH, trường hợp không thể phân loại được thì phải quản lý theo quy định về CTNH.

2. Việc phân định, phân loại, lưu giữ CTR công nghiệp thông thường phải đáp ứng yêu cầu kỹ thuật và quy trình quản lý theo quy định.

1.4.2. Phân loại CTR tại nguồn

1. Mục tiêu

- ✓ Thực hiện tái sử dụng, tái chế
- ✓ Thu hồi năng lượng
- ✓ Giảm chôn lấp chất thải

2. Lợi ích

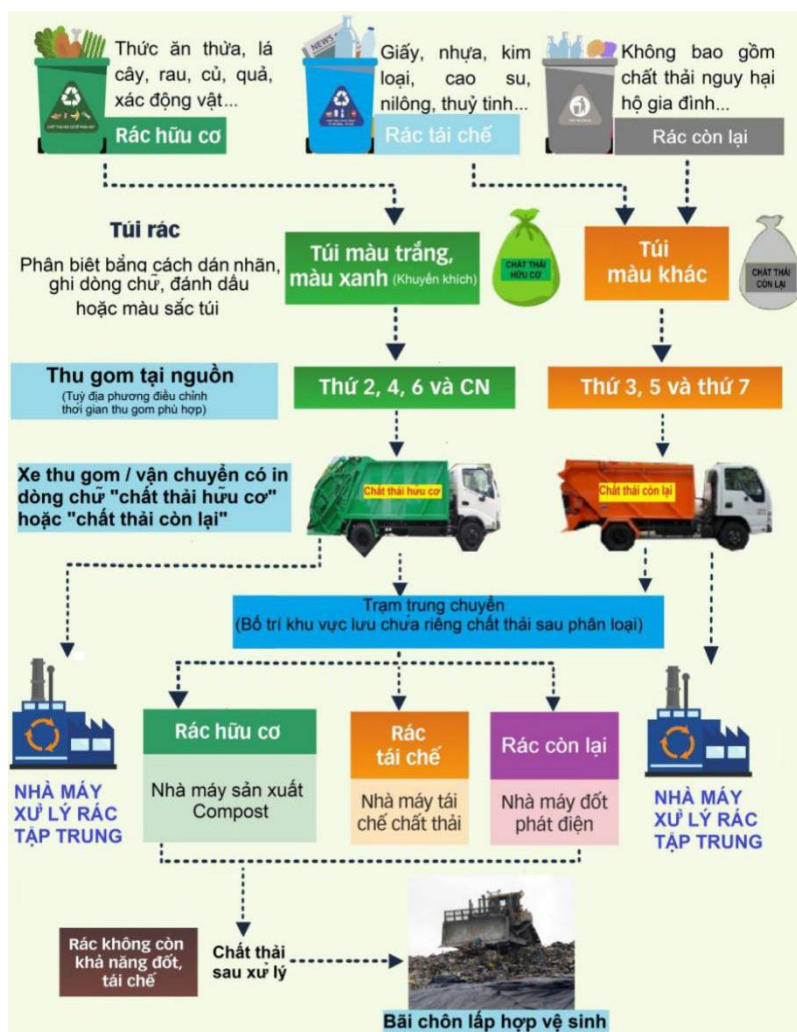
- ✓ Nâng cao nhận thức cộng đồng trong thải bỏ CTR

- ✓ Giảm CTR phát sinh, giảm thiểu ô nhiễm môi trường nước, không khí
- ✓ Nâng cao hoạt động tái sử dụng, tái chế chất thải
- ✓ Tạo thêm nguồn nguyên liệu để sản xuất, bảo vệ tài nguyên thiên nhiên, tiết kiệm quỹ đất
- ✓ Giảm chi phí trong quản lý và xử lý CTRSH
- ✓ Nâng cao hiệu quả hệ thống quản lý nhà nước về quản lý CTR góp phần bảo vệ môi trường

3. Ý nghĩa của việc phân loại

- ✓ Nhóm chất thải hữu cơ dễ phân hủy để làm nguyên liệu cho sản xuất phân compost, tái sử dụng năng lượng (biogas)
- ✓ Nhóm chất thải có khả năng tái chế, tái sử dụng (hay còn gọi là phế liệu) để tái sử dụng, tái chế
- ✓ Nhóm chất thải còn lại để đốt hoặc chôn lấp hợp vệ sinh

Tại Tp. HCM, PLRTN được thực hiện theo Quyết định số 44/2018/QĐ-UBND ngày 14/11/2018 của UBND Tp. HCM về phân loại CTR SH tại nguồn như sau:



Hình 1.4. Quy trình phân loại, thu gom, vận chuyển, xử lý CTR SH ở Tp.HCM

**HÃY PHÂN LOẠI “RÁC” THẢI TẠI NGUỒN
ĐỂ CHẤT THẢI ĐƯỢC TÁI SỬ DỤNG, TÁI CHẾ**

CHI TIẾT CÁC NHÓM CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT ĐƯỢC PHÂN LOẠI

CHẤT THẢI HỮU CƠ ĐỂ PHÂN HỦY	CHẤT THẢI TÁI CHẾ, TÁI SỬ DỤNG (PHẾ LIỆU)	CHẤT THẢI CÒN LẠI
<ul style="list-style-type: none"> Thức ăn thừa, các loại thực phẩm hết hạn sử dụng; Các loại rau, củ, quả hư hỏng; Vỏ sò, vỏ hến, vỏ trứng; Cỏ, lá cây, hoa các loại; Bã trà, bã cà phê; Các loại vỏ, hạt trái cây; Xác động vật; Phân gia cầm, gia súc nuôi; Bã mía, rơm; Giấy ăn sau sử dụng; Tro, trấu thải; 	<ul style="list-style-type: none"> Tạp chí, báo, giấy, sách vở các loại; Vỏ hộp sữa, hộp giấy carton, thùng carton, hộp đựng trứng, khay đựng trứng; Đồ nhựa các loại (lon nước ngọt, xô, chậu, túi,...) Đồ nhôm (lon bia, nồi, ấm, ...) Đồ thủy tinh (chai, lọ, ...) Đồ kim loại (sắt, thép, ...) Nhóm cao su (vỏ xe, sẫm lốp) 	<ul style="list-style-type: none"> Băng, đá, giấy vệ sinh,... Vỏ bao bì bánh, kẹo, giấy bạc; Hạt hút ẩm, đồ sành, sứ, gốm vỡ; Túi nylon; Vải, sợi, khẩu trang; Giấy dệp, găng tay; Đầu lọc thuốc lá, tóc, đất, cát; Dao, lưỡi lam, kéo; Than tổ ong.

LƯU Ý:

Rác có kích thước lớn (xà bàn, gỗ, tủ, bàn, ghế sofa...):

- ⊘ Không được bỏ chung vào rác sinh hoạt.
- ⊘ Hộ gia đình, chủ nguồn thải thỏa thuận với đơn vị thu gom, vận chuyển có chức năng để chuyển giao.

CHẤT THẢI NGUY HẠI HỘ GIA ĐÌNH

Pin, ắc qui đã qua sử dụng, bóng đèn huỳnh quang cũ, vỏ chai lọ đựng hóa chất nguy hại, chất thải điện tử,...

ĐIỂM TIẾP NHẬN HOẶC THU HỒI CHẤT THẢI NGUY HẠI

Hình 1.5. Chi tiết các nhóm CTR SH được phân loại ở Tp. HCM

(Theo QĐ 44/2018/QĐ-UBND ngày 14/11/2018)

1.5. Nguyên tắc 3R, 5R, 7R

Mô hình quản lý CTR 3R

- Giảm thiểu (Reduce)

Giảm thiểu là việc giảm khối lượng chất thải thông qua thay đổi lối sống và thói quen sử dụng, cải tiến quy trình sản xuất, mua sắm xanh v.v...

Giảm thiểu là nội dung hiệu quả nhất trong 3 giải pháp R cho sử dụng tài nguyên và giảm thiểu chất thải. Về mặt nội dung, giảm thiểu có thể được coi là sự tối ưu hóa quá trình với việc sản xuất ra lượng sản phẩm cao nhất, nhưng thải ra môi trường một lượng chất thải thấp nhất. Quá trình này đòi hỏi phải vận dụng kỹ năng hiểu biết không

chỉ về sản phẩm, dòng thải như tái chế hay tái sử dụng, mà còn phải nắm rõ về quá trình sản xuất, loại nguyên nhiên liệu hay năng lượng sử dụng cho đầu vào.

- Tái sử dụng (Reuse)

Tái sử dụng được hiểu là tính đa dụng của một sản phẩm, sử dụng đúng với tính chất/chức năng của sản phẩm đó hoặc cho một Mục đích khác, có hoặc không có tu chỉnh.

Tái sử dụng có thể được coi là việc sử dụng một sản phẩm nhiều lần cho đến hết tuổi thọ sản phẩm. Nếu như tái sử dụng theo nghĩa truyền thống để chỉ việc sản phẩm được sử dụng nhiều lần theo cùng chức năng gốc thì ngày nay, có thể hiểu thêm việc tái sử dụng còn là sử dụng sản phẩm theo một chức năng mới, Mục đích mới. Tái sử dụng có lợi cả về mặt kinh tế lẫn môi trường theo những ưu điểm sau:

- ✓ Tiết kiệm năng lượng và nguyên liệu thô, đồng thời giảm hoạt động sản xuất dẫn đến giảm tải lượng thải;
- ✓ Giảm lượng chất thải và qua đó, giảm được các chi phí thu gom, vận chuyển và xử lý vật chất thải;
- ✓ Tạo cơ hội cho những nền kinh tế chậm phát triển thông qua việc tiếp cận sản phẩm tái sử dụng với giá thành rẻ, tạo thêm việc làm cho những công việc phục hồi, làm mới sản phẩm...

Tuy nhiên, tái sử dụng cũng có một số nhược điểm như sau:

- ✓ Nhiều loại sản phẩm, khi tái sử dụng thường có hiệu suất kém, tiêu hao năng lượng lớn, gây tác động xấu đến môi trường, đồng thời phải tốn chi phí làm mới và vận chuyển;
- ✓ Sản phẩm tái sử dụng thường đòi hỏi bền hơn và thời hạn sử dụng lâu hơn, do đó sẽ tốn chi phí sản xuất ban đầu;
- ✓ Sắp xếp phục hồi, làm mới sản phẩm thường tốn thời gian, và gây tác động nhất định đến môi trường.

- Tái chế (Recycle)

Tái chế được hiểu là việc sử dụng chất thải vào Mục đích khác qua chế biến (gồm cả sự phân tách, làm sạch, nấu chảy, biến chế...). Hầu hết vụn phế thải đều được dùng làm nguyên liệu cho các Mục đích sử dụng khác

Tái chế là việc tái sản xuất các vật liệu thải bỏ thành những sản phẩm mới. Quá trình tái chế ban đầu có Mục tiêu ngăn chặn lãng phí nguồn tài nguyên, tiết kiệm chi phí thông qua giảm tiêu thụ nguyên liệu thô cũng như nhiên liệu sử dụng so với quá trình sản xuất cơ bản từ nguyên liệu thô. Tái chế có thể chia thành 2 dạng, tái chế ngay tại nguồn từ quy trình sản xuất và tái chế nguyên liệu từ sản phẩm thải.

Các ưu điểm của quá trình tái chế có thể được liệt kê ra như sau:

- ✓ Tận dụng được nguồn nguyên liệu có thể sử dụng thay vì sản xuất từ nguyên liệu thô, qua đó tiết kiệm chi phí khai thác, xử lý nguồn nguyên liệu, tiết kiệm năng lượng;

- ✓ Giảm thiểu được lượng chất thải cần xử lý, qua đó, giảm thiểu được chi phí, năng lượng cần thiết để xử lý nguồn thải này theo các giải pháp truyền thống;
- ✓ Tăng thêm việc làm trong lĩnh vực tái chế, thông qua quá trình thu gom, vận chuyển, làm sạch, tái chế.

Trong thứ tự ưu tiên về quản lý chất thải, giảm thiểu (reduce) được đặt lên vị trí đầu, tiếp đến là tái sử dụng (reuse) rồi đến tái chế (recycling), cuối cùng mới đến tiêu hủy (disposal).

Mô hình quản lý CTR 5R

5R áp dụng trong quản lý CTR bao gồm các khái niệm:

- Thay đổi (Rethink): Thay đổi hành vi và nhận thức nhằm sử dụng tài nguyên có hiệu quả, từ đó hạn chế việc tạo ra chất thải.
- Từ chối (Refuse): Từ chối các quy trình công nghệ, các nguồn nguyên liệu và các sản phẩm gây ảnh hưởng tới môi trường.
- Giảm thiểu (Reduce)
- Tái sử dụng (Reuse)
- Tái chế (Recycle)

Ý nghĩa của hoạt động 5R là một trong những giải pháp quan trọng trong việc góp phần bảo vệ môi trường, làm tăng hiệu quả sản xuất, thực chất của quá trình này là áp dụng các công nghệ, kỹ thuật mới, kỹ thuật cao vào trong quá trình sản xuất, tiết kiệm nguyên liệu, nhiên liệu mà vẫn đảm bảo năng suất, chất lượng sản phẩm.

Mô hình quản lý CTR 7R

7R áp dụng trong quản lý CTR bao gồm các khái niệm:

- Thay đổi (Rethink)
- Từ chối (Refuse)
- Giảm thiểu (Reduce)
- Tái sử dụng (Reuse)
- Sửa chữa (Repair): sửa chữa sản phẩm hơn là mua cái mới.
- Thu hồi (Recover): Thu hồi vật liệu hay năng lượng.
- Tái chế (Recycle)

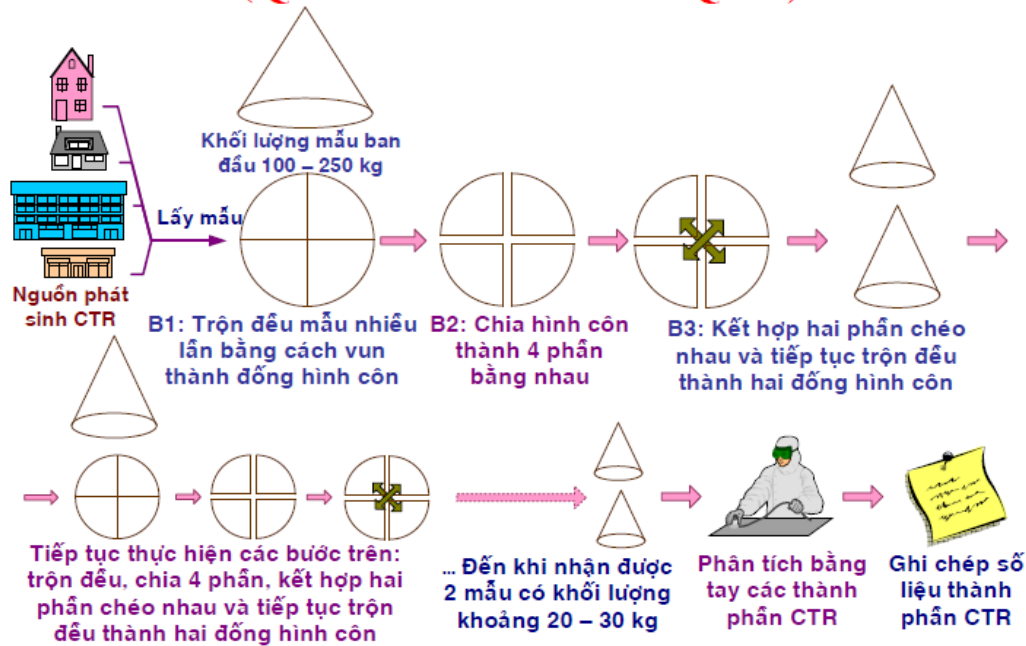
1.6. Thành phần, tính chất của CTR

1.6.1. Thành phần của CTR

Thành phần của CTR được xác định theo phương pháp “một phần tư” như sau:

- Mẫu CTR ban đầu được lấy từ khu vực nghiên cứu có khối lượng khoảng 100 – 250 kg. Đổ đồng rác tại một nơi độc lập riêng biệt, xáo trộn đều bằng cách vun thành đồng hình côn nhiều lần. Khi mẫu đã trộn đều đồng nhất, chia hình côn làm 4 phần bằng nhau.

KỸ THUẬT “MỘT PHẦN TƯ” (QUARTER TECHNIQUE)



Hình 1.6. Kỹ thuật “Một phần tư” để xác định thành phần của CTR

(Integrated Solid Waste Management, McGraw-Hill 1993)

- Kết hợp 2 phần chéo nhau và tiếp tục trộn đều thành 1 đồng hình côn. Tiếp tục thực hiện bước trên cho đến khi đạt được mẫu thí nghiệm có khối lượng khoảng 20 – 30 kg để phân tích thành phần.
- Mẫu rác sẽ được phân loại thủ công bằng tay. Mỗi thành phần sẽ được đặt vào mỗi khay tương ứng. Sau đó đem cân các khay và ghi khối lượng của các thành phần. Để có số liệu các thành phần chính xác, các mẫu thu thập nên theo từng mùa trong năm.

Bảng 1.2. Thành phần CTR tại BCL ở Tp. HCM

Thành phần	% khối lượng	Thành phần	% khối lượng
Nylon	30,9	Tre, rơm rạ, lá cây, xác rau quả	13,8
Nhựa	1,6	Sơ dừa	1,5
Vải	11,3	Thủy tinh	0,3
Cao su	2,1	Kim loại	0,9
Xốp	0,1	Pin	0,2
Giấy	1,5	Vỏ sò, xương động vật	1,1
Simili	0,6	Đá và sành sứ	0,5

Da	0,2	Bao tải	0,5
Gỗ	0,5	Tả giấy, bông gòn	0,3
		Hỗn hợp mùn	32,1

(Nguồn: Báo cáo Hệ thống QL CTR ĐT tại Tp. HCM, Sở TN&MT Tp. HCM, 2011)

1.6.2. Tính chất của CTR

1.6.2.1. Tính chất vật lý

a) Khối lượng riêng

Khối lượng riêng của CTR được định nghĩa là khối lượng của CTR tính trên 1 đơn vị thể tích (kg/m^3). Bởi vì CTR có thể ở những trạng thái như: chứa trong các thùng chứa container, không nén, nén... nên khi báo cáo giá trị khối lượng riêng phải chú thích trạng thái của các mẫu rác một cách rõ ràng. Dữ liệu khối lượng riêng rất cần thiết 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 chọn giá trị thiết kế. Khối lượng riêng của một chất thải đô thị biến đổi từ $180 - 400 \text{ kg}/\text{m}^3$, điển hình khoảng $300 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Mẫu CTR được sử dụng 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 30 cm và thả rơi tự do xuống 4 lần.
3. Đổ nhẹ mẫu CTR vào thùng thí nghiệm để bù vào 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 thu được khối lượng của CTR thí nghiệm.
6. Chia khối lượng CTR cho thể tích của thùng thí nghiệm thu được khối lượng riêng của CTR.
7. Lập lại thí nghiệm ít nhất 2 lần và lấy giá trị khối lượng riêng trung bình.

b) Độ ẩm

Độ ẩm của CTR được biểu diễn bằng một trong hai phương pháp sau: Phương pháp khối lượng ướt và phương pháp khối lượng khô. Theo phương pháp khối lượng ướt: độ ẩm tính theo khối lượng ướt của vật liệu là phần trăm khối lượng ướt của vật liệu. Theo phương pháp khối lượng khô: độ ẩm tính theo khối lượng khô của vật liệu là phần trăm khối lượng khô vật liệu. 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:

$$a = \frac{w-d}{w} \times 100\% \quad (1.1)$$

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 1.3. Thành phần và độ ẩm của CTR

Thành phần	Phần trăm khối lượng (%)	Độ ẩm (%)
Chất hữu cơ		
Thực phẩm thừa	9,0	70
Giấy	34,0	6
Giấy carton	6,0	5
Nhựa	7,0	2
Vải vụn	2,0	10
Cao su	0,5	2
Da	0,5	10
Chất thải trong vườn	18,5	60
Gỗ	2,0	20
Chất vô cơ		
Thủy tinh	8,0	2
Can thiếc	6,0	3
Nhôm	0,5	2
Vật liệu khác	3,0	3
Bụi, tro	3,0	8

(Nguồn: *Integrated Solid Waste Management, McGRAW-HILL 1993*)

Bài tập 1.1. Ước tính độ ẩm của 100 kg rác thải khu dân cư đô thị khi biết các phần trăm khối lượng của các thành phần và độ ẩm như bảng trên.

Giải

1. Tính khối lượng khô của từng thành phần

Thành phần	Phần trăm khối lượng (%)	Độ ẩm (%)	Khối lượng khô (kg)
Chất hữu cơ			
Thực phẩm thừa	9,0	70	2,7
Giấy	34,0	6	32,0
Giấy carton	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
Chất thải trong vườn	18,5	60	7,4
Gỗ	2,0	20	1,6
Chất vô cơ			
Thủy tinh	8,0	2	7,8
Can thiếc	6,0	3	5,8
Nhôm	0,5	2	0,5
Vật liệu khác	3,0	3	2,9
Bụi, tro	3,0	8	2,8
Tổng	100		78,8

2. Tính độ ẩm của CTR

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

c) Kích thước và cấp phối hạt

Kích thước và cấp phối hạt của vật liệu thành phần trong CTR đóng vai trò rất quan trọng trong việc tính toán và thiết kế các phương tiện cơ khí như: thu hồi vật liệu, đặc biệt là sử dụng các sàng lọc phân loại bằng máy hoặc phân chia bằng phương pháp từ tính.

Kích thước của từng thành phần chất thải có thể xác định bằng một hoặc nhiều phương pháp như sau:

$$SC = 1 \quad (1.2)$$

$$SC = (1 + w)/2 \quad (1.3)$$

$$SC = (1 + w + h)/3 \quad (1.4)$$

$$SC = (1 \times w)^{1/2} \quad (1.5)$$

$$SC = (1 \times w \times h)^{1/3} \quad (1.6)$$

Trong đó: SC là kích thước của các thành phần

L là chiều dài, (mm)

w là chiều rộng, (mm)

h là 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 chất thải mà chúng ta chọn phương pháp đo lường cho phù hợp.

d) Khả năng giữ nước thực tế

Khả năng giữ nước thực tế của CTR là toàn bộ lượng nước mà nó có thể giữ lại trong mẫu chất thải dưới tác dụng kéo xuống 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 phụ thuộc vào áp lực nén và trạng thái phân huỷ của chất thải. Khả năng giữ nước của hỗn hợp CTR (không nén) từ các khu dân cư và thương mại dao động trong khoảng 50 - 60%.

e) Độ thấm (tính thấm) của chất thải đã được nén

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

$$K = Cd^2 \frac{\gamma}{\mu} = k \frac{\gamma}{\mu} \quad (1.7)$$

Trong đó:

K: hệ số thấm

C: hằng số không thứ nguyên

d: kích thước trung bình của các lỗ rỗng trong rác

γ : khối lượng riêng của nước

μ : độ nhớt vận động của nước

k: độ thấm riêng

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

thâm riêng đối với CTR được nén trong bãi rác nằm trong khoảng $10^{-11} \div 10^{-12} \text{ m}^2$ theo phương đứng và khoảng 10^{-10} theo phương ngang.

1.6.2.2. Tính chất hóa học

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

- ✓ Phân tích gần đúng sơ bộ
- ✓ Điểm nóng chảy của tro
- ✓ Phân tích cuối cùng (các nguyên tố chính)
- ✓ Nhiệt trị của CTR

a. Phân tích sơ bộ

Phân tích 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 $105 \text{ }^\circ\text{C}$ trong 1 giờ)
- ✓ Chất dễ cháy bay hơi (khối lượng mất đi thêm vào khi đem mẫu CTR đã sấy ở $105 \text{ }^\circ\text{C}$ trong 1 giờ đốt cháy ở nhiệt độ $950 \text{ }^\circ\text{C}$ trong lò nung kín)
- ✓ Carbon cố định (phần vật liệu còn lại dễ cháy sau khi loại bỏ các chất bay hơi)
- ✓ Tro (khối lượng còn lại sau khi đốt cháy ở lò hở)

b. Điểm nóng chảy của tro

Điểm nóng chảy của tro được định nghĩa là nhiệt độ đốt cháy chất thải để ro sẽ hình thành một khối chất rắn (gọi là clinker) do sự nẩy chảy và kết tụ. Nhiệt độ nóng chảy để hình thành clinker từ CTR trong khoảng $2000 \div 2200 \text{ }^\circ\text{F}$ ($1100 \div 1200 \text{ }^\circ\text{C}$).

c. Phân tích cuối cùng các thành phần tạo thành CTR

Phân tích cuối cùng các thành phần chất thải chủ yếu 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 hoá nên phân tích cuối cùng thường bao gồm phân tích xác định các halogen. Kết quả phân tích cuối cùng được sử dụng để mô tả các thành phần hoá học của chất hữu cơ trong CTR. Kết quả phân tích còn đóng vai trò rất quan trọng trong việc xác định tỉ số C/N của chất thải có thích hợp cho quá trình chuyển hoá sinh học hay không.

Bài tập 1.2. Xác định thành phần hoá học của một mẫu rác đô thị có khối lượng ướt là 79,5 g, khối lượng khô là 58,1 g và khối lượng của các nguyên tố hoá học chứa trong mẫu chất thải dựa vào bảng số liệu 1.4.

Bảng 1.4. Thành phần hóa học của CTR

Phần trăm khối lượng (khối lượng khô)						
Thành phần	C	H	O	N	S	Tro
Chất hữu cơ						
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	7,2	31,2	-	-	10,0
Vải vụn	78,0	6,6	-	4,6	0,15	2,5
Cao su	60,0	10,0	11,6	2,0	-	10,0
Da	47,8	8,0	38,0	10,0	0,4	10,0
Chất thải trong vườn	49,5	6,0	42,7	3,4	0,3	4,5
Gỗ		6,0		0,2	0,2	1,5
	0,5		0,4			
Chất vô cơ						
Thủy tinh	4,5	0,1	4,3	< 0,1	-	98,9
Kim loại	26,3	0,6	2,0	< 0,1	-	90,5
Bụi, tro		3,0		0,5	-	90,5
					0,2	68,0

(Nguồn: *Integrated Solid Waste Management, McGRAW-HILL 1993*)

Giải

1. Bảng tóm tắt phần trăm phân phối của các nguyên tố hoá học với thành phần có nước và không có nước trong chất thải

Thành phần	Khối lượng, g	
	Không có nước	Có nước
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

2. Tính số mol của các nguyên tố bỏ qua phần tro

Thành phần	Khối lượng nguyên tử (g/mol)	Số mol	
		Không có nước	Có nước
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

3. Xác định công thức hoá học của CTR có và không có S, có và không có nước. Xác định tỉ số mol.

Thành phần	Tỷ số mol (N=1)		Tỷ số mol (S=1)	
	Không có nước	Có nước	Không có nước	Có nước
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 hoá học không có sự hiện diện của S là:

- ✓ Không có nước: $C_{60}H_{94}O_{38}N$
- ✓ Có nước: $C_{60}H_{156}O_{69}N$

Công thức hoá học có sự hiện diện của S là:

- ✓ Không có nước: $C_{760}H_{1195}O_{479}N_{13}S$
- ✓ Có nước: $C_{760}H_{1980}O_{875}N_{13}S$

d. Nhiệt trị của các thành phần CTR

Nhiệt trị của các thành phần hữu cơ trong thành phần CTR đô thị có thể được xác định bằng một trong các cách sau:

- ✓ Sử dụng nồi hay lò chưng cất qui mô lớn

- ✓ Sử dụng bình đo nhiệt trị trong phòng thí nghiệm
- ✓ Bằng cách tính toán nếu thành phần của các nguyên tố hoá học được xác định

Do khó khăn trong việc trang bị lò chung cất qui mô lớn, nên hầu hết các số liệu về nhiệt trị của các thành phần hữu cơ trong CTR đô thị đều dựa trên kết quả thí nghiệm sử dụng bình đo nhiệt trị trong phòng thí nghiệm.

Bảng 1.5. Nhiệt trị các thành phần trong CTR

Thành phần	Phần trăm khối lượng (%)	Nhiệt trị (Btu/lb)
Chất hữu cơ		
Thực phẩm thừa	9,0	2.000
Giấy	34,0	7.200
Giấy carton	6,0	7.000
Nhựa	7,0	14.000
Vải vụn	2,0	7.500
Cao su	0,5	10.000
Da	0,5	7.500
Chất thải trong vườn	18,5	2.800
Gỗ	2,0	8.000
Chất vô cơ		
Thuỷ tinh	8,0	60
Can thiếc	6,0	300
Nhôm	0,5	-
Vật liệu khác	3,0	300
Bụi, tro	3,0	3.000
Tổng	100	

(Nguồn: *Integrated Solid Waste Management, McGRAW-HILL 1993*)

Bài tập 1.3. Ước tính giá trị của rác thải khu dân cư đô thị dựa vào các số liệu về phần trăm khối lượng và giá trị nhiệt trị của từng thành phần chất thải.

Giải

Xác định giá trị nhiệt trị tổng cộng dựa vào đặc tính thành phần chất thải.

Thành phần	Phần trăm khối lượng (%)	Nhiệt trị (Btu/lb)	Tổng nhiệt trị (Btu)
Chất hữu cơ			
Thực phẩm thừa	9,0	2.000	18.000
Giấy	34,0	7.200	244.800
Giấy carton	6,0	7.000	42.000
Nhựa	7,0	14.000	98.000
Vải vụn	2,0	7.500	15.000
Cao su	0,5	10.000	5.000
Da	0,5	7.500	3.750
Chất thải trong vườn	18,5	2.800	51.800
Gỗ	2,0	8.000	16.000
Chất vô cơ			
Thủy tinh	8,0	60	480
Can thiếc	6,0	300	1.800
Nhôm	0,5	-	-
Vật liệu khác	3,0	300	900
Bụi, tro	3,0	3.000	9.000
Tổng	100		506.530

Như vậy nhiệt trị CTR là 506.530 Btu.

Nếu giá trị Btu không có sẵn, có thể tính giá trị gần đúng bằng công thức Dulông cải tiến:

$$\text{Btu/lb} = 145C + 610 \left(H_2 - \frac{1}{8}O_2 \right) + 40S + 10N \quad (1.8)$$

Trong đó: C là % khối lượng của cacbon

H là % khối lượng của hiđrô

O₂ là % khối lượng của ôxi

S là % khối lượng của sulfua

N là % khối lượng của nito

Bài tập 1.4. Ước tính giá trị nhiệt trị của một loại chất thải điển hình khu dân cư dựa vào công thức hoá học. Giả sử công thức hoá học là C₇₆₀H₁₉₈₀O₈₇₅N₁₃S.

Giải

1. Xác định phần trăm phân phối theo khối lượng của từng nguyên tố

Thành phần	Số lượng nguyên tử / mol	Khối lượng nguyên tử	Khối lượng phân phối từng nguyên tố	%
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
			25.314	100

2. Xác định giá trị nhiệt trị của chất thải

$$\text{Btu/lb} = 145(36,0) + 610(7,8 - 55,3/8) + 40(0,1) + 10(0,7)$$

$$\text{Btu/lb} = 3204 \text{ Kcal/kg}$$

1.6.2.3. Tính chất sinh học

Các thành phần hữu cơ (không kể các thành phần như plastic, cao su, da) của hầu hết CTR có thể được phân loại về phương diện sinh học như sau:

- ✓ Các phân tử có thể hoà tan trong nước như: đường, tinh bột, amino acid và nhiều acid hữu cơ
- ✓ Bán cellulose: các sản phẩm ngưng tụ của 2 đường 5 và 6 carbon
- ✓ Cellulose: sản phẩm ngưng tụ của đường glucose 6 carbon
- ✓ Dầu, mỡ, và sáp: là những ester của alcohols và acid béo mạch dài
- ✓ Lignin: một polymer chứa các vòng thơm với nhóm methoxyl (OCH_3)
- ✓ Lignocelluloza: hợp chất do lignin và cellulosa kết hợp với nhau
- ✓ Protein: chất tạo thành từ sự kết hợp chuỗi các amino acid

Tính chất quan trọng nhất trong thành phần hữu cơ của phần CTR đô thị là hầu hết các thành phần hữu cơ có thể được chuyển hoá sinh học thành khí, các chất vô cơ và các chất tro khác. 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.

a. Khả năng phân hủy sinh học của các thành phần hữu cơ trong CTR

Hàm lượng chất rắn bay hơi (VS), xác định bằng cách đốt cháy CTR ở nhiệt độ 550°C , thường được sử dụng 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 thì không đúng bởi vì một vài thành phần hữu cơ của CTR rất dễ bay hơi nhưng lại kém khả năng phân hủy sinh học như là giấy in. Thay vào đó hàm lượng

lignin của CTR có thể được sử dụng để ước lượng tỉ lệ phần dễ phân hủy sinh học của CTR, và được tính toán bằng công thức sau:

$$BF = 0,83 - 0,028LC \quad (1.9)$$

Trong đó: BF: tỉ lệ phân hủy sinh học biểu diễn trên cơ sở VS

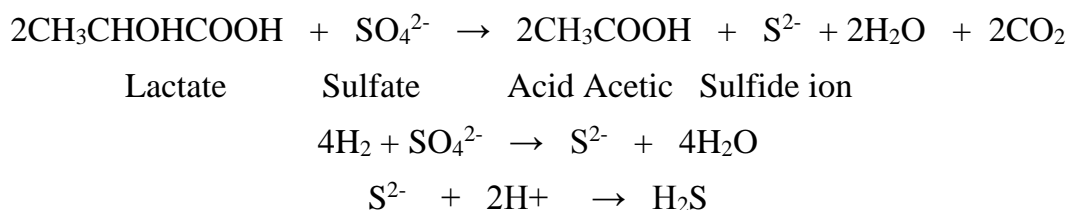
0,83 và 0,028 là hằng số thực nghiệm

LC: hàm lượng lignin của VS biểu diễn bằng % khối lượng khô

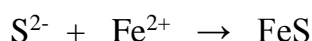
Các CTR với hàm lượng lignin cao như: giấy in có khả năng phân hủy sinh học kém hơn đáng kể so với các chất thải hữu cơ khác trong CTR đô thị. Trong thực tế các thành phần hữu cơ trong CTR thường được phân loại theo thành phần phân hủy chậm và phân hủy nhanh.

b. Sự phát sinh mùi hôi

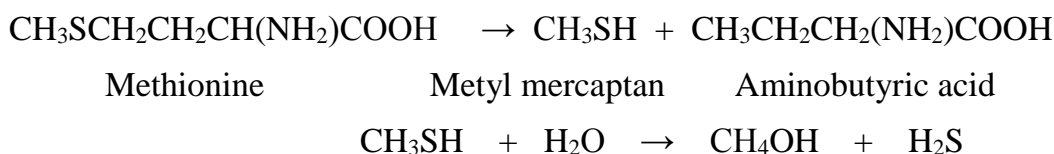
Mùi hôi có thể phát sinh khi CTR được lưu giữ trong khoảng thời gian dài ở một nơi giữa thu gom, trạm trung chuyển, và nơi chôn lấp. Sự phát sinh mùi tại nơi lưu trữ có ý nghĩa rất lớn, khi tại nơi đó có khí hậu nóng ẩm. Nói một cách cơ bản là sự hình thành của mùi hôi là kết quả của quá trình phân hủy yếm khí với sự phân hủy các thành phần hợp chất hữu cơ tìm thấy trong rác đô thị. Ví dụ, trong điều kiện yếm khí (khử), sunphat SO_4^{2-} có thể phân hủy thành sunfur S^{2-} , và kết quả là S^{2-} sẽ kết hợp với H_2 tạo thành hợp chất có mùi trứng thối là H_2S . Sự hình thành H_2S là do kết quả của 2 chuỗi phản ứng hoá học:



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



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



c. Sự phát triển của ruồi

Trong thời điểm mùa hè hay là trong khu vực khí hậu nóng ẩm, sự nhân giống và sinh sản của ruồi là vấn đề quan trọng cần 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 (giòi) 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 sự phát triển của ruồi. Để hạn chế sự phát triển của ruồi thì các thùng lưu trữ rác nên đổ bỏ để thùng rỗng trong thời gian này để hạn chế sự di chuyển của các loại ấu trùng.

1.6.2.4. Sự biến đổi đặc tính lý, hoá, và sinh học của CTR

CTR có thể biến đổi bằng các phương pháp lý, hoá, và sinh học. Khi thực hiện hoá trình biến đổi thì mục đích quan trọng nhất là phải có 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.

a. Biến đổi vật lý: Bao gồm các phương pháp: tách loại các thành phần; giảm thể tích bằng cơ khí; giảm kích thước bằng cơ khí. Biến đổi vật lý không ảnh hưởng đến sự thay đổi giữa các pha (ví dụ từ rắn sang lỏng).

b. Biến đổi hoá học: Biến đổi hoá học ảnh hưởng đến sự biến đổi giữa các pha (ví dụ: rắn sang lỏng hoặc rắn sang khí). Mục đích là làm giảm thể tích và thu hồi các sản phẩm biến đổi. Bao gồm các phương pháp: Đốt (oxy hoá hoá học); và sự nhiệt phân. Các phương pháp này xem như là quá trình nhiệt.

c. Biến đổi sinh học: Biến đổi sinh học các thành phần hợp chất hữu cơ trong chất thải mục đích là làm giảm thể tích và trọng lượng của các vật chất, sản xuất phân compost, các chất mùn làm ổn định đất, khí metan. Các loại vi khuẩn, nấm, và men đóng vai trò rất quan trọng trong việc biến đổi các hợp chất hữu cơ. Quá trình biến đổi này xảy ra trong điều kiện hiếu khí và yếm khí tùy thuộc vào sự hiện diện của ôxi. Bao gồm 2 phương pháp: Phân huỷ hiếu khí và phân huỷ kỵ khí.

Bảng 1.6. Các quá trình biến đổi áp dụng trong quản lý CTR

Quá trình biến đổi	Phương pháp biến đổi	Biến đổi hoặc thay đổi cơ bản sản phẩm
Lý học		
Tách loại theo thành phần	Tách loại bằng tay hoặc máy	Các thành phần trong hỗn hợp chất thải đô thị
Giảm thể tích	Sử dụng lực hoặc áp suất	Giảm thể tích ban đầu
Giảm kích thước	Sử dụng lực cắt, nghiền hoặc xay nhỏ	Biến đổi hình dáng ban đầu
Hoá học		
Đốt	Oxy hoá bằng nhiệt	CO ₂ , SO ₂ , sp oxy hoá khác, tro
Sự nhiệt phân	Sự chưng cất, phân huỷ	
Khí hoá	Đốt thiếu khí	Khí gồm hỗn hợp khí, cặn dầu và than
Sinh học		
Hiếu khí compost	Biến đổi sinh học hiếu khí	Phân compost
Kỵ khí phân huỷ	Biến đổi sinh học kỵ khí	CH ₄ , CO, SP phân huỷ còn lại mùn hoặc bùn
Kỵ khí compost	Biến đổi sinh học kỵ khí	CH ₄ , CO ₂ , rác còn lại

1.7. Khối lượng, tốc độ phát sinh CTR

1.7.1. Phương pháp xác định khối lượng CTR

Xác định khối lượng CTR phát sinh, thu gom, thu hồi... là một trong những điểm quan trọng của quản lý CTR, các số liệu 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.

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

- ✓ Phương pháp phân tích khối lượng - thể tích
- ✓ Phương pháp đếm tải
- ✓ Phương pháp cân bằng vật chất

Các phương pháp này không tiêu biểu cho tất cả các trường hợp mà phải áp dụng nó tùy thuộc vào những trường hợp cụ thể. Các đơn vị thường được sử dụng để biểu diễn khối lượng CTR là:

- ✓ Khu vực dân cư và thương mại: kg/(người.ngày đêm)

- ✓ Khu vực công nghiệp: kg/tấn sản phẩm; kg/ca
- ✓ Khu vực nông nghiệp: kg/tấn sản phẩm thô.

1.7.1.1. Phương pháp phân tích 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 CTR. Phương pháp đo thể tích thường có độ sai số cao.

Ví dụ: 1 m³ CTR không nén sẽ có khối lượng nhỏ hơn 1 m³ CTR được nén chặt trong xe thu gom và cũng có khối lượng 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 chặt của chất thải hay là khối lượng riêng của CTR ở điều kiện nghiên cứu.

Để tránh nhầm lẫn và rõ ràng, khối lượng CTR phải được biểu diễn bằng phương pháp xác định 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 đó 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 mật độ cho phép của trục lộ giao thông. Mặc khác phương pháp xác định cả thể tích và khối lượng rất quan trọng trong tính toán thiết kế công suất bãi chôn lấp rác, trong đó các số liệu được thu thập trong khoảng thời gian dài bằng cách cân và đo thể tích xe thu gom.

1.7.1.2. 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 khoảng thời gian xác định. 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 trên và các số liệu đã biết trước.

1.7.1.3. Phương pháp cân bằng vật liệu

Đây là phương pháp cho kết quả chính xác nhất, thực hiện 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. Các bước thực hiện cân bằng vật liệu 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 của hệ thống phát sinh CTR thích hợp sẽ đưa đến cách tính toán đơn giản.

Bước 2: Nhận diện tất cả các hoạt động xảy ra bên trong hệ thống nghiên cứu mà nó ảnh hưởng đến khối lượng CTR.

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.

Cân bằng khối lượng vật liệu được biểu hiện bằng các công thức sau:

a. Dạng tổng quát

Khối lượng vật liệu tích lũy bên trong hệ thống (tích lũy) = Khối lượng vật liệu đi vào hệ thống (nguyên + vật liệu) - Khối lượng vật liệu đi ra khỏi hệ thống (sản phẩm) - Khối lượng chất thải phát sinh bên trong hệ thống (CTR + khí + nước thải)

b. Dạng đơn giản

Tích lũy = Vào - Ra - Phát sinh

c. Biểu diễn dưới dạng toán học

$$\frac{dM}{dt} = \sum M_{vào} - \sum M_{ra} - r_w \cdot xt \quad (1.10)$$

Trong đó:

dM/dt : Tốc độ thay đổi khối lượng vật liệu tích lũy bên trong hệ thống nghiên cứu (kg/ngày, T/ngày)

$\sum M_{vào}$: Tổng cộng khối lượng vật liệu đi vào hệ thống nghiên cứu (kg/ngày)

$\sum M_{ra}$: Tổng cộng khối lượng vật liệu đi ra hệ thống nghiên cứu (kg/ngày)

r_w : Tốc độ phát sinh chất thải (kg/ngày)

t : Thời gian (ngày)

Trong một số hoá trình chuyển hoá sinh học, ví dụ: 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, khó khăn gặp phải khi áp dụng phương trình cân bằng vật liệu là phải xác định tất cả các khối lượng vật liệu đi vào và đi ra hệ thống nghiên cứu.

Bảng 1.7. Khối lượng CTR phát sinh tại Tp. HCM

Năm	Khối lượng CTRSH (tấn/năm)	Khối lượng CTRSH phát sinh trung bình (tấn/ngày)	Ti lệ % gia tăng hàng năm (so với năm trước)
2005	1.746.485	4.785	
2006	1.895.890	5.194	8,55
2007	1.968.494	5.393	3,83
2008	2.017.520	5.527	2,49
2009	2.136.748	5.854	5,91
2010	2.277.901	6.241	6,61
2011	2.344.445	6.423	2,92
2012	2.362.419	6.472	0,77

2013	2.466.773	-	4,5
2014	2.610.736	-	5,5
2015	2.737.500	-	4,6
2016	-	-	-
2017		8.700	-
2018		9.000	5-6

(Nguồn: Báo cáo Hệ thống QL CTR đô thị tại Tp. HCM, Sở TN&MT Tp. HCM, 2011;
Báo cáo Hiện trạng MT Tp. HCM 2011-2015, Sở TN&MT Tp. HCM, 2016;
Báo cáo số liệu CTR đô thị tại Tp. HCM, Sở TN&MT Tp. HCM, 2018)

Tại Hà Nội: Tổng khối lượng CTR sinh hoạt phát sinh trên địa bàn thành phố năm 2017 khoảng 7.500 tấn/ngày, trong đó CTR sinh hoạt đô thị của 12 quận và thị xã Sơn Tây là 5.388 tấn/ ngày, tỷ lệ thu gom đạt 98%; CTR sinh hoạt tại 17 huyện ngoại thành là 2.127 tấn/ngày, tỷ lệ thu gom đạt 89%. CTR sinh hoạt phát sinh chủ yếu từ các hộ gia đình, khu tập thể, chợ, trung tâm thương mại, văn phòng, cơ sở nghiên cứu, trường học... (Nguồn: URENCO Hà Nội, 2017).

Bài tập 1.5. Ước tính lượng chất thải phát sinh bình quân trên đầu người từ khu dân cư dựa vào các dữ liệu sau:

- Khu dân cư gồm 1.500 hộ dân, mỗi hộ dân gồm 4 nhân khẩu
- Thời gian tiến hành giám sát là 7 ngày
- Tổng số xe ép rác: 10, thể tích xe ép rác: 15 m³
- Khối lượng riêng của rác trong xe ép rác: 300 kg/m³
- Tổng số xe tự nhân: 22, thể tích xe tự nhân: 0,75 m³
- Khối lượng riêng của rác trong xe tự nhân: 100 kg/m³

Giải đáp:

1. Lập bảng tính:

Phương tiện	Tổng số xe	Thể tích xe (m ³)	Khối lượng riêng (kg/m ³)	Tổng khối lượng (kg)
Xe ép rác	10	15	300	10 x 15 x 300 = 45.000
Xe tự nhân	22	0,75	100	20 x 0,75 x 100 = 1.650

2. Xác định lượng rác phát sinh tính trên đầu người từ khu dân cư:

$$\text{Lượng rác phát sinh} = \frac{\text{Tổng lượng rác}}{\text{Số người} \times \text{Thời gian}} = \frac{45.000 + 1.650}{1500 \times 4 \times 7} = 1,11 \text{ (kg/người.ngày)}$$

Bài tập 1.6: Ước tính lượng chất thải phát sinh dựa vào cân bằng vật liệu: Một nhà máy chế biến đồ hộp nhận 12 tấn nguyên liệu thô để sản xuất, 5 tấn can để đựng các sản phẩm chế biến, 0,5 tấn giấy carton để làm thùng đựng 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 trong tương lai, phần còn lại được sử dụng để đóng hộp; số lượng can được sử dụng có 3% bị hỏng và được tách riêng để tái chế. Lượng giấy carton nhập vào nhà máy được sử dụng hết, trong số đó có 5% bị hỏng và được tách riêng để tái chế. Trong tổng số các loại vật 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 thì 35% được dùng để tái chế, phần còn lại được xem như CTR đem đi 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 đáp:

1. Nhà máy sản xuất đồ hộp:

- 12 tấn nguyên liệu thô
- 5 tấn can
- 0,5 tấn giấy carton
- 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 carton được sử dụng, 5% trong số đó bị hỏng và đem đi tái chế.
- d. 25% các loại vật liệu 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 được 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: $0,05(0,5) = 0,025$ 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 trọng lượng sản phẩm: $10 + 0,97 + 0,475 = 11,445$ tấn

f. Tổng trọng 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

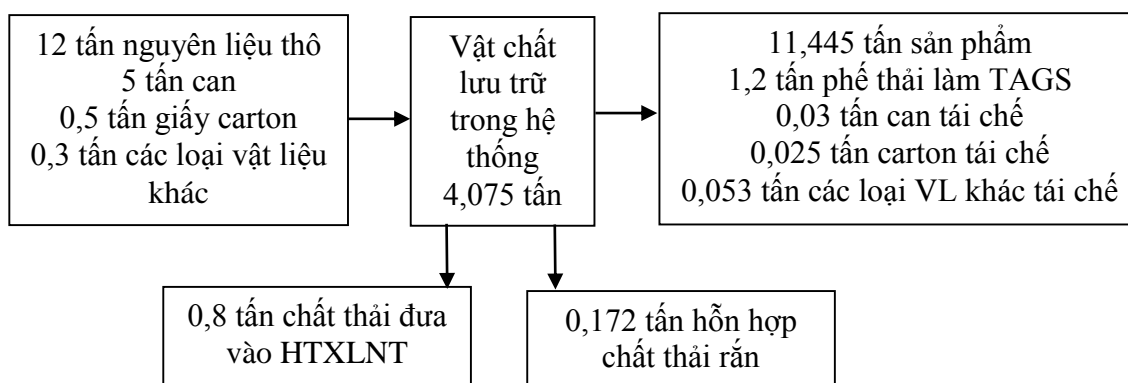
- Vật liệu đầu vào = $(12 + 5,0 + 0,5 + 0,3)$ tấn = 17,8 tấn

- 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 = 0,11

b. Hỗn hợp CTR = $(0,8 + 0,172)$ tấn/11,445 tấn = 0,08

1.7.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phát sinh chất thải

Bảng 1.8. Tốc độ phát sinh CTR SH nông thôn năm 2016

TT	Vùng	Dân số nông thôn (nghìn người) (*)	Hệ số phát thải kg/người/ngày (**)	Tấn/ngày	Tấn/năm
1	ĐBSH	13.488,50	0,4	5.395	1.969.321
2	Vùng núi	9.789,70	0,2	1.957	714.648

	phía bắc				
3	Miền Trung	14.106.70	0,3	4.232	1.544.683
4	Tây Nguyên	4.037,20	0,3	1.211	442.073
5	Đông Nam Bộ	6.077,60	0,4	2.431	887.329
6	ĐBSCL	13.209,90	0,4	5.283	1.928.645
	Tổng cộng	60.709,70	0,33	20.034	7.312.483

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

- ✓ Các hoạt động tái sinh và giảm thiểu khối lượng CTR tại nguồn
- ✓ Luật pháp và thái độ chấp hành luật pháp của người dân
- ✓ Mức thu nhập của người dân
- ✓ Các yếu tố địa lý tự nhiên

1.7.2.1. Ảnh hưởng của các hoạt động tái sinh và giảm thiểu khối lượng CTR tại nguồn

Giảm thiểu chất thải tại nguồn có thể thực hiện bằng cách thiết kế, sản xuất và đóng gói các sản phẩm bằng các loại vật liệu hay bao bì với thể tích nhỏ nhất, hàm lượng độc tố thấp nhất, hay sử dụng các loại vật liệu có thời gian sử dụng lâu dài hơn. Sau đây là một vài cách có thể áp dụng nhằm mục đích làm giảm chất thải tại nguồn:

- ✓ Giảm phần bao bì không cần thiết hay thừa
- ✓ 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 2 mặt)
- ✓ Gia tăng các vật liệu tái sinh chứa trong các sản phẩm
- ✓ Phát triển cơ cấu, tổ chức khuyến khích các nhà sản xuất thải ra ít chất thải hơn.

1.7.2.2. Ảnh hưởng của luật pháp và thái độ của công chúng

- ✓ Thái độ, quan điểm của quần chúng

Khối lượng CTR phát sinh ra 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 có liên quan đến vấn đề quản lý CTR. Chương trình giáo dục thường xuyên là cơ sở để dẫn đến sự thay đổi thay độ của công chúng.

- ✓ Luật pháp ban hành

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

1.7.2.3. Ảnh hưởng của mức thu nhập

Theo Ngân hàng thế giới (WB), thành phần CTR SH phụ thuộc vào mức thu nhập của người dân, thành phần chất thải chứa chất hữu cơ cao đối với nhóm dân cư thu nhập thấp và các chất vô cơ cao đối với nhóm dân cư thu nhập cao.

Bảng 1.9. Thành phần CTR phát sinh theo mức thu nhập

Mức thu nhập	Chất hữu cơ	Giấy	Nhựa	Thủy tinh	Kim loại	Khác
Thu nhập thấp	64	5	8	3	3	17
Thu nhập trung bình	59	9	12	3	2	15
Thu nhập trên trung bình	54	14	11	5	3	13
Thu nhập cao	28	31	11	7	6	17

1.7.2.4. Ảnh hưởng của các yếu tố địa lý và tự nhiên

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

- ✓ Vị trí địa lý
- ✓ Mùa trong năm
- ✓ Tần suất thu gom chất thải
- ✓ Đặc điểm của khu vực phục vụ

1.8. Câu hỏi, bài tập

Câu 1. Xác định nguồn gốc phát sinh, thành phần, tính chất của CTR?

Câu 2. Trình bày các phương pháp xác định khối lượng CTR phát sinh?

Câu 3. PLRTN là gì? Lợi ích và khó khăn khi triển khai PLRTN?

Câu 4. Giải thích thuật ngữ 3R, 5R và 7R trong quản lý CTR?

Câu 5. Cho mẫu CTR đô thị có thành phần như trình bày trong bảng sau. Xác định khối lượng riêng và độ ẩm của mẫu CTR này. Giả sử mẫu có khối lượng 50 kg.

Thành phần	Tỷ lệ phần trăm (%)	Khối lượng riêng (kg/m ³)	Độ ẩm (%)
Thực phẩm	79,2	290	70
Giấy và carton	5,2	89	6
Nilon và nhựa	8,9	65	2

Vải	0,98	65	10
Gỗ	0,66	237	20
Thủy tinh	1,94	196	2
Lon đồ hộp	1,3	89	3
Kim loại màu	0,36	320	3
Thành phần khác	1,46	130	8
Tổng cộng	100		

Câu 6. Khu dân cư có 1200 hộ gia đình, mỗi hộ gia đình có 4 người. Số liệu thu thập đối với 1 tuần hoạt động như sau. Tính tốc độ phát sinh CTR của khu vực.

- ✓ Số lượng xe ép rác : 10 xe
- ✓ Dung tích trung bình của mỗi xe ép rác : 15,3 m³
- ✓ Khối lượng riêng của rác trong xe ép rác : 290 kg/m³
- ✓ Số lượng xe tải thường : 9 xe
- ✓ Dung tích trung bình của xe tải thường : 1,53 m³
- ✓ Khối lượng riêng của rác trong xe tải : 139 kg/m³
- ✓ Số lượng xe tải nhỏ của tư nhân : 20 xe
- ✓ Thể tích ước tính của mỗi xe tư nhân : 0,24 m³
- ✓ Khối lượng riêng của rác trong xe tư nhân: 90 kg/m³

Câu 7. Viết CTHH của CTR có thành phần trong bảng sau và tính nhiệt trị của chất thải đã viết CTHH.

Thành phần hóa học	Khối lượng, g
C	23,81
H	3,53
O	21,89
N	0,55
S	0,11
Tro	3,38

Chương 2. Hệ thống thu gom, trung chuyển và vận chuyển chất thải rắn

2.1. Hệ thống thu gom CTR

2.1.1. Giới thiệu chung về hệ thống thu gom

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

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

Khi CTR phát sinh phân tán (không tập trung) và tổng khối lượng CTR tổng cộng gia tăng thì công tác thu gom trở nên khó khăn phức tạp hơn bởi vì chi phí nhiên liệu và nhân công cao. Trong toàn bộ tiền chi trả cho công tác thu gom, vận chuyển và đổ bỏ CTR thì chi phí cho công tác thu gom chiếm khoảng 50 - 70% tổng chi phí về trong hệ thống quản lý. Đây là một vấn đề quan trọng bởi vì chỉ cần cải tiến một phần nhỏ trong hoạt động thu gom có thể tiết kiệm đáng kể chi phí chung. Công tác thu gom được xem xét ở 4 khía cạnh như sau:

- ✓ 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.

2.1.2. Các loại dịch vụ thu gom CTR

Thu gom CTR phụ thuộc rất nhiều vào loại chất thải và các vị trí phát sinh. Hệ thống dịch vụ thu gom được chia ra làm 2 loại là hệ thống thu gom chất thải chưa được phân loại tại nguồn và hệ thống thu gom chất thải đã được phân loại tại nguồn.

2.1.2.1. Hệ thống thu gom CTR chưa phân loại tại nguồn

Đối với khu dân cư tầng thấp, trung bình, khu biệt lập

- ✓ Dịch vụ thu gom ở lề đường: Chủ nhà chịu trách nhiệm đặt rác ở lề đường vào ngày thu gom.
- ✓ Dịch vụ thu gom ở lối đi - ngõ hẻm: Các thùng chứa rác được đặt ở đầu các lối đi, ngõ hẻm, chủ nhà chịu trách nhiệm đem rác bỏ vào các thùng chứa này.

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 của các thùng chứa được sử dụng mà hoặc là áp dụng phương pháp cơ khí với xe thu gom có trang bị mà thiết kế các thiết bị thu

gom cho phù hợp hoặc là các xe thu gom có bộ phận nâng các thùng chứa để dỡ tải vào xe thu gom, và thải bỏ chúng hoặc là kéo các thùng chứa đến các nơi khác (nơi tái chế...) để thải bỏ dỡ tải.



Hình 2.1. Công tác thu gom chất thải rắn tại nguồn ở Tp. HCM

(Nguồn: Báo cáo Hiện trạng MT Tp. HCM 2011-2015, Sở TN&MT Tp. HCM, 2016)

Đối với các khu thương mại - công nghiệp:

Cả 2 phương pháp thủ công và cơ khí được sử dụng để thu gom CTR từ khu thương mại. Để tránh tình trạng kẹt xe vào thời điểm ban ngày, CTR được thu gom vào ban đêm hoặc vào lúc sáng sớm. Khi áp dụng phương pháp thu gom thủ công thì CTR được đặt vào các túi bằng plastic hoặc các loại thùng giấy và được đặt dọc theo đường phố để thu gom. Việc thu gom chất thải thông thường được thực hiện bởi 1 nhóm có 3 người, trong một vài trường hợp có thể đến 4 người: gồm 1 tài xế và từ 2 đến 3 người mang rác từ các thùng chứa trên lề đường nơi thu gom đổ vào xe thu gom rác.

Nếu tình trạng ùn tắc giao thông không phải là một vấn đề chính và khoảng không gian để lưu trữ chất thải phù hợp thì các dịch vụ thu gom rác tại các trung tâm thương mại - công nghiệp có thể sử dụng các thùng chứa rác có gắn bánh xe container có thể di chuyển được, các thùng chứa rác container có thể gắn kết 2 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 rác mà áp dụng phương pháp cơ khí dỡ tải tại chỗ hay kéo các thùng chứa rác 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 khi thu gom rác vào ban đêm.

2.1.2.2. Hệ thống thu gom CTR đã phân loại tại nguồn

Các loại vật liệu đã được phân chia tại nguồn cần phải được thu gom để sử dụng cho mục đích tái chế. Phương pháp cơ bản hiện tại đang được sử dụng để thu gom các loại vật liệu này 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.

Các chương trình thu gom chất thải tái chế thay đổi tùy thuộc vào qui định từng cộng đồng khác nhau. Ví dụ như, một vài chương trình yêu cầu những người dân phân chia các loại vật liệu 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 loại vật liệu tái chế hoặc là 2 thùng: 1 dùng để đựng giấy, thùng còn lại dùng để chứa các loại vật liệu tái chế nặng như: thủy tinh, nhôm và can thiếc. Rõ ràng các hoạt động thu

gom các loại vật liệu khác nhau sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến việc thiết kế các phương tiện thu gom.

Bài tập 2.1: Xác định số chuyên thu gom vật liệu phân loại 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 chất thải đã được phân loại tại nguồn. Mỗi hộ gia đình được cung cấp 3 thùng chứa các loại vật liệu tái chế bao gồm giấy và carton, nhựa và thủy tinh, can nhôm và thiếc. Mỗi tuần các hộ dân mang các thùng chứa các loại vật liệu tái chế đến các nơi thu gom dọc theo lề đường để các xe chuyên dụng thu gom các loại vật liệu này. 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 tỉ lệ 20% lượng giấy thu gom. Tỉ 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 5 m³ và mỗi người phát sinh lượng chất thải là 0,62 kg/(người.ngày). Thành phần CTR được cho trong bảng.

Giải đáp:

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
Chất hữu cơ				
Thực phẩm thừa	8,0	-	288,3	-
Giấy	35,8	5,7 ^a	89,7	0,06
Giấy carton	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	-
Chất vô cơ				
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

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

Xác định thể tích các loại vật liệu tái chế

Thể tích các vật liệu tái chế

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

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

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

Tỉ lệ thể tích khi so sánh các loại vật liệu tái chế khác so với can nhôm và thiếc

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

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

$$\text{Can nhôm và thiếc} = 1,00$$

$$\text{Tổng cộng} = 6,28$$

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

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

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

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

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

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

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

Ước tính tổng thể tích giấy in và giấy carton được phân loại để thu gom

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

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

$$\text{Tổng thể tích giấy in và giấy carton: } = 0,0138 + 0,0223 = 0,036 \text{ m}^3/\text{tuần.hộ}$$

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

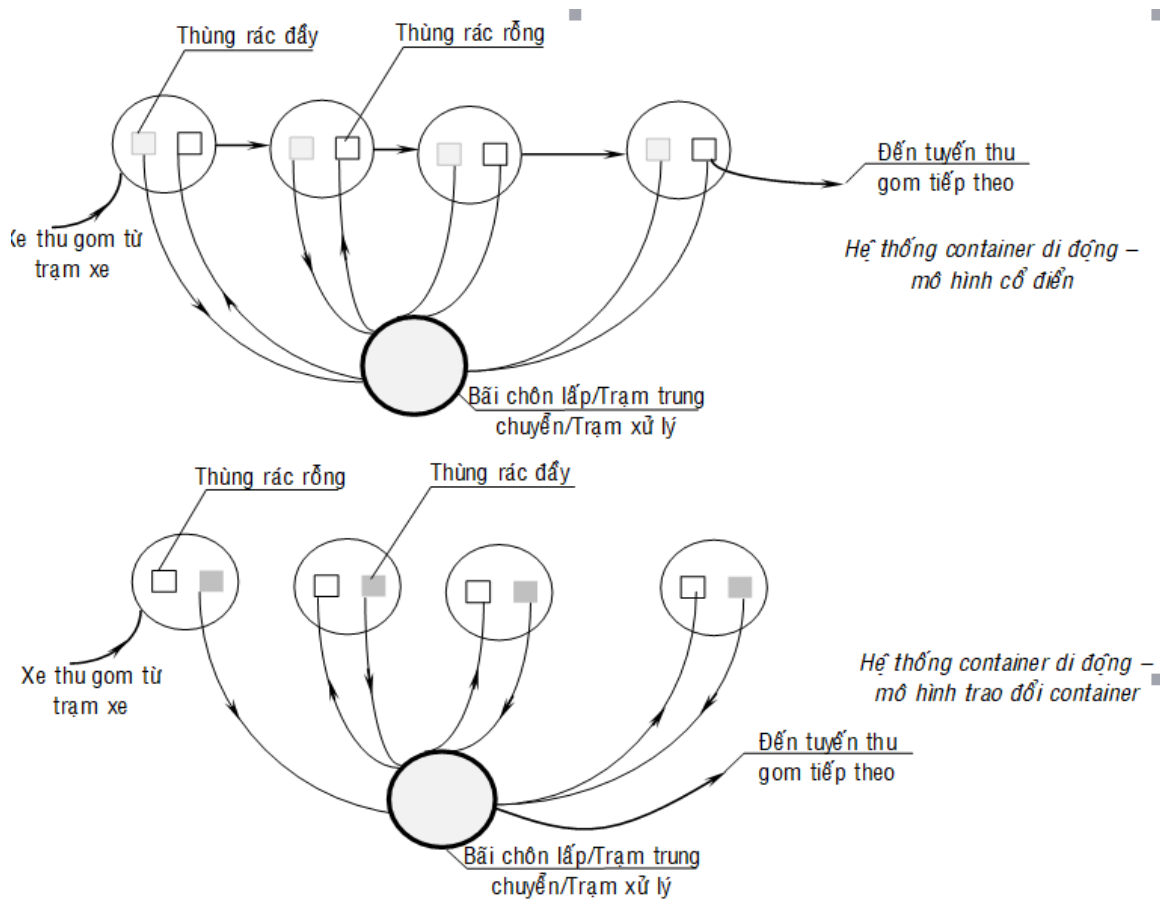
$$0,036 \text{ m}^3/(\text{tuần.hộ}) \times 1200 \text{ hộ} \times 0,6/2,4 \text{ (m}^3/\text{xe)} = 10,84 \text{ (xe/tuần)} \rightarrow 11 \text{ (xe/tuần)}$$

2.1.3. Các loại hệ thống thu gom

2.1.3.1. Hệ thống container di động (HCS - Hauled Container System):

Trong hệ thống container di động thì các container được sử dụng để chứa CTR và được vận chuyển đến bãi đổ, đổ bỏ CTR và mang 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 chất thải có khối lượng lớn (trung tâm thương mại, nhà máy...) bởi vì hệ thống này sử dụng các container có kích thước lớn. Việc sử dụng container kích thước lớn giảm thời gian vận chuyển, hạn chế việc chứa chất thải thời gian dài và hạn chế các điều kiện vệ sinh kém khi sử dụng container kích thước nhỏ, thích hợp với hầu hết các loại CTR.



Hình 2.2. Sơ đồ hệ thống container di động

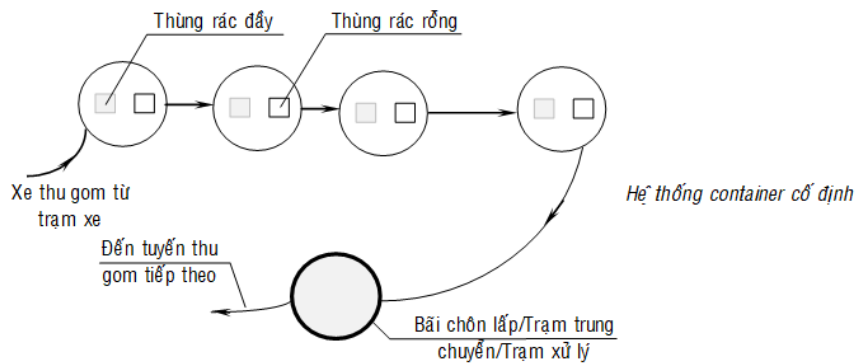
Đối với hệ thống container di động – mô hình cổ điển, quy trình thu gom có thể được mô tả tóm tắt như sau: xe thu gom sẽ đi (xe không) từ trạm xe đến nơi thu gom rác (hộ gia đình, nơi tập trung rác của khu dân cư), lấy thùng chứa đầy rác đặt lên xe, chở đến nơi tiếp nhận (có thể là điểm hẹn, trạm trung chuyển, nhà máy xử lý, trạm phân loại tập trung hay bãi chôn lấp), đổ rác, mang thùng rác rỗng trở về vị trí đã lấy rác, trả thùng rác rỗng về vị trí cũ và vận chuyển từ vị trí này đến vị trí cần thu gom tiếp theo

hoặc trở về trạm xe (khi đã hoàn tất công tác thu gom của một ngày làm việc theo quy định).

Đối với hệ thống container di động – mô hình trao đổi container, quy trình thu gom có thay đổi so với mô hình cố định. Xe thu gom cũng đi từ trạm xe nhưng với một thùng rác rỗng trên xe, đến vị trí thu gom đầu tiên, đặt thùng rác rỗng xuống và nhấc thùng chứa đầy rác lên xe, vận chuyển đến nơi tiếp nhận, đổ rác, mang thùng rác rỗng đến nơi thu gom tiếp theo (mà không cần trở về vị trí thu gom trước đó). Quy trình này sẽ được lặp lại cho đến khi hoàn tất công tác thu gom rác của một ngày làm việc. Khi đó người thu gom sẽ mang thùng rác rỗng từ nơi tiếp nhận trở về trạm xe.

Trong hệ thống này, chất thải 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.

2.1.3.2. Hệ thống container cố định: (SCS - Stationary Container System)



Hình 2.3. Sơ đồ hệ thống container cố định

Đối với hệ thống container cố định, quy trình thu gom được mô tả như sau: xe thu gom (là loại xe có thùng chứa) sẽ đi từ trạm xe đến vị trí thu gom, lấy thùng chứa rác đổ lên xe, trả thùng rỗng về vị trí cũ rồi đi đến vị trí thu gom tiếp theo, cứ như thế cho đến khi thùng chứa trên xe đã đầy. Khi đó, xe thu gom sẽ vận chuyển rác đến nơi tiếp nhận, đổ rác và vận chuyển đến vị trí lấy rác đầu tiên của tuyến thu gom tiếp theo. Khi hoàn tất công tác thu gom rác của một ngày làm việc, xe thu gom sẽ vận chuyển từ nơi tiếp nhận về trạm xe.

Trong hệ thống này, container cố định được sử dụng để chứa CTR vẫn giữ ở vị trí thu gom khi lấy tải, 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 chất thải phát sinh và số điểm lấy tải (điểm phát sinh chất thải. thu gom).

Hệ thống này chia ra thành 2 loại chính: 1) Hệ thống thu gom lấy tải cơ giới; 2) Hệ thống thu gom chất tải thủ công. Hầu hết các xe thu gom sử dụng trong hệ thống này thường được trang bị thiết bị ép chất thải để làm giảm thể tích, tăng khối lượng chất thải 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 chất thải đến bãi đổ sau khi tải được chất đầy nên hệ số sử dụng thể tích container rất cao so với hệ thống container di động.

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 chất thải có kích thước lớn và chất thải 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 2 người. Trong trường hợp này, tài xế lái xe có thể giúp đỡ người công nhân lấy tải trong việc di chuyển các container đầy tải đến xe thu gom và trả container về vị trí ban đầu. Ở những nơi có vị trí đặt container chứa chất thải xa vị trí thu gom như các khu thương mại, khu dân cư trong nhiều hẻm nhỏ... số lượng công nhân sẽ là 3 người, trong đó có 2 người lấy tải. Đối với hệ thống container cố định lấy tải thủ công số lượng nhân công thay đổi từ 1 đến 3 người. Thông thường sẽ gồm 2 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 3 người.

2.1.4. 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, thời gian đơn vị để thực hiện cho mỗi loại hoạt động phải được xác định. 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.

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 4 hoạt động đơn vị sau:

Thời gian lấy tải (pickup)

Thời gian vận chuyển (haul)

Thời gian ở bãi đỗ (at-site)

Thời gian phụ - Thời gian không sản xuất (off-route)

Thời gian lấy tải (P): phụ thuộc vào loại hệ thống thu gom

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

Hệ thống container cố định (P_{scs}): 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.

Thời gian vận chuyển (h): cũng phụ thuộc vào loại hệ thống thu gom

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

Hệ thống container cố định: Thời gian vận chuyển là tổng thời gian cần thiết đi 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 thời gian 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...

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 CTR từ các container hay xe thu gom.

Thời gian phụ - Thời gian không sản xuất (W):

Bao gồm toàn bộ thời gian hao phí cho các hoạt động không sản xuất. Thời gian hao phí cho các hoạt động không sản xuất có thể chia thành 2 loại: thời gian hao phí cần thiết và 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 tắt 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 qui định và thời gian hao phí cho việc, trò chuyện tán gẫu...

2.1.4.1. Hệ thống container di động

Thời gian cần thiết cho một chuyến vận chuyển, cũng chính là thời gian đổ 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:

$$T_{hcs} = (P_{hcs} + s + h) \quad (2.1)$$

Trong đó:

T_{hcs} : Thời gian cần thiết cho một chuyến, đối với hệ thống container di động giờ/ch.

P_{hcs} : 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 thì 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:

$$h = a + bx \tag{2.2}$$

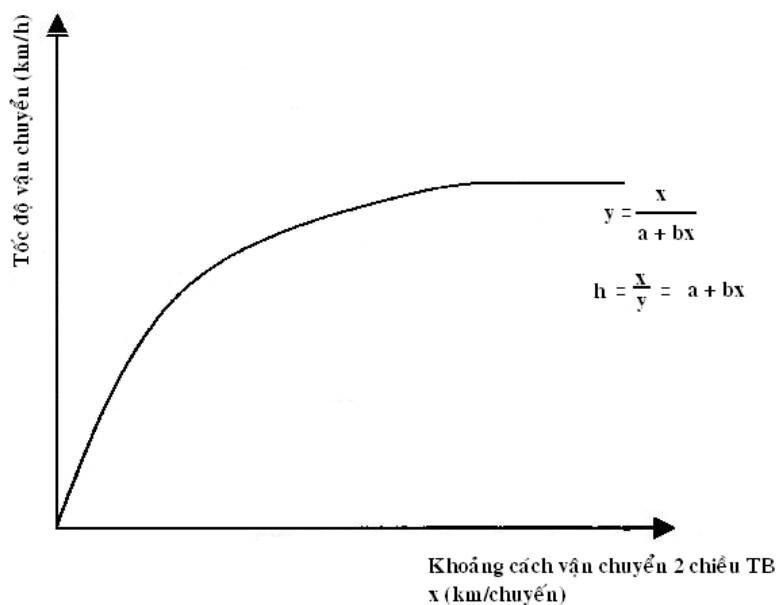
Trong đó:

h: thời gian vận chuyển, giờ/ch.

a: hằng số thời gian theo thực nghiệm, giờ/km

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

x: khoảng cách vận chuyển 2 chiều trung bình km/ch



Hình 2.4. Biểu đồ biểu diễn mối quan hệ giữa tốc độ vận chuyển trung bình và khoảng cách vận chuyển 2 chiều cho xe thu gom CTR.

Hằng số tốc độ vận chuyển a, b cho trong bảng sau:

Bảng 2.1. 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

Khi số vị trí thu gom trong khu vực phục vụ được xác định, khoảng cách vận chuyển 2 chiều trung bình được tính từ trọng tâm của khu vực phục vụ đến bãi đổ và công thức (2.2) có thể áp dụng trong trường hợp này.

Thay thế biểu thức h cho ở phương trình (2.2) vào (2.1) ta có thời gian cần thiết cho một chuyến có thể biểu diễn như sau:

$$T_{hcs} = (P_{hcs} + s + a + bx) \quad (2.3)$$

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

$$P_{hcs} = pc + uc + dbc \quad (2.4)$$

Trong đó:

P_{hcs} : thời gian lấy tải cho một chuyến, giờ/ch.

pc: thời gian hao phí cho việc nâng container, giờ/ch.

uc: thời gian hao phí cho việc thả container rỗng (đã dỡ tải) xuống, giờ/ch.

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

Nếu không biết thời gian trung bình hao phí để lái xe giữa các container (dbc) thì thời gian này có thể tính theo công thức (2.2). Khoảng cách vận chuyển 2 chiều thay bằng khoảng cách giữa các container và hằng số thời gian vận chuyển được sử dụng tương ứng vận tốc ta có là 24,1km/h.

Đối với hệ thống container di động, 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 toán như sau:

$$N_d = \frac{[H(1-W) - (t_1 - t_2)]}{T_{hcs}} \quad (2.5)$$

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_{hcs} : thời gian cần thiết cho một chuyến, giờ/ch.

Trong phương trình (2.5) giả thiết rằng các hoạt động không sản xuất có thể xảy ra ở bất kỳ thời điểm nào trong ngày hoạt động. Hệ số kể đến các hoạt động không sản xuất trong phương trình (2.5) 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 (2.5) có thể so sánh với số chuyến yêu cầu trong ngày (trong tuần), được tính bằng cách sử dụng biểu thức sau:

$$N_d = \frac{V_d}{(cf)} \quad (2.6)$$

Trong đó:

N_d : Số chuyến trong ngày, ch/ngày.

V_d : Thể tích CTR thu gom trung bình hàng ngày, m^3 /ngày.

c : Thể tích của container, m^3 /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 (tỷ lệ) 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 (2.6) phải dùng hệ số sử dụng container được chất tải. Hệ số được chất tải có thể tìm 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.

$$f = \frac{f_1 n_1 + f_2 n_2 + f_3 n_3 + \dots + f_k n_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (2.7)$$

Trong đó:

f_i : hệ số sử dụng của container loại i

n_i : số lượng container loại i .

Bài tập 2.2: 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 15,5 km (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 đáp:

Xác định thời gian lấy tải cho một chuyến sử dụng công thức:

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

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

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

Xác định thời gian cần thiết cho một chuyến

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

$$s = 0,133 \text{ h/ch}; x = 15,5 \times 2 \text{ km}; a = 0,034 \text{ h/ch}; b = 0,01802 \text{ h/km}$$

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

Xác định số chuyến container trong ngày:

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

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

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

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

Xác định thời gian thật sự làm việc trong ngày

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

$$\text{Nhu vậy } H = 7,92 \text{ giờ}$$

2.1.4.2. 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.

Hệ thống container cố định với xe thu gom lấy tải cơ khí

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

$$T_{SCS} = (P_{SCS} + s + a + bx) \quad (2.8)$$

Trong đó:

T_{SCS} : thời gian cho một chuyến đối với hệ thống container cố định, giờ/ch.

P_{SCS} : 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 2 chiều trung bình, km/ch.

Giống như hệ thống container di động, nếu không có số liệu khoảng cách vận chuyển 2 chiều trung bình thì khoảng cách này lấy bằng khoảng cách từ trọng tâm của khu vực phục vụ đến bãi đỗ.

Chỉ có sự khác nhau giữa phương trình (2.8) và (2.3) đối với hệ thống container di động là số hạng thời gian lấy tải.

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

$$P_{SCS} = C_t(uc) + (n_p - 1)(dbc) \quad (2.9)$$

Trong đó:

P_{SCS} : 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 nhặt 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 sẽ 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 bằng phương trình (2.2), trong đó thay thế khoảng cách vận chuyển 2 chiều bằng khoảng cách giữa các container và các hằng số thời gian vận chuyển tương ứng với 24,1 km/h (hình vẽ 2.1)

Số container được đổ bỏ trên một chuyến thu gom tỉ 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:

$$C_t = \frac{vr}{(cf)} \quad (2.10)$$

Trong đó:

C_t : 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:

$$N_d = \frac{V_d}{vr} \quad (2.11)$$

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 tính toán đến hệ số kể đến các yếu tố không sản xuất W có thể tính như sau:

$$H = \frac{(t_1 + t_2) + N_d (T_{SCS})}{1 - W} \quad (2.12)$$

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 đến trạm điều vận nhỏ hơn một nửa thời gian vận chuyển h_{scs} 2 chiều (toàn tuyến) trung bình, t_2 được giả sử bằng 0. Nếu thời gian đi từ bãi đổ (hay điểm trung chuyển) đến 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 đến về trạm điều vận và $1/2$ thời gian vận chuyển h_{scs} toàn tuyến (2 chiều) trung bình.

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 (2.12) và các phân tích kinh tế. Để xác định thể tích xe thu gom, thay thế 2 hoặc 3 giá trị của N_d trong phương trình (2.12) 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 (2.9), (2.10) 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 (2.9), (2.10) và (2.12).

Một khi nhân công yêu cầu cho mỗi xe thu gom và số chuyến thu gom trong mỗi ngày được xác định, 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).

Bài tập 2.3: So sánh giữa hệ thống container di động và container cố định

Một công ty thu gom CTR tư nhân muốn đặt một trạm tái thu hồi vật 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 tái thu hồi vật 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, giả sử thời gian t_1 và t_2 tính trong W bao gồm cả các yếu tố không sản xuất, $H = 8$ giờ/ngày, $W = 0,15$.

Hệ thống container di động

Khối lượng CTR $300\text{m}^3/\text{tuần}$

Kích thước container $8\text{m}^3/\text{ch}$

Hệ số sử dụng container	0,67
Thời gian nhật container	0,033giờ/ch
Thời gian dỡ tải container	0,033giờ/ch
Hằng số thời gian vận chuyển	$a = 0,022\text{h/ch}$ và $b = 0,01367\text{h/km}$
Thời gian ở bãi đỗ	0,053giờ/ch
Chi phí chung	6 triệu/tuần
Chi phí vận hành	200.000đ/h làm việc

Hệ thống container cố định

Khối lượng chất thải	300m ³ /tuần
Kích thước container	8m ³ /vị trí đặt container
Hệ số sử dụng container	0,67
Dung tích xe thu gom	30m ³ /ch
Tỷ số nén xe thu gom	$r = 2$
Thời gian dỡ tải	0,050giờ/container
Hằng số thời gian vận chuyển	$a = 0,022\text{h/ch}$ và $b = 0,01367\text{h/km}$
Thời gian ở bãi đỗ	0,10giờ/ch
Chi phí tổng cộng	11triệu/tuần
Chi phí vận hành	300.000đ/h

Đặc điểm vị trí

Khoảng cách trung bình giữa các vị trí đặt container = 160m

Hằng số để tính toán thời gian lái xe giữa các vị trí đặt container cho cả 2 hệ thống là $a' = 0,060\text{h/ch}$ và $b' = 0,04164\text{h/m}$

Giải đáp:

Hệ thống container di động:

Xác định số chuyến/tuần dựa vào công thức 2.6

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

Ước tính thời gian lấy tải trung bình cho một chuyến áp dụng cho hệ thống container di động dựa vào công thức 2.4

$$\begin{aligned} P_{dd} &= p_c + u_c + d_{bc} = p_c + u_c + a' + b'x' \\ &= 0,033\text{giờ/chuyến} + 0,033\text{giờ/chuyến} + 0,060\text{giờ/chuyến} + \\ &\quad (0,04164\text{giờ/km})(0,160 \text{ km/ch}) \\ &= 0,133 \text{ giờ/chuyến} \end{aligned}$$

Ước tính thời gian cần thiết trong tuần, T_w

$$T_w = N_w (P_{dd} + s + a + b x)/[H(1 - W)]$$

$$T_w = (56 \text{chuyến/tuần})(0,133 \text{giờ/chuyến} + 0,053 \text{giờ/chuyến} + 0,022 \text{giờ/chuyến} + 0,01367 \text{h/km.X}) / [(8 \text{giờ/ngày})(1 - 0,15)]$$

$$= 1,71 + 0,1125.X \text{ (d/w)}$$

Xác định chi phí vận hành

$$\text{Chi phí vận hành} = (200.000 \text{đ/h})(8 \text{h/ngày})[1,71 + 0,1125.X] \text{ Đ/tuần}$$

$$= [2,736 \cdot 10^6 + 0,18 \cdot 10^6 X] / \text{đ/tuần}$$

$$= (2,736 + 0,18.X) \text{ triệu đồng/tuần}$$

Hệ thống container cố định:

Xác định số container cần phải dỡ tải trên chuyến sử dụng công thức 2.9

$$C_t = v_r/c_f = (30 \text{m}^3/\text{ch})(2)/(8 \text{m}^3/\text{container})(0,67)$$

$$= 11,19 \text{ container/chuyến} = 11 \text{ container/chuyến}$$

Ước tính thời gian lấy tải cho 1 container sử dụng công thức 2.8

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

$$P_{cd} = C_t (uc) + (n_p - 1)(a' + b'x')$$

$$= (11 \text{ container/chuyến})(0,05 \text{ h/container}) + (11 - 1 \text{ vị trí/chuyến})[(0,06 \text{ giờ/vị trí}) + (0,04164 \text{h/km})(160 \text{m/vị trí})] = 1,22 \text{h/chuyến.}$$

Xác định số chuyến cần thiết để vận chuyển trong tuần sử dụng công thức 2.10

$$N_w = V_w/v_r = (300 \text{m}^3/\text{tuần})/(30 \text{m}^3/\text{chuyến})(2) = 5 \text{ chuyến/tuần.}$$

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.

$$T_{w(scs)} = ((N_w) P_{scs} + t_w(s + a + bx))/[H(1 - W)]$$

$$= \{(5 \text{ chuyến/tuần})(1,22 \text{h/chuyến}) + (5 \text{ chuyến/tuần}) \times ((0,1 \text{h/chuyến} + 0,022 \text{ h/chuyến} + 0,01367 \text{ h/km})(X))\} / [(8 \text{h/ngày})(1 - 0,15)]$$

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

Xác định chi phí vận hành hàng tuần

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

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

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

So sánh 2 hệ thống:

Việc xác định giá trị X tức là xác định khoảng cách vận chuyển trung bình 2 chiều tối đa bằng cách cho chi phí hệ thống container di động = chi phí hệ thống container cố định.

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

$$\text{Chuyển đổi 2 vế ta có: } 0,156 X = 4,64$$

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.

Hệ thống container cố định lấy tải thủ công:

Phân tích và thiết kế hệ thống thu gom CTR đô thị khi 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 2.11 bởi vì tất cả các hệ số đã biết hoặc có thể được giả định. Khi thời gian lấy tải trên 1 chuyến đã biết, số vị trí lấy tải mà chất thải có thể được thu gom trên một chuyến có thể được tính toán như sau:

$$N_p = \frac{60 P_{scs} n}{t_p} \quad (2.13)$$

Trong đó:

- N_p : Số vị trí thu gom trong một chuyến, vị trí/ch.
- 60 : Hệ số chuyển đổi từ giờ sang phút, 60phút/giờ.
- P_{scs} : Thời gian lấy tải trên một chuyến, giờ/ch.
- n : Số người thu gom, người.
- t_p : Thời gian lấy tải trên tại mỗi vị trí thu gom, người.phút/vị trí.

Thời gian lấy tải t_p trên 1 tại mỗi vị trí phụ thuộc vào thời gian hao phí để lái xe giữa các vị trí đặt container, số container trên tại mỗi vị trí thu gom và % vị trí thu gom đặt gần nhau đặt sau nhà (the percent rear – of- house pickup locatons) Biểu thức tính như sau:

$$t_p = dbc + k_1 C_n + k_2 (PRH) \quad (2.14)$$

Trong đó:

- t_p : Thời gian lấy tải trung bình trên một 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 1 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/PRH.
- PRH : Số vị trí thu gom đặt phía sau nhà, %.

Phương trình (2.14) là phương trình được thành lập từ sự 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 các 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:

$$V = \frac{V_P N_P}{r} \quad (2.15)$$

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, tần suất thu gom là 2 lần trong tuần thì nhu cầu về nhân công trong Trong số hạng tính toán nhân công, yêu cầu nhân công cho lần thu gom thứ 2 trong tuần khoảng bằng 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.

Bài tập 2.4: Thiết kế hệ thống thu gom cho khu dân cư.

Thiết kế hệ thống thu gom kiểu lè đường để phục vụ cho một khu dân cư với 1000 căn hộ riêng biệt. Tính toán sử dụng 2 hệ thống thu gom chất tải thủ công. Hệ thống thứ nhất sử dụng xe thu gom chất tải mặt bên thùng chứa với một nhân công người, hệ thống thứ 2 sử dụng xe thu gom chất tải 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 được áp dụng:

Số người dân trung bình sử dụng một vị trí phục vụ là: 3,5 người/vị trí.

Tốc độ phát sinh CTR trên đầu người là: 2,5 kg/(người.ngày).

Thời gian lấy tải tại mỗi vị trí thu gom Thời gian lấy tải áp dụng cho một người thu gom tại mỗi vị trí là 0,92 người.phút/vị trí.

Khối lượng riêng của CTR (trong container) = 200kg/m³.

Số container sử dụng cho một vị trí thu gom là: 2 container 32 lít và 1,5 container carton (trung bình là 20 lít).

Tần suất thu gom: 1 lần/tuần.

Tỷ số nén của xe thu gom: r = 2,5.

Khoảng cách vận chuyển 2 chiều: x = 35 mile = 56,35 km

Thời gian làm việc trong ngày: H = 8 giờ.

Số chuyến trong ngày: N_d = 2 ngày.

Thời gian đi đến vị trí thu gom đầu tiên trong ngày t₁ = 0,3h.

Thời gian đi từ vị trí thu gom cuối cùng trong ngày đến về trạm điều vận t₂ = 0,4h.

Hệ số kể đến các yếu tố không sản xuất W = 0,15.

Hằng số thời gian vận chuyển: a = 0,016h/ch và b = 0,01119h/km.

Thời gian ở bãi đỗ của một chuyến: s = 0,10h/ch.

Đối với 1 người thu gom $t_p = 0,92$ người-phút/vị trí; 2 người thu gom thời gian lái xe giữa các vị trí đặt container 0,72 phút, $k_1 = 0,18$ phút.

Giải đáp:

Xác định thời gian thích hợp để lấy tải cho một chuyến sử dụng công thức (2.12)

Thay thế giá trị T_{scs} trong công thức 2.8 vào công thức 2.12

$$H = ((t_1 + t_2) + N_d(P_{scs} + s + a + bx))/(1 - W)$$

$$P_{scs} = (H(1 - W) - (t_1 + t_2))/N_d - (s + a + bx)$$

$$\begin{aligned} &= ((8\text{h/ngày})(1 - 0,15) - (0,3\text{h/ngày} + 0,4\text{ h/ngày}))/(\text{2chuyến/ngày}) - (0,1\text{h/chuyến} \\ &+ 0,016\text{h/chuyến} + (0,01119\text{h/km})(56,35\text{km/chuyến})) \\ &= 2,30\text{ h/chuyến} \end{aligned}$$

Xác định thời gian lấy tải cần thiết để lấy tải tại mỗi vị trí một người thu gom

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

hai người thu gom, sử dụng công thức (2.13)

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

Xác định số vị trí cần phải lấy tải từ lượng chất thải phát sinh có thể thu gom sử dụng công thức (2.12)

Một người thu gom

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

Hai người thu gom

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

Xác định thể tích chất thải phát sinh trong 1 tuần tại mỗi một vị trí lấy tải trong thời gian 1 tuần

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

Xác định thể tích xe tải, sử dụng công thức (2.15)

Một người thu gom

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

Hai người thu gom

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

Xác định số chuyến cần thiết trong tuần

Một người thu gom

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

Hai người thu gom

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

Xác định số lao động cần thiết

Một người thu gom

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

$$= 3,02 \text{ người-ngày/tuần.}$$

Hai người thu gom

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

$$= 4,41 \text{ người-ngày/tuần.}$$

2.1.5. Vạch tuyến thu gom

Khi thiết bị và nhân công được xác định, tuyến thu gom phải được thiết lập sao cho cả 2 yếu tố nhân công và thiết bị được sử dụng một cách hiệu quả nhất. Thông thường, bố trí tuyến thu gom là bài toán thử dần, không có những qui 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 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 sáng sớm nhất trong ngày.
- Các nguồn có khối lượng chất thải phát sinh CTR với khối lượng lớn phải được phục vụ suốt nhiều lần vào thời gian đầu của ngày công tác.

- Những điểm thu gom nằm rải rác (nơi có khối lượng chất thải phát sinh nhỏ) có cùng số lần thu gom, nếu có thể phải sắp xếp để thu gom trên cùng 1 chuyến trong cùng 1 ngày.

Thiết lập vạch tuyến thu gom:

Thông thường để thiết lập tuyến thu gom bao gồm các bước sau:

- Chuẩn bị bản đồ vị trí trên đó biểu diễn các dữ liệu và thông tin liên quan đến các nguồn phát sinh chất thải.
- Phân tích các dữ liệu và chuẩn bị các bảng biểu tóm tắt thông tin.
- Bố trí sơ đồ các tuyến thu gom.
- Ước tính các tuyến thu gom sơ bộ và từ đó đưa ra các tuyến thu gom chính xác bằng phương pháp thử dần.

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 thu gom nên sẽ phân tích riêng cho từng hệ thống. Chú ý rằng các tuyến thu gom chính xác (thật) đã chuẩn bị trong văn phòng được đưa đến những người lái xe thu gom, để họ thực hiện công việc thu gom trên thực địa. Dựa trên Trên cơ sở kinh nghiệm thực tế của người lái xe thu gom, mỗi tuyến thu gom được điều chỉnh cho phù hợp với hoàn cảnh riêng của vị trí. Trong đô thị lớn, những người giám sát tuyến thu gom chịu trách nhiệm chuẩn bị (sắp xếp) về việc lên lịch các tuyến thu gom. Trong nhiều trường hợp, tuyến thu gom được dựa trên kinh nghiệm điều khiển hoạt động của người giám sát công tác thu gom, thu thập được nhiều năm công tác trong cùng một khu vực của thành phố. Các điều thảo luận sau đây được phát hoạ (trình bày) để xác định số lượng trên lý thuyết được hầu hết những người giám sát tuyến thu gom làm trong đầu họ.

Bước 1: Bố trí tuyến thu gom

Trên bản đồ tỉ 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 chất thải: vị trí, tần suất thu gom, số container. Nếu khu thương mại hay khu công nghiệp phục vụ sử dụng hệ thống container cố định chất tải 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 nguồn dân cư thì 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. Thông thường đối với các nguồn phát sinh từ khu dân cư chỉ có một số nhà trên khối được thể hiện ghi chép.

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. Phụ thuộc vào độ lớn khu vực phục vụ và số điểm thu gom, mà có thể chia khu vực phục vụ ra thành những khu vực nhỏ tương đối đồng nhất ứng với các khu đất đã sử dụng như là: khu dân cư, khu công nghiệp, khu thương mại. Đối với những nơi có số vị trí thu gom nhỏ hơn 30 thì bước này thường bỏ qua. Đối với những khu vực lớn hơn, bước này cần phải thực hiện chia ra thành những khu cùng loại (như khu dân cư, thương mại, khu công nghiệp) nhỏ hơn và đưa vào các hệ số tính toán như là tốc độ phát sinh chất thải 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 như sau: 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 thu gom 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: 5lần/tuần). Thứ ba, phân phối số container yêu cầu chỉ 1 lần phục vụ trong tuần để số container đổ bỏ trong một ngày được cân bằng đối với mỗi ngày thu gom. 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 phát 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 logic.

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 làm thử trước khi những tuyến quyết định sau cùng được lựa chọn. Khi tính toán với lượng xe thu gom lớn hơn 1 thì tuyến thu gom cho mỗi khu vực phục vụ hay phải được bố trí và công việc dỡ tải cho mỗi lái 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 chất thải và một cột tách riêng để ghi các ngày trong tuần trong suốt thời gian thu gom chất thải. Thứ hai, xác định số lượng chất thải để thu gom từ những vị trí thu gom yêu cầu thu gom CTR nhiều lần trong tuần (ví dụ: thứ 2 đến thứ 6; hoặc 2, 4, 6) và ghi các điều kiện đã cho thông tin đã biết lên tờ chương trình phân phối. Bắt đầu bằng danh sách 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 danh nghĩa x tỉ số nén). Xác định số lượng chất thải tăng thêm mà nó có thể được thu gom mỗi ngày từ những vị trí nhận chỉ 1 lần thu gom trong tuần. Phân phối số lượng chất thải thu gom để số lượng chất thải thu gom (và số container đổ bỏ) trên một 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 đã nói trên, thì việc bố trí các tuyến thu gom có thể tiếp tục như sau: Bắt đầu từ trạm điều vận (hay nơi tập kết đậu xe ép rác, xe container), một tuyến thu gom phải được bố trí nối với tất cả các điểm thu gom để phục vụ suốt mỗi ngày thu gom, phụ thuộc trên khối lượng chất thải phải thu gom có thể bố trí 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 này phải được phục vụ thu gom hàng ngày, thì 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 danh nghĩa x tỉ số nén), xác định số hộ cư dân trung bình mà chất thải từ các hộ này được thu gom 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 mà nó phải bao hàm hay đi qua tất cả các điểm thu gom mà được phục vụ trong suốt tuyến thu gom. 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 có thể sử dụng trong một ngày. Trong vài trường hợp nó có thể cần thiết để điều chỉnh lại tuyến thu gom để cân bằng khối lượng công việc chất tải. Sau khi đã thiết lập tuyến thu gom, thì vẽ chúng lên bản đồ địa chính.

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 thu gom. Những 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, mặc 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.

2.2. Trạm trung chuyển

2.2.1. Chức năng của trạm trung chuyển

Trung chuyển là hoạt động mà trong đó CTR chứa trong 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 tái thu hồi vật 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

tái thu hồi vật liệu để vận chuyển các vật liệu đã thu hồi đến nơi tiêu thụ hay vận chuyển phần vật liệu còn lại (sau khi đốt, tái thu hồi...) đến bãi chôn lấp.

Sự cần thiết của hoạt động trung chuyển

Hoạt động trung chuyển và vận chuyển là cần thiết khi khoảng cách vận chuyển đến trung tâm xử lý hay bãi đổ lớn, mà nếu vận chuyển trực tiếp thì không khả thi về mặt kinh tế do chi phí vận chuyển khá cao. Hoạt động trung chuyển là một hoạt động cần thiết trong tất cả các trạm tái thu hồi vật liệu. Các yếu tố nguyên nhân dẫn đến sự cần thiết sử dụng các trạm trung chuyển:

- Sự xuất hiện ở các bãi rác hở không hợp pháp bởi vì khoảng cách vận chuyển khá xa.
- Vị trí của bãi đổ cách xa tuyến thu gom (thường > 10 mile = 16,09 km).
- Việc sử dụng các loại xe thu gom nhỏ (thường < 20 yd³ = 15m³).
- Sự hiện hữu của khu vực phục vụ có mật độ dân cư thấp.
- Sử dụng hệ thống container di động với dung tích container nhỏ để thu gom CTR từ các nguồn thương mại.
- Sử dụng hệ thống thu gom thủy lực hoặc khí nén

Khoảng cách vận chuyển khá xa:

Trước đây vào thời kỳ đầu, khi những xe ngựa được sử dụng để thu gom CTR, CTR sau đó được đổ sang các xe trợ giúp lớn hơn và để vận chuyển đến điểm trung gian nào đó để xử lý hoặc đổ bỏ nơi xử lý hoặc đổ bỏ. Tuy nhiên vậy, khi công nghệ khoa học phát triển cùng với sự xuất hiện của các loại xe tải hiện đại ra đời và chi phí nhiên liệu thấp, hoạt động trung chuyển hầu như không tồn tại ở nhiều thành phố không được quan tâm đến và CTR được vận chuyển trực tiếp đến bãi đổ. Ngày nay, với sự gia tăng của chi phí nhân công, vận hành, nhiên liệu và không cho phép bố trí các bãi đổ CTR gần khu vực phục vụ thì xu hướng diễn ra ngược lại, tức là các trạm trung chuyển trở nên thông dụng hơn.

Thông thường, quyết định sử dụng hoạt động trung chuyển được căn cứ trên vấn đề kinh tế. Có thể phát biểu đơn giản như sau: Chi phí để vận chuyển một thể tích CTR với số gia tăng lớn trên một quãng đường dài sẽ rẻ hơn là vận chuyển một thể tích CTR có số gia tăng nhỏ trên một quãng đường dài.

Bài tập 2.5: Trên cơ sở chi phí vận hành, xác định điểm giao nhau 2 đường cong chi phí của 2 hệ thống container di động và hệ thống container cố định với đường cong chi phí của một hệ thống sử dụng hoạt động trung chuyển và vận chuyển để vận chuyển chất thải được thu gom từ khu đô thị đến bãi đổ san lấp. Biết rằng các dữ liệu sau đây được áp dụng:

Hệ thống container di động sử dụng xe tải thu gom có thể tích container 6 m³ với chi phí vận hành là 25.000 đ/h.

Hệ thống container cố định sử dụng xe tải có trang bị ép (máy nén rác) có thể tích thùng chứa 15 m³ với chi phí vận hành là 40.000 đ/h.

Hoạt động vận chuyển sử dụng xe kéo rơmoóc với thể tích của thùng chứa 80 m^3 với chi phí vận hành là 40.000 đ/h .

Chi phí hoạt động trạm trung chuyển: 2.750 đ/m^3 .

Giải đáp:

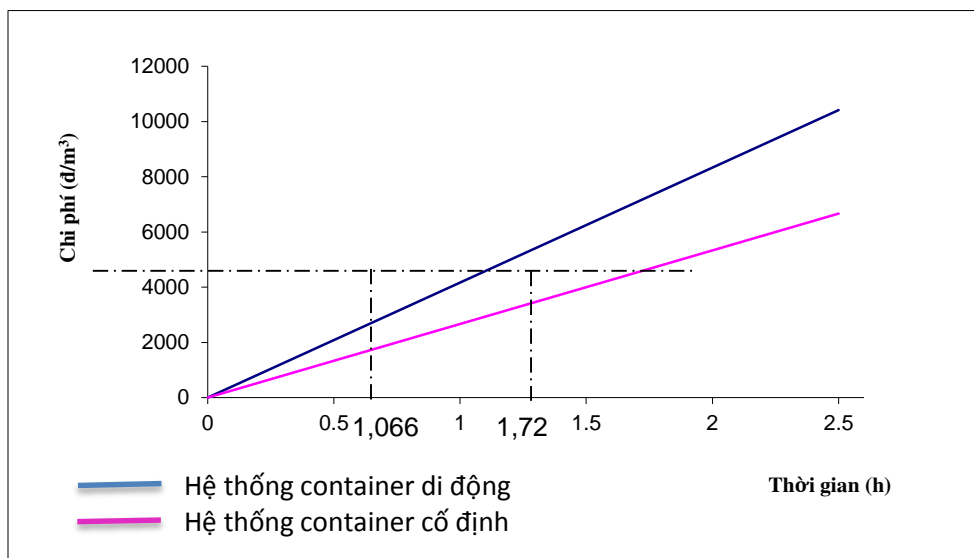
Chuyển đổi các số liệu chi phí vận hành thành đơn vị đồng/ $(\text{m}^3 \cdot \text{h})$

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

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

Chi phí vận chuyển sử dụng xe kéo rơmoóc: $(40.000/80) = 500 \text{ đ}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$

Vẽ đường biểu diễn chi phí cho một m^3 theo thời gian lái xe toàn tuyến (2 chiều) biểu diễn bằng giờ cho 3 hệ thống lựa chọn. Đồ thị biểu diễn như sau:



Từ hình vẽ xác định được các điểm giao nhau giữa các hoạt động trung tuyến và hệ thống lựa chọn.

Hệ thống container di động: 64 phút

Hệ thống container cố định: 103 phút

Nhận xét: Nếu hệ thống container cố định được sử dụng và thời gian lái xe toàn tuyến đến bãi đổ lớn hơn 103 phút thì bắt buộc phải 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: dollar/tấn x min hoặc dollar/tấn x mile và VNĐ/ tấn x km. Đơn vị biểu diễn này được sử dụng rộng rãi để phân tích trạm trung chuyển bởi vì khối lượng là một tiêu chuẩn quan trọng nhất đối với khi vận chuyển trên 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 từ nơi này đến nơi khác hoặc từ container này đến container khác.

Bài tập 2.6: 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. Giả sử các số liệu sau đây được áp dụng:

Xe ép rác có thể tích là 23 m^3

Khối lượng riêng của rác trong xe tải ép rác là 35 kg/m^3 .

Xe tải kéo romooc vận chuyển có thể tích là 80 m^3 .

Khối lượng riêng của rác trong xe tải kéo romooc là 200 kg/m^3 .

Chi phí vận hành của xe ép rác là 40.000 đ/h .

Chi phí vận hành của xe tải kéo romooc là 60.000 đ/h .

Chi phí vận hành của trạm trung chuyển là 3.650 đ/tấn .

Giải đáp:

Xác định khối lượng rác vận chuyển cho từng hệ thống

Hệ thống xe ép rác:

$$23 \text{ m}^3 \times 350 \text{ kg/m}^3 = 8.050 \text{ kg}$$

Hệ thống xe tải kéo romooc:

$$80 \text{ m}^3 \times 200 \text{ kg/m}^3 = 16.000 \text{ kg}$$

Xác định chi phí vận hành trên 1 tấn rác

Hệ thống xe ép rác:

$$40.000 \text{ đ/h} / 8.050 \text{ kg} = 4,969 \text{ đ/(kg.h)} = 4969 \text{ đ/(tấn.h)}$$

Hệ thống xe kéo romooc tải:

$$60.000 \text{ đ/h} / 16.000 \text{ kg} = 3,750 \text{ đ/(kg.h)} = 3750 \text{ đ/(tấn.h)}$$

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

$$4.969x = 3.750x + 3.650$$

Từ phương trình trên xác định thời gian giao nhau của 2 hệ thống là: $x = 2,99 \text{ giờ} = 179,65 \text{ phút}$.

Trạm xử lý hay bãi đổ đặt ở xa

Hoạt động trung chuyển phải được sử dụng khi trạm xử lý hay bãi đổ đặt ở nơi quá xa, nếu vận chuyển trực tiếp trên đường quốc lộ thì không khả thi. Ví dụ: trạm trung chuyển phải được sử dụng khi ô tô ray hay xà lan đi biển được dùng để vận chuyển chất thải đến điểm đổ bỏ cuối cùng. Nếu CTR được vận chuyển bằng đường ống thì cần thiết phải có một trạm xử lý kết hợp với trung chuyển.

Trạm trung chuyển kết hợp với trạm tái thu hồi vật liệu: Nhà máy tái sinh vật liệu / trạm trung chuyển

Khuynh hướng quản lý CTR hiện nay là kết hợp giữa nhà máy thu hồi vật liệu với trạm trung chuyển. Một xu hướng gần đây trong lĩnh vực quản lý CTR là sự phát triển của trạm liên hợp trung chuyển - tái sinh vật liệu quy mô lớn. Trạm liên hợp loại này là một trạm đa mục đích mà nó có thể bao gồm: 1) những nhận chất thải, chức năng của trung tâm 2) phân loại, 3) ủ phân, chuyển hoá sinh học, 4) sự sản xuất nhiên liệu từ rác, và 5) vận chuyển. Việc kết hợp nhà máy thu hồi vật liệu với trạm trung chuyển quy mô lớn sẽ tiết kiệm được chi phí và có thể kết hợp nhiều hoạt động quản lý CTR trong một cơ sở đơn giản. Việc sử dụng các trạm liên hợp trung chuyển - tái sinh vật

liệu quy mô lớn được áp dụng vì tiết kiệm chi phí do kết hợp nhiều hoạt động trong một trạm.

Trạm trung chuyển ở bãi chôn lấp vệ sinh(landfill)

Để đảm bảo an toàn Do tính an toàn và khắc phục những nhiều hạn chế những trong hoạt động khó khăn tại của bãi chôn lấp, nhiều nhà vận hành các bãi chôn lấp đã xây dựng những khu chứa tạm (gọi là trạm trung chuyển ở bãi chôn lấp) để chứa chất thải từ các xe vận chuyển nhỏ và riêng lẻ đổ để đỡ tải chất thải từ xe vận chuyển tư nhân hay các xe tải nhỏ. Bằng cách này tức là tách riêng trạm trung chuyển cho xe vận chuyển tư nhân và xe tải nhỏ, nhờ vậy nguy cơ khả năng xảy ra tai nạn ở các khu vực công tác của bãi chôn lấp giảm đi đáng kể.

2.2.2. Phân loại trạm trung chuyển

Trạm trung chuyển được sử dụng để thực hiện 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 vào phương pháp sử dụng để chất tải lên các xe vận chuyển lớn, có thể phân loại các trạm trung chuyển thành 3 loại thông thường như sau:

- Chất tải trực tiếp.
- Chất tải – lưu trữ từ khu vực tích lũy.
- Kết hợp vừa chất tải trực tiếp với vừa chất thải thải bỏ khu vực tích lũy.

Trạm trung chuyển cũng có thể được phân loại theo công suất (lượng chất thải được trung chuyển và vận chuyển) như sau:

- Loại nhỏ (công suất < 100tấn/ngày).
- Loại trung bình (công suất khoảng 100-500 tấn/ngày).
- Loại lớn (công suất > 500 tấn/ngày).

Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp:

Tại trạm trung chuyển chất tải trực tiếp, chất thải từ xe thu gom được chuyển trực tiếp sang xe vận chuyển hoặc chuyển sang thiết bị ép ép chất thải vào xe vận chuyển hoặc ép thành từng kiện chất thải để chuyển đến bãi chôn lấp. trong các xe thu gom nhỏ được đổ trực tiếp vào trong các xe lớn để vận chuyển CTR đến nơi đổ bỏ cuối cùng hoặc đổ vào thiết bị nén chất thải, từ đây chất thải được nén vào các xe vận chuyển và chúng được vận chuyển đến bãi đổ. Trong nhiều trường hợp, CTR có thể được đổ ra bỏ trên một nền đỡ tải và sau đó được đẩy vào các xe trung chuyển sau khi đã tách loại các vật liệu có thể tái chếtuần hoàn được loại ra. Khối lượng 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 năng công suất lớn không có máy ép:

Tại trạm trung chuyển chất tải trực tiếp công suất lớn, chất thải trong các từ xe thu gom thường được đổ bỏ trực tiếp vào các xe vận chuyển. Để thực hiện công việc này, các trạm trung chuyển thường được xây dựng với 2 cao độ khác nhau theo cấu trúc hai bậc. Sàn đỡ tải (hay bệ đỡ tải) được nâng cao để có thể đỡ tải từ xe thu gom xây dựng ở trên cao sử dụng để đỡ chất thải từ các xe thu gom vào các romooc vận chuyển hoặc

xây dựng sàn đỡ tải nghiêng cũng được xây dựng và các romooc vận chuyển đậu ở vị trí dốc dưới thấp được đặt ở dưới. Ở một vài số trạm trung chuyển chất tải trực tiếp, CTR của từ xe thu gom có thể được đổ tạm thời trên sàn đỡ tải khi romooc vận chuyển đã đầy hay đang trên đường vận chuyển CTR đến nơi thải bỏ. Sau đó, chất thải này sẽ được đẩy vào xe vận chuyển. Chất thải trên đổ tạm thời sau đó được đẩy vào trong các toa romooc vận chuyển.

Hoạt động của trạm trung chuyển chất tải trực tiếp biểu diễn có thể được tóm tắt như sau: Khi đến trạm trung chuyển, tất cả các xe vận chuyển thu gom chất thải được cân tại cầu cân và xác định vị trí dỡ tải. Sau khi hoàn tất việc dỡ tải, các xe này được cân lại một lần nữa và tính lệ phí. đi lên sàn đỡ tải đổ chất thải vào toa romooc bên dưới. Khi các toa romooc đã đầy, chất thải trong đó sẽ được gầu ngoạm của một xe ngoạm luân phiên nén lại. Khi các toa romooc đã đầy tải và đạt đến tải trọng cực đại cho phép, chúng được vận chuyển đến bãi đổ. Thẻ tích và khối lượng chất thải trên xe vận chuyển phải được kiểm tra lại trước khi ra khỏi trạm trung chuyển.

Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất lớn có máy ép:

Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất lớn có máy ép là một biến thể của trạm trung chuyển chất tải trực tiếp ở chỗ như đã mô tả trên, có được trang bị các phương tiện nén thiết bị ép được dùng để ép trực tiếp chất thải vào thùng xe, toa romooc kín hoặc tạo thành kiện chất thải. Hoạt động của các trạm trung chuyển chất tải trực tiếp có thiết bị nén cơ bản giống như hoạt động của trạm trung chuyển chất tải trực tiếp không có máy nén với các toa romooc hở nhưng chỉ khác là chất thải được nén vào các toa romooc kín nhờ các máy nén đặt cố định. Trong một vài trường hợp cần thiết, chất thải được vận chuyển tải đến các thiết bị nén nhờ băng tải.

Ở các trạm trung chuyển chất tải trực tiếp có thiết bị ép chất thải thành những kiện chất thải lớn, chất thải từ xe thu gom được đổ trực tiếp lên bề mặt đỡ tải hoặc trực tiếp vào phễu của máy 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 các xe vận chuyển có toa kéo một cầu mui trần, chi phí vận chuyển có thể giảm đến mức thấp nhất

Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất trung bình và nhỏ có máy nén:

Về mặt hoạt động, sau khi xe tải được cân, nó sẽ đi vào trạm trung chuyển và đến trực tiếp nơi dỡ tải. Sau khi cân, xe thu gom đi vào trạm trung chuyển và chất thải trên đó được đổ trực tiếp vào một trong các phễu nối liền với máy ép hoặc vào một hố chứa chất thải hình chữ nhật. Vị trí dỡ tải có thể là một cái phễu đưa vào một máy nén hoặc là một hầm (hố) nhận chất thải hình chữ nhật. Mỗi một hố được trang bị một bộ phận vách ngăn (pittông) thủy lực để đẩy chất thải vào đến phễu của máy ép đặt ở phía cuối hố đối diện. Nếu không có xe vận chuyển bán romooc để chất tải, chất thải được đổ tạm thời trên nền đỡ tải, từ đây chúng sẽ được đưa vào phễu máy ép nhờ xe xúc bánh hơi.

Container được vận chuyển đến bãi đổ nhờ xe tải có khung nâng. Phụ thuộc vào thời gian cần thiết để vận chuyển container đầy đến bãi đổ và quay về, mà một container rỗng có thể được gắn với máy nén trước khi container đầy được vận chuyển đến bãi đổ.

Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất nhỏ sử dụng ở vùng nông thôn:

Ở vùng nông thôn và 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 để vận chuyển thẳng đến để container đã đầy được đổ vào trong một xe thu gom và vận chuyển bãi đổ. Trong việc thiết kế và bố trí trạm trung chuyển loại này, điều cần chú ý nhất 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 các 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 3ft (0,33m).

Trạm trung chuyển chất tải trực tiếp năng suất nhỏ sử dụng ở bãi chôn lấp vệ sinh:

Trạm trung chuyển loại này thường được sử dụng để tái thu hồi vật liệu có khả năng tái chế tuần hoàn. Sau khi vật liệu có khả năng tái chế được phân loại ra, bất kỳ những vật dụng có thể tuần hoàn nào được lần lượt loại bỏ, vật liệu thải 2 toa romooc trung chuyển được sử dụng để chứa phần CTR còn lại, được đổ vào trong 2 toa romooc trung chuyển, mỗi một cái trong hai được vận chuyển đến bãi đổ và dỡ tải tại bãi đổ và đem trở lại trạm trung chuyển.

Trạm trung chuyển kiểu tích lũy (storage-load transfer station)

Trong trạm trung chuyển chất tải – lưu giữ, 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 phụ trợ khác. Trạm trung chuyển chất tải – lưu giữ khác biệt so với trạm trung chuyển chất tải trực tiếp ở chỗ nó được thiết kế sao cho có thể chứa chất thải trong khoảng 1 – 3 ngày.

Trạm trung chuyển kiểu tích lũy công suất lớn không có máy nén:

Trong trạm trung chuyển này, tất cả các xe thu gom đến trạm đều được hướng dẫn đi theo một tuyến nhất định đến trạm cân điện tử. tất cả các số liệu của các xe thu gom được vi tính hoá. Thêm vào đó, những thông tin về tên của cơ sở thải chất thải, đặc điểm xe thu gom và thời gian đến trạm trung chuyển đều được Ngoài ra, nhân viên của người điều hành trạm cân ghi lại ghi tên của công ty đổ bỏ CTR, lý lịch của từng xe tải riêng biệt và thời gian xe vào. 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 thu gom 1 góc khoảng 50° so với rìa của hố chứa chất thải vào các hố chứa chất thải. Khi đã dỡ tải xong, xe thu gom di chuyển ra khỏi Chất thải được đổ vào trong hố và xe thu gom sẽ đi ra trạm trung chuyển.

Trong hố chứa chất thải, 2 xe ủi được sử dụng dùng để đập vụn CTR và đẩy CTR ủi chúng về phía phễu nhập liệu ở cuối mỗi hố vào trong các phễu chất tải lên xe trung chuyển đặt ở cuối hố chứa. Hai cần trục dạng gầu ngoạm xúc có khớp nối được lắp đặt phía bên kia đặt trên 2 cạnh của phễu chất tải nạp liệu sử dụng được dùng để loại trừ những chất thải có kích thước lớn để làm hỏng xe trung chuyển và nén ép chất thải vào xe. Chất thải đi qua phễu, vào xe vận chuyển đã chờ sẵn trên cân ở vị trí thấp hơn.

Khi đã đạt khối lượng cho phép, nhân viên vận hành sẽ ra hiệu cho người lái xe biết. Xe đã đầy tải được vận chuyển ra khỏi khu vực chất tải và được phủ lưới bên trên để tránh hiện tượng giấy và các chất thải nhẹ bị thổi bay theo gió trên được vận chuyển. rơi vào gầu đi vào các toa romooc đặt trên một bàn cân ở độ cao thấp hơn nền hầm chứa.

Khi đạt đến trọng lượng cho phép, người điều khiển cần trực sẽ ra hiệu cho tài xế trung chuyển. Các toa romooc đã đầy CTR sau đó được mang ra khỏi khu vực chất tải và các lưới kim loại được phủ phía trên miệng các toa romooc để tránh giầy hay là các miếng CTR bay ra trong suốt quá trình vận chuyển.

Trạm trung chuyển kiểu tích lũy năng suất trung bình có thiết bị nén và xử lý:

Đối với trạm trung chuyển loại này, chất thải đầu tiên được đổ bỏ vào trong các hố chứa (cũng giống như hố chứa tức thời). Từ hố chứa này, chất thải được đẩy lên hệ thống băng chuyền để vận chuyển đến máy cắt, xé. Sau khi cắt và xé, kim loại có chứa sắt được tách riêng màu được loại bỏ và chất thải còn lại được nén vào trong các toa romooc trung chuyển để vận chuyển đến bãi đổ.

Trạm trung chuyển kết hợp vừa chất tải trực tiếp vừa chất tải tích lũy (combined direct-load and discharge-load)

Ở một số trạm trung chuyển, cả 2 phương pháp chất tải trực tiếp và chất tải thải bỏ kiểu tích lũy được sử dụng kết hợp. Thường đây là những trạm trung chuyển có nhiều chức năng, hoạt động thu hồi vật liệu cũng có thể kết hợp với trạm trung chuyển loại này (A multipurpose transfer can also house a materials recovery operation). Một trạm trung chuyển đa năng cũng có thể là một nhà tái thu hồi vật liệu.

Hoạt động của trạm trung chuyển loại này có thể được mô tả như sau: Tất cả các xe vận chuyển chất thải, muốn sử dụng đến trạm trung chuyển đều phải qua khâu kiểm tra tại cầu trạm cân. Các xe thu gom sẽ được cân, sau đó tiếp tục đến sàn dỡ tải và đổ chất thải trực tiếp sang xe vận chuyển, trở lại trạm cân, cân xe và tính lệ phí thải bỏ CTR bên trong xe thu gom trực tiếp vào các toa romooc vận chuyển. Sau khi dỡ tải xe thu gom, người tài xế lái xe quay trở lại trạm cân để cân lại trọng lượng xe (cân bì). Trong khi cân trọng lượng xe, phí đổ bỏ cũng được tính toán.

Những người đối với tư nhân cũng như những người vận chuyển phi thương mại (không phải là nhóm thu gom dịch vụ) độc lập nhỏ 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 tờ hoá đơn (attendant). Tuy nhiên, người sử dụng trạm trung chuyển vẫn phải trả phí thải bỏ căn cứ số liệu ghi trên hoá đơn. Nhân viên phục vụ ở đây sẽ người điều hành trạm cân kiểm tra bằng mắt xem chất thải có chứa các vật liệu có khả năng tuần hoàn hay không thu hồi tái chế hay không. Nếu có, người điều hành nhân viên sẽ hướng dẫn tài xế lái xe đến đổ vật liệu khu vực thu hồi vật liệu tái chế tuần hoàn vật liệu trước khi đến khu vực dỡ tải chung. Một công nhân trạm trung chuyển sẽ hỗ trợ giúp đỡ trong việc thu hồi các vật liệu có thể khả năng tái sinh.

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 thể tái tuần hoàn khả năng tuần hoàn, người tái xế tiếp tục lái xe đến nền dỡ tải để dỡ tải các chất thải còn lại.

Nếu không có các vật liệu có khả năng tái chế, thu hồi, người tài xế sẽ vận chuyển thẳng đến tiếp tục hướng về khu vực dỡ tải chung. Khu vực này được đặt tách riêng khỏi khu vực dỡ tải trực tiếp dành cho các xe thu gom thương mại dịch vụ, ở đây có hai miệng phễu nạp liệu vào xe romooc. Chất thải tích lũy trên khu vực dỡ tải sẽ được

đẩy theo chu kỳ vào xe vận chuyển. Bởi hai phần chất tải lên toa romooc khoảng 40ft. Chất thải tích lũy trên khu vực dỡ tải được đẩy từng đợt vào trong phễu chất tải (toa romooc) nhờ xe ủi bánh hơi. Nền dỡ tải được tẩy rửa định kỳ.

Năm 2016, Tp. HCM có 31 trạm trung chuyển gồm 18 trạm trung chuyển có nhà xưởng kín, lắp đặt các hạng mục công trình xử lý môi trường và 13 trạm trung chuyển không có hạng mục công trình xử lý môi trường gây ảnh hưởng đến khu vực xung quanh như tiếng ồn, mùi, nước rỉ rác,...

Các trạm trung chuyển hiện hữu trên địa bàn TP.HCM có thể được chia thành 03 loại sau:

- ✓ Loại 1: Nhà xưởng thiết kế kín. Có hệ thống hút xử lý khí thải nhà xưởng, hệ thống phun xịt khử mùi tự động, có hệ thống thu gom nước thải tập trung, có hoặc không có hệ thống xử lý nước thải tập trung. Phương tiện vận chuyển: Hoofkik, xe ép.
- ✓ Loại 2: Nhà xưởng có mái che, có tường bao xung quanh. Không có hệ thống hút xử lý khí thải nhà xưởng, có hệ thống phun xịt khử mùi (tự động hoặc bằng tay), có hoặc không có hệ thống thu gom nước thải tập trung, không có hệ thống xử lý nước thải tập trung. Phương tiện vận chuyển: Hoofkik, xe ép
- ✓ Loại 3: Có tường bao xung quanh, không có mái che. Không có hệ thống thu gom nước thải, không có hệ thống xử lý khí thải. Phương tiện vận chuyển: Xe ép.



(a) Trạm trung chuyển Tân Bình
MTĐT

(b) Trạm trung chuyển Xí nghiệp 2 –

Hình 2.5. Hình ảnh các trạm trung chuyển kín tại Tp. HCM

Công suất trạm trung chuyển

Khối lượng CTR đưa về TTC và sức chứa của TTC phải được đánh giá một cách cẩn thận trong quá trình quy hoạch và thiết kế TTC. Khối lượng chất thải đưa về TTC 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 kinh tế giữa sức chứa của TTC (the capacity of the transfer station) và chi phí hoạt động vận chuyển bao gồm cả thiết bị và nhân công. Ví dụ: khi tăng sức chứa của TTC và hoạt động với ít xe vận

chuyên bằng cách tăng thời gian làm việc sẽ đạt hiệu quả kinh tế hơn là khi sử dụng TTC nhỏ và mua nhiều xe vận chuyển. Đối với TTC chất tải – lưu giữ, công suất của TTC thay đổi tương ứng với thể tích CTR thu gom trong $\frac{1}{2}$ đến 1 ngày. Công suất của TTC 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 TTC không được vượt quá thể tích CTR sinh ra trong 3 ngày.

Yêu cầu về thiết bị và các dụng cụ phụ trợ

Thiết bị và các dụng cụ phụ trợ sử dụng ở TTC phụ thuộc vào chức năng của TTC trong hệ thống quản lý CTR. Ở TTC chất tải trực tiếp, yêu cầu các thiết bị dùng để đẩy chất thải vào xe vận chuyển hoặc để phân bố đều chất thải trên các xe vận chuyển. Chủng loại và số lượng thiết bị, dụng cụ yêu cầu thay đổi theo công suất của trạm. Ở các TTC chất tải – lưu trữ, cần một hoặc nhiều xe ủi để đập vụn và đẩy chất thải vào phễu nạp liệu. Một số dụng cụ khác cần dùng để phân bố chất thải và làm đồng đều tải lượng trên các xe vận chuyển.

Cân là dụng cụ không thể thiếu ở tất cả các TTC 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 TTC 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.

Yêu cầu vệ sinh môi trường.

Tại các TTC cần lắp đặt hệ thống xử lý khí thải. Đối với TTC chất tải trực tiếp, cần phải sử dụng mái che, lưới chắn để tránh hiện tượng các thành phần chất thải nhẹ bị cuốn bay theo gió. Hoạt động của TTC phải được giám sát chặt chẽ, các chất thải rơi vãi phải được vệ sinh ngay không để lâu hơn 1-2 giờ. Ở TTC lớn cần xây dựng hệ thống xử lý sơ bộ nước thải trước khi thải bỏ vào hệ thống thoát nước 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 TTC

Vấn đề sức khỏe và an toàn lao động

Vấn đề về sức khỏe và an toàn lao động tại TTC có liên quan đến hàm lượng bụi phát tán trong trạm. Để giảm nồng độ bụi trong khu vực chứa CTR ở TTC chất tải – lưu trữ, người ta sử dụng biện pháp phun nước vào không gian phía trên. Các công nhân làm việc ở đây phải được trang bị mặt nạ chống bụi. Trong các TTC chất tải – lưu giữ, các máy ủi làm việc trong hồ chứa phải có cabin kín, được trang bị máy điều hoà không khí và các thiết bị lọc bụi. Về vấn đề an toàn, chất thải không được phép đổ trực tiếp vào hồ chứa ở các TTC chất tải – lưu trữ công suất lớn.

Lựa chọn vị trí trạm trung chuyển

TTC nên được bố trí ở nơi 1) gần trạm cân của khu vực phục vụ, 2) dễ dàng tiếp cận với tuyến đường giao thông chính và các trạm đầu phối xe, 3) ảnh hưởng của nó đến cộng đồng dân cư và môi trường do các hoạt động của TTC là thấp nhất, 4) việc xây dựng và vận hành TTC sẽ có hiệu quả kinh tế cao nhất. Thêm vào đó, nếu TTC 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 thoả 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 TTC

Lựa chọn trạm trung chuyển dựa trên chi phí vận chuyển

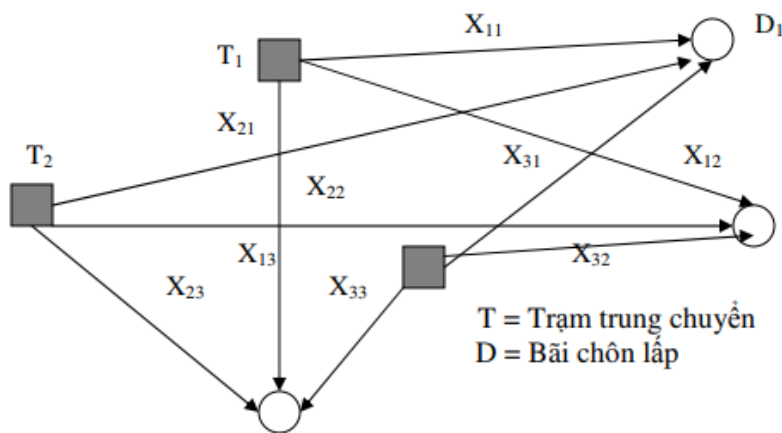
Với những điều kiện lý tưởng, TTC cần đặt tại những nơi có chi phí vận chuyển thấp nhất. Tuy nhiên, vấn đề khó khăn cho các cơ quan quản lý CTR là chi phí vận chuyển ngày càng trở nên ít quan trọng đối với việc lựa chọn vị trí thích hợp để xây dựng TTC

Lựa chọn vị trí trạm trung chuyển dựa trên các điều kiện giới hạn

Trong các trường hợp khi hai hoặc nhiều TTC và BCL được sử dụng thì vấn đề được đặt ra là vị trí nào sẽ là tối ưu từ mỗi TTC đến mỗi bãi lấp

Giả sử phải xác định chi phí thấp nhất để vận chuyển một lượng CTR từ một trong ba TTC đến một trong ba BCL. Sơ đồ định nghĩa trong trường hợp này được trình bày trong hình 2.4.

Cũng giả thiết rằng 1) tổng lượng chất thải vận chuyển đến bãi chôn lấp bằng tổng lượng chất thải vận chuyển đến TTC (điều kiện cân bằng vật chất), 2) mỗi BCL chỉ tiếp nhận một lượng chất thải xác định (ví dụ khối lượng vận chuyển trên đường đến một BCL cho trước bị hạn chế) và 3) lượng chất thải vận chuyển từ mỗi TTC lớn hơn hoặc bằng 0. Các vấn đề này thể hiện dưới dạng công thức toán học như sau:



Hình 2.7. Sơ đồ xác định vị trí TTC và BCL theo các điều kiện giới hạn

Gọi vị trí TTC là i

Gọi vị trí BCL là j ;

Khi đó, X_{ij} là lượng chất thải vận chuyển từ TTC i đến BCL j ;

C_{ij} là chi phí vận chuyển chất thải từ TTC i đến BCL j ;

R_i là tổng lượng chất thải đưa đến TTC 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:

$$X_{11}C_{11} + X_{12}C_{12} + X_{21}C_{21} + X_{22}C_{22} + X_{23}C_{23} + X_{31}C_{31} + X_{32}C_{32} + X_{33}C_{33} = F \quad (2.16)$$

Mô tả dưới dạng công thức toán học

$$F = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 X_{ij} C_{ij} \quad (2.17)$$

Theo các giới hạn sau:

$$\sum_{j=1}^3 X_{ij} = R_i \quad i=1-3 \quad (2.18)$$

$$\sum_{j=1}^3 X_{ij} \leq D_{ij} \quad j=1-3 \quad (2.19)$$

$$X_{ij} \geq 0$$

Điều kiện giới hạn 1) lượng chất thải vận chuyển đến BCL phải bằng lượng chất thải chuyển đến TTC, 2) tổng lượng chất thải vận chuyển từ TTC đến BCL nhỏ hơn hoặc bằng sức chứa của BCL, 3) khối lượng chất thải vận chuyển từ TTC phải lớn hơn hoặc bằng 0.

Bài toán xác định vị trí thích hợp của TTC 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 hoá theo quy hoạch tuyến tính.

2.3. Phương tiện và phương pháp vận chuyển

2.3.1. 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.



Hình 2.6. Xe vận chuyển CTR

2.3.2. Phương pháp vận chuyển

Vận chuyển bằng đường bộ

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 romôóc, xe có toa kéo một đầu 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.

Vận chuyển bằng đường sắt

Tuy đường sắt từng là phương tiện vận chuyển CTR thông dụng, nhưng hiện nay chỉ còn một vài khu vực 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.

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 vận chuyển CTR 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.

Một trong những vấn đề quan trọng khi sử dụng xà lan để vận chuyển CTR bằng đường biển là thường xuyên ngưng trệ khi biển động. Trong trường hợp đó, rác phải được lưu trữ, đưa đến việc tăng giá thành 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 trong thành phố có nhiều kênh rạch. Xe chở rác chỉ đi trong nội thành, cự ly ngắn, quay vòng quanh, tránh kẹt xe

Lợi thế lớn của thành phố trong việc vận chuyển đường thủy. Ưu điểm này được tận dụng đối đa để tổ chức nhiều bến sông phân bố trên toàn thành phố, và đây chuyên vận chuyển vận tải liên tục 24/24. bến sông này có chiều rộng mặt sông là 40km, đủ cho bốn xà lan neo đậu để nhận rác. Tổ chức dây chuyền khép kín, xà lan coi như là bộ phận rác nổi trên sông, trọng tải 300tấn/chiếc, nhận đầy rác lúc nào là rời bến lúc ấy, có chiếc khác vào thay thế ngay, nghĩa là 24/24 giờ trong ngày bộ rác nổi (xa lan) vẫn có mặt tại bến để nhận rác.

Thu gom rác trong nội thành sẽ nhanh chóng hơn, và xoá bỏ các bộ rác trên đường phố. Dự án này đầu tư thêm xe tải tức trực nhận rác, không cho đổ xuống bờ, rác từ nhà dân được tiếp nhận và chở đi ngay trong ngày, ảnh hưởng đến môi trường sẽ giảm nhiều.

Xe chở rác chỉ đi trong nội thành, cự ly ngắn, quay vòng quanh, tránh kẹt xe. Xe chở rác không cần phải ra vào cửa ngõ thành phố 800 – 1200 lượt/ ngày

Việc thu gom rác từ nhà dân, chuyên đến xe tải và đưa xuống xà lan là một dây chuyền khép kín. Hệ thống thu gom vận chuyển rác hiện có sẽ tiếp tục được sử dụng và đầu tư thêm phương tiện thiết bị cho công nhân thu gom nhẹ nhàng và nhanh chóng hơn

Vận chuyển bằng đường thủy giá cước rẻ hơn cước đường bộ từ 30-50% (Ví dụ: giá vận chuyển rác hiện nay từ thành phố đi Đông Thạnh cự ly khoảng 30 km giá 2.700đ/T.km, vậy giá cước vận tải đường thủy chỉ từ 40.000đ/T – 50.000đ/T)

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

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 cũng phải xử lý. Giống như quá trình hoà 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 di chuyển bằng từ tính.

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.

Loại trạm trung chuyển

Với những loại TTC như đã trình bày ở trên, khi thiết kế cần xác định rõ hoạt động tại TTC có gồm cả công tác thu hồi vật liệu tái sinh hay không. Nếu có, diện tích TTC phải đủ lớn để xe thu gom dỡ tải.

2.4. Tình hình thu gom, vận chuyển CTR ở Tp. HCM

Theo báo cáo của Sở TN&MT Tp. HCM năm 2018:

- Tỷ lệ thu gom: 60% CTR hộ dân do CTR dân lập và Hợp tác xã thu gom, 40% do Công ty Dịch vụ công ích nhà nước thực hiện.

- Trang thiết bị thu gom: khoảng hơn 200 xe tải nhỏ 550 kg; gần 1.000 xe 3, 4 bánh tự chế và hơn 2.500 thùng 660 lít.

- Nhân lực: 4.000 người thu gom CTR dân lập, 1.500 người thu gom trong các Công ty dịch vụ công ích và Hợp tác xã.
- Có khoảng 380 điểm hẹn chuyển rác từ xe đẩy tay sang xe cơ giới;
- Vị trí các điểm hẹn thường xuyên bị di dời do chất lượng vệ sinh môi trường còn thấp.
- 3 đơn vị thực hiện: Cty MTĐT (53%), công ty DVCI một số quận huyện (30%), và HTX Công Nông (17%).
- Phương tiện vận chuyển: > 570 xe cơ giới các loại
- Số lượng: 06 trạm trung ép rác kín và 46 bờ rác
- Công suất: từ hơn 10 – 20 tấn/ngày đến 1.000 – 1.500 tấn/ngày
- Năm 2018, mỗi ngày, TP.HCM phát sinh khối lượng khoảng 9.000 tấn rác thải sinh hoạt (trung bình tăng từ 5-6%/năm). Trong đó, 69% CTRSH được xử lý bằng công nghệ chôn lấp hợp vệ sinh, 20 % làm phân compost, 11% áp dụng công nghệ đốt. TP.HCM đang triển khai nhiều giải pháp nhằm giảm tỷ lệ chất thải chôn lấp và tăng hiệu quả cho công tác xử lý rác thải sinh hoạt, như tăng tỷ lệ tái sử dụng, tái chế chất thải, giảm dần tỷ lệ chôn lấp xuống còn 20% đến năm 2025. Để làm được điều này, khâu đầu tiên là phải thực hiện phân loại chất thải sinh hoạt tại nguồn.
- Thời gian qua, Tp.HCM đã triển khai việc phân loại CTRSH qua nhiều giai đoạn từ thí điểm một cụm dân cư hoặc 01 phường trên địa 01 quận, đến mở rộng thí điểm trên địa bàn 6 quận giai đoạn 2015-2016 và sau đó nhân rộng phạm vi thực hiện trên địa bàn 24 quận/huyện từ năm 2017 đến nay. Tuy nhiên, theo đánh giá thời gian qua, một số quận, huyện triển khai khá tốt công tác phân loại CTRSH, nhưng vẫn rất nhiều quận - huyện còn lúng túng, thực hiện không hiệu quả. Ngày 14/11/2018, UBND TP.HCM đã ban hành Quyết định số 44/2018/QĐ-UBND quy định về phân loại CTRSH tại nguồn. Đây là cơ sở pháp lý rất quan trọng, đưa công tác phân loại CRTSH tại nguồn vào giai đoạn toàn diện và hiệu quả.
- Năm 2016 – 2020 TPHCM quyết đạt chỉ tiêu phân loại rác tại nguồn trên 50%. Ngoài ra thành phố cũng xem xét, tính toán chính sách hỗ trợ cho người dân phân loại rác tại nguồn.
- Thành phố HCM xây dựng lộ trình, kế hoạch, chỉ tiêu cụ thể để đến năm 2020 chuyển đổi lực lượng thu gom rác dân lập thành các hợp tác xã hoặc doanh nghiệp có tư cách pháp nhân. Xây dựng lộ trình cụ thể đến năm 2020 giảm tỷ lệ chôn lấp CTR xuống còn 50% (hiện nay tỷ lệ chôn lấp 76%), đến năm 2025 là 20%,...

2.5. Câu hỏi, bài tập

Câu 1. Trình bày các thuật ngữ trong hệ thống thu gom CTR?

Câu 2. So sánh hệ thống thu gom CTR cố định và di động?

Câu 3. Trình bày các bước vạch tuyến thu gom CTR?

Câu 4. Vì sao cần có TTC CTR? Phân loại TTC CTR?

Câu 5. Các phương tiện và phương pháp nào được sử dụng để thu gom, vận chuyển CTR?

Câu 6. 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 đây. Tính thời gian vận chuyển của một chuyến đối với vị trí cách bãi đổ 11,0 mi. 1 mi = 1,609 km.

Đoạn đường (x) mi/chuyến	Vận tốc (y) mi/h	Thời gian (h/chuyến)
2	17	0,12
5	28	0,18
8	32	0,25
12	36	0,33
16	40	0,40
20	42	0,48
25	45	0,56

Câu 7. Xác định số chuyến xe rác cần thiết trong ngày và thời gian làm việc của hệ thống HCS. 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 CTRSH là 6 phút. Thời gian lấy rác là 0,4 h/chuyến. Khoảng cách từ điểm lấy CTRSH đến bãi đổ là 15,5 mi. Các hằng số trong phương trình tính vận tốc là $a = 0,016$ h/chuyến, và $b = 0,018$ h/mi. Thời gian tại bãi đổ là $s = 0,133$ h/chuyến và hệ số tính đến thời gian không vận chuyển là $w = 0,15$ và 1 mi = 1,609 km.

Câu 8. Xác định đoạn đường dài nhất từ vị trí cần lấy CTRSH đến trạm xử lý sao cho chi phí (\$/tuần) của hệ thống container di động (HCS) = chi phí dùng cho hệ thống container cố định (SCS). t_1 và t_2 được tính trong hệ số tính đến thời gian không vận chuyển $W = 0,15$.

1. Hệ thống HCS:

- (a) Lượng chất thải rắn $V_w = 300$ yd³/tuần
- (b) Kích thước thùng chứa $c = 8$ yd³/chuyến
- (c) Hệ số hữu ích của thùng chứa $f = 0,67$
- (d) Thời gian chất thùng CTRSH lên xe $p_c = 0,033$ h/chuyến
- (e) Thời gian trả thùng về vị trí cũ $u_c = 0,033$ h/chuyến
- (f) Hằng số vận chuyển $a = 0,022$ h/chuyến $b = 0,022$ h/mi
- (g) Thời gian tại bãi đổ $s = 0,053$ h/chuyến
- (h) Lệ phí = 400 \$/tuần
- (i) Chi phí vận hành = 15 \$/h

2. Hệ thống SCS:

- (a) Lượng chất thải rắn $V_w = 300$ yd³/tuần

- (b) Kích thước thùng chứa ở vị trí lấy CTRSH $c = 8 \text{ yd}^3/\text{vị trí}$
- (c) Hệ số hữu ích của thùng chứa $f = 0,67$
- (d) Sức chứa của xe thu gom $v = 30 \text{ yd}^3/\text{chuyến}$
- (e) Tỷ số nén CTRSH $r = 2$
- (f) Thời gian đổ CTRSH $u_c = 0,05 \text{ h}/\text{chuyến}$
- (g) Hằng số vận chuyển $a = 0,022 \text{ h}/\text{chuyến}$ $b = 0,022 \text{ h}/\text{mi}$
- (h) Thời gian tại bãi đổ $s = 0,10 \text{ h}/\text{chuyến}$
- (h) Lệ phí = 750 \$/tuần
- (i) Chi phí vận hành = 20 \$/h

3. Đặc điểm vị trí lấy CTRSH:

- (a) Khoảng cách trung bình giữa các thùng CTRSH $X' = 0,1 \text{ mi}$
- (b) Hằng số ước tính thời gian vận chuyển giữa hai vị trí đặt thùng CTRSH cho cả 2 hệ thống $a' = 0,060 \text{ h}/\text{chuyến}$, $b' = 0,067 \text{ h}/\text{mi}$.
- (c) $1 \text{ yd}^3 = 0,7646 \text{ m}^3$ và $1 \text{ mi} = 1,609 \text{ km}$.

Câu 9. Xác định đoạn đường dài nhất từ vị trí cần lấy CTRSH đến trạm xử lý sao cho chi phí (\$/tuần) của hệ thống container di động (HCS) = chi phí dùng cho hệ thống container cố định (SCS). t_1 và t_2 được tính trong hệ số tính đến thời gian không vận chuyển $W = 0,15$.

1. Hệ thống HCS:

- (a) Lượng chất thải rắn $V_w = 300 \text{ yd}^3/\text{tuần}$
- (b) Kích thước thùng chứa $c = 8 \text{ yd}^3/\text{chuyến}$
- (c) Hệ số hữu ích của thùng chứa $f = 0,67$
- (d) Thời gian chất thùng CTRSH lên xe $p_c = 0,033 \text{ h}/\text{chuyến}$
- (e) Thời gian trả thùng về vị trí cũ $u_c = 0,033 \text{ h}/\text{chuyến}$
- (f) Hằng số vận chuyển $a = 0,022 \text{ h}/\text{chuyến}$ $b = 0,022 \text{ h}/\text{mi}$
- (g) Thời gian tại bãi đổ $s = 0,053 \text{ h}/\text{chuyến}$
- (h) Lệ phí = 400 \$/tuần
- (i) Chi phí vận hành = 15 \$/h

2. Hệ thống SCS:

- (a) Lượng chất thải rắn $V_w = 300 \text{ yd}^3/\text{tuần}$
- (b) Kích thước thùng chứa ở vị trí lấy CTRSH $c = 8 \text{ yd}^3/\text{vị trí}$
- (c) Hệ số hữu ích của thùng chứa $f = 0,67$
- (d) Sức chứa của xe thu gom $v = 30 \text{ yd}^3/\text{chuyến}$
- (e) Tỷ số nén CTRSH $r = 2$

- (f) Thời gian đổ CTRSH uc = 0,05 h/chuyến
(g) Hằng số vận chuyển a = 0,022 h/chuyến b = 0,022 h/mi
(h) Thời gian tại bãi đổ s = 0,10 h/chuyến
(h) Lệ phí = 750 \$/tuần
(i) Chi phí vận hành = 20 \$/h

3. Đặc điểm vị trí lấy CTRSH:

- (a) Khoảng cách trung bình giữa các thùng CTRSH $X' = 0,1$ mi
(b) Hằng số ước tính thời gian vận chuyển giữa hai vị trí đặt thùng CTRSH cho cả 2 hệ thống $a' = 0,060$ h/chuyến, $b' = 0,067$ h/mi.
(c) $1 \text{ yd}^3 = 0,7646 \text{ m}^3$ và $1 \text{ mi} = 1,609 \text{ km}$.

Câu 10. Vạch tuyến thu gom cho hệ thống HCS và SCS đối với khu công nghiệp như bản đồ. Tổng số điểm thu gom là 28 điểm có 32 thùng rác. Lượng rác thu gom trong tuần là 277 yd^3 .

- ✓ Đối với thùng rác phải thu gom 2 lần/tuần: thứ 3 và thứ sáu
- ✓ Đối với thùng rác phải thu gom 3 lần/tuần: thứ 2, thứ 4 và thứ 6
- ✓ Tuyến thu gom bắt đầu và kết thúc ở trạm xe
- ✓ Đối với hệ thống HCS: làm việc từ thứ 2 đến thứ 6
- ✓ Đối với hệ thống SCS: làm 4 ngày trong tuần (thứ 2, 3, 4 và thứ 6)
- ✓ Đối với hệ thống SCS, dùng xe ép rác, thể tích xe 35 yd^3 và tỷ lệ nén $r = 2$.

Chương 3. Thu hồi và tái chế chất thải rắn

3.1. Cơ hội thu hồi, tái chế vật liệu thải

3.1.1. Lợi ích của quá trình thu hồi và tái chế vật liệu thải

Hoạt động thu hồi và tái chế chất thải rắn có ý nghĩa quan trọng về mặt kinh tế xã hội và môi trường bởi nó mang lại những lợi ích thiết thực:

- Giảm đáng kể lượng chất thải rắn phải xử lý từ đó giảm công suất của công trình xử lý nên sẽ tiết kiệm diện tích hoặc giảm bớt kinh phí đầu tư cho nhà máy xử lý đốt, chôn, biến phân bón và giảm tác động đến môi trường.
- Thu hồi lại năng lượng vật liệu và sản phẩm chuyển hóa từ chất thải rắn để cung cấp trong một số ngành sản xuất sinh hoạt do tận dụng vật liệu năng lượng tái sinh thay thế cho nguyên vật liệu gốc phải khai thác từ thiên nhiên nên sẽ tiết kiệm tài nguyên thiết thực bảo vệ môi trường phát triển bền vững.
- Góp phần giải quyết vấn đề khó khăn nhất về xử lý chất thải rắn khó phân hủy hiện nay việc xử lý loại chất thải rắn này thường đòi hỏi chi phí cao do đó nếu tăng cường tái chế sẽ giảm được chi phí xử lý.
- Tái sản xuất ra một lượng sản phẩm từ phế liệu nên sẽ góp phần nâng cao tổng sản phẩm trong nước và có thể tiết kiệm ngoại tệ trong việc nhập nguyên liệu cho sản xuất đối với các nguyên liệu không có sẵn trong nước.
- Tạo công ăn việc làm cho người lao động và tăng doanh thu từ hoạt động tái chế chất thải.

Bên cạnh những lợi ích về nhiều mặt đó hoạt động tái chế nếu không được tổ chức quản lý và kiểm soát chặt chẽ cũng gây ra những tác động tiêu cực ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường và sức khỏe cho những người hoạt động trong mạng lưới thu hồi tái chế chất thải.

Với những ý nghĩa từ lợi ích đó trong chiến lược quản lý và xử lý chất thải rắn đã coi trọng việc sử dụng lại tái chế và nâng cao giá trị của chất thải theo thứ tự ưu tiên là:

- Giảm thiểu chất thải rắn
- Tái sử dụng chất thải rắn
- Tái chế chất thải rắn
- Nâng cao giá trị của chất thải rắn
- Thái bỏ

Các loại vật liệu có thể tái chế thu hồi

Giấy cao su chất dẻo thủy tinh kim loại, chất hữu cơ vô cơ là những sản phẩm chủ yếu có thể thu hồi được từ chất thải rắn đô thị.

Hoạt động thu hồi tái chế phế liệu.

- Tăng cường thu hồi sản phẩm và sử dụng để dùng lại cho cùng một mục đích hoặc tìm ra mục đích sử dụng khác.

- Tái sử dụng tập trung chủ yếu vào các loại chai đựng đồ uống các loại bao bì vận chuyển thông qua kênh lưu thông dưới dạng đặt cọc để khép kín một chu trình sản xuất tiêu dùng lưu thông sản xuất.
- Khuyến khích các cơ sở tái chế chất thải rắn bằng cách thu hồi sản phẩm đã qua sử dụng xử lý hoặc chế biến lại đưa vào sản xuất dưới dạng các sản phẩm ban đầu hoặc tạo ra sản phẩm mới.
- Tái sử dụng và tái chế chất thải rắn có thể thực hiện ở các khu công nghiệp tập trung trên cơ sở hình thành một số hệ thống thông tin để trao đổi chất thải vì trong một số trường hợp chất thải cần phải loại bỏ ở nơi này trở thành nguyên liệu đầu vào ở nơi khác.

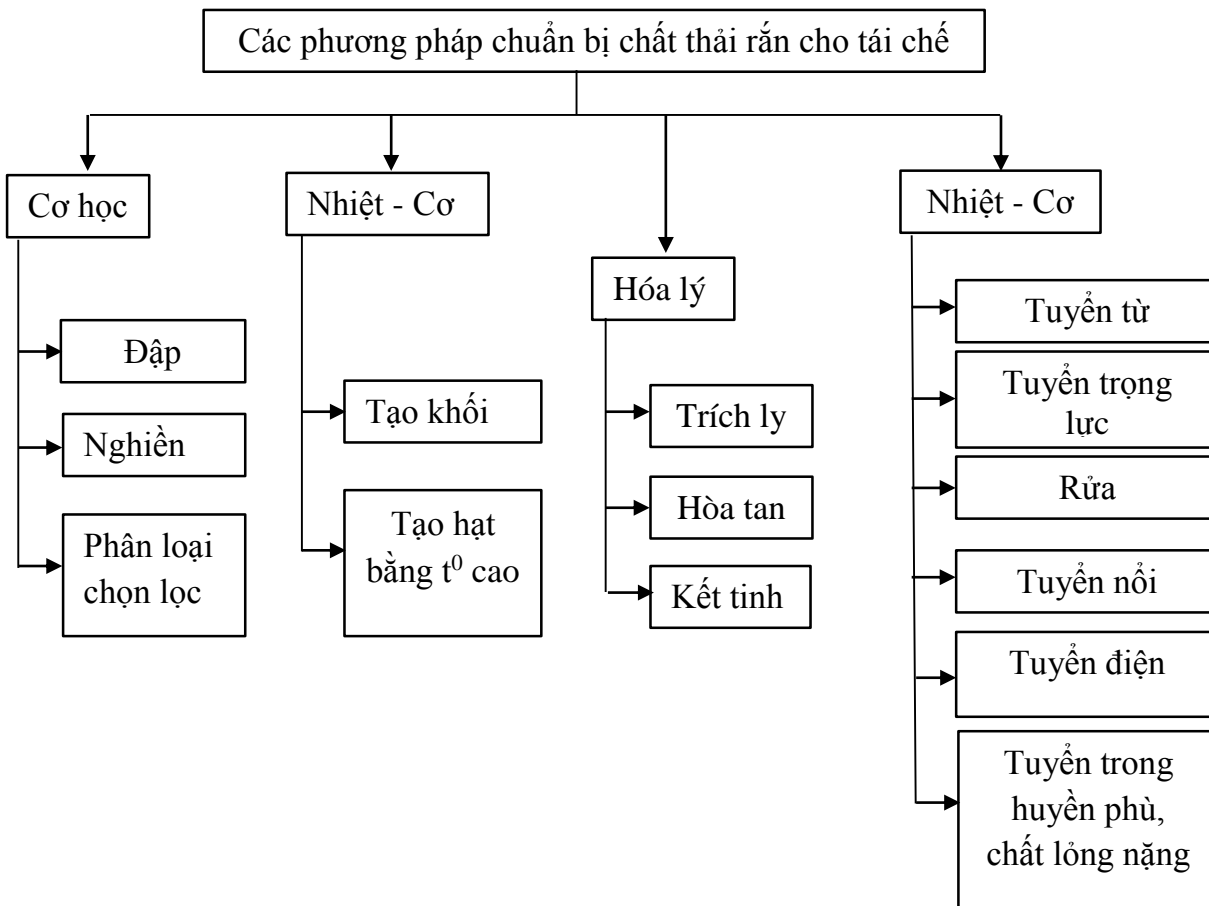
Bảng 3.1. Thống kê các loại vật liệu có thể tái chế thu hồi

TT	Các hợp phần vật liệu	Danh mục thống kê là vật liệu và mục tiêu sử dụng
1	Nguyên vật liệu thô Giấy bìa các tông Cao su Chất dẻo Vải vụn Thủy tinh Kim loại sắt Nhôm Kim loại không sắt	Lượng vật liệu không phải báo lẫn vào trong tổng lượng tích lũy và điểm lấy ra Tiêu chuẩn thu hồi thống kê ABS PVC mức độ trong sạch Loại vật liệu mức độ trong sạch Lượng vật liệu mẫu, lượng kim loại lẫn vào độ trong sạch Nguồn sinh hoạt xây dựng công nghiệp dung chậm độ sạch độ bản thì nhôm tiết số lượng điểm lấy ra Hạt, kích thước độ sạch dung trọng số lượng Biến đổi theo nhu cầu địa phương thị trường
2	Nguồn nhiên liệu Chất hữu cơ cháy được Giấy thải	Thành phần nhiệt lượng độ ẩm giới hạn tàng trữ số lượng phân phối năng lượng sản phẩm phụ Biến đổi theo nhu cầu địa phương thị trường
3	Phục hồi đất: Chất hữu cơ Chất vô cơ	Thành phần mức độ ô nhiễm nguồn hữu cơ sử dụng đất những quy định của quốc gia và địa phương Quy định Quốc gia địa phương mục tiêu sử dụng

(Nguồn: Nguyễn Xuân Nguyên, 2004)

Có thể nhận thấy vai trò rất quan trọng của hoạt động thu hồi và tái chế, những lợi ích chủ yếu mà hoạt động này mang lại là:

- Tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên bởi vì sử dụng vật liệu tái chế được thay cho nguyên vật liệu gốc từ đó có thể hạ giá thành sản phẩm
- Có thể thu hồi lợi nhuận từ hoạt động tái chế. Hoạt động tái chế lúc này mang tính kinh doanh và vì thế có thể giải thích lại tại sao hoạt động thu hồi tái chế ở khu vực thành phố Hồ Chí Minh phát triển như vậy



Hình 3.1. Các phương pháp chuẩn bị chất thải rắn cho tái chế

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

3.1.2. Hệ thống quá trình thu hồi vật liệu thô và các sản phẩm chuyển hóa

Quy trình công nghệ xử lý và thu hồi tài nguyên sản phẩm năng lượng được trình bày ở hình 3.2.

Hệ thống quá trình thu hồi vật liệu thô và các sản phẩm chuyển hóa bao gồm:

- Vật liệu thô thường có 8 loại khác nhau từ chất thải rắn đô thị có thể thu hồi tái chế, tái sử dụng.
- Nguồn nhiên liệu thu hồi trực tiếp thông qua quá trình đốt thu hồi nhiệt nhờ chuyển hóa chất thải thành nhiên liệu dầu mỡ khí có thể tích lũy và vận chuyển đi xa thành năng lượng cung cấp cho thị trường.
- Phục hồi đất: chất hữu cơ của chất thải dùng để làm giàu đất dưới dạng phân bón.
- Một phần chất thải được tái sử dụng chủ yếu là thủy tinh (0,31 - 2%), kim loại (1,02 - 5%), giấy, chất dẻo (4,71 - 9,5%).

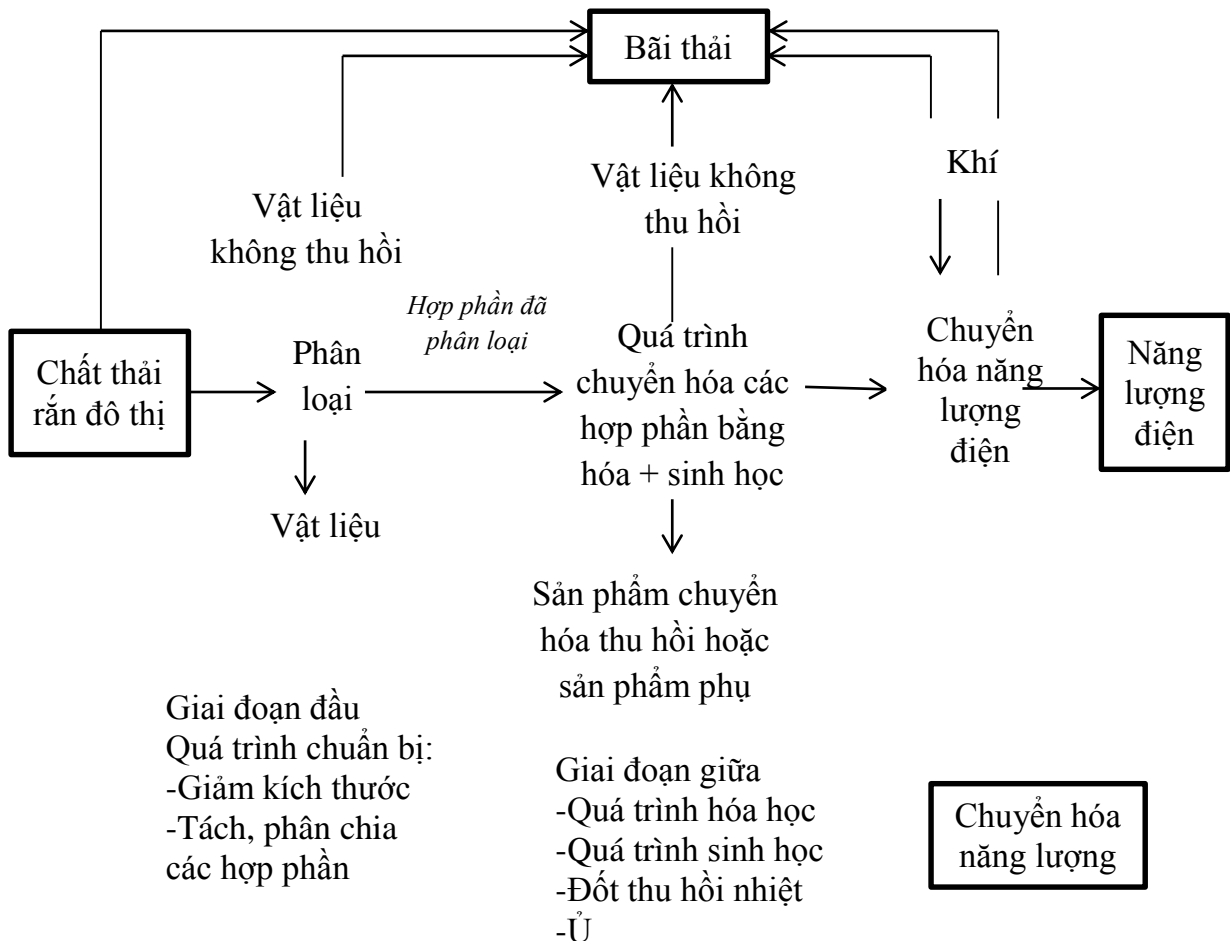
Thu hồi các sản phẩm chuyển hóa sinh học

Chủ yếu thông qua quá trình lên men phân hủy chuyển hóa sinh học để thu hồi các sản phẩm như phân bón khí metan, protein, các loại cồn và nhiều hợp chất hữu cơ khác.

Chất thải rắn sinh hoạt đô thị có thành phần hữu cơ cao 50 đến 60% nên có thể tận dụng để sản xuất phân hữu cơ cung cấp cho khu vực ngoại thành để cải tạo đất nông nghiệp.

Thu hồi các sản phẩm chuyển hóa hóa học

Chủ yếu dùng phương pháp đốt để tạo thành các sản phẩm khí đốt hơi nóng. Các vật liệu dễ cháy có thể dùng làm nguồn nhiên liệu chuyển hóa thành năng lượng. Các thành phần cháy được thường chiếm khoảng từ 5 - 10% trọng lượng chất thải rắn đô thị.



Hình 3.2. Quy trình công nghệ xử lý và thu hồi tài nguyên sản phẩm năng lượng

Thu hồi năng lượng từ các sản phẩm chuyển hóa

Từ các sản phẩm chuyển hóa bằng quá trình hóa học sinh học có thể chuyển thành năng lượng bằng quá trình đốt tạo thành hơi nước và phát điện sưởi, nước nóng làm ấm vào mùa đông

Chất thải rắn xây dựng và các thành phần không cháy độ khác như gạch, đá, sành sứ, vỏ ốc, xương... và các tạp chất khó phân loại chiếm từ 27,5 - 38% đưa sang nén hoặc chôn lấp trực tiếp ở bãi chôn lấp chất thải sinh hoạt.

Chất thải từ các trung tâm thương mại hay các quá trình sản xuất công nghiệp phải được phân loại từ xí nghiệp để thu hồi phần có thể tái chế phân loại theo mức độ nguy hiểm độc hại mà áp dụng các biện pháp xử lý đặc biệt trước khi đưa đi chôn lấp.

3.1.3. Hoạt động thu hồi, tái chế và tái sử dụng phế liệu trên thế giới và Việt Nam.

Trong phế thải công nghiệp có thể còn một số vật thể có giá trị vì vậy cần được sử dụng lại hoặc tái chế để giảm bớt lượng khí thải cần phải xử lý đồng thời tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên như vậy nó mang ý nghĩa kinh tế môi trường và góp phần cho sự phát triển bền vững

Từ phế thải công nghiệp giấy có thể chế tạo được cello và các vật liệu xây dựng người ta còn ứng dụng nguyên lý pin axit để thu điện năng từ các loại phế thải công nghiệp và sinh hoạt.

- Ở Thụy Sĩ, từ phế thải sinh hoạt và công nghiệp giấy người ta đã làm ra ván sợi ép phục vụ xây dựng.

- Ở Nhật tái chế nhiều thành phần trong chất thải công nghiệp để phục vụ sản xuất như thu gom, sử dụng lại hầu hết các sản phẩm điện tử để tái chế và quản lý không gây ô nhiễm môi trường (như tái chế hoặc thu hồi kim loại trong điện thoại di động). Người ta đã tính tổng trọng lượng vàng, bạc, đồng, platinum và một số kim loại khác chiếm trong điện thoại di động có thể thu được 30 yên (tiền Nhật) trên 1 điện thoại di động, cứ 120 nghìn chiếc điện thoại di động có thể thu được 1 kg vàng nguyên chất.

- Ở Anh sử dụng thủy tinh (từ các chai lọ cũ) nghiền nhỏ và trộn với nhựa đường để làm vật liệu rải đường và trong tương lai Anh Quốc sẽ huy động tái sử dụng các chất thải có cao su, gốm, sứ, thủy tinh để tái chế vật liệu xây dựng.

Kinh nghiệm phát triển công nghiệp tái chế chất thải rắn ở Nhật Bản

+ *Những chính sách chung*

Nhật Bản là một trong những nước đi đầu trong việc khuyến khích các hoạt động tái chế. Ngay từ đầu những năm 2000, Nhật Bản đã đưa ra mô hình xã hội tuần hoàn vật chất với quan điểm kêu gọi toàn xã hội tham gia vào hoạt động tái chế, hạn chế tối đa việc xả thải và sử dụng tài nguyên.

Để thực hiện được mục tiêu này rất nhiều hành động đã được chính phủ Nhật Bản tiến hành như:

- Thể chế hóa các hoạt động thu gom tái chế chất thải:

Ngay từ đầu năm 2001, Nhật Bản đã xây dựng Luật cơ bản xúc tiến hình thành xã hội tuần hoàn (Luật khung cơ bản) với mục tiêu đảm bảo sự tuần hoàn vật chất của xã hội, kiểm soát giảm thiểu tối đa việc tiêu dùng tài nguyên. Trong đó, đã nêu rõ quan điểm kế hoạch cơ bản về xúc tiến xã hội hoàn toàn là cơ sở nền tảng cần xem xét đến khi hoạch định các kế hoạch khác của các quốc gia. Bộ Luật cũng nêu rõ trách nhiệm của quốc gia chính quyền địa phương chủ dự án người dân đối với nhiệm vụ này.

Từ bộ Luật trên đã xây dựng nhiều loại Luật như:

- Luật xử lý đúng đắn phế liệu ban hành tháng 6/2006 bao gồm một số nội dung như sau:

- + Xử lý thích đáng phế liệu
- + Quy chế xây dựng cơ sở xử lý phế liệu
- + Quy chế đối với người xử lý phế liệu

- + Thiết lập tiêu chuẩn xử lý phế liệu
- + Đối sách đối với những trường hợp xử lý không thích đáng
- Luật xúc tiến sử dụng tài nguyên hiệu quả ban hành tháng 2/2001 bao gồm:
 - + Kiểm soát sự phát sinh - tái sinh sản phẩm phụ
 - + Khuyến khích sử dụng tài nguyên tái sinh, sử dụng linh kiện tái sinh
 - + Khuyến khích hoạt động chế tạo sản xuất có tính toán đến sự tiết giảm tái sử dụng tái sinh.
 - + Quy định việc biểu thị thông tin về hàng hóa phục vụ cho công tác thu gom phân loại rác.
 - + Quy định tự chủ việc thu hồi tái sinh tài nguyên của các sản phẩm đã sử dụng xong của các nhà sản xuất.
- Luật tái sinh thực phẩm: ban hành tháng 5/2002 quy định người chế tạo, gia công, bán thực phẩm phải chịu trách nhiệm tái tài nguyên hóa phế liệu thực phẩm.

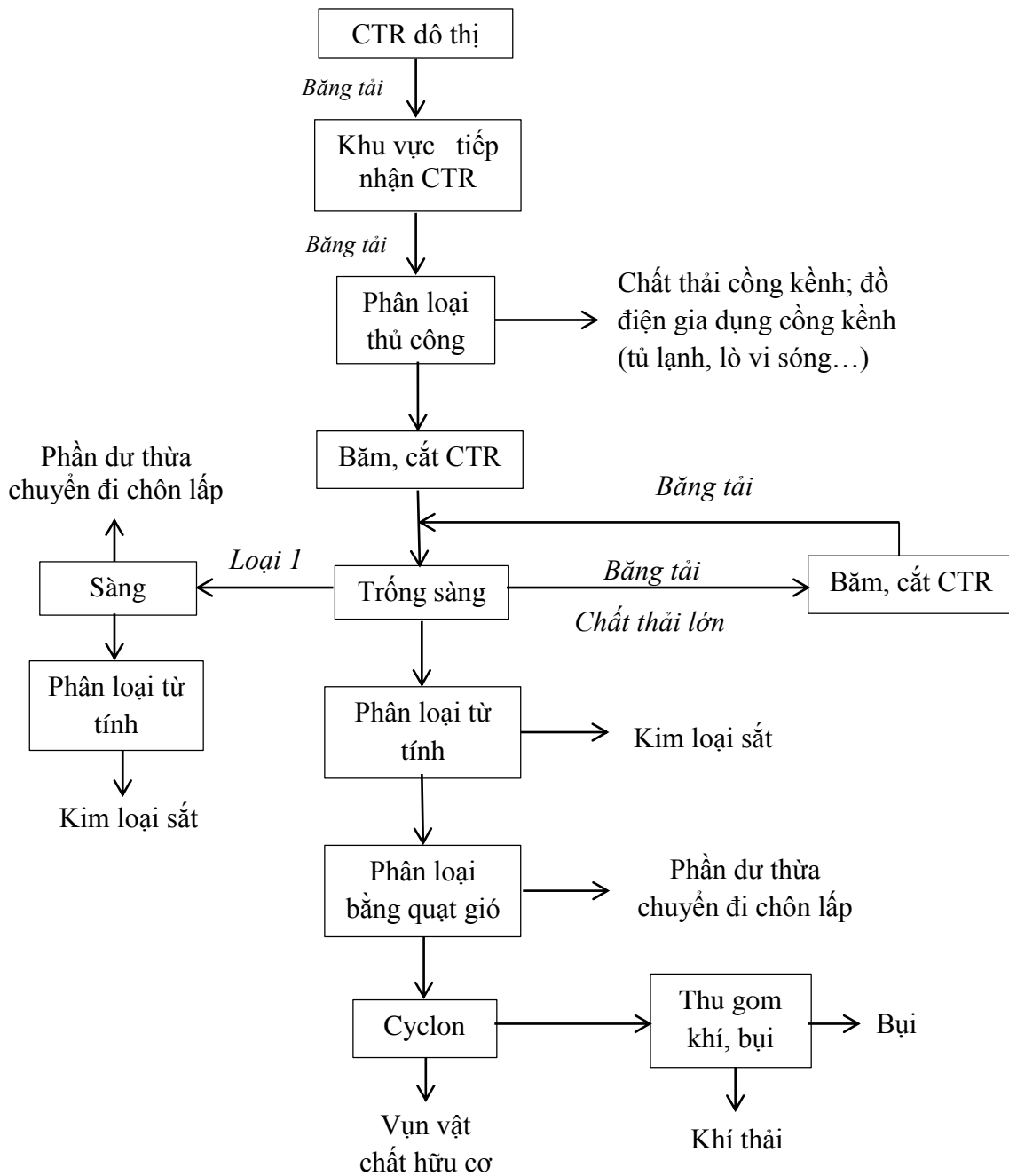
Hiện nay đã có 26 khu vực được phê duyệt dự án khu phố sinh thái (trong đó có sự góp mặt của thành phố Tokyo) tiêu biểu là thành phố Kitakyushu với sự liên kết các doanh nghiệp tái chế thùng tại một khu vực và tận dụng tối đa vòng tuần hoàn vật chất giữa các doanh nghiệp này, nhằm đạt được mục tiêu tạo lợi nhuận tối ưu cho các doanh nghiệp, đồng thời gia tăng tỷ lệ tái chế CTR, góp phần đạt được mục tiêu phát triển bền vững. Kitakyushu là một thành phố được lân biển hoàn toàn, dân số 1 triệu người, diện tích 2200 ha. Dự án đô thị sinh thái được triển khai một cách tổng hợp từ giáo dục - nghiên cứu cơ bản, kỹ thuật - nghiên cứu kiểm chứng đến dự án hóa. Từ đó hình thành nên 3 vùng độc lập nhưng lại liên quan đến nhau rất chặt chẽ là: vùng học thuật và nghiên cứu, vùng nghiên cứu kiểm chứng và các khu dự án. Đến nay dự án khu phố sinh thái có tổng vốn đầu tư khoảng 60 tỷ yên (bao gồm các khoản đóng góp của: tư nhân 70%, quốc gia 20%, thành phố 10%). Tổng số nhân viên khoảng 1.100 người với 17 nghiên cứu kiểm chứng đang tiến hành và 26 cơ sở dự án đang hoạt động với rất nhiều loại hình tái chế các sản phẩm khác nhau như chai nước, máy văn phòng, ô tô, điện gia dụng, bóng đèn, dụng cụ y khoa, vật liệu xây dựng,.. Khu phố sinh thái đã phát triển trên hai bánh xe để đạt được mục tiêu phát triển kinh tế bền vững, đó là sự tiếp cận cân bằng giữa việc cách tân thành công nghiệp chế tạo (môi trường hóa ngành công nghiệp) và ngành công nghiệp phế liệu (công nghiệp hóa môi trường) sự kết hợp giữa hai ngành này đã mang lại thêm nhiều lợi ích cả về mặt kinh tế và môi trường như việc sử dụng phế liệu làm nguyên liệu tại cơ sở sản xuất hiện hữu.

* Một số dự án xử lý và tái chế chất thải rắn tiêu biểu của Thành phố Kitakyushu:

Dự án tái chế vỏ chai nhựa

Từ năm 1998, công ty tái chế vỏ chai Nishi Nihon hoạt động trong lĩnh vực tái chế vỏ chai nhựa chính thức đi vào hoạt động với công suất 11.000 tấn/năm nhà máy này có nguồn vốn đầu tư của thành phố Kitakyushu

- + Trách nhiệm thu gom các bao bì đã phân loại do chính quyền phường xã thực hiện
- + Trách nhiệm tái sinh lại do chính các công ty sản xuất đầu tiên thực hiện



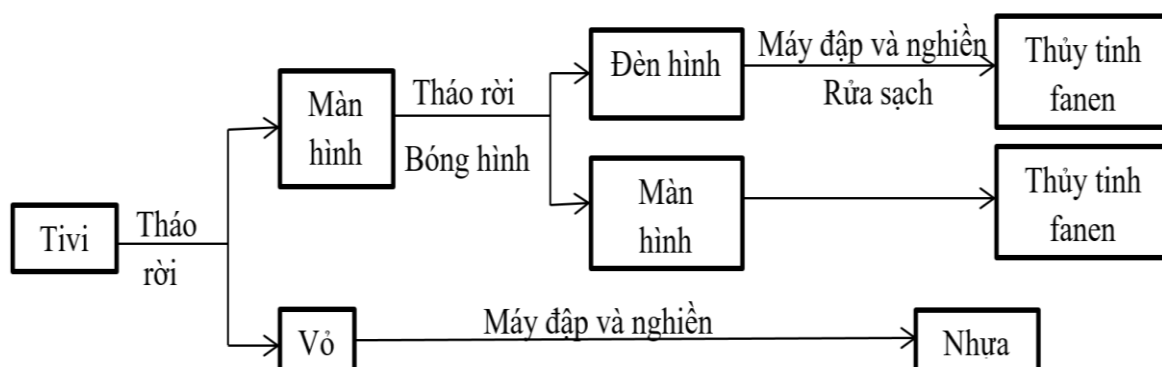
Hình 3.3. Sơ đồ phân loại thu hồi và tái chế chất thải rắn (Mỹ)

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

- Luật tái sinh điện gia dụng ban hành 4/2001
 - + Người tiêu dùng đứng ra thu gom rỗng rỗng chịu phí tái sinh (tính vào giá thành sản phẩm)
 - + Tiệm bán lẻ tiếp nhận phế liệu điện gia dụng từ người tiêu dùng
 - + Nhà sản xuất điện gia dụng chịu trách nhiệm tái chế sản phẩm
- Luật tái sinh thực phẩm mang hàng tháng 5 năm 2002 quy định người chế tạo gia công bán thực phẩm phải chịu trách nhiệm tái tài nguyên hóa phế liệu thực phẩm.

- Luật tái sinh xây dựng ban hành tháng 5/2002: trong đó quy trách nhiệm tái tài nguyên hóa phế liệu xây dựng cho người nhận thầu công trình.
- Luật tái sinh ô tô ban hành tháng 1/2005 quy định:
 - + Người chủ sở hữu xe ô tô gánh chịu phí tái sinh
 - + Nhà sản xuất xe ô tô chịu trách nhiệm tái sinh lại các thành phần của xe ô tô.

Ngoài các Luật quy định trách nhiệm của từng đối tượng với hoạt động tái chế, Nhật Bản đã ban hành các luật khuyến khích việc sử dụng hàng hóa, sản phẩm được tái chế. Trong đó phải kể đến Luật mua hàng hóa sinh thái được ban hành năm 2001 quy định rõ trách nhiệm của quốc gia, chính quyền địa phương và người dân tự chủ xúc tiến mua hàng hóa tái sinh.



Hình 3.4. Quy trình tái chế tivi ở Nhật Bản

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Dự án tái chế thiết bị điện gia dụng:

Nhật Bản cũng đã áp dụng thành công mô hình 3R (Tái chế - Recycle, Tái sử dụng – Reuse và Giảm thiểu – Reduce) vào công tác quản lý và bảo vệ môi trường. Tại Nhật Bản, rác thải được phân loại ngay tại thùng rác. Trên nhiều tuyến đường tại các thành phố như: Tokyo, Osaka, Kitakyushu... các thùng rác đặt hai bên đường có vẽ hình những rác được phép bỏ vào đó, mỗi loại thùng rác có màu sắc riêng để dễ phân biệt. Với cách làm hiệu quả và hiện đại này, người đi đường luôn luôn tuân thủ quy tắc khi vứt rác vào thùng mà không cần đến sự nhắc nhở của bất kỳ người kiểm soát nào. Từ năm 1991, Chính phủ Nhật Bản chính thức khuyến khích tận dụng nguồn tài nguyên từ rác thải tái chế.

Dự án tái chế thiết bị văn phòng:

Dự án này được triển khai bởi công ty Công nghệ Tái chế với công suất 5.400 tấn/năm, đi vào hoạt động tháng 12/1998. Các thiết bị văn phòng bỏ đi như máy photocopy, máy fax, máy in, và máy tính được tháo rời và phân loại các bộ phận và vật liệu chất lượng cao được thu hồi để tái sử dụng.

Dự án do công ty Tái chế thiết bị điện gia dụng Nishi Nihon thực hiện, với công suất 500.000 sản phẩm/năm, bắt đầu hoạt động từ tháng 4/2000. Hoạt động của công ty này dựa vào các điều khoản được quy định trong “Luật tái chế thiết bị điện gia dụng”, các thiết bị điện gia dụng sau khi được bỏ đi như điều hòa không khí, tivi, tủ lạnh, máy

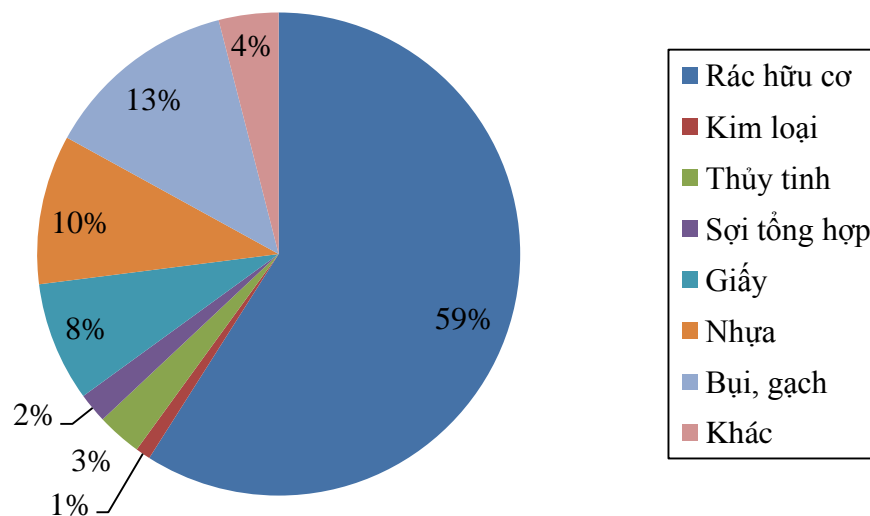
giặt sẽ được công ty thu gom lại, sau đó tháo rời các bộ phận và phân loại thành các nhóm để phục vụ cho các mục đích khác nhau.

Kinh nghiệm phát triển ngành công nghiệp tái chế chất thải rắn ở Trung Quốc

Tổng quát chung

Với tốc độ tăng trưởng kinh tế như hiện nay, Trung Quốc đang phải đối mặt với tốc độ gia tăng nhanh chóng về lượng chất thải rắn đang thải ra tại các đô thị mỗi ngày. Năm 2002, tổng lượng chất thải rắn đô thị là 136,5 triệu tấn, tổng lượng chất thải rắn công nghiệp là 945 triệu tấn và chất thải rắn nguy hại là 10 triệu tấn. Biểu đồ cho chúng ta thấy tỷ lệ thành phần rác thải đô thị của Trung Quốc năm 2002. Lượng chất thải rắn đô thị đã qua xử lý là 74,04 triệu tấn, trong đó 89,30% lượng rác được chôn lấp, 3,72% được đốt và 6,98% được làm thành phân hữu cơ. Năm 2002, trên toàn Trung Quốc có 651 cơ sở xử lý chất thải rắn đô thị. Kiểm soát mức độ ô nhiễm do lượng chất thải rắn gây ra đang là một thách thức lớn đặt ra đối với Chính phủ Trung Quốc trong việc quản lý và bảo vệ môi trường.

Hàng năm, Chính phủ Trung Quốc đều dành ra những khoản ngân sách lớn đầu tư xây dựng các cơ sở xử lý chất thải, nhưng công suất xử lý vẫn chưa đáp ứng được với lượng chất thải phát sinh.



Hình 3.5. Tỷ lệ thành phần rác thải đô thị tại Trung Quốc

(Nguồn: Nguyễn Xuân Nguyên, 2004)

Theo báo cáo của Ủy ban cải cách và phát triển Quốc gia năm 2000, kim loại là thành phần rác thải được tái chế hiệu quả nhất. Cứ 39 triệu tấn thép thải ra mỗi năm thì 20% trong số đó được tái chế; 0,9 triệu tấn đồng thải ra thì tái chế 23,5% tổng số và 0,5 triệu tấn nhôm thải ra mỗi năm sẽ được tái chế 8,8%. Để phát huy hiệu quả của công tác xử lý chất thải rắn, Trung Quốc đã thực hiện nhiều biện pháp để thu hút sự vào cuộc của người dân. Trung Quốc là một trong những quốc gia đi đầu việc kêu gọi các

cơ sở và doanh nghiệp tư nhân tham gia vào công cuộc tái chế. Đối với các loại chất thải sinh hoạt hằng ngày như: vỏ chai, hộp, lon, giấy, báo, hộp bia thường được thu gom và tái chế bởi các cơ sở có quy mô vừa và nhỏ. Riêng đối với các chất thải nguy hại và chất thải đòi hỏi công nghệ tái chế phức tạp như: pin, ắc quy, thiết bị điện - điện tử, Chính phủ Trung Quốc có nhiều chính sách ưu đãi đầu tư kêu gọi các nhà đầu tư nước ngoài tham gia vào lĩnh vực này hoặc tạo điều kiện cho chính các nhà sản xuất xây dựng các nhà máy tái chế sản phẩm thải của chính họ. Trong đó, quyền và nghĩa vụ của các bên tham gia vào hoạt động tái chế, đặc biệt là tái chế chất thải điện - điện tử đã được Chính phủ Trung Quốc quy định rõ ràng trong các văn bản pháp lý liên quan đến lĩnh vực này.

Bảng 3.2. Một số văn bản pháp lý liên quan đến hoạt động quản lý chất thải điện - điện tử của Chính phủ Trung Quốc

Luật/Quy định	Nội dung chính	Nơi ban hành	Thời gian ban hành
1. Luật phòng, chống ô nhiễm môi trường từ chất thải rắn.	Hoạt động xử lý chất thải rắn đô thị, chất thải rắn công nghiệp và quy định về sử dụng chất thải rắn làm nguồn nguyên liệu	Cục quản lý bảo vệ môi trường	1/4/1996
2. Quy định về việc nhập khẩu các nhóm chất thải	Quy định cấm về việc nhập khẩu các nhóm chất thải nguy hại, đặc biệt là nhóm thứ 7	Cục quản lý bảo vệ môi trường	1/2/2000
3. Quy định về việc tăng cường công tác quản lý bảo vệ môi trường đối với chất thải điện - điện tử	Quy định xử lý chất thải điện - điện tử theo tiêu chuẩn của Luật phòng, chống ô nhiễm môi trường từ chất thải rắn; Chi cục Bảo vệ môi trường từ các địa phương báo cáo về chất thải điện - điện tử	Cục quản lý bảo vệ môi trường	26/8/2003
4. Pháp lệnh về quản lý công tác tái chế và xử lý chất thải gia dụng và điện - điện tử	Quy định bắt buộc về việc tái chế chất thải điện - điện tử, thuộc phạm vi trách nhiệm mở rộng sản xuất của các doanh nghiệp tái chế.	Ủy ban cải cách và phát triển Quốc gia	2005
5. Quy định về phương pháp quản lý để phòng chống ô nhiễm môi trường do các sản phẩm điện tử	Hạn chế việc sử dụng các hóa chất độc hại; thiết kế sản phẩm thân thiện với môi trường, cung cấp thông tin rõ ràng về các thành phần, chất độc hại; yêu cầu về tái chế đối với sản phẩm.	Bộ Thông tin & Công nghiệp	1/7/2005

(Nguồn: Nguyễn Xuân Nguyên, 2004)

Người dân tại các địa phương tham gia phân loại rác ngay tại nguồn, sau đó các nhà máy sử dụng các loại rác phân loại này như một dạng nguyên liệu thô rồi tiến hành tái tạo. Chất thải không thể tái chế được đưa đến các nhà máy xử lý chất thải sử dụng công nghệ tiên tiến để xử lý và sản xuất điện năng. Biện pháp này giúp Trung Quốc giải quyết tốt các vấn đề về xử lý chất thải. Theo báo cáo về hoạt động của thị trường tái chế năm 2007 Trung Quốc đã xử lý được 142,3 triệu tấn nguyên liệu tái chế, tăng khoảng 12% mỗi năm. Dự kiến con số này sẽ tăng lên 244,8 triệu tấn vào năm 2013. Các nguồn nguyên liệu tái chế chủ yếu bao gồm: kim loại, giấy, nhựa và lốp cao su. Các loại kim loại như nhôm, đồng, sắt, thép, chiếm thị phần lớn nhất của thị trường tái chế, chiếm 67,7 triệu tấn (2007). Thứ 2 trong thị phần này là giấy tái chế với 48,6 triệu tấn. Tiếp theo là thị phần cho tái chế nhựa 15,0 triệu tấn. Lốp cao su tuy chiếm thị phần nhỏ 1,9 triệu tấn nhưng thị phần này đang phát triển nhanh chóng những năm gần đây.

Kinh nghiệm phát triển ngành công nghiệp tái chế chất thải rắn ở Băng Cốc, Thái Lan

Hiện nay, Băng Cốc là một trong những thành phố có tỷ lệ rác thải trên đầu người cao nhất so với các thành phố lớn tại Đông Nam Á với 1,3kg/người/ngày.

Băng Cốc đang đối mặt với nhiều khó khăn và thách thức mới trong công tác quản lý chất thải: ô nhiễm môi trường và chi phí xử lý. Thành phố hiện đang phải triển khai nhiều giải pháp nhằm giải quyết những diễn biến phức tạp của công tác xử lý chất thải rắn đô thị gây nên, Sở Vệ sinh công cộng Thành phố là đơn vị có trách nhiệm thu gom và xử lý các loại rác thải trên địa bàn. Toàn bộ công nhân trực thuộc Sở có trách nhiệm thu gom và vận chuyển rác đến bãi chôn lấp. Sau đó phần xử lý thuộc quyền hạn và trách nhiệm của các đơn vị tư nhân đã kí hợp đồng trước đó với Sở. Chính phủ Thái Lan đã ban hành 3 bộ Luật có liên quan tới công tác này. Đó là Luật quản lý chất thải rắn trong lĩnh vực y tế cộng đồng (quy định quyền hạn và trách nhiệm của Thành phố trong việc quản lý chất thải y tế, bao gồm công tác thu gom, xử lý và loại bỏ các chất thải); Luật bảo vệ môi trường đối với các khu vực sản xuất trong nội đô (quy định trách nhiệm của các khu sản xuất, nhà máy khu công nghiệp đóng trên địa bàn Thành phố trong việc đảm bảo các tiêu chuẩn an toàn với môi trường), Luật Vệ sinh môi trường công cộng (quy định các điều khoản liên quan đến công tác vệ sinh đường phố). Bên cạnh đó Thành phố cũng ban hành nhiều các văn bản pháp lý khác về việc tạo điều kiện cho khu vực tư nhân tham gia vào các công tác xử lý và tái chế chất thải rắn trên địa bàn Thành phố.

Với mục tiêu giảm thiểu tối đa lượng chất thải ra môi trường, đặc biệt tập trung vào công tác phân loại và giảm thiểu triệt để lượng chất thải ngay tại nguồn, Băng Cốc cũng đã triển khai dự án 3R với quy mô trên toàn Thành phố.

Dự án được tuyên truyền, phổ biến trên khắp các phương tiện truyền thông nhằm giúp người dân tiếp cận được với chương trình một cách nhanh và hiệu quả nhất.

Hoạt động thu hồi, tái chế và tái sử dụng phế liệu ở Việt Nam

a) Hệ thống thu mua phế liệu ở Việt Nam

Tại Việt Nam, các vật liệu tái chế do những người đồng nát thu gom, sau đem bán lại cho các chủ thu mua phế liệu (trong miền Nam gọi là chủ vựa thu mua phế liệu).

Mạng lưới thu gom, mua bán phế liệu ở Việt Nam được chia thành 3 cấp:

1. Cấp thứ nhất (gồm người đồng nát và người nhặt rác): Hai nhóm người này có cùng chức năng trong hệ thống thu gom nhưng lại khác nhau về địa điểm hoạt động, công cụ làm việc và nhu cầu vốn lưu động.
2. Cấp thứ 2: chủ vừa phế liệu tầm trung (những người thu mua phế liệu từ những người đồng nát và người nhặt rác); có địa điểm cố định và có mức vốn khá.
3. Cấp thứ 3: chủ vừa phế liệu lớn, có địa điểm cố định, có mức vốn đầu tư lớn. Đây là những người hoạt động buôn bán kinh doanh với quy mô lớn, ở nhiều địa điểm cố định và các đại lý thu mua. Đây cũng chính là cầu nối trung gian quan trọng giữa các ngành công nghiệp và người bán lại.

b) Hoạt động thu hồi, tái chế và tái sử dụng phế liệu ở Việt Nam

Ở Việt Nam: Công ty Môi trường Đô thị Hà Nội đã xử lý bùn thải của Nhà máy Đền hình Orion - Hanel theo phương pháp hóa rắn thành vật liệu xây dựng cấp thấp tại Xí nghiệp chế biến phế thải đô thị, được Sở KH-CNMT đánh giá cao.

Ngoài ra, các cơ sở sản xuất thủ công ở các địa phương: Đa Hội (huyện Tiên Sơn - Bắc Ninh) tái chế sắt, Dương Ô (huyện Yên Phong - Hà Bắc), tái chế giấy, bìa cát tông; Minh Khai (huyện Mỹ Văn - Hưng Yên) tái chế nhựa; Triều Khúc (Thanh Trì - Hà Nội) tái chế nhựa, đồng, nhôm.

Hoạt động tái chế mang lại những lợi ích sau:

- Tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên bởi việc sử dụng vật liệu được tái chế vật liệu gốc.
- Giảm lượng rác thông qua giảm chi phí đổ thải, giảm tác động môi trường do đổ thải gây ra, tiết kiệm diện tích chôn lấp.
- Thu lợi nhuận từ các hoạt động tái chế; hoạt động tái chế lúc này mang tính kinh doanh và vì thế có thể giải thích tại sao các vật liệu có thể tái chế hiện được thu gom ngay tại nguồn phát sinh cho tới khâu xử lý cuối cùng.

Tuy nhiên, do chưa được đầu tư công nghệ tốt nên các cơ sở tái chế này còn gây ô nhiễm môi trường.

Hoạt động thu hồi, tái chế và sử dụng phế liệu ở TP. Hồ Chí Minh

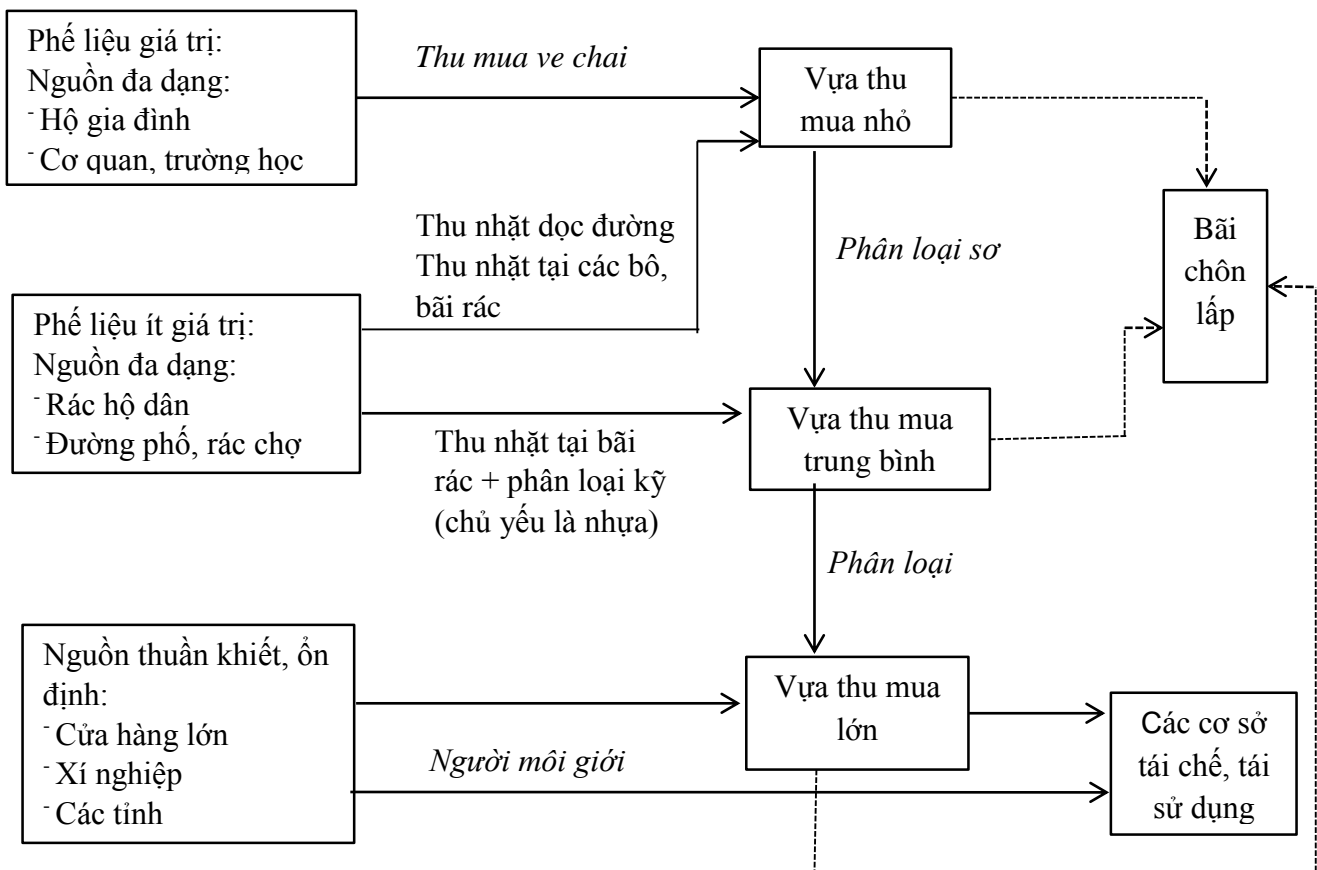
Hoạt động thu hồi, tái chế và tái sử dụng CTR là hoạt động rất phát triển ở thành phố Hồ Chí Minh. Theo thống kê, hiện có khoảng hơn 400 cơ sở tái chế vừa và nhỏ trong các lĩnh vực tái chế rất đa dạng như: tái chế nhựa, giấy, thủy tinh, kim loại, cao su, vải,... tập trung nhiều ở các khu vực: Bình Tân, Bình Chánh, Hoóc Môn, Củ Chi, quận 11, 9 với khối lượng chất thải được tái chế hằng ngày khoảng 2.000 - 3.000 tấn, tương đương khoảng 600 - 800 triệu đồng lợi nhuận mỗi ngày, tạo việc làm cho 10.000 - 15.000 người.

Sơ đồ hệ thống tái chế chất thải ở TP. Hồ Chí Minh được trình bày ở hình 3.6. Từ sơ đồ ta thấy, những người nhặt rác và người mua ve chai từ các hộ gia đình là cấp thấp nhất trong hệ thống này. Từ những gánh ve chai, phế liệu được tập trung về vừa ve chai quy mô nhỏ nằm xen kẽ trong các khu dân cư. Các vừa này thu mua tất cả các loại phế liệu. Tại đây, phế liệu sẽ được phân loại thành các thành phần riêng và bán

lại cho các vựa thu mua phế liệu quy mô trung bình và lớn hoặc bán trực tiếp cho các cơ sở tái chế.

Các vựa quy mô trung bình và lớn chỉ tập trung thu mua một hay hai loại phế liệu nhất định từ các vựa nhỏ. Các phế liệu này đã qua xử lý sơ bộ như: làm sạch, ép nhỏ nên hoạt động của các vựa này tương đối đơn giản hơn. Sau đó phế liệu từ các vựa lớn được chuyển đến các cơ sở tái chế chất thải trong thành phố. Tại các cơ sở tái chế, phế liệu được phân loại lần cuối, làm sạch và được tái chế thành các nguồn nguyên liệu mới hoặc các sản phẩm. Các loại hình tái chế chủ yếu là tái chế nhựa tập trung nhiều ở quận Bình Chánh, Bình Tân, quận 11 và quận 6; các cơ sở tái chế thủy tinh tập trung nhiều ở quận 12, Hoóc Môn, Củ Chi. Nhìn chung các cơ sở tái chế đều có quy mô sản xuất nhỏ, công nghệ lạc hậu, vốn đầu tư công nghệ không cao, lực lượng lao động chủ yếu là dân nhập cư với trình độ thấp; các máy móc thiết bị cũ kỹ, lạc hậu, đa số được chế tạo trong nước (bằng phương pháp thủ công) nên thường xuyên bị hư hỏng, hoạt động sản xuất kém hiệu quả. Do đó mức độ tiêu hao phế liệu lớn (từ 10 - 20%), sử dụng điện năng nhiều (Nguyễn Xuân Nguyên, 2004).

Nguồn phế



Hình 3.6. Sơ đồ hệ thống tái chế chất thải ở TP. Hồ Chí Minh

(Nguồn: Nguyễn Trọng Nhân, *Sở TN&MT, TP.HCM*, 2013)

- Thị trường tiêu thụ sản phẩm tái chế:

Hoạt động tái chế mang tính tự phát và phát triển do nguồn nguyên liệu “tinh khiết” có giá thành cao. Các doanh nghiệp muốn tăng sức cạnh tranh sản phẩm phải hạ giá thành sản xuất. Vì vậy, bất kỳ lĩnh vực sản xuất nào có chất thải có thể tái sử dụng đều hình thành thị trường cung cấp các sản phẩm tái chế. Nhìn chung tính theo tỷ trọng các ngành sản xuất công nghiệp của thành phố thì ngành nhựa và kim loại, giấy có tỷ trọng lớn nhất (Lê Đức Trung, 2014).

3.2. Chế biến các dẫn xuất thiêu đốt

Có nhiều tên gọi cho các dạng nhiên liệu sản xuất từ chất thải như: waste-derived fuel, energy from waste, fiber-fuel, bio-fuel và refuse-derived fuel, tuy nhiên do chưa chính thức là danh pháp được chấp nhận theo các tiêu chuẩn quốc tế nên còn được sử dụng với ý nghĩa khác nhau tại các quốc gia khác nhau.

“Waste-derived fuel” và “energy from waste” là năng lượng hay dạng nhiên liệu tận thu được trong quá trình đốt CTR.

Bio-fuel là dạng nhiên liệu không có nguồn gốc khoáng, có nguồn gốc từ sinh khối như vỏ trấu, vỏ cây, giấy và các loại thực vật chuyên để sản xuất nhiên liệu. Fiber-fuel ở Mỹ ban đầu là giấy, nhưng sau đó bao gồm cả các nhiên liệu bao gói và trong một số trường hợp là các sợi tạo từ phân hữu cơ của rác thải đô thị.

Refuse-derived fuel (RDF) là loại nhiên liệu có chất lượng nhất định được tạo ra từ các thành phần nguyên liệu thô hơn và kém nguyên chất hơn có trong chất thải rắn.

Các nguyên liệu thô để sản xuất RDF chính là các thành phần của rác được tách ra và xử lý sao cho sau đó khi phối trộn lại thì tính chất ban đầu của chất thải không còn nữa (Lê Đức Trung, 2014) (Bảng 3.3).

Theo thang điểm thì loại nhiên liệu tổng hợp lý tưởng sạch, dễ vận chuyển và an toàn, không tạo ra các nguy hiểm tức thời cho sức khỏe con người sẽ được 110 điểm. Nguyên liệu thô sau xử lý nếu được phối trộn lại với các thành phần khác mà vẫn không phục hồi lại tính chất ban đầu sẽ được ít nhất 70 điểm.

Trong bảng trên, không có thành phần nào đạt được 70 điểm khi chúng ở dạng vừa tách khỏi chất thải rắn do đó khi phối trộn lại chúng sẽ vẫn còn mang các tính chất ban đầu của chất thải rắn và như vậy cần phải chế biến tiếp tục. Một số thành phần có điểm thấp hơn nên nếu có thể xử lý tiếp tục để tạo ra RDF thì cũng sẽ rất tốn kém. Cũng vì lý do đó mà các vật liệu trơ như thủy tinh, đá, kim loại không được sử dụng khi sản xuất RDF.

Phim nhựa có mức điểm gần với điểm có thể chấp nhận làm nguyên liệu thô để sản xuất RDF ngay khi vừa tách ra khỏi hỗn hợp rác đô thị. Có thể dễ dàng cắt nhỏ để giảm thể tích và tăng mật độ năng lượng, giảm bớt khó khăn khi lưu trữ và dễ dàng đạt mức 10 điểm đầu tiên. Tuy nhiên, để đi từ 70 điểm cho đến mức điểm chấp nhận được của một nhiên liệu còn phải cải thiện một số điểm như khó thao tác và hiệu quả cháy

thấp. Hiệu quả cháy thấp thể hiện bởi sự khó trộn đều oxy với các khí cháy được phát ra bởi phim nhựa. Do đó thực tế sẽ không bao giờ tạo ra được một nhiên liệu lý tưởng với điểm 100 trở lên.

Tuy nhiên, theo Bảng 3.3, có thể thấy nếu trộn phim nhựa vào cùng với giấy và bìa có thể có hiệu quả cháy chấp nhận được. Thực tế, việc này thường được tiến hành ở các nhà máy sản xuất RDF.

Giấy và bìa không có điểm cao như ta tưởng. Lý do là khi ở dạng vụn vừa tách ra khỏi rác đô thị, nó thường là những miếng giấy to hơn 150 mm và có tỷ trọng thấp, ẩm, bị nhiễm bẩn hữu cơ và có thể mang vi sinh vật gây bệnh.

Bảng 3.3. Khả năng sử dụng các thành phần của CTR làm nhiên liệu

Các tiêu chí	Điểm						
	Chất thải rắn hỗn hợp	Vải	Phim nhựa	Nhựa nặng	Chất hữu cơ	Giấy và bìa	RDF
Hàm ẩm	2	6	8	8	0	5	10
Nhiệt trị	2	5	10	3	0	8	9
Mật độ năng lượng	2	2	0	5	2	0	9
Ổn định về mặt sinh học	1	8	10	10	0	3	9
Dễ lưu trữ	1	8	1	8	0	2	10
Dễ thao tác	2	2	2	5	0	2	10
Phát thải axit	0	3	8	1	0	7	10
Phát thải Dioxin/furan	0	3	8	3	0	4	10
Hàm lượng tro	0	2	8	3	0	5	8
Độc tố của tro	0	2	10	2	4	7	9
Hiệu quả đốt	2	2	0	0	0	10	10
Tổng	12	43	65	48	6	53	104

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Tuy nhiên, nếu giấy được nghiền, phân loại, sấy khô và sàng lại thì có thể giảm hàm lượng ẩm đáng kể. Các chất hữu cơ dính trên giấy có thể loại bỏ và do đó, làm giảm khả năng phát thải dioxin, furan và phục hồi khả năng khó phân hủy của nó. Có thể diệt vi sinh vật gây bệnh và tăng mật độ năng lượng đồng thời tăng tính chất dễ thao tác. Quy trình sản xuất dĩ nhiên sẽ biến đổi giấy, bìa thành dạng khác hẳn với dạng ban đầu của nó khi còn ở trong rác thô.

Hỗn hợp rác đô thị với nhựa, vải, các chất hữu cơ và rau quả thừa ở một mức độ nào đó đều có thể cháy. Tuy nhiên, các thành phần này hầu hết có điểm thấp và mỗi thành phần có ít nhất một hạn chế nào đó khiến không thể biến đổi chúng thành nhiên liệu sạch hoặc có thể biến đổi thành nguyên liệu sạch nhưng rất tốn kém. Nếu dùng nhiệt trị của mỗi thành phần làm thước đo và chấp nhận rằng RDF chất lượng tốt phải có nhiệt trị tối thiểu 20.000 kJ/kg thì một thành phần cháy được phải có nhiệt trị gần 20.000kJ/kg để sau khi sấy khô và sàng sẽ đạt được con số này. Mức độ nhiệt trị dùng để lựa chọn là 15.000 kJ/kg sẽ loại bỏ thành phần chất hữu cơ và rau quả và nhiều loại nhựa đòi hỏi nhiều năng lượng để đốt chúng cháy hơn là năng lượng chúng tỏa ra khi đốt. Giá trị này cũng loại bỏ hầu hết các loại vải vì những lý do tương tự. Chỉ có giấy, bìa và phim nhựa thỏa mãn điều kiện và được giữ lại để sản xuất, với yêu cầu là phim nhựa có số lượng ít và được phân tán tốt trong hỗn hợp sản xuất RDF cuối cùng.

Để đạt tiêu chuẩn nghiêm ngặt về nhiên liệu, sản phẩm chế biến RDF phải có khả năng tự cháy, không cần phải có nhiên liệu khác sạch hơn đốt cháy cùng. Ở Châu Âu, đặc biệt là Anh, RDF được định nghĩa “là nhiên liệu sản xuất từ các thành phần cháy được của chất thải rắn đô thị bằng các quá trình cơ học, cả quá trình nhiệt (khử ẩm và đảm bảo về mặt sinh học), để khai thác tối đa khả năng tái sử dụng của chất thải rắn đô thị và chứa không quá 15% tro trước khi bổ sung các thành phần khác để cải thiện các tính chất của nhiên liệu”.

Mỹ sử dụng một hệ thống phân loại khác, quy định trong bộ Tiêu chuẩn ASTM về phân loại RDF (Bảng 3.4).

Khái niệm nhiên liệu từ chất thải (RDF)

- **Chất thải:** một nguyên liệu hay hỗn hợp nguyên liệu bỏ đi do người tiêu dùng không còn sử dụng nữa, là nguồn năng lượng tiềm năng, được đánh giá dưới 20 điểm so với nhiên liệu lý tưởng 110 điểm, và có hàm lượng kho có thể lên đến 40% khối lượng.
- Thành phần cháy được: là các thành phần mà ngay khi tách ra sẽ có nhiệt trị ít nhất 15.000 kJ/kg và có thể đạt ít nhất 20.000 kJ/kg sau khi làm sạch.

Bảng 3.4. Phân loại RDF theo ASTM

Loại RDF	Mô tả
RDF-1	Chất thải rắn đô thị dùng như nhiên liệu không có các chất thải có kích thước quá lớn
RDF-2	Chất thải rắn đô thị được xử lý để có kích thước, có/ không có sắt. Trong đó, c-RDF, là loại khi phân loại sẽ có 95% (khối lượng) qua được mắt lưới 6-inch (150 mm)
RDF-3	Nhiên liệu có nguồn gốc từ chất thải rắn đô thị đã được cắt vụn và xử lý loại kim loại, thủy tinh và các chất vô cơ khác. RDF-3 có 95% khối lượng qua lọt mắt lưới 2 inch (50mm) (còn gọi là Fluff-RDF).
RDF-4	Thành phần chất thải rắn cháy được được xử lý thành dạng bột,

	95% khối lượng qua lọt lưới số 10 (mắt lưới 0,035inch) còn gọi là p-RDF
RDF-5	Thành phần chất thải rắn cháy được được xử lý tạo viên, thanh, bánh hay các dạng tương tự (còn gọi là d-RDF)
RDF-6	Thành phần chất thải rắn cháy được được xử lý thành dạng nhiên liệu lỏng (chưa có tiêu chuẩn)
RDF-7	Thành phần chất thải rắn cháy được được xử lý thành nhiên liệu dạng khí (chưa có tiêu chuẩn)

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

- **Nguyên liệu thô:** là thành phần rác thải đã được tách rời và xử lý sao cho nếu nó quay trở lại thành rác thải thì vẫn không được hồi lại các tính chất ban đầu. Nguyên liệu thô là nguồn năng lượng tiềm năng, đánh giá hơn 70 điểm so với nhiên liệu tương đương 110 điểm.

- **RDF xốp (Flock refuse-derived fuel, fRDF):** sản phẩm không nén được sản xuất từ thành phần cháy được của chất thải bằng một quy trình cơ học, có dùng nhiệt, có ít nhất 90% hạt có kích thước dưới 10 mm và chứa tối đa 15% tro trước khi bổ sung các hóa chất cải thiện tính chất nhiên liệu.

- **RDF vụn (Crumb refuse-derived fuel, cRDF):** sản phẩm sản xuất từ thành phần cháy được của chất thải bằng một quy trình cơ học có dùng nhiệt, được nén đến tỷ trọng tối thiểu 300kg/m³ và chứa tối đa 15% tro trước khi bổ sung các hóa chất cải thiện tính chất nhiên liệu.

- **RDF nén (Densified refuse-derived fuel, dRDF):** sản phẩm sản xuất từ thành phần cháy được của chất thải bằng một quy trình cơ học có dùng nhiệt, được nén đến tỷ trọng tối thiểu 600kg/m³ và chứa tối đa 15% tro trước khi bổ sung các hóa chất cải thiện tính chất nhiên liệu.

3.3. Các quy trình công nghệ sản xuất RDF

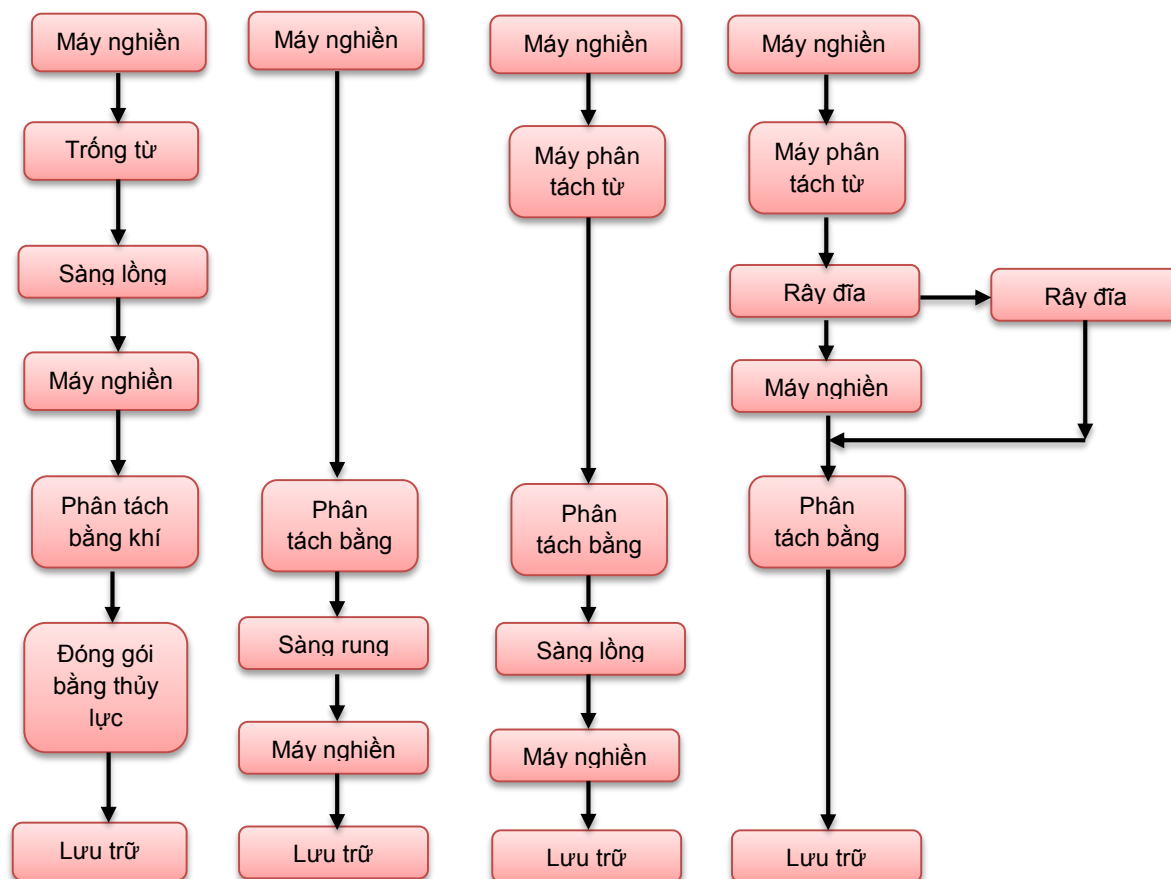
Thông thường, các nhà máy thiết kế công đoạn xử lý kích thước trước khi phân loại trong quy trình sản xuất RDF (Hình 3.7). Hỗn hợp chất thải ban đầu được cắt vụn ra, phân loại bằng khí, sau đó đưa qua sàng rung hay sàng lồng. Thông thường có một bước phân loại từ trong quy trình để thu hồi kim loại có chứa sắt và sau đó, chất thải có thể xem là nhiên liệu.

Những hạn chế của quy trình kiểu này là:

(1) Phân loại bằng khí không cho hiệu quả đặc biệt cao khi tách hạt mịn và các loại chất thải hỗn hợp. Dòng khí đủ để thu hồi các thành phần cháy được cũng sẽ thu hồi cả các thành phần chất hữu cơ và tro khác.

(2) Sau khi nghiền nhỏ thành hạt, kích thước hạt trở nên đồng đều, do vậy việc tách thành phần cháy được bằng sàng sẽ không hiệu quả.

(3) Các máy nghiền làm trộn đều các thành phần trong rác thải do vậy làm tăng hàm ẩm và tăng sự có mặt của các thành phần không mong muốn vào thành phần cháy được lên nhiều lần. Kết quả là làm cho sản phẩm cuối cùng kém hiệu quả về năng lượng và có thể phát thải các chất độc hại ra môi trường



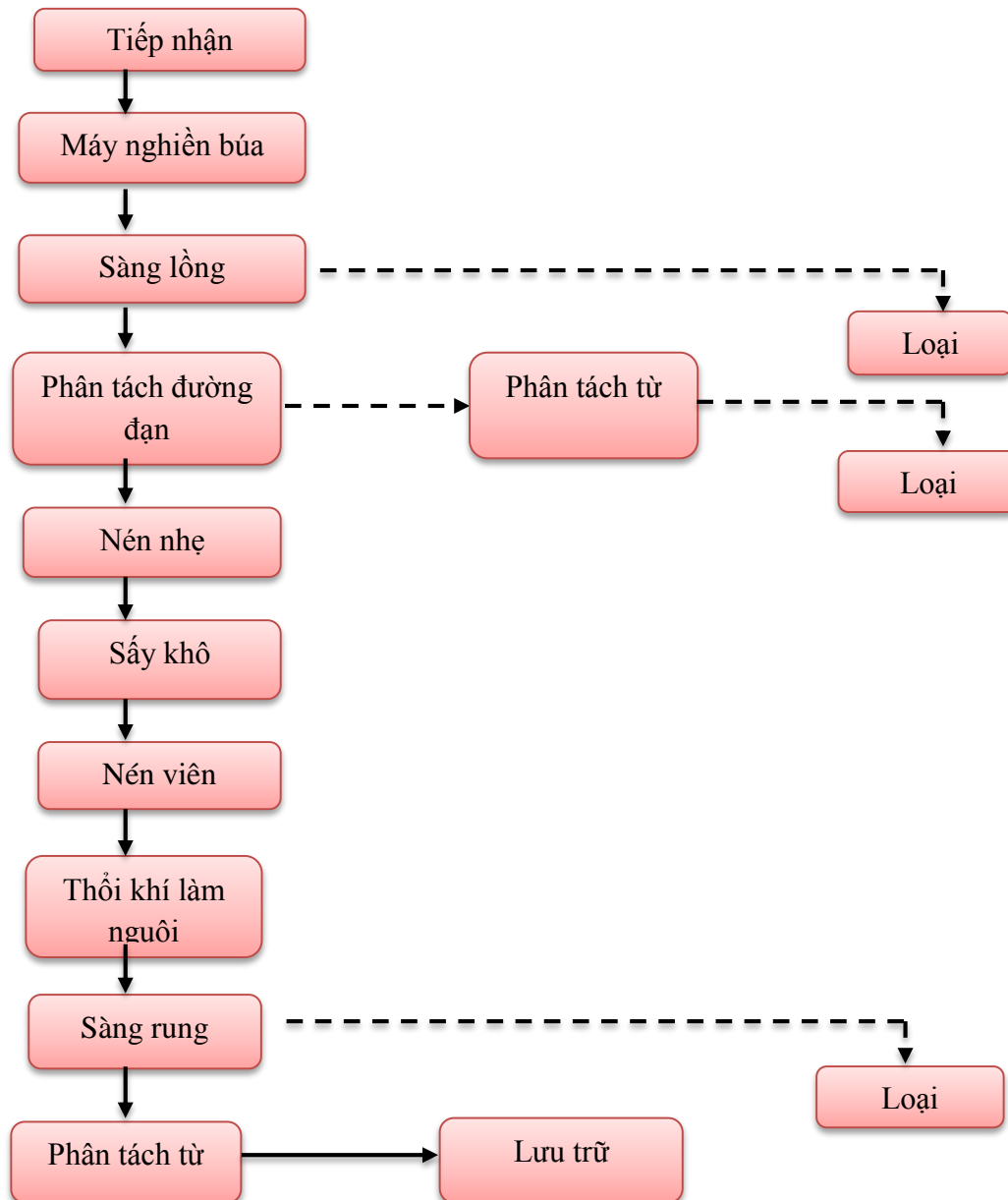
Hình 3.7. Các quy trình sản xuất RDF đầu tiên (Mỹ)

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Châu Âu tập trung vào thiêu đốt chất thải và thu hồi nhiệt. Trong những năm 1970 – 1980 áp dụng cả thiêu đốt và sản xuất RDF để giải quyết vấn đề về chất thải đang ngày càng gia tăng.

Tuy nhiên, thiêu đốt là giải pháp đắt đỏ không thể nào chấp nhận được với những quốc gia mà chi phí cho chôn lấp còn thấp. Thiêu đốt kèm theo thu hồi nhiệt thậm chí còn đắt tiền hơn, mặc dù nó sinh ra là một khoản lợi nhuận do đó thiêu đốt thu hồi nhiệt chỉ phù hợp khi lượng rác thải phát sinh rất lớn. Sản xuất RDF là giải pháp có chi phí

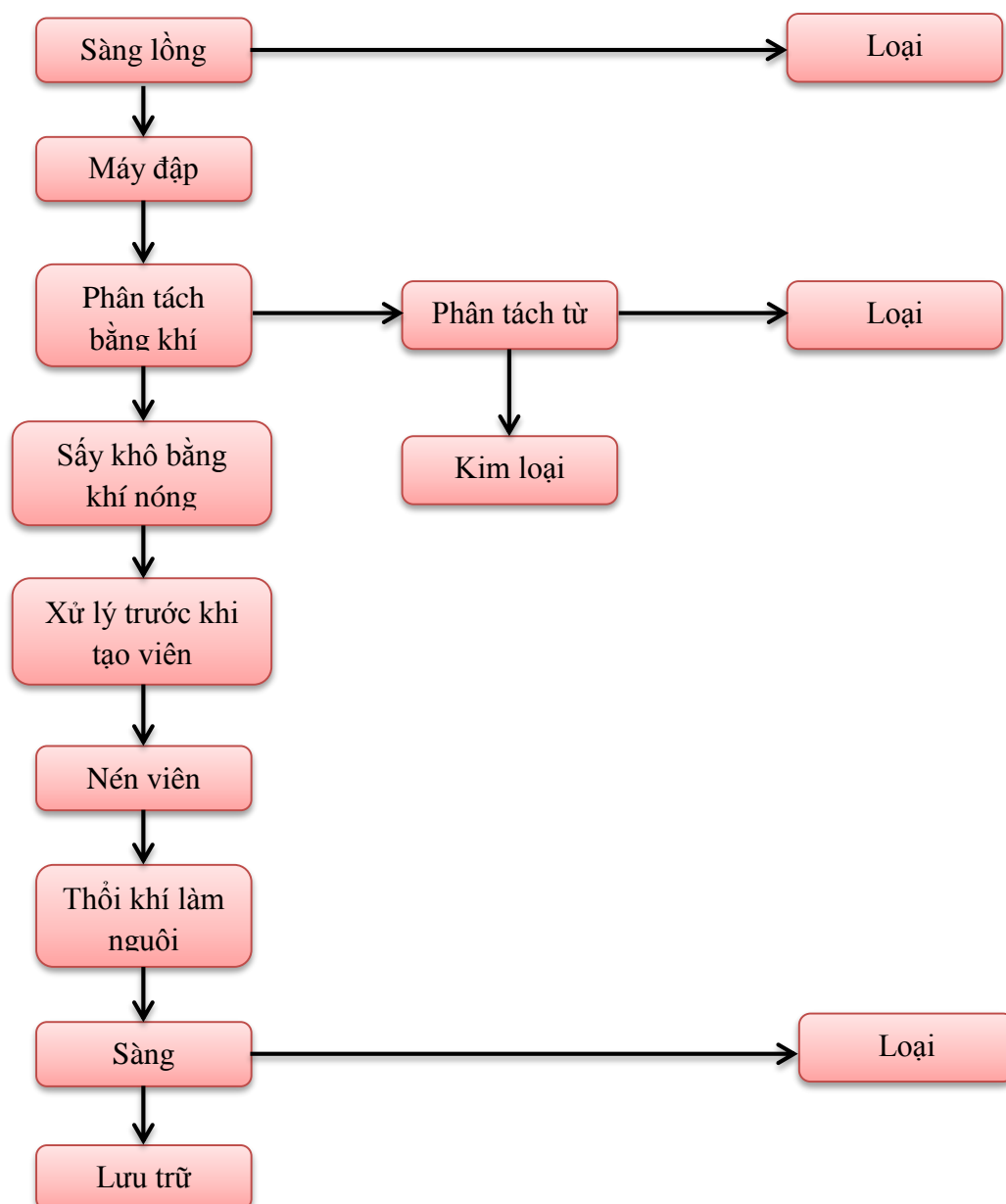
đầu tư thấp hơn, phù hợp với công suất nhỏ/lớn và sản phẩm tạo ra có thể bán để thu lợi nhuận.



Hình 3.8. Hệ thống công nghệ “3-D” (Mỹ)

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Do vậy, các nhà máy có xu hướng tiếp nhận chất thải rắn đô thị thô và nghiền nhỏ thành hạt trước, sau đó mới rây, phân loại, sấy khô đến hàm ẩm nhất định và nén thành viên bằng các máy nén viên nhằm giảm chi phí vận chuyển RDF thành phẩm. Có thể tổng hợp các công nghệ sản xuất RDF đi theo hai Trong hệ thống “3-D” (Hình 3.8), chất thải được nghiền, sàng, phân loại, nén nhẹ, sấy khô và cuối cùng là nén áp suất cao. Chỉ có tách từ loại bỏ các kim loại sắt trên các nguyên liệu đã loại bỏ từ sàng phân loại, do vậy kim loại vẫn còn trong phần nguyên liệu và có thể làm hư hại máy nghiền



Hình 3.9. Hệ thống công nghệ “Eastbourne” (Anh)

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Bước đầu tiên trước khi nghiền là sấy khô, thường sử dụng máy sấy dạng trống quay to. Khí nóng từ một lò đốt được dẫn vào máy sấy. Chất thải đi vào từ một đầu thiết bị và ra ở đầu kia. Thành phần cháy được ở dạng hạt cỡ trung bình (kích thước dưới 50 mm) nên tỷ trọng của nó rất thấp, chỉ 30 – 60 kg/m³. Để đảm bảo thời gian lưu của nguyên liệu trong máy sấy đủ lâu, phải làm tăng tỷ trọng gộp của nó. Vấn đề như đã nói ở trên là khi nghiền các thành phần cháy đã được trộn lẫn với rất nhiều chất hữu cơ và các chất trơ. Khâu nén nhẹ “khóa” các thành phần không mong muốn này vào sản phẩm cuối cùng (làm cho không thể nào tách bỏ khỏi sản phẩm cuối cùng được nữa). Các viên nhiên liệu tạo ra có hàm lượng tro khoảng 20% khối lượng, gần bằng với yêu cầu nhiên liệu đốt lò hơi công nghiệp, với hàm lượng chlorine $\geq 1,5\%$.

Công nghệ Eastbourne (hình 3.9), với quy trình được cải tiến: khâu sàng đưa lên trước nghiền và chỉ nghiền thành phẩm cháy được. Quy trình sản xuất RDF bao gồm: sàng, nghiền, phân tách bằng khí, sấy khô, sàng một lần nữa và cuối cùng là nén.

Thiết bị sấy thường sử dụng là băng tải khí nén với khí nóng cấp từ lò đốt. Nhiệt độ sấy trong thiết bị kiểu này có thể cao hơn trong thiết bị sấy thùng quay phân tầng đến 200°C và chỉ thích hợp để sấy vật liệu có tỷ trọng thấp. Đây là các thiết bị sấy nhanh, toàn bộ hơi ẩm loại bỏ ở 3 m đầu tiên từ điểm nạp liệu, và sau đó, nguyên liệu chỉ đơn giản là được vận chuyển trên băng tải. Ưu điểm lớn của thiết bị sấy kiểu này là khi không có bước xử lý trước khi nén, thì các thành phần không mong muốn (chất hữu cơ và chất trợ) không bị giữ lại trong sản phẩm cuối cùng. Sau sấy, các thành phần hữu cơ và trợ nằm lẫn trong đó có thể được tách ra dễ dàng và hiệu quả bằng các sàng trong các trống quay kích thước lỗ 5 mm do chúng có kích thước hạt lớn hơn nhiều so với các thành phần cháy được.

Máy nghiền trong dây chuyền không gây các vấn đề như trong các công nghệ trước đây, do các thành phần không mong muốn đã được tách ra khỏi nguyên liệu. Tác dụng của sàng lồng kích thước lớn là loại bỏ hầu hết các thành phần thủy tinh, tro và hữu cơ, chỉ để lại kim loại, nhựa, giấy và bìa. Sau đó, chất thải chỉ còn các thành phần rất nặng hoặc rất nhẹ, rất thích hợp cho phân tách bằng khí.

Công đoạn sàng cuối cùng được thực hiện ngay sau khi sấy nhằm giảm hàm lượng tro trong sản phẩm cuối cùng (chlorine, kim loại nặng và silicate). Nhờ có công đoạn sàng này mà RDF nén có thể đạt hàm lượng tro < 10% khối lượng và chlorine thấp hơn hẳn mức 0.5%. Không có các chất trợ như silicate cũng làm cho nhiệt trị tăng lên đáng kể, do đó RDF nén có thể đạt hàm lượng năng lượng của thanh công nghiệp loại chất lượng thấp (low-grade). Vấn đề tắt ống dẫn trong nồi hơi cũng được giảm đến những tỷ lệ có thể kiểm soát được.

Các quy trình sản xuất trên đây là những quy trình điển hình, mô tả những nguyên tắc chung. Để tinh chế thành nhiên liệu, trước tiên rác thải được tách riêng những thành phần cấu thành nên nó. Một thành phần có thể tách khỏi thành phần khác trên cơ sở sự khác biệt về tỷ trọng, kích thước hạt hay độ nhạy với lực điện từ. Các kỹ thuật dựa trên độ tan, nhiệt độ nóng chảy có thể áp dụng cho các ngành công nghiệp khác nhưng chắc chắn không thể áp dụng để sản xuất nhiên liệu từ rác.

Hiện nay có nhiều quy trình công nghệ sản xuất RDF và đã tạo ra những sản phẩm đạt được chất lượng có thể so sánh với nhiên liệu truyền thống đang được sử dụng. Trước tiên phải tạo được fRDF sau đó tiếp tục xử lý kích thước thành cRDF trước khi xử lý hoàn thiện và tạo thành viên nhiên liệu (dRDF). Sau mỗi công đoạn như vậy, chất lượng sản phẩm tăng lên và fRDF còn được xem là nhiên liệu cấp thấp. Nhiên liệu cRDF được sử dụng phổ biến trong các công trình lò hơi công nghiệp lớn ở nhiều quốc gia. Nhiên liệu nén chất lượng cao (dRDF) thường được sử dụng trong những hệ thống sử dụng nhiên liệu phức tạp và công trình đốt hiệu suất cao.

Trong các quy trình công nghệ sản xuất, fRDF được xem là nguyên liệu và sản phẩm cuối cùng là dRDF. Ở mỗi giai đoạn, sự cân bằng khối lượng và thể tích là yếu tố quan trọng cần phải xem xét.

Bảng 3.5. Tỷ khối biểu kiến của các thành phần trong chất thải có thể đạt được ở mỗi giai đoạn của quá trình công nghệ sản xuất.

Các công đoạn sản xuất rRDF						
Tỷ khối biểu kiến lb/ft³ (kg/m³) sau từng công đoạn						
Sàng lồng					Phân loại	
Thành phần	Chất thải	Kích thước lớn	Kích thước nhỏ	Máy nghiền	Nhẹ	Nặng
Giấy, Carton	6,24 (100)	3,7 (60)	7,5 (120)	1,9 (30)	1,8 (28)	1,8 (28)
Nhựa tấm	5,0 (80)	4,4 (70)	5,0 (80)	2,5 (40)	2,5 (40)	2,5 (40)
Nhựa khối	12,5 (200)	12,5 (200)	13,7 (220)	17,5 (280)	17,5 (280)	17,5 (280)
Vải	7,5 (120)	7,5 (120)	11,2 (180)	11,2 (180)	11,2 (180)	11,2 (180)
Gỗ	18,7 (300)	21,8 (350)	18,7 (300)	25 (400)	25 (400)	25 (400)
Sắt	93,6 (1500)	93,6 (1500)	187,2 (3000)	249,6 (4000)		
Kim loại trừ Fe	49,9 (800)	49,9 (800)	124,8 (2000)	156,0 (25000)		
Chất hữu cơ	15,6 (250)	15,6 (250)	17,2 (275)	25 (400)	25 (400)	25 (400)
Đất, cát	62,4 (1000)	62,4 (1000)	62,4 (1000)	62,4 (1000)	62,4 (1000)	62,4 (1000)
Thủy tinh	49,9 (800)	49,9 (800)	74,9 (1200)	74,9 (1200)		
Khác	31,2 (500)	31,2 (500)	34,3 (550)	34,3 (550)	34,3 (550)	34,3 (550)
Hỗn tạp	11,0 (177)	5,0 (81)	20,2 (324)	2,8 (45)	2,1 (33)	21,5 (344)

Các công đoạn sản xuất cRDF					
Tỉ khối biểu kiến lb/ft³ (kg/m³) sau từng công đoạn					
Sàng thứ cấp					
Thành phần	Phiểu đậm	Sấy khô	Kích thước lớn	Kích thước nhỏ	nén
Giấy, carton	5,0 (80)	1,6 (25)	1,6 (25)	1,3 (20)	18,7 (300)
Nhựa tấm	2,5 (40)	1,9 (30)	1,9 (30)	1,6 (25)	12,5 (200)
Nhựa khối	17,5 (280)	21,8 (350)	21,8 (350)	23,7 (380)	25,0 (400)
Vải	11,2 (180)	7,5 (120)	7,5 (120)	3,7 (60)	12,5 (200)
Gỗ					
Chất hữu cơ	25,0 (400)	6,2 (100)	6,2 (100)	4,4 (70)	25,0 (400)
Khác	34,3 (350)	18,7 (300)	18,7 (300)	12,5 (200)	31,2 (500)
Hỗn tạp	4,8 (77)	1,8 (29)	1,75 (28)	2,9 (46)	17,35 (278)
Các công đoạn sản xuất dRDF					
Tỉ khối biểu kiến lb/ft³ (kg/m³) sau từng công đoạn					
Thành phần	Tạo viên				
Giấy, Carton	37,44 (600)				
Nhựa tấm	31,2 (500)				
Nhựa khối	31,2 (500)				
Vải	25,0 (400)				
Gỗ	31,2 (500)				
Hỗn tạp	37,3 (598)				

Bảng 3.5 liệt kê tỷ khối biểu kiến có thể đạt được ở mỗi giai đoạn của quá trình, và tổng hợp thành tỷ khối trung bình cho toàn bộ chất thải. Tỷ khối của toàn bộ chất thải là khái niệm bắt nguồn từ sự cân bằng giữa khối lượng và thể tích, vì vậy trong ví dụ này tỷ khối giữa thành phần nhẹ và thành phần nặng giống hệt nhau, còn khối lượng của các loại thì không. Sẽ có ít giấy và bìa carton hơn trong phần nặng nhưng hầu hết là nhựa nặng, kết quả là tỷ khối biểu kiến đối với tất cả thành phần nặng tương đối cao. Thông số này có được từ kinh nghiệm làm việc và thông số thống kê được từ quá trình vận hành trong nhiều năm và chỉnh sửa thành giá trị trung bình khi độ ẩm trong chất thải khoảng 30%. Điều này liên quan đến sự phân tích chất thải bằng khối lượng.

Tỷ khối được liệt kê chi tiết đối với các thành phần riêng biệt bởi vì không tránh khỏi sự thiếu chính xác xảy ra đối với chất thải hỗn hợp. Tuy vậy vẫn có những sai lệch, ví dụ: tất cả các thành phần giấy nằm trong khoảng mật độ khối từ 700 tới 1100 kg/m³.

Bảng 3.6. Độ ẩm trung bình của các thành phần trong chất thải

Thành phần	Độ ẩm trung bình, %
Giấy, carton	25
Nhựa tấm	5
Nhựa khối	6
Vải	6
Gỗ	3
Sắt	7
Kim loại trừ Fe	1
Chất hữu cơ	35
Đất, cát	2
Thủy tinh	8
Khác (-10mm)	2
Độ ẩm hỗn hợp	30

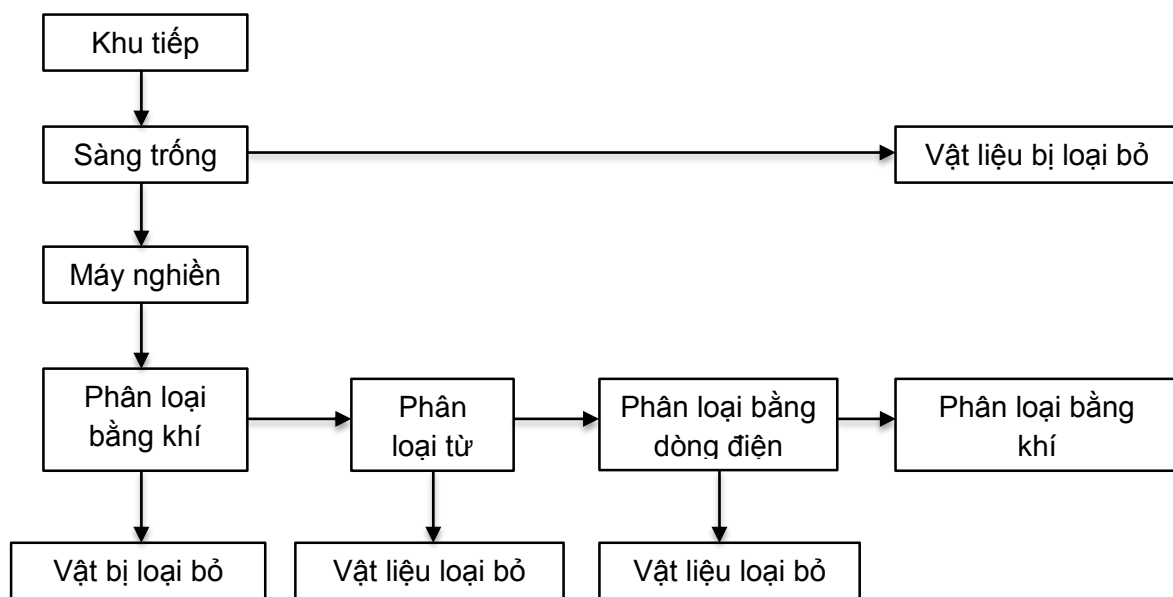
Bằng cách xử lý chất thải có nhiều thành phần và bằng cách xác định các tác động riêng lẻ của chúng đối với các công đoạn xử lý, ít nhất khi thiết kế cũng tránh được khả năng gặp các lỗi kép. Vì vậy, trong khi tỷ khối cụ thể có thể không được chính xác trong các ứng dụng giống nhau nhưng kết quả cuối cùng là thực tế cho hầu hết các quá trình.

3.3.1. Sản xuất fRDF

Việc xử lý tái chế chất thải rắn đô thị thành sản phẩm mới phải được bắt đầu từ việc loại bỏ các thành phần không phù hợp với yêu cầu đối với sản phẩm này. Trong quy trình tái chế để tạo thành nhiên liệu, bước đầu tiên là tách riêng thành phần dễ cháy với thành phần không cháy hoặc ít cháy. Thành phần có khả năng cháy cao trong chất thải đô thị là giấy, bìa cứng và nhựa mỏng.

Giai đoạn phân loại

Các thành phần này mềm, chủ yếu dạng tấm (mảnh) nên thích hợp cho việc tách ra khỏi khối lớn bằng sàng lồng (dạng tang trống). Thiết bị này sẽ không tạo ra được sản phẩm hoàn toàn sạch không bị pha lẫn, vì ít nhất các thành phần kim loại và hộp nhựa sẽ còn lại với phần kích thước lớn dễ cháy.



Hình 3.10. Quy trình sản xuất fRDF

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Thủy tinh và gốm sứ sẽ bị phá vỡ, nhưng không thể tách ra hoàn toàn do các vật liệu có kích thước lớn ẩm ướt sẽ giữ lại một lượng nhất định các mảnh vật liệu này (bị dính). Tuy nhiên, thực tế vận hành sàng lồng cho thấy có thể xác định được cân bằng khối lượng và từ đó có thể tính toán được sự cân bằng thể tích, sử dụng các tỉ khối ở bảng 3.5.

Thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong sàng lồng thường lớn hơn 13% nên dù khối lượng giảm đi đến 48% thì thể tích vẫn tăng nhẹ. Đây là kết quả hoàn toàn bình thường khi vận hành sàng lồng.

Vận hành chuyển đến thiết bị nghiền

Các thông số có được từ các thành phần có kích thước lớn ở sàng lồng liên quan trực tiếp đến thiết kế băng chuyền đưa nó đến giai đoạn tiếp theo của quá trình xử lý. Băng chuyền phải có thể vận chuyển được 9,7 tấn và 108,4 kg/m³. Một băng tải thích hợp có thể xác định bằng cách sử dụng các công thức được trình bày trong phần sau.

Bảng 3.7. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn sàng lồng.

Thành phần	Hiệu quả phân tích	Khối lượng		Thể tích	
		t/h	(te/h)	Ft ³ /h	(m ³ /h)
Giấy, carton	10	4,651	(4,219)	2514,2	(63,9)
Nhựa tấm	13	0,899	(0,816)	408,8	(10,50)
Nhựa khối	10	1,116	(1,013)	178,8	(4,6)
Vãi	20	0,992	(0,900)	263,6	(6,8)
Gỗ	8	0,571	(0,518)	52,3	(1,3)
Sắt	20	1,158	(1,050)	24,7	(0,63)
Kim loại (trừ Fe)	7	0,192	(0,174)	7,7	(0,20)
Chất hữu cơ	99	0,072	(0,066)	9,3	(2,40)
Đất, cát	98	0,008	(0,008)	0,3	(0,007)
Thủy tinh	98	0,033	(0,030)	1,3	(0,034)
Khác	99	0,004	(0,004)	0,27	(0,007)
Tổng		9,697	(8,784)	3879	(108,4)

Giai đoạn nghiền nhỏ

Bước tiếp theo của quá trình xử lý là giảm khối tích hỗn hợp vật chất đến mức độ để có thể tiếp tục phân loại và tinh chế, do vậy cần phải nghiền nhỏ chúng. Dùng nhiều lưới lọc cũng không cải thiện được hiệu quả phân loại đáng kể so với sàng lồng, và nó làm mất mát thêm nhiều thành phần cháy có giá trị. Thành phần cháy còn dư cần được loại bỏ và phân loại bằng khí là phương pháp thích hợp. Do đó, giai đoạn nghiền nhỏ phải tạo ra được kích thước hạt thích hợp để việc phân loại có thể đạt được hiệu quả cao nhất. Bảng 3.7 cho thấy sản phẩm của thiết bị nghiền, nơi mà khối lượng phân phối chính xác với những gì loại ra khỏi sàng lồng. Ở đây mức độ nghiền nhỏ đạt được

là 95% đối với kích thước hạt dưới 20mm, và điểm đáng chú ý là trong khi thành phần khối lượng dường như không đổi thì tổng thể tích tăng gấp gấp đôi. Điều này cũng có thêm nhận xét, thiết bị nghiền không nhất thiết làm giảm thể tích như yêu cầu thông thường. Thiết bị này làm giảm thể tích của một vài thành phần nhưng về căn bản cũng làm tăng thể tích những thành phần khác, đặc biệt là giấy và tấm bìa.

Bảng 3.8. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn nghiền nhỏ

Thành phần	Khối lượng		Thể tích	
	t/h	(te/h)	Ft ³ /h	(m ³ /h)
Giấy, carton	4,651	(4,213)	4896,1	(140,44)
Nhựa tấm	0,899	(0,816)	719,4	(20,36)
Nhựa khối	1,116	(1,013)	127,6	(3,61)
Vải	0,992	(0,900)	177,2	(4,99)
Gỗ	0,571	(0,518)	45,6	(1,29)
Sắt	1,158	(1,050)	9,3	(0,26)
Kim loại (trừ Fe)	0,192	(0,174)	2,5	(0,07)
Chất hữu cơ	0,072	(0,066)	5,8	(0,06)
Đất, cát	0,008	(0,008)	0,27	(0,007)
Thủy tinh	0,033	(0,030)	0,88	(0,023)
Khác	0,004	(0,004)	0,24	(0,007)
Tổng	9,697	(8,784)	6927	(195,2)

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Sự thay đổi trạng thái xuất hiện vì thiết bị không chỉ làm thay đổi kích thước hạt của các thành phần mà còn thay đổi hình dạng của các hạt riêng biệt. Chúng không còn ở dạng miếng mà thay vào đó chuyển sang dạng sợi. Chúng không thể gắn kết với nhau để loại bỏ khoảng trống ở giữa, và vì thế trong khi khối lượng không đổi thì thể tích choán chỗ của khối lượng này tăng lên. Trong khi đó, các mảnh kim loại cũng bị cắt vụn thành các vụn côm, kết quả là khối lượng ban đầu chiếm ít thể tích hơn. Điều này cũng phù hợp với vải, nhựa nặng, gỗ, nhưng xét về mặt tái chế thì hiệu quả đối với kim loại là quan trọng nhất. Việc giảm kim loại trong hỗn hợp giấy và bìa có hiệu quả và thành phần kim loại được loại ra sẽ là nguồn sử dụng cho công nghiệp tái chế kim loại.

Vận chuyển đến hệ thống phân loại

Có giới hạn khối lượng trong quá trình vận chuyển, khái niệm trọng tải là khả năng chịu tải tối đa của phương tiện mà không vượt quá dung tích chuyên chở. Trong sơ đồ hình 3.9 vật liệu từ thiết bị nghiền nhỏ được đưa đến phân loại bằng khí, và phương pháp thực hiện tùy thuộc vào loại thiết bị nghiền nhỏ trước đó. Thiết bị thẳng đứng có thể đưa trực tiếp vào thiết bị phân loại, còn thiết bị nằm ngang phải sử dụng băng chuyền vận chuyển. Cần phải có một băng tải nhập liệu để chịu được các tác động của vật liệu được đưa vào với vận tốc cao. Băng tải có thể chứa được 9 tấn/h ở thể tích $2111\text{m}^3/\text{h}$ là cần thiết. Chiều rộng của băng tải được xác định bởi độ mở của ống đầu ra của thiết bị nghiền. Lắp băng tải hẹp hơn ống thoát có nguy cơ gây tắc nghẽn liên tục, vì sản phẩm có mật độ thấp sẽ rơi vào máng vận chuyển hẹp. Tương tự, có ít băng tải rộng hơn ống thoát vì trong trường hợp này tải trọng sẽ tập trung dọc theo tâm của nó. Do đó, đòi hỏi phải tính toán cụ thể để hạn chế độ sâu của băng tải và tốc độ vận chuyển.

Giai đoạn phân loại

Bảng 3.9 mở rộng tính toán khối lượng/thể tích đến giai đoạn phân loại, ở đó tiếp tục sự xuất hiện sự thay đổi thể tích. Thể tích vật liệu nhẹ thoát ra từ giai đoạn phân loại nhỏ hơn tổng thể tích từ công đoạn nghiền thành hạt, mặc dù một tỉ lệ khối lượng đáng kể bị loại bỏ vào trong dòng nặng. Một lần nữa giấy và bìa tác động lớn đến điều này, nguyên nhân là do không khí bên trong. Dòng không khí phân phối các hạt rộng rãi hơn, và trạng thái tách rời nhau ban đầu của chúng không được khôi phục lại hoàn toàn sau đó.

Mục đích của quá trình phân loại là tạo ra loại nhiên liệu cấp thấp với chi phí thấp để sử dụng trong công trình đốt với nhiên liệu nghiền nhỏ. Trong trường hợp này, tỷ khối của vật liệu là rất thấp khoảng $17,3\text{kg}/\text{m}^3$. Mỗi 100 tấn nguyên liệu, chiếm $26,505\text{m}^3$ tuy không đáng kể so với tiêu chuẩn lò hơi nhưng kho chứa vẫn cần không gian rất lớn và điều này không khả thi. Vì lý do này, thông thường sẽ sử dụng xyclone phân loại đưa trực tiếp vào máy đóng gói nén chặt vật liệu vào trong thùng chứa để lưu trữ hoặc vận chuyển. Do đó không cần băng tải vận chuyển. Chỉ có thành phần nặng đưa về phía trước và dùng thiết bị tách bằng từ trường và dòng điện để thu hồi kim loại. Băng tải phù hợp cho mục đích này được quy định dựa vào độ rộng đầu ra thành phần nặng của thiết bị phân loại, với lưu lượng $18,75$ tấn/h sẽ là một băng tải có tải trọng nhỏ. Tuy nhiên, tải trọng nhỏ ở giai đoạn này là một yếu tố có giá trị vì nó sẽ tạo cho thiết bị tách kim loại đạt hiệu quả nhất.

Bảng 3.9. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn phân loại

Thành phần	Hiệu quả phân tích	Khối lượng te/h (t/h)		Thể tích ft ³ /h (m ³ /h)	
		Nặng	Nhẹ	Nặng	Nhẹ
Giấy, carton	92	0,37(0,34)	4,28(3,88)	413(12)	4755(138)
Nhựa tấm	92	0,07(0,07)	0,83(0,75)	58(1,6)	662(19)
Nhựa khối	23	0,86(0,78)	0,26(0,23)	98(2,8)	29(1)
Vải	90	0,10(0,009)	0,89(0,81)	18(0,50)	159(5)
Gỗ	25	0,43(0,39)	0,14(0,13)	34(1,0)	11(0,3)
Sắt	3	1,12(1,01)	0,03(0,03)	9(0,3)	0,3(0,01)
Kim loại (trừ Fe)	60	0,08(0,07)	0,12(0,10)	1(0,03)	1,5(0,04)
Chất hữu cơ	48	0,04(0,003)	0,03(0,03)	3(0,1)	2,8(0,08)
Đất, cát	5	0,001(0,001)	4.10(4.10 ⁴)	0,3(0,01)	0,01(4.10 ⁴)
Thủy tinh	5	0,003(0,028)	17.10(15.10 ⁴)	0,8(0,02)	0,04(4.10 ⁴)
Khác	10	0,004(0,038)	4.10(4.10 ⁴)	0,2(0,01)	0,02(4.10 ⁴)
Tổng		3,11(2,82)	6,59(5,96)	635,5(18,3)	5621(163)

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

3.3.2. Sản xuất cRDF

Phân đệm

Mục đích của hệ thống đệm là điều chỉnh khối tích (tránh việc tăng thể tích) của dòng vật liệu gồm những thành phần nhẹ xốp (fRDF) từ thiết bị phân loại đưa qua trong quá trình tạo ra cRDF và dRDF. Vật liệu từ các xyclone (phân loại) sẽ đưa trực tiếp vào trong phễu với tốc độ dòng vào được tính toán, ví dụ thực tế là 6,4 tấn/h và 72,9m³/h. Dung tích của phễu đệm thích hợp trong thực tế thường khoảng 10% thể tích vật liệu đi qua trong 1h và do đó cần thể tích là 7,3m³.

Bảng tải tiếp liệu là cơ sở của hệ thống đệm, nó có thể thiết kế với mọi độ rộng vì nó độc lập với thiết bị phân loại. Tuy nhiên, do phải đưa trực tiếp vào phễu tiếp liệu của thiết bị sấy khô nên được quy định bởi kích thước của thiết bị sấy khô. Chiều rộng ống thải trực tiếp vào thiết bị sấy khô không nên lớn hơn 1,5m, vì vậy đây là giới hạn chiều

rộng của băng tải bộ đệm. Theo ví dụ cụ thể ở trên thì phễu đệm có kích thước tối thiểu là dài 1,6m và cao 1,6m.

Đầu ra của phễu đệm được trình bày ở bảng 3.10, ở đó sẽ thải ra 6,43 tấn và 786,4 m³/h. Thể tích giảm khoảng 90m³, nó phù hợp với hoạt động của phễu đệm. Cả băng tải nạp liệu và phễu cũng sẽ tạo ra mức độ nén chặt nào đó đối với vật liệu, điều này ảnh hưởng không tốt đối với quá trình sấy khô nhưng không thể tránh được. Tốt nhất, vật liệu nên được làm khô với độ nén thấp nhất có thể. Tuy nhiên, mức độ giảm thể tích trong thực tế vận hành không ảnh hưởng nhiều tới hiệu quả của quá trình làm khô.

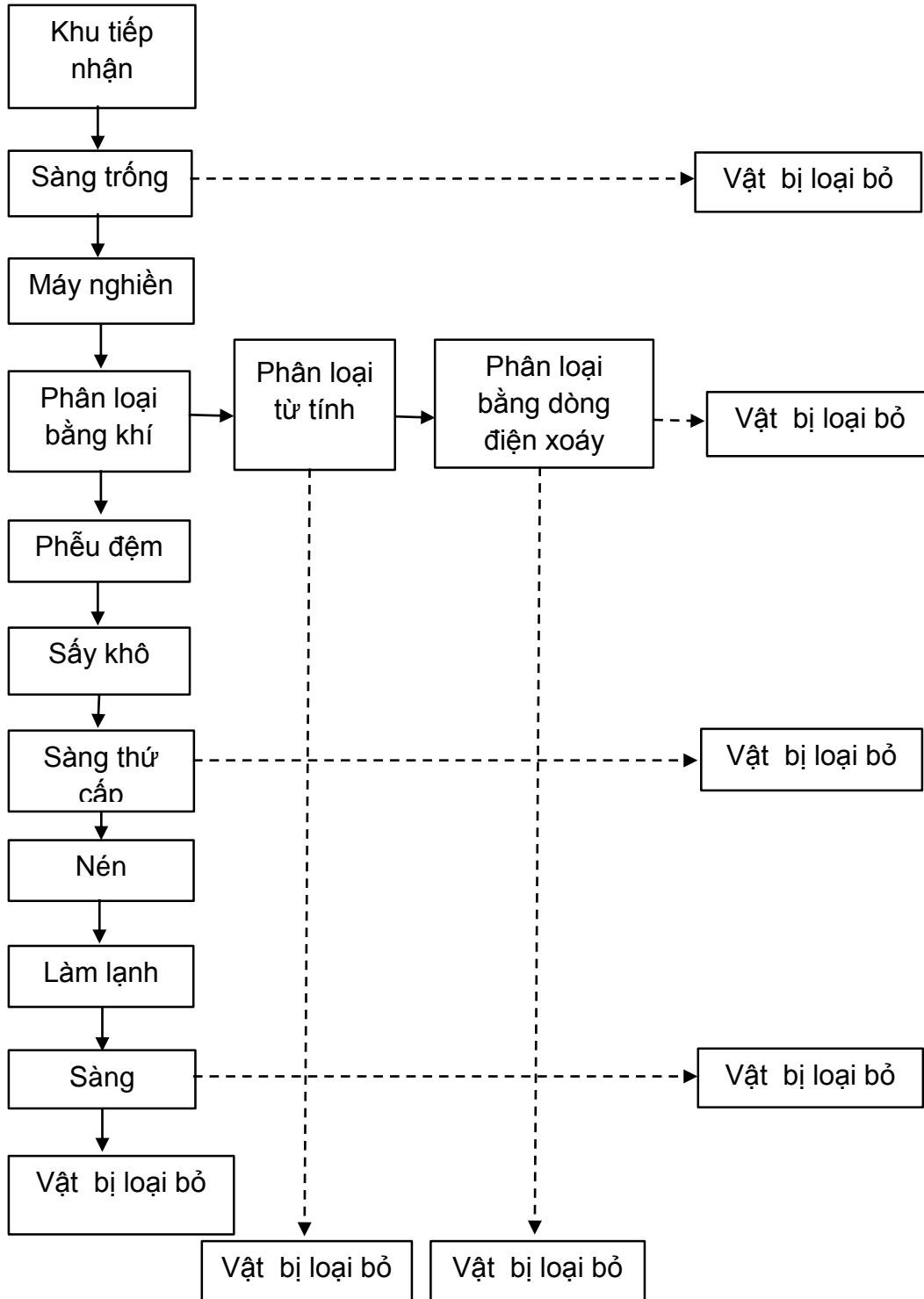
Bảng 3.10. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn phễu đệm

Thành phần	Khối lượng		Thể tích	
	<i>t/h</i>	<i>(te/h)</i>	<i>ft³/h</i>	<i>(m³/h)</i>
Giấy, Carton	4,28	3,88	1714	48,45
Nhựa tấm	0,83	0,75	663	18,73
Nhựa khối	0,26	0,23	29	0,83
Vải	0,89	0,81	159	4,49
Gỗ	0,14	0,13	11	0,32
Chất hữu cơ	0,035	0,031	3	0,08
Khác	0,0004	0,0004	0,02	0,001
Tổng	6,43	5,83	2580	72,91

Sấy khô

Quá trình sấy khô làm giảm độ ẩm của thành phần dễ cháy, điều này thích hợp cho việc sử dụng máy dầm và máy tạo viên nguyên liệu ở giai đoạn sau. Độ ẩm (lượng nước) trong chất thải ban đầu được phân bố chủ yếu trong hai dạng: dạng tự do (nước vật lý) và một phần trong các thành phần hữu cơ (nước hóa học). Đa số nước tự do chứa trong giấy và bìa carton, còn hầu hết nước hóa học nằm trong chất hữu cơ khác và chất thổi rửa. Hầu hết nước hóa học được loại bỏ hoàn toàn trước khi vào giai đoạn sấy khô, chỉ một lượng nhỏ còn lại trong các thành phần dễ cháy. Do đó, trong khi tổng độ ẩm trong chất thải hữu cơ ước tính khoảng 30%, nhưng khi vào máy sấy sẽ không còn như thế. Nó phụ thuộc vào sự phân bố độ ẩm giữa các thành phần và sự phân bố trung bình trình bày ở Bảng 3.11.

Theo đó, 34,5% độ ẩm chứa trong giấy và carton, 52,5% trong thành phần các chất hữu cơ khác. Trong trường hợp này, quá trình sấy khô xử lý 0,78% tấn/h và cho ra chủ yếu là thành phần dễ cháy theo cân bằng khối lượng và thể tích trình bày ở Bảng 3.12. Mặc dù chỉ có phần lớn lượng nước bị loại bỏ nhưng thể tích chất thải giảm đáng kể. Kết quả này là do tác động của nhiệt độ trong quá trình sấy lên CTR khô.



Hình 3.11. Quy trình sản xuất cRDF

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Giấy và bìa có xu hướng giảm khối tích với mức độ giảm đi nhiều hơn so với thể tích nước loại bỏ. Thông số này có được từ tỷ khối trung bình của giấy và bìa ở đầu ra của quá trình sấy liệt kê trong Bảng 3.7, như thảo luận ở phần trước, tỷ khối biểu kiến rất khó để xác định.

Tỷ khối càng thấp thì càng khó đo chính xác, và có được một điểm mà tại đó tất cả vật liệu có khoảng mật độ “x”. Chỉ cần khác nhau 1kg/m^3 thì thể tích biểu kiến cũng thay đổi $6,5\text{ m}^3$.

Bảng 3.11. Sự phân bố độ ẩm giữa các thành phần

Thành phần	Chỉ số	Độ ẩm % w/w
Giấy, Carton	1,15	34,50
Nhựa tấm	0,11	3,30
Nhựa khối	0,11	3,30
Vải	0,39	11,40
Gỗ	0,30	9,00
Sắt	0,12	3,60
Kim loại (trừ Fe)	0,12	3,60
Chất hữu cơ	0,75	52,50
Đất cát	0,95	28,50
Thủy tinh	0,12	3,60
Khác	0,90	27,00

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Tuy nhiên, có vài giá trị trực quan thể hiện sự cân bằng. Khối lượng liên quan đến vấn đề trên, vì trong điều kiện đơn giản, nếu loại bỏ 1kg nước trong vật liệu thì khối lượng phần còn lại cũng giảm 1kg. Nếu giấy và bìa ẩm ướt tạo thành dạng sợi được sấy khô đột ngột ở nhiệt độ rất cao thì theo dự đoán sẽ có một số yếu tố cơ ngót. Tấm nhựa mềm sẽ có khả năng bị bóp méo và mất cấu trúc của nó. Cấu trúc tế bào trong chất hữu cơ còn lại sẽ bị phá vỡ gây ra sự tăng nhanh kích thước hạt dưới áp lực của hơi nước.

Có sự liên quan giữa nhiệt độ sấy khô và lượng chất dễ bay hơi trong thành phần dễ cháy. Có ý kiến rằng các chất này bắt đầu được giải phóng khi nhiệt độ trên 1000C , nhưng nhiệt độ cần thiết để thay đổi trạng thái của nước từ lỏng sang hơi thường tìm hãm chất rắn đạt đến nhiệt độ tối đa. Không thể đảm bảo được điều kiện như thế vì để đạt được như vậy đòi hỏi các hạt trong nguyên liệu đầu vào phải có độ ẩm giống nhau hoàn toàn. Khi điều này không đạt được, một số hạt sẽ đạt độ ẩm gần với mức mong muốn, và việc thiết kế quá trình sấy phù hợp với mức trung bình hơn là mức riêng lẻ, lúc đó sẽ gây quá nhiệt. Một số chất dễ bay hơi sẽ giảm trong bất kỳ quá trình sấy khô và hầu hết chất dễ bay hơi có trong giấy và bìa. Các chất dễ bay hơi chủ yếu có trong các dạng phức hydrocacbon, methanol và ethanol, các chất này đều có tỷ trọng thấp. Do đó, khả năng bay hơi của nó có thể không đo được bằng khối lượng, nhưng trong

khoảng thời gian một giờ hoạt động, có thể xác định dựa vào sự cân bằng thể tích. Sự phát thải khí dễ bay hơi tạo ra đặc trưng và đôi khi tạo ra mùi từ quá trình sản xuất RDF. Đây là vấn đề quan trọng nhất trong quá trình sản xuất vì nó dễ gây phàn nàn trong công chúng, và xét về bản chất của vật liệu gây mùi thì thiết bị lọc bằng nước không có hiệu quả. Các loại dầu nhẹ, bay hơi không có khả năng hòa tan trong nước và thậm chí dễ dàng thấm vào trong huyền phù lơ lửng. Thiết bị lọc sinh học có khả năng xử lý loại dầu này như là buồng đốt thứ cấp trong ống dẫn khí thải.

Bảng 3.12. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn sấy khô

Thành phần	Khối lượng		Thể tích	
	t/h	(te/h)	ft ³ /h	(m ³ /h)
Giấy, Carton	3,39	3,07	4236	140,62
Nhựa tấm	0,81	0,73	848	22,66
Nhựa khối	0,26	0,23	24	0,60
Vải	0,48	0,43	127	6,11
Gỗ	0,13	0,12	14	0,39
Chất hữu cơ	0,12	0,105	37	0,29
Khác	1.10 ⁻³	1.10 ⁻³	0,11	3.10 ⁻³
Tổng	5,17	4,69	5287	153,04

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Kết quả của quá trình sấy khô trong ví dụ này là khối lượng của thành phần dễ cháy giảm xuống còn 5,17 tấn/h, còn thể tích giảm nhẹ còn 153 m³/h. Tỷ trọng biểu kiến lúc này khoảng 30,65kg/m³. Giai đoạn tiếp theo của công đoạn tạo thành cRDF hay dRDF là sàng lọc để loại bỏ những thành phần khó cháy còn dư, khi đó thành phần dễ cháy trở nên quá khô để giữ lại.

Thiết bị sấy khô bằng khí nóng có các hạt lơ lửng trong không khí, và khi giảm lượng nhiệt của nó thì nó trở thành băng tải bằng khí nén đơn giản ở chiều dài còn lại. Trong trường hợp này, thiết bị tách khô bằng cyclone nên được gắn trực tiếp vào phía trên máng nhập liệu vào lưới lọc, và nên thải trực tiếp vào đó. Không cần phải sử dụng băng tải. Đối với thiết bị sấy khô tầng xoay cần phải dùng băng tải.

Sản phẩm có tỷ trọng 30kg/m³ không thích hợp cho việc xử lý cơ học thông thường, vì rất dễ làm hư cầu nối giữa máng vận chuyển và vỏ băng tải. Hơn nữa, mặc dù đã ra khỏi thiết bị sấy khô, nó vẫn còn nóng và còn có độ ẩm. Nó vẫn tiếp tục tạo ra hơi nước khi ra khỏi thiết bị sấy khô, sự ngưng tụ hơi nước chắc chắn sẽ gây ra những khó

khăn, vì băng tải khép kín. Phần phía trong của băng tải sẽ bị ẩm và nguyên liệu rất dễ bị dính rất chắc vào đó và dễ gây tắc nghẽn.

Có các loại băng tải khác nhau có thể được sử dụng hiệu quả để xử lý các sản phẩm dạng hạt chủ yếu là giấy và bìa carton, và thiết bị nạp liệu dạng đĩa, băng tải kiểu vách ngăn và băng tải gấp là thích hợp.

Thiết bị sấy khô kiểu dòng quay có khả năng gây cháy do khí nóng, do vậy nó thường được lắp các hệ phun nước ở phía trên lỗ xả và có kiểm soát nhiệt bằng cảm biến nhiệt độ ở đầu ra. Mặc dù vậy, việc lắp đặt này chỉ có hiệu quả hạn chế đối với việc cháy lớn trong thiết bị sấy khô. Nguyên liệu đầu vào có tỷ trọng thấp hạn chế khả năng hấp thụ nước, vì chất thải bị nén chặt bề mặt. Nước không thể tới được lớp vật liệu ở bên dưới nên quá trình cháy vẫn có thể tiếp tục âm ỉ diễn ra ở đó. Quá trình cháy âm ỉ có thể tạo ra nhiệt độ rất cao. Nếu nguyên liệu được đưa vào trong băng tải ở điều kiện này, oxy sẽ xâm nhập vào và sự cháy sẽ bùng phát lớn dữ dội. Rõ ràng nếu điều này xảy ra đối với lớp cao su tổng hợp hoặc băng tải dạng gấp sẽ gây thiệt hại lớn cho toàn bộ hệ thống sản xuất.

Khi phun nước vào trong buồng sấy không thể kiểm soát sự cháy, thì cần phải có băng tải có khả năng chịu được. Khi đó, thiết bị nạp liệu dạng băng mỏng phổ biến được lựa chọn. Thực tế cho thấy rằng thiết bị này không thể hoàn toàn không bị hư hỏng do cháy, nhưng nó ít bị ảnh hưởng hơn loại khác. Ngoài ra với khả năng kháng nước cao, nó có thể phun nước xa hơn trên bề mặt để kiểm soát quá trình còn lại.

Để thiết bị nạp liệu dạng tấm có hiệu quả trong trường hợp này, nó phải có chiều rộng và vận tốc di chuyển đủ để giảm tối thiểu độ sâu của lớp vật liệu. Lớp vật liệu càng nông thì việc phun nước càng có hiệu quả hơn trong việc chống cháy. Vì vậy, ứng dụng những khái niệm trên vào thiết bị sấy khô thì thiết bị nạp liệu dạng tấm mỏng phải đáp ứng được như ví dụ trên 5,17 tấn/h và 1.608 m³/h ở tỷ trọng 31,4 kg/m³ (Lê Đức Trung, 2014).

Có thể xem độ sâu thích hợp của lớp vật liệu trên băng tải là 100mm. Trong trường hợp này sử dụng công thức để tính toán tốc độ băng tải như sau:

$$\text{Tốc độ băng tải} = \text{Thể tích}/(\text{Chiều sâu băng tải} \times \text{chiều rộng băng tải} \times 1)$$

Ở đây, phải giả định chiều rộng băng tải hoặc tốc độ di chuyển. Sự lựa chọn có ý nghĩa quyết định đối với việc thiết kế toàn bộ quá trình. Nếu chọn chiều rộng băng tải là 1,5m thì tính được

$$\text{Tốc độ băng tải} = 5.287/(4/12 \times 5 \times 1) = 16,12 \text{ m/min}$$

Tốc độ như vậy không phải là quá cao đối với băng tải nạp liệu dạng tấm mỏng và chiều rộng băng tải được chọn phù hợp với độ rộng ống xả của hầu hết thiết bị sấy khô dạng quay.

Sàng lọc thứ cấp

Thiết bị thường dùng trong giai đoạn này là lưới lọc kiểu trống quay. Như đã biết thành phần dễ cháy là 95% có kích thước dưới 25mm và có thể giả định rằng ít nhất cùng một tỷ lệ lớn hơn 5mm. Các chất không cháy còn dư bám vào phần giấy và bìa do độ ẩm của nó. Phần còn dư có thể được dự tính để có dạng hạt nhỏ hơn 5 rất nhiều. Những lỗ nhỏ của lưới sẽ bị lấp đầy, còn lỗ lớn sẽ cho qua nhiều loại và kích thước

chấp nhận là 5mm. Giấy và bìa sẽ bị giữ lại với những lỗ này, nhưng việc loại bỏ các thành phần này có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến chất lượng sản phẩm.

Bảng 3.12 cung cấp một đánh giá thực tế về hiệu quả của thiết bị lưới sàng dạng trống. Ở đây, hiệu quả được thể hiện như là khả năng của lưới lọc cho qua các thành phần có kích thước nhỏ hơn. Dự kiến chỉ loại bỏ 2% giấy và bìa nhưng tới 99% thủy tinh, điều này phù hợp với lưới lọc 5mm. Hiệu quả này được áp dụng đối với vật liệu loại ra từ thiết bị sấy khô được trình bày ở bảng 3.13.

Thiết bị lưới lọc cho qua 4,88 tấn/h và 148 m³/h thành phần quá khổ ở tỷ trọng tương đương 5,46 m³/h. Nó cũng tạo ra 0,29 tấn/h và 5,46 m³/h phân kích thước nhỏ tại tỷ khối 49,5 m³/h.

Bảng 3.13. Hiệu quả của giai đoạn sàng thứ cấp

Thành phần	Hiệu suất sàng %
Giấy, carton	2,0
Nhựa tấm	2,0
Nhựa khối	30,0
Vải	1,0
Gỗ	10,0
Sắt	40,0
Kim loại (trừ Fe)	40,0
Chất hữu cơ	99,0
Đất, cát	99,0
Thủy tinh	99,0
Khác	99,0

Phần có kích thước nhỏ mặc dù có khối lượng nhỏ nhưng nếu giữ lại trong nguyên liệu thì tăng hàm lượng clo từ 0,5% đến 1,5%. Nó cũng làm thay đổi lượng tro từ 8% lên 18% và cũng tăng đáng kể lượng kim loại nặng. Phân tích các thành phần cho thấy nó có chứa một lượng đáng kể chì, kẽm, đồng, sắt và clo tồn tại với lượng lớn trong các dạng và liên kết hóa học. Do đó, khả năng thải ra dioxin, furan, khói kim loại và lượng tro, clo tới mức làm cho nhiên liệu không sử dụng được trong hầu hết nồi hơi thông thường.

Phần kích thước lớn ở đầu ra của lưới lọc sẽ có hai khả năng: Nó vẫn còn là dạng rDFD nhưng là phần sản phẩm sạch hơn, năng lượng cao hơn so với thành phần trực tiếp từ sau quá trình phân loại. Nhiệt trị của nó là 20.000 kJ/kg nhưng có mật độ năng

lượng rất thấp. Nó thích hợp cho công trình đốt cháy thông thường hoặc có thể được sử dụng tạo ra cRDF.

Bảng 3.14 thể hiện sự cân bằng giữa khối lượng và thể tích đạt được ở giai đoạn nén kiểu trục vít. Sản phẩm bị giảm thể tích đến 16,06 m³/h, ở khối lượng 4,76 tấn/h nó có tỉ khối 268,4 kg/m³. Ở đây cần chú ý rằng tỷ khối đạt được là giá trị thực chứ không phải là giá trị biểu kiến. Vật liệu sẽ hầu như duy trì ở tỷ khối này dù có được tiếp tục xử lý. Nó có xu hướng nén gọn hơn nữa nhờ khối lượng và sự xáo trộn nó không làm tăng thể tích tương ứng.

Bảng 3.14. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn nén

Thành phần	Khối lượng		Thể tích	
	t/h	(te/h)	ft ³ /h	(m ³ /h)
Giấy, carton	3,21	2,91	342,9	9,7
Nhựa tấm	0,79	0,71	126,2	3,6
Nhựa khối	0,18	0,16	14,3	0,4
Vải	0,47	0,42	74,8	2,1
Gỗ	0,11	0,1	9,1	0,3
Tổng	4,76	4,31	567,4	16,1

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014).

Vì tỷ khối nguyên liệu rất thấp nên thiết bị nén kiểu trục vít phải có lưu lượng thấp. Công suất tối đa từ 3 đến 4 tấn/h. Trong trường hợp khối lượng của nguyên liệu vượt quá những thông số này, cần phải có hai thiết bị nén, mặc dù trong hầu hết các chu kỳ chúng sẽ hoạt động thấp hơn tải tối đa. Điều này không thể tránh được vì quá trình thiết kế bị giới hạn bởi phạm vi của thiết bị có sẵn, không phải theo yêu cầu tính toán.

Năng lượng cần thiết để giảm thể tích từ 1.566 m³/h xuống 197 m³/h là yếu tố đáng kể, vì tỷ số nén thể tích nhiều hơn 9:1. Cái này giống như thiết bị đóng khối tĩnh bằng búa thủy lực 40T. Trường hợp này tỷ lệ tương đương ít khi hơn khoảng 5:1 với cùng vật liệu. Năng lượng tạo ra bị chuyển qua dạng nhiệt làm cho thiết bị nén trục vít ở phía sau đạt nhiệt độ rất đáng kể. Khi đó chắc chắn sẽ làm mất độ ẩm trong nguyên liệu. Không thể tính toán được tổn thất này vì có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng nhưng theo kinh nghiệm có thể giảm 20% thể tích về độ ẩm chứa trong mỗi phần còn lại. Điều này cho thấy độ ẩm mất đi 0,12 tấn/h là kết quả của quá trình nén đến 268,4 kg/m³.

Lúc này hệ thống xử lý cần đưa sản phẩm đến kho lưu trữ mà không bị hạn chế bởi thể tích. Cả khối lượng và thể tích của cRDF nằm trong khả năng của một băng tải nhỏ. Vấn đề thiết kế cũng dựa trên chiều rộng thực tế tối thiểu của băng tải hơn là của tốc độ phân phối tính toán. Một băng tải có chiều rộng ít hơn 500mm không thể đủ để máng chuyển giữ lại lượng lớn vật liệu một cách chính xác. Nếu thiết bị nén phía trước

tạo ra các hạt có kích thước trung bình là 20mm thì băng tải với độ sâu sàng tương đương một hạt sẽ phải di chuyển với tốc độ chậm hơn 290 m/phút, chậm hơn tốc độ tiêu chuẩn của băng tải.

3.3.3. Sản xuất dRDF

Giai đoạn cuối cùng của quá trình để đạt được sản phẩm nhiên liệu có độ tinh chế cao có thể bao gồm cả quá trình tạo ra dRDF. Trong trường hợp này, thiết bị nén thông thường được đặt ở vị trí mà thải trực tiếp vào lỗ nhập liệu của máy tạo hạt hoặc máy đóng khối mà không cần bất kỳ thiết bị xử lý trung gian nào. Một thiết kế lắp đặt cơ bản để sản xuất RDF thông thường gồm hai nguyên tắc. Thứ nhất tại giai đoạn phân loại và sấy khô, nguyên liệu được nâng lên một chiều cao đáng kể và thiết bị cơ khí có thể giảm thiểu đáng kể bằng cách dựa vào trọng lực để vận chuyển giữa các thiết bị. Ví dụ, khi sử dụng thiết bị sấy khô bằng khí nóng thì sẽ hợp lý khi lắp thiết bị lọc thứ cấp ở mức cao hơn với thiết bị nén ở phía dưới. Kết quả là nguyên liệu có thể đi qua tổng cộng bốn giai đoạn mà không cần bất kỳ băng tải nào. Nguyên tắc cơ bản thứ 2 là khi sản xuất dRDF thì nhiệt độ nguyên liệu ở bất cứ vị trí nào cần được duy trì. Bánh ren của thiết bị tạo hạt hoạt động ở nhiệt độ vượt quá 110°C. Như vậy phải tốn một lượng lớn năng lượng tại thiết bị nén nếu như nguyên liệu có nhiệt độ quá thấp khi đưa vào trong thiết bị.

Lúc này, lưu ý rằng mặc dù nhiệt độ bánh ren của thiết bị tạo hạt hay đóng khối vượt quá giới hạn nhưng những chất dễ bay hơi thông thường được kiểm soát, nên việc mất mát này không phải là yếu tố đáng kể. Trong khi chắc chắn rằng độ ẩm vẫn được giữ lại trong nguyên liệu đến khi nhiệt độ đủ để loại bỏ tất cả độ ẩm. Thực tế, thông thường ít hơn 30% tổng độ ẩm bị loại bỏ.

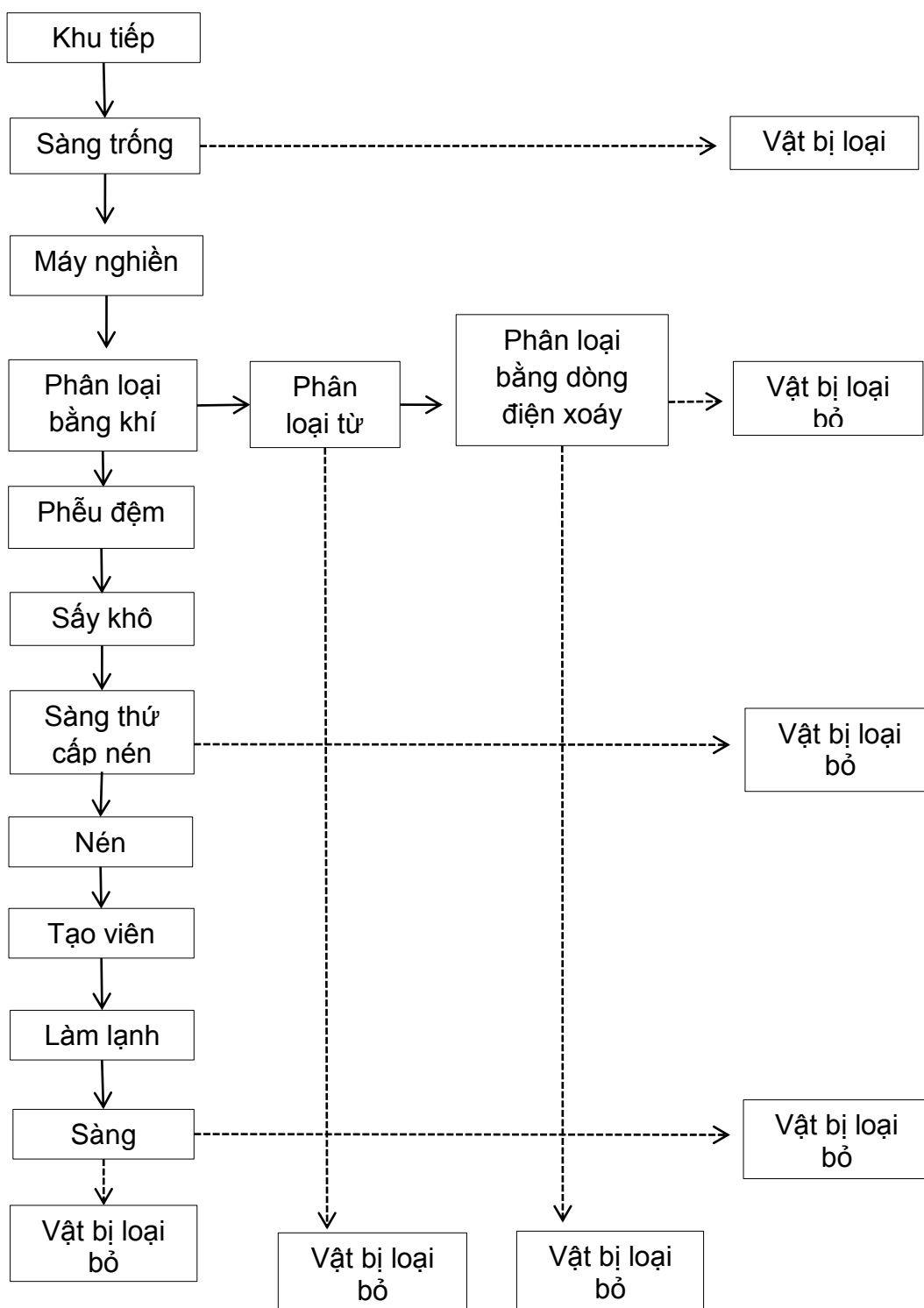
Bảng 3.15. Cân bằng khối lượng và thể tích của các thành phần có kích thước lớn trong giai đoạn tạo viên

Thành phần	Khối lượng		Thể tích	
	t/h	(te/h)	ft ³ /h	(m ³ /h)
Giấy, carton	3,17	2,88	169,5	4,8
Nhựa tấm	0,78	0,71	50,5	1,4
Nhựa khối	0,18	0,16	11,4	0,3
Vải	0,47	0,42	37,3	1,1
Gỗ	0,11	0,10	7,3	0,2
Tổng	0,72	4,28	275,9	7,8

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Khi nguyên liệu được đưa vào thiết bị tạo hạt hoặc khối thì kết quả được tóm tắt trong bảng 3.15. Một tính toán dựa trên thông số tỷ khối biểu kiến ở bảng 3.5 cho thấy rằng 4,72 tấn/h và 7,81 m³/h sẽ được tạo thành những viên nhiên liệu, với tỷ khối trung bình

547,9 kg/m³. Trong suốt quá trình độ ẩm có trong các thành phần sẽ giảm dần. Tại đầu ra của thiết bị sấy khô lượng độ ẩm còn dư là 16,6%, tại đầu ra của thiết bị tạo hạt là 14,3%, còn sản phẩm cuối cùng có độ ẩm 7,1%.



Hình 3.12. Quy trình sản xuất dRDF

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Bảng 3.16 thể hiện một kết quả phân tích dRDF điển hình. Các thông số được lấy từ một quá trình thiết kế theo dòng để sản xuất dRDF được mô tả trong phần này và nó thể hiện chất lượng nhiên liệu có thể đạt được.

Bảng 3.16. Kết quả phân tích dRDF điển hình

Vật lý	Giá trị	
Nhiệt Lượng	8600 btu/lb (20.000kJ/kg)	
Tổng số lưu huỳnh	0,16% w/w	
Tổng số Clo	0,2% w/w	
Độ ẩm	9% w/w	
Độ tro	9%	
Tỷ trọng	37,44 lb/ft ³ (600kg/m ³)	
Hóa học		
Si	1,5	
P	-	
S	0,14	
Cl	0,099	
K	0,299	
Ca	1,7	
Ti	0,18	
Cr	0,02	
Mn	0,01	
Fe	0,22	
Ni	0,002	
Cu	0,007	
Zn	0,04	

Ga	0,0005	
As	-	
Se	0,0003	
Br	0,0023	
Rb	0,0018	
Sr	0,0043	
Y	-	
Zr	0,0023	
Nb	-	
Mo	-	
Sn	-	
Ba	0,0112	
Pb	-	0,0048

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Sàng lọc cuối cùng

Trước khi sản phẩm cuối cùng được lưu trữ thì nó phải được sàng lọc và phân loại bằng cách sử dụng các thiết bị sàng phù hợp yêu cầu kỹ thuật. Nếu sản phẩm được sản xuất trong một quá trình có mức độ kiểm soát cao thì lượng mảnh hay hạt nhỏ còn lại cũng là tối thiểu. Điều này là một thách thức trong quá trình sản xuất, và cần phải đưa chúng quay trở lại các giai đoạn trước đó của quá trình sản xuất để cuối cùng có thể chuyển chúng vào sản phẩm.

Các hạt còn lại tại thiết bị sàng lọc cuối cùng rất khô, và có thể có tỷ khối cao hơn so với nguyên liệu ban đầu. Nếu cho vào thiết bị tạo hạt, các hạt này làm giảm lượng độ ẩm tổng thể xuống dưới giới hạn thấp nhất cho quá trình nén đạt hiệu quả. Kết quả các viên sản phẩm cuối cùng dễ bị vỡ.

Xử lý các hạt loại ra ở sàng lọc cuối cùng là xử lý sản phẩm còn dư. Dựa vào hiệu quả kết hợp của việc tái xử lý sản phẩm sau sàng lọc, thiết bị tạo hạt hoặc đóng khối sẽ tạo ra sản phẩm có chất lượng cao hơn và giảm tối thiểu lượng dư thừa.

3.4 Lưu trữ sản phẩm fRDF

Nhiên liệu rất khó khăn khi lưu trữ, thậm chí là vài giờ. Trường hợp được tách trực tiếp sau khi phân loại, nó chứa một lượng đáng kể nguyên liệu có thể bị phân hủy ở

giai đoạn đó và có khả năng gây ảnh hưởng rất lớn. Hoạt động sinh học bắt đầu trước khi nguyên liệu được xử lý, và không có gì được kiểm soát để giảm thiểu. Do đó, sản phẩm sẽ sinh nhiệt khá nhanh chóng, và độ ẩm cao của nó (trong ví dụ được sử dụng, hơn 34% (khối lượng) làm tăng khả năng oxy hóa các phân lignocellulose. Ngay cả trong việc trữ hàng giờ, nó sẽ bắt đầu hình thành khối đồng nhất và bắt đầu biến thành nguyên liệu tương tự với nấm mốc. Nấm hoạt động sẽ hình thành trong khu vực mát gần bề mặt.

Thực tế fRDF trực tiếp tạo ra từ thiết bị phân loại chỉ có thể được coi như một sản phẩm cấp thấp và không ổn định mà chỉ có một giá trị mà nó sử dụng ngay lập tức sau khi sản xuất.

Trường hợp sau khi được xử lý trực tiếp bằng cách làm khô và sàng thứ cấp, nó sẽ trở nên ổn định hơn. Các ô nhiễm do thời rửa phần lớn được loại bỏ, và còn lại được tiết trùng. Tuy nhiên, chi phí tăng nhiều hơn trong việc xử lý. Thời gian lưu trữ của nó có thể là hàng tháng chứ không phải là giờ. Nó sẽ phát triển hoạt động sinh học tại một thời gian sau đó, bởi vì ngay cả chất ô nhiễm khô và khử trùng chất có khả năng thời rửa cũng không được bảo quản vô thời hạn.

Mặc dù cân bằng khối lượng vật chất và thể tích được đưa ra như là một ví dụ trong phần này thứ cấp, điều này không hoàn toàn đúng. Có dư lượng chất có khả năng thời rửa trong RDF, mặc dù ảnh hưởng khối lượng vật chất và thể tích của chúng quá nhỏ như không đáng kể.

Sản phẩm có thể được đóng gói nén ép và thùng kín, và kết quả là nó sẽ chiếm không gian ít hơn. Một thùng chứa nén chặt 35m³ chỉ có thể giữ 5 tấn vật liệu ngay cả với một tỉ lệ nén 5:1, và để lưu trữ số lượng nhỏ về nhiên liệu là 100 tấn thì yêu cầu tới 20 container. Ngoài việc xem xét không gian, vốn đầu tư các thùng chứa và nhà máy xử lý sẽ là quá mức.

fRDF có một chỗ đứng trong thị trường nhiên liệu rắn, nó là một sản phẩm chỉ thích hợp cho sử dụng ngay trong nhà máy đốt công suất lớn. Phân loại và làm khô chỉ cải thiện đặc điểm quá trình đốt cháy của nó.

cRDF

cRDF được sử dụng trực tiếp làm nhiên liệu từ lâu nhưng bởi nó không đáp ứng các yêu cầu của một loại nhiên liệu rắn và năng lượng đơn vị thấp, vì vậy có không được sử dụng cho máy đốt than được phân loại. Tuy nhiên khi được nghiền đến kích thước hạt nhiên liệu rắn dạng bột, nó được sử dụng như là nguồn năng lượng cho quá trình khí hóa.

Về dung lượng lưu trữ, cRDF được đặt giữa fRDF và dRDF. Mật độ của nó vẫn là không đủ cho dự trữ cho nhiên liệu thông thường, có chi phí hiệu quả và ô nhiễm nghiêm trọng có khả năng nặng nề bởi các hạt mịn độc hại. Sự suy giảm chất lượng trong quá trình có thể là kết quả của hoạt động sinh học và quá trình oxy hóa có khả năng là vấn đề. Do đó, việc ứng dụng phù hợp nhất cho sản phẩm là những nơi mà nó có thể được tiêu thụ gần như ngay lập tức sau khi sản xuất.

dRDF

Khi dRDF đã được nén ép đến 600 kg/m^2 , nó trở nên cực kỳ ổn định nếu được cung cấp với các điều kiện bảo quản phù hợp. Và do vậy, nó có thể được lưu trữ trong một vài năm. Tuy nhiên nó không được lưu trữ lâu hơn một tháng trong điều kiện hở, và trong điều kiện bất lợi về khí hậu. Trực tiếp tiếp xúc với nước hoặc từ mưa hoặc thậm chí từ độ ẩm không khí cao là nguyên nhân hấp thụ vào các lớp bề mặt của kho dự trữ với độ sâu khoảng 200 mm. Các nhiên liệu phồng lên trên lớp bề mặt và mật độ nén ép của chúng giảm đến một nửa so với ban đầu. Tuy nhiên, tăng kích thước trong viên tạo ra phần không thấm nước trên phần còn lại, hạn chế xâm nhập của nước hơn nữa. Trường hợp sản phẩm được lưu trữ để sử dụng trong nhà máy quy mô lớn, khá bình thường khi nó được lưu trữ ngoài trời khá nhiều tháng, vì khi sử dụng sự suy thoái của một lớp bề mặt nhỏ thường không đáng kể. Khi sử dụng dRDF cho các mục đích cao hơn, lưu trữ dưới lớp che chắn là cần thiết và cần cả các thiết bị thông gió. Khi dRDF đầu tiên rời khỏi dây chuyền sản xuất, nó có thể gần như đã đạt đến nhiệt độ môi trường xung quanh. Tuy nhiên, đó là đặc điểm duy nhất của bề mặt của mỗi viên hoặc khối. Do độ dẫn nhiệt rất thấp của vật liệu nên nhiệt độ ở lõi vẫn còn cao sau một thời gian và kết quả là dRDF hâm nóng khá nhanh chóng khi lần đầu tiên được đưa vào kho lưu trữ. Thông thường, nhiệt độ của nó có thể được dự kiến tăng lên trên 80°C trong vài giờ đạt đỉnh sau khoảng một ngày. Tùy thuộc vào kích cỡ kho dự trữ, sau đó nó có thể vẫn còn duy trì ở nhiệt độ khoảng 2 ngày nữa, trước khi bắt đầu giảm rất chậm. Không phải là bất thường cho sản phẩm khi mất một tuần để làm mát với nhiệt độ môi trường xung quanh.

Hiệu quả của việc tăng và giảm nhiệt độ này thể hiện rõ đối với độ ẩm còn lại chứa trong sản phẩm. dRDF sau sản xuất có độ ẩm khoảng 8% (khối lượng) sẽ được sấy khô thành 4% hoặc thấp hơn vào thời điểm nhiệt độ của nó ổn định. Trong kho kín, ngưng tụ có khả năng để tạo ra sự ăn mòn nghiêm trọng các kết cấu kim loại, và trong kho dự trữ sẽ có một hiệu ứng tương tự như lượng mưa khi lưu trữ ngoài trời.

Sự xuất hiện của quá trình oxy hóa có thể dễ dàng nhận ra, vì nó luôn xảy ra trong các lớp được xác định rõ ràng khoảng 400mm từ bề mặt. Màu sắc của sản phẩm có thay đổi từ xám đen hoặc đen sang nâu đen, và có mùi đặc trưng của giấy cháy. Nguyên liệu bên trong các tầng khác nhau thành tấm giống như đá phiến sét. Suy giảm nghiêm trọng chất lượng của sản phẩm cả về vật lý và hóa học xảy ra. Các viên nhiên liệu riêng lẻ phồng lên và kết khối hợp nhất với nhau. Tăng ô nhiễm hạt trong viên nhiên liệu dẫn đến tăng độ hấp thụ độ ẩm của các lớp và sự suy giảm trở nên phức tạp.

dRDF ít nhạy cảm với quá trình oxy hóa hơn so với than đá. Thiếu nhạy cảm với quá trình oxy hóa chắc chắn rằng hiện tượng đốt cháy tự nhiên là không thích hợp, và chưa bao giờ có một trường hợp được ghi lại xảy ra trong kho dự trữ dRDF. Tuy nhiên, quá trình oxy hóa là không thay đổi bắt đầu bằng độ ẩm và nhiệt độ, nhiệt có thể như một hệ quả của hoạt động sinh học hay chỉ đơn giản là một dư lượng của quá trình sản xuất. Một khi nhiệt độ đủ đã đạt được, quá trình oxy hóa sẽ trở thành tự duy trì, tạo ra nhiều nhiệt và độ ẩm hơn. Việc giải phóng độ ẩm do sự gia tăng nhiệt độ làm vật liệu trở nên quá khô để hỗ trợ quá trình phân hủy sinh học hoặc hóa học, và quá trình chậm dứt. Tại thời điểm đó, nhiệt độ có thể lên đến 80°C .

dRDF khô và ổn định với tỉ trọng 600 kg/m^3 . Kho lưu trữ sản phẩm với chiều cao đồng tối đa 6 m sẽ thông dụng cho cài đặt băng tải phân phối với chiều dài của các cạnh của kho dự trữ được tính:

$$l = 2 * \text{chiều cao} / \tan 30^\circ \quad (22)$$

Do đó, $l = 20,78 \text{ m}$.

Kho có thể lưu trữ 150 tấn trong 1 ngày tại một thời điểm, chiều dài của đồng được xác định:

$$w = (2 * \text{thể tích}) / (h * l) \quad (23)$$

trong đó h là chiều cao lưu trữ tại đỉnh của đồng. Đòi hỏi phải có chiều rộng khoảng 4 m.

3.5. Vận hành dây chuyền sản xuất RDF (Lê Đức Trung, 2014)

Các vấn đề liên quan đến vận hành dây chuyền sản xuất được trình bày theo hai nhóm: những vấn đề liên quan đến nguyên liệu hay sản phẩm và các vấn đề liên quan đến hệ thống các thiết bị.

3.5.1. Các vấn đề liên quan đến nguyên liệu đầu vào

Chất thải rắn đô thị không phải là một nguyên liệu đồng nhất mà là một hỗn hợp các loại nhiên liệu với các tính chất riêng của nó. Về lý thuyết, chất thải rắn có thành phần tương đối ổn định. Đa số các quốc gia/địa phương đều có quy định pháp luật về việc các hộ dân có thể thải bỏ gì trong rác thải. Trên thực tế, số hộ dân ý thức về quy định pháp luật liên quan về chất thải rắn đã ít, số hộ dân cố gắng thi hành còn ít hơn nữa. Họ cho rằng sẽ không ai mở các bịch ra làm gì và nếu sau đó có mở các bịch rác ra thì cũng không thể truy được nguồn gốc của nó. Đó chính là lý do trong rác đô thị vẫn còn tồn tại các vật liệu có thể gây hư hại cho máy móc thiết bị, có thể gây cháy nổ và thậm chí có thể gây ảnh hưởng đến an toàn và sức khỏe con người.

Những người công nhân tiếp xúc với rác thải là người thu gom, vận chuyển, phân loại và vận hành các phương tiện cơ giới để phân phối rác vào các dây chuyền sản xuất. Một yêu cầu là những người vận hành phải cố gắng nạp liệu càng đều đặn càng tốt. Khi nạp những lượng lớn nguyên liệu vào băng tải tiếp nhận giữa nhiều khoảng thời gian trông giữa những lần nạp sẽ làm cho hệ thống kiểm soát của nhà máy phải điều chỉnh liên tục vì sự thay đổi lưu lượng. Các băng tải tiếp liệu không thích hợp khi hoạt động trong điều kiện lúc thì nạp quá tải lúc thì không tải. Do nạp liệu không thể đều đặn hoàn toàn nên sẽ không tránh khỏi việc công suất hoạt động trung bình thấp hơn rất nhiều so với công suất thiết kế.

Một khi nguyên liệu đã đi vào các dây chuyền sản xuất, người vận hành cần phải lưu ý sự thay đổi về số lượng và thể tích của nó tại các công đoạn khác nhau. Chất lượng chất thải đi vào có ảnh hưởng đến thể tích khối chất thải, mà điều này không phản ánh được thông qua các con số chỉ thị trên hệ thống điều khiển tự động. Do đó, không nên cố gắng tăng lượng chất thải đi vào dây chuyền khi thấy con số hiển thị thấp hơn mức tối ưu, ít nhất cho đến khi xác định được nguyên nhân. Ví dụ, mặc dù người vận hành đã lưu ý nhưng vẫn có nhiều giấy trong hỗn hợp chất thải đi vào băng tải tiếp nhận. Khi đó thể tích chất thải tăng, nhưng con số khối lượng/phút lại giảm đi do chất thải có tỷ trọng thấp hơn. Nhưng nếu ở giai đoạn này mà tăng lượng rác thải đi vào thì thể tích rác thải lại có thể quá lớn đối với các thiết bị xử lý.

Người vận hành trong nhà máy sản xuất RDF nên nhạy cảm với các mùi bất thường. Rác đô thị còn mới sẽ không có mùi nặng và khi đã đi vào sản xuất thì tất cả mọi mùi ban đầu đều mất hết, thay vào đó là mùi giống như mùi bánh quy nóng. Nếu có mùi nhựa hoặc mùi giống mùi sơn hoặc mùi giấy cháy có nghĩa là đã có gì trục trặc trong dây chuyền sản xuất.

Người vận hành nên nhận biết được các dung dịch chất thơm vì đôi khi xăng hay dung môi cũng đi vào hỗn hợp rác. Khi nhận thấy có mùi này thì người vận hành phải chuẩn bị đối phó với sự cố cháy nổ.

Trong dây chuyền hệ thống sản xuất RDF, thể tích rác thay đổi rất nhiều trong suốt quy trình. Thực sự đó là do có sự loại bỏ các thành phần khác nhau cho đến khi chỉ còn các thành phần cháy được ở lại. Do vậy mà tính chất của nguyên liệu cũng thay đổi liên tục, vật liệu đi vào máy nén viên sẽ khác gần như hoàn toàn so với vật liệu đầu vào sàng lồng. Người vận hành giỏi có thể chỉ cần quan sát là có thể xác định được vật liệu được lấy ra từ công đoạn sản xuất nào.

Để có thể làm như vậy cần phải hiểu rõ sự khác nhau giữa cân bằng khối lượng và cân bằng thể tích. Cân bằng khối lượng cho thấy sự giảm đều suốt quá trình sản xuất, khối lượng nguyên liệu tối đa ở đầu vào và tối thiểu ở sản phẩm đầu ra. Tuy nhiên cân bằng thể tích lại cho thấy sự tăng giảm liên tục cho đến công đoạn nén nhẹ, và thể tích vật liệu là lớn nhất.

Đến một mức độ nhất định, khi kiểm soát các hệ thống phức tạp hơn, người vận hành nên để cho thiết bị của họ tự hoạt động và chỉ nên can thiệp tối thiểu. Tính trên diện rộng thì làm như vậy là thành công vì có nhiều trường hợp có sự can thiệp không cần thiết đã làm hỏng quy trình. Tuy nhiên, ngay cả hệ thống phức tạp nhất cũng không thể dự báo sự cố trước khi nó xảy ra, trong khi đó một người vận hành đã được đào tạo có thể dự báo được. Khi hiểu rõ về vật liệu vào/ra khỏi thiết bị vận hành thì anh ta có thể thấy được xu hướng và đoán trước được kết quả sẽ đến nếu không can thiệp kịp thời.

3.5.2. Các vấn đề liên quan đến thiết bị

Băng tải tiếp liệu

Băng tải tiếp liệu là thiết bị hạng nặng cần đủ điện để có thể hoạt động trong các điều kiện khắc nghiệt. Nhưng trường hợp trục trặc chẳng hạn do rác thải có chứa những vật liệu nặng như các vật bằng kim loại to lớn có thể gây như hại cho các khay nâng trên băng tải. Do đó cần phải định kỳ kiểm tra sàn băng tải và thay những khay nâng bị cong hay bị hỏng. Ngoài ra, sự tràn đổ các dịch lỏng ra băng tải có thể làm hỏng các hệ thống điện và các bánh răng của thiết bị và có thể làm giảm tuổi thọ băng tải.

Thêm nữa cần định kỳ kiểm tra sàn băng tải để phát hiện sự tích lũy các chất keo dính. Thông thường, sự tích lũy này chỉ ở mức nào đó, nhưng trong một số trường hợp mà sự giao động về chất lượng chất thải theo mùa có thể làm tích lũy chất keo trên sàn băng tải, đặc biệt là khi đồng thời có một lượng đáng kể phế thải xây dựng trong chất thải. Trong những trường hợp này thì chất tích lũy sẽ có tính chất mài mòn và có thể làm tăng tốc độ mài mòn tại những nơi chồng lên nhau của các khay nâng. Giải quyết vấn đề này bằng cách rửa bằng hơi nước chỉ làm tan chất keo trên sàn băng tải nhưng lại làm nó tích lũy trên các bánh răng ở bên dưới và có khả năng làm hư hỏng thiết bị còn nghiêm trọng hơn. Cách giải quyết tốt nhất là dùng thanh cào bằng tay để làm sạch.

Sàng lỏng

Vấn đề nghiêm trọng nhất trong số ít các vấn đề khi vận hành sàng lỏng là sự tích lũy của dây và các mảnh kim loại (chẳng hạn nắp đồ hộp) trên lưới. Để tránh sự cố cần phải định kỳ kiểm tra và bảo dưỡng, ít nhất là mỗi 2 tuần 1 lần để làm sạch lưới sàng

Máy nghiền sơ cấp

Trục máy nghiền quay ở tốc độ cao do đó dễ bị hư hại bởi các dây kim loại và cũng khó khăn khi phải xử lý các dây thừng hay dây vải. Các vật liệu như vậy sẽ quấn quanh rôto và làm cần đập bị dừng lại. Máy nghiền trục ngang nhạy cảm hơn với các vật liệu như vậy hơn loại trục đứng. Giải pháp cho vấn đề này là loại bỏ các vật liệu này bất cứ tại nơi đâu có thể.

Vật liệu vừa cứng vừa kích thước lớn (chẳng hạn các mảnh kim loại vụn từ động cơ xe ô tô) đi vào máy nghiền có thể làm gãy cần đập. Cần đập bị gãy làm mất cân bằng nghiêm trọng trong roto, gây ra âm thanh bất thường. Khi thay cần đập bị gãy phải lưu ý thay 1 cặp đôi xứng nhau và cân trước để đảm bảo khối lượng 2 cần đập bằng nhau. Các cần đập trong máy nghiền bị mài mòn liên tục theo thời gian sử dụng và thường mức độ mòn khác nhau suốt dọc roto. Ở máy nghiền trục ngang thì độ mòn càng tăng khi càng đi vào tâm của roto, còn ở máy nghiền trục đứng thì các cần đập ở phía trên của roto bị mài mòn nhiều hơn. Hậu quả trước mắt của việc cần đập bị mài mòn là chất thải sau khi nghiền có kích thước ngày càng lớn hoặc không đồng nhất. Giải pháp cho vấn đề này là kiểm tra máy nghiền hằng ngày sau khi hoạt động và thay các cần đập bị mài mòn quá mức theo từng cặp.

Thiết bị phân loại dùng khí

Nguyên tắc hoạt động của thiết bị phân loại là đưa một dòng khí có tốc độ thích hợp và đều đặn đi qua. Dòng khí động làm tách ra một lượng vật liệu nhẹ tương ứng. Khi dung cột phân loại sau máy nghiền trục đứng, vỏ cột phân loại có thể bị hư hỏng do tác động của các vật nặng văng ra từ miệng của máy nghiền. Giải pháp thường thấy là lắp đặt tấm chắn ngay đối diện với miệng ra của máy nghiền và kiểm tra thường xuyên để thay thế kịp thời trước khi nó bị biến dạng và ảnh hưởng đến dòng khí đi vào thiết bị.

Ống dẫn khí giữa thiết bị phân loại và cyclone cũng cần được kiểm tra định kỳ vì nó có thể bị mài mòn và biến dạng. Nếu bị ăn mòn đến mức nào đó thì có thể ống dẫn bị thủng và áp lực khí đi vào bị giảm làm giảm hiệu quả thiết bị. Có thể sơn đường ống này bằng màu sơn sáng, thường là màu trắng, vì khi kim loại bị bào mòn đến một mức nhất định màu sơn trắng sẽ trở thành màu nâu.

Tháp rửa thường được dùng để xử lý một phần hay toàn bộ khí thải từ thiết bị phân loại. Tháp rửa này nhạy cảm với các mảnh giấy, các xơ sợi rất nhỏ và các mẫu nhựa mỏng nhỏ. Các loại vật liệu này sẽ nổi trên mặt thoáng của bồn thu nước của tháp rửa khí, làm ảnh hưởng đến sự chênh lệch áp suất. Các sợi nhỏ nằm lơ lửng trong nước làm cho nước trở nên nhớt và cũng làm thay đổi chênh lệch áp suất và trước khi áp suất lên đến mức tới hạn, người ta sẽ bơm bỏ nước trong bồn thu.

Tháp rửa khí cũng có thể có chứa các loại vi sinh vật, sự phân hủy sinh học làm phát tán mùi hôi và xung quanh và có thể làm hư hỏng vỏ tháp rửa. Có thể giải quyết bằng cách xử lý hóa chất theo định kỳ. Và tốt nhất mỗi khi có thể thì xả hết nước trong bồn đi, rửa sạch cặn bám và nạp nước sạch vào trước khi xử lý.

Phễu đệm và băng tải

Nguyên liệu tại công đoạn này có tỷ trọng rất thấp và độ xơ xộp cao. Nguyên liệu có thể bị đổ ra và nếu nó tiếp xúc với các mắt xích của băng tải, nó sẽ bị nén lại và đến một lúc nào đó sẽ làm bộ phận truyền bị nghẽn động không hoạt động được. Do vậy kiểm tra thường xuyên và làm sạch băng tải là cực kỳ quan trọng.

Máy sấy khí nén

Có hai vấn đề phổ biến khi vận hành máy sấy khí nén là sự mài mòn và khả năng bắt cháy của sản phẩm. Trong đó sự cố mài mòn thường lại cũng là nguyên nhân làm sản phẩm bắt cháy.

Giấy bì và khí nóng di chuyển ở tốc độ dòng khí có thể gây mài mòn. Mài mòn thường tập trung ở các vị trí đối hướng của dòng khí hay những nơi có dòng chảy rối và những hư hại nghiêm trọng thường làm dòng khí bị ngắt quãng, dẫn đến tích lũy cục bộ các vật liệu mà chủ yếu là giấy. Khi đó, vật liệu rắn bắt đầu bắt cháy vì hầu như toàn bộ máy sấy đang ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ bắt cháy của giấy khô. Máy sấy có thể thiết kế để chống mài mòn. Do đó phải có chế độ giám sát độ dày của vỏ thiết bị tại bên ngoài các vị trí đối hướng. Có thể dùng thiết bị đo độ dày bằng siêu âm để giám sát, vừa rẻ và vận hành cũng đơn giản.

Còn có nguyên nhân khác thường làm sản phẩm bắt cháy đó là tia lửa từ lò đốt, bụi và các vật liệu nhỏ nếu tập trung ở gần đường khí vào ở xung quanh ống đốt của lò sấy sẽ bị kéo vào bên trong và bắt cháy. Giải pháp thực tế là lắp đặt thiết bị thu tia lửa điện và thường xuyên bảo dưỡng. Định kỳ bảo dưỡng lò đốt và giữ gìn sạch sẽ khu vực xung quanh.

Máy sấy quay phân tầng

Hầu hết thời gian vật liệu ở trong thùng sấy, nó sẽ tiếp xúc với vỏ thiết bị. Với nhiệt độ đưa vào máy sấy 350 đến 450 °C, vỏ thiết bị trở nên rất nóng và những loại nhựa nhiệt dẻo sẽ bị mềm đi khi tiếp xúc với vỏ thiết bị. Các vật liệu nhựa bị than hóa và tích lũy trong các lớp tấm nâng, các vụn giấy và bì sẽ dính vào đó và dần dần tạo thành lớp phủ mềm, dính, chứa cacbon. Tuy nhiên lớp vật liệu này ít khi là nguyên nhân gây cháy, mà nguyên nhân cháy thông thường là từ những vật liệu nhẹ bị kéo trở lại từ ống nạp liệu vào ngăn đốt khi bị ảnh hưởng của dòng khí rối tạo ra để giảm khí động. Khi đã có hiện tượng bắt cháy thì các vật liệu nhựa than hóa nhanh chóng bị cháy, khiến cho cháy lớn và khó dập tắt.

Để tránh sự cố cháy và đảm bảo hiệu quả sấy, cần định kỳ lấy bỏ các lớp vật liệu nhựa ra khỏi máy sấy. Vấn đề là khi để nguội thì lớp nhựa sẽ cứng và bám chặt vào vỏ thiết bị. Do đó người ta sẽ cho ngưng đốt lò nhưng vẫn cho thùng quay quay liên tục và bật quạt hút, như vậy sẽ hạn chế nhựa bám vào vỏ máy. Sau đó dùng đục chạy bằng khí nén để lấy nhựa ra.

Xử lý khí thải từ máy sấy

Khí thải từ các giai đoạn trong quá trình sản xuất RDF có mùi đặc trưng, chủ yếu chứa các chất bay hơi như limonene, methanol và ethanol. Tùy bản chất nguồn nhiệt sử dụng, có thể có thêm các thành phần như SO₂, CO₂, CO và HCl. Do khí thải này có các hợp chất bay hơi, ít hòa tan trong nước nên xử lý bằng các tháp rửa bổ sung là không phù hợp. Xử lý bằng phương pháp lọc sinh học về lý thuyết là có thể nhưng bị

ảnh hưởng nhiều do nhiệt độ dòng khí quá cao. Phương pháp oxy hóa nhiệt bằng các lò đốt phụ có thể xử lý được nhưng giá thành cao, do phải chi phí cho nhiên liệu đốt bổ sung.

Đối với nhiều nhà máy, giải pháp hứa hẹn khả thi là thải qua ống khói đủ cao, đảm bảo các chất mùi được pha loãng và khi chúng xuống đến mặt đất thì không còn phát hiện được nữa.

Máy ép viên

Khi tạo viên sản phẩm dRDF, vật liệu được nén bằng áp suất rất cao vào các miệng hình nêm. Khi vật liệu bị ép dần dần qua các lỗ trên khuôn, nhiệt phát sinh do ma sát sẽ làm nóng chảy các thành phần có chứa lignin và nhựa dẻo. Thời gian vật liệu đi qua lỗ khuôn càng lâu thì mức độ nóng chảy càng cao, dễ gây cháy. Áp suất ép lên vật liệu phụ thuộc vào góc vát giữa con lăn và khuôn, độ hở giữa khuôn và con lăn và trạng thái mài mòn của miệng tiếp liệu. Góc vát giữa con lăn và khuôn đã được xác định sẵn bởi đường kính của con lăn và đường kính khuôn, và không thay đổi được trong quá trình vận hành. Tuy nhiên độ hở giữa khuôn và con lăn phụ thuộc vào độ mòn của khuôn ở chu vi bên trong – nơi tiếp xúc con lăn. Con lăn dù không tiếp xúc trực tiếp với khuôn nhưng các nguyên liệu nóng, khô liên tục đi qua sẽ mài mòn con lăn và khuôn. Càng bị mài mòn, áp suất nén nguyên liệu càng bị giảm đi. Tốc độ sản xuất từ từ bị chậm lại vì một phần nhỏ nguyên liệu sẽ đi qua khe hở giữa con lăn và khuôn thay vì đi qua các lỗ khuôn, chất lượng sản phẩm cũng bị giảm đi khi khuôn bị mài mòn. Khi bị kẹt giữa khuôn và con lăn, nguyên liệu sẽ bị nén và tạo các viên nhiên liệu có độ nén cao hơn các viên tiêu chuẩn. Để giải quyết có thể định kỳ chỉnh lại con lăn để duy trì độ hở ban đầu và thay khuôn mới khi đã chỉnh con lăn đến hết mức độ có thể chỉnh. Các lỗ nạp liệu hình nêm khi bị mài mòn thì không thể điều chỉnh được mà phải thay khuôn mới. Tốt nhất là dùng khuôn bằng hợp kim thép chống ăn mòn.

Người vận hành máy ép viên có thể đánh giá chất lượng khi khảo sát viên nén thành phẩm. Khi hàm lượng ẩm thấp viên nén sẽ rất cứng và nóng, bề mặt viên nén màu tối hoặc màu đen và rất bóng. Ngược lại, độ ẩm cao thì viên nén màu xám nhạt, có sự phân lớp dọc theo trục rõ ràng và mùi gần như mùi bánh quy nóng. Viên nén trong cả hai trường hợp này đều dễ vỡ vụn khi chỉ bóp bằng ngón tay. Khi có hàm lượng ẩm thích hợp viên nén sẽ rất nóng, có màu tối nhưng không phải màu đen và gần như không thể làm vỡ ra. Một chỉ thị cho máy nén viên vận hành đúng là tiếng máy chạy. Khi nguyên liệu có chất lượng tốt thì khuôn sẽ có tiếng kêu đều và đặc trưng.

Thiết bị làm mát

Thiết bị làm nguội là loại thiết bị thô sơ và hoạt động của nó không cần kiến thức của các chuyên gia, chỉ cần đảm bảo duy trì dòng khí và tốc độ chạy của băng tải phù hợp với tốc độ sản xuất.

Sàng phân loại sản phẩm

Điều duy nhất cần lưu ý khi vận hành sàng phân loại là đảm bảo cho lỗ sàng không bị tắt. Giải pháp: dùng chổi lông cứng để quét khi sàng đang hoạt động.

3.6. Câu hỏi ôn tập

- 1) Trình bày các lợi ích của hoạt động thu hồi, tái chế CTR?
- 2) Phân loại các dạng chuyển hóa chất thải giúp thu hồi sản phẩm (vật chất, năng lượng).
- 3) Vẽ sơ đồ hệ thống tái chế chất thải ở TP.HCM và nêu những ưu nhược điểm của nó.
- 4) RDF là gì? Vẽ các quy trình sản xuất RDF đầu tiên và phân tích những hạn chế của các quy trình này.
- 5) Quy trình sản xuất fRDF, cRDF, dRDF.
- 6) Các vấn đề thường gặp liên quan đến nguyên liệu đầu vào trong quá trình sản xuất RDF?
- 7) Các vấn đề thường gặp liên quan đến thiết bị vào trong quá trình sản xuất RDF?

Chương 4. Kỹ thuật xử lý chất thải rắn

4.1. Giới thiệu chung

4.1.1. Mục đích của quá trình xử lý

Xử lý CTR là giai đoạn cuối của công tác quản lý CTR. Hoạt động này không những giúp giảm thiểu các tác hại của CTR đối với môi trường và sức khỏe con người mà còn mang lại lợi ích về mặt thu hồi góp phần tiết kiệm tài nguyên thiên nhiên.

Mục đích của hoạt động xử lý CTR:

- Nâng cao hiệu quả quản lý CTR, bảo đảm an toàn vệ sinh môi trường
- Thu hồi tài nguyên: sản phẩm, vật liệu nhằm tiết kiệm tài nguyên
- Nâng cao giá trị của rác thải từ các thành phần có thể tái sử dụng, tái chế để tạo ra các sản phẩm mới
- Làm giảm thể tích hoặc khối lượng nhằm lưu giữ được nhiều hơn,
- Lưu giữ tạm thời để chờ đợi công nghệ phù hợp.

Tùy theo công nghệ áp dụng, chi phí xử lý sẽ khác nhau. Có công nghệ xử lý với chi phí thấp nhưng trong quá trình xử lý lại phát sinh ra ô nhiễm thứ cấp. Có công nghệ xử lý hiện đại, chi phí vận hành cao nhưng xử lý an toàn, không gây mùi, không phát sinh ô nhiễm thứ cấp. Tuy nhiên, việc quản lý chất thải rắn phải được thực hiện hiệu quả nhằm hạn chế phát sinh chất thải, tăng cường tái sử dụng và tái chế chất thải. Do đó, trong công tác quản lý CTR, thứ tự ưu tiên được sắp xếp như sau:

- Giảm thiểu phát thải,
- Tái sử dụng,
- Tái chế,
- Xử lý,
- Tiêu hủy.

Hiện nay, ở các nước đang phát triển trong đó có Việt Nam, các phương pháp xử lý chất thải rắn thường được áp dụng như sau:

Đối với chất thải rắn sinh hoạt, có thành phần hữu cơ chiếm tỷ lệ lớn được tận dụng để sản xuất phân hữu cơ. Tuy nhiên, do quá trình phân loại rác thực hiện chưa đồng bộ nên chỉ có một phần rác thải sinh hoạt được ủ sinh học, phần còn lại vẫn chôn lấp ở các bãi rác tập trung.

Các thành phần khó phân huỷ sinh học nhưng dễ cháy như giấy vụn, giẻ rách, nhựa, cao su... không còn khả năng tái chế thì có thể áp dụng phương pháp đốt để giảm thể tích. Chất thải xây dựng và các thành phần không cháy được như vỏ ốc, gạch đá, sành sứ... đưa đi san nền hoặc chôn lấp trực tiếp ở bãi chôn lấp.

4.1.2. Cơ sở lựa chọn phương pháp xử lý

Để có thể lựa chọn tiêu chí và công nghệ phù hợp, điều rất quan trọng là phải có dữ liệu về hiện trạng quản lý chất thải rắn của địa phương. Các dữ liệu nền bao gồm nguồn phát sinh, số lượng và thành phần chất thải rắn, hiện trạng công nghệ xử lý, nguồn tài chính, sự tham gia của các bên liên quan và các thể chế, chính sách/quy định. Từ những dữ liệu nền, có thể xác định rõ những thách thức và cơ hội của hệ thống quản lý chất thải rắn và từ đó mọi giải pháp có thể được nhận dạng. Các giải pháp được thực hiện đối với quản lý chất thải rắn bao gồm phương án quản lý và phương án công nghệ. Các phương án quản lý bao gồm 2 chiến lược 3Rs (giảm thiểu, tái sử dụng và tái chế), hợp tác công tư, nâng cao nhận thức, giáo dục và đào tạo, và công cụ kinh tế. Với sự thay đổi cách (kiểu) tiêu thụ tài nguyên và phát triển kinh tế, điều này trở nên rất quan trọng đối với việc giảm và tái sử dụng nguồn tài nguyên. Thêm vào đó, chất thải có thể được chuyển sang các dạng tài nguyên khác như compost, khí sinh học, và năng lượng. Việc chuyển hóa chất thải thành các nguồn năng lượng khác sẽ giảm số lượng chất thải rắn được chôn lấp, phương án quản lý là phương án được ưu tiên lựa chọn trong công tác quản lý chất thải.

4.1.3. Cơ sở pháp lý liên quan đến định hướng xử lý CTR.

Hiện nay, vấn đề quản lý CTR đã được Chính phủ và chính quyền địa phương cũng như các cơ quan chức năng quan tâm nhiều hơn trước. Hàng loạt các văn bản pháp quy ra đời (luật, nghị định, thông tư, chỉ thị, tiêu chuẩn) liên quan đến quản lý CTR, trong đó có xử lý CTR như:

- Chiến lược quản lý CTR các đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2020 (theo Quyết định số 152/QĐ/TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 10/7/1999).
- Luật Bảo vệ môi trường được Quốc hội thông qua ngày 23/06/2014.
- Nghị định số 19/2015/NĐ - CP về hướng dẫn thi hành luật BVMT 2014.
- Chỉ thị số 23/2005/QĐ - TTg của Thủ tướng Chính phủ về việc đẩy mạnh công tác quản lý CTR tại các đô thị và khu công nghiệp.
- Nghị định số 38/2015/NĐ - CP ngày 24/4/2015 của Chính phủ về Quản lý chất thải và phế liệu.
- Thông tư số 13/2007/TT - BXD ngày 31/12/2007 của Bộ Xây dựng về hướng dẫn một số điều của Nghị định 59/2007/NĐ - CP ngày 09/4/2007 của Chính phủ về quản lý CTR.
- Quy chuẩn Xây dựng Việt Nam về Quy hoạch đô thị (QCXDVN 01/2008).
- Quyết định 1832/QĐ-UBND Ban hành Kế hoạch triển khai phân loại chất thải rắn sinh hoạt tại nguồn trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 2017 – 2020.
- Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 261:2001 về bãi chôn lấp chất thải rắn – tiêu chuẩn thiết kế do Bộ Xây dựng ban hành
- Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 320:2004 về bãi chôn lấp chất thải nguy hại - tiêu chuẩn thiết kế do Bộ Xây dựng ban hành

4.2. Phương pháp cơ học

4.2.1. Phương pháp phân loại CTR

Phân loại: thu hồi vật liệu có giá trị, tạo điều kiện thuận lợi cho giai đoạn xử lý tiếp theo.

a. Phân loại theo vị trí:

- Nguồn phát sinh (hộ gia đình)
- Trạm trung chuyển
- Trạm xử lý

b. Phân loại theo kích thước:

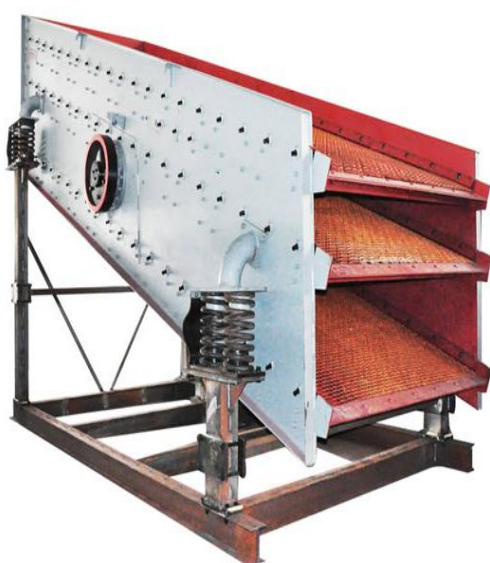
Là 1 quá trình phân loại 1 hỗn hợp CTR thành 2 hay nhiều loại vật liệu có cùng kích thước. Sử dụng trước hoặc sau khi nghiền, kết hợp với quá trình xử lý tiếp theo như sản xuất phân compost để làm tăng tính đồng nhất của sản phẩm.

Các thiết bị thường sử dụng để phân loại theo kích thước:

Sàng rung: Tách những thành phần CTR có kích thước khác nhau khi đi qua các mặt sàng có các lỗ tương ứng. Tùy thuộc vào kích thước mắt sàng được chọn, chỉ có thành phần nhỏ hơn mắt sàng đi qua và những thành phần lớn hơn được giữ lại. Mặt sàng liên tục rung hoặc chuyển động tịnh tiến để xáo trộn toàn bộ khối chất thải đảm bảo để chúng được tiếp xúc tốt với mặt sàng. Sử dụng đối với CTR tương đối khô hoặc có độ ẩm thấp như kim loại, thủy tinh, gỗ vụn, mảnh vỡ bê tông xà bần của ngành xây dựng...

Sàng trống quay: Tách các loại giấy, bảo vệ máy nghiền khỏi hư hỏng do CTR có kích thước lớn

Sàng đĩa tròn: 1 dạng cải tiến của sàng rung, có thể tự làm sạch và tự điều chỉnh công suất.



Hình 4.1. Thiết bị sàng rung dùng phân loại CTR theo kích thước

c. Phân loại theo khối lượng riêng:

Kỹ thuật khí động lực học: Thổi dòng không khí đi từ dưới lên trên qua lớp vật liệu hỗn hợp, khi đó các vật liệu nhựa sẽ được cuốn theo dòng khí, tách ra khỏi các vật liệu nặng hơn.

KLR nhẹ (giấy, nhựa, CHC)

KLR nặng (kim loại, gỗ, CVC)

d. Phân loại theo điện trường và từ trường:

Dựa vào tính chất nhiễm điện từ và từ trường khác nhau của các thành phần CTR

Phân loại bằng từ trường sử dụng phổ biến để tách các kim loại màu ra khỏi kim loại đen

Phân loại bằng tĩnh điện được áp dụng để tách nhựa và giấy dựa trên cơ sở sự khác nhau của hai loại vật liệu này.

Phân loại bằng dòng điện xoáy: các dòng điện xoáy được tạo ra trong các kim loại không chứa sắt như nhôm và tạo thành nam châm.

4.2.2. Giảm kích thước

CTR sau khi thu gom thường được giảm kích thước bằng các biện pháp như cắt, xén, xay, xé, nghiền. Công tác này rất quan trọng đối với các khâu xử lý tiếp theo hoặc tái sử dụng lại CTR cho việc sản xuất phân từ rác thải hoặc thiêu đốt.

Bảng 4.1. Các yếu tố cần xem xét khi lựa chọn thiết bị giảm kích thước CTR

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	Floor space and height, access, and environmental considerations
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.

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Thiết bị thường được sử dụng để làm giảm kích thước CTR được lựa chọn phụ thuộc vào loại, hình dạng, đặc tính của CTR và tiêu chuẩn yêu cầu.

Búa đập: sử dụng hiệu quả đối với vật liệu có đặc tính giòn dễ gãy vỡ. Kích thước của sản phẩm thu được không đồng nhất.

Kéo cắt bằng thủy lực: dùng để giảm kích thước các vật liệu mềm

Máy nghiền: có ưu điểm là di chuyển dễ dàng, sử dụng cho nhiều loại CTR khác nhau như rác vườn (nhánh cây, gốc cây), hay rác xây dựng. Sử dụng thiết bị máy nghiền giúp kích thước CTR giảm đáng kể.

Nhằm tăng hiệu quả, trong thực tế người ta thường sử dụng kết hợp lưới chắn với búa đập để loại thủy tinh, cát, đá,... ra khỏi hỗn hợp rác thải. Đồng thời, việc dùng kéo cắt giúp CTR có tính đồng nhất hơn.



Hình 4.2. Thiết bị làm giảm kích thước CTR.

Phương pháp nén CTR được sử dụng với mục đích gia tăng KLR của CTR nhằm tăng tính hiệu quả của công tác lưu trữ và vận chuyển.

Các kỹ thuật nén và tái sinh chất thải thường được sử dụng phổ biến:

- Đóng kiện
- Đóng gói
- Đóng khối
- Ép thành dạng viên

4.3. Phương pháp xử lý bằng nhiệt

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. Mục đích của quá trình là giảm thể tích CTR và thu hồi năng lượng nhiệt. Đây là một trong những thành phần quan trọng trong hệ thống quản lý tổng hợp CTR. Phương pháp xử lý này mang lại hiệu quả cao và được sử dụng khá phổ biến hiện nay.

Ưu điểm của phương pháp giúp giảm thể tích CTR từ 80-90% khối lượng, do đó CTR được xử lý hầu như triệt để. Đồng thời giúp thu hồi năng lượng. Phương pháp này có thể được sử dụng tại chỗ, tránh rủi ro và giảm chi phí vận chuyển.

Tuy nhiên vẫn tồn tại những hạn chế nhất định như: chi phí cho việc đầu tư lò đốt, quá trình vận hành và xử lý khí thải cao. Việc thiết kế và vận hành lò đốt phức tạp, do đó đòi hỏi người vận hành phải có trình độ chuyên môn cao. Bên cạnh đó, khi sử dụng phương pháp này có thể gây ô nhiễm môi trường nếu các biện pháp kiểm soát quá trình đốt và xử lý khí thải không được đảm bảo.

Có nhiều biện pháp xử lý khác nhau được áp dụng trong hoạt động xử lý CTR. Tùy theo đặc tính và thành phần của từng loại mà áp dụng phương pháp xử lý phù hợp nhất để tăng giá trị kinh tế cho chất thải, giảm lượng chất thải đem đốt. Sơ đồ ở hình 4.8 mô tả các hướng lựa chọn phương pháp xử lý chất thải theo đặc tính và thành phần.

Phương pháp xử lý CTR bằng nhiệt có thể phân thành ba dạng sau: quá trình đốt, quá trình khí hóa và nhiệt phân.

4.3.1. Phương pháp đốt

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 như: 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 lượng nhiên liệu đốt.

4.3.1.1. Các yếu tố tác động đến quá trình đốt chất thải

Là quá trình oxy hóa khử CTR bằng oxy không khí ở nhiệt độ cao. Lượng oxy sử dụng về mặt lý thuyết được xác định theo phương trình đốt cháy:



SP cuối cùng của quá trình đốt: bụi, NO_x, CO, CO₂, SO_x, THC, HCl, HF, Dioxin/Furan, hơi nước và tro.

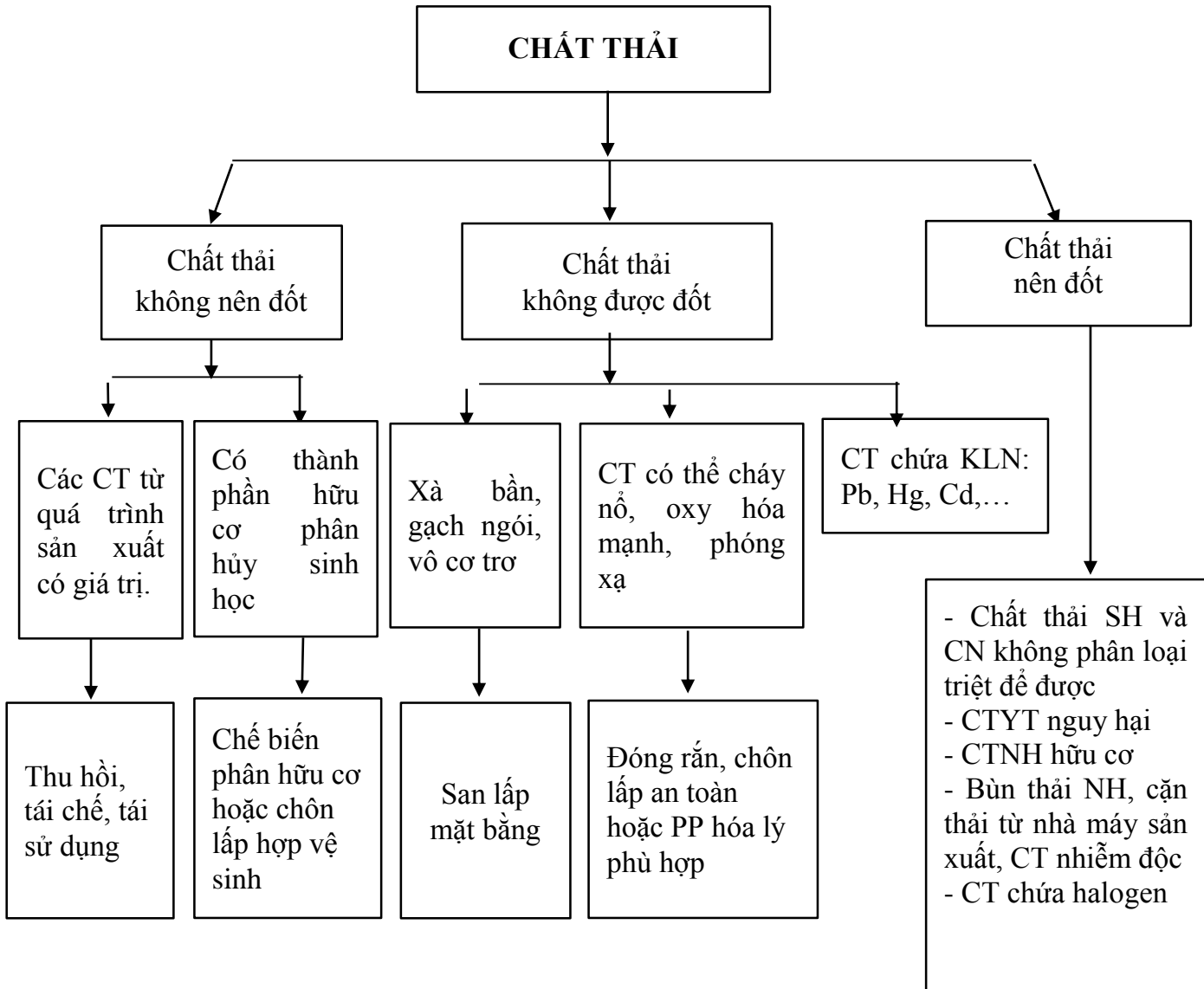
Các nguyên tắc cơ bản của qt cháy: Để đạt hiệu quả cao, quá trình cháy phải tuân thủ theo nguyên tắc “3T”: Nhiệt độ (Temperature), độ xáo trộn (Turbulence) và thời gian (Time).

Nhiệt độ (Temperature): Nhiệt độ phải đủ cao bảo đảm để phản ứng xảy ra nhanh và hoàn toàn, không tạo dioxin (nhiệt độ đốt đối với chất thải nguy hại >1100⁰C, CTR sinh hoạt >900⁰C, đạt hiệu quả xử lý tối đa. Nếu nhiệt độ không đủ cao phản ứng sẽ không xảy ra hoàn toàn và sản phẩm khí thải có khói đen. Với quá trình nhiệt phân, 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): Nhằm 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 và béc phun để tăng khả năng xáo trộn.

$F = \text{Lượng không khí lý thuyết} / \text{Lượng không khí tổng cộng} * 100\%$

F – yếu tố xáo trộn. F càng lớn, hiệu quả xử lý càng cao.



(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Hình 4.3. Phân loại chất thải rắn xử lý bằng phương pháp nhiệt

4.3.1.2. Những quy định về tiêu chuẩn chất lượng

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 thiết. 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. Tiêu chuẩn khí thải của lò đốt ở Việt Nam và một số nước trên thế giới được ghi trong bảng 4.2.

Bảng 4.2. Tiêu chuẩn khí thải cho lò đốt chất thải của Việt Nam và một số quốc gia

Chất ô nhiễm	Đơn vị	Mỹ	Tây Đức	Thụy Sĩ	Thụy Điển	Nhật	TCVN 6560-1999
Bụi	mg/m ³	25	75	50	50	35	100
HF	mg/m ³	2	-	5	5	-	2
HCl	mg/m ³	45	30÷100	30	200	80	100
CO	mg/m ³	470	100	-	-	-	100
N ₂ O _x	mg/m ³	270÷380	300	500	-	-	350
SO _x	mg/m ³	75÷200	300	500	-	-	300
Cd	mg/m ³	-	0,2	0,2	0,2	-	1
Hg	mg/m ³	-	-	-	0,2	0,1	0,5
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	mg/m ³	-	1	-	-	-	-
Tổng KLN (As, Sb, Co, Cr, Ni, Pb, Cu, V, Mn)	mg/m ³	-	-	-	-	-	2
Tổng Dioxyn/Furan	mg/m ³	-	-	-	-	-	1
Khí khô		11%CO ₂	11%CO ₂	10%CO ₂	-	-	12%CO ₂

4.3.1.3. Các loại lò đốt chất thải

Lò đốt hở thủ công (Open-Pit Incinerator)

Loại lò đốt được thiết kế để đốt các chất thải có tính chất dễ nổ. Phương pháp này có hạn chế là đốt không triệt để, khói thải chứa nhiều thành phần nguy hại như: CO, SO_x, HCl, C_xH_y, bụi. Đối với chất thải có nhiệt trị tới 2.780 kcal/kg cần phải được xem xét các thông số đặc trưng sau để thiết kế:

Giải phóng nhiệt tới 6.197×10^3 kcal/h trên một mét chiều dài lò

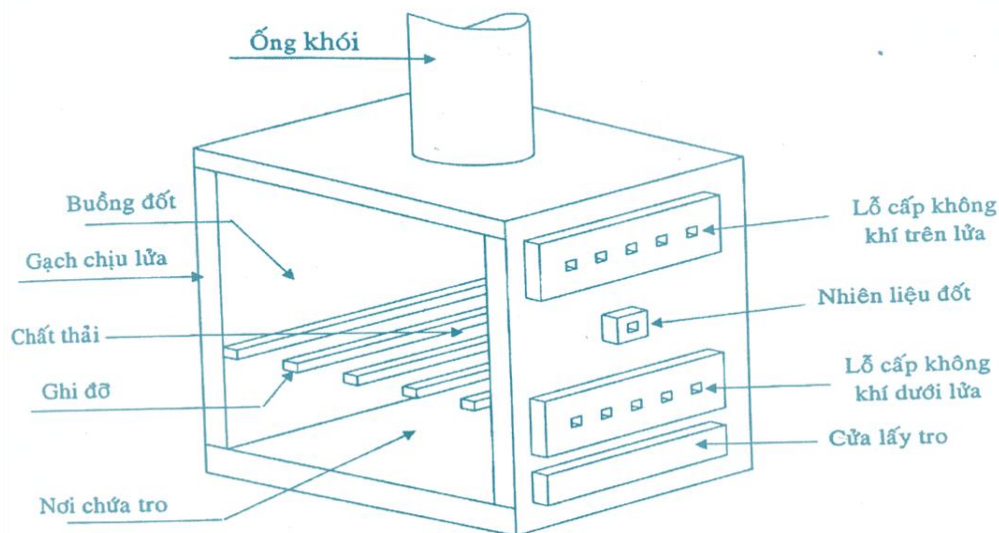
Cung cấp 100 - 300 % không khí dư

Không khí cấp phía trên ngọn lửa tới 80 m³/ph trên một mét chiều dài lò, cột áp 280 mm H₂O

Cấu tạo lò đốt:

Phần trên của lò hở có gắn miệng thổi không khí đường kính 50-70 mm để thổi khí vào với một góc nghiêng 25-35⁰ so với mặt nằm ngang và có tốc độ cao tạo nên sự xáo trộn mãnh liệt trong buồng lò. Nhiệt độ trong lò đạt tới 2000⁰F (1.100⁰C). Khác với các loại lò đốt khác, lò đốt dạng này kiểm soát sự cháy bằng cách kiểm soát không khí trên ngọn lửa.

Lò đốt có thể xây trên mặt đất hoặc chìm dưới lòng đất bằng gạch chịu lửa hoặc chỉ đơn giản là những cái hầm bằng đất. Kích thước chuẩn của buồng lò là: rộng 2,4 m; sâu 3 m; dài 2,4-4,8 m. Cơ cấu nạp nhiên liệu từ phía trên ở góc đối diện với các miệng thổi không khí. Một vài lò được lắp lưới để chặn bụi có kích thước lớn.



Hình 4.4. Lò đốt một buồng

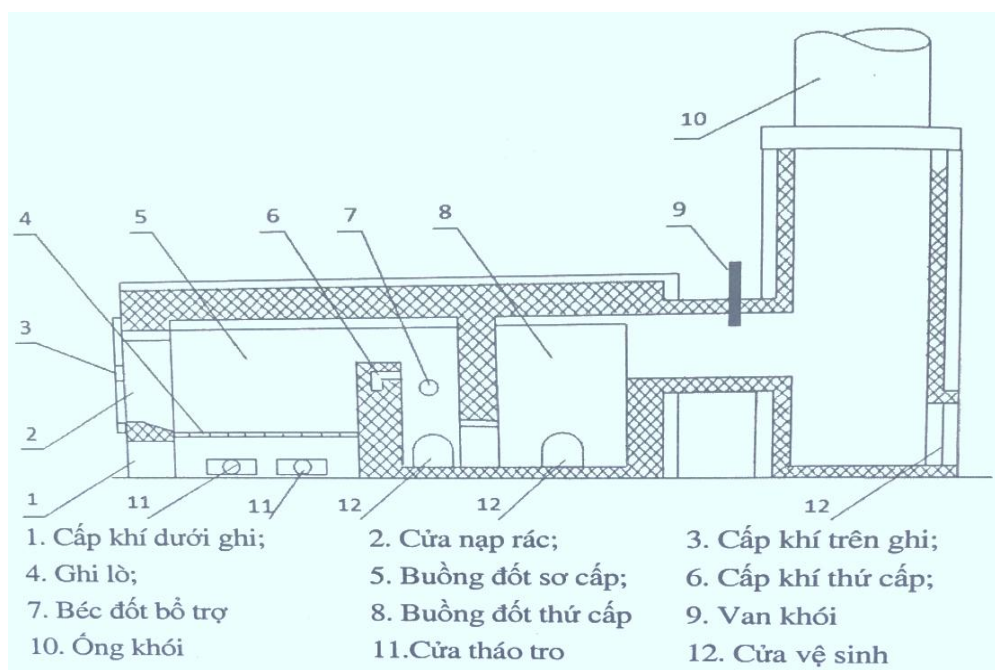
(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Lò đốt nhiều buồng (Multiple-Chamber Incinerators)

Lò đốt nhiều buồng đốt (2-3 buồng) là kiểu lò được cải tiến từ lò đốt một buồng. Trong đó buồng lò thứ nhất là nguyên bản của lò đốt hở một cấp (buồng sơ cấp), các buồng còn lại dùng để đốt các sản phẩm cháy hình thành từ buồng đốt thứ nhất được

lắp đặt thêm béc đốt, cấp nhiên liệu để đốt hỗ trợ được gọi là buồng đốt thứ cấp (Hình 3.9). Nhờ đốt từ 2-3 cấp nên khả năng phân hủy cao hơn lò đốt đơn. Khí thải nhờ vậy cũng được cải thiện chất lượng đáng kể.

Tuy nhiên, quá trình đốt không có sự kiểm soát không khí từ buồng đốt thứ nhất (thường là quá trình đốt dư khí) nên không kiểm soát được quá trình cháy. Vì vậy, nồng độ các chất ô nhiễm biến thiên rất lớn trong một mẻ đốt và thường rất cao khi mới nạp rác vào lò. Kiểu lò này ngày nay thường chỉ áp dụng để đốt các chất thải không nguy hại có nguồn gốc từ nông nghiệp như cành cây lá cây.

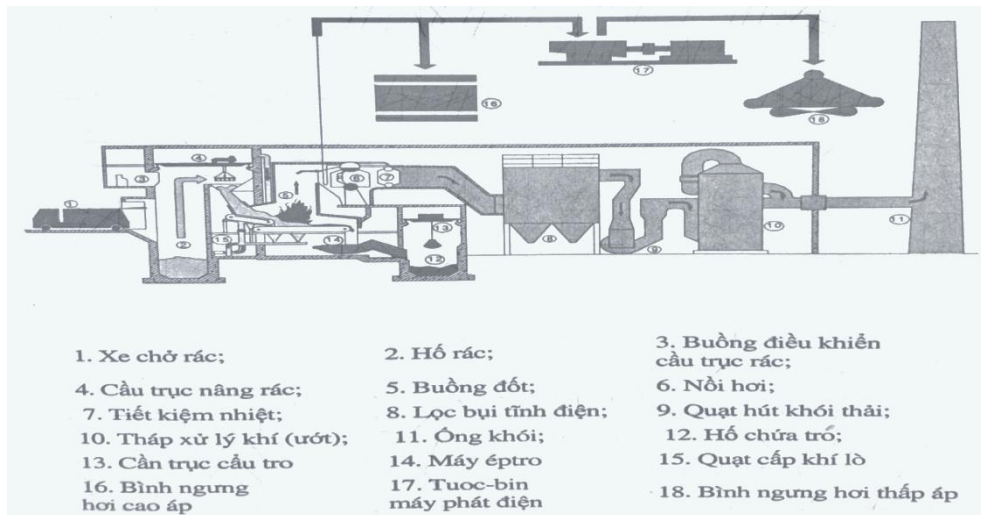


Hình 4.5. Lò đốt nhiều buồng đốt

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Hệ thống lò đốt chất thải tập trung (Central – Station Disposal)

Hệ thống lò đốt chất thải tập trung thường là các lò đốt hai cấp công suất lớn (1÷10 tấn/h và có thể lắp đặt nhiều mô-đun song song với nhau để đảm bảo công suất đốt lên đến 35 tấn/h), vận hành liên tục. Đây là loại lò có kết cấu ghi di động với kiểu ghi xích và ghi vi ống lăn hoặc ghi lật để vận chuyển liên tục chất thải từ cửa nạp liệu đến cửa tháo tro. Chức năng của ghi di động là vận chuyển và xáo trộn rác trong buồng lò và vận chuyển tro ra ngoài. Những hệ thống lò này hoạt động liên tục, mỗi năm người ta chỉ ngừng lò khoảng 20÷30 ngày để bảo dưỡng. Hệ thống đốt này có công suất lớn thường dùng để đốt rác thải sinh hoạt đô thị và vận hành liên tục, vì vậy nhiệt sinh ra có thể được tận dụng để sản xuất điện hoặc cung cấp hơi nước cho các mục đích khác nhau để bù đắp một phần kinh phí xử lý chất thải.



Hình 4.6. Hệ thống đốt chất thải tập trung

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Lò đốt tầng sôi (Fluid-Bed Incinerators)

Lò đốt tầng sôi chủ yếu dùng để đốt bùn thải, ngoài ra còn sử dụng để đốt chất thải lỏng và chất thải rắn.

Sơ đồ công nghệ hệ thống lò đốt tầng sôi theo hình. Kết cấu lò đốt chính là 1 tháp hình trụ, bên trong chứa một lớp cát dày 30-50 cm để nhận nhiệt và giữ nhiệt từ béc đốt sau đó truyền cho chất thải. Một lượng không khí với áp lực cao thổi qua lớp cát làm cho lớp cát bị xáo trộn như đang sôi. Nhờ sự xáo trộn của cát, bùn thải bơm vào bị tơi ra và đốt cháy dễ dàng. Đối với chất thải lỏng, khi được bơm vào buồng lò dính vào các hạt cát nóng, bị hóa hơi và đốt cháy. Phần chưa cháy hết được đốt hoàn toàn ở buồng đốt thứ cấp có bổ sung nhiên liệu phụ trợ thông qua béc đốt thứ cấp.

Khí thải sau đó được tiếp tục xử lý trong hệ thống xử lý khí trước khi thải ra môi trường theo ống khói.

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 thải dư yêu cầu nhỏ
- Hiệu quả đốt cao do bề mặt tiếp xúc lớn
- Lượng nhập liệu không cần cố định

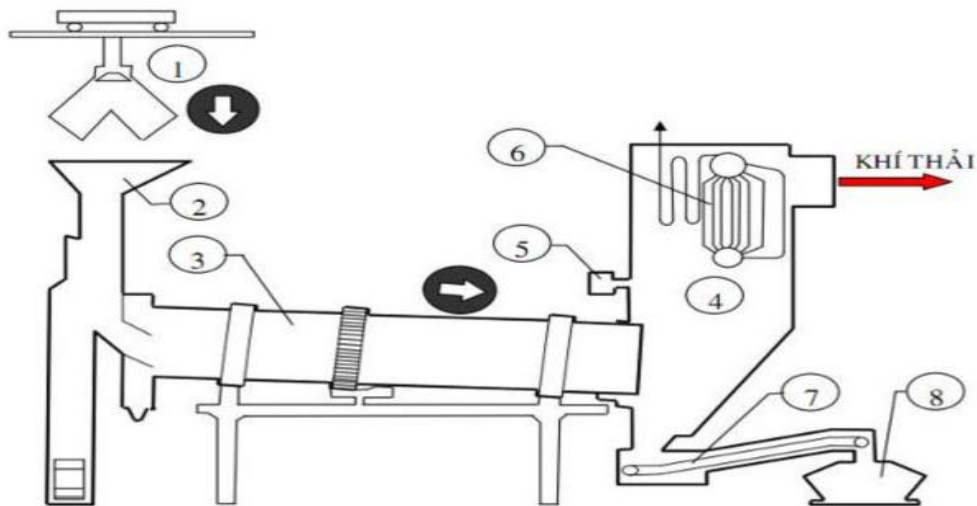
Hạn chế:

- 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 850°C có khả năng phá vỡ lớp đệm
- Chưa được sử dụng nhiều trong xử lý chất thải nguy hại.

Lò đốt thùng quay (Rotary kiln Incinerators)

Lò đốt thùng quay có buồng sơ cấp là một tang quay với tốc độ điều chỉnh được, có nhiệm vụ đảo trộn chất thải rắn trong quá trình cháy. Lò đốt được đặt dốc từ 2% đến 4% để vận chuyển liên tục vật liệu từ phía nạp liệu về phía tháo tro. Các quá trình sấy, hóa hơi (nhiệt phân), đốt cháy cacbon và tháo tro diễn ra trong tang quay này theo trình tự từ khi nạp rác vào buồng đốt đến khi thành tro. Nhờ quá trình nạp liệu liên tục và sự xáo trộn vật liệu khi di chuyển trong lò quay nên năng suất khí hóa của kiểu lò này cao hơn các loại lò khác. Sản phẩm khí từ buồng sơ cấp có bổ sung nhiệt lượng để đốt cháy hoàn toàn các chất hữu cơ trong khí thải. Tro rơi xuống khay chứa tro rồi được đưa ra ngoài định kỳ hoặc liên tục nhờ xích tải tháo tro. Trong hệ thống lò đốt thùng quay, buồng đốt thứ cấp là một lò đốt tĩnh và yêu cầu thỏa mãn ba điều kiện: nhiệt độ đốt (trên 1000⁰C), thời gian lưu (1-2 giây) và dư oxy.

Lò đốt thùng quay phù hợp với nhiều quy mô: lớn, vừa và nhỏ. Ở các lò quy mô lớn người ta thường tận dụng nhiệt sau lò thứ cấp để sản xuất hơi nước phục vụ các nhu cầu sinh hoạt, công nghiệp hoặc sản xuất điện năng.



- | | | |
|-------------------------|----------------------|-------------------|
| 1. Cản trực nâng rác | 4. Buồng đốt thứ cấp | 7. Băng tải tro |
| 2. Phễu nhận rác | 5. Béc đốt thứ cấp | 8. Thùng chứa tro |
| 3. Buồng đốt thùng quay | 6. Nồi hơi | |

Hình 4.7. Lò đốt thùng quay

(Nguồn: Lê Đức Trung, 2014)

Ưu điểm:

- Đốt được nhiều loại chất thải: CTR thông thường, bùn thải và cả chất thải dạng bột mịn rất khó đốt trong lò đốt tĩnh
- Có thể đốt riêng chất rắn, chất lỏng hoặc đốt hỗn hợp
- Không bị nghẹt ghi lò (vỉ 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 xử lý sơ bộ gia nhiệt chất thải
- Có thể vận hành ở nhiệt độ trên 1.400⁰C

Nhược điểm:

- Lôi cuốn các hạt phân tử vào trong dòng khí gas, thành phần tro trong khí thải cao
- Dạng lò khó gia công
- Chi phí đầu tư cao
- Vận hành phức tạp
- Yêu cầu lượng khí dư lớn do thất thoát qua các khớp nối
- Tồn 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.

4.3.2. Quá trình nhiệt phân

4.3.2.1. Khái niệm

Nhiệt phân là quá trình phân hủy chất thải ở nhiệt độ cao (thường dưới 650⁰C) trong điều kiện thiếu oxy. Bản chất của quá trình này là cracking nhiệt không xúc tác để chuyển chất thải từ các hợp chất phức tạp (có phân tử lượng cao) thành các hợp chất đơn giản hơn (có phân tử lượng thấp). Sản phẩm thu được cũng như tốc độ nhiệt phân phụ thuộc vào điều kiện nhiệt phân, thành phần và tính chất của chất thải.

- Trong quá trình nhiệt phân, phản ứng quan trọng nhất là bẻ gãy mạch liên kết
- C-C, không xúc tác chúng tạo thành những gốc tự do có đặc tính chuỗi.
- Nhiệt phân càng tăng thì sự cắt mạch càng sâu, yếu tố nhiệt độ quyết định đến sản phẩm của quá trình nhiệt phân. Ở nhiệt độ cao các sản phẩm ở dạng lỏng một phần bị hóa hơi, mặt khác lại tiếp tục bị nhiệt phân cắt mạch tạo thành các sản phẩm đơn giản hơn.
- Cặn cacbon hay các sản phẩm cốc hóa thu được là do sự phân hóa hydrocarbon đến cacbon tự do.
- Quá trình nhiệt phân là quá trình thu nhiệt.

4.3.2.2. Nguyên lý đốt nhiệt phân

Khi quá trình nhiệt phân xảy ra, vật liệu bị đốt nóng sẽ co lại do các vật chất bay hơi từ bên trong ra bên ngoài và do sự co giãn vật liệu không đồng nhất nên đôi khi xuất hiện đứt gãy trên bề mặt hoặc bên trong vật liệu.

Quá trình nhiệt phân xảy ra đối với CTR:



Khí gas gồm: CH₄, C_xH_y, H₂, CO₂, NO_x, SO_x, hơi nước...

Cặn rắn: Cacbon cố định và tro (oxit kim loại, muối vô cơ)

CTR có thể nhiệt phân: sinh khối thực vật, cao su, giấy, nhựa, carton, gỗ, bùn thải nguy hại

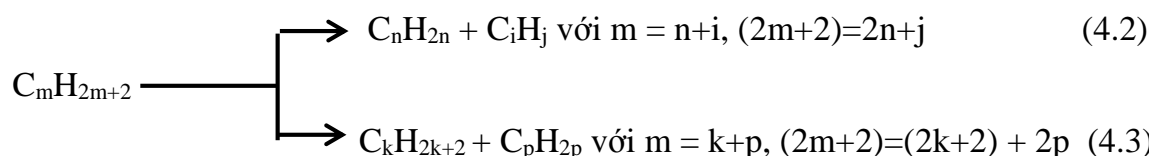
Nhiệt phân nhanh ở nhiệt độ cao đóng vai trò quan trọng như là bước đầu tiên của quá trình đốt và khí hóa. Là quá trình phân hủy nhiệt sinh khối với sự có mặt của chất oxy hóa, nhờ hấp thụ nhiệt (nhiệt này được lấy từ quá trình đốt cháy các nhiên liệu khác). Nhiệt độ tiến hành vào khoảng: 400-800 °C và sinh ra 3 dạng thành phẩm:

Dạng khí (15-30%): CO, H₂, CO₂, CH₄, hydrocacbon C₂-C₅.

Dạng lỏng (50-60%): H₂O, hydrocacbon nặng

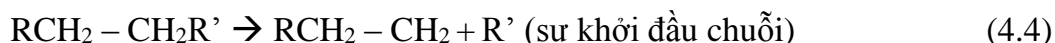
Dạng rắn (20-30%): bitum cùng một số hợp chất khác

Những phản ứng hóa học xảy ra khi cracking nhiệt và nhiệt phân (Lê Đức Trung, 2014)



Các phản ứng trên xảy đều không có mặt xúc tác, chúng tạo thành những gốc tự do và có đặc tính chuỗi.

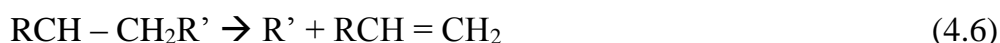
Ban đầu phân tử hydrocacbon bị phân cắt tạo thành hai gốc tự do:



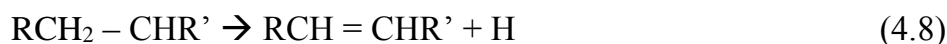
Các gốc tự do có thể gắn kết phân tử hydrocacbon khác tạo thành hydrocacbon thấp và gốc tự do mới.



Sau đó gốc tự do mới này bị tách hydro tạo thành anken và gốc nhỏ hơn



Nhiệt độ càng tăng thì sự cắt mạch càng sâu nhưng kèm theo phản ứng dehydro hóa và xyclo hóa



Trong quá trình nhiệt phân ở nhiệt độ cao, ngoài sản phẩm lỏng và khí thu gom được còn có chất rắn – than (bồ hóng) hoặc sản phẩm cốc hóa. Sự tạo thành muội than được giải thích bằng sự phân hóa hydrocacbon đến C tự do.

4.3.3. Quá trình khí hóa

4.3.3.1. Khái niệm

Khí hóa là quá trình chuyển hóa các chất như biomass, chất thải hữu cơ (PDF) thành khí gas tổng hợp (synthetic natural gas – SNG) ở nhiệt độ và áp suất cao. Người ta có thể chia thành loại khí hóa nhiệt độ cao và khí hóa nhiệt độ thấp.

Khí hóa nhiệt độ cao (high-temperature gasification) tiến hành ở nhiệt độ cao $> 1200^{\circ}\text{C}$, quá trình này tạo ra khí tổng hợp chứa phần lớn CO và H_2 (hơn 85% thể tích), một phần nhỏ CO_2 , CH_4 và một số chất khác.

Khí hóa nhiệt độ thấp (low-temperature gasification) tiến hành ở nhiệt độ $< 1000^{\circ}\text{C}$, quá trình này tạo khí tổng hợp ngoài CO và H_2 còn lượng lớn hydrocacbon (chủ yếu là methane và một số hydrocacbon dễ bay hơi khác). Ở điều kiện này có một phần phản ứng chuyển CO và H_2 thành CH_4 .

Tác nhân khí hóa là không khí hoặc oxy nguyên chất có thể có sự tham gia của hơi nước.

Khí hóa là một kỹ thuật tối ưu cho việc giảm thể tích chất rắn và thu hồi năng lượng. Sản phẩm khí cháy thu được từ quá trình khí hóa được dùng cho động cơ đốt trong, turbine khí hoặc nồi hơi, sấy nóng,...

4.3.3.2. Nguyên lý quá trình khí hóa

Quá trình khí hóa trải qua 4 giai đoạn tương ứng với 4 vùng trong thiết bị khí hóa

a) Sấy khô (Drying)

Làm bay hơi ẩm chứa trong nguyên liệu. Nguyên liệu nạp vào lò được sấy khô tại vùng này. Nhiệt cung cấp cho quá trình nhiệt phân và sấy khô chủ yếu do dòng khí tạo thành chuyển động ngược dòng và một phần là do bức xạ nhiệt từ vùng cháy.

b) Nhiệt phân (Pyrolysis)

Làm cắt mạch liên kết C-C của nguyên liệu tạo khí nhiệt phân (pyrolysis gas) và cặn cacbon. Tại vùng nhiệt phân (vùng bán cốc), nguyên liệu bị phân hủy tạo thành hỗn hợp khí bay hơi và cặn rắn. Sản phẩm của quá trình nhiệt phân ở vùng bán cốc không thoát ra ngoài mà tiếp tục đi qua vùng cháy.

Quá trình nhiệt phân thật sự xảy ra tại khoảng nhiệt độ $280 - 700^{\circ}\text{C}$, khi đó sẽ tạo thành một lượng lớn hắc ín, một số methyl alcohol được hình thành và khí gas chưa CO_2 .

c) Oxy hóa (Oxidation)

Dùng oxy để oxy hóa hydrocacbon thành CO_2 và H_2O . Các phản ứng hóa học của quá trình khí hóa chủ yếu diễn ra trong giai đoạn này. Nguyên liệu rắn có khả năng cháy được cấu thành từ những nguyên tố C, H, O; do đó khi phản ứng cháy hoàn toàn xảy ra với lượng oxy dư sẽ tạo thành CO_2 và H_2O .

d) Khử (Reduction)

Đây là giai đoạn khử phần cặn cacbon còn lại để tạo thành khí gas CO và H_2 .

Sau vùng cháy, lượng cặn cacbon còn lại và sản phẩm cháy như CO_2 và hơi nước được chuyển về vùng khử, tại đây xảy ra các phản ứng và kết quả hình thành CO và H_2 .

4.3.3.3. Ưu nhược điểm của quá trình khí hóa

a) Ưu điểm:

Năng lượng thu được từ việc sản xuất gas có thể được lưu trữ phục vụ cho các mục đích sử dụng sau đó.

Có khả năng tạo năng lượng trung tính CO₂ thay vì đốt nhiên liệu hóa thạch.

Khả năng lưu trữ KLN trong tro của quá trình khí hóa tốt hơn so với những quy trình đốt khác

Quá trình khí hóa tạo sản phẩm khí có nhiệt trị thấp khoảng 5MJ/Nm³ (cấp khí) hoặc 10MJ/Nm³ (cấp oxy). Sản phẩm khí này có thể được đốt trong buồng đốt kín với thời gian lưu ngắn nên sự phát thải ô nhiễm thấp.

Hệ thống làm sạch khí có thể loại bỏ bụi, PAH, HCl, HF, SO₂,... từ việc sản xuất khí nên phát thải ô nhiễm thấp.

b) Nhược điểm:

Hiệu suất thu hồi năng lượng thấp

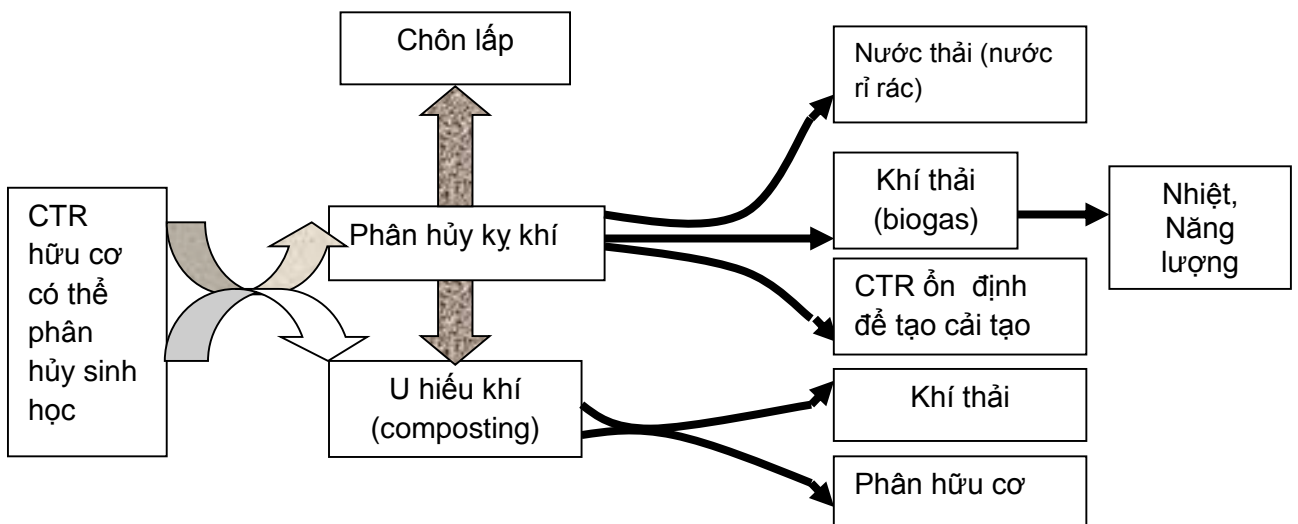
Chất thải cần được nghiền cắt và phân loại trước khi đưa vào thiết bị khí hóa nhằm tránh hiện tượng nghẹt trong hệ thống nạp liệu và khí vận chuyển.

Sản phẩm khí đầu ra mang theo lượng khí hơi nhựa đường, phân khí hơi nhựa đường có chứa những chất độc và có khả năng gây ung thư. Hơn nữa, những hợp chất này có thể làm nhiễm bẩn nước rửa tuần hoàn trong quá trình làm nguội, do đó cần xử lý nước thải này như hợp chất hóa học.

Chi phí đầu tư hoạt động cao, hệ thống khá phức tạp đòi hỏi công nhân có tay nghề vận hành cao.

4.4. Phương pháp sinh học

Các công nghệ sản xuất phân hữu cơ (compost) từ CTR rác đô thị gồm phân hủy công nghệ kỵ khí và ủ công nghệ hiếu khí (composting). Bản chất chung của 2 quá trình trên của công nghệ sản xuất phân hữu cơ là sử dụng các vi sinh vật để ổn định các thành phần hữu cơ có trong CTR đô thị rác trước khi đem sử dụng hoặc xử lý tiếp.



Hình 4.8. Các dòng vật chất chính trong quá trình xử lý sinh học các hợp chất hữu cơ có thể phân hủy sinh học trong CTR đô thị

a) Định nghĩa:

Quá trình chế biến phân hữu cơ: là quá trình chuyển hoá các thành phần hữu cơ trong chất thải rắn 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 chế biến phân hữu cơ, không chứa các mầm bệnh, không lôi kéo côn trùng, có thể được lưu trữ an toàn và có lợi cho sự phát triển của cây trồng

b) Các giai đoạn cơ bản trong sản xuất phân hữu cơ:

Sản xuất phân hữu cơ từ chất thải rắn đô thị là quá trình kết hợp của 3 giai đoạn cơ bản sau:

- Tiền xử lý chất thải rắn đô thị
- Phân huỷ hiếu khí thành phần hữu cơ trong chất thải rắn đô thị
- Chuẩn bị sản phẩm và tiếp thị sản phẩm

4.4.1. Công nghệ sản xuất khí sinh học (Biogas)

Vật liệu thô phổ biến dùng để tạo ra biogas thường được xem như là “vật liệu thừa”, ví dụ như là phân gia súc, bùn trong hệ thống cống rãnh, và các phế phẩm thực vật. Tất cả các vật liệu này có nguồn dinh dưỡng cao thích hợp cho sự tăng trưởng của các vi khuẩn yếm khí. Mặc dù một vài dạng trong số các loại vật liệu này có thể sử dụng trực tiếp như là nguồn nguyên liệu và phân bón, nhưng chúng cũng được sử dụng để sản xuất biogas và nhiệt lượng. Tùy thuộc vào các yếu tố như là thành phần của các vật liệu đầu vào, khối lượng chất hữu cơ áp dụng, thời gian và nhiệt độ của phân huỷ yếm khí mà thành phần sản phẩm biogas 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 cung cấp nhiệt lượng cao nhất 9.000 kcal/m³, thông thường trong sản phẩm biogas cung cấp nhiệt lượng khoảng 4.500 – 6.300 kcal/m³.

4.4.1.1. Mục đích, lợi ích và giới hạn của công nghệ Biogas

a) Tạo ra nguồn năng lượng

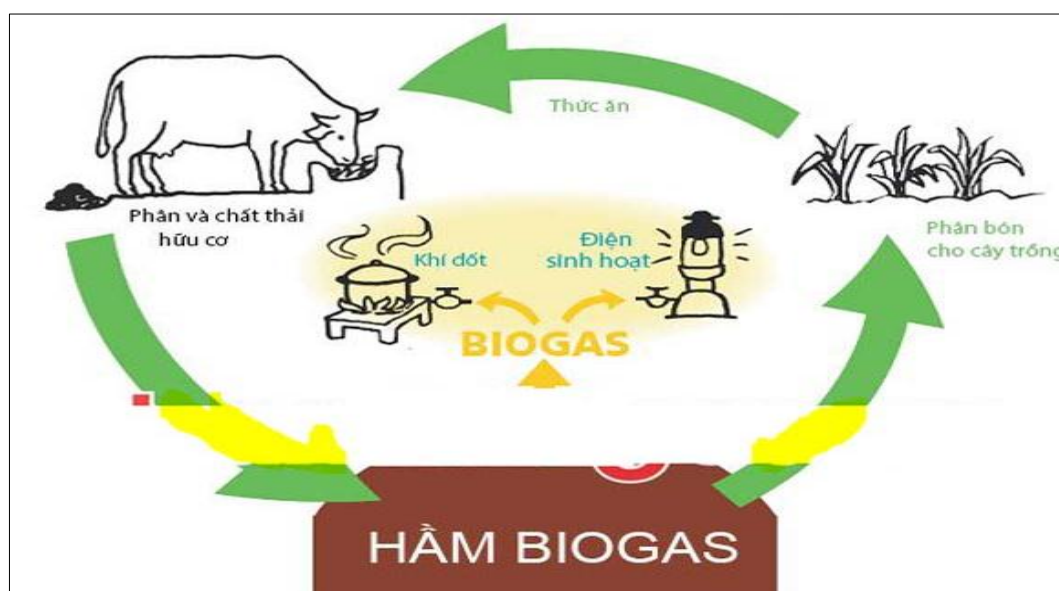
Quá trình tạo ra nguồn năng lượng khí biogas sinh học từ hoạt động phân huỷ yếm khí của các chất thải hữu cơ là lợi ích cao nhất của công nghệ khí biogas. Thực tiễn sản xuất biogas trong khu vực nông thôn có một số thuận lợi như bù đắp nhiên liệu, than, dầu, gỗ và các vấn đề liên quan đến việc quản lý và hệ thống mạng lưới phân phối năng lượng. Lượng chất thải hữu cơ cần thiết cho quá trình sản xuất biogas thì dồi dào. Giảm nhu cầu sử dụng gỗ trong rừng và những nỗ lực trồng cây rừng trong tương lai.

b) Ổn định chất thải

Các phản ứng sinh học xuất hiện trong quá trình phân hủy yếm khí sẽ làm giảm nồng độ của các chất hữu cơ từ 30 - 60% và ổn định bùn có thể dùng để làm phân bón và cải tạo đất

c) Cung cấp chất dinh dưỡng

Các chất dinh dưỡng (N, P, K) hiện diện trong chất thải thường tồn tại dưới dạng phức chất và rất khó hấp phụ bởi cây trồng. Sau khi phân hủy ít nhất 50%, N hiện diện dưới dạng ammonia hòa tan, có thể thực hiện hóa trình nitrate hóa tạo thành NO_3^- . Vì vậy quá trình phân hủy sẽ tăng độ hữu dụng của N trong các chất hữu cơ từ 30 - 60%. Hàm lượng P, K không thay đổi trong quá trình phân hủy. Quá trình phân hủy không phân hủy hay dịch chuyển bất cứ thành phần nào trong các dạng dinh dưỡng của chất thải đô thị và trong các trại và làm cho nó hữu dụng thích hợp cho việc hấp thụ của cây trồng. Bùn lắng từ quá trình phân hủy được xem như là chất làm ổn định và cải tạo đặc tính vật lý đất.



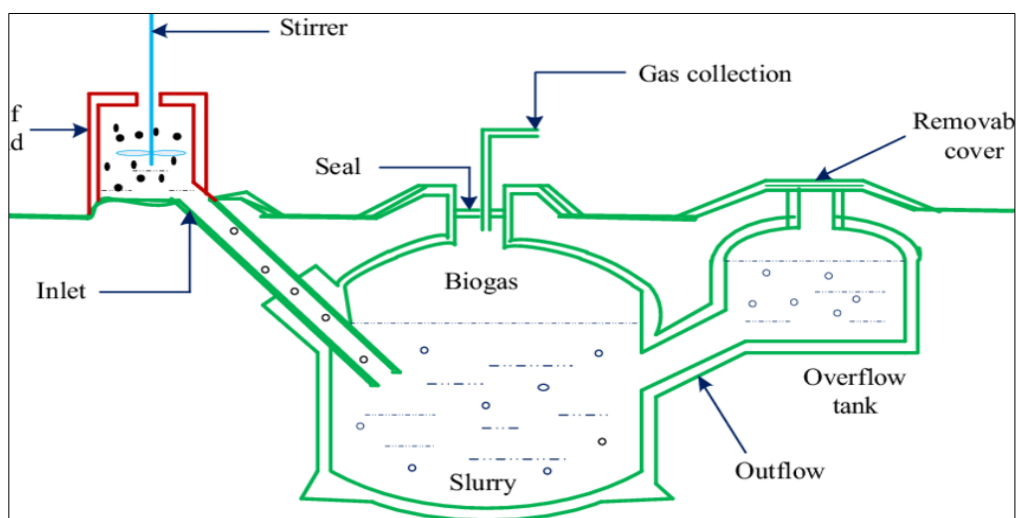
Hình 4.9. Sản xuất biogas quy mô hộ gia đình

d) Ước chế hoạt tính của mầm bệnh

Trong thời gian ủ phân yếm khí chất thải được phân hủy trong thời gian khoảng 15 - 50 ngày, nhiệt độ 35°C . Những điều kiện này thích hợp cho việc ức chế một số mầm bệnh như là vi khuẩn, virus, động vật nguyên sinh, trứng giun sán.

Kỹ thuật biogas có một vài trở ngại. Khi so sánh với các giải pháp lựa chọn khác như là ủ phân compost thì các yếu tố như là ổn định chất thải và ức chế mầm bệnh thì phương pháp ủ phân compost tốt hơn nhiều. Một giới hạn khác bao gồm chi phí cao, sản phẩm biogas biến đổi theo mùa, cũng như các vấn đề như là vận hành và bảo trì.

Bởi vì việc ức chế mầm bệnh trong phân hủy yếm khí không hoàn chỉnh và bùn hình thành từ quá trình phân hủy tồn tại dưới dạng dung dịch, do đó cần lưu ý khi lưu trữ và sử dụng lại bùn từ quá trình phân hủy. Có lẽ đây là lý do làm cho việc sử dụng bùn từ các hầm tự hoại bị hạn chế.



Hình 4.10. Sơ đồ hệ thống bể biogas

(Nguồn: P.K. Halder et al., 2016)

4.4.1.2. Các phản ứng sinh hóa và vi sinh vật tham gia

Quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ là một phản ứng sinh hóa rất phức tạp bao gồm những phản ứng và sự tham gia của các hợp chất hữu cơ khác nhau, mỗi một hợp chất được thủy phân bởi một enzymes cụ thể hoặc là chất xúc tác riêng biệt. Phản ứng đơn giản của quá trình này là:



Một cách tổng thể của quá trình phân hủy yếm khí xuất hiện gồm các giai đoạn sau đây:

- Bể gãy liên kết polymer hay sự hóa lỏng
- Hình thành acid.
- Hình thành methane (CH₄)

Giai đoạn 1: Sự hóa lỏng hay bể gãy các liên kết polimer (hydrolytic bacteria)

Nhiều chất thải hữu cơ trong thành phần có chứa các phức chất polymer hữu cơ như là protein, chất béo, cacbohydrate, cellulose, lignin, một số tồn tại dạng chất rắn không hòa tan. Trong giai đoạn này các polymer hữu cơ bị bể gãy các liên kết do các enzyme đặc biệt hình thành. Do các vi khuẩn thủy phân và hòa tan trong nước, các chất hữu cơ đơn giản hoà tan được hình thành, thích hợp ch các vi khuẩn hình thành acid trong giai đoạn 2 (hình thành acid).

Thông thường rất khó phân biệt giữa giai đoạn 1 và giai đoạn 2, bởi vì một số loại tế bào được hấp thụ và phân hủy ngay trong nội tại tế bào.

Phản ứng thủy phân trong giai đoạn này sẽ biến đổi protein thành amino acid, carbohydrate thành đường đơn giản và chất béo thành acid dạng chuỗi (long chain fatty acid). Quá trình hóa lỏng cellulose và các hợp chất phức chất khác thành monomer đơn giản chỉ xảy ra chậm tại giai đoạn 1 và diễn ra nhanh trong giai đoạn 2

và 3. Tốc độ thủy phân tùy thuộc vào chất dinh dưỡng và nồng độ vi khuẩn, cũng như các yếu tố khác: pH và nhiệt độ.

Giai đoạn 2: Hình thành acid (acetogenic bacteria)

Các monomer hình thành trong quá trình thủy phân do các vi khuẩn trong giai đoạn 1 thực hiện, sau đó được biến đổi thành acetic acid (acetates), H_2 và CO_2 bằng các vi khuẩn hình thành acid (acetogenic bacteria). Các acid béo bay hơi (Volatile Fatty Acid - VFA) được hình thành xem như là sản phẩm cuối cùng của quá trình trao đổi chất của vi khuẩn đối với protit, chất béo, và carbohydrate mà các acid như acetic, propionic, và lactic acid là sản phẩm chính. Khí CO_2 và H_2 cũng thải ra trong quá trình dị hóa carbohydrate, với methanol CH_3OH , và các rượu đơn giản, các sản phẩm trung gian trong việc phá vỡ các carbohydrate (hydrocacbon).

Giai đoạn 3: Hình thành metan (CH_4) (methanogens)

Các sản phẩm hình thành trong giai đoạn 2 cuối cùng biến đổi thành CH_4 và các sản phẩm cuối cùng do nhóm vi khuẩn gọi là methanogen thực hiện. Vi khuẩn methanogenic phát triển trong điều kiện yếm khí, tốc độ tăng trưởng chậm hơn trong giai đoạn 1 và 2.

Vi khuẩn methane sử dụng acetic acid, methanol, hoặc carbon dioxide (CO_2) và khí H_2 để sản xuất methane. Acetic acid đóng vai trò rất quan trọng như là chất dinh dưỡng để hình thành methane, khoảng 70% CH_4 sản xuất từ acetic acid. CH_4 còn lại được sản xuất từ CO_2 và H_2 . Một số chất khác cũng tham gia vào quá trình hình thành CH_4 như là acid formic nhưng đóng vai trò không quan trọng, bởi vì nó không hiện diện thường xuyên trong quá trình lên men yếm khí. Vi khuẩn methane cũng phụ thuộc vào vi khuẩn giai đoạn 1 và 2 để cung cấp chất dinh dưỡng ở dạng thích hợp. Ví dụ, hợp chất N hữu cơ phải được khử thành ammonia và thích hợp cho việc sử dụng một cách hữu dụng của vi khuẩn methane.

Sự hình thành những phản ứng tạo methane trong giai đoạn 3 đóng vai trò rất quan trọng trong việc phân hủy yếm khí. Vi khuẩn methane còn giúp cho việc trung hòa pH trong bùn và biến đổi acid béo bay hơi thành CH_4 và các khí khác.

Quá trình biến đổi H_2 thành CH_4 bằng vi khuẩn methane làm giảm áp suất do H_2 gây ra bề phân hủy, giúp cho hoạt động có lợi của các vi khuẩn hình thành acid acetic. Nếu các chức năng vi khuẩn methane thất bại trong việc hình thành CH_4 thì chỉ có một lượng nhỏ thậm chí không có sự hình thành CH_4 và việc ổn định chất thải sẽ không đạt được kết quả bởi vì các hợp chất hữu cơ sẽ biến đổi thành các acid béo bay hơi sẽ gây ô nhiễm nếu thải vào môi trường nước hoặc môi trường đất. Vi khuẩn methane phát triển trong điều kiện yếm khí, do đó sự phát triển của chúng sẽ bị hạn chế khi trong bể phân hủy có sự hiện diện của oxy, nên cần phải tạo môi trường khử để duy trì sự tăng trưởng của chúng. Vi khuẩn methane rất nhạy cảm với các yếu tố môi trường khác.

Hiện nay quá trình phân hủy yếm khí được chia làm 4 nhóm vi khuẩn tham gia:

Vi khuẩn hình thành acid (thủy phân và lên men)

Acid forming (hydrolytic and fermentative) bacteria

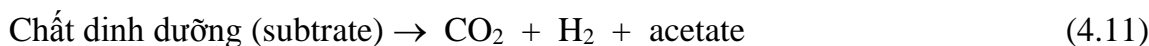
Vi khuẩn hình thành acetic acid (sản xuất acetate và H_2)

Acetogenic (acetate and H_2 - producing) bacteria

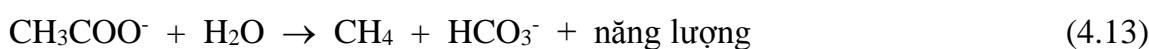
Vi khuẩn hình thành methane (methane - forming) *Acetoclastic bacteria***Vi khuẩn hình thành H₂ và CH₄ hữu dụng**

Hydrogen - utilizing methane bacteria

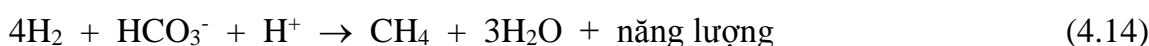
Vi khuẩn hình thành acid tham gia vào quá trình thủy phân và làm bẻ gãy các liên kết phức chất hữu cơ thành các sản phẩm đơn giản như là CO₂, H₂, và các acid béo bay hơi bằng các con đường khác nhau:



Sản phẩm hình thành từ phương trình (4.11) có thể được vi khuẩn hình thành methane (*acetoclastic bacteria*) sử dụng trực tiếp và vi khuẩn hình thành H₂ và CH₄ hữu dụng để tạo thành CH₄.



(acetate)



Thời gian hình thành vi khuẩn giai đoạn 2 dài hơn giai đoạn 1 (2-3 ngày VS 2-3 giờ ở nhiệt độ 35°C) trong điều kiện tối ưu. Vì vậy bể phân hủy yếm khí không nên cho vào tải trọng chất hữu cơ quá cao (organic loading) bởi vì các vi khuẩn hình thành acid sẽ sản xuất acid béo bay hơi phát triển nhanh hơn vi khuẩn hình thành methane, vì sự tăng trưởng của vi khuẩn hình thành methane rất nhạy cảm với áp suất của H₂ trong bể phân hủy yếm khí.

Nếu áp suất H₂ lớn hơn 0.0001 hoặc 0.01% thì phản ứng (4.12) chiếm ưu thế và sự hình thành acetate sẽ bị hạn chế. Khoảng chừng 70% CH₄ hình thành trong phương trình (4.13), tỷ lệ hình thành biogas sẽ bị giảm.

Phương trình (4.14) đóng vai trò rất quan trọng trong bể phân hủy yếm khí bởi vì nó sẽ làm giảm nồng độ H₂ trong hệ thống và duy trì áp suất H₂ ở mức thấp nhất. Hoạt động không hoàn hảo (malfunction) của hệ thống còn phụ thuộc vào những yếu tố khác.

4.4.1.3. Các điều kiện môi trường của quá trình Biogas

Phản ứng trong điều kiện yếm khí trong bể phân hủy có thể xảy ra nhanh chóng nếu các vi khuẩn nuôi cấy hay chất dinh dưỡng được cung cấp một cách hợp lý. Khi phản ứng hay giai đoạn làm quen với môi trường mới, các vi khuẩn hay chất dinh dưỡng phải được nuôi cấy và cung cấp vào chất thải một cách hợp lý về số lượng ít nhất 50%. Thê tích nuôi cấy giảm trong khi thể tích chất thải cho vào tăng dần trong khoảng thời gian từ 3-4 tuần. Sau khoảng thời gian này, thể tích chất thải cho vào độc lập với thể tích vi sinh nuôi cấy, mục đích là giúp cho sự tăng trưởng của vi khuẩn yếm khí. Khi xử lý chất thải gia súc, bùn lắng trong bể tự hoại, hoặc chất thải cây trồng, hàm lượng chất rắn khoảng 5 - 10%, phần còn lại là nước.

Cũng như các quá trình sinh học khác, các quá trình phân hủy kỵ khí đòi hỏi nhiều thông số kiểm soát khác nhau. Các thông số có thể tương tác độc lập hoặc tác động lẫn nhau trong quá trình thực hiện phản ứng.

a) Nhiệt độ

Nhiệt độ thay đổi hàng ngày và theo mùa đóng vai trò rất quan trọng trong việc hình thành sản phẩm biogas. Một cách tổng thể, 2 dãy nhiệt độ quan trọng trong việc hình thành biogas: giai đoạn mesophilic (25 - 40°C) và thermophilic (50 - 65°C). tỷ lệ hình thành methane tăng khi nhiệt độ tăng, nhiệt độ có sự giảm đi chút ít trong sự chuyển tiếp giữa 2 giai đoạn. Nhiệt độ dưới 10°C hình thành khí giảm một cách nhanh chóng.

b) Độ pH và độ kiềm

Giá trị pH trong bể phân hủy yếm khí nên nằm trong khoảng 6.6 - 7.6, pH tối ưu là 7 - 7.2. Mặc dù vi khuẩn hình thành acid có thể hoạt động trong điều kiện pH khoảng 5.5. Vi khuẩn hình thành khí methane bị hạn chế trong điều kiện pH thấp. Giá trị pH có thể giảm dưới 6.6 khi nồng độ của các acid béo bay hơi trong bể phân hủy cao. Quá trình tích lũy có thể xuất hiện khi tỷ lệ chất hữu cơ cho vào với hàm lượng cao vượt quá mức giới hạn cho phép hoặc là các độc tố hiện diện trong bể phân hủy.

c) Nồng độ các chất dinh dưỡng

Hầu hết thông tin cung cấp trong phần này là kết quả của nghiên cứu các loại vi khuẩn có mặt trong dạ cỏ (Rumen) của động vật. Năng lượng cung cấp cho sự tăng trưởng của hầu hết vi khuẩn lên men trong dạ cỏ hình thành thông qua quá trình lên men yếm khí của hydrocarbon. N được cung cấp hình thành cấu trúc tế bào. Để quá trình hình thành biogas diễn ra tốt thì vật liệu đầu vào phải đạt yêu cầu tỉ lệ C/N. Vi khuẩn sử dụng C nhanh hơn N từ 25 - 30 lần. Do đó tỷ lệ C/N = 25 - 30/1 là tối ưu, tương tự như quá trình ủ phân compost. Các yếu tố khác như P, Na, K, Ca cũng đóng vai trò cần thiết.

d) Tải trọng vật liệu đầu vào (loading)

Tải trọng vật liệu đầu vào có thể biểu hiện như (kg COD hay chất rắn bay hơi volatile solid (VS/m³.day) và thời gian lưu nước trong bể (HRT). Vật liệu đầu vào có nồng độ cao làm phát sinh nhiều acid béo bay hơi trong bể phân hủy (điều kiện chua) (sour condition) và hậu quả là pH giảm, ảnh hưởng bất lợi với vi khuẩn hình thành khí methane. Nồng độ vật liệu đầu vào thấp thì lượng biogas sinh ra không sử dụng được cho nhiều mục đích khác nhau và bể phân hủy yếm khí không cần thể tích lớn.

Thời gian lưu nước trong bể cũng đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng đến quá trình phân hủy. Thời gian lưu nước trong bể quá ngắn không thích hợp cho các vi khuẩn yếm khí hoạt động, đặc biệt là vi khuẩn hình thành khí methane. Thời gian lưu nước trong bể quá dài làm tích lũy các chất đã được phân hủy trong bể phân hủy và cấu trúc thể tích trong bể phân hủy càng lớn. Nhìn chung tải trọng vật liệu đầu vào, thời gian lưu nước trong bể tùy thuộc vào đặc tính chất thải đưa vào và điều kiện môi trường trong bể phân hủy.

e) Hiện diện của hợp chất độc tố

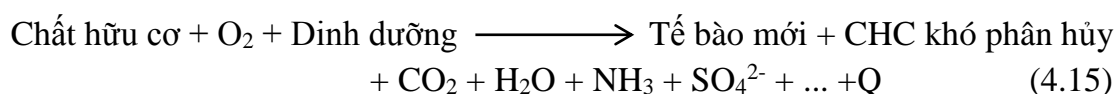
Quá trình phân hủy yếm khí các hợp chất hữu cơ như là phân gia súc, và các chất thải nông nghiệp khác, tích lũy acid béo bay hơi, H₂, và ammonia không phân chia thường dẫn đến những thất bại trong phân hủy. Sự hiện diện của oxy cũng hạn chế các hoạt động vi khuẩn hình thành khí methane.

f) Khuấy trộn

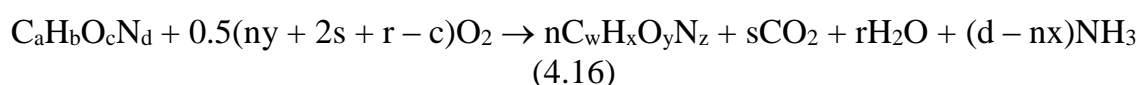
Quá trình khuấy trộn cũng đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp điều kiện tốt hơn cho việc tiếp xúc giữa vi khuẩn yếm khí và các chất thải hữu cơ đi vào, do đó hiệu quả sản xuất biogas gia tăng, giảm khả năng lắng của chất thải rắn hoặc là sự tích lũy các chất thải dưới bề mặt giúp cho việc ngăn cản và làm phá vỡ sự hình thành những bọt váng trên bề mặt phân hủy. Đối với những bể phân hủy có quy mô nhỏ, việc khuấy trộn có thể thực hiện bằng thủ công. Đối với bể có quy mô lớn, thực hiện bằng máy và có cả hệ thống hoàn lưu bùn và bộ phận khuấy trộn.

4.4.2. Công nghệ sản xuất phân hữu cơ (Compost)**4.4.2.1. Động học quá trình phân hủy hiếu khí chất thải rắn 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 $\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c\text{N}_d$, sự tạo thành tế bào mới và sulfat không đáng kể, và thành phần của vật liệu khó phân hủy còn lại được đặc trưng bởi $\text{C}_w\text{H}_x\text{O}_y\text{N}_z$ thì lượng oxy cần thiết cho quá trình ổn định hiếu khí các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học của CTRSH đô thị có thể được ước tính theo phương trình sau:

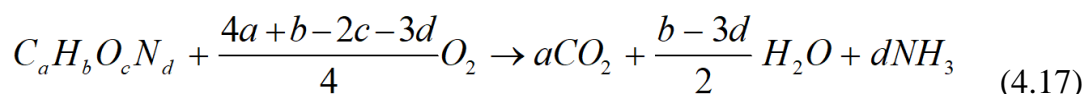


Trong đó

$$r = 0.5[b - nx - 3(d - nx)]$$

$$s = a - nw$$

$\text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c\text{N}_d$ và $\text{C}_w\text{H}_x\text{O}_y\text{N}_z$ 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, ammonia 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 ammonia 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 CH_4 . Hay nói cách khác, trong trường hợp này, tốc độ phân hủy được

xác định dựa vào hàm lượng chất hữu cơ còn lại theo thời gian phân hủy và được biểu diễn như sau:

$$\ln \frac{VS_t}{VS_o} = -k \cdot t \quad (4.21)$$

4.4.2.2. Vi sinh vật và các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy chất hữu cơ

a) 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), (eubacteria) và (archaeobacteria). Nhóm procaryotic (aubacteria và archaeobacteria) đóng vai trò quan trọng trong quá trình chuyển hóa sinh học chất hữu cơ có trong CTRSH 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 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 đến 4 μm ; vi khuẩn hình que có chiều dài dao động trong khoảng 0,5 – 20 μm và chiều rộng từ 0,5 – 4 μm ; vi khuẩn dạng xoắn ốc (khuẩn xoắn) có thể dài hơn 10 μm và rộng khoảng 0,5 μm . 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 $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$. Dựa trên công thức này, khoảng 53% (theo khối lượng) của phần chất hữu cơ là carbon. 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 – 6 nhưng giá trị pH cũng có thể dao động trong khoảng 2 – 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 – 20 μm . 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 acid hữu cơ (acid citric, acid glutamic,...), các chất kháng sinh (penicillin, griseofulvin) và enzyme (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 – 15 μm x 3 – 5 μm , một số men khác có dạng hình cầu với đường kính thay đổi từ 8 – 12 μm . 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 qui 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 enzyme 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 – 1,4 μm . Trong công nghiệp, nhóm vi sinh vật này được sử dụng rộng rãi để sản xuất chất kháng sinh.

b) Các loại 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 enzyme 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 của chúng chỉ có thể tồn tại khi 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 sulfate 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 2 nhóm dựa trên khả năng trao đổi chất của chúng. Những vi sinh vật kỵ khí tùy tiện thật sự 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 4.3. 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	Nitrate, NO ₃ ⁻	Khử nitrat
	Sulfate, SO ₄ ²⁻	Khử sulfate
	Khí Carbonic, CO ₂	Methane hóa

Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993.

c) 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: carbon để tổng hợp tế bào mới và các nguyên tố vô cơ (chất dinh dưỡng) như nitơ (N_2), photpho (P), lưu huỳnh (S), canxi (Ca) và magiê (Mg). Các chất dinh dưỡng hữu cơ cũng cần thiết để tổng hợp tế bào.

Nguồn carbon và năng lượng. Hai nguồn carbon thông dụng nhất đối với mô tế bào là carbon hữu cơ và CO_2 . Những vi sinh vật sử dụng nguồn carbon hữu cơ để tạo thành mô tế bào được gọi là vi sinh vật dị dưỡng (heterotrophs). Các vi sinh vật sử dụng nguồn carbon từ CO_2 được gọi là vi sinh tự dưỡng (autotrophs). Sự chuyển hóa CO_2 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 carbon của tế bào được trình bày trong Bảng 4.4

Bảng 4.4. Phân loại vi sinh vật theo nguồn carbon và nguồn năng lượng

Loại	Nguồn năng lượng	Nguồn carbon
<i>Tự dưỡng</i>		
Quang tự dưỡng	Ánh sáng mặt trời	CO_2
Tự dưỡng hóa học	Phản ứng oxy hóa khử chất vô cơ	CO_2
<i>Dị dưỡng</i>		
Dị dưỡng hóa học	Phản ứng oxy hóa khử chất hữu cơ	Carbon hữu cơ
Quang dị dưỡng	Ánh sáng mặt trời	Carbon hữu cơ

(Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993)

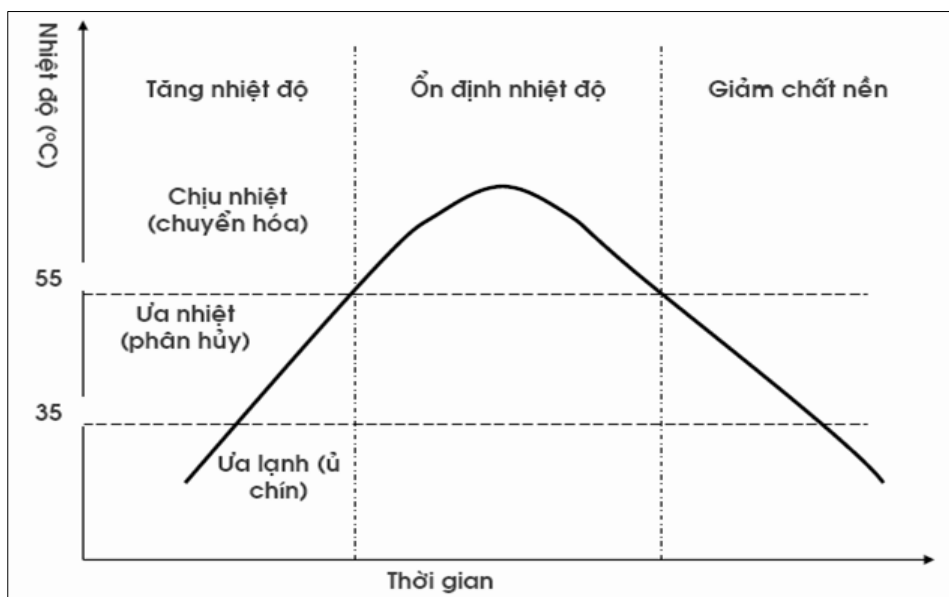
Nhu cầu dinh dưỡng và các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của vi sinh vật. Các chất dinh dưỡng không phải là nguồn carbon hoặc năng lượng có thể là thành phần hạn chế sự tổng hợp và phát triển tế bào vi sinh vật. Các chất dinh dưỡng vô cơ cơ bản cần thiết cho vi sinh vật bao gồm nitơ (N), lưu huỳnh (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 3 loại chính như sau: (1) amino acid, (2) purines và pyrimidines, và (3) vitamins.

Chất dinh dưỡng của vi sinh vật và các quá trình chuyển hóa sinh học. Mục đích chính của hầu hết các quá trình chuyển hóa 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 hóa học sẽ đóng vai trò quan trọng hàng đầu vì chúng sử dụng các hợp chất hữu cơ làm nguồn cung cấp carbon 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.

a) 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.



Hình 4.11. Biến thiên nhiệt độ trong quá trình compost

(Nguồn: Nguyễn Văn Phước, 2012)

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*, *meosphilic* 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 4.5

Bảng 4.5. 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 acid yếu hoặc baz yếu có thể khuếch tán vào tế bào dễ dàng hơn các ion hydro và hydroxyt, do đó làm thay đổi pH và phá hủy tế bào.

Độ ẩm là một yếu tố môi trường quan trọng khác đối với 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 qui trình khô. Trong nhiều trường hợp cần được 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 thấp hơn 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 tới hạn.

4.4.2.3. Các dạng công nghệ sản xuất compost

a) Phương pháp ủ phân theo luống dài (dạng 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. chất nguyên liệu rác thành các đống ủ hẹp dài và được đảo trộn theo một nguyên tắc nhất định.

Nhìn chung, các luống ủ có chiều cao của đống ủ 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 thay đổi từ 1,5-6m. và các thiết bị sử dụng được xác định theo hình dạng thực tế của hệ thống.

Không khí (oxy) được cung cấp tới hệ thống bằng các con đường tự nhiên như do khuếch tán, gió, đối lưu nhiệt... Các luống phân được xáo trộn định kỳ thường xuyên 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 hệ thống luống ủ.

Tốc độ làm thoáng khí phụ thuộc độ xốp của đồng ủ. Tốc độ thoáng khí của đồng Luồng ủ với các nguyên liệu nhẹ như lá cây có tốc độ thoáng khí lớn hơn đồng tốc độ thoáng khí của luống ủ với nguyên liệu phân. Nếu luống đồng ủ quá lớn, các vùng kỵ khí có thể xuất hiện ở khu trung tâm. Điều này sẽ tạo ra mùi khi luống đồng ủ được đảo trộn. Ngược lại, các đồng 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 ổn định, tạo lại độ xốp của đồng ủ, loại trừ các khoảng trống tạo ra bởi sự phân hủy và sa lắng. Nhưng đảo trộn cũng làm giảm nhiệt độ, bay hơi nước, khí và đảo trộn các nguyên liệu, tạo lại độ xốp của đồng ủ. 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 phân 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

b) Phương pháp ủ phân theo luống dài hoặc đồng với thổi (dạng đồng ủ hiếu 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 cưa, gỗ vụn được thêm vào để kiểm soát độ ẩm của khối ủ ở mức tối ưu.

Dạng ủ đồng hiếu khí cưỡng bức là quá trình cung cấp khí cho đồng ủ bằng máy thổi khí, do đó sẽ kiểm soát được quá trình phân hủy hiếu khí tốt hơn. Không yêu cầu đảo trộn trong đồng ủ, khí được cung cấp bằng hệ thống phân phối hiệu quả và đều. Thời gian của quá trình này khoảng từ 3-5 tuần.

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, nên nhu cầu sử dụng đất thấp hơn, và 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.

c) 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. 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 chất thải rắn hay túi polyethylene...vv. 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.

Trong thùng quay, vật liệu được ủ trong một thùng xoay chậm theo phương ngang với 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.

4.5. Bãi chôn lấp CTR

4.5.1. Giới thiệu chung về phương pháp chôn lấp CTR:

Bãi chôn lấp CTR (landfills): Là một diện tích hoặc một khu đất được quy hoạch, được lựa chọn, thiết kế, xây dựng để thải bỏ chất thải rắn, nhằm giảm tối đa các tác động tiêu cực của BCL tới môi trường.

Bãi chôn lấp hợp vệ sinh (sanitary landfill): Trước đây, những bãi chôn lấp có che phủ chất thải vào mỗi cuối ngày vận hành được xem là “bãi chôn lấp hợp vệ sinh”. Hiện nay, bãi chôn lấp hợp vệ sinh được định nghĩa là bãi chôn lấp chất thải rắn đô thị 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.

Bãi chôn lấp an toàn (secure landfill): là bãi chôn lấp chất thải CTR dùng để chôn lấp chất thải nguy hại .

Chôn lấp (landfilling): là quá trình đổ chất thải vào bãi chôn lấp bao gồm cả công tác giám sát chất thải chuyên đến, thải bỏ, nén ép chất thải và lắp đặt các thiết bị giám sát chất lượng môi trường xung quanh.

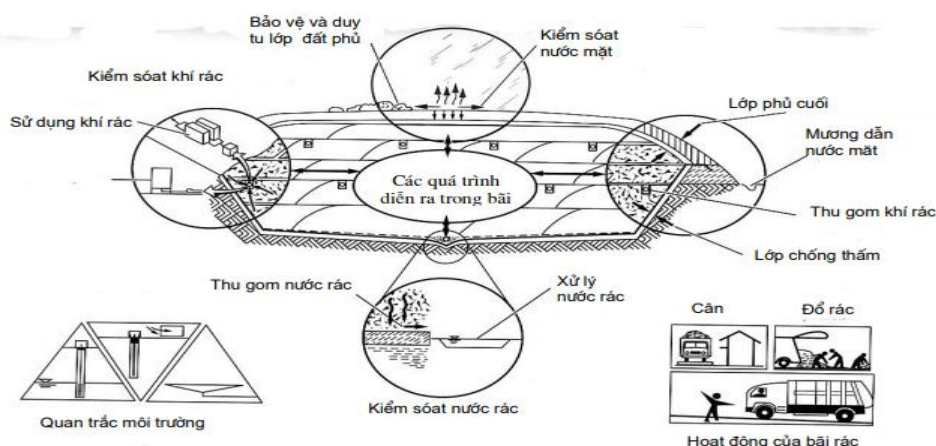
Phương pháp chôn lấp thường áp dụng cho đối tượng chất thải rắn là rác thải đô thị không được sử dụng để tái chế, tro xỉ của các lò đốt, chất thải công nghiệp. Phương pháp chôn lấp cũng thường áp dụng để chôn lấp chất thải nguy hại, chất thải phóng xạ ở các bãi chôn lấp có thiết kế đặc biệt cho rác thải nguy hại.

Chôn lấp hợp vệ sinh là một phương pháp kiểm soát sự phân huỷ của các chất rắn khi chúng được chôn nén và phủ lấp bề mặt. Chất thải rắn trong bãi chôn lấp sẽ bị tan rữa nhờ quá trình phân huỷ sinh học bên trong để tạo ra sản phẩm cuối cùng là các chất giàu dinh dưỡng như axit hữu cơ, nitơ, các hợp chất amon và một số khí như CO₂, CH₄.

Việc quy hoạch, thiết kế và vận hành của một bãi chôn lấp CTR hiện đại đòi hỏi bao gồm việc áp dụng các nhiều nguyên tắc cơ bản về khoa học, kỹ thuật và kinh tế. Các vấn đề chính liên quan đến việc thiết kế 1 bãi chôn lấp (BCL) hợp vệ sinh bao gồm :

- (1) Vấn đề môi trường và các quy định ràng buộc;
- (2) Các dạng và phương pháp chôn lấp;
- (3) Vị trí bãi chôn lấp;
- (4) Quản lý khí sinh ra trong quá trình chôn lấp;
- (5) Kiểm soát nước rò rỉ;

- (6) Kiểm soát nước bề mặt và nước mưa;
- (7) Các đặc tính về Cấu trúc BCL và sự sụt lún;
- (8) Quan trắc chất lượng môi trường;
- (9) Bố trí mặt bằng tổng thể Phác thảo và thiết kế sơ bộ BCL;
- (10) Phát triển kế hoạch 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.



Hình 4.12. Cơ sở hạ tầng của bãi chôn lấp rác hợp vệ sinh

(Nguồn: Bùi Văn Ga, Lưu Đức Cường, 2014)

a) Những ưu điểm của BCL hợp vệ sinh:

- Ở những nơi có đất trống, bãi rác BCL hợp vệ sinh thường là phương pháp kinh tế nhất cho việc đổ bỏ chất thải rắn.
- Đầu tư ban đầu và chi phí hoạt động của bãi rác BCL hợp vệ sinh thấp so với các phương pháp khác (đốt, làm ủ phân).
- Bãi rác BCL hợp vệ sinh có thể nhận tất cả các loại chất thải rắn mà không cần thiết phải thu gom riêng lẻ hay phân loại từng loại.
- Bãi rác BCL hợp vệ sinh rất linh hoạt trong khi sử dụng. Ví dụ, khi khối lượng rác 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 khó có thể 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 bãi rác vệ sinh sau khi bị chôn lấp đầy đóng cửa, chúng ta có thể xây dựng chúng thành các công viên, các sân chơi, sân vận động, công viên giáo dục, sân golf, hay các công trình phục vụ nghỉ ngơi giải trí (recreational facilities). Ví dụ, ở Hoa Kỳ có các sân vận động Denver, Colorado, Mout Transhmore có nguồn gốc là các bãi chôn lấp.

b) Một số nhược điểm của BCL hợp vệ sinh:

- Các bãi rác vệ sinh đòi hỏi diện tích đất đai 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 trong một năm thải ra một lượng rác thải mỗi năm có thể lấp đầy diện tích 1 hecta với chiều sâu 3 m.

- Các lớp đất phủ ở các BCL hợp bãi rác vệ sinh thường hay bị gió thổi mòn và phát tán đi xa.

- Các BCL hợp bãi rác vệ sinh thường tạo 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.

4.5.2. Quy trình chôn lấp:

Có ba quy trình vận hành cơ bản, mỗi quy trình có thể thay đổi phụ thuộc vào hai phương pháp chôn lấp cơ bản (phương pháp đào rãnh và phương pháp trải trên bề mặt), đó là: (1) chuẩn bị nơi chôn lấp, (2) xe vận chuyển rác đến và đổ rác xuống, (3) che phủ chất thải và đầm nén.

Trình tự và phương pháp vận hành một bãi chôn lấp hợp vệ sinh bị chi phối bởi một số nhân tố cụ thể ở mỗi bãi chôn lấp. Một số nhân tố quan trọng nhất gồm đặc điểm tự nhiên của vị trí bãi chôn lấp, loại chất thải được chôn lấp và tốc độ tiếp nhận rác.

Sự khác nhau cơ bản giữa hai phương pháp chôn lấp là: Phương pháp đào rãnh yêu cầu phải chuẩn bị một hố đào và như vậy diện tích chôn lấp bị giới hạn giữa hai thành bên. Ngược lại, phương pháp trải trên bề mặt không phải chuẩn bị mặt bằng trên quy mô lớn. Theo lý thuyết, chiều rộng diện tích làm việc trong phương pháp chôn lấp trải trên bề mặt là không có giới hạn. Đôi khi, có những bãi chôn lấp dùng cả hai phương pháp, phụ thuộc vào từng điều kiện cụ thể. Ví dụ, hoạt động chôn lấp ban đầu có thể là đào hố và sau đó phương pháp chôn lấp trải trên bề mặt có thể được sử dụng để tiếp tục chôn lấp trên mặt hố đào. Ngoài hai phương pháp chôn lấp cơ bản trên còn có các phương pháp cải tiến khác như phương pháp độ dốc tăng dần, phương pháp đào hố liên tục và phương pháp xẻ nhỏ và che phủ.

4.5.2.1. Phương pháp chôn lấp trải trên bề mặt

Phương pháp chôn lấp trải trên bề mặt thường được sử dụng ở những vùng trũng tự nhiên, trên những mặt bằng đã được chuẩn bị sẵn. Mặt bằng nằm dưới làm đáy có thể là đất tự nhiên, hoặc là một mặt đất bằng đã được chuẩn bị các lớp lót đáy hoặc là đất đã đầm nén kỹ hoặc những lớp đất bổ sung thêm. Việc sử dụng loại lót đáy nào phụ thuộc vào các quy định của địa phương và những yêu cầu thiết kế. Phương pháp chôn

lấp trải trên bề mặt thường sử dụng đất hiệu quả hơn phương pháp đào rãnh. Ngược lại, các bãi chôn lấp sử dụng phương pháp trải trên bề mặt cần bổ sung thêm đất để làm các lớp lót và che phủ.

Bảng 4.6. Bề dày của lớp đất che phủ và thời gian tiếp xúc

Loại che phủ	Bề dày tối thiểu (cm)	Thời gian hở
Hàng ngày	15	0 – 30 ngày
Trung gian	30	30 – 365 ngày
Cuối cùng	60	> 365 ngày

(Nguồn: Trịnh Văn Tuyên và nnk, 2014)

Lưu trữ đất để che phủ và phương pháp sử dụng đất phải được thực hiện sao cho lớp che phủ không bị hư hỏng. Những mục tiêu đó có thể đạt được bằng cách lưu trữ vật liệu che phủ trên mặt trên của ô chôn lấp hay bên cạnh mặt làm việc. Khi thực hiện che phủ, máy trải vật liệu chỉ nên di chuyển phía trên lớp che phủ. Thiết bị đó không nên di chuyển xuyên qua rác thải rồi mới đi lên lớp che phủ mới vì nó có xu hướng mang rác lên trên lớp che phủ. Các loại bánh xe nên được làm sạch rác trước khi được sử dụng hay trước khi đầm nén chất thải.

Máy cào và máy xúc là những thiết bị được sử dụng nhiều nhất cho việc thực hiện che phủ. Máy cào được sử dụng để giảm một bước trong quy trình che phủ, không phải tiến hành hai bước. Máy xúc cũng có thể được sử dụng thường xuyên để che phủ chất thải. Tuy nhiên, sử dụng máy xúc đòi hỏi phải thêm san bằng và đầm nén đất. Cho dù là phương pháp chôn lấp nào thì lớp che phủ cũng nên được đầm nén và làm bằng phẳng. Thông thường chỉ cần một loại máy thích hợp đầm nén hai lần là lớp đất che phủ hàng ngày đạt đủ độ nén.

Mục đích chính sử dụng lớp che phủ hàng ngày là kiểm soát các tác nhân gây bệnh, mùi hôi, không cho thấm nước và ở một mức độ nào đó còn phòng tránh hỏa hoạn. Chất thải rắn nên được đầm nén trước che phủ hàng ngày. Việc đầm nén rác sẽ làm bằng phẳng diện tích chôn rác và tạo điều kiện thuận lợi cho việc che phủ và dĩ nhiên là vận hành cũng trở nên dễ dàng hơn nhờ mặt bằng phẳng. Nếu sử dụng đất làm vật liệu che phủ thì bề dày đất đầm nén tối thiểu là 15 cm. Chiều dày này có thể vượt quá 15 cm nếu độ sâu của lớp che phủ sâu hơn để có thể che phủ toàn bộ khối rác. Lớp che phủ phải được tiến hành ở mặt trên và ở cạnh bên ô chôn lấp rác như một bước tiếp theo quá trình tạo thành ô chôn lấp. Quá trình che phủ này giúp kiểm soát rác không bị cuốn đi bởi gió. Kinh nghiệm cho thấy những vật liệu khác cũng có thể sử dụng cho che phủ rác một cách an toàn như: rác vườn đã phân hủy thành compost hoặc mới phân hủy một phần, rác thải xây dựng, đất bùn nạo vét từ lòng sông và một số các vật liệu khác...

Lớp đất che phủ trung gian phần nào đó có chức năng tương tự như lớp che phủ hàng ngày. Tuy nhiên, lớp che phủ trung gian tiếp xúc với mưa gió trong thời gian dài hơn lớp che phủ hàng ngày. Lớp che phủ trung gian có thể là mặt bằng tạm thời cho phương tiện lưu thông. Trên thực tế, người ta đề nghị phương tiện lưu thông trên bề mặt lớp phủ trung gian để tiếp tục quá trình đầm nén. Độ sâu lớp phủ trung gian đã đầm nén tối thiểu là 30 cm. Lớp che phủ này nên đặt trên mặt tầng rác càng sớm càng tốt.

Những diện tích chôn lấp đã hoàn thành nên được che phủ với lớp đất cuối cùng càng sớm càng tốt. Nhìn chung, bề dày lớp che phủ cuối cùng được đề nghị tối thiểu là 60 cm. Độ sâu và loại đất sử dụng và yêu cầu tỉ lệ đầm nén tùy thuộc vào thiết kế và vận hành bãi chôn lấp. Lớp che phủ cuối cùng nên được đầm nén để giữ cho đất càng ít thấm càng tốt. Nên phủ thêm một lớp đất mặt lên lớp che phủ cuối cùng. Sau đó nên trồng cây, phủ rơm, bón phân và điều chỉnh pH ngay sau khi che phủ cuối cùng. Đất dùng làm lớp che phủ cuối cùng không nên được sử dụng khi chúng quá ướt. Một lượng đất nhất định nên được dự trữ sau khi hoàn thành ô chôn lấp để có thể san phẳng mặt bằng khi cần thiết để duy trì một mặt phẳng. Trong giai đoạn hoàn thành, nên chấm dứt sự lưu thông của xe cộ lên điểm chôn lấp đã hoàn thành ngay sau khi lớp che phủ cuối cùng được xây dựng xong.

4.5.2.2. Phương pháp mương rãnh (phương pháp đào rãnh)

Phương pháp này thích hợp cho khu vực có bề mặt hơi nhấp nhô hoặc khá bằng phẳng với mực nước ngầm thấp. Độ rộng và độ sâu của hố đào có thể rất khác nhau giữa các địa điểm. Vận hành theo phương pháp mương rãnh thường tạo ra một lượng đất rất lớn và tạo ra một giới hạn bên tại bề mặt làm việc. Để đạt hiệu quả cao, vận hành theo phương pháp mương rãnh này có thể yêu cầu nhiều đất và trang thiết bị hơn là phương pháp bề mặt. Hơn nữa, vận hành theo phương pháp mương rãnh có thể cần lưu trữ và sử dụng số lượng lớn đất.

Đóng cửa bãi chôn lấp

Một bãi chôn lấp vệ sinh đã hoàn thành là cơ hội để thu lại nguồn tài nguyên (khí bãi chôn lấp) hoặc để xây dựng những công trình. Việc thu hồi khí ở bãi chôn lấp được trình bày ở phần trên. Việc xây dựng nhà ở và khu thương mại trên bãi chôn lấp chỉ nên giới hạn ở những

Mối nguy hiểm do sự ăn mòn tác động chủ yếu lên những vật liệu xây dựng, những cơ sở hạ tầng dịch vụ như điện (những đường dây dẫn) và những vấn đề khác liên quan đến xây dựng. Vấn đề ăn mòn thể hiện ở việc có rất nhiều sản phẩm có khả năng phân hủy hóa học một cách tích cực cao được tìm thấy trong sự phân huỷ rác đô thị. Ví dụ như, những cơ chế tấn công vào bê tông bao gồm sự rò rỉ của những vật liệu hoà tan được, sự làm giảm khả năng kết nối của xi măng bởi sự thay đổi hoá học, sự phá vỡ gây ra bởi những sản phẩm phản ứng tăng lên và sự kết tinh của muối trong các lỗ hổng của bê tông. Về khía cạnh những cơ sở hạ tầng dịch vụ, kim loại là đối tượng dễ bị tấn công bởi những axit được phát sinh bên trong bãi chôn lấp vốn là những sản phẩm của quá trình phân huỷ kỵ khí (tất nhiên, những thanh thép trong bê tông cốt thép là đối tượng dễ bị ăn mòn do axit).

4.5.3. Các phản ứng xảy ra trong bãi chôn lấp

Để lập kế hoạch và thiết kế bãi rác một cách hiệu quả, người thiết kế phải biết và hiểu rõ những gì xảy ra trong bãi rác khi hoạt động chôn lấp được thực hiện. Chất thải rắn đổ ở bãi rác vệ sinh chịu đồng thời cùng một lúc những biến đổi sinh học, lý học, hoá học bao gồm:

- Phân rã sinh học của chất hữu cơ có thể phân hủy hoặc hiếu khí hoặc kỵ khí sản sinh ra khí và lỏng.
- Sự oxy hoá hoá học các vật liệu.
- Sự thoát khí từ bãi rác và sự khuếch tán ngang của khí xuyên qua bãi rác.
- Sự di chuyển của chất lỏng gây ra bởi sự khác nhau về cột áp.
- Sự hoà tan, sự rò rỉ các chất hữu cơ và vô cơ vào nước, nước rò rỉ di chuyển xuyên qua bãi rác.
- Sự di chuyển của chất hoà tan bởi gradient nồng độ và hiện tượng thẩm thấu.
- Sự lún không đều gây ra do quá trình ổn định vật liệu vào các chỗ rỗng.
- Sự phân hủy và ổn định ở bãi rác phụ thuộc vào nhiều yếu tố như là: 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 có mối ảnh hưởng qua lại giữa các yếu tố nên khó có thể xác định được tình trạng của bất kỳ bãi rác nào ở bất kỳ thời điểm nào. Thông thường có thể nói rằng tốc độ của các phản ứng hoá học và sinh học ở bãi rác 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 gas và nước rò rỉ, sự lún và đặc tính cấu trúc của bãi rác sẽ được đề cập kỹ ở đây.

Ví dụ:

Cho 1 loại CTR đô thị có thành phần như sau:

Thành phần	Đơn vị (kg)	Khối lượng, kg	% khối lượng
<i>Thành phần dễ phân hủy sinh học</i>		65,1	84
Thức ăn thừa		9	
Giấy		34	
Giấy bìa		6	
Rác vườn (phân hủy nhanh)		16,1	
<i>Thành phần khó phân hủy sinh học</i>		12,4	16
Vải		2	
Cao su		0,5	
Da		0,5	

Rác vườn (rác phân hủy chậm)		7,4	
Gỗ		2,0	
<i>Tổng cộng</i>		77,5	100

Hãy xác định thành phần và lượng khí sinh ra do phân hủy hoàn toàn loại rác này.

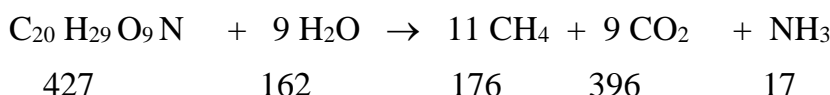
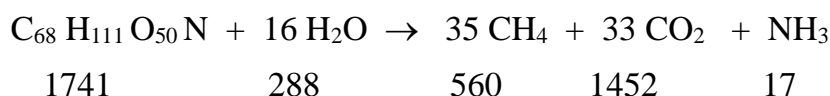
Bài giải

1. Kết quả tính công thức phân tử

a) Đối với phản ứng phân hủy nhanh: $C_{68,5} H_{110,5} O_{50,1} N$ ($C_{68} H_{111} O_{50} N$)

b) Đối với phản ứng phân hủy chậm: $C_{19,5} H_{29} O_{9,2} N$ ($C_{20} H_{29} O_9 N$)

2. Phương trình phản ứng phân hủy (Lên men metan)



3. Tính lượng metan và cacbonic phát sinh:

$$CH_4 = \frac{560}{1741} \times \frac{1}{0,7167} = 0,449 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$CO_2 = \frac{1452}{1741} \times \frac{1}{1,9768} = 0,422 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$CH_4 = \frac{176}{427} \times \frac{1}{0,7167} = 0,575 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$CO_2 = \frac{396}{427} \times \frac{1}{1,9768} = 0,469 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

Phần trăm thể tích:

$$\%CH_4 = \frac{0,449 + 0,575}{0,449 + 0,422 + 0,575 + 0,469} = 53 \%$$

$$\%CO_2 = \frac{0,422 + 0,469}{0,449 + 0,422 + 0,575 + 0,469} = 47 \%$$

4.5.3.1. Sự phát sinh khí

Khí tìm thấy trong BCL rác bao gồm ammonia, carbon dioxide, carbon monoxide, hydrogen, hydrogen sulfide, methane, nitrogen và oxygen. Khối lượng phân tử và tỷ khối của các khí này được cho ở bảng 4.7. Carbon dioxide và methane 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 cacbonoxyt 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 bãi rác không có lỗ thoát hơi thì tỷ lệ phần trăm của mêtan sẽ tăng lên sau một thời gian dài, bởi vì carbon dioxide sẽ khuếch tán vào trong tầng đất đá ở bên dưới bãi rác.

Bảng 4.7. Khối lượng phân tử và khối lượng riêng của các khí trong bãi rác hợp vệ sinh ở điều kiện chuẩn (°C, 1 atm):

Loại khí	Công thức	Khối lượng phân tử	Khối lượng riêng (g/l)
Không khí			1.2928
Ammonia	NH ₃	17.03	0.7708
Carbon dioxide	CO ₂	44.00	1.9768
Carbon monoxide	CO	28.00	1.2501
Hydrogen	H ₂	2.016	0.0898
Hydrogen sulfide	H ₂ S	34.08	1.5392
Methane	CH ₄	16.03	0.7167
Nitrogen	N ₂	28.02	1.2507
Oxygen	O ₂	32.00	1.4289

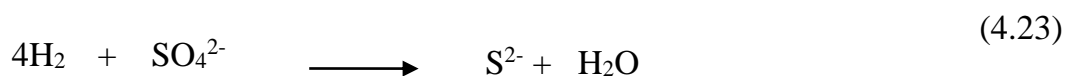
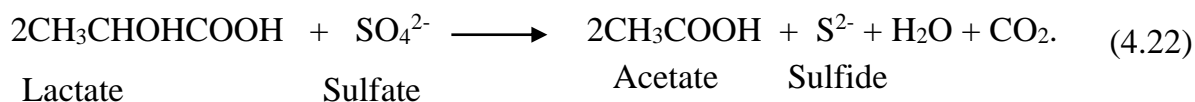
(Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993)

Lý thuyết về sự phát sinh của khí mêtan trong bãi rác vệ sinh: Hoạt động của các vi sinh vật liên quan đến sự hình thành methane trong bãi rác vệ sinh xảy ra qua 5 giai đoạn.

Giai đoạn I (Điều chỉnh ban đầu 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. Trong giai đoạn này, các thành phần hữu cơ dễ phân hủy sẽ bị chịu sự phân hủy sinh học khi chúng được đặt vào bãi rác trước. Trong giai đoạn I, Sự phân hủy sinh học xảy ra dưới điều kiện hiếu khí bởi vì một lượng không khí bị giữ lại trong bãi rác chôn lấp. Nguồn vi sinh vật (cả kỵ khí lẫn hiếu khí) chủ yếu chịu trách nhiệm phân hủy chất thải có trong đất làm vật liệu bao phủ mỗi ngày hoặc lớp đất phủ cuối cùng khi đóng cửa bãi chôn lấp.

Bên cạnh đó, bùn từ trạm xử lý nước thải được đổ bỏ cùng với rác sinh hoạt, nước rò rỉ tuần hoàn cũng là nguồn vi sinh vật cần thiết cho sự phân huỷ này.

Giai đoạn II (Giai đoạn chuyển pha): trong giai đoạn 2, hàm lượng oxy trong bãi chôn lấp giảm dần và điều kiện kỵ khí bắt đầu hình thành. Khi môi trường trong bãi chôn lấp trở nên kỵ khí hoàn toàn, nitrate và sulfate – 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 .



Sự gia tăng mức độ kỵ khí trong môi trường bên trong BCL có thể kiểm soát được bằng cách đo điện thế oxy hoá khử của chất thải. Quá trình khử nitrate và sulfate xảy ra ở điều kiện oxy hoá khử trong khoảng từ -50 đến $-100mV$. Khí CH_4 được tạo thành khi điện thế oxy hoá khử dao động trong khoảng từ -150 đến $-300mV$. Khi điện thế oxy hoá khử tiếp tục giảm, tập hợp vi sinh vật chuyển hoá các chất hữu cơ có trong rác thành CH_4 và CO_2 bắt đầu chuyển sang giai đoạn 3 bước đầu chuyển hóa các chất hữu cơ phức tạp thành các acid hữu cơ và các sản phẩm trung gian. Ở giai đoạn 2, pH của nước rò rỉ bắt đầu giảm do sự có mặt của acid hữu cơ và ảnh hưởng của khí CO_2 sinh ra trong BCL.

Giai đoạn III (Lên men acid): Với sự tham gia của tập hợp vi sinh vật hình thành ở giai đoạn 2, tốc độ tạo thành các acid hữu cơ tăng nhanh. Giai đoạn III có thể chia làm 3 bước:

Bước đầu tiên trong quá trình 3 bước (the first step in the three step process) liên quan đến sự chuyển hoá thủy phân do các enzyme trung gian (sự thủy phân) các hợp chất cao phân tử (lipid, polysacchrides, proteins, nucleic acids) nhờ các enzyme trung gian thành các hợp chất đơn giản hơn thích hợp cho các vi sinh vật. Các vi sinh vật sử dụng các hợp chất đơn giản này như là nguồn cung cấp năng lượng và carbon cho tế bào của chúng.

Bước thứ 2 trong quá trình 3 bước là lên men acid. Trong bước này 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 như acid acetic, một phần nhỏ acid fulvic và một số acid 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 sẽ lúc này giảm xuống đến giá trị < 5 do sự có mặt của acid hữu cơ và CO_2 trong bãi rác. BOD_5 , COD và độ dẫn điện tăng lên đáng kể trong giai đoạn III do sự hòa tan các acid 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 được hòa tan trong

giai đoạn III này. Nhiều thành phần dinh dưỡng cơ bản cũng được loại ra bãi rác do bị hòa tan vào nước rò rỉ. Nếu không tuần hoàn nước rò rỉ thì các thành phần dinh dưỡng sẽ mất khỏi bãi rác.

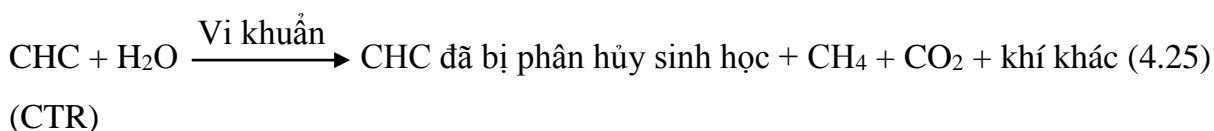
Giai đoạn IV: Lên men methane: Trong giai đoạn này, một nhóm vi sinh vật thứ 2 sẽ chuyển hóa acid acetic và H₂ hình thành từ giai đoạn trước thành CH₄ và CO₂. Nhóm sinh vật này sẽ chiếm ưu thế, đây là nhóm vi sinh vật kỵ khí nghiêm ngặt được gọi là vi khuẩn methane, chiếm ưu thế trong giai đoạn này. Trong giai đoạn này, sự hình thành methane và acid diêm ra đồng thời, mặc dù sự hình thành acid giảm đáng kể. Do các acid và hydrogen bị chuyển hóa thành CH₄ và CO₂ nên pH của nước rò rỉ trong bãi rác sẽ tăng lên để đạt giá trị trung hòa tính từ 6.8 đến 8. Giá trị BOD₅, 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

Giai đoạn V: Giai đoạn ổn định (maturation phase): Giai đoạn ổn định xảy ra sau khi các vật liệu chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học được chuyển hoá thành CH₄ và CO₂ trong giai đoạn IV. Khi lượng ẩm tiếp tục thấm vào phần chất thải mới thêm vào, quá trình chuyển hoá lại tiếp tục xảy ra. Tốc độ phát sinh khí khác sẽ giảm xuống đáng kể trong giai đoạn V 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 huỷ sinh học chậm. Khí sinh ra chủ yếu trong giai đoạn này là CH₄ và CO₂. Trong suốt giai đoạn ổn định, nước rò rỉ thường chứa acid humic và acid fulvic rất khó cho quá trình sinh học diễn ra tiếp nữa.

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 rác, độ ẩm của khu vực chôn lấp và độ nén ban đầu CTR trong BCL chất thải. Ví dụ như sự hình thành khí sẽ bị chậm lại nếu độ ẩm trong bãi rác không phù hợp. Khi gia tăng khối lượng riêng của các loại vật liệu trong thành phần rác thải 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.

Thể tích khí sinh ra:

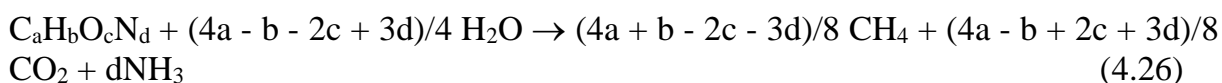
Một cách tổng quát, phản ứng hóa học quá trình phân hủy yếm khí trong BCL có thể tóm tắt như sau:



Lưu 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 đọc được. Do đó, tổng lượng khí được tạo thành từ chất thải rắn 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 trong từ quá trình phân hủy yếm khí có thể ước tính bằng các theo nhiều cách khác nhau. Ví dụ, nếu thành phần chất thải rắn hữu cơ tìm thấy trong rác đô thị (ngoại trừ plastic) có công thức chung cho chất hữu cơ la tổng quát dạng

CaHbOcNd, thì tổng thể tích lượng khí sinh ra có thể tính theo công thức 8-6, giả sử rằng quá trình phân hủy sinh học biến đổi hoàn toàn các chất hữu cơ được biến đổi hoàn toàn 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) và 2) chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học chậm (≥ 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, trên cơ sở hàm lượng lignin.

Bảng 4.8. Tỷ lệ phần trăm của các khí sinh ra trong một bãi rác vệ sinh khảo sát suốt 48 tháng đầu sau khi một ô chôn lấp rác đã được 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
42 – 48	0.4	51	48

(Nguồn: Tchobanoglous và cộng sự, 1993)

4.5.3.2. Sự thay đổi lượng khí theo thời gian

Dưới điều kiện bình thường, tốc độ phân hủy của chất thải rắn trong bãi rác 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 chất thải rắn trong BCL hợp bãi rác vệ sinh thường được biểu diễn bằng sản lượng khí sinh ra trong một khoảng thời gian.

Sự biến thiên sản lượng khí do quá trình phân hủy kỵ khí của các chất hữu cơ phân hủy sinh học nhanh (3 tháng đến 5 năm) và các chất hữu cơ phân hủy sinh học chậm (5 đến 50 năm). 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 cho đối với chất hữu cơ phân hủy chậm. Và giả sử rằng sự phát sinh khí xảy ra ở cuối

năm thứ nhất tính từ thời điểm bắt đầu chôn lấp chất thải. Tổng lượng khí sinh ra từ lượng chất thải chôn lấp của năm thứ nhất được tính theo công thức:

$$V(\text{m}^3/\text{kg}) = 1/2 \times h(\text{m}^3/\text{kg.năm}) \times T(\text{năm})$$

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 chất thải rắn hữu cơ, năm

Mô hình tam giác ước tính lượng khí sinh ra theo thời gian xem hình 3.10

Xác định tốc độ sinh khí cực đại

a) Đối với rác phân hủy nhanh

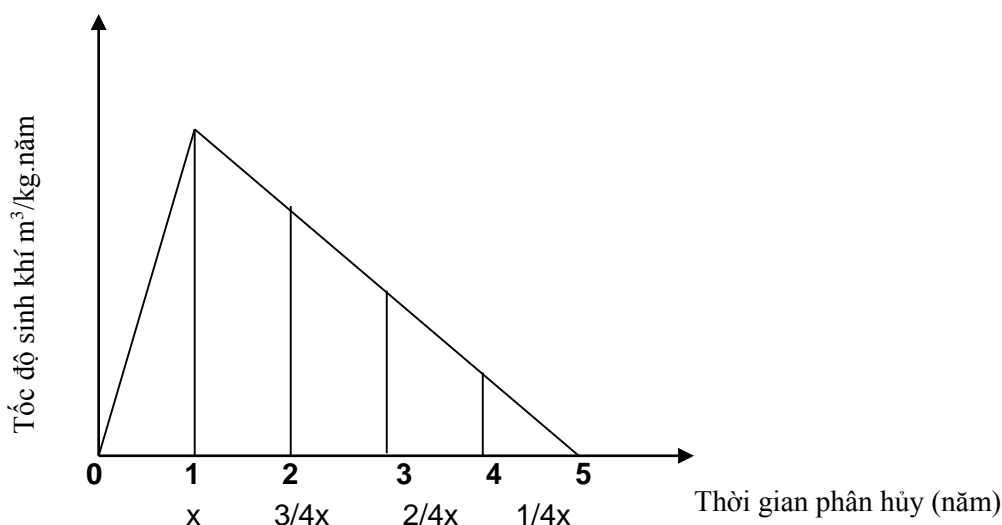
Theo phương pháp đồ thị tam giác, lượng khí sẽ sinh ra từ chất hữu cơ phân hủy nhanh trong vòng 5 năm và lượng khí sinh ra cực đại vào cuối năm thứ nhất.

Tổng lượng khí sinh ra của rác phân hủy nhanh, m^3/kg

$$= 1/2 \times \text{Thời gian phân hủy (năm)} \times \text{Tốc độ sinh khí cực đại (m}^3/\text{kg.năm)}$$

Tốc độ sinh khí cực đại của rác phân hủy nhanh

$$= 2 \times \text{Tổng lượng khí sinh ra (m}^3/\text{kg)} / \text{Thời gian phân hủy (năm)}$$



Hình 4.13. Đồ thị tam giác biểu diễn tốc độ phát sinh khí từ rác có khả năng phân hủy nhanh

Ví dụ: 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 bãi rác.
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.

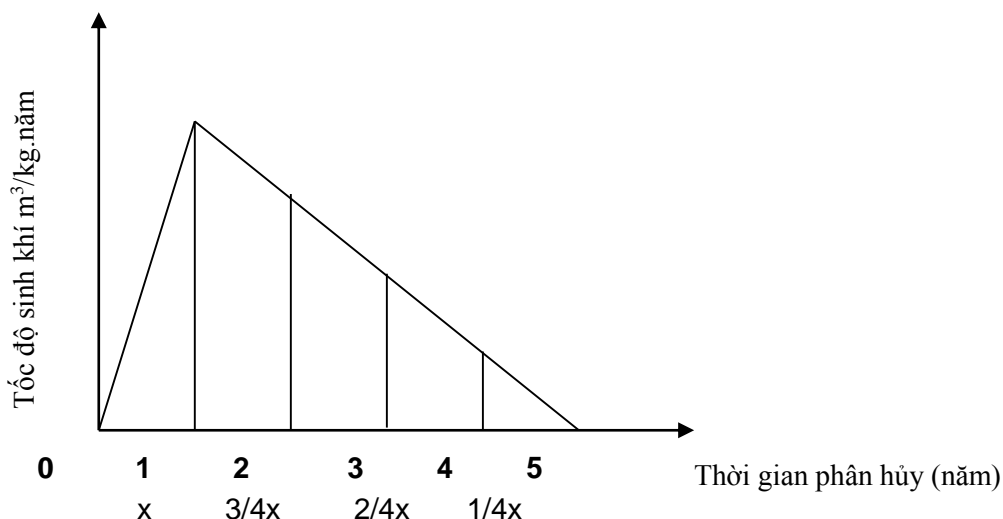
4. Tốc độ phân hủy của các chất hữu cơ phân hủy nhanh và chậm tuân theo mô hình tam giác. Sản lượng khí cao nhất xảy ra vào cuối năm thứ 1 đối với các chất hữu cơ phân hủy nhanh và vào năm thứ 5 đối với các chất hữu cơ phân hủy chậm.
5. Tổng lượng khí sinh ra từ các chất hữu cơ phân hủy nhanh là $14\text{m}^3/\text{kg}$ khối lượng khô của chất thải rắn.
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 chất thải rắn.
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 chất thải rắn 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 1 kg chất hữu cơ phân hủy nhanh và 1 kg chất hữu cơ phân hủy chậm:

a) Chất hữu cơ phân hủy nhanh:

Sử dụng mô hình khí tam giác:



Tổng lượng khí sinh ra = $\frac{1}{2}$ x Tổng thời gian phân hủy x Tốc độ phát sinh khí cực đại

Suy ra:

$$\frac{\text{TỐC ĐỘ PHÁT SINH KHÍ CỰC ĐẠI (m}^3/\text{kg.năm)}}{2} = \frac{\text{TỔNG LƯỢNG KHÍ SINH RA (m}^3/\text{kg)}}{\text{TỔNG THỜI GIAN PHÂN HỦY (năm)}}$$

tốc độ phát sinh khí cực đại (tốc độ phát sinh khí vào cuối năm thứ nhất)

$$= 2 \times 14/5 = 5,6 \text{ (m}^3\text{/kg.năm)}$$

Tổng lượng khí phát sinh trong năm thứ nhất:

$$V_{n1} = 1/2 \times 1 \times 5,6 = 2,8 \text{ (m}^3\text{/kg)}$$

Tốc độ phát sinh khí vào năm thứ hai của quá trình phân huỷ:

$$= 3/4 \times 5,6 = 4,2 \text{ (m}^3\text{/kg.năm)}$$

Tổng lượng khí phát sinh trong năm thứ 2:

$$V_{n2} = [5,6 + 4,2] \times 1/2 = 4,9 \text{ (m}^3\text{/kg)}$$

Tương tự, tính tốc độ phát sinh khí và tổng lượng khí sinh ra vào năm thứ 3, 4, 5.

Bảng kết quả tính toán:

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) Đối với rác phân huỷ chậm

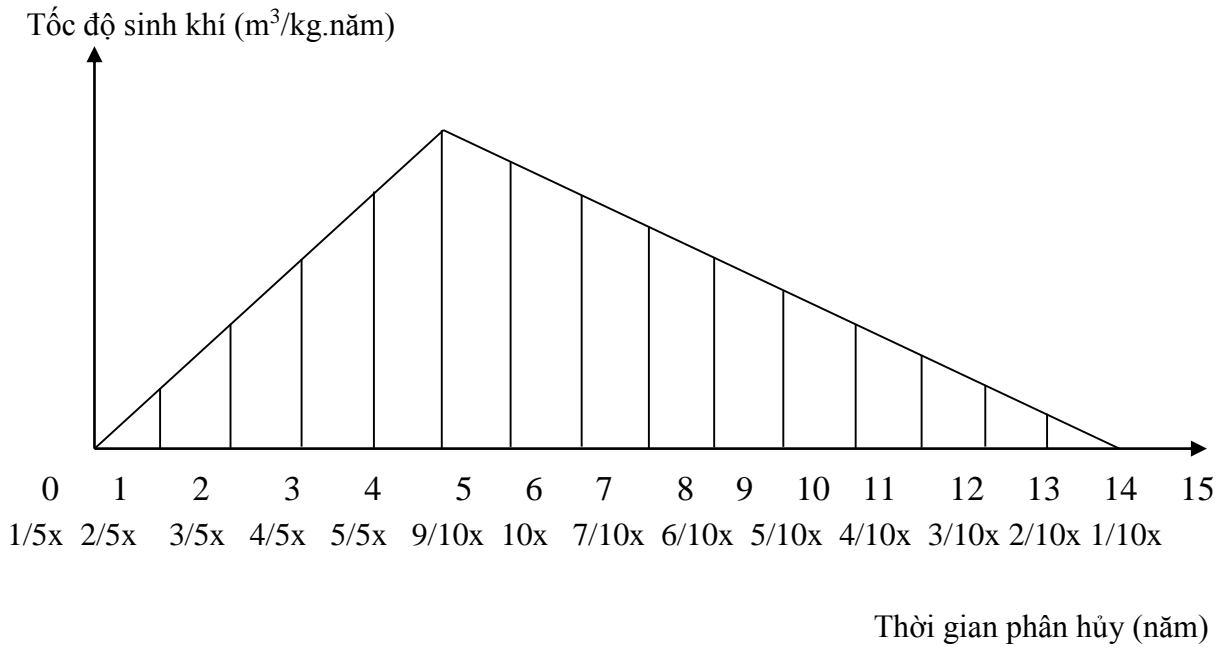
Theo phương pháp đồ thị tam giác, lượng khí sẽ sinh ra từ chất hữu cơ phân huỷ nhanh trong vòng 15 năm và lượng khí sinh ra cực đại vào cuối năm thứ 5.

Tổng lượng khí sinh ra của rác phân huỷ chậm, (m³/kg)

$$= 1/2 \times \text{tổng thời gian phân huỷ nhanh (năm)} \times \text{Tốc độ sinh khí cực đại (m}^3\text{/kg.năm)}$$

Tốc độ sinh khí cực đại của rác phân huỷ chậm

$$= 2 \times \text{Tổng lượng khí sinh ra (m}^3\text{/kg)} / \text{tổng thời gian phân huỷ (năm)}$$



Hình 4.14. Đồ thị tam giác biểu diễn tốc độ phát sinh khí từ rác có khả năng phân hủy chậm

Tốc độ phát sinh khí cực đại (vào cuối năm thứ 5)

$$\begin{aligned}
 \text{Tốc độ phát sinh khí cực đại (m}^3\text{/kg.năm)} &= 2 \times \frac{\text{tổng lượng khí sinh ra (m}^3\text{/kg)}}{\text{tổng thời gian phân hủy (năm)}} \\
 &= 2 \times \frac{16}{15} = 2,133 \text{ (m}^3\text{/kg. năm)}
 \end{aligned}$$

Tốc độ phát sinh khí vào cuối năm thứ nhất:

$$= 1/5 \cdot 2,133 = 0,427 \text{ (m}^3\text{/kg.năm)}$$

Tổng lượng khí sinh ra trong năm thứ nhất:

$$= 1/2 \cdot 0,427 \cdot 1 = 0,213 \text{ (m}^3\text{/kg)}$$

Tổng lượng khí sinh ra trong năm thứ 2:

$$= [(0,427 + 2,133 \cdot 2/5) \cdot 1] \cdot 1/2 = 0,64 \text{ (m}^3\text{/kg)}$$

Tính tương tự cho những năm còn lại.

Bảng kết quả:

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	0,640	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

1. Xác định tốc độ phát sinh và lượng khí sinh ra mỗi năm từ 1 kg CTR trong bãi chôn lấp (bao gồm các chất phân huỷ nhanh và phân huỷ chậm)

a) Xác định lượng khí sinh ra từ chất hữu cơ phân huỷ nhanh và phân huỷ chậm cho 1 đơn vị khối lượng CTR trong BCL:

- Khối lượng chất thải hữu cơ phân huỷ sinh học nhanh trong 1 kg CTR từ BCL:

$$= 0,448 \times 0,75 = 0,336 \text{ kg /kg CTR}$$

- Khối lượng chất thải hữu cơ phân huỷ 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 huỷ sinh học nhanh có trong 1 kg 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 huỷ sinh học chậm có trong 1 kg 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 huỷ 1 kg CTR từ BCL:

- Tốc độ phát sinh khí vào năm thứ nhất do thành phần hữu cơ phân huỷ sinh học nhanh có trong 1 kg 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 huỷ sinh học nhanh có trong 1 kg 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 huỷ sinh học chậm có trong 1 kg 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 huỷ sinh học có trong 1 kg 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	CHC phân huỷ sinh học nhanh		CHC phân huỷ sinh học chậm		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	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
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

2. 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 (m ³ /kg. năm)						Lượng khí (m ³)	Tích lũy (m ³)
	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

4.5.4. Phân loại BCL và phương pháp chôn lấp

4.5.4.1. Theo cấu trúc

- Bãi hở
- Chôn dưới biển
- BCL hợp vệ sinh

a) Bãi hở (open dumps)

Đây là phương pháp cổ điển, đã được loài người áp dụng từ rất lâu đời. Ngay cả trong thời kỳ Hy Lạp và La Mã cổ địa cách đây khoảng 500 năm trước công nguyên thiên chúa giáo, con người đã biết đổ rác bên ngoài tường các thành lũy- lâu đài ở cuối dưới 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:

- Tạo cảnh quan xấu, gây cảm giác khó chịu khi con người thấy hay bắt gặp chúng;
- Khi đổ thành đống, rác thải sẽ là môi trường thuận lợi cho các động vật gặm nhấm, các loài côn trùng, vector gây bệnh sinh sôi, nảy nở gây nguy hiểm cho sức khỏe con người;
- Nước rỉ rác sinh ra từ các bãi rác hở lâu ngày bị phân hủy sẽ rỉ nước và tạo nên vùng 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 và từ đó hình thành những dòng nước rò rỉ chảy 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.
- Có thể nói 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 quỹ đất đai khan hiếm thì phương pháp này trở nên đắt tiền cùng với nhiều nhược điểm như đã nêu trên.

b) Chôn dưới biển (submarine disposal)

Theo Nhiều nhà nghiên cứu cho thấy rằng việc chôn rác dưới biển cũng có nhiều điều lợi. Ví dụ, ở thành phố New York, trước đây chất thải rắn 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 100 feet, 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 (artificial reefs) trên cơ sở sử dụng các khối

gạch, bê tông phá vỡ từ các building, hoặc thậm chí các ô tô thải bỏ. Điều này vừa giải quyết được vấn đề chất thải, đồng thời tạo nên nơi trú ẩn cho các loài sinh vật biển,...

c) BCL hợp vệ sinh (Sanitary landfill)

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; hoặc ở các nước Anh, Nhật Bản,... người ta cũng xây dựng các bãi chôn rác vệ sinh.

Bãi chôn lấp hợp vệ sinh được định nghĩa là một khu đất được sử dụng 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 bằng cách trải rộng trên mặt đất, sau đó được nén và bao phủ một lớp đất dày khoảng 1,5 cm (hay vật liệu bao phủ) ở cuối mỗi ngày. Khi bãi rác vệ sinh đã sử dụng hết công suất thiết kế của nó, một lớp đất (hay vật liệu bao phủ) sau cùng dày khoảng 60 cm được phủ lên trên. BCL hợp vệ sinh có hệ thống thu và xử lý nước rò rỉ, khí thải từ bãi chôn lấp. Bãi rác hở như đã phân biệt với bãi rác vệ sinh vẫn được sử dụng ở nhiều nơi, nhưng tương lai nó không còn thích hợp nữa bởi vì các điều kiện vệ sinh môi trường và mỹ quan của bãi rác hở rất kém.

4.5.4.2. Theo chức năng

BCL chất thải có thể phân ra các loại sau:

- BCL CTR độc nguy hại (hazardous waste landfill)
- BCL CTR chỉ định (designated waste)
- BCL CTR đô thị (municipal solid waste landfill)
- BCL CTR tổng hợp

Chôn bùn cống rãnh và bùn từ trạm xử lý nước thải đô thị cùng với rác sinh hoạt. Chôn chất thải công nghiệp không độc hại cùng với rác sinh hoạt. Bãi rác vệ sinh chuyên dụng: chôn một loại chất thải chỉ định hay đặc biệt nào đó (tro lò đốt, bùn cống rãnh).

Chất thải theo quy định (designated wastes) 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 và nước ngầm hơn là vấn đề phát tán khí bãi rác và chất lượng môi trường không khí.

a) Bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt hỗn hợp

Một lượng nhất định các chất thải rắn công nghiệp không nguy hại và bùn từ trạm xử lý nước thải được phép đổ ở nhiều bãi chôn lấp thuộc nhóm III. Bùn từ trạm xử lý nước thải chỉ được phép đổ ra bãi chôn lấp nếu đã tách nước nếu đạt nồng độ chất rắn từ 51% trở lên. Ví dụ, ở California, bùn đổ ở bãi chôn lấp CTRSH phải đạt tỷ lệ khối lượng chất thải rắn : 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, hùn công 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 huỷ 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 huỷ được đào lên, dự trữ và lấp đặt lớp lót đáy trước khi sử dụng lại BCL.

b) Bãi chôn lấp chất thải đã nghiền

CTR được nghiền nhỏ trước khi đổ ra bãi chôn lấp. Chất thải đã nghiền có thể tăng khối lượng lên 35% so với chất thải chưa nghiền và không cần che phủ hàng ngày. 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 bãi chôn lấp trong quá trình vận hành.

Những điểm bất lợi chính của phương pháp này là cần có thiết bị nén rác và cũng cần phần bãi chôn thông thường 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 thất hoặc tập trung theo mùa. CTR đã nghiền cũng có thể sản xuất phân hữu cơ dùng làm lớp che phủ trung gian.

c) Bãi chôn lấp những thành phần chất thải riêng biệt

BCL những thành phần chất thải riêng biệt gọi là bãi chôn lấp đơn (monofill). Tro, xỉ măng và những chất thải tương tự, thường định nghĩa là chất thải theo quy định (designated wastes), được chôn ở những bãi chôn lấp riêng để tách biệt chúng với các thành phần khác của chất thải rắn sinh hoạt. Vì tro có chứa một phần nhỏ các chất hữu cơ không cháy, nên mùi sinh ra do quá trình khử sulfate trở thành vấn đề cần quan tâm đối với bãi chôn lấp tro. Để khắc phục mùi từ các bãi chôn lấp tro này cần lắp đặt hệ thống thu hồi khí.

4.5.5. Kiểm soát nước rò rỉ từ BCL

Khi nước thấm qua, CTR sẽ thực hiện quá trình phân huỷ rác và rò rỉ tạo thành dung dịch nhờ các phản ứng hóa học và sinh học.

Nước rò rỉ sinh ra do nước mưa, nước bề mặt chảy tràn, nước tưới tiêu, nước ngấm ngấm vào BCL, nước có sẵn trong rác và nước sinh ra từ các phản ứng hóa sinh phân huỷ các chất hữu cơ. Nước rò rỉ chứa nhiều tạp chất hoá học.

Bảng 4.9. Thành phần nước rò rỉ đối với BCL mới và đã đi vào hoạt động trong thời gian lâu

Thành phần	Giá trị, mg/l (ngoại trừ pH không có đơn vị)		
	BCL hoạt động 2 năm		BCL hoạt động hơn 10 năm
	Khoảng	Giá trị điển hình	
BOD ₅	2.000 – 3.000		
TOC (total organic carbon)	1.550 –	10.000	100 – 200
COD	20.000	6.000	80 - 160
TSS (total suspended solids)	3.000 –	18.000	100 – 500
N hữu cơ (organic nitrogen)	60.000	500	100 – 400
N amoniac (amoniac nitrogen)	200 – 2.000	200	80 – 120
NO ₃ ⁻ (nitrate)	10 – 800	200	20 – 40
Phospho tổng (total phosphorus)	5 – 40	25	5 – 10
Phospho ortho	5 – 100	30	5 – 10
Độ kiềm	4 - 80	20	4 – 8
pH	1.000 –	3.000	200 – 1.000
Độ cứng	10.000	6	1.6 – 7.5
Ca	4.5 – 7.5	3.500	200 – 500
Mg	300 – 10.000	1.000	100 – 400
K	200 – 3.000	250	50 – 200
Na	50 – 1.500	300	50 – 400
Cl ⁻	200 – 1.000	500	100 – 200
SO ₄ ²⁻	200 – 2.500	500	100 – 400
Fe tổng	200 – 3.000	300	20 – 50
	50 – 1.000	60	20 - 200
	50 – 1.200		

(Nguồn: Nguyễn Văn Phước, 2012)

4.5.5.1. Sự biến đổi thành phần nước rò rỉ

Thành phần hóa học của nước rò rỉ thay đổi rất lớn tùy thuộc vào tuổi của BCL và ngay cả thời gian lấy mẫu. Ví dụ, nếu lấy mẫu nước rò rỉ được lấy tại thời điểm hình thành trong pha acid hoá của quá trình phân huỷ thì mẫu sẽ có pH thấp. Mặc khác pH của mẫu sẽ cao (6.5 – 7.5) khi lấy tại thời điểm hình thành trong giai đoạn methane hoá và có giá trị trong khoảng, và các giá trị khác như BOD₅, TOC, COD, và nồng độ các chất dinh dưỡng tương đối thấp. Tương tự, nồng độ của các kim loại nặng sẽ thấp hơn bởi vì ở pH trung tính, khả năng hòa tan của các kim loại nặng thấp trong điều

kiện pH trung tính. Giá trị pH của trong nước rò rỉ không những chỉ phụ thuộc vào nồng độ của các acid mà còn phụ thuộc vào nồng độ khí CO₂ khi tiếp xúc với nước rò rỉ.

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 nằm trong khoảng 0,05 – 0,2 bởi vì nước rò rỉ chứa những thành phần khó hay không phân huỷ sinh học như acid humic, acid fulvic.

Do đặc tính của nước rò rỉ biến đổi rất lớn theo thời gian phân hủy rác, do đó 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.

Bảng 4.10. Các thông số phân tích trong thành phần 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	Phenols	Tổng chất rắn hòa tan TDS	Vi khuẩn
Độ màu	COD	Chất rắn lơ lửng bay hơi	Coliform (tổng; fecal; <i>fecal streptococci</i>)
Độ đục	TOC	VSS	
Nhiệt độ	Acid bay hơi	Cl ⁻	
Mùi	Tannins, lignins	SO ₄ ²⁻	
	N hữu cơ	PO ₄ ³⁻	
	Dầu mỡ	Độ acid và độ kiềm	
	Hợp chất gốc Cl	N – NO ₂	
		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)	
		Arsenic	
		Cyanide	
		Fluoride	
		Selenium	

4.5.5.2. Mô tả các thành phần cân bằng nước trong bãi rác vệ sinh

Các thành phần tạo nên sự cân bằng nước cho một đơn nguyên thể tích bao gồm: nước thâm nhập vào bãi rác từ phía trên (nước mưa, nước tưới,...), độ ẩm của chất thải rắn, độ ẩm của đất bao phủ, nước tiêu thụ cho các phản ứng tạo khí bãi rác. 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:

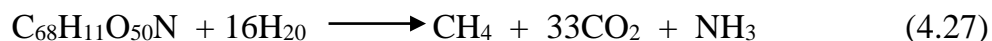
Nước mưa đi vào từ phía trên: chủ yếu là nước mưa thấm xuyên qua lớp vật liệu bao phủ. Một điểm quan trọng nhất khi tiến hành quá trình thiết lập bài toán cân bằng nước là phải xác định được lượng nước mưa thấm xuyên qua lớp vật liệu che phủ sau cùng.

Độ ẩm của chất thải: gồm độ ẩm của bản thân chất thải rắn và độ ẩm hấp phụ từ khí quyển hay mưa khi chứa trong các container. Vào mùa khô, độ ẩm của chất thải có thể bị mất đi tùy thuộc vào điều kiện lưu trữ. Độ ẩm trong rác thải đô thị và thương mại khoảng 20%. Tuy nhiên, vì độ ẩm của chất thải rắn thay đổi theo thời tiết nên cần thiết phải kiểm tra độ ẩm của chất thải 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 đáy của 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 chất thải rắn. Lượng nước bị 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 huỷ 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.

$$P_v \cdot V = nRt \quad (4.28)$$

Trong đó:

P_v : Áp suất hơi bão hoà của nước ở nhiệt độ T, lb/in²

V: Thể tích, ft³

n: Số mole.

R: hằng số = 1543ft.lb/(lb.mole).⁰R

T: nhiệt độ = 460 + T⁰F = ⁰R

a) Khả năng giữ nước của bãi rác (độ giữ nước): là lượng nước có thể giữ lại trong rác dưới tác dụng kéo xuống của trọng lực. Nước rò rỉ là lượng nước tong bãi rác vượt qua khả năng giữ nước. Khả năng giữ nước của bãi rác thay đổi phụ thuộc vào trọng tải tác động và có thể tính toán theo công thức sau:

$$FC = 0.6 - 0.55 \left(\frac{W}{10.000 + W} \right) \quad (4.29)$$

Trong đó:

FC: khả năng giữ nước của bãi rác.

W: trọng tải tác dụng tính lại điểm giữa chiều cao của tầng chất thải rắn trong BCL hợp bãi rác vệ sinh

b) Phương trình cân bằng nước:

$$\Delta S_{SW} = W_{SW} + W_{TS} + W_{CM} + W_{A(R)} - W_{LG} - W_{WV} - W_E - W_{B(L)} \quad (4.30)$$

Trong đó:

ΔS_{SW} : số gia lượng nước chứa trong rác ở bãi rác vệ sinh 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} : lượng nước (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 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 tế bào hay 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 .

c) 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 từ rác theo mô hình sự di chuyển một chiều của nước xuyên qua rác nén và đất như sau:

$$C = M(W_2 - W_1) + \{P(1 - R) - E\}A \quad (m^3/ngày.đêm) \quad (4.31)$$

$$= (0,85P - E)A - 35\%M.$$

Trong đó:

M: khối lượng rác sinh hoạt trung bình ngày T/ngày (cuối giai đoạn thiết kế).

W_2 : độ ẩm của rác sau khi nén = 25%.

W_1 : độ ẩm của rác trước khi nén = 60%.

P: lượng mưa ngày trong tháng lớn nhất, mm/ngày.

R: hệ số thoát nước bề mặt, $R = 0.15$.

E: lượng bốc hơi lấy bằng mm/ngày.

A: diện tích công tác mỗi ngày lấy ở cuối giai đoạn thiết kế, $m^2/ngày$.

Ví dụ: Nước rò rỉ tại BCL

Nước rỉ rác chủ yếu phát sinh từ lượng nước có trong thành phần của rác, lượng nước mưa rơi trên khu vực bãi chôn lấp và lượng nước rác tuần hoàn. Trong quá trình di chuyển của nước trong bãi rác, nó cuốn theo các chất bẩn, hòa tan các chất hữu cơ và vô cơ trong rác, do đó nước rỉ rác có hàm lượng chất ô nhiễm rất cao. Trong bãi chôn lấp hợp vệ sinh, nước rỉ rác được thu gom bằng hệ thống thu gom và đưa về hệ thống xử lý nước rác.

Với ô chôn lấp số 1 có diện tích chôn lấp khoảng 25ha, chiều cao chôn lấp khoảng 25m, tổng lượng rác ước tính khoảng 4,5 triệu tấn rác, trung bình 1 ngày tiếp nhận khoảng 3000 tấn rác. Dùng phương pháp cân bằng nước, tính toán các thành phần nước lưu trữ, đi vào và ra khỏi bãi rác, tính được lượng nước rỉ rác phát sinh trong một ngày khoảng $1200m^3$ với thành phần tính chất như sau:

Thông số	Giá trị	TCVN 6984 - 2001
pH	6 – 8	6 – 8,5
COD, mg/l	≈ 10.000	70
BOD, mg/l	≈ 7.000	35
SS, mg/l	≈ 1.500	80

4.5.6. Kiểm soát khí từ BCL

- 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, có thể sử dụng khí gas có thể sử dụng vào mục đích dân sinh 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 bãi) 1m - 1,5m. Khoảng cách các lỗ khoan thu khí thường từ 50m - 70m 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".

4.5.7. Đóng cửa và giám sát chất lượng môi trường BCL

4.5.7.1. Quan trắc môi trường

Quy định chung

Việc giám sát 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 và tổ chức nhằm theo dõi những biến động môi trường.

Quan trắc môi trường tại BCL bao gồm những khía cạnh sau:

- 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 bãi chôn lấp và đánh giá sự phát thải bên ngoài BCL.
- Chất lượng nước mặt và nước ngầm.
- Tình trạng hoạt động của lớp lót.
- Độ ồn.
- 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 bãi chôn lấp tạo nên.
- Đối với 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:

- Việc giám sát chất lượng nước ngầm xung quanh khu vực BCL là bắt buộc vì những lý do sau đây:

- ✓ 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 2 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.
- ✓ Một 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
- ✓ 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 hoà nước.
- ✓ Ứng với mỗi điểm dân cư trong BCL bố trí ít nhất một trạm quan trắc (giếng khơi hay lỗ khoan).

- Các thông số và tần suất quan trắc nước ngầm tại các giếng khoan trong khu vực BCL ở Việt Nam được đề xuất trong bảng sau:

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 ở thượng lưu cửa xả nước thải của BCL từ khoảng 15 ÷ 20 m.
- ✓ Trạm thứ hai nằm ở hạ lưu cửa xả nước thải sau điểm tiếp nhận nước thải của BCL từ khoảng 15 ÷ 20 m.

- Nếu trong chu vi 1.000 m 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, thêm vào chỉ tiêu oxy hoà tan.

Bảng 4.11. Thông số và tần suất quan trắc giếng nước ngầm tại các BCL

Thông số	Tần suất			
	1 lần / ngày	1 lần / tuần	1 lần / tháng	1 lần / quý
pH	x			
EC	x			
Màu		x		
Độ đục		x		
SS		x		
Tổng cứng			x	
Cl ⁻			x	
Phenol			x	
Dầu mỡ			x	
BOD			x	
COD			x	
N- NO ₃ ⁻			x	
E.coli			x	
Fe				x
Mn				x
Zn				x
Cr				x
Pb				x
Cd				x
Hg				x
CN ⁻				x

(Nguồn: Nguyễn Văn Phước, 2012)

c) Nước thải

Vị trí các trạm quan trắc được bố trí đảm bảo 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.

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 được đề xuất như bảng sau:

Bảng 4.12. Thông số và tần suất giám sát nước rỉ rác tại các BCL

Thông số	Tần suất		
	1 lần / ngày	1 lần / tuần	1 lần / tháng
Thể tích	x		
Nhiệt độ	x		
pH	x		
BOD		x	
COD		x	
SS		x	
N – NH ₄ ⁺		x	
Tổng nitơ		x	
Tổng photpho		x	
Cl ⁻			x
Tổng coliforms			x

(Nguồn: Nguyễn Văn Phước, 2012)

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 hoá 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.

- Chi tiêu phân tích và đối sánh thành phần hoá 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 huỷ tại các BCL, các chất khí như methane, cacbon đioxit, ammonia được giải phóng ra cùng với một lượng nhỏ sulphua hydro, sulphua methyl, methyl mercaptan. Nhằm đảm bảo tính khả thi, chương trình giám sát ô nhiễm không khí cho các BCL được đề xuất như sau:

- Các thông số giám sát: Theo Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN)

✓ Bụi

✓ Methane (CH₄)

✓ Cacbon đioxit (CO₂)

✓ Ammonia (NH₃)

✓ Sulphua hydro (H₂S)

✓ Tiếng ồn

✓ Nhiệt độ

- Vị trí các trạm quan trắc:

Các trạm theo dõi môi trường không khí được bố trí như sau: Bên trong các công trình và nhà làm việc trong phạm vi của BCL cần bố trí mạng lưới tối thiểu 4 điểm giám sát không khí bên ngoài các công trình và nhà làm việc trong phạm vi của BCL.

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 500 m tính từ bãi bãi chôn lấp, nhằm giám sát sự phát tán các khí sinh ra từ bãi chôn lấp vào môi trường gây ảnh hưởng đến dân cư trong vùng.

- Chế độ quan trắc (khi chưa có trạm quan trắc tự động): 3 tháng/lần

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 bãi chôn lấp. Với điều kiện của Việt Nam (có tham khảo các nước xung quanh) thì tần suất giám sát hiện nay là 1 lần/ tháng được xem là hợp lý

- *Theo dõi sức khỏe công nhân viên*

Các bộ công nhân làm việc tại 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):* 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 thăm 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 bãi cho các cơ quan quản lý nhà nước về môi trường.

- *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:* 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:* Thời gian hoạt động của mạng quan trắc được bắt đầu từ khi BCL bắt đầu vận hành đến khi đóng cửa BCL. Sau khi đóng 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 lấy mẫu phân tích và ngừng hoạt động của trạm quan trắc.

- *Thiết bị đo và phương pháp đo:*

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 hoá và nối mạng chung với phòng điều hành của bãi.

4.5.7.2. 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 sao cho 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 việc xây dựng các BCL để chống thấm hoặc để lắp đặt các hệ thống này cần phải được cán bộ chuyên môn kiểm tra khách quan để 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 CQQLNMT nhằm kịp thời phát hiện những trường hợp vi phạm tiêu chuẩn môi

trường trong việc thiết kế, xây dựng, vận hành BCL và 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.

4.5.7.3. Tái sử dụng diện tích BCL

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.

4.6. Câu hỏi ôn tập:

1. Nêu mục đích của quá trình xử lý chất thải rắn và cơ sở lựa chọn phương pháp xử lý?
2. Nêu lợi ích của quá trình thu hồi và tái chế vật liệu thải.
3. Trình bày các phương pháp phân loại chất thải rắn
4. Với mục đích giảm kích thước CTR có thể sử dụng những phương pháp nào.
5. Phân tích các yếu tố tác động đến quá trình đốt chất thải
6. Nêu các công nghệ đốt chất thải được sử dụng phổ biến hiện nay.
7. Nêu nguyên lý của quá trình sản xuất biogas, các yếu tố tác động đến quá trình
8. Nêu nguyên lý của quá trình sản xuất compost, các yếu tố tác động đến quá trình
9. Trình bày phân loại bãi chôn lấp CTR
10. Nêu quy trình chôn lấp chất thải rắn
11. Trình bày các phản ứng xảy ra trong bãi chôn lấp CTR
12. Tính toán lượng khí thải phát sinh, lượng nước rỉ rác từ BCL với dữ liệu cho sẵn.

Phần 2. Quản lý và xử lý chất thải nguy hại

Chương 5. Tổng quan về chất thải nguy hại

5.1. Các khái niệm và thuật ngữ

Theo Luật BVMT 2014 của Việt Nam

Chất thải nguy hại (CTNH) là chất thải chứa yếu tố độc hại, phóng xạ, lây nhiễm, dễ cháy, dễ nổ, gây ăn mòn, gây ngộ độc hoặc có đặc tính nguy hại khác.

Theo UNEP (United Nations Environment Programme)

Chất thải độc hại (CTĐH) là những chất thải (không kể chất thải phóng xạ) có hoạt tính hóa học, hoặc có tính độc hại, cháy nổ, ăn mòn gây nguy hiểm hoặc có thể gây nguy hiểm đến sức khỏe hoặc môi trường khi hình thành hoặc tiếp xúc với các chất thải khác.

Theo Luật khôi phục và bảo vệ tài nguyên của Mỹ (RCRA)

CTĐH là chất rắn hoặc hỗn hợp chất rắn có khối lượng, nồng độ, hoặc các tính chất vật lý, hóa học, lây nhiễm mà khi xử lý, vận chuyển, thải bỏ, hoặc bằng những cách quản lý khác có thể. Chúng gây ra nguy hiểm hoặc tiếp tục tăng nguy hiểm hoặc làm tăng đáng kể số tử vong, hoặc làm mất khả năng hồi phục sức khỏe của người bệnh, làm phát sinh hiểm họa lớn cho con người hoặc môi trường ở hiện tại hoặc tương lai. Thuật ngữ "chất rắn" trong định nghĩa được giải thích bao gồm chất bán rắn, lỏng, và đồng thời bao hàm cả chất khí.

Theo Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (EPA)

Chất thải được cho là nguy hại theo quy định của pháp luật nếu có một hoặc một số tính chất sau:

- Thể hiện đặc tính dễ bắt lửa, ăn mòn, phản ứng, và/hoặc độc hại;
- Là chất thải xuất phát từ nguồn không đặc trưng (chất thải nói chung từ qui trình công nghệ);
- Là chất thải xuất phát từ nguồn đặc trưng (từ các ngành công nghiệp độc hại);
- Là các hóa chất thương phẩm độc hại hoặc sản phẩm trung gian;
- Là hỗn hợp có chứa một chất thải độc hại đã được liệt kê;
- Là một chất được qui định trong RCRA; hoặc
- Phụ phẩm của quá trình xử lý CTĐH cũng được coi là chất thải độc hại trừ khi chúng được loại bỏ hết tính nguy hại.

5.2. Nguồn phát sinh CTNH

Các CTNH có thể phát sinh từ hầu hết các nguồn gốc khác nhau tương tự như CTR, tùy thuộc vào từng lĩnh vực, ngành nghề, công nghệ hay trình độ dân trí mà CTNH được phát sinh với khối lượng, thành phần khác nhau. Các nguồn phát sinh CTNH chính có thể liệt kê như sau:

- Công nghiệp: Các ngành sản xuất công nghiệp là nguồn phát sinh ra CTNH lớn nhất và đang là mối quan tâm lớn hiện nay. So với các nguồn phát sinh khác, nguồn công

ngành mang tính thường xuyên và ổn định nhất, các nguồn từ dân dụng hay sinh hoạt không nhiều, tương đối nhỏ. Có thể dẫn chứng nguồn thải nguy hại qua một số ngành công nghiệp tiêu biểu sau:

- ✓ Ngành công nghiệp hoá chất: dung môi thải, dung môi công nghiệp dùng để hoà tan để tổng hợp các chất mới và dung môi giúp truyền nhiệt tốt, các chất này có tính chất dễ cháy nổ, dễ tham gia các phản ứng thế, độ bay hơi thấp... hầu hết có khả năng ức chế enzyme, cản trở gen, ngăn cản sự phân hoá tế bào dẫn đến bệnh tật...
- ✓ Ngành công nghiệp chế biến sơn: chứa dung môi hữu cơ (mạch vòng có benzen).
- ✓ Ngành sản xuất và gia công kim loại: lò luyện gang, thép, tái chế kim loại đồng, chì... chất thải là các loại khí trong quá trình đốt như dioxin, furan, PCB. Chất thải xi mạ như kim loại nặng Cr, Ni, axit bazơ mạnh...
- ✓ Khai thác khoáng sản: Quặng sắt, quặng sulfua thải, bùn thải và chất thải có chứa dầu, hắc ín thải...
- ✓ Cơ khí: Chất thải có chứa amiăng, xăng - dầu - nhớt thải, sáp - mỡ thải, bùn thải từ thiết bị chặn dầu - tách dầu, bùn thải hoặc chất thải có chứa halogen hữu cơ...
- ✓ Điện: Các thiết bị điện có PCB, CFC, HCFC, HFC, amiăng...
- ✓ Ngành công nghiệp giấy: dung môi hữu cơ chứa Clo như CH_3Cl , CH_2Cl_2 ...; chất thải ăn mòn: axit vô cơ, sơn phết thải (tạo màu cho giấy)...

- Nông nghiệp

- ✓ Trồng trọt: Bao bì thuốc trừ sâu, các thuốc trừ sâu cấm sử dụng, các loại thuốc hết hạn sử dụng...
- ✓ Chăn nuôi: Kim tiêm, vỏ chai thuốc... chứa dược phẩm gây độc tế bào (cytotoxic và cytostatic), gia súc - gia cầm chết do dịch bệnh.

- Các bệnh viện, cơ sở y tế:

- ✓ Các chất thải trong quá trình phẫu thuật người, động vật, bao gồm các bộ phận cơ thể và các tổ chức nội tạng;
- ✓ Các vật nhọn sắc và dễ gãy có tiếp xúc với máu, mù trong quá trình mổ xẻ; các chất lỏng sinh học hoặc giấy thấm đã được sử dụng trong y tế, nha khoa;
- ✓ Các gạc bông băng có máu, mù của bệnh nhân;
- ✓ Các loại ống nghiệm nuôi cấy vi trùng trong các phòng xét nghiệm;
- ✓ Các chất thải ra trong quá trình xét nghiệm;
- ✓ Các loại thuốc quá hạn sử dụng ...

- Các hoạt động sinh hoạt

- ✓ Các thành phần nylon, bao bì bằng chất dẻo: Tỷ lệ nylon, đồ nhựa trong rác thải sinh hoạt chiếm từ 2,7% - 8,8%;

- ✓ Thành phần pin (có chứa thành phần chì và thủy ngân bên trong) hay keo diệt chuột (có chứa thành phần hóa chất độc hại): Những thành phần này chiếm khối lượng không đáng kể nhưng có nguy cơ gây hại không nhỏ;
- ✓ Các chi tiết điện và điện tử thải chứa những bộ phận như pin, ác qui thải ở dạng bẹp, vỡ chiếm từ 0,07 - 1,12%.

5.3. Phân loại CTNH

5.3.1. Phân định, phân loại CTNH ở Việt Nam

Danh mục CTNH và mã CTNH (mã của từng CTNH) quy định tại Phụ lục 1 ban hành kèm theo Thông tư 36/2015/TT-BTNMT về quản lý CTNH.

Mã số quản lý CTNH là mã số của Sở đăng ký chủ nguồn thải CTNH, Giấy phép xử lý CTNH hoặc Giấy phép quản lý CTNH (tên gọi chung cho Giấy phép hành nghề quản lý CTNH, Giấy phép hành nghề vận chuyển CTNH, Giấy phép hành nghề xử lý, tiêu hủy CTNH được cấp theo quy định có trước ngày Thông tư này có hiệu lực thi hành).

Quy định phân định, phân loại CTNH ở Việt Nam:

1. Việc phân định CTNH thực hiện theo quy định tại Phụ lục 1 ban hành kèm theo Thông tư 36/2015/TT-BTNMT về quản lý CTNH và Quy chuẩn kỹ thuật môi trường (sau đây viết tắt là QCKTMT) về ngưỡng CTNH.
2. CTNH phải được chủ nguồn thải phân loại bắt đầu từ các thời điểm:
 - a) Khi đưa vào khu vực lưu giữ CTNH tại cơ sở phát sinh CTNH;
 - b) Khi chuyển giao CTNH đi xử lý bên ngoài cơ sở mà không đưa vào khu vực lưu giữ CTNH tại cơ sở phát sinh CTNH.
3. Trường hợp CTNH được đưa vào tái sử dụng, sơ chế, tái chế, xử lý, đồng xử lý, thu hồi năng lượng tại cơ sở sau khi phát sinh thì dựa vào công nghệ, kỹ thuật hiện có, chủ nguồn thải CTNH được lựa chọn phân loại hoặc không phân loại.

5.3.2. Phân loại theo UNEP

- Nhóm 1: Chất nổ

Nhóm này bao gồm:

- ✓ Các chất dễ nổ, ngoại trừ những chất quá nguy hiểm trong khi vận chuyển hay những chất có khả năng nguy hại thì được xếp vào loại khác.
- ✓ Vật gây nổ, ngoại trừ những vật gây nổ mà khi cháy nổ không tạo ra khói, không văng mảnh, không có ngọn lửa hay không tạo ra tiếng nổ âm ỉ.

- Nhóm 2: Các chất khí nén, hóa lỏng hay hòa tan có áp

Nhóm này bao gồm những loại khí nén, khí hóa lỏng, khí trong dung dịch, khí hóa lỏng do lạnh, hỗn hợp một hay nhiều khí với một hay nhiều hơi của những chất thuộc nhóm khác, những vật chứa những khí, như tellurium và bình phun khí có dung tích lớn hơn 1 lít.

- Nhóm 3: Các chất lỏng dễ cháy

Nhóm 3 bao gồm những chất lỏng có thể bắt lửa và cháy, nghĩa là chất lỏng có điểm chớp cháy lớn hơn hoặc bằng 61 °C.

- Nhóm 4: Các chất rắn dễ cháy, chất có khả năng tự bốc cháy và những chất khi gặp nước sẽ sinh ra khí dễ cháy.

Phân nhóm 4.1. Các chất rắn dễ cháy

- ✓ Chất rắn có thể cháy
- ✓ Chất tự phản ứng và chất có liên quan
- ✓ Chất ít nhạy nổ.

Phân nhóm 4.2. Chất có khả năng tự bốc cháy

- ✓ Những chất tự bốc cháy
- ✓ Những chất tự tỏa nhiệt

Phân nhóm 4.3. Những chất khi gặp nước sẽ sinh ra khí dễ cháy

Những chất khi tiếp xúc với nước sẽ giải phóng những khí dễ cháy có thể tạo thành những hỗn hợp cháy nổ với không khí. Những hỗn hợp như thế có thể bắt nguồn từ bất cứ ngọn lửa nào như ánh sáng mặt trời, dụng cụ cầm tay phát tia lửa hay những ngọn đèn không bao bọc kỹ.

- Nhóm 5: Những tác nhân oxy hóa và các peroxit hữu cơ

Phân nhóm 5.1: Tác nhân oxy hóa

Phân nhóm 5.2: Các peroxit hữu cơ

- Nhóm 6: Chất độc và chất gây nhiễm bệnh

Phân nhóm 6.1: Chất độc

Phân nhóm 6.2: Chất gây nhiễm bệnh

- Nhóm 7: Những chất phóng xạ

Bao gồm những chất hay hợp chất tự phát ra tia phóng xạ. Tia phóng xạ có khả năng đâm xuyên qua vật chất và có khả năng ion hóa.

- Nhóm 8: Những chất ăn mòn

Bao gồm những chất tạo phản ứng hóa học khi tiếp xúc với các mô sống, phá hủy hay làm hư hỏng hàng hóa, công trình.

- Nhóm 9: Những chất khác

Bao gồm những chất và vật liệu mà trong quá trình vận chuyển có biểu hiện mối nguy hại không được kiểm soát theo tiêu chuẩn các chất liệu thuộc nhóm khác. Nhóm 9 bao gồm một số chất và vật liệu biểu hiện sự nguy hại cho phương tiện vận chuyển cũng như cho môi trường, không đạt tiêu chuẩn của nhóm khác.

5.3.3. Phân loại theo nguồn phát sinh

Nguồn chất thải từ sản xuất công nghiệp: Các ngành công nghiệp phát sinh CTNH theo DOMINGUEZ, 1983.

- ✓ Chế biến gỗ
- ✓ Chế biến cao su

- ✓ Công nghiệp cơ khí
- ✓ Sản xuất xà phòng và bột giặt
- ✓ Khai thác mỏ.
- ✓ Sản xuất xà phòng và bột giặt
- ✓ Kim loại đen
- ✓ Công nghiệp sản xuất giấy
- ✓ Lọc dầu
- ✓ Sản xuất thép
- ✓ Nhựa và vật liệu tổng hợp
- ✓ Sản xuất sơn và mực in
- ✓ Hóa chất BVTV.

5.3.4. Phân loại theo đặc điểm chất thải nguy hại

- Phân loại dựa vào dạng hoặc pha phân bố (rắn, lỏng, khí)
- Chất hữu cơ hay chất vô cơ
- Nhóm hoặc loại chất (dung môi hay kim loại nặng)

5.3.5. Phân loại theo mức độ độc hại

Dựa vào giá trị liều gây chết 50% số động vật thực nghiệm (LD₅₀). Tổ chức Y tế thế giới phân loại theo bảng dưới đây:

Bảng 5.1. Phân loại CTNH theo mức độ độc hại

Cấp độ	LD ₅₀ đối với chuột lang (mg/kg cân nặng)			
	Qua miệng		Qua da	
	Dạng rắn	Dạng lỏng	Dạng rắn	Dạng lỏng
I A (rất độc)	<5	<20	<10	<40
I B (độc cao)	5-20	20-200	10-100	40-400
II (độc trung bình)	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
III (ít độc)	>500	>2000	>1000	>4000

5.3.6. Hệ thống phân loại theo danh sách US-EPA

US-EPA đã liệt kê theo danh mục hơn 450 chất thải được xem là CTNH. Trong các danh mục này, mỗi chất thải được ấn định bởi một kí hiệu nguy hại của US-EPA bao gồm một chữ cái và ba chữ số đi kèm. Các chất thải được chia theo bốn danh mục: F, K, P, U. Danh mục được phân chia như sau:

Danh mục F- chất thải nguy hại thuộc các nguồn không đặc trưng. Đó là các chất được tạo ra từ sản xuất và các qui trình công nghệ. Ví dụ halogen từ các quá trình tẩy nhờn và bùn từ quá trình xử lý nước thải của ngành mạ điện.

Danh mục K - chất thải từ nguồn đặc trưng. Đó là chất thải từ các ngành công nghiệp tạo ra sản phẩm độc hại như: sản xuất hoá chất bảo vệ thực vật, chế biến gỗ, sản xuất hoá chất. Có hơn 100 chất được liệt kê trong danh sách này.

Ví dụ: cặn từ đáy tháp chưng cất anilene, dung dịch ngâm thép từ nhà máy sản xuất thép, bụi lắng trong tháp xử lý khí thải, bùn từ nhà máy xử lý nước thải...

Danh mục P và U: chất thải và các hoá chất thương phẩm nguy hại. Nhóm này bao gồm các hoá chất như clo, các loại axit, bazơ, các loại hoá chất bảo vệ thực vật...

5.4. Thành phần, tính chất của CTNH

5.4.1. Thành phần CTNH

CTNH phát sinh từ hoạt động công nghiệp là nguồn phát sinh lớn nhất và thành phần CTNH phụ thuộc rất nhiều vào loại ngành công nghiệp.

Bảng 5.2. Một số ngành công nghiệp và các loại chất thải

Công nghiệp	Loại chất thải
Sản xuất hóa chất	Dung môi thải và cặn chưng cất: benzene, xylene, toluene, ethanol, acetone, tetrahydrofuran, methylene chloride... Chất thải dễ cháy Chất thải chứa axit/bazo mạnh: HBr, HCl, H ₂ SO ₄ , NaOH, KOH Các chất thải hoạt tính khác: KMnO ₄ , Na ₂ SO ₃ , NaClO, K ₂ SO ₃ ... Phát sinh từ xử lý bụi, bùn Xúc tác đã qua sử dụng
Xây dựng	Sơn thải cháy được Các chất thải dễ cháy Dung môi thải Chất thải chứa axit/bazo mạnh
Sản xuất gia công kim loại	Dung môi thải và cặn chưng cất Chất thải chứa axit/bazo mạnh Chất thải xi mạ Bùn thải chứa kim loại nặng từ hệ thống xử lý nước thải Chất thải chứa cyanide Chất thải cháy được Các chất thải hoạt tính khác
Công nghiệp giấy	Dung môi hữu cơ chứa clo Chất thải ăn mòn Sơn thải Dung môi

(Nguồn: David H.F. Liu, Bela G. Liptak, *Environmental Engineers' Handbook second edition*, Lewis Publishers, 1997.)

5.4.2. Tính chất CTNH

Bốn tính chất của CTNH là:

- Chất thải dễ cháy (Ignitable wastes): các chất thải dễ cháy là các chất lỏng có nhiệt độ chớp cháy nhỏ hơn 60°C hoặc chất rắn có khả năng gây cháy ở nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn.
- Chất thải ăn mòn (Corrosive wastes): các chất thải ăn mòn là các chất lỏng có pH thấp hơn 2 hoặc trên 12,5, hoặc ăn mòn thép ở tốc độ hơn 0,25 inches/năm.
- Chất thải phản ứng (Reactive wastes): các chất thải phản ứng thường là các chất không ổn định, phản ứng mãnh liệt với nước hoặc không khí, hoặc tạo thành hỗn hợp có khả năng nổ với nước. Loại chất thải này cũng bao gồm các chất thải có thể bốc khói khi trộn với nước và các chất có thể gây cháy nổ.
- Chất độc (Toxicity): tính chất của chất độc khó xác định hơn. Mục đích của thông số này là để xác định xem các thành phần độc hại trong mẫu chất thải rắn sẽ thấm vào nước ngầm nếu chất thải được đặt trong bãi chôn lấp chất rắn đô thị.

5.5. Câu hỏi ôn tập

Câu 1. CTNH là gì?

Câu 2. Xác định nguồn gốc phát sinh CTNH.

Câu 3. Trình bày cách phân loại CTNH theo các cách khác nhau.

Câu 4. Liệt kê thành phần CTNH phát sinh từ các ngành công nghiệp khác nhau.

Câu 5. Trình bày các tính chất của CTNH?

Chương 6. Vấn đề an toàn trong thu gom, lưu giữ và vận chuyển chất thải nguy hại

6.1. Thu gom, đóng gói và dán nhãn CTNH

Đây là khâu có ý nghĩa rất lớn đến công nghệ xử lý sau này, cũng như an toàn trong vận chuyển và lưu giữ. Việc thu gom, đóng gói và dán nhãn thích hợp sẽ làm giảm nguy cơ (cháy, nổ, gây độc hại) cho các quá trình tiếp theo như lưu giữ và vận chuyển cũng như nhận diện loại chất thải để từ đó đưa ra các biện pháp ứng cứu thích hợp.

6.1.1. Các loại bao gói và vật chứa CTNH

Việc đóng gói các CTNH được chia thành hai nhóm: đóng gói để vận chuyển và đóng gói để lưu giữ.

Việc đóng gói chất thải sẽ được thực hiện bởi chủ nguồn thải, do vậy các chủ thải có thể tận dụng bao bì chứa nguyên liệu (sau khi dùng trong quá trình sản xuất sẽ trở thành chất thải) để làm thùng chứa. Tuy nhiên, dù dùng bao bì mới hay bao bì tận dụng thì khi đóng gói các CTNH cần phải thỏa mãn các quy định sau:

- Bao bì phải được đóng kín và ngăn ngừa rò rỉ khi vận chuyển. Không để CTNH dính bên ngoài bao bì.
- Bao bì mới, bao bì tái sử dụng hay bao bì đã được sửa chữa phục hồi đều phải thỏa mãn các yêu cầu thử nghiệm về tính năng (tính ăn mòn, tính chịu ma sát,...) và về các chi tiết kỹ thuật (áp suất, nhiệt độ,...) của bao bì được phép sử dụng. Các bao bì phải được kiểm tra để đảm bảo chắc chắn không bị mài mòn, nhiễm bẩn hay hư hại gì cả. Bao bì nào có biểu hiện giảm độ bền so với thiết kế cho phép thì không được sử dụng, nếu không phải sửa chữa, hiệu chỉnh để có thể chịu được các thử nghiệm theo quy định.
- Bao bì (kể cả phụ tùng đi kèm như nắp, vòi, vật liệu bịt kín,...) tiếp xúc trực tiếp với CTNH phải có độ bền vững và không tương tác hóa học hay tác động của chất khác nhau.
- Vật liệu và hình dáng bao bì phải có cấu trúc thích hợp để có thể chịu được rung động. Nắp chai, nút bấc hay các bộ phận đóng kín dạng ma sát phải được giữ chặt, an toàn và hiệu quả bằng phương tiện chắc chắn. Bộ phận đóng nắp phải được thiết kế sao cho không xảy ra tình trạng đóng không kín hoàn toàn, đồng thời có thể dễ dàng kiểm tra độ kín.
- Chất thải lỏng nguy hại (ngoại trừ chất thải lỏng dễ cháy) đựng trong các dụng cụ/chai lọ có dung tích nhỏ phải được sắp xếp sao cho phần nắp bao bì phải hướng lên phía trên và phải dùng nhãn chỉ hướng dẫn biểu thị thẳng đứng của bao bì.
- Phải có đủ chỗ trống để dán nhãn và những dấu hiệu theo tiêu chuẩn hoặc tuân thủ theo các luật định.

Bao gói theo tiêu chuẩn của Liên hợp quốc: Mọi bao bì chuẩn của Liên hợp quốc phải được đánh dấu bằng dấu chứng nhận thích hợp của Liên hợp quốc, trong đó bao gồm

mã chữ và số nhận dạng, có chữ UN đứng trước. Ngoài ra bao bì chuyên dụng cần phải được đóng dấu bằng một chữ để chỉ thị cấp độ của nhóm bao bì.

Ví dụ:

- ✓ X thể hiện cấp độ của nhóm bao bì I, và có thể sử dụng cho nhóm bao bì II và III
- ✓ Y thể hiện cấp độ của nhóm bao bì II, và có thể sử dụng cho nhóm bao bì III
- ✓ Z thể hiện cấp độ của nhóm bao bì III, và không thể sử dụng cho các nhóm bao bì khác.



Hình 6.1. Đóng gói chất thải nguy hại

Các vật chứa CTNH phải được tuân theo các yêu cầu sau:

- Vật chứa phải nguyên vẹn, có thể đóng kín và không bị hư hại hay rò rỉ
- Nếu vật chứa là các thùng thì dung tích thùng chứa thường là 200 lít, vật liệu thùng chứa được làm bằng plastic hoặc kim loại nếu thích hợp. Tránh sử dụng các vật chứa có thể tích lớn hơn.
- Vật chứa CTNH phải làm từ vật liệu trơ, tức là không phản ứng với chất thải. Ví dụ các chất thải có tính ăn mòn cao sẽ phản ứng với thùng chứa làm bằng kim loại, thùng có thể bị hỏng và chất thải có thể phát thải ra xung quanh, vì vậy chất thải có tính ăn mòn cần được chứa trong các thùng làm bằng plastic, hoặc các thùng kim loại được lót plastic.
- Các vật chứa cũng luôn được đóng kín để tránh mọi rò rỉ hoặc tránh bị tràn trong quá trình lưu trữ, vận chuyển.
- Vật chứa CTNH phải được dán nhãn ghi rõ chất được chứa bên trong, các yêu cầu về xử lý và những nguy hại xảy ra nếu không được xử lý hợp lý cũng phải được thông tin trên nhãn.
- Phải đảm bảo rằng tất cả vật chứa ở trong điều kiện tốt, đóng nắp hợp lý và được dán nhãn hợp lý.

- Các loại CTNH ở dạng lỏng có thể giãn nở khi gặp nhiệt, do đó mọi vật chứa dành cho vật liệu nguy hại lỏng phải có khoảng trống hoặc không gian hơi. Nói một cách khác bao bì không được để đầy hoàn toàn.

Ngoài các yêu cầu về khoảng không, CTNH lỏng còn phải được đóng kín và chắc chắn. Một bao bì tổ hợp chứa vật liệu nguy hại lỏng phải được đóng gói sao cho mặt đóng kín của vật chứa bên trong phải được đứng thẳng. Các yêu cầu về đóng kín đối với CTNH lỏng bao gồm:

- ✓ Đóng kín và chắc chắn
- ✓ Bao bì bên trong được giữ thẳng đứng
- ✓ Có đệm nếu cần thiết
- ✓ Được đóng kín theo một cách thức thích hợp và có thể lặp lại
- ✓ Được đóng kín theo như yêu cầu từ chỉ dẫn của nhà sản xuất, nếu có thể

- Các vật liệu của bồn hay thùng chứa phải được lựa chọn dựa trên cơ sở xem xét khả năng gây phá hủy vật liệu của thành phần chất thải. Một số vật liệu có thể bị ăn mòn, vì thế một số vật liệu đặc biệt có thể cần thiết để lưu giữ kín. Yêu cầu cơ bản về các thùng chứa phải có các đặc điểm sau:






- ✓ Phải trơ và không phản ứng với các chất chứa bên trong
- ✓ Có khả năng chống được sự ăn mòn của các chất chứa bên trong
- ✓ Có thể chịu được va chạm
- ✓ Không bị rò rỉ, hư hỏng về cấu trúc, không bị gỉ
- ✓ Có thể đóng kín khít, chất thải không bị thoát ra
- ✓ Phù hợp với trọng lượng chất thải và không chứa đầy





6.1.2. Dán nhãn và cảnh báo chất thải nguy hại





Việc dán nhãn trên các thùng chứa và sử dụng biển báo trên phương tiện vận chuyển có ý nghĩa rất quan trọng. Thực hiện tốt công tác này sẽ giúp tránh được các sự cố trong quá trình bốc dỡ, phân bố chất thải trong kho lưu giữ, vận chuyển và giúp cho việc lựa chọn biện pháp ứng cứu thích hợp khi có sự cố xảy ra.



Tùy theo tiêu chuẩn qui định của mỗi nước mà dấu hiệu cảnh báo phòng ngừa (nhãn) có thể có hình dạng, màu sắc và mã số khác nhau. Tại Việt Nam, dấu hiệu cảnh báo phòng ngừa và mã số chất thải có thể tham khảo TCVN 6706,6707-2000. Tuy nhiên do một số hàng hóa nhập về nhãn và dấu hiệu cảnh báo thường được dán theo qui định của nước sản xuất hay của Liên Hợp Quốc, vì vậy hiện nay trong lĩnh vực quản lý chất thải tại Việt Nam các thùng chứa chất thải (đặc biệt là các sản phẩm quá hạn sử dụng) sẽ vẫn mang các dấu hiệu cảnh báo theo xuất xứ ban đầu của nó. Do đó trong công tác quản lý chất thải nguy hại, nên hết sức chú ý đến các trường hợp này nhằm tránh các sai lầm đáng tiếc có thể xảy ra. Mã số của chất thải và dấu hiệu cảnh báo phòng ngừa theo công ước Basel, EPA và TCVN6707-2000 được trình bày trong bảng 6.1.

Bảng 6.1 Mã số và dấu hiệu phòng ngừa cảnh báo

TT	Loại		ý nghĩa	Biểu tượng và lời.	Dấu hiệu cảnh báo đối với chất thải nguy hại
	Theo TCVN 6706:2009	Theo mã số Basel			
6.1			Cảnh báo chung về sự nguy hiểm của chất thải nguy hại	Dấu chấm than. Lời: Chất thải nguy hại! (Có thể sử dụng kết hợp với dấu hiệu 6.6)	 CHẤT THẢI NGUY HẠI!
6.2.	3	H 1	Dễ nổ. Cảnh báo về nguy cơ dễ nổ nhất của chất thải	Bom nổ	
6.3	1	H 3	Dễ cháy.Cảnh báo về nguy cơ dễ cháy của chất nổ	Ngon lửa	
6.3.1	1	H 3	Cảnh báo chất thải là chất lỏng dễ cháy	Ngon lửa. Lời: Chất lỏng dễ cháy!	 CHẤT LỎNG DỄ CHÁY!
6.3.2	1	H 4.1	Cảnh báo chất thải là chất rắn dễ cháy	Ngon lửa.Lời: Chất rắn dễ cháy!	 CHẤT RẮN DỄ CHÁY!

TT	Loại		ý nghĩa	Biểu tượng và lời.	Dấu hiệu cảnh báo đối với chất thải nguy hại
	Theo TCVN 6706:2009	Theo mã số Basel			
6.3.3	1	H 4.2	Cảnh báo về chất thải Dễ nổ - Dễ cháy	Ngọn lửa.Lời: Dễ nổ - Dễ cháy	 <p>ĐỀ NỔ - ĐỀ CHÁY!</p>
6.3.4	1	H 4.3	Cảnh báo về chất tạo khí dễ cháy khi tiếp xúc với nước	Ngọn lửa Lời: Dễ cháy! Không được tiếp xúc với nước!	 <p>ĐỀ CHÁY! KHÔNG ĐƯỢC TIẾP XÚC VỚI NƯỚC!</p>
6.4	4	H 5.1	Cảnh báo về chất thải có chất oxy hóa	Ngọn lửa trên vòng tròn.Lời: Chất oxy hóa	 <p>CHẤT OXY HÓA!</p>
6.5	4	H 5.2	Cảnh báo về chất thải có chứa peoxit hữu cơ là chất oxy hóa mạnh	Ngọn lửa trên vòng tròn.Lời: Peoxit hữu cơ! Chất oxy hóa mạnh	 <p>PEOXIT HỮU CƠ! CHẤT OXY HÓA MẠNH</p>

TT	Loại		ý nghĩa	Biểu tượng và lời.	Dấu hiệu cảnh báo đối với chất thải nguy hại
	Theo TCVN 6706:2009	Theo mã số Basel			
6.6	5	H 6.1	Cảnh báo về chất thải có chứa các chất độc hại (chất thải nguy hại)	Xương sọ và hai khúc xương bắt chéo.	
6.6.1	5	H 6.1	Cảnh báo về chất thải có chứa các chất gây độc cấp tính	Xương sọ và hai khúc xương bắt chéo. Lời: Rất độc!	
6.6.2	5	H 10	Cảnh báo về chất thải chứa các chất có thể giải phóng ra khí độc khi gặp nước	Xương sọ và hai khúc xương bắt chéo. Lời: Khí độc! Không được tiếp xúc với nước	
6.7	7	H 6.2	Cảnh báo về chất thải có chứa chất gây bệnh hoặc nguồn vi trùng gây bệnh	Ba vòng khuẩn lạc Lời: Lây nhiễm trùng!	

TT	Loại		ý nghĩa	Biểu tượng và lời.	Dấu hiệu cảnh báo đối với chất thải nguy hại
	Theo TCVN 6706:2009	Theo mã số Basel			
6.8	6	H 12	Cảnh báo về chất thải có chứa các thành phần độc hại cho hệ sinh thái	Cây không lá, con cá chết. Lời: Độc cho hệ sinh thái!	 ĐỘC CHO HỆ SINH THÁI !
6.9	2	H 8	Cảnh báo về chất thải có chứa các chất ăn mòn	Bàn tay trần và mẫu kim loại bị chất lỏng từ hai ống nghiệm rơi xuống. Lời: ăn mòn!	 ĂN MÒN !

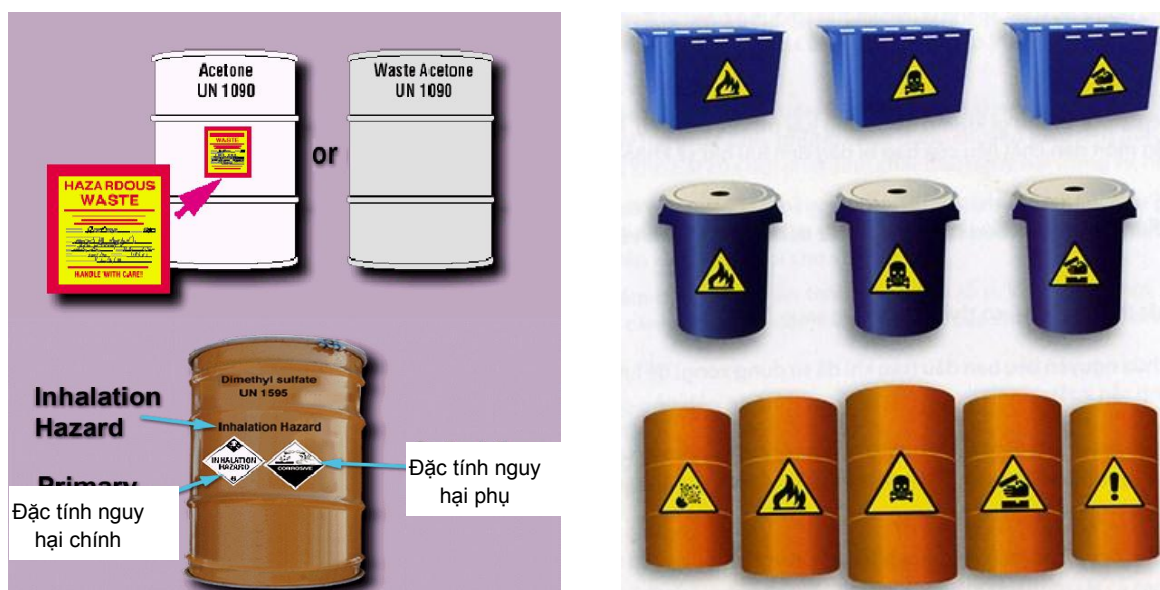
Nhìn chung khi dán nhãn hay treo biển báo cảnh báo chất thải nguy hại cần tuân thủ các qui định chung như sau:

- Mọi chất thải nguy hại phải được dán nhãn. Vật liệu làm nhãn và mực in trên nhãn phải bền trong điều kiện vận chuyển thông thường và bảo đảm còn rõ ràng và dễ nhận ra bất kỳ lúc nào. Trên thế giới thường chia ra làm hai loại nhãn:

- ✓ Nhãn báo nguy hiểm (có dạng hình vuông đặt nghiêng 450) được qui định dán cho hầu hết các chất nguy hại trong tất cả các nhóm. Nhãn nêu loại chất nguy hại biểu diễn bằng hình ảnh và chữ viết.
- ✓ Nhãn chỉ dẫn bảo quản (handling label) (có nhiều dạng hình chữ nhật khác nhau) được đặt một hình hoặc kèm thêm nhãn nguy hiểm đối với vài chất nguy hại. Nhãn hướng dẫn bảo quản nêu các tính chất cần chú ý (như tính dễ vỡ, có hoạt tính,..) điều kiện bảo quản khi vận chuyển, lưu giữ hay sử dụng.
- ✓ Tất cả các nhãn trên thùng hàng chứa chất nguy hại phải có hình dạng, màu sắc, ký hiệu và chữ viết theo đúng qui định. Kích cỡ tối thiểu của các nhãn là 10cmx10cm tương ứng với khoảng cách xa có thể nhìn thấy được là 1 mét.
- ✓ Nhãn nguy hại chính là nhãn chỉ mỗi nguy hại chính. Nếu một chất có nhiều dạng nguy hại thì phải dùng thêm nhãn nguy hại phụ kèm theo. Nhãn chỉ mỗi nguy hại chính có ghi chữ chỉ đặc tính hay mức độ tác động của chất thải nguy hại.

Ví dụ: các hợp chất peroxit hữu cơ là tác nhân ôxy hóa nhóm 4.1 có nguy hại thứ cấp thuộc nhóm 8 (chất ăn mòn) (theo bảng 6.1), do đó nó phải được dán hai nhãn nguy hại.

- ✓ Các kiện hàng hình trụ nhỏ phải có chu vi sao cho nhãn dán không phủ lên chính nó.
- ✓ Các mũi tên vì lý do khác mà không biểu thị định hướng đóng gói của kiện hàng chứa chất lỏng nguy hại thì không được hiển thị trên kiện hàng.
- ✓ Mọi nhãn phải được in hay dán chắc chắn trên bao bì để nhận biết, rõ ràng và không bị che khuất bởi bất kỳ phần nào trên bao bì hay bị che bởi nhãn khác.
- ✓ Các nhãn không được gấp nếp hay không được dán theo cách mà các phần của nhãn nằm trên các mặt khác nhau của kiện hàng. Nếu bề mặt kiện hàng không đủ chỗ thì chấp nhận dùng móc gắn kèm nhãn lên kiện hàng.
- ✓ Nhãn báo nguy hại phụ, nếu có phải dán ngay bên cạnh nhãn nguy hại chính
- ✓ Khi dùng nhãn định hướng ít nhất phải sử dụng hai nhãn dán ở hai mặt đối diện nhau của kiện hàng và hướng mũi tên phải chỉ đúng.
- ✓ Các nhãn theo các quy định thích hợp khác không được làm rối hay mâu thuẫn với qui định trên.
- ✓ Mọi kiện hàng phải được ghi tên thích hợp khi vận chuyển bằng đường thủy theo đúng hướng dẫn của Liên Hợp Quốc và ghi số chỉ định quốc tế sau ký hiệu “UN”.



Hình 6.2 Quy định về dán nhãn và cảnh báo CTNH

6.2. An toàn trong lưu giữ chất thải nguy hại

Việc lưu giữ, tồn trữ một lượng lớn và nhiều loại chất thải nguy hại là một việc làm cần thiết tại các nhà máy quản lý chất thải nguy hại hay đôi khi ngay tại nơi phát sinh chất thải nguy hại. Trong quá trình lưu giữ, các vấn đề cần quan tâm là phân khu lưu giữ và các điều kiện thích hợp liên quan đến kho lưu giữ.

Việc phân kho lưu giữ nhất thiết phải quan tâm đến tính tương thích của các loại chất thải nguy hại. Công việc này góp phần làm tăng tính an toàn của kho lưu giữ tránh các sự cố gây ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và con người.

Đối với kho lưu giữ vấn đề cần quan tâm là kho phải có các điều kiện thích hợp đặc biệt cả về vị trí, kết cấu, kiến trúc công trình nhằm bảo đảm an toàn hàng hóa khi lưu giữ an toàn cho cộng đồng và môi trường xung quanh. Trong đó mỗi nguy hại cần được chú trọng nhất là an toàn cháy nổ.

Quy trình lưu giữ chất thải nguy hại được cho bởi hình 6.3 như sau:



Hình 6.3 Quy trình lưu giữ và xử lý chất thải nguy hại

- (1) Xe vận chuyển chất thải nguy hại
- (2) Cơ sở xử lý chất thải nguy hại
- (3) Kiểm tra tình trạng chất thải đối chiếu với chứng từ quản lý CTNH
- (4) Bóc dỡ đưa vào kho chứa CTNH theo đúng chủng loại và khu vực lưu chứa
- (5) Xuất kho đưa vào khu vực xử lý

6.2.1. Lựa chọn vị trí kho lưu giữ chất thải nguy hại

Vị trí kho lưu giữ nên được chọn lựa dựa theo các yêu cầu chính như sau:

- Nếu chọn vị trí đặt nhà kho nằm trong khu dân cư, loại hàng hóa cần phải bảo quản phải không được thải vào không khí các chất độc hại, không gây tiếng ồn và các yếu tố có hại khác vượt mức qui định hiện hành về vệ sinh môi trường.
- Khi định vị nhà kho nằm trên đất xây dựng, phải bảo đảm yêu cầu công nghệ bảo quản hàng hóa.
- Nếu được, nên bố trí khu lưu giữ chất nguy hại ở bên ngoài nhà xưởng sản xuất. Chất nguy hại khi được lưu giữ trong nhà xưởng thì phải cách xa phương tiện sản xuất dùng cho chất không dễ bắt lửa tối thiểu là 3 mét và phải cách chất dễ cháy hay nguồn dễ bắt lửa ít nhất là 10 mét.
- Đảm bảo khoảng cách cho xe lấy hàng cũng như xe chữa cháy ra vào dễ dàng.



Hình 6.4 Kho lưu giữ chất thải nguy hại

6.2.2. Các yêu cầu chung đối với kho lưu giữ

Chất thải nguy hại cần được lưu giữ theo cách thức an toàn và hợp lý. Nhìn chung khu vực lưu giữ CTNH cần phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Chất thải nguy hại phát sinh từ các hoạt động khác nhau trong cơ sở công nghiệp cần được lưu giữ hợp lý trước khi xử lý và/ hoặc tiêu hủy
- Việc phân khu lưu giữ phải được tính toán, cân nhắc tới tính tương thích của CTNH. Vì điều này sẽ đảm bảo tính an toàn cho các kho lưu giữ tránh các sự cố gây ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và tránh nguy hại tới con người.

Thời gian lưu giữ tạm thời tùy thuộc vào từng quốc gia. Ở các nước Tây Âu, thời gian lưu giữ tạm thời thường trong khoảng từ 28 ngày đến 90 ngày. Ở Mỹ, thời gian lưu giữ tạm thời từ 90 ngày đến 180 ngày phụ thuộc vào lượng CTNH được phát sinh. Ở một số nước Châu Âu cho phép thời gian lưu giữ không xác định. Ở Việt Nam, theo QCVN 07:2010 “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về các công trình hạ tầng kỹ thuật đô thị”, việc lưu giữ CTNH được quy định như sau:

- Nơi lưu chứa chất thải rắn y tế nguy hại ở các cơ sở y tế phải tuân theo quy định của Quy chế quản lý chất thải y tế do Bộ Y tế ban hành, thời gian lưu chứa chất thải rắn y tế nguy hại không được quá 48 giờ.
- Nơi lưu chứa chất thải rắn công nghiệp nguy hại tại các cơ sở phát sinh phải được bố trí ở các khu vực riêng biệt, có kết cấu bao che và các phương tiện an toàn phòng chống cháy, nổ. Thời gian lưu chứa chất thải công nghiệp nguy hại không được vượt quá 3 tháng đối với các cơ sở phát sinh nguồn thải nhỏ (lượng chất thải phát sinh đến 1 tấn/tháng) và không được quá 1 tháng đối với các cơ sở phát sinh nguồn thải lớn (lượng chất thải phát sinh lớn hơn 1 tấn/tháng).
- Chất thải nguy hại phải được lưu chứa trong các khu vực an toàn có lối ra vào được kiểm soát, chỉ những người có phận sự và được huấn luyện về quy trình xử lý mới được ra vào địa điểm lưu giữ. Vật chứa cần được xếp đặt sao cho có thể kiểm tra để phát hiện các dấu hiệu rò hoặc hư hỏng ở từng vật chứa. Các vật chứa bị rò hoặc hư hỏng cần được loại bỏ và chuyển các chất được chứa bên trong sang vật chứa thích hợp.
- Các khu vực lưu giữ phải được duy trì ở trạng thái khô ráo, không bị ẩm ướt, ngập lụt và được thông khí đầy đủ, các hóa chất được đặt ở trên tầm mắt.
- Các chất lỏng có tính ăn mòn hoặc có hoạt tính cao được chứa trong các khay chống tràn. Khay phải có khả năng giữ mọi chất thải lỏng trong trường hợp vật chứa bị vỡ, không để quá nhiều vật chứa trong một khay.
- Nhân viên làm việc trong khu lưu giữ CTNH phải được bảo vệ để không tiếp xúc với các chất thải. Các nhân viên này cần được cung cấp quần áo bảo hộ như quần áo chống thấm, mũ, kính, găng tay,... Các thiết bị sử dụng trong trường hợp khẩn cấp như thiết bị hô hấp, thiết bị cứu thương, vòi phun, thuốc rửa mắt,... cũng phải có sẵn.
- Cổng vào và ra của khu vực lưu giữ phải được kiểm soát để ngăn không cho các chất bị rò hoặc bị tràn thoát ra và ngăn không cho nước mưa chảy vào.

6.2.3. Các nguyên tắc thiết kế kho lưu giữ chất thải nguy hại

Kho lưu giữ chất nguy hại phải được thiết kế sao cho nguy cơ cháy hay đổ tràn là thấp nhất và phải bảo đảm tách riêng các chất không tương thích.

Nhà kho phải được thiết kế tùy thuộc vào chất thải nguy hại cần được bảo quản theo nguy cơ nổ, cháy nổ và cháy, như đã qui định trong TCVN-2622:1978. Nhà kho có thể dùng để bảo quản một hoặc một số loại hàng hóa nhưng phải bảo đảm yêu cầu công nghệ và tuân thủ TCVN-2622:1978.

a) Phòng chống cháy nổ

Theo quy chuẩn xây dựng Việt Nam, các nguyên tắc cơ bản để thiết kế nhà kho được ghi trong qui định TCVN 4317-86 và những qui định tại một số TCVN khác. Ngoài những qui định chung về kết cấu công trình, thiết kế các kho lưu giữ chất nguy hại cần đặc biệt quan tâm đến các tiêu chuẩn phòng chống cháy nổ:

- Tính chịu lửa
- Ngăn cách cháy
- Thoát hiểm
- Vật liệu trang trí, hoàn thiện, cách nhiệt
- Hệ thống báo cháy
- Hệ thống chữa cháy
- Phòng trực chống cháy

b) Vật liệu xây dựng

Vật liệu xây dựng kho phải là vật liệu không dễ bắt lửa và khu nhà phải được gia cố chắc chắn bằng bê tông hay thép. Tốt hơn nên bọc cách nhiệt khung thép. Vật liệu cách nhiệt phải là vật liệu không bắt lửa chẳng hạn như len khoáng hay bông thủy tinh. Vật liệu thích hợp nhất vừa chống cháy vừa làm tăng độ bền và độ ổn định là bê tông, gạch đặc hay gạch bê tông. Ống dẫn hay dây điện bắt xuyên qua tường chống cháy phải được đặt trong các ống chậm bắt lửa.

c) Kết cấu và bố trí kiến trúc công trình

Kết cấu bố trí kiến trúc công trình nên tuân thủ một số nguyên tắc sau:

- Bất kỳ khu vực kín và rộng nào cũng phải có lối thoát hiểm theo ít nhất hai hướng. Lối thoát hiểm phải được chỉ dẫn rõ ràng (bằng bảng hiệu và sơ đồ...) và được thiết kế dễ dàng thoát ra trong trường hợp khẩn cấp. Cửa thoát hiểm dễ mở trong bóng tối hay trong lớp khói dày đặc và tốt hơn nên trang bị hành lang thoát hiểm.
- Kho chứa phải được thông gió tốt có lưu ý đến chất lưu giữ, thích hợp là để hở trên mái, trên tường bên dưới mái hay gần sàn nhà.
- Sàn kho không thấm chất lỏng. Sàn phải bằng phẳng nhưng không trơn trượt và không có khe nứt để dễ lau chùi và có thể chứa nước rò rỉ, chất lỏng bị đổ tràn hay nước chữa cháy đã bị nhiễm bẩn, ví dụ tạo các gờ hay lề bao quanh.

- Trong kho lưu giữ chất độc phải tránh dùng đường cống hở để ngăn ngừa sự phóng thích không kiểm soát được các chất bị đổ hay nước chữa cháy đã nhiễm bẩn. Mọi đường cống phải được dẫn đến hố ngăn để xử lý loại bỏ sau.

d) Các thiết bị, phương tiện an toàn tại kho lưu giữ

- Lắp đặt các phương tiện chiếu sáng và thiết bị điện khác tại vị trí cần thiết và bảo trì bởi thợ điện có năng lực, không được phép lắp đặt tạm thời. Mọi trang thiết bị điện phải được nối đất và có bộ ngắt mạch khi rò điện, bảo vệ quá tải.

- Nơi lưu giữ dung môi có nhiệt độ bắt cháy thấp hay bụi hóa chất mịn thì phải sử dụng thiết bị chịu lửa.

- Các thiết bị dụng cụ ứng cứu sự cố được trang bị đầy đủ (cát khô, đất khô, bình chữa cháy,...)

6.2.4. Lưu giữ chất thải nguy hại bên ngoài nhà kho

Khi không có điều kiện mà phải lưu giữ chất thải nguy hại ngoài trời, cần tuân thủ một số nguyên tắc sau:

- Khi lưu giữ chất nguy hại ngoài trời phải có mái che mưa, nắng. Các thùng chứa phải đặt thẳng đứng trên gỗ lót, phải lưu giữ các thùng sao cho luôn có đủ đường ra, vào để chữa cháy. Thùng lưu giữ trên mặt đất phải được đặt trong khu vực có đấp gờ ngăn cách có thể tích không nhỏ hơn 110% thùng lớn nhất đặt bên trong.

- Các chất thải nguy hại chứa trong thùng trên mặt đất không được lưu giữ chung trong các khu vực riêng biệt nếu không có cùng cách phân loại quốc tế. Gờ ngăn cách từng khu vực phải được làm bằng vật liệu chống thấm.

- Các thùng lưu giữ lượng lớn chất lỏng dễ cháy không được đặt trong cự ly 500 m cách khu dân cư hay 200m cách khu sinh hoạt của công nhân. Mọi thùng lưu giữ mới ngầm dưới đất (kể cả lưu giữ sản phẩm dầu khí) phải được trang bị phương tiện kiểm tra rò rỉ và nếu đặt trong vùng nhạy cảm (gần nguồn nước ngầm dùng cho sinh hoạt hay dùng cho nông nghiệp) phải thiết kế tường đôi. Mọi thùng chứa, mạng ống ngầm, hệ thống chuyển tải và máy móc thiết bị phải được nối đất hay được bảo vệ bằng phương tiện thích hợp khác. Các phương thức hoạt động phải tránh được các sự cố kèm theo sự phóng điện hay gây ra tĩnh điện.

- Nhà ăn, phòng thay quần áo không được xây dựng như là một phần cấu thành nhà kho mà phải xây tách biệt với khu lưu giữ ít nhất 10m. Cần phải có các phương tiện vệ sinh thích hợp, có vòi nước rửa mắt trong trường hợp khẩn cấp. Không cho phép đặt khu nhà ở hay nhà bếp trong kho bãi lưu giữ chất nguy hại

6.2.5. Chuẩn bị, phòng ngừa và ghi chép, lưu giữ sổ sách

Thao tác vận hành an toàn tại kho lưu giữ CTNH đảm bảo tính an toàn và vệ sinh kho nghiêm ngặt, tránh các nguy cơ có thể xảy ra nhằm đạt hiệu quả cao cho sản xuất, giảm thiệt hại nếu sự cố xảy ra. Nhân viên phụ trách kho luôn sẵn sàng áp dụng các chỉ dẫn về an toàn của tất cả các loại CTNH được lưu giữ và vận chuyển cũng như các hướng dẫn về công tác an toàn, công tác vệ sinh và hướng dẫn về những biện pháp ứng cứu khi có sự cố.

Các ghi chép, kết quả của các quá trình xác định chất thải, kiểm tra, quan trắc cần được giữ lại ít nhất ba năm kể từ ngày nhập số liệu. Các thông tin cần thu thập và ghi lại gồm:

- Kết quả toàn bộ hoạt động xác định chất thải (như việc xác định nồng độ chất hữu cơ dễ bay hơi)
- Đặc tính thiết kế cho các hệ thống cửa dẫn kín và thiết bị kiểm soát của nó và một số thiết bị kiểm soát khác
- Kết quả kiểm tra và quan trắc thiết bị kiểm soát phát thải.
- Các số liệu về quá tải thiết bị kiểm soát và các biện pháp khắc phục.
- Sửa chữa rò rỉ...

Các thiết bị sau buộc phải được bố trí và sẵn sàng sử dụng tại các cơ sở lưu giữ CTNH:

- Các thiết bị thông tin để kịp thời thông tin liên lạc với bên ngoài tới các cơ quan chức năng và các đơn vị trong các trường hợp khẩn cấp
- Thiết bị dập lửa lưu động, thiết bị kiểm soát vết loang và bể chứa nước với dung tích tính toán thích hợp để cung cấp cho các thiết bị dập lửa, chữa cháy.
- Không gian đi lại hợp lý để các thiết bị khẩn cấp có thể tới được toàn bộ chất thải đang được tập trung và lưu giữ.
- Có kế hoạch phối hợp với các đơn vị phòng cháy chữa cháy, cảnh sát, cấp cứu và các bệnh viện địa phương để thông báo với họ sơ đồ chất thải độc hại đang được quản lý.

6.3. An toàn trong vận chuyển chất thải nguy hại

6.3.1. Các nhóm chất thải nguy hại có thể vận chuyển

Chất thải nguy hại được coi là “hàng hoá nguy hiểm” hay “vật chất nguy hiểm”. Thuật ngữ “hàng hoá nguy hiểm” được diễn giải là bất cứ chất rắn, lỏng hoặc khí nào có thể gây hại cho con người, các sinh vật khác, tài sản, hoặc môi trường. Hàng hoá nguy hiểm có thể có tính phóng xạ, dễ cháy, gây nổ, độc hại, có tính ăn mòn, nguy cơ về sinh học, là chất ôxi hoá, chất làm ngạt, mầm bệnh, chất gây dị ứng, hoặc có thể có các đặc tính khác khiến nó trở nên nguy hại trong những trường hợp cụ thể. Thuật ngữ này được sử dụng để định nghĩa cho chất thải nguy hại (khi liên quan đến vận chuyển), do đó có thể áp dụng các quy định mẫu đối với chất thải nguy hại. Ở Việt Nam chưa có quy định hiện hành về loại này.

Chất thải nguy hại có thể vận chuyển được phân thành chín nhóm chính, mỗi nhóm có ký hiệu riêng biểu thị loại nguy hại liên quan và các chỉ định về phương tiện vận chuyển.

Phân loại các nhóm vận chuyển và đặc tính CTNH được thể hiện ở bảng 6.2.

Bảng 6.2. Các nhóm vận chuyển và đặc tính chất thải nguy hại

Nhóm chất thải nguy hại vận chuyển	Đặc tính nguy hại
Nhóm 1: Chất gây nổ	
Các chất có nguy cơ gây nổ lớn Các chất có nguy cơ bắn ra nhưng không phải là nguy cơ nổ lớn Các chất có nguy cơ gây cháy và hoặc là nguy cơ gây nổ nhỏ hoặc một nguy cơ bắn nhỏ, nhưng không có nguy cơ gây nổ lớn Các chất rất nhạy, có nguy cơ gây nổ lớn	Đễ kích hoạt
Nhóm 2: Khí	
Khí dễ cháy Khí độc	Đễ bắt cháy
Nhóm 3: Chất lỏng dễ cháy	
Chất lỏng dễ cháy, chất tự phản ứng và chất gây nổ gây tê dạng lỏng	Đễ bắt cháy
Nhóm 4: Chất rắn dễ phân huỷ	
Chất có thể tự cháy Chất có thể phát sinh ra khí dễ cháy khi tiếp xúc với nước	Đễ bắt cháy
Nhóm 5: Chất oxi hoá và peroxit hữu cơ	Đễ kích hoạt
Nhóm 6: Chất độc và lây nhiễm	Lây nhiễm
Nhóm 7: Vật liệu phóng xạ	Phóng xạ
Nhóm 8: Chất có tính ăn mòn	Ăn mòn
Nhóm 9: Các hàng hoá và vật phẩm nguy hiểm	Tất cả các đặc tính

6.3.2. Các yêu cầu chung đối với vận chuyển chất thải nguy hại

Ngay từ những năm 70 của thế kỷ XX, đạo luật vận chuyển các chất nguy hại (HMTA) đã được thông qua tại Mỹ. Mục đích của đạo luật là nhằm xây dựng những quy định có thể áp dụng đối với tất cả các hoạt động vận chuyển các chất nguy hại. Cục Bảo vệ môi trường của Mỹ (US EPA) đưa ra các quy định về trách nhiệm của các nhà sản xuất và vận chuyển chất thải nguy hại. Những quy định này chú trọng đến việc dán nhãn mác, đánh dấu, công bố, sử dụng các container thích hợp và báo cáo về các loại chất thải nguy hại nhằm để ban hành những quy định cần thiết đối với việc bảo vệ

sức khỏe con người và môi trường trong quá trình vận chuyển chất thải nguy hại. Những yêu cầu chung đối với vận chuyển chất thải nguy hại được tóm tắt như sau:

- Việc thu gom chất thải nguy hại để vận chuyển ra ngoài điểm lưu giữ cần được tiến hành theo lịch trình thích hợp để tránh tích tụ quá nhiều chất thải trong thời gian dài.

- Chỉ nhà thầu được cấp phép mới được quyền vận chuyển chất thải nguy hại, và cần phải lưu hồ sơ về việc vận chuyển này (kê khai). Trong trường hợp này, các cơ sở phát thải phải chịu trách nhiệm đảm bảo nhà thầu đã được cấp phép vận chuyển chất thải nguy hại.

- Đối với chất thải nguy hại được vận chuyển ra ngoài bởi cơ sở phát thải, thì cơ sở đó phải có giấy phép vận chuyển chất thải nguy hại được cấp bởi cơ quan hữu quan. Ngoài ra, cơ sở phải chịu trách nhiệm đảm bảo rằng chất thải đó được chuyển tới cơ sở được cấp phép về xử lý và/hoặc tiêu huỷ chất thải nguy hại. Bên phát sinh phải lưu hồ sơ về cuộc vận chuyển.

- Cả bên phát sinh lẫn bên vận chuyển đều phải đảm bảo rằng phương tiện vận chuyển đáp ứng được những yêu cầu sau:

- ✓ Khả năng của phương tiện và lịch trình vận chuyển của các phương tiện phải phù hợp với lượng chất thải cần vận chuyển, tránh tích lũy chất thải tại cơ sở.
- ✓ Phương tiện phải được đánh dấu rõ ràng để chỉ ra loại chất thải được vận chuyển.
- ✓ Phương tiện phải được trang bị các thiết bị an toàn cần thiết như bình xịt dập lửa, quần áo bảo hộ, vật liệu hấp thụ để phòng trường hợp bị tràn, cũng như trang bị sơ cứu khác.
- ✓ Người lái xe phải được huấn luyện về các hành động cần thiết trong trường hợp khẩn cấp và sự cố. Việc huấn luyện này bao gồm cả hiểu biết cơ bản về các đặc tính nguy hại của hoá chất được vận chuyển.
- ✓ Xe chở chất thải nguy hại không nên đi qua các khu dân cư vào ban ngày nhằm giảm đến mức tối thiểu rủi ro nếu có tai nạn xảy ra.

- Việc ghi chép hồ sơ về vận chuyển chất thải là rất quan trọng, do có thể dùng làm bằng chứng, hạn chế trách nhiệm pháp lý của cơ sở công nghiệp khi chất thải đã chuyển đến nơi khác. Việc này thường được thực hiện thông qua hệ thống kê khai chứng từ. Chủ nguồn thải phải tự chịu trách nhiệm về việc chất thải do cơ sở của mình phát sinh được quản lý theo đúng quy định. Chính vì vậy chủ nguồn thải (bên A) khi tiến hành uỷ thác việc xử lý chất thải sẽ phải ghi đầy đủ thông tin về chủng loại, số lượng, tên chủ thu gom vận chuyển (bên B), tên chủ xử lý (bên C) vào chứng từ chất thải (bản giấy hoặc điện tử) để giao cho bên nhận uỷ thác.

- Dựa vào bản sao chứng từ chứng nhận đã hoàn thành việc xử lý chất thải do người xử lý cuối cùng (bên B hoặc bên C) giao cho, chủ nguồn thải sẽ nắm bắt và quản lý xem người uỷ thác có xử lý chất thải phù hợp hay không.

6.3.3. Yêu cầu về phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại

Phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại phải tuân theo một số yêu cầu để đảm bảo có thể chứa tốt nhất chất thải được vận chuyển, và giảm đến tối thiểu các rủi ro tiềm ẩn kèm theo việc vận chuyển các chất thải đó. Mọi phương tiện vận chuyển hàng hóa nguy hiểm cần trang bị:

- ✓ Các dụng cụ cứu hỏa (lựa chọn tùy theo loại hàng).
- ✓ Bộ công cụ sửa chữa phương tiện khẩn cấp.
- ✓ Ít nhất một cái nêm (phanh cơ khí) có kích cỡ phù hợp với khối lượng và kích thước của lớp xe.
- ✓ Hai đèn vàng hoạt động độc lập với hệ thống điện của phương tiện.
- ✓ Dán nhãn theo loại chất thải nguy hại được vận chuyển.
- ✓ Trang bị bảo hộ, vật liệu hấp thụ chất tràn...

Những yêu cầu tối thiểu đối với phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại được tóm tắt trong bảng 6.3

Bảng 6.3. Yêu cầu tối thiểu đối với việc vận chuyển chất thải nguy hại

Các yêu cầu về khoang chứa chất thải	Các yêu cầu chung	Các thủ tục an toàn
<p>Chung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khoang chứa cần được thiết kế sao cho có thể giữ được hàng mà không có rủi ro tràn hoặc gây hư hại cho phương tiện. - Khoang chứa phải có khả năng chứa hàng một cách an toàn trong trường hợp xảy ra tai nạn. - Không sử dụng xe có khoang hở. - Không được chất hàng cao quá thành của khoang chứa. - Bên trong khoang chứa phải nhẵn để dễ lau. Khoang chứa cần phải được tiếp đất. 	<p>Chung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phương tiện phải ở trong điều kiện tốt (ốp, phanh...). <p>Hệ thống điện:</p> <p>Phương tiện phải có công tắc điện cách biệt để cắt tất cả hệ thống điện trên phương tiện trong trường hợp có sự cố khẩn cấp.</p> <p>Vị trí động cơ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Động cơ phải được bố trí sao cho tránh được mọi nguy hiểm khi kiện hàng bị nung nóng hay bắt cháy. 	<p>Trước khi chất hàng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đảm bảo rằng khoang chứa chất thải đã được rửa sạch các chất thải đã chứa trước đó để phòng ngừa các tương tác giữa các chất thải cũ với chất thải mới có thể gây ra các phản ứng nguy hiểm, cũng như dọn sạch các mảnh vỡ có khả năng gây hư hại vật chứa chất thải. <p>Chất hàng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Việc chất hàng cần được tiến hành bởi nhân viên có trình độ. - Đối với chất thải đóng kiện, trang bị chất hàng phải không gây hư hại cho vật chứa.

<p>Khả năng chứa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Với chất thải đóng kiện, khoang chứa phải chứa được thể tích của kiện lớn nhất mà không gây tràn ra ngoài khoang (trong trường hợp có rò rỉ). <p>Chất thải lỏng cỡ lớn:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Với chất thải lỏng cỡ lớn, khoang chứa cần có cửa, nắp có thể đóng kín. <p>Chất thải dễ cháy và dễ bắt cháy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đối với chất thải dễ cháy và dễ bắt cháy, chỉ được sử dụng xe kín có khoang chứa làm bằng kim loại (không để kim loại dễ bắt cháy bên trong khoang chứa chất thải). - Thành khoang chứa phải đảm bảo là sẽ không bị quá nhiệt. <p>Chất thải oxi hóa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đối với chất thải oxi hóa, nếu dùng xe có che phủ, thì lớp che phủ phải không dễ bắt cháy, và không thấm nước. <p>Chất thải có tính ăn mòn:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đối với chất thải có tính ăn mòn, mặt trong khoang chứa cần làm bằng vật liệu chống ăn mòn. <p>Chất gây nổ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vận chuyển tuân theo các yêu cầu được bộ/cơ quan XYZ đặt ra (các quy định riêng biệt). 	<p>Ổng xả:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đối với chất thải dễ cháy và dễ bắt cháy, đặc biệt là chất lỏng dễ cháy, khí dễ cháy và độc hại, cần có ống xả. - Ống xả phải xả theo chiều ngang, và các bộ phận của ống xả ở dưới khoang chứa chất thải phải có khoảng cách tối thiểu là 100mm hoặc có lớp cách nhiệt. <p>Bồn nhiên liệu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bồn nhiên liệu phải có cơ chế tự đóng, ngăn không cho nhiên liệu tiếp xúc với động cơ khi có va chạm. - Nếu bị rò nhiên liệu, bồn chứa phải dẫn thẳng xuống đất mà không tiếp xúc với các phần nóng của xe hay kiện hàng. - Bồn nhiên liệu phải có cửa/nắp có thể đóng kín thích hợp. <p>Tính tương thích của chất thải:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nếu các chất thải không tương thích bị trộn với nhau, có thể xảy ra các phản ứng nguy hiểm không mong muốn. Do vậy, không được vận chuyển các chất thải không tương thích cùng nhau với lượng lớn. - Ngoài ra, không được chở chất thải không tương thích đóng kiện trong cùng một khoang chứa, và 	<ul style="list-style-type: none"> - Đối với chất thải đóng kiện, cần đặt vật chứa đứng thẳng, theo cách có thể đảm bảo tính ổn định của kiện chất thải khi di chuyển. - Cần phải thắt chặt vật chứa để đề phòng mọi trường hợp các vật chứa chồng lên nhau bị mất ổn định khi đang di chuyển. Có thể dùng đai hoặc thanh gỗ. - Đối với chất thải lượng lớn, việc chất hàng phải được tiến hành sao cho lượng chất thải bị tràn ra ngoài bề mặt của khoang chứa là ít nhất. Nếu xảy ra tràn, cần phải lau rửa trước khi di chuyển phương tiện vận chuyển. <p>Vận chuyển:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đối với chất thải đóng kiện, không được lật vật chứa làm tràn các chất chứa bên trong ra phương tiện vận chuyển. - Đối với chất thải lượng lớn, phải tránh tràn hoặc rò rỉ ra ngoài khoang chứa. - Các bản sao bản kê khai cần được đặt ở nơi dễ thấy và dễ tiếp cận, đặt trong lớp bảo vệ. <p>Dỡ hàng:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Việc dỡ hàng cần được tiến hành bởi nhân viên có trình độ. - Đối với chất thải đóng kiện, trang bị dỡ hàng phải không gây hư hại cho vật
---	---	---

<p>Chất thải lây nhiễm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Không được vận chuyển với lượng lớn. <p>Chất thải phóng xạ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vận chuyển tuân theo các yêu cầu được bộ/cơ quan XYZ đặt ra (các quy định riêng biệt). 	<p>cần tuân thủ các phương thức chất/dỡ đặc biệt để tránh sự cố dẫn đến pha trộn.</p>	<p>chứa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đối với chất thải lượng lớn, việc dỡ hàng phải được tiến hành sao cho lượng chất thải bị tràn ra ngoài bề mặt khoang chứa là ít nhất. Nếu xảy ra tràn, cần phải tiến hành lau rửa.
--	---	---

Ở Việt Nam, các yêu cầu đối với phương tiện, thiết bị chuyên dùng cho việc thu gom, vận chuyển, đóng gói, bảo quản và lưu trữ tạm thời chất thải nguy hại được quy định rất rõ ràng trong thông tư số 12/2006/TT – BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường về hướng dẫn điều kiện hành nghề và thủ tục hồ sơ, đăng ký, cấp phép hành nghề, mã số quản lý chất thải nguy hại. Theo văn bản này, phương tiện, thiết bị chuyên dụng cho việc thu gom, vận chuyển, đóng gói, bảo quản và lưu giữ tạm thời chất thải nguy hại phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Phương tiện vận chuyển đã được đăng ký lưu hành;
- Phương tiện vận chuyển được lắp đặt thiết bị cảnh báo và xử lý khẩn cấp sự cố khi vận hành;
- Đối với phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại có tính nguy hại cao thì phải được trang bị hệ thống định vị vệ tinh (GPS) để có thể xác định vị trí chính xác và ghi lại hành trình vận chuyển chất thải nguy hại của phương tiện theo yêu cầu của cơ quan xác nhận Bản cam kết bảo vệ môi trường hoặc của cơ quan cấp phép;
- Được thiết kế bảo đảm phòng ngừa rò rỉ hoặc phát tán chất thải nguy hại vào môi trường, không làm lẫn các loại chất thải nguy hại với nhau; được chế tạo từ các vật liệu không có khả năng tương tác, phản ứng với chất thải nguy hại;
- Có dấu hiệu cảnh báo, phòng ngừa theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6707 – 2000 về “Chất thải nguy hại – Dấu hiệu cảnh báo, phòng ngừa”.

6.3.4. Các loại phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại

Phương tiện vận chuyển chất thải rắn đã đóng gói, dạng khối lớn: chỉ các phương tiện sau mới có thể được sử dụng để vận chuyển các chất thải nguy hại dạng khối lớn:

- ✓ Xe thùng;
- ✓ Xe tải thùng;
- ✓ Xe sàn phẳng;
- ✓ Xe tải container.

Các phương tiện vận chuyển chuyên dụng đối với các thùng đã được đóng thành khuôn dạng có các loại xe sau:

- ✓ Xe nhỏ dạng hộp;
- ✓ Xe tải dạng hộp loại lớn;

- ✓ Xe tải bệ phẳng;
- ✓ Xe tải dạng container.

Trọng lượng chuyên chở như sau:

- ✓ Đối với xe 1 tấn: chở 1 khối
- ✓ Đối với xe 3 tấn: chở 3 khối
- ✓ Đối với xe 8 tấn: chở 8 khối
- ✓ Đối với xe 12 tấn: chở 12 khối
- ✓ Đối với xe 20 tấn: chở 20 khối



Hình 6.5 Phương tiện vận chuyển chất thải nguy hại

Nếu xe sàn phẳng được sử dụng để vận chuyển các chất thải đã đóng gói, phương tiện cần phải được che phủ lớp che phủ chống thấm hoặc vải nhựa khi xe có hàng hóa được chất lên, trong quá trình vận chuyển và khi đóng gói.

Thiết bị thích hợp cần phải được cung cấp khi cần thiết để đảm bảo việc tháo dỡ các thùng chứa chất thải độc hại nhằm ngăn ngừa hư hại trong quá trình chất hàng và dỡ hàng.

Nếu xe tải container được sử dụng để vận chuyển các chất thải nguy hại khối lượng lớn thì các container cần phải được thiết kế và bảo dưỡng để chất thải được lưu trữ kín, không bị rò rỉ trong quá trình nâng, vận chuyển và dỡ các thùng container. Container nếu có phía trên hở cần phải được phủ một lớp vải chống thấm hoặc vải nhựa trong quá trình vận chuyển hoặc khi đóng hàng.

Nếu xe tải container kín được sử dụng để vận chuyển chất thải nguy hại dạng khối lớn thì container cần phải được thiết kế và duy trì để chất thải được lưu giữ kín và an toàn, không bị rò rỉ trong quá trình nâng, vận chuyển và dỡ các thùng container. Thùng xe nếu có phần mở mái trên đỉnh cần phải được che phủ bởi tấm vải chống thấm hoặc vải nhựa trong quá trình vận chuyển và đóng băng.

Nếu xe tải có thể đổ nghiêng dùng để vận chuyển các chất thải nguy hại dạng khối lớn phần thân xe cần phải thiết kế và bảo dưỡng để chất thải được lưu giữ kín và không thể bị rò rỉ trong quá trình vận chuyển. Thân xe tải khi chất hàng cần phải được phủ lớp vải chống thấm hoặc vải nhựa trong quá trình vận chuyển và đóng hàng.

- **Phương tiện vận chuyển chất thải lỏng dạng khối lớn:** Chỉ các phương tiện vận chuyển sau có thể sử dụng để vận chuyển các chất thải nguy hại dạng lỏng khối lớn:

- ✓ Xe tải thùng;
- ✓ Xe tải container với thùng có thể tháo dỡ ra.

Thân xe hoặc thùng xe có thể tháo rời cần phải có cấu trúc bằng hoặc có lót lớp vật liệu bền chịu được các chất thải được vận chuyển.

Thân thùng xe không cần phải có phần hở ở trên, toàn bộ phần cửa mở cần phải có các thiết bị an toàn, khóa, phần che phủ chống rò rỉ.

Các van cần được bảo dưỡng để duy trì điều kiện tốt nhằm ngăn ngừa hiện tượng rò rỉ và có các thiết bị ngăn ngừa chống tai nạn hoặc bị mở ra. Các van kép phải đóng nắp trong suốt quá trình vận chuyển.

- **Phương tiện vận chuyển các chất thải lỏng dễ cháy dạng khối lớn:**

Bất kỳ phương tiện nào sử dụng để vận chuyển các chất thải nguy hại dạng lỏng dễ cháy và các thiết bị liên quan cần phải được thiết kế, cấu tạo và bảo vệ để đảm bảo không tạo ra nguồn gây cháy hoặc chập điện trong điều kiện sử dụng bình thường. Các nguy cơ này phải được hạn chế tối đa trong các trường hợp xảy ra sự cố.

Ở Việt Nam, các xe tải lớn được sử dụng để vận chuyển chất thải độc hại dạng lỏng dễ cháy cần được thiết kế, sản xuất theo các tiêu chuẩn quy định trong Điều 1.6 đến 1.9, Điều 1.11 đến 2.4.1 (dòng thứ 2), Điều 2.5, 2.6, 2.8 (đoạn thứ 2) và Điều 3.2 của TIÊU CHUẨN VIỆT NAM TCVN 4162 – 1985: Xitec oto – Yêu cầu kỹ thuật.

6.4. Chất và bốc dỡ CTNH

Lái xe có trách nhiệm đảm bảo các chất thải được chất lên an toàn trước khi rời nơi đóng hàng. Sau khi chất hàng, phương tiện cần phải được kiểm tra để không có hiện tượng nhiễm chất độc trước khi rời điểm chất hàng, và nếu có cần phải phát hiện và loại bỏ trước khi quá trình vận chuyển bắt đầu.

Sau khi dỡ hàng, phương tiện cần phải được kiểm tra lại để nếu có hiện tượng nhiễm chất độc ra ngoài cần phải loại bỏ trước khi xe rời điểm dỡ hàng.

6.5. Ứng phó sự cố và các tình huống khẩn cấp.

Trong trường hợp sự cố hoặc khẩn cấp người điều khiển phương tiện cần phải kiểm tra xem hàng có an toàn và kiểm tra xem có rò rỉ không. Nếu có rò rỉ, người lái xe phải thực hiện các hành động sau:

- Đưa ra khỏi xe và bảo toàn các tài liệu, đảm bảo những người có nguy cơ bị ảnh hưởng do rò rỉ được báo động và ra khỏi vùng ô nhiễm nếu có thể, liên lạc với đơn vị dịch vụ khẩn cấp nếu cần thiết.
- Thông báo với cơ quan môi trường có thẩm quyền càng sớm càng tốt.

- Chịu tiến hành các bước giảm thiểu ảnh hưởng của rò rỉ và ngăn chặn sự rò rỉ nếu có thể mà không gây hại cho sức khỏe và sự an toàn của bản thân.

- Phải ở trong vùng gần với phương tiện vận chuyển để giúp và hỗ trợ các hoạt động khẩn cấp giải quyết sự cố.

Sau khi khắc phục sự cố, chủ vận chuyển sẽ phải báo cáo bằng văn bản về sự cố đối với CTNH do mình chịu trách nhiệm chuyên chở. Báo cáo này cần phải được hoàn thiện trong vòng 30 ngày kể từ ngày xảy ra sự cố và phải báo cho các cơ quan quản lý môi trường hoặc cơ quan cấp cứu môi trường khẩn cấp.

Trường hợp có sự sai khác lớn liên quan đến hồ sơ vận chuyển giữa lượng hoặc loại chất thải được người phát thải ủy thác trong hồ sơ vận chuyển và lượng hoặc loại chất thải được cơ sở xử lý, lưu giữ, chôn lấp tiếp nhận cần phải được giải quyết càng sớm càng tốt.

Khi phát hiện ra sai khác lớn, chủ xử lý cần phải giải quyết với chủ vận chuyển và chủ phát thải. Toàn bộ các bên liên quan cần phải hợp tác để xác định số lượng và chủng loại thật sự của chất thải.

6.6. Câu hỏi ôn tập

1. Hãy nêu các quy định khi thu gom, đóng gói và dán nhãn chất thải nguy hại?
2. Trên thế giới người ta chia làm mấy loại nhãn báo?
3. Hãy nêu các quy định chung khi dán nhãn hay treo biển báo chất thải nguy hại?
4. Hãy nêu các yêu cầu chính khi lựa chọn vị trí lưu giữ chất thải nguy hại?
5. Hãy nêu các nguyên tắc an toàn khi thiết kế kho lưu giữ?
6. Các nguyên tắc cần tuân thủ khi lưu giữ ngoài trời?
7. Trình bày các nhóm CTNH có thể vận chuyển?
8. Trình bày các yêu cầu chung đối với vận chuyển và phương tiện vận chuyển CTNH?
9. Trình bày yêu cầu về chất và bốc dỡ các loại CTNH?

Chương 7. Kỹ thuật xử lý chất thải nguy hại

7.1. Giới thiệu chung

Các quá trình và công nghệ xử lý CTNH nói chung phải đạt các mục tiêu sau:

- Không làm phát tán các chất nguy hại vào môi trường
- Chuyển hóa các thành phần nguy hại thành các chất không nguy hại
- Giảm thể tích chất thải trước khi chôn lấp
- Tái sử dụng và tái sinh chất thải.

Để đạt được mục tiêu trên, các nguyên lý chung thường được tuân thủ theo thứ bậc sau:

- Thu hồi và tái chế: Thu hồi các nguyên liệu là các sản phẩm có thể bán được (diễn hình là dung dịch, dầu, axit hoặc kim loại), một số trường hợp tận dụng giá trị năng lượng của chất thải.
- Xử lý: Thay đổi đặc tính hóa học hoặc vật lý của chất thải, hoặc loại bỏ, hoặc làm giảm các thành phần của CTNH, có thể áp dụng một loạt các phương pháp vật lý, hóa học, phương pháp nhiệt hoặc phương pháp sinh học.
- Chôn lấp, tiêu hủy: Lưu trữ các chất thải vĩnh cửu ở bên bề mặt hoặc trong lòng đất, phổ biến đối với các chất thải đã được xử lý để đạt tiêu chuẩn.

7.2. Cơ sở lựa chọn công nghệ xử lý CTNH

Việc lựa chọn công nghệ xử lý CTNH được dựa trên các nguyên tắc cơ bản sau:

a) Công nghệ xử lý được lựa chọn phải đảm bảo tính khả thi về mặt kỹ thuật: Nguyên tắc này được thể hiện bởi các chỉ tiêu cơ bản sau:

- Công nghệ xử lý được chọn phải đảm bảo tính thích hợp và chắc chắn với diễn biến thành phần và tính chất CTNH trong bất kỳ điều kiện khí hậu, thời tiết hay các chế độ thủy văn nào của khu vực xử lý.
- Điều kiện cơ sở hạ tầng tại chỗ (mặt bằng, cấp điện, cấp nước, tiêu thoát nước, giao thông, thông tin liên lạc, phòng cháy chữa cháy,...) phải đáp ứng các yêu cầu liên quan đến việc thi công và vận hành khu xử lý CTNH.
- Các yêu cầu kỹ thuật của công nghệ xử lý CTNH (tiêu chuẩn lớp lót chống thấm dưới đáy bãi chôn lấp rác an toàn,...) phải được đáp ứng đầy đủ trong suốt quá trình thi công, xây dựng và vận hành trạm xử lý.
- Công nghệ xử lý phải đảm bảo khả năng cung cấp, bảo dưỡng và sửa chữa các trang thiết bị kèm theo. Cán bộ công nhân viên quản lý và vận hành trạm xử lý CTNH phải được đào tạo để làm chủ công nghệ
- Các sản phẩm đầu ra của công nghệ xử lý nếu có (tro đốt, khí đốt,...) phải đảm bảo không gây tác hại đối với môi trường và sức khỏe cộng đồng.
- Phải có đầy đủ các giải pháp kỹ thuật và công nghệ thay thế khi cần thiết để đối phó với các tình huống bất trắc có thể xảy ra.

b) Công nghệ xử lý được chọn phải đảm bảo tính khả thi về kinh tế:

- Chi phí đầu tư ở mức có thể chấp nhận được
- Chi phí vận hành toàn bộ hệ thống xử lý chất thải (bao gồm cả các chi phí vận hành công trình phụ trợ) không quá cao.

c) Công nghệ xử lý được chọn phải đảm bảo các yêu cầu về bảo vệ môi trường:

- Không được phát sinh các chất thải thứ cấp có khả năng gây ô nhiễm và tác động đến môi trường như: nước rác, khí thải, mùi, cặn bùn từ hệ thống xử lý, tro,...
- Không để nước rác thấm xuống đất gây ô nhiễm các tầng nước ngầm
- Hạn chế đến mức thấp nhất phát sinh các loại gặm nhấm, ruồi nhặng, côn trùng, vi trùng và các vector truyền bệnh.
- Không gây ra các tác hại lâu dài về mặt gen và di truyền học.

d) Công nghệ xử lý được chọn đảm bảo sự chấp thuận của cộng đồng và xã hội:

- Công nghệ xử lý phải đảm bảo tính an toàn và hạn chế đến mức thấp nhất những rủi ro, tác hại đối với sức khỏe của những người trực tiếp vận hành hệ thống xử lý.
- Không tạo ra các sức ép nặng nề về mặt tâm lý của người dân và của các cơ quan, ban ngành hữu quan.
- Bộ mặt và cảnh quan của trạm xử lý phải đáp ứng các yêu cầu về cảnh quan xã hội của khu vực, không tạo ra ấn tượng về sự ô nhiễm cho dân cư và không làm mất cảnh quan của môi trường sống.

7.3. Thu hồi và tái chế CTNH

7.3.1. Thu hồi và tái chế vật liệu chất dẻo

Mặc dù chất dẻo hiện đang là vật liệu được ưa chuộng và có nhiều hứa hẹn trong tương lai nhưng chúng cũng đồng thời đang bị các nhà môi trường phản đối do mức độ gây ô nhiễm trong quá trình chế tạo, sử dụng và tiêu hủy. Các nhà môi trường phản đối vật liệu plastic vì những lý do sau đây:

- Chất độc thải ra trong quá trình chế tạo plastic.
- Chất độc do phân hủy nhiệt plastic gây ra khi đốt rác.
- Làm giảm lượng chất thải rắn, đặc biệt là chất lượng phân compost chế tạo từ rác.

Tuy nhiên, thu gom plastic để tái sử dụng hay tiêu hủy chúng cùng với các thành phần chất thải rắn khác cũng cần phải được cân nhắc trên khía cạnh kinh tế hơn là khía cạnh kỹ thuật. Khả năng tái sinh chất dẻo được xác định trên cơ sở phân tích tổ hợp các thông số sau đây:

- Cân bằng năng lượng tổng thể, yêu cầu năng lượng để thu gom và tiêu hủy chất thải.
- So sánh chất lượng, giá thành vật liệu chất dẻo thu gom.
- Ô nhiễm môi trường không khí trong quá trình chuyên chở và tiêu hủy chất thải rắn.
- Ô nhiễm môi trường nước, đặc biệt là nước để rửa sản phẩm và lọc khói.

Thu gom chất dẻo hiện nay chưa cho phép tạo ra sản phẩm nhựa tái sinh có tỷ lệ chất lượng, giá thành tương đương với kỹ thuật chế tạo sản phẩm từ hạt nhựa nguyên thủy.

Thu gom chất dẻo chủ yếu để tái chế làm giảm năng lượng thu hồi bằng phương pháp đốt rác. Việc thu gom này chỉ có hiệu quả ở các bãi rác công nghiệp hay bãi rác thương mại. Ngoài ra, ở các bãi rác khác, người ta phải tiêu tốn một năng lượng đáng kể để thu được một khối lượng chất dẻo có giá trị.

Vấn đề tập trung thu hồi và xử lý các chất thải polyme – chất dẻo đòi hỏi phải giải quyết ngay trong điều kiện sản xuất nơi, thực tế có hai hướng:

- Xử lý chế biến lại từng loại chất dẻo polyme ngay trong điều kiện sản xuất, ở đây chủ yếu đối với các loại chất dẻo dùng phản ứng nhiệt.

- Thu hồi tập trung các chất thải và vận chuyển tới nhà máy đặc biệt để chế biến sản phẩm xác định. Vấn đề sử dụng chất thải là vật liệu polyme với công nghệ và tính kinh tế càng trở nên phức tạp khi phải kể đến việc cải thiện tính chất của vật liệu chất dẻo như: bền vững đối với quá trình oxy hóa, bền vững sinh học, cơ học,... Những vật liệu này không bị phân hủy tự nhiên (thối rữa, phong hóa, tan trong nước) mà dùng biện pháp phân hủy cưỡng bức (đốt, sấy nóng, tàng trữ một nơi) thì lại gây nhiễm bẩn môi trường và do đó giá thành phá hủy lại cao hơn nhiều từ 6 – 8 lần so với chi phí xử lý và phá hủy các chất thải của đa số các xí nghiệp công nghiệp khác.

Tốt nhất nên sử dụng chất thải polyme ở dạng làm nguồn nguyên liệu bổ sung. Việc ứng dụng công nghệ khả thi để chế biến nguyên liệu polyme thứ cấp sẽ cho phép thỏa mãn các nhu cầu của nền kinh tế quốc dân về loại vật liệu này.

Những nguồn chủ yếu của nguyên liệu polyme để sử dụng làm nguyên liệu thứ cấp là các chất thải công nghệ khi chế biến chất dẻo và tạo sản phẩm bằng phương pháp cơ học, hoặc các sản phẩm đã hao mòn bỏ đi hoặc bán thành phẩm bỏ đi (phim, thùng, hộp,...).

Khi giải quyết vấn đề sử dụng lại vật liệu polyme phải chia ra nhiều bước sau đây:

- Tổ chức thu hồi tập trung các phế thải polyme trong công nghiệp.

- Nhận dạng chính xác và nhanh chóng các loại phế thải nhằm mục đích thu thập phế thải phù hợp với chủng loại vật liệu ban đầu.

- Tạo lập sơ đồ mới và hoàn thiện các sơ đồ công nghệ có sẵn, thiết bị có sẵn để chế biến lại lần hai.

- Phân tích kinh tế một cách cẩn thận về các phương pháp gia công chế biến khác nhau.

7.3.2. Thu hồi và tái chế vật liệu cao su

a) Thu hồi các chất thải cao su

Trong công nghiệp chế tạo máy, việc sử dụng các sản phẩm cao su kỹ thuật rất đa dạng. Trong đó phức tạp chủ yếu nhất là giải quyết vấn đề sử dụng các sản phẩm bỏ đi và cũ không dùng nữa. Mặc dù cao su được sử dụng ở các thiết bị công nghệ các loại, nhưng tỷ lệ về lượng thì lại rất thấp so với khối lượng của sản phẩm.

Để lấy miếng cao su từ trong kết cấu ra, đôi khi phải tháo dỡ các nút và các chi tiết. Thông thường, các công tác tháo dỡ khá lớn nên giá trị thu hồi không đáng kể. Vì vậy khi thiết bị đã hỏng đi thì người ta đưa ra đồng sắt vụn mà không phân chia các bộ phận riêng rẽ được. Chính vì vậy, các sản phẩm từ cao su trong toàn bộ khối lượng thiết bị gây khó khăn cho việc tổ chức thu nhặt nguyên liệu thứ cấp.

Vấn đề tổ chức thu nhặt có ý nghĩa rất quan trọng. Tàng trữ các chất thải cao su kỹ thuật của các sản phẩm lớn như: săm lốp ô tô, băng chuyền, ống cao su mềm mang tính chất lẻ tẻ, vụn vặt mà số lượng không nhiều, xảy ra tình trạng cấm không được giao cao su mới cho xí nghiệp công nghiệp nếu họ không giao nộp lại đồ cũ. Tuy nhiên không phải lúc nào cũng thực hiện được vì khó khăn trong việc giao nộp tập trung do không có mạng lưới giao nộp tập trung cũng như không có mạng lưới tổ chức thu hồi thiết bị cao su. Vận chuyển một lượng nhỏ chất thải trên một khoảng cách dài thì lại không lợi cho xí nghiệp. Vì vậy, tập trung hóa công tác gia công sơ bộ các chất thải sản xuất phải xét đến hệ thống thu nhặt cao su cũ.

b) Chế biến các sản phẩm cao su

Hoàn nguyên cao su là một hướng cơ bản và có lợi nhất trong việc gia công lại các sản phẩm bỏ đi bởi vì cho cao su hoàn nguyên vào lẫn với hỗn hợp cao su thì sẽ tiết kiệm được rất nhiều cao su mới và các thành phần phụ gia khác (trong các loại cao su có từ 5 – 6 đến 20 thành phần chất liệu khác nhau).

Quá trình hoàn nguyên bao gồm: công đoạn chuyển hóa cao su thành vật liệu đàn hồi dẻo rồi tiếp theo là xử lý kỹ thuật và quá trình lưu hóa.

Trước khi đưa cao su vào hoàn nguyên, người ta phải phân loại theo sản phẩm, theo dạng và lượng. Sau khi loại kim loại và các tạp chất khác khỏi cao su, người ta nghiền nó thành bột tới mức nhất định nào đó và giải phóng ra các mẫu kim loại đen.

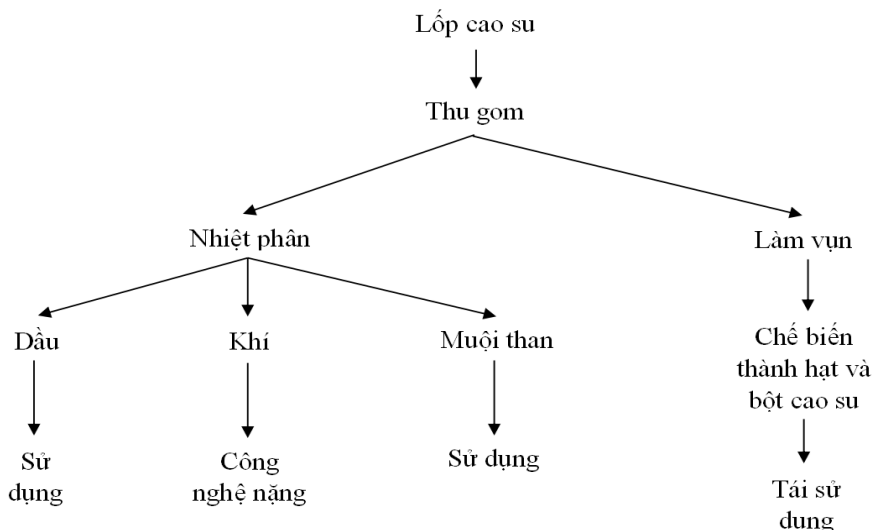
Thực tiễn cho thấy tốt nhất nên thực hiện nghiền sơ bộ trong môi trường nito lỏng với nhiệt độ -30°C và -60°C . Cao su trở nên giòn và dễ tách khỏi kim loại. Kim loại vẫn giữ tính đàn hồi, tính dẻo và không bị phá hủy, do đó cho phép thu hồi dễ dàng và hoàn toàn. Hỗn hợp thu được sẽ qua khử lưu huỳnh, chuyển thành bán sản phẩm dẻo. Cao su hóa dẻo có cấu trúc không gian 3 chiều do các phân tử cao su tạo thành dưới ảnh hưởng của nhiệt liệu, nồng độ oxy và các tác động cơ học. Sự phá hủy các liên kết hấp phụ của muối – cao su – muối cũng tạo khả năng hình thành sản phẩm phân hủy phân tử thấp. Người ta thực hiện khử lưu hóa cao su trên cơ sở cao su tổng hợp với sự có mặt của các chất làm mềm, làm giảm tác động tương hỗ giữa các phân tử trong cao su hoặc cho thêm một ít chất hoạt hóa (0,25% – 0,3%) là chất cho phép rút ngắn thời gian quá trình và chi phí chất làm mềm và tăng tính dẻo, đàn hồi của chất đã hoàn nguyên.

Khử lưu hóa cao su có thể được tiến hành tùy thuộc tính chất của cao su khi sử dụng các phương pháp khác nhau. Khi dùng các phương pháp khác: hơi, trung hòa nước, kiềm,... thì người ta thực hiện khử lưu hóa cao su ở nhiệt độ $150 - 200^{\circ}\text{C}$ với sự có mặt của oxy không khí trong một số giờ.

Hoàn nguyên bằng các phương pháp cơ nhiệt để khử lưu hóa diễn ra dưới ảnh hưởng của nhiệt độ 170°C và nhiều tác động cơ học khác trong vòng 1 – 15 phút. Ở Liên Xô, người ta nghiên cứu đề ra quá trình hoàn nguyên cao su bằng cách phân tán trong môi

trường nước chứa nhũ tương. Khối lượng phân tán hình thành sẽ được keo tụ và sấy khô. Sản phẩm thu được có tính dẻo tốt. Tính chất bền chắc của cao su chế tạo bằng phương pháp này gần với các thông số tương tự của cao su ban đầu.

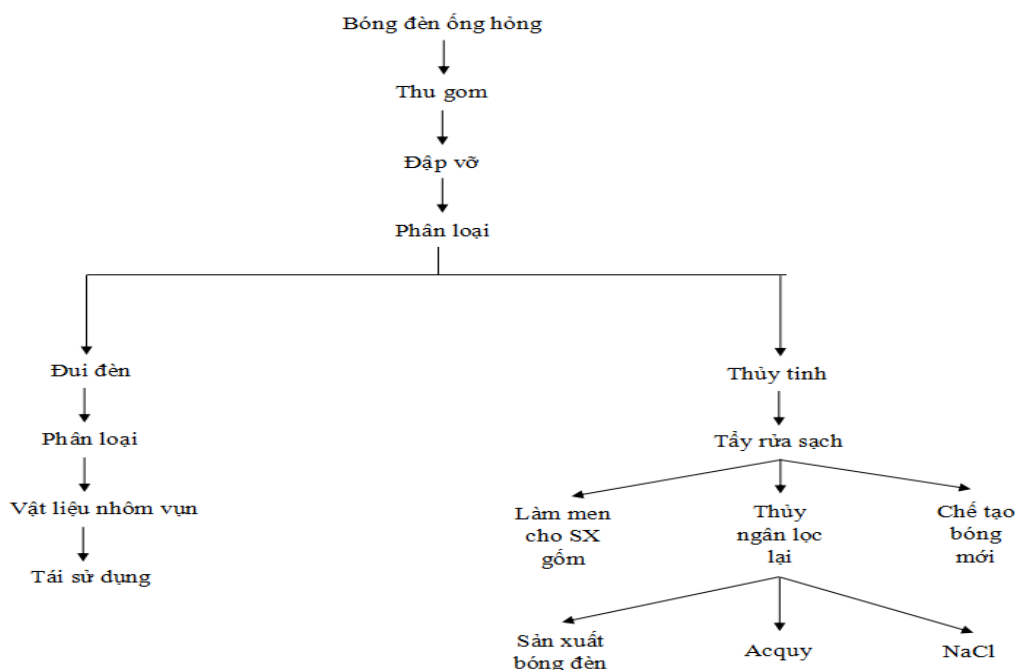
Giai đoạn cuối cùng của quá trình hoàn nguyên cao su là làm sạch khối lượng đã thu được khỏi các tạp chất lẫn vào và sử dụng cao su khi sản xuất các hỗn hợp công tác để lưu hóa. Sơ đồ công nghệ tái chế lốp cao su được thể hiện ở hình 7.1.



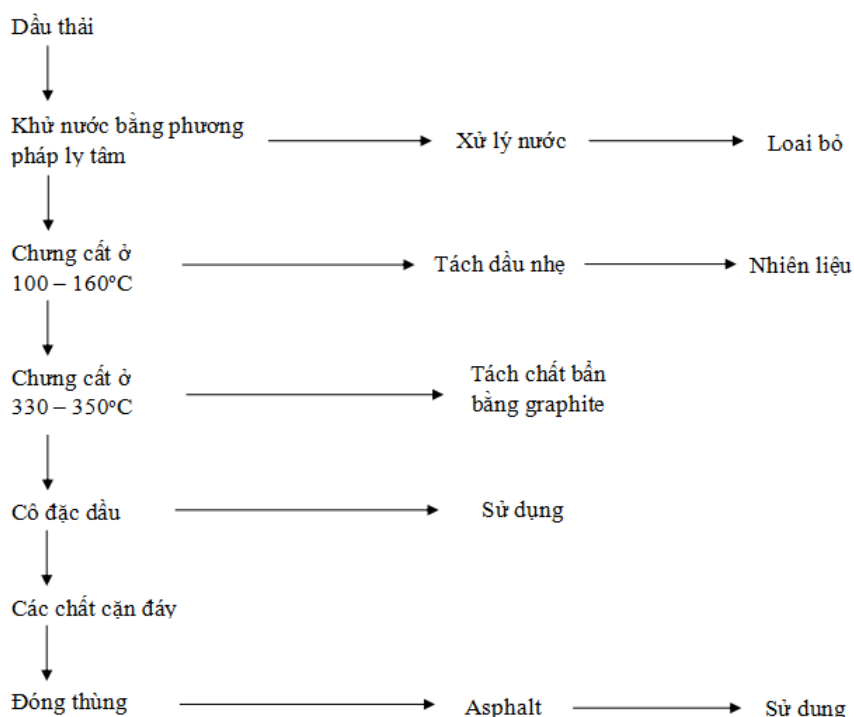
Hình 7.1. Công nghệ tái chế lốp cao su

7.3.3. Thu hồi và tái chế các sản phẩm khác

Sơ đồ thu hồi và tái chế các chất thải rắn khác như bóng đèn hỏng từ các nhà máy chế tạo bóng đèn; dầu thải từ các xí nghiệp công nghiệp cơ khí, chế tạo hoặc trung tâm dịch vụ sửa chữa xe, máy,... được thể hiện ở hình 7.2, 7.3.



Hình 7.2. Tái chế bóng đèn ống



Hình 7.3. Công nghệ thu hồi dầu thải

7.4. Xử lý chất thải nguy hại bằng biện pháp cố định và đóng rắn

7.4.1. Một số khái niệm

- Làm cố định: Là quá trình mà ở đó các chất phụ gia được trộn với chất thải rắn để thực hiện quá trình hóa học. Kết quả làm giảm tốc độ thoát của các thành phần và làm giảm tính độc hại của chất thải. Cố định là quá trình chuyển chất thải thành dạng cố định hóa học hơn. Chất kết dính vô cơ thường dùng là xi măng, vôi, pozzoland, thạch cao, silicat. Chất kết dính hữu cơ thường dùng là epoxy, polyester, nhựa asphalt, polyolefin, ure formaldehyt....

- Đóng rắn: là quá trình đưa các chất phụ gia vào đủ để đóng rắn chất thải. Đóng rắn là làm cố định hóa học, triệt tiêu tính lưu động hay cô lập các thành phần ô nhiễm bằng lớp vỏ bền vững, tạo thành một khối nguyên có tính toàn vẹn cấu trúc cao, độc. Trong quá trình đóng rắn, có thể có các liên kết hóa học giữa chất độc hại và phụ gia được tạo thành.

- Cơ chế đóng rắn: là làm các thành phần nguy hại bị bao bọc vật lý trong một khuôn có kích thước nhất định, và thành phần nguy hại nằm trong vật liệu hóa rắn ở dạng không liên tục.

Mục đích của quá trình cố định - hóa rắn là giảm tính độc hại và tính di động, khả năng phát tán của các chất ô nhiễm cũng như tăng các tính chất cơ lý của vật liệu đã được xử lý. Phương pháp này làm giảm tính lưu động của các chất nguy hại trong môi trường, dễ vận chuyển chất thải, giảm bề mặt tiếp xúc chất thải với môi trường, tránh thất thoát chất thải do lan truyền, rò rỉ, hạn chế hòa tan hay khử độc các thành phần nguy hại.



Hình 7.4. Quy trình cố định hóa rắn chất thải nguy hại

CTNH cần hóa rắn được nghiền tới kích thước thích hợp, sau đó được đưa vào máy trộn theo từng mẻ. Các chất phụ gia như xi măng, cát và polymer được bổ sung vào để thực hiện quá trình hòa trộn khô, sau đó tiếp tục bổ sung nước vào để thực hiện quá trình hòa trộn ướt. Quá trình khuấy trộn diễn ra làm cho các thành phần trong hỗn hợp hòa trộn đều tạo thành hỗn hợp đồng nhất. Sau thời gian hòa trộn cần thiết, hỗn hợp được cho vào các khuôn lập phương. Sau 28 ngày bảo dưỡng khối rắn, quá trình đóng rắn diễn ra làm cho các thành phần ô nhiễm hoàn toàn bị cô lập.

Khối rắn sẽ được kiểm tra cường độ chịu nén, khả năng rò rỉ và lưu giữ cẩn thận tại kho, sau đó vận chuyển đến bãi chôn lấp an toàn.

7.4.2. Các loại chất thải được xử lý bằng biện pháp cố định hóa rắn

Bao gồm:

- Bùn sinh ra từ quá trình chế biến dầu mỏ, bùn từ bể gạn của quá trình luyện than cốc có chứa Cr, bùn từ các trạm xử lý nước thải xi mạ.
- Xi từ quá trình sản xuất thép.
- Các chất oxy hóa
- Tro từ lò đốt có chứa hàm lượng kim loại nặng cao
- Một số loại hóa chất bảo vệ thực vật (BVTV)
- Tro xỉ từ hoạt động thiêu hủy CTNH và các chất thải vô cơ: nếu không có thành phần kim loại nặng nào vượt ngưỡng nồng độ cho phép có thể tận dụng làm sản phẩm vật liệu xây dựng, hoặc được coi là chất thải rắn thông thường có thể chôn lấp trong bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt.
- Chất thải có thành phần hữu cơ sau khi hóa rắn, hoặc ổn định hóa nếu không còn thành phần nguy hại nào có thể chôn lấp trong bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt hợp vệ sinh.

7.4.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng áp dụng công nghệ cố định hóa rắn

Các yếu tố sau có thể làm hạn chế mức độ áp dụng công nghệ cố định hóa rắn trong thực tế:

- Các điều kiện môi trường có thể tác động đến việc cố định lâu dài các chất ô nhiễm trong khối sản phẩm đã cố định hóa rắn.
- Một số quy trình cố định hóa rắn làm tăng đáng kể thể tích (có thể tăng gấp đôi thể tích ban đầu)
- Không cố định được các chất hữu cơ
- Hiệu quả lâu dài của quá trình này chưa được chứng minh đối với nhiều loại chất thải.
- Một số loại chất thải không thích hợp để xử lý bằng phương pháp này.

7.4.4. Các tiêu chuẩn cần đạt của chất thải sau khi đóng rắn

Khi thực hiện biện pháp hóa rắn, cần quan tâm đến các yếu tố:

- Chất thải sau khi được hóa rắn nếu có ít nhất một thành phần nguy hại vô cơ hoặc hữu cơ, đồng thời vượt cả ngưỡng hàm lượng tuyệt đối và ngưỡng nồng độ ngâm chiết thì vẫn là chất thải rắn nguy hại, phải được chôn lấp trong bãi chôn lấp chất thải nguy hại.
- Đóng rắn chất thải rắn nguy hại ở dạng viên để an toàn hơn khi chôn lấp.
- Sau khi đóng rắn, kiểm tra khả năng hòa tan của các thành phần độc hại trong mẫu, nếu đạt tiêu chuẩn thì đem chôn lấp. Nếu không đạt cần bổ sung vật liệu cố định cho đến khi đạt chuẩn.
- Khả năng thấm nhỏ hơn 10^{-6} cm/s
- Sức nén không nhỏ hơn 14kg/cm^2
- Tỷ trọng không nhỏ hơn $1,04$ tấn/ m^3
- Là chất thải rắn không bắt lửa và không có mùi.

7.4.5. Các phương án hóa rắn

- Hóa rắn chất thải nguy hại trong thùng
- Hoá rắn tại bãi chôn lấp: phun toàn bộ chất thải vào bãi chôn lấp thành một khối, sau đó hóa rắn các ô trong bãi.
- Hóa rắn tại nhà máy

7.4.6. Ưu và nhược điểm của biện pháp hóa rắn

Ưu điểm:

- Đơn giản, không yêu cầu sử dụng các thiết bị để giảm kích thước chất thải.
- Đảm bảo sự cố định tương đối của khối chất thải đối với sự biến đổi của thời tiết.

Nhược điểm:

- Kích thước lỗ hổng trong khối hóa rắn khá lớn, vì vậy dưới sự tác động của thời tiết sẽ xảy ra các hiện tượng nứt. Chất thải nguy hại có thể xâm nhập ra môi trường bên ngoài.
- Đầu tư chi phí khá lớn để biến đổi kích thước chất thải từ lớn sang nhỏ.

7.4.7. Một số chất thường dùng để hóa rắn chất thải nguy hại

Xi măng: là chất hay được sử dụng nhất để đóng rắn chất thải nguy hại. Loại xi măng thông dụng nhất là xi măng Portland được sản xuất bằng cách nung hỗn hợp đá vôi với thạch cao (hoặc chất silicat khác) trong lò nung nhiệt độ cao. Lò nung tạo ra Lin-ke, đó là hỗn hợp của canxi, silic, nhôm và oxit sắt. Thành phần chính là các silicat canxi ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ và $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$). Quá trình hóa rắn chất thải nguy hại bằng xi măng được thực hiện bằng cách trộn thẳng chất thải vào xi măng, sau đó cho nước vào để thực hiện quá trình hydrate hóa trong trường hợp chất thải không đủ nước. Quá trình hydrate hóa xi măng tạo thành một cấu trúc tinh thể được tạo thành từ canxi-nhôm-silicat, kết quả là nó tạo thành khối giống như quặng và cứng.

Pozzolan: là một chất mà có thể phản ứng với vôi có trong nước để tạo thành vật liệu có tính chất như xi măng. Phản ứng giữa nhôm-silic, vôi và nước sẽ tạo thành một loại sản phẩm như vữa và được gọi là vữa pozzolan. Các vật liệu pozzolan bao gồm xỉ than, xỉ lò và bụi lò xi măng.

Xỉ than là loại pozzolan hay được dùng nhất, thành phần phổ biến của nó là 45% SiO_2 , 25% Al_2O_3 , 15% Fe_2O_3 , 10% CaO , 1% MgO , 1% K_2O , 1% Na_2O và 1% SO_3 . Ngoài ra còn có carbon chưa cháy hết, hàm lượng của nó phụ thuộc vào lò đốt.

Trong quá trình hóa rắn bằng pozzolan, chất thải nguy hại sẽ thực hiện phản ứng với vôi và hợp chất silic để tạo thành thể rắn. Giống như quá trình hóa rắn dùng xi măng, pozzolan được dùng để hóa rắn các chất vô cơ. Môi trường pH cao rất thích hợp cho các chất thải chứa kim loại nặng. Các kết quả nghiên cứu cho thấy xỉ than và sữa vôi có thể sử dụng tốt để làm ổn định arsen, cadmi, crôm, đồng, sắt, chì magiê, selen, bạc và kẽm trong bùn thải. Khi sử dụng xỉ than để đóng rắn chất thải, thành phần carbon không cháy trong xỉ có thể hấp thụ các chất hữu cơ trong chất thải, do vậy xỉ than còn có tác dụng tốt để đóng rắn cả chất thải hữu cơ.

Silicat dễ tan: Các vật liệu silicat từ lâu đã được sử dụng để đóng rắn chất thải nguy hại. Trong quá trình này, các thành phần silicat bị axit hóa thành các dung dịch monosilic và nó mang các thành phần kim loại trong chất thải vào dung dịch. Thủy tinh lỏng cùng với xi măng tạo thành thành phần cơ bản để đóng rắn chất thải nguy hại. Các kết quả thực tế đã chỉ ra rằng hỗn hợp này rất có hiệu quả để đóng rắn bùn thải chứa chì, đồng, kẽm nồng độ cao.

Đất sét hữu cơ biến tính: là đất sét tự nhiên đã được biến tính hữu cơ để trở thành đất sét organophilic. Đặc tính này khác biệt hẳn với đất sét tự nhiên có đặc tính organophobic. Quá trình làm biến tính được thực hiện qua việc thay thế các cation bên trong tinh thể đất sét bằng các cation hữu cơ, hay dùng nhất là các ion NH_4^+ . Sau quá trình thay thế này, các phân tử hữu cơ bị hấp phụ vào bên trong cấu trúc của đất sét.

Trong quá trình sản xuất đất sét hữu cơ biến tính, các cation vô cơ nằm trong vùng giữa các tinh thể bị thay bằng các cation hữu cơ. Các ion hữu cơ sẽ tiếp xúc với đất sét và ngay lập tức bị hấp phụ bằng thành phần hữu cơ khác. Hiệu quả của các loại đất sét biến tính hữu cơ trong quá trình làm ổn định các chất thải nguy hại là do khả năng hấp phụ các thành phần hữu cơ vào đất sét sau đó nó bị bao phủ bằng xi măng hoặc các chất kết dính khác.

Các loại đất sét hữu cơ biến tính được đưa vào chất thải trước để nó tác dụng với các thành phần hữu cơ. Các chất kết dính được đưa vào sau để làm cứng và đóng rắn chất thải. Đất sét hữu cơ biến tính được sử dụng để đóng rắn bùn có tính axit và sử dụng

ximăng làm chất đóng rắn. Bùn thải có chứa phenol cũng có thể được làm ổn định hóa rắn bằng đất sét hữu cơ biến tính với chất phụ thêm là clo.

Các polymer hữu cơ: Các chất thải nguy hại có thể được làm ổn định bằng quá trình polymer hữu cơ bao gồm quá trình khuấy trộn monomer. Ví dụ như ure formaldehyde là tác nhân tạo vật liệu polymer. Các chất rắn của chất thải nguy hại được bao bọc lại. Ưu điểm chính của quá trình này là nó tạo ra một vật liệu mới có khối lượng riêng thấp hơn so với vật liệu được tạo ra từ quá trình đóng rắn bằng vật liệu khác.

Nhiệt dẻo: Các chất thải nguy hại có thể được làm ổn định bằng cách trộn các vật liệu nhiệt dẻo đã được nấu chảy với chất thải ở nhiệt độ cao. Các chất nhiệt dẻo chảy bao gồm nhựa đường, paraffin, polyetylen, polypropylen hoặc lưu huỳnh. Khi bị làm lạnh, chất đóng rắn sẽ phủ trên chất thải một lớp nhiệt dẻo. Nếu sử dụng nhựa đường thì có thể sử dụng tỉ lệ chất thải:nhựa đường trong khoảng 1:1 đến 1:2.

Kỹ thuật này hay được sử dụng để hóa rắn chất thải phóng xạ do giá rẻ. Cũng có thể áp dụng hóa rắn các chất hữu cơ dễ bay hơi khác nhưng phải kiểm soát được sự phát tán khí ra môi trường xung quanh trong quá trình đóng rắn. Sử dụng kỹ thuật hóa rắn chất thải bằng nhựa dẻo có thể áp dụng cho cả chất thải nguy hại và chất thải phóng xạ. Chất thải sau khi đóng rắn vẫn được xem là chất thải nguy hại và phải tuân thủ đúng các yêu cầu đối với chất thải nguy hại hoặc phóng xạ.

7.4.8. Lựa chọn quy trình công nghệ cố định hóa rắn

a) Bitum hóa: là một loại vật liệu lỏng hữu cơ có độ nhớt cao, màu đen, hòa tan hoàn toàn trong cacbon disulfua (CS_2). Nhựa đường và hắc ín là hai dạng phổ biến nhất của Bitum

- Trong quá trình Bitum hóa, chất thải được gắn kết với Bitum nóng chảy và tạo khối (đóng rắn) khi bitum nguội. Quá trình này kết hợp bitum gia nhiệt và chất thải ở dạng bùn nhão trong thiết bị ép đùn kiểu trục vít có gia nhiệt nhằm trộn đều bitum và chất thải. Nước sẽ bị bốc hơi khỏi hỗn hợp. Sản phẩm cố định hóa rắn tạo thành là hỗn hợp đồng nhất có độ ẩm khoảng 0,5%.

b) Asphalt hóa: Thể nhũ tương Asphalt là những hạt asphalt mịn dạng cation hoặc anion phân tán trong nước, được ổn định bằng các tác nhân nhũ tương hóa học.

- Quá trình asphalt hóa bao gồm thêm asphalt nhũ tương hóa có mang điện tích thích hợp vào chất thải lỏng, hoặc bán lỏng, có thể thấm nước ở nhiệt độ môi trường. Sau khi khuấy trộn, thể nhũ tương bị phá vỡ, nước trong chất thải được giải phóng và hình thành mạng lưới liên tục asphalt kỵ nước bao quanh chất thải rắn. Có thể bổ sung thêm vôi hoặc thạch cao. Sau thời gian đủ để ổn định và hóa rắn, hỗn hợp asphalt - chất thải rắn tạo thành có thành phần chất thải được phân bố đồng nhất và không thấm nước.

c) Cố định hóa bằng ximăng sulfur cải tiến:

- Ximăng sulfur cải tiến là vật liệu có sẵn trên thị trường. Khi trộn với chất thải tạo thành hỗn hợp bùn nhão. Hỗn hợp này được chuyển vào thùng chứa thích hợp để làm nguội, lưu trữ và thải bỏ. Hạn chế của giải pháp này là có nguy cơ phát tán SO_2 và H_2S .

d) Ép nhựa PE: Polyme được dùng cho các vật liệu có khối lượng phân tử lớn và trong cấu trúc của chúng có sự lặp đi lặp lại nhiều lần những mắc xích cơ bản. Các phân tử tương tự nhưng có khối lượng thấp hơn được gọi là các oligome. Polyme được sử dụng phổ biến trong thực tế với tên gọi là nhựa.

- Polyme bao gồm hai loại chính là polyme thiên nhiên và polyme nhân tạo
- Thường là vật liệu rắn, không bay hơi
- Hầu hết polyme không tan trong nước hoặc các dung môi thông thường.
- Các polyme tạo thành vật liệu bao là ure formaldehyt, polypropylen,... Các monome trộn với xúc tác, sau đó trộn vật liệu thải đun nóng lên xảy ra quá trình polyme hóa. Sau đó làm nguội sẽ tạo thành khối rắn, các vật liệu thải nguy hại bị các polyme bao lại.

e) Xi măng portland: là vật liệu kết dính thủy lực được tạo thành bằng cách nghiền mịn clinker, thạch cao thiên nhiên và phụ gia. Khi tiếp xúc với nước sẽ xảy ra các phản ứng thủy hóa và tạo thành khối dạng hồ, gọi là hồ xi măng. Do sự hình thành của các sản phẩm thủy hóa, hồ xi măng bắt đầu quá trình kết dính, sau đó là quá trình hóa cứng và cuối cùng nhận được một dạng vật liệu có cường độ và độ cố định nhất định

- Vì tính kết dính vật liệu khi tác dụng với nước, xi măng được xếp vào loại vật liệu kết dính thủy lực. Xi măng là vật liệu hay được sử dụng nhất để hóa rắn vật liệu thải nguy hại. Loại xi măng thường được sử dụng nhất là xi măng portland.

- Quá trình hóa rắn vật liệu thải nguy hại bằng xi măng được thực hiện bằng cách trộn thẳng vật liệu thải vào xi măng, sau đó cho nước vào để thực hiện quá trình hydrat hóa. Trong trường hợp vật liệu thải không đủ nước phải bổ sung nước. Quá trình hydrat hóa xi măng tạo thành một cấu trúc tinh thể được tạo thành từ canxi nhôm silicat, kết quả nó tạo thành khối giống quặng cứng.

- Xi măng là vật liệu xây dựng được sử dụng rộng rãi, do vậy dễ mua và giá thấp, thiết bị nhào trộn và đóng viên đơn giản. Việc tách nước bùn thải về căn bản không cần thiết vì nước trong bùn thải sẽ được sử dụng cho quá trình hydrat hóa. Bên cạnh đó tính kiềm của xi măng cao nên có thể sử dụng để trung hòa các vật liệu thải có tính axit.

- Nhược điểm cơ bản của hóa rắn bằng xi măng là sự có mặt của một số thành phần trong vật liệu thải sẽ làm chậm hoặc tăng nhanh quá trình hydrat hóa dẫn đến làm lắng đọng và làm cứng sản phẩm.

f) Thủy tinh hóa: Thủy tinh là một dạng vật liệu rắn vô định hình đồng nhất, có gốc silicat, thường được pha trộn thêm các tạp vật liệu để có tính vật liệu theo ý muốn.

- Thủy tinh hóa là phương pháp hóa rắn sử dụng nhiệt độ 1200°C để nấu chảy và chuyển vật liệu thải rắn sang dạng thủy tinh hoặc các sản phẩm dạng kết tinh khác.

- Vật liệu thải rắn nguy hại trộn với silicat nung đến nhiệt độ cao, để nguội sẽ tạo thành một khối rắn như thủy tinh. Phương pháp này đắt tiền, chỉ dùng để xử lý vật liệu thải rắn nguy hại như vật liệu phóng xạ mạnh, các vật liệu rất độc,...

g) Phosphat hóa chất hòa tan: quá trình này bao gồm thêm các chất chứa phosphat và kiềm để kiểm soát pH cũng như tạo thành hỗn hợp kim loại nặng ít tan để cố định các kim loại nặng. Không như các quá trình ổn định khác, quá trình phosphat hóa chất hòa tan không chuyển chất thải sang dạng khối rắn hơn. Quá trình này được ứng dụng để ổn định tro chứa chì và cadimium bằng phosphat và vôi.

h) Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình cố định hóa rắn:

- Chất phụ gia, tỉ lệ phối trộn, kích thước hạt của các vật liệu cố định hóa rắn. Các chất phụ gia làm tăng độ bền của chất thải và duy trì chất ô nhiễm trong một khối ổn định.

- Loại vật liệu cố định: Các loại vật liệu cố định làm tăng độ bền của các vật liệu thải và duy trì vật liệu ô nhiễm trong một khối cố định. Việc lựa chọn vật liệu cố định phụ thuộc vào đặc tính của vật liệu thải, chi phí xử lý và khả năng tái sử dụng sản phẩm sau xử lý.

7.4.9. Chôn lấp chất thải nguy hại sau khi cố định hóa rắn

Yêu cầu vận chuyển và chôn lấp sau cố định hóa rắn:

- Toàn bộ chất thải sau khi cố định hóa rắn cần được chôn lấp. Bãi chôn lấp chất thải nguy hại được thiết kế, xây dựng theo tiêu chuẩn TCXDVN 320-2004.

- Quy trình chôn lấp chất thải rắn nguy hại cơ bản:

- ✓ Sau mỗi ngày hoặc sau mỗi lớp chất thải rắn nguy hại (tối đa 2 m) che phủ bằng lớp đất ẩm.
- ✓ Khi lượng chất thải rắn nguy hại đã đầy ô, tiến hành che phủ cuối cùng. Khi kết thúc ô chôn lấp này, chất thải rắn nguy hại sẽ được chôn lấp ở ô tiếp theo.

7.5. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp đốt

7.5.1. Các loại chất thải được xử lý theo phương pháp đốt

Phương pháp đốt thường được áp dụng để xử lý các loại chất thải nguy hại sau:

- Rác độc hại về mặt sinh học
- Rác không phân hủy sinh học
- Chất thải có thể bốc hơi và dễ phân tán
- Chất thải có thể cháy ở nhiệt độ dưới 40°C
- Chất thải chứa halogen, chì, thủy ngân, cadimi, kẽm, nitơ, phospho, 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 acid và đất sét đã sử dụng
- Chất thải phenol
- Mỡ, sáp
- Chất thải rắn bị nhiễm khuẩn bởi các hóa chất độc hại. Nếu các hóa chất độc hại là các chất hữu cơ (ví dụ các chất có chứa cacbon, hydro hoặc oxi) thì có thể xử lý bằng phương pháp đốt.

7.5.2. Các dạng đốt

a) Công nghệ đốt gián đoạn: Hệ thống lò đốt gián đoạn thường có công suất từ 15-100 tấn/ngày, gồm có hai buồng: Buồng đốt sơ cấp và buồng đốt thứ cấp

- Tại buồng đốt sơ cấp: Rác được đốt giai đoạn đầu trong điều kiện ít không khí để tạo ra các khí dễ bay hơi.

- Tại buồng đốt thứ cấp: Các khí dễ bay hơi từ buồng đốt sơ cấp được đưa vào đốt tiếp với lượng không khí cấp tăng lên để đảm bảo quá trình cháy hoàn toàn. Khí lò đốt ở nhiệt độ cao sẽ được đưa qua nồi hơi để tạo ra hơi nước chạy máy phát điện hoặc sử dụng cho các mục đích khác.

b) Công nghệ đốt liên tục: Gồm có hệ thống vì lò, thành lò lót gạch chịu nhiệt, máy phát điện chạy bằng hơi nước.

- Hiện nay, kiểu lò đốt liên tục tiêu biểu gồm có hai hay nhiều buồng đốt với công suất từ 200 - 700 tấn/ngày

- Cấu tạo lò đốt cũng tương tự lò đốt gián đoạn.

Nhìn chung, nhiệt thu từ nồi hơi trong hệ thống đốt liên tục có chất lượng hơn so với hệ thống đốt gián đoạn.

c) Công nghệ đốt rác có thu hồi năng lượng:

Đặc điểm lò đốt:

- Lò đốt thường được thiết kế sao cho nhiệt độ khi đốt đạt đến khoảng 900 - 1100°C. Lựa chọn nhiệt độ này sẽ đảm bảo được quá trình đốt tối ưu, hoàn toàn không tạo ra các khí có mùi, các khí độc hại như dioxin nhưng hệ thống vỏ lò đốt vẫn đảm bảo an toàn.

- Lượng không khí cấp cho lò đốt cũng khác nhau tùy thuộc vào độ ẩm, nhiệt trị của rác và công nghệ đốt, nhưng lượng khí cấp cho lò phải đầy đủ.

- Thời gian lưu tối ưu để đảm bảo lò đốt hoạt động hiệu quả và quá trình cháy hoàn toàn tối thiểu phải là 2 giây.

d) Công nghệ đốt tạo nhiên liệu (Công nghệ RDF)

- Hệ thống RDF là quá trình đốt có giai đoạn tiền xử lý rác, phân loại thành các thành phần cháy được và không cháy được, và biến phần cháy được thành dạng chất đốt có hiệu quả để sử dụng.

- Chất lượng của hệ thống RDF là tách triệt để những loại chất thải rắn có thể thu hồi (không cháy được càng tốt).

- Sản phẩm chất lượng cao của quá trình RDF có thể thay thế nhiên liệu cho các nhà máy sản xuất nhiệt điện, điện than hay dùng đốt cho những nồi hơi công nghiệp.

Bên cạnh cách phân loại lò đốt nêu trên còn có các loại lò đốt như sau:

- **Nhiệt phân bằng hồ quang - plasma:** Thực hiện quá trình đốt ở nhiệt độ cao để tiêu hủy chất thải có tính độc cực mạnh. Sản phẩm là khí H₂ và CO, khí axit và tro.

Trong lò phản ứng khí hóa rác thải (rác thải rắn đô thị, rác thải phá dỡ ô tô, rác thải y tế, sinh khối hoặc phế thải độc hại), khí nóng từ đầu đốt plasma hoặc hồ quang tiếp xúc với rác thải (được nạp vào lò để xử lý), thiêu kết chúng ở nhiệt độ hơn 3.000°F (hơn 1.650°C). Lượng nhiệt rất lớn này có tác dụng duy trì các phản ứng khí hóa bằng cách phá vỡ các liên kết hóa học của rác và chuyển chúng thành khí tổng hợp.

Thành phần chủ yếu của khí tổng hợp này là khí carbon monoxide và khí hydrogen (CO và H₂) – những khí nguyên liệu cơ bản để sản xuất hóa chất, phân bón, khí cháy. Khí tổng hợp cũng được dẫn đến turbin khí, đốt tạo hơi nước để chạy turbin hơi trong

quá trình sản xuất điện. Do rác trong lò khí hóa được chuyển thành các thành phần cháy cơ bản (CO và H₂), nên các loại rác độc hại cũng trở thành nhiên liệu khí hữu ích. Các vật liệu vô cơ trong rác được nung chảy và chuyển thành xỉ dạng pha thủy tinh, không độc hại và có thể sử dụng làm cốt liệu trong xây dựng.



Hình 7.5. Lò khí hóa plasma

Sử dụng thương mại

Công nghệ plasma đã được sử dụng hơn 30 năm trong một số ngành công nghiệp như: hóa chất và luyện kim. Tuy vậy, thời kỳ đầu, công nghệ này đã được sử dụng để phân hủy các phế thải độc hại cũng như để thiêu chảy tro của các lò đốt sinh khối nhằm tạo ra loại xỉ an toàn, không bị chiết tách (chất độc hại). Việc sử dụng công nghệ plasma thiêu kết rác và sinh ra năng lượng là hướng phát triển mới đây.

Lợi ích của công nghệ khí hóa plasma

- ✓ Cho phép sử dụng lượng nhiệt lớn nhất từ rác thải;
- ✓ Rác nạp có thể là hỗn hợp của rác thải rắn đô thị, rác thải phá dỡ ô tô, rác thải y tế, sinh khối và phế thải độc hại;
- ✓ Không tạo ra khí methane, một loại khí nhà kính tiềm năng;
- ✓ Do không đốt mà thiêu kết nên không tạo tro đáy hoặc tro bay có tính chiết tách;
- ✓ Giảm nhu cầu diện tích các bãi chứa rác;
- ✓ Tạo khí tổng hợp để sử dụng trong sản xuất điện hoặc tiếp tục chế biến thành các sản phẩm hóa học, phân bón, khí đốt;
- ✓ Có mức độ phát thải nguy hại ra môi trường thấp nhất so với các công nghệ xử lý rác khác.

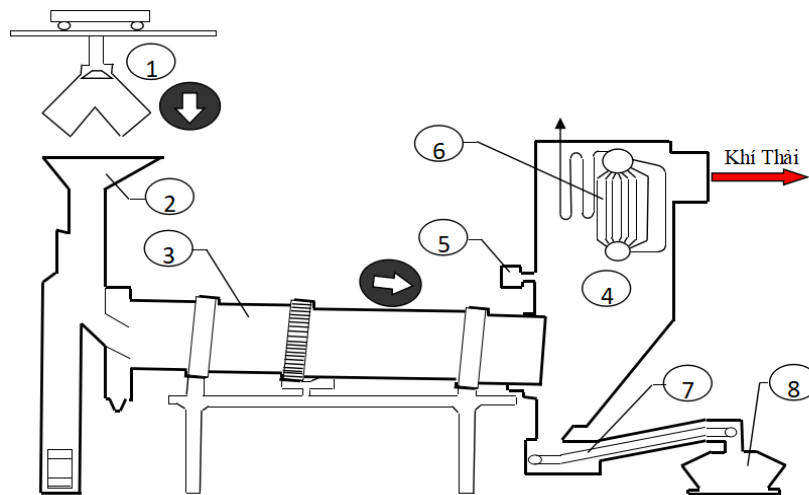
- **Đốt thùng quay:** Được sử dụng để xử lý các loại CTNH ở dạng rắn, cặn, bùn, và cũng có thể ở dạng lỏng. Lò đốt thùng quay hoạt động ở nhiệt độ khoảng 1100°C.

Lò đốt thùng quay phù hợp với nhiều quy mô (nhỏ, vừa và lớn). Đây là kiểu lò đốt có nhiều ưu điểm nổi bật. Ngoài hiệu quả xử lý cao, lò đốt thùng quay còn cho phép hoạt động liên tục do có khả năng cấp liệu và tháo tro liên tục; phạm vi xử lý (chủng loại chất thải đưa vào lò đốt) rất rộng: lò có thể đốt được tất cả các loại chất thải rắn hữu cơ

khó đốt trong các loại lò đốt khác như bùn thải, chất thải dạng bột, chất thải có độ ẩm cao. Do đặc điểm chất thải được vận chuyển liên tục trong ống lồng nên được xáo trộn từ đầu ống đến cuối ống, trong quá trình di chuyển và xáo trộn đồng thời xảy ra các quá trình: sấy, khí hóa thành than và cuối cùng là đốt cháy hoàn toàn thành tro. Chính nhờ vậy, độ ẩm của rác cũng cho phép cao hơn các loại lò khác.

Lò đốt thùng quay: công nghệ này tương tự như lò đốt tĩnh, lò quay bao gồm một buồng đốt hình trụ, bên trong có lót gạch chịu lửa đặt trên các bánh răng truyền động và quay với tốc độ 3 – 5 vòng/phút theo dọc trục của nó. Độ nghiêng củ lò khoảng 30 – 50 theo chiều từ đầu nhập nhiên liệu đến đầu tháo tro do vậy chất thải có thể chuyển động song song phẳng theo phương ngang và theo phương bán kính của lò. Công nghệ này có ưu điểm có thể đốt các loại chất thải khó cháy như bùn thải do chất thải được khuấy trộn tốt trong lò quay. Nhưng nhược điểm của công nghệ này là chi phí đầu tư lớn, đòi hỏi tiêu chuẩn cơ khí cao.

Nguyên lý cơ bản của một hệ thống lò đốt thùng quay như mô hình sau:



1. Cầu trục nâng rác;	2. Phễu nhận rác;	3. Buồng đốt thùng quay
4. Buồng đốt thứ cấp;	5. Béc đốt thứ cấp;	6. Nồi hơi;
7. Băng tải tro	8. Thùng chứa tro	

Hình 7.6. Hệ thống lò đốt thùng quay

Buồng 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 chất thải rắn trong quá trình cháy. Lò đốt được đặt dốc với độ nghiêng 1 - 5%, nhằm tăng thời gian cháy của chất thải và vận chuyển tự động rác từ khi vào cho đến khi thành tro ra khỏi buồng đốt. Các quá trình sấy, hóa hơi (nhiệt phân), đốt cháy carbon và tháo tro diễn ra trong trống quay này theo trình tự từ khi nạp rác vào buồng đốt đến khi thành tro.

Sản phẩm khí từ buồng sơ cấp tiếp tục được đốt trong buồng thứ cấp có bổ sung nhiệt lượng để đốt cháy hoàn toàn các chất hữu cơ trong khí thải. Các quá trình sấy, nhiệt phân và đốt cháy cạn carbon xảy ra độc lập trên mỗi đoạn chiều dài của trống quay và nhờ có sự xáo trộn tốt nên tốc độ khí hóa của lò đốt thùng quay cao hơn lò đốt tĩnh 2 - 3 lần (trong lò đốt tĩnh các quá trình sấy, nhiệt phân và đốt cháy cạn cac bon xảy ra tại một vị trí và xảy ra đồng thời). Khi đốt chất thải rắn, lò đốt sơ cấp quay giúp cho quá

trình xử lý được triệt để. Thời gian lưu 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 béc 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 chất thải rắn 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.

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: là một buồng đốt tĩnh, nhằm để đốt các sản phẩm bay hơi và khí hóa do quá trình nhiệt phân từ buồng sơ cấp. Nhiệt độ ở đây thường từ 950 – 1100 °C. Thời gian lưu của khí thải qua buồng thứ cấp từ 1,5 - 2 giây. Hàm lượng oxy dư tối thiểu cho quá trình cháy là 6%. Buồng đốt thứ cấp thường gắn liền với hệ thống tái sử dụng năng lượng như nồi hơi. Nồi hơi sản xuất hơi cao áp chạy máy phát điện hoặc sản xuất nước nóng.

- **Đốt bằng phương pháp phun chất lỏng:** Chất thải nguy hại dạng lỏng được đốt trực tiếp trong lò đốt bằng cách phun vào vùng ngọn lửa hay vùng cháy của lò. Lò đốt được duy trì nhiệt độ khoảng trên 1000 °C. Thời gian lưu của chất thải lỏng trong lò từ vài phần giây đến 2,5 giây.

Đốt có xúc tác: Sử dụng xúc tác cho vào lò đốt để tăng cường tốc độ oxy hóa chất thải ở nhiệt độ thấp hơn so với lò đốt thông thường (nhỏ hơn 537 °C), được áp dụng cho chất thải lỏng.

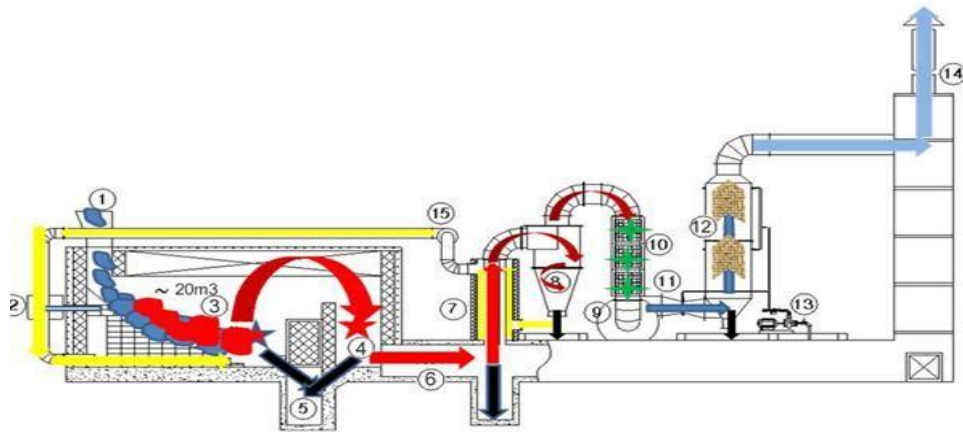
Ưu điểm của công nghệ thiêu đốt:

- Phân hủy hoàn toàn các chất ô nhiễm cháy được khi thiết bị thiêu đốt được thiết kế và vận hành đúng quy cách.
- Khả năng thích ứng của thiết bị đối với sự thay đổi vừa phải của lưu lượng khí thải cũng như nồng độ chất ô nhiễm trong khí thải.
- Hiệu quả xử lý cao đối với những chất ô nhiễm đặc biệt mà các biện pháp xử lý khác không có hiệu quả hoặc hiệu quả thấp.
- Không có sự suy giảm đáng kể nào về mặt chất lượng hoạt động của thiết bị. Không cần hoàn nguyên như các phương pháp xử lý khí thải khác như hấp thụ và hấp thu.
- Có khả năng thu hồi, tận dụng được nhiệt thải ra trong quá trình thiêu đốt.

Nhược điểm của công nghệ thiêu đốt:

- Xử lý khí thải bằng phương pháp nhiệt chi phí đầu tư thiết bị và vận hành tương đối lớn.
- Làm phức tạp thêm vấn đề gây ô nhiễm không khí khi trong khí thải đầu vào có chứa các hợp chất của clorin, nitơ và lưu huỳnh.
- Khó khăn vận hành thiết bị khi nạp liệu và sử dụng xúc tác hỗ trợ.

7.5.3. Cơ chế của quá trình đốt



Trong đó:

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| 1- Cửa vào | 8- Cyclone |
| 2- Ben đầy | 9- Quạt làm mát |
| 3- Buồng đốt sơ cấp | 10- Quạt hút khí thải |
| 4- Buồng đốt thứ cấp | 11- Venturi |
| 5- Ngăn chứa tro xỉ | 12- Tháp hấp thụ |
| 6- Kênh khói | 13- Máy bơm |
| 7- Buồng làm nguội | 14 - Ống khói |
| | 15- Quạt hút khí làm nguội |

Hình 7.7. Cấu tạo lò đốt chất thải nguy hại

- Tại buồng đốt sơ cấp: Rác thải được nạp vào lò đốt qua cửa dưới ở phía trước buồng đốt sơ cấp, sau đó được gia nhiệt, quá trình bay hơi (nhiệt phân) diễn ra. Quá trình bay hơi không yêu cầu oxy và có thể được thực hiện trong môi trường khí trơ. Tốc độ bay hơi phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nếu quá trình bay hơi được thực hiện ngay trong tầng đốt, nhiệt độ đốt tăng, tạo điều kiện cho quá trình bay hơi tăng nhanh. Ngược lại nếu quá trình bay hơi quá nhanh, có thể làm chậm lại nhờ hạn chế tốc độ đốt.

Buồng đốt sơ cấp được bố trí sao cho hơi từ đầu đốt, khí thoát ra do hiện tượng bay hơi, do thay đổi nhiệt độ, do chuyển động xoáy ngang kết hợp vào với nhau tạo ra nhiệt và khí cung cấp cố định cho buồng đốt. Nhờ vậy điều khiển được tốc độ cháy của lò.

Các đầu đốt được đặt trong buồng đốt sơ cấp và đảm nhận cả chức năng sơ cấp và thứ cấp. Sự chuyển nhiệt từ buồng đốt sơ cấp tới buồng đốt thứ cấp được điều chỉnh cố định, tùy thuộc vào điều kiện đốt tối ưu.

- Tại buồng đốt thứ cấp: Buồng đốt thứ cấp bao gồm hai buồng: buồng trộn và buồng đốt cuối cùng.

Trong buồng đốt thứ cấp, chủ yếu là quá trình đốt cháy hoàn toàn luồng khí tạo thành từ buồng đốt sơ cấp. Luồng khí này ở dưới dạng các hạt mỏng chứa tỉ lệ phần trăm cacbon cao. Những hạt này có diện tích bề mặt lớn nếu tập trung thành đám. Lượng cacbon chứa trong hạt sẽ được đốt cháy hoàn toàn khi đi vào buồng đốt cuối cùng. Vận tốc thấp trong buồng đốt này đảm bảo đủ thời gian để đốt cháy hoàn toàn các thành phần.

Phía trên buồng đốt sơ cấp, cửa thông lửa vào buồng trộn khí là những phần tạo hiệu ích trong buồng đốt thứ cấp. Không khí cung cấp cho buồng đốt thứ cấp được sinh ra do áp lực âm của cửa thông gió ống khói. Dòng khí tại điểm thắt trong đường dẫn khí làm tăng tốc độ của khí. Hiện tượng này tạo nên hiệu ứng venturi, vì lượng khí và vận tốc khí tăng nên lượng khí thứ cấp cũng tăng lên.

Trong quá trình đốt, việc cung cấp khí và phân phối nhiệt bên trong lò đốt được điều khiển tự động hoàn toàn thông qua việc thay đổi luồng khí và áp suất khí. Điều đó đảm bảo việc đốt cháy trong lò là hoàn toàn cố định. Chính vì vậy lò đốt đảm bảo khử hết khói và tro bụi.

Khí lò sinh ra bởi khí thải phải được duy trì lâu trong lò đốt đủ để cho quá trình cháy hoàn toàn (ít nhất là 4 giây), nhiệt độ phải đủ cao (thường cao hơn 1000 °C hay 1100 °C đối với chất PCB). Cuối cùng cần phải có một quá trình trộn lẫn tốt với các khí và khí cháy - xoáy.

Những chất khí có thể cháy được phát sinh do nhiệt phân rác được trộn lẫn với luồng không khí thứ cấp được đưa vào phía trước lò và hoàn toàn được đốt cháy trong buồng thứ cấp. Sau khi ra khỏi buồng đốt thứ cấp, khí thải được xử lý trong tháp xử lý khí nhằm loại bỏ các tạp chất ô nhiễm trước khi thải ra ngoài ống khói. Tro được đưa qua cửa tháo tro và xả ra ngoài và được đưa vào bãi chôn lấp tro an toàn.

Ống khói được đặt trực tiếp phía trên lò, điều khiển hiệu quả luồng khí thoát ra.

Bài tập 7.1

A waste mixture of 40% xylene, 35% toluene, 23% n-pentane, and 2% water is to be combusted in a liquid injection incinerator at a rate of 550 kg/h. There is 18% excess air in the combustion chamber.

Property of the waste constituents are as follows:

Compound	Chemical Formula	Molecular Weight (MW)	Heat Content(kJ/kg)
Xylene	$C_6H_4(CH_3)_2$	106.16	42,989
Toluene	$C_6H_5CH_3$	92.13	42,527
Pentane	C_5H_{12}	72.14	49,142
Water	H_2O	18.01	0

1. Calculate the total heat release in the incinerator
2. Calculate the percent by volume of each component in the flow gas

Bài giải:**1. Heat release in the incinerator:**

Xylene heat release = $0.40 \times 42,989 = 17,196$ kJ/kg

Toluene heat release = $0.35 \times 42,527 = 14,884$ kJ/kg

Pentane heat release = $0.23 \times 49,142 = 11,303$ kJ/kg

Water heat release = 0 kJ/kg

Heat release/kg of mixture 43,382 kJ/kg

Total heat release in the incinerator

$550 \text{ kg/h} \times 43,382 \text{ kJ/h} = 23,860,100 \text{ kJ/h}$

2. Calculate the percent by volume of each component in the flow gas:

a) Xylene: $\text{C}_8\text{H}_{10} + 11.5\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$

Mass of xylene = $0.40 \times 550 \text{ kg/h} = 220 \text{ kg/h}$

$220/106 = 2.08$ mol/h of xylene

Component	MW	Mol/h
Xylene	106	2.08
O ₂	32	23.92
CO ₂	44	16.64
H ₂ O	18	10.4

$0.18 \times 23.92 = 4.31$ mol/h of O₂

$23.92 + 4.31 = 28,32$ mol/h of O₂

Note that air is 79% N and 21% O₂, so $79/21 \times 28.23 = 106.20$ mol N₂

b) Toluene: $\text{C}_7\text{H}_8 + 9\text{O}_2 \rightarrow 7 \text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Mass of toluene = $0.35 \times 550 \text{ kg/h} = 192.5 \text{ kg/h}$

$192.5/92 = 2.09$ mol/h of toluene

Component	MW	Mol/h
Toluene	92	2.09
O ₂	32	18.81
CO ₂	44	14.63
H ₂ O	18	8.36

Given 18% excess air,

$$0.18 \times 18.81 = 3.39 \text{ mol/h of O}_2$$

In addition to that calculated above.

$$18.81 + 3.39 = 22.2 \text{ mol/h of O}_2$$

Note that air is 79% N and 21% O₂, so

$$79/21 \times 22.2 = 79.72 \text{ mol N}_2$$

c) Pentane: $\text{C}_5\text{H}_{12} + 8\text{O}_2 \rightarrow 5\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

$$\text{Mass of pentane} = 0.23 \times 550 \text{ kg/h} = 126.5 \text{ kg/h}$$

$$126.5/72.14 = 1.75 \text{ mol/h of pentane}$$

Component	MW	Mol/h
Pentane	72	1.75
O ₂	32	14.00
CO ₂	44	77.00
H ₂ O	18	31.50

Given 18% excess air,

$$0.18 \times 14.00 = 2.52 \text{ mol/h of O}_2$$

In addition to that calculated above

$$14.00 + 2.52 = 16.52 \text{ mol/h O}_2$$

Note that air is 79% N and 21% O₂, so

$$79/21 \times 16.52 = 62.15 \text{ mol N}_2$$

Beyond the above data for hydrocarbon combustion, there is also 2% water in the waste.

This amounts to $0.02 \times 550 \text{ kg/h} = 11 \text{ kg/h}$.

$$11/18 = 0.61 \text{ mol H}_2\text{O}.$$

Add the moles of each component generated in the flue gas to determine the total moles.

	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂
Xylene	16.64	10.4	23.92	106.20
Toluene	14.63	8.36	18.81	79.72
Pentane	77.00	31.50	14.00	62.15
Water		0.61		
Total	108.27	50.87	56.73	248.07

Total moles = 463.94

Given that the mol% is equivalent to the vol.% the flue gas contains the followings:

24.34% CO₂

10.97% H₂O

12.23% O₂

53.47% N₂

Bài tập 7.2

A liquid waste mixture of 64% xylene, 32% acetone, and 4% water is to be combusted in a liquid injection incinerator at a rate of 1275 kg/h. There is 35% excess air in the combustion chamber.

Property of the waste constituents are as follows:

Compound	Chemical Formula	Molecular Weight (MW)	Heat Content(kJ/kg)
Xylene	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	106	42,989
Acetone	CH ₃ COOCH ₃	74	13,120
Water	H ₂ O	18	0

1. Calculate the total heat release in the incinerator
2. Calculate the percent by volume of each component in the flow gas.

7.5.4. Thải bỏ tro cặn chất thải nguy hại

- Sau khi xử lý, quá trình đốt vẫn thải ra một lượng cặn không thể tận dụng hay xử lý được nữa như tro của quá trình đốt tiêu hủy,... biện pháp cuối cùng để giải quyết các chất thải này là thải bỏ an toàn.

- Đối với chất thải nguy hại, thải bỏ chất thải được coi là một phương pháp lưu trữ an toàn phần cặn còn lại, do đó các thao tác thực hiện quá trình này phải do nhà chuyên môn thực hiện. Các cơ sở sản xuất không có đủ quyền hạn thực hiện việc này. Vì vậy, cần xây dựng nhà máy xử lý chất thải nguy hại để giải quyết vấn đề trên

7.6. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp sinh học

Chất thải nguy hại cũng có thể xử lý bằng phương pháp sinh học ở điều kiện hiếu khí và kỵ khí như chất thải thông thường. Tuy nhiên, bổ sung chủng loại vi sinh vật phải thích hợp và điều kiện tiến hành được kiểm soát chặt chẽ hơn.

Phương pháp sinh học dùng để xử lý đất bị ô nhiễm, bùn thải... Mục đích của phương pháp này là phân hủy và làm biến đổi chất hữu cơ có trong chất thải để làm giảm ảnh hưởng của nó đối với môi trường

7.6.1. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp 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 benzen, toluen, axeton, rượu,... Bằng quá trình cung cấp

oxi và các khoáng chất (C, N, P), vi sinh vật sẽ phá hủy các chất hữu cơ thành CO₂, H₂O và muối khoáng. Kỹ thuật này hoàn toàn tương tự xử lý chất thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp.

- Tuy nhiên, công nghệ hiếu khí bị giới hạn bởi các yếu tố bao gồm: nhiệt độ, pH, O₂, N₂, P cũng như nồng độ các chất nguy hại và thời gian ủ.

Bảng 7.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình xử lý hiếu khí

Yếu tố	Giá trị
Nhiệt độ tối ưu	10 – 32 °C
pH	Trung tính
DO	≥ 1 ppm
N ₂	5%
P	1%

- Xử lý hiếu khí được sử dụng để xử lý CTNH trong nước thải, nước mặt, kênh, rạch, đất,.... Riêng đối với chất thải công nghiệp và CTNH trong nước ngầm, quá trình xử lý giống nhau và giống với quá trình xử lý chất thải rắn.

- 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 sử dụng rộng rãi để xử lý acetone, benzen, clorua benzen, butanol,...

7.6.2. Xử lý chất thải nguy hại bằng phương pháp kỵ khí

- Xử lý chất thải nguy hại 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, quá trình oxi 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.

7.7. Xử lý chất thải nguy hại 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, pentaclorophenol 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 nhằm thúc đẩy sự phân hủy các chất ô nhiễm trong đất bởi 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

đinh dưỡng. Quá trình phân hủy sinh học diễn ra nhờ các vi khuẩn có sẵn trong đất, được kích hoạt với 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 hoặc các hợp chất hữu cơ bay hơi.

- Theo đánh giá của U.S EPA, 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 bốn nhóm cơ bản: hydrocacbon thơm đa vòng (PAHs), thực bảo vệ thực vật, clo hữu cơ và hỗn hợp các chất hóa học khác.

7.8. Chôn lấp an toàn chất thải nguy hại

Chôn lấp là công đoạn cuối cùng không thể thiếu trong hệ thống Quản lý chất thải nguy hại. Chôn lấp là biện pháp nhằm cô lập chất thải nhằm làm giảm độc tính, giảm thiểu khả năng phát tán chất thải vào môi trường.



Hình 7.8. Mô hình nhà máy xử lý CTNH tại xã Đông Thạnh

Các chất thải nguy hại được phép chôn lấp vào bãi chôn lấp cần đáp ứng các tiêu chuẩn sau:

- ✓ Chỉ có chất thải vô cơ (ít hữu cơ)
- ✓ Tiềm năng nước rỉ thấp
- ✓ Không có chất lỏng
- ✓ Không có chất phóng xạ
- ✓ Không có lốp xe
- ✓ Không có chất thải lây nhiễm

7.8.1. Danh mục các loại chất thải nguy hại được phép chôn lấp

Bảng 7.2 Danh mục các loại chất thải nguy hại được phép chôn lấp

Mã số	Mã số Basel	Mô tả chất thải	Giới hạn
A[1170]		Ắc quy thải, pin thải	Trừ các loại bảo đảm những đặc tính nhất định để coi là chất thải không nguy hại (theo TCVN 6705:2000)
A[1180]		Thiết bị hay chi tiết điện, điện tử thải chứa những bộ phận như pin, ắc quy thuộc TCVN 6706:2000, công tắc thủy ngân, thủy tinh từ đèn catôt và thủy tinh hoạt hoá khác, tụ điện có PCB hoặc lẫn với các chất thải nguy hại khác có nồng độ thể hiện tính chất đặc trưng nêu trong phụ lục III (1), (2) công ước Basel.	
A[2010]		Chất thải thủy tinh từ đèn catôt và thủy tinh hoạt hoá khác	
A[2050]		Amiăng thải (bụi và sợi)	
A[3030]		Các chất thải có chứa cấu tạo từ chì hoặc bị lẫn với các hợp chất chống kích nổ trên cơ sở chì	
A[3050]	Y 13	Các chất thải từ sản xuất, đóng gói và sử dụng nhựa, mũ, chất hoá dẻo, keo và chất kết dính.	Không kể các chất liên quan đã nêu trong TCVN 6705:2000
A[3190]	Y 11	Cặn nhựa thải từ các quá trình tinh chế, chưng cất và xử lý nhiệt phân các vật liệu hữu cơ	Không kể bê tông nhựa
A[4060]	Y 9	Nhũ tương và hỗn hợp dầu / nước và hydrocacbon / nước thải	
A[4080]	Y 15	Chất thải có tính nổ	
A[4100]		Các chất thải từ các thiết bị kiểm soát ô nhiễm công nghiệp dùng để làm sạch các loại khí thải công nghiệp	Không kể các chất nằm trong TCVN 6705:2000
A[4160]		Than hoạt tính đã qua sử dụng	Không kể than hoạt tính dùng từ quá trình xử lý nước uống và các quá trình công nghiệp thực phẩm và sản xuất vitamin.

7.8.2. Các yêu cầu cơ bản đối với bãi chôn lấp chất thải nguy hại

- Địa điểm bãi chôn lấp phải được xác định căn cứ theo quy hoạch xây dựng đã được cơ quan nhà nước có thẩm quyền phê duyệt.
- Bãi chôn lấp phải đủ diện tích, dung tích đáp ứng lượng chất thải nguy hại phát sinh trong tương lai, tốt nhất diện tích của bãi có vòng đời tối thiểu 15 - 20 năm trong vùng quy hoạch.
- Địa điểm chôn lấp phải có các điều kiện tự nhiên thích hợp để các tác động tiêu cực của quá trình xây dựng, vận hành và sau đóng cửa ảnh hưởng đến môi trường ít nhất.
- Khi lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp, cần chú ý và xem xét đến các yếu tố: địa lý tự nhiên, đặc điểm địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình, văn hóa, xã hội, luật định của địa phương, các yếu tố kỹ thuật, ý kiến cộng đồng, các điều kiện vận chuyển chất thải, ảnh hưởng của bãi chôn lấp đến cảnh quan, di tích lịch sử, tâm linh
- Không thiết kế bãi chôn lấp gần các khu dân cư, sân bay, di tích lịch sử, cảnh quan, du lịch, khu canh tác cây lương thực, đất ướt, đất nứt, vùng có nguy cơ động đất và khu vực không ổn định gần sông suối, ao hồ và các nguồn nước sử dụng trong sinh hoạt. Bên cạnh đó, cũng phải quan tâm đến ý kiến của cơ quan địa phương và cộng đồng dân cư trong khu vực.

Nguyên tắc nền tảng của việc thiết kế và lựa chọn địa điểm là phải đảm bảo an toàn cho cộng đồng và bảo vệ môi trường. Do vậy, phương pháp lựa chọn địa điểm bãi chôn lấp chất thải nguy hại cũng phải phản ánh đúng nguyên tắc này.

7.8.3. Quy mô bãi chôn lấp chất thải nguy hại

Quy mô của bãi chôn lấp được quy định theo tiêu chuẩn TCVN 6696: 2000

Khi lựa chọn quy mô bãi chôn lấp, phải dựa trên cơ sở dân số đô thị, khu công nghiệp và khối lượng chất thải, tỷ lệ tăng dân số và lượng gia tăng chất thải, khả năng tăng trưởng kinh tế và định hướng phát triển, áp dụng theo bảng 7.3

Bảng 7.3 Lựa chọn quy mô bãi chôn lấp

Loại đô thị, khu công nghiệp	Dân số (1000 người)	Khối lượng chất thải (1000 tấn/năm)	Thời gian sử dụng (năm)	Quy mô
Đô thị cấp 4,5, cụm CN nhỏ	Dưới 100	Dưới 20	Dưới 5	Nhỏ
Đô thị cấp 3, 4, khu CN, cụm CN vừa	100-500	20-65	Từ 5-10	Vừa
Đô thị cấp 1, 2, 3, khu CN, khu chế xuất	500-1000	65-200	Từ 10-15	Lớn
Đô thị cấp 1,2, khu CN lớn, khu chế xuất	Trên 1000	Trên 200	Từ 15-30	Rất lớn

Chú thích:

Trong trường hợp đối tượng cột 1, 2, 3 không phù hợp nhau thì quy mô bãi chôn lấp được lựa chọn theo đối tượng trong cột có yêu cầu cao nhất.

Bảng phân loại quy mô bãi chôn lấp chất thải nguy hại theo diện tích được quy định trong bảng 7.4

Bảng 7.4 Phân loại quy mô bãi chôn lấp theo diện tích

TT	Loại bãi	Diện tích (ha)
1	Nhỏ	< 1
2	Vừa	≥ 1 – 3
3	Lớn	≥ 3 – 6

- Diện tích trong bảng trên được tính từ vành đai công trình đến hàng rào bãi chôn lấp.
- Bãi chôn lấp được chia thành các ô chôn lấp như bãi chôn lấp chất thải thông thường. Mỗi ô chôn lấp được thiết kế phù hợp với 1 loại chất thải nhất định và được sử dụng để chôn lấp chất thải đó.
- Diện tích ô chôn lấp được quy định trong bảng 7.5

Bảng 7.5 Diện tích ô chôn lấp

Khối lượng chất thải tiếp nhận (tấn/ngày)	Diện tích ô chôn lấp (m ²)
≤ 10	300 - 500
> 10 - 20	> 500 - 1000
> 20 - 50	> 1000 - 2000
> 50 - 100	> 2000 - 3500
> 100	> 3500 - 5000

- Trong khu chôn lấp, nên thiết kế các mái che di động, có thể trượt trên các đường ray để hạn chế lượng nước mưa xâm nhập vào các ô chôn lấp đang hoạt động. Độ cao của mái che có thể thay đổi được để phù hợp với độ cao vận hành của ô chôn lấp.
- Mái che nên chọn các loại vật liệu rẻ nhưng có khả năng che mưa. Khi vận hành bãi chôn lấp, mái che phải bảo đảm che kín toàn bộ khu vực đổ chất thải, không cho nước mưa tiếp xúc trực tiếp với chất thải nguy hại.

Bảng 7.6. Khoảng cách thích hợp khi lựa chọn bãi chôn lấp CTR nguy hại

Đôi tượng cần cách ly	Đặc điểm và quy mô các công trình	Khoảng cách tới bãi chôn lấp (m)		
		Bãi chôn lấp nhỏ và vừa	Bãi chôn lấp lớn	Bãi chôn lấp rất lớn
Đô thị	Các thành phố, thị xã	≥ 5000	≥ 10.000	≥ 15.000
Thị trấn, thị tứ, cụm dân cư ở đồng bằng và trung du	≥15 hộ Cuối hướng gió chính Các hướng khác Theo hướng dòng chảy		≥ 3000 ≥ 500 ≥ 5000	
Cụm dân cư miền núi	≥15 hộ, cùng khe núi (có dòng chảy xuống)	≤ 3000	> 3000 ≤ 5000	> 5000
Công trình khai thác nước ngầm	Công suất 100 m ³ /ng	≥ 100	≥ 300	≥ 1000
	Công suất 100-10000m ³ /ng	≥ 300	≥ 1000	≥ 3000
	Công suất ≥10000m ³ /ng	≥ 1000	≥ 2000	≥ 5000

- Xung quanh bãi chôn lấp chất thải rắn nguy hại phải có vùng đệm đóng vai trò là màn chắn tầm nhìn và cách ly, đồng thời cũng đóng vai trò là đường biên an toàn trong trường hợp có sự cố rò rỉ chất thải. Trong vùng đệm trồng cây hoặc gờ chắn, bảo đảm khả năng ngăn cách bãi chôn lấp với bên ngoài. Chiều rộng nhỏ nhất của dải cây xanh cách ly là 10 m.

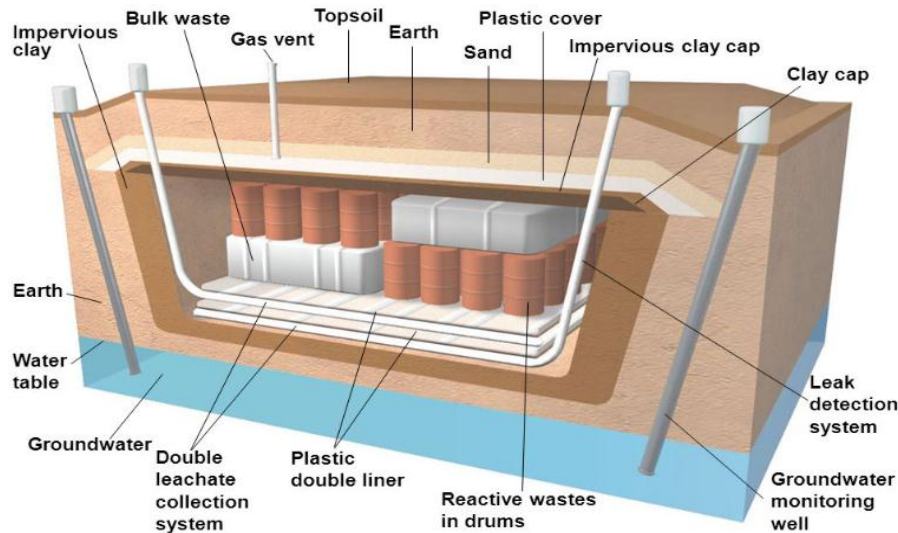
- Cây xanh trong khu vực bãi chôn lấp tốt nhất nên chọn cây xanh lá kim, có tán rộng, xanh quanh năm. Không trồng các loại cây ăn quả, cây có dầu, lá rụng nhiều, dễ gây cháy bãi vào mùa khô.

- Chôn lấp chất thải rắn nguy hại phải có hệ thống hàng rào bảo vệ để ngăn cản sự xâm nhập của những người không có nhiệm vụ, gia súc, động vật vào trong bãi chôn lấp chất thải nguy hại. Hàng rào cần có kết cấu vững chắc như tường gạch, rào thép, dây thép gai.

7.8.4. Nguyên tắc thiết kế bãi chôn lấp chất thải rắn nguy hại

Bãi chôn lấp được thiết kế phải thoả mãn các yêu cầu công nghệ sau:

- Hoạt động tại bãi thuận tiện, chi phí hợp lý.
- Kiểm soát được nước rác.
- Kiểm soát được nước mưa.
- Kiểm soát được khí thoát ra từ bãi chôn lấp.



Hình 7.9. Bãi chôn lấp chất thải nguy hại

a) Phân chia ô bãi

Các ô phải được chia hợp lý. Bề rộng các dải phân cách các ô tối thiểu là 0,9 m. Độ dốc vát thành của vách ngăn cách phải lớn sao cho việc nén ép rác có hiệu quả trong vùng ranh giới. Mỗi ô chôn lấp lại được chia thành từng ô chôn lấp nhỏ có diện tích 5.000 - 6.000 m².

Nước rác nhất thiết phải được đưa ra khỏi các ô chôn lấp. Đáy và thành bãi phải được lót bằng một lớp vật liệu chống thấm nhằm ngăn chặn sự xâm nhập của nước rác tới nước ngầm và nước mặt. Vật liệu chống thấm ở đây có thể dùng một lớp sét dày 6 m hoặc các loại lót bãi bằng nhựa, cao su mỏng sau đó phủ một lớp đất sét dày lên trên. Đáy bãi cũng phải xây dựng nhiều hệ thống cống ngầm có phủ đá ở trên để thu nước rác.

b) Kỹ thuật đổ rác

Rác được chuyên chở đến bãi chôn lấp bằng xe ô tô, đổ tập trung và theo đúng thứ tự ô bãi. Dùng máy ủi san đều thành từng lớp. Chiều dày mỗi lớp không nên quá 60cm, đầm nén và tiếp tục trải các lớp rác khác lên. Mỗi lớp rác phải được đầm nén 5 - 6 lần. Khi lớp rác dày 2,0 - 2,5 m thì phủ một lớp đất dày 10 - 15 cm lên trên rồi lại đầm nén. Yêu cầu kỹ thuật của lớp đất phủ là độ chặt K: 0,8 - 0,85. Cần phun hoá chất (thuốc diệt côn trùng, thuốc khử mùi,...) và rắc vôi bột trước khi tiến hành phủ đất. Việc che phủ phải được tiến hành trong vòng 24 giờ. Khi đóng bãi phải phủ một lớp phủ sau cùng.

c) Lớp lót chống thấm

Trong trường hợp bãi chôn lấp chất thải nguy hại được lựa chọn ở những nơi mà đáy và thành ô chôn lấp có lớp sét lớn hơn 2 m với hệ số thấm $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s thì đáy và thành các ô chôn lấp chỉ cần có cấu tạo lớp lót đơn, cụ thể là:

- Lớp đệm bằng cát để thu gom nước rò rỉ, dày 0,5 m.
- Lớp chống thấm HDPE, dày 1,5 mm.
- Lớp vải địa kỹ thuật.

- Lớp cát đệm phát hiện nước rò rỉ dày 30 cm.
- Lớp vải địa kỹ thuật.
- Lớp sét tự nhiên có hệ số thấm $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s, dày hơn 2 m.

Trong trường hợp đáy và thành ô chôn lấp không thoả mãn 2 yếu tố trên (bề dày lớp sét nhỏ hơn 2 m hoặc hệ số thấm $K > 1 \times 10^{-7}$ cm/s) thì đáy và thành ô chôn lấp cần được cấu tạo bởi lớp lót kép, cụ thể là:

- Lớp đệm bằng cát để thu gom nước rò rỉ thứ nhất, dày 0,5 m.
- Lớp chống thấm thứ nhất HDPE, dày 1,5 mm.
- Lớp vải địa kỹ thuật.
- Lớp cát để thu gom nước rò rỉ thứ hai, dày 30 cm.
- Lớp chống thấm thứ hai HDPE, dày 1,5 mm.
- Lớp vải địa kỹ thuật.
- Lớp sét lót gia cố được đầm nện với chiều dày ít nhất là 90 cm và có hệ số thấm $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s.

d) Nguyên liệu lót

Có nhiều loại vật liệu khác nhau đã được sử dụng hoặc nghiên cứu làm lớp lót cho ô chôn lấp, bao gồm:

- Vải nhựa dày HDPE
- Nhựa tổng hợp PVC
- Cao su butila
- Neopren (cao su tổng hợp clopren)
- Các loại Polyethlen khác (ví dụ chỉ hoá, clorosunphonat...) Khi xem xét lựa chọn vật liệu lót cần lưu ý các điểm sau:
- Sự tương thích về mặt hoá học với loại chất thải sẽ được chôn lấp và nước rò rỉ có thể phát sinh.
- Độ bền, trở đối với các yếu tố khí hậu thời tiết.
- Sức chịu đựng sự phá huỷ vật lý.
- Độ bền chống lại các động vật gặm nhấm và vi trùng.
- Khả năng giữ được các tính chất mong muốn ở mọi nhiệt độ.
- Kiểm soát, đảm bảo về chất lượng cả trong giai đoạn chế tạo và khi đặt vào ô chôn lấp.
- Cần lớp cát dày 0,5 - 1,0 m đặt trên lớp lót để thu gom nước rò rỉ và bảo vệ lớp này trong quá trình đổ thải.

e) Lớp đất lót

Nên tận dụng lớp đất tự nhiên không phá vỡ cấu trúc làm đất lót. Trong trường hợp lớp đất tự nhiên dưới đáy các ô chôn lấp không đảm bảo tiêu chuẩn đối với bãi chôn lấp CTCN cần tạo một lớp đất lót. Khi xem xét gia công lớp đất lót cần chú ý:

- Độ ẩm hiệu quả để đầm nén.
- Phương pháp và kỹ thuật nén.
- Tính thấm và độ dày cuối cùng phải đạt được.
- Sức chịu tải đối với các thiết bị máy móc khi hoạt động chôn lấp và khi chất đầy chất thải nguy hại.
- Kiểm soát, đảm bảo chất lượng trong quá trình lót.

f) Các vật liệu lót khác

Ngoài màng lót (với địa kỹ thuật) và đất sét, các vật liệu sau có thể được sử dụng làm màng lót:

- Bentonit và các hợp chất của bentoni
- Vữa xi măng.
- Các vật liệu tráng bề mặt (nhựa đường).

Việc sử dụng các vật liệu này cần được cân nhắc kỹ về tính năng và sức chịu đựng của nó đối với CTNH và điều kiện thời tiết ở Việt Nam cũng như điều kiện kỹ thuật thi công.

g) Lớp phủ bề mặt sau cùng

Tác dụng của lớp phủ sau cùng là:

- Ngăn chặn rò rỉ của nước rác, giảm ô nhiễm.
- Ngăn cản sự xói mòn chất thải do mưa, gió gây ra.
- Ngăn cản các loài gặm nhấm, chim, ruồi, nhặng...

Thông thường, đối với ô chứa chất thải nhỏ hoặc các bãi thải nhỏ đắp nổi, chất thải chủ yếu là độc hại mới sử dụng các loại vật liệu cao cấp như polyme, plastic làm lớp phủ sau cùng vì rất tốn kém.

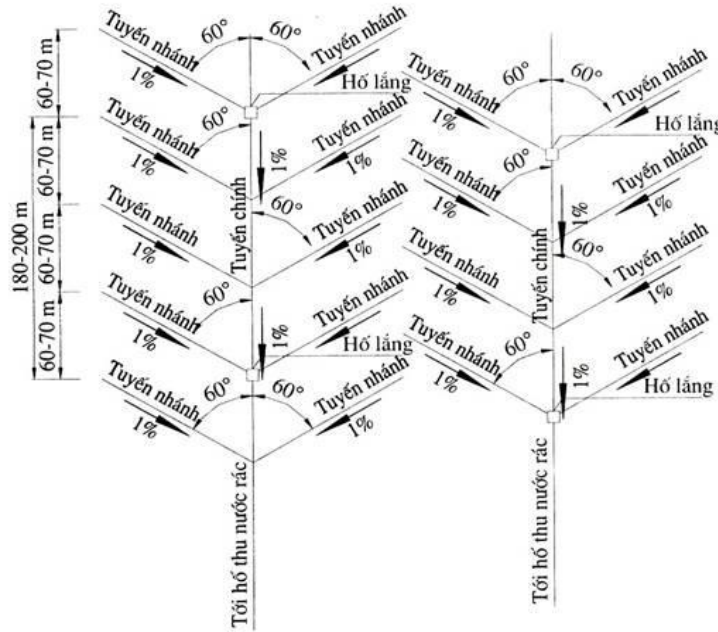
Đối với bãi thải lớn và đặc biệt trong hoàn cảnh nền kinh tế của nước ta còn khó khăn, chi phí cho việc xây dựng và quản lý bãi không nhiều, rác thải chủ yếu là các loại chất hữu cơ dễ phân huỷ thì lớp phủ sau cùng nên dùng vật liệu tự nhiên rẻ tiền như đất sét, đá cuội, sỏi... và trên cùng là lớp đất trồng để có thể trồng cây, cỏ... như các vùng đất khác. Lớp phủ sau cùng này dày 0,8 – 1 m.

Hệ thống thu hồi nước rác và khí gas

Các hệ thống này nhất thiết phải được làm trong thời kỳ chuẩn bị bãi ban đầu.

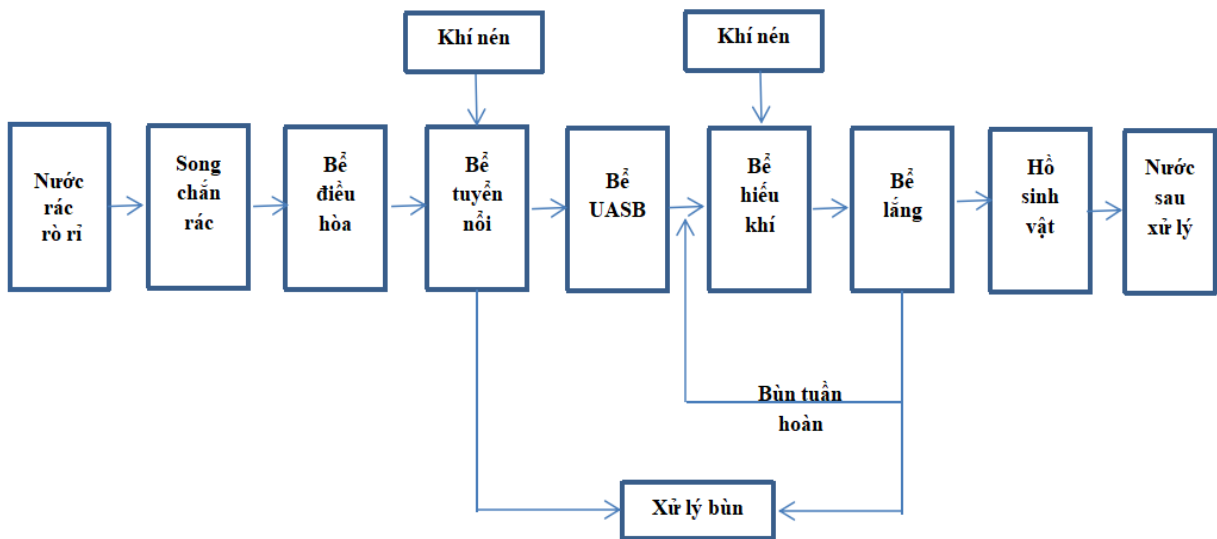
Hệ thống thu gom nước rác

Hệ thống thu gom nước rác được dùng để thu hồi lượng nước rác sinh ra, không cho chảy tràn ra bên ngoài bãi. Hệ thống này được bố trí chạy vòng quanh bãi và đan chéo nhau bên trong bãi chôn lấp với đầy đủ đường ống. Các ống thu gom phải bền vững về mặt cấu trúc khi đặt sâu trong bãi chôn lấp. Ở mỗi ô nên có nhiều hố gas để tập trung thu nước rác. Nước rác sẽ bơm từ hố gas theo hệ đường ống đến hệ thống xử lý.



Hình 7.10. Sơ đồ bố trí ống thu gom nước rác

Sau đây là sơ đồ công nghệ xử lý nước rác rò rỉ:



Hình 7.11. Sơ đồ công nghệ xử lý nước rác rò rỉ

Nước rò rỉ từ bãi rác theo mương dẫn đi đến trạm xử lý. Tại đây, đầu tiên nước thải được đi qua song chắn rác nhằm loại bỏ các tạp chất có kích thước lớn hơn 5 mm (như các mảnh đá, gạch, gỗ vụn, các mảnh giẻ rách, nhựa...). Sau đó nước thải được đi qua bể điều hòa nhằm khắc phục các vấn đề vận hành do sự dao động lưu lượng gây ra và nâng cao hiệu suất của các quá trình ở cuối dây chuyền công nghệ xử lý. Trong bể tuyển nổi, với việc hình thành các bọt khí nhỏ li ti, 90 - 95% SS bị tách ra khỏi nước thải dưới dạng nổi và được vớt ra ngoài; Tiếp đó nước rò rỉ được chảy vào bể UASB (bể lọc kỵ khí ngược dòng), làm giảm nồng độ COD từ 4.000 - 6.000 mg/l còn khoảng 300 - 500 mg/l. Lượng chất hữu cơ còn lại sau quá trình xử lý kỵ khí UASB sẽ được xử lý tiếp ở bể aeroten rồi sau đó nước thải được dẫn qua bể lắng. Tại bể lắng, một phần bùn hoạt tính được đưa trở lại bể aeroten, phần bùn dư còn lại được đem đi xử lý

Cuối cùng nước thải được dẫn vào hồ sinh vật. Trong hồ sinh học, thời gian lưu nước thường từ 2 - 10 ngày (có khi tới 36 ngày), do vậy các loại vi khuẩn gây bệnh thường bị tiêu diệt tới 95 - 99%. Sau khi ra khỏi hồ sinh vật, nước rác hoàn toàn có thể đạt tiêu chuẩn xả vào nguồn loại B. Bùn cặn thu được từ bể tuyển nổi và bể lắng 2 có thể đem đi xử lý tiếp trong bể metan hoặc được đem đi đổ vào bãi chôn lấp cùng với rác.

Hệ thống thu hồi khí gas

Khí gas là sản phẩm của rác phân huỷ ở dạng khí.

Thành phần chủ yếu là CH_4 và CO_2 (chiếm 95%) còn lại là N_2 , O_2 , H_2 ... Những chất này dễ cháy, nổ và gây ô nhiễm môi trường. Khí gas tạo thành trong bãi chôn lấp rồi thoát ra bề mặt bãi và phát tán ra xung quanh.

Nội dung của kiểm soát khí gas là chủ động thu gom và phát tán khí gas trên cơ sở khảo sát tính toán lượng khí gas theo thời gian phân huỷ của bãi chôn lấp.

Hai hệ thống chính sau được thiết kế để kiểm soát, thu hồi khí gas:

- Hệ thống thụ động: dựa trên quá trình tự nhiên để khuếch tán khí gas vào không khí và ngăn ngừa khí gas di chuyển vào những vùng dân cư gần bãi chôn lấp. Loại hệ thống này thích hợp với bãi chôn lấp nhỏ và vừa.

- Hệ thống chủ động: dùng phương pháp hút cưỡng bức để thu hồi khí gas.

Như vậy hệ thống này không những bảo vệ được các vùng xung quanh không bị ô nhiễm mà còn nhằm mục đích tận dụng khí gas làm năng lượng. Loại này chỉ giới hạn áp dụng cho những bãi chôn lấp rất lớn, thời gian sử dụng bãi kéo dài trên 15 năm do đòi hỏi chi phí đầu tư rất lớn.

Trong điều kiện của nước ta, kiểm soát khí gas theo phương pháp hệ thống thụ động là đơn giản và phù hợp hơn cả.

Cấu tạo lớp che phủ bề mặt thường gồm các lớp:

Lớp cát chuyển tiếp dày 20 - 30 cm phủ trực tiếp lên lớp bề mặt lớp chất thải nguy hại cuối cùng.

Lớp sét nén phủ trên lớp cát. Bề dày lớp sét nén càng dày càng tốt, tối thiểu phải đạt 0,6m với hệ số thấm $K \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s.

Lớp màng lót vải địa kỹ thuật dày 1,0 mm phủ trực tiếp lên lớp sét nén.

Lớp cát đệm nằm trên lớp màng lót, dày tối thiểu 0,5 m.

Lớp này không chỉ có tác dụng bảo vệ màng lót mà còn đóng vai trò thu gom nước mưa, nước mặt.

Lớp thổ nhưỡng, dày không nhỏ hơn 30 - 50 cm.

Lớp phủ thực vật: có tác dụng chống xói mòn, chỉ nên trồng cỏ hoặc loại cây rễ chùm, nông, không nên trồng các loại cây lớn, rễ cọc sẽ tạo điều kiện phá vỡ tầng phủ.

Lớp che phủ bề mặt có độ dốc tối thiểu 3 - 5% để nước mưa dễ dàng thoát khỏi bãi chôn lấp. Xung quanh bãi chôn lấp phải xây dựng hệ thống thu gom và thoát nước mưa, nước mặt và nước từ các lớp cát đệm phủ trên mặt bãi chôn lấp. Việc thiết kế và

gia cố lớp che phủ bề mặt bãi chôn lấp phải chú ý đến sự lún bề mặt và các yếu tố khác, như sự tiếp xúc với các điều kiện thời tiết, sự ổn định của độ dốc...

Cần xác định nguy cơ phát thải khí từ chất thải nguy hại được chôn lấp, nếu có và đủ lớn phải lắp đặt một hệ thống thu gom, xử lý và thải bỏ phù hợp. Hệ thống thu gom khí phải được thiết kế và xây dựng hợp lý đảm bảo việc kiểm soát khí, vừa không ảnh hưởng cấu trúc của lớp phủ và bãi chôn lấp

7.8.5. Các loại bãi chôn lấp CTNH

Theo đặc thù từng loại chất thải được chôn lấp, đặc điểm địa hình và điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn, có thể lựa chọn loại bãi chôn lấp như sau:

Theo đặc thù chất thải:

- Bãi chôn lấp khô: là bãi chôn lấp các loại chất thải thông thường (rác sinh hoạt, rác đường phố và chất thải công nghiệp ở dạng rắn).
- Bãi chôn lấp ướt: là bãi chôn lấp dùng để chôn lấp các chất thải có dạng bùn nhão (chất thải dạng bùn nhão chiếm trên 60%).
- Bãi chôn lấp hỗn hợp khô – ướt: là bãi chôn lấp dùng để chôn lấp các chất thải thông thường và chất thải dạng bùn nhão (chất thải bùn nhão chiếm tỷ lệ 20 - 60%)

Theo đặc điểm địa hình, điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn:

- Bãi chôn lấp nổi: là bãi chôn lấp nổi trên mặt đất ở những nơi có địa hình bằng phẳng hoặc độ dốc nhỏ, xung quanh bãi được xây tường hoặc đắp đê bao nổi lên.
- Bãi chôn lấp chìm: là bãi chôn lấp chìm dưới mặt đất như các hố đào, moong khai thác cũ, hào, mương, khe núi ở các vùng đồi, núi thấp ...
- Bãi chôn lấp hỗn hợp kết hợp nổi – chìm: là bãi chôn lấp xây dựng ở dạng nửa chìm, nửa nổi. Chất thải sau khi lấp đầy hố chôn, được tiếp tục chất đống lên trên, thường được sử dụng ở vùng đồng bằng, đào hố lấy đất để đắp đê bao quanh tạo thành ô chôn lấp.

7.8.6. Quan trắc chất lượng môi trường tại khu vực xung quanh bãi chôn lấp CTNH

Quan trắc chất lượng môi trường là một bộ phận không thể tách rời của bãi chôn lấp chất thải nguy hại.

Quan trắc nước rác

Nước rác thu được phải được phân tích hàng tháng cho các thông số pH, độ dẫn điện, COD, chất rắn lơ lửng và kim loại. Các kết quả thu được để đánh giá tải lượng thải và thành phần nước thải cần phải xử lý.

Quan trắc chất lượng nước ngầm

Để quan trắc chất lượng nước ngầm cần phải đào giếng quan trắc tại điểm có khả năng tiềm tàng bị nước rác chảy vào. Nói chung giếng có độ sâu ít nhất là dưới mức nước ngầm 3m và cần có ít nhất 4 giếng quan trắc như vậy. Hàng tháng lấy mẫu để đánh giá các thông số lý hoá và kim loại nặng trong nước ngầm để đánh giá xem nước có bị rò rỉ ra ngoài không.

Quan trắc chất lượng nước mặt

Nước mặt được quan trắc tại các điểm chứa nước mặt trong khu vực. Mục đích để kiểm tra xem có chứa chất nguy hại nào bị rò rỉ ra ngoài từ bãi chôn lấp không.

Quan trắc chất lượng không khí

Chất lượng không khí tại khu vực chôn lấp cũng được đánh giá, việc quan trắc chỉ được thực hiện trong trường hợp chôn lấp chất thải hữu cơ dễ bay hơi.

7.9. Câu hỏi ôn tập

- 1) Cơ sở nào để lựa chọn công nghệ xử lý CTNH?
- 2) Các loại chất thải nào được dùng để cố định hóa rắn?
- 3) Trình bày các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng áp dụng công nghệ cố định hóa rắn?
- 4) Các tiêu chuẩn cần đạt của chất thải sau khi đóng rắn là gì?
- 5) Trình bày các phương pháp hóa rắn?
- 6) Nêu ưu và nhược điểm của biện pháp hóa rắn?
- 7) Kể tên một số chất thường dùng để hóa rắn CTNH?
- 8) Kể tên các loại chất thải được xử lý theo phương pháp đốt?
- 9) Nêu cơ chế của quá trình đốt?
- 10) Nêu danh mục các loại CTNH được phép chôn lấp?
- 11) Trình bày các yêu cầu cơ bản đối với bãi chôn lấp CTNH
- 12) Nguyên tắc thiết kế bãi chôn lấp chất thải rắn nguy hại là gì?
- 13) Phân loại bãi chôn lấp CTNH?

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lâm Minh Triết, Lê Thanh Hải, 2006, *Giáo trình Quản lý chất thải nguy hại*, NXB Xây dựng
- [2]. Đinh Xuân Thắng, Nguyễn Văn Phước, 2015, *Giáo trình Công nghệ xử lý chất thải rắn*, NXB ĐHQG-HCM
- [3]. Nguyễn Văn Phước, 2015, *Quản lý và xử lý chất thải rắn*, NXB ĐHQG-HCM
- [4]. Lê Đức Trung, 2014, *Kỹ thuật xử lý chất thải rắn và chất thải nguy hại*, NXB ĐHQG-HCM
- [5]. Phạm Ngọc Đăng, Trần Hiếu Nhuệ, 1999, *Chất thải và quản lý chất thải ở đô thị và công nghiệp Việt Nam*.
- [6]. Nguyễn Xuân Nguyên, Trần Quang Huy, 2004. *Công nghệ xử lý rác thải và chất thải rắn*. NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [7]. Trịnh Văn Tuyên, Văn Hữu Tập, Vũ Thị Mai, 2014. *Giáo trình xử lý chất thải rắn và chất thải nguy hại*. NXB Khoa học và kỹ thuật.
- [8]. Nguyễn Đức Khiển, 2001, *Chất thải nguy hại*. Bài giảng Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [9]. Nguyễn Đức Khiển, 2003, *Quản lý Chất thải nguy hại*, NXB Xây dựng Hà Nội
- [10]. Trịnh Thị Thanh, 1995, *Quản lý chất thải nguy hại*. Bài giảng Đại học Tổng hợp Hà Nội.
- [11]. Trịnh Thị Thanh, 2011, *Giáo trình công nghệ xử lý chất thải nguy hại*, NXB Giáo dục Việt Nam.
- [12]. Nguyễn Thị Kim Thái, 2011, *Quản lý chất thải rắn, Tập 2- Chất thải nguy hại*, NXB Khoa học và Kỹ Thuật
- [13]. Sở TN&MT Tp. HCM, 2011, *Báo cáo Hệ thống quản lý CTR đô thị tại Tp. HCM*
- [14]. Sở TN&MT Tp. HCM, 2013, *Báo cáo Hiện trạng hệ thống quản lý CTR SH tại Tp. HCM*
- [15]. Sở TN&MT Tp. HCM, 2016, *Báo cáo Hiện trạng MT Tp. HCM 2011-2015*
- [16]. Sở TN&MT Tp. HCM, 2018, *Báo cáo số liệu CTR đô thị tại Tp. HCM*
- [17]. URENCO Hà Nội, 2017, *Báo cáo số liệu CTR đô thị tại Hà Nội*
- [18]. UBND Tp. HCM, Quyết định số 44/2018/QĐ-UBND ngày 14/11/2018

- [19]. Charles A. Wentz, 1989, *Hazardous Waste Management*. McGraw-Hill Book Company.
- [20]. Chulabhorn Research Institute, 1996, *Environment Toxicology*, volume 1,2,3.
- [21]. David H.F. Liu, Be G. Liptak, 1997, *Environmental Engineers' Handbook second edition*, Lewis Publishers
- [22]. George Tchobanoglous, Hilary Theisen, S. A. Vigil, 1993, *Integrated Solid Waste Management*, McGraw-Hill
- [23]. IE, PHC (France), EETU (Kenya), ISWA (Denmark), 1998, *Hazardous waste Policies and Strategies - A Training Manual*, UNEP.
- [24]. Halder P. K., N. Paul, et al, 2016, *Feasibility analysis of implementing anaerobic digestion as a potential energy source in Bangladesh*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 65:124-134
- [25]. Michee. D. Grega, Phillip. L. Buckingham, Jeffrey. C, Evans & the Environmental, Resources Management Group, 1994, *Hazardous Waste Managment*. McGraw-Hill International Edition, Printed in Singapore, 1994
- [26]. P.K. Halder et al., 2016, *Feasibility analysis of implementing anaerobic digestion as a potential energy source in Bangladesh*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 65:124-134.

PHỤ LỤC

Một số văn bản pháp luật liên quan đến hoạt động quản lý CTR và CTNH

- ✓ Luật BVMT 2014
- ✓ Nghị định 38/2015/NĐ-CP về quản lý chất thải và phế liệu
- ✓ Thông tư 36/2015/TT-BTNMT quản lý chất thải nguy hại
- ✓ Thông tư 22/2014/TT-BKHHCN Quy định về quản lý chất thải phóng xạ đã qua sử dụng
- ✓ Thông tư liên tịch 58/2015/TTLT-BYT-BTNMT Quy định về quản lý chất thải y tế
- ✓ Quyết định 1832/QĐ-UBND Ban hành Kế hoạch triển khai phân loại chất thải rắn sinh hoạt tại nguồn trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 2017 – 2020
- ✓ Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 261:2001 về bãi chôn lấp chất thải rắn – tiêu chuẩn thiết kế do Bộ Xây dựng ban hành
- ✓ Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 320:2004 về bãi chôn lấp chất thải nguy hại - tiêu chuẩn thiết kế do Bộ Xây dựng ban hành