

ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA MÔI TRƯỜNG VÀ TÀI NGUYÊN



Bài báo cáo:

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SINH THÁI TRONG THIẾT
KẾ VÀ VẬN HÀNH BCL**

GVHD: Lê Quốc Tuấn

SVTH: Vũ Minh Anh

Trần Huỳnh Thanh Danh

Nguyễn Nho Huân

Phạm Thị Thu Thảo

Trương Thị Hồng Trang

Đỗ Hoài Vũ

Lê Quốc Trung

2/2011

Mục lục:

Chương 1: MỞ ĐẦU	4
Chương 2: TỔNG QUAN BÃI CHÔN LẤP.....	4
2.1 <i>Khái niệm BCL:</i>	4
2.2 <i>Phân loại BCL:</i>	4
2.3 <i>Lựa chọn địa điểm BCL chất thải rắn.....</i>	5
2.3.1 <i>Các yếu tố tự nhiên (môi trường tự nhiên):</i>	5
2.3.2 <i>Các yếu tố kinh tế - xã hội:</i>	5
2.3.3 <i>Các yếu tố về cơ sở hạ tầng:</i>	6
2.3.4 <i>Khoảng cách thích hợp khi lựa chọn BCL:</i>	6
2.4 <i>Các vấn đề môi trường của BCL.....</i>	7
2.4.1 <i>Nước rỉ rác:</i>	7
2.4.1.1 <i>Phân loại nước rác</i>	7
2.4.1.2 <i>Lưu lượng nước rác - Đặc điểm thành phần và tính chất của nước rác</i>	8
2.4.1 <i>Ô nhiễm không khí:</i>	9
2.4.1.1 <i>Thành phần khí thải:</i>	9
2.4.1.2 <i>Cơ chế hình thành các khí trong BCL:</i>	10
CHƯƠNG 3 : CÁC QUY ĐỊNH VỀ KỸ THUẬT THIẾT KẾ VÀ VẬN HÀNH BCL	13
3.1 <i>Kỹ thuật thiết kế BCL:</i>	13
3.1.1 <i>Các ô chôn lấp bao gồm một số dạng như sau:</i>	13
3.1.2 <i>Quy mô diện tích BCL:</i>	15
3.1.3 <i>Hệ thống thu gom và xử lý nước rác, nước thải của BCL:</i>	16
3.1.4 <i>Thu gom và xử lý khí thải</i>	17
3.1.5 <i>Hệ thống thoát nước mặt và nước mưa</i>	18
3.1.6 <i>Hàng rào và vành đai cây xanh:.....</i>	18
3.1.7 <i>Hệ thống giao thông:</i>	19
3.1.8 <i>Hệ thống cấp nước:</i>	19
3.2 <i>Vận hành bãi chôn lấp.....</i>	20
3.2.1 <i>Giai đoạn hoạt động của BCL.....</i>	20
3.2.2 <i>Giai đoạn đóng BCL</i>	21
3.2.3 <i>Quan trắc môi trường BCL.....</i>	22

3.2.3.1 Quy định chung	22
3.2.3.2 Các trạm quan trắc môi trường nước	23
3.2.3.3 Chu kỳ quan trắc :	24
3.2.3.4 Các trạm quan trắc môi trường không khí	24
3.2.4 Kiểm tra chất lượng công trình về mặt môi trường	24
3.2.5 Tái sử dụng diện tích BCL	25
Chương 4: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SINH THÁI.....	26
4.1 <i>Ứng dụng CNST trong thu gom và xử lý khí:</i>	26
4.1.1 Tính toán lượng khí phát sinh :	26
4.1.2 Phương án thu khí :	26
4.1.3 Các biện pháp khống chế ô nhiễm không khí.....	27
4.1.4 Các biện pháp giảm thiểu mùi hôi	30
4.2 <i>Ứng dụng CNST trong thu gom và xử lý nước rỉ rác</i>	31
4.2.1 Giải pháp quản lý nước rác đối với BCL CTR đang vận hành	31
4.2.1.1 Đối với BCL chất thải nguy hại	31
4.2.1.2 Đối với BCL CTR thông thường đang hoạt động.....	31
4.2.2 Công nghệ xử lý nước rác phù hợp với điều kiện Việt Nam	31
4.3 <i>Tái sử dụng mặt bằng BCL:</i>	32
Chương 5:TỔNG KẾT	34
Ví dụ điển hình BCL sinh thái:	34
TÀI LIỆU THAM KHẢO	39

❖ Danh mục các từ viết tắt:

BCL: Bãi chôn lấp

CTR: Chất thải rắn

CNST: công nghệ sinh thái

TCVN: tiêu chuẩn Việt Nam

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SINH THÁI TRONG THIẾT KẾ VÀ VẬN HÀNH BÃI CHÔN LẤP

Chương 1: MỞ ĐẦU

Hiện nay, việc xử lý chất thải rắn một cách hợp lý đã và đang đặt ra những vấn đề bức xúc đối với hầu hết tất cả các nước trên thế giới. Lâu nay, rác thải thường được chôn lấp ở các bãi rác hở hình thành một cách tự phát. Hầu hết các bãi rác này đều thiếu hoặc không có các hệ thống xử lý ô nhiễm lại thường đặt gần khu dân cư, gây những tác động tiêu cực đối với môi trường và sức khỏe cộng đồng. Mặt khác, sự gia tăng nhanh chóng của tốc độ đô thị hóa và mật độ dân cư ở các thành phố đã gây ra những áp lực lớn đối với hệ thống quản lý chất thải rắn đô thị hiện nay. Việc lựa chọn công nghệ xử lý rác và qui hoạch BCL rác một cách hợp lý vì vậy có ý nghĩa hết sức quan trọng đối với công tác bảo vệ môi trường.

Công nghệ xử lý chất thải rắn thường được phối hợp giữa chôn lấp và đốt hay sản xuất phân vi sinh. Việc lựa chọn công nghệ phù hợp cần được xem xét trên cả hai phương diện kinh tế lẫn môi trường dựa trên những tiêu chí của kinh tế chất thải. Trong đó công nghệ sinh thái ngày nay đang được các nước trên thế giới quan tâm, việc áp dụng công nghệ sinh thái trong bãi chôn lấp đã đem lại nhiều lợi ích ngoài mong đợi.

Chương 2: TỔNG QUAN BÃI CHÔN LẤP

2.1 Khái niệm BCL:

BCL là một diện tích hoặc một khu đất được quy hoạch, lựa chọn, thiết kế, xây dựng để thải bỏ CTR.

BCL bao gồm các ô chứa chất thải, vùng đệm và các công trình phụ trợ khác nhau như trạm xử lý nước, khí thải, cung cấp điện, nước và văn phòng điều hành...

2.2 Phân loại BCL:

- BCL khô: là BCL các chất thải thông thường (rác sinh hoạt, rác đường phố và rác công nghiệp).
- BCL ướt: là BCL dùng để chôn lấp chất thải dưới dạng bùn nhão.
- BCL hỗn hợp khô, ướt: là nơi dùng để chôn lấp chất thải thông thường và cả bùn nhão. Đối với các ô dành để chôn lấp ướt và hỗn hợp bắt buộc phải tăng khả năng hấp thụ nước rác của hệ thống thu nước rác, không để cho nước rác thấm đến nước ngầm.

- BCL nổi: là BCL xây nổi trên mặt đất ở những nơi có địa hình bằng phẳng, hoặc không dốc lắm (vùng đồi gò). Chất thải được chất thành đống cao đến 15m. Trong trường hợp này xung quanh bãi phải có các đê và đê phải không thấm để ngăn chặn quan hệ nước rác với nước mặt xung quanh.
- BCL chìm: là loại bãi chìm dưới mặt đất hoặc tận dụng các hồ tự nhiên, moong khai thác cũ, hào, mương, rãnh
- BCL kết hợp chìm nổi: là loại bãi xây dựng nửa chìm, nửa nổi. Chất thải không chỉ được chôn lấp đầy hố mà sau đó tiếp tục được chất đống lên trên.
- BCL ở các khe núi: là loại bãi được hình thành bằng cách tận dụng khe núi ở các vùng núi, đồi cao.

2.3 Lựa chọn địa điểm BCL chất thải rắn

Khi lựa chọn địa điểm xây dựng BCL, cần phải căn cứ vào quy hoạch tổng thể của từng vùng, tỉnh hoặc thành phố và phải đảm bảo được sự phát triển bền vững và phải xem xét toàn diện các yếu tố sau:

2.3.1 Các yếu tố tự nhiên (môi trường tự nhiên):

- Địa hình.
- Khí hậu.
- Thủy văn.
- Yếu tố địa chất.
- Địa chất thủy văn.
- Địa chất công trình.
- Yếu tố tài nguyên, khoáng sản
- Cảnh quan sinh thái.

2.3.2. Các yếu tố kinh tế - xã hội:

- Sự phân bố dân cư của khu vực.

- Hiện trạng kinh tế và khả năng tăng trưởng kinh tế.
- Hệ thống quản lý hành chính.
- Di tích lịch sử.
- An ninh và quốc phòng.

2.3.3 Các yếu tố về cơ sở hạ tầng:

- Giao thông và các dịch vụ khác.
- Hiện trạng sử dụng đất.
- Phân bố các cơ sở sản xuất công nghiệp, khai khoáng hiện tại và tương lai.
- Hệ thống cấp thoát nước và mạng lưới điện.

2.3.4 Khoảng cách thích hợp khi lựa chọn BCL:

Khi lựa chọn vị trí BCL cần phải xác định rõ:

- Khoảng cách từ BCL đến các đô thị.
- Khoảng cách từ BCL đến các cụm dân cư.
- Khoảng cách từ BCL đến các sân bay.
- Khoảng cách từ BCL đến các công trình văn hoá, khu du lịch.
- Khoảng cách từ BCL đến các công trình khai thác nước ngầm.
- Khoảng cách từ rìa BCL đến đường giao thông chính.

Đối tượng cần cách ly	Đặc điểm và quy mô các công trình	Khoảng cách tới BCL (m)		
		BCL nhỏ	BCL vừa	BCL lớn
Đô thị	Các thành phố, thị xã	≥5.000	≥10.000	≥15.000
Sân bay, các khu công nghiệp, hải cảng	Quy mô nhỏ đến lớn	≥3.000	≥5.000	≥10.000

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	≥3.000 ≥500 ≥5.000		
Cụm dân cư miền núi	≥ 15 hộ, cùng khe núi (có dòng chảy xuống)	≥3.000	≥5.000	≥5.000
Công trình khai thác nước ngầm	CS <100 m ³ /ng CS 100-10.000 m ³ /ng CS ≥10.000 m ³ /ng	≥100 ≥300 ≥1.000	≥300 ≥1.000 ≥2.000	≥1.000 ≥3.000 ≥5.000
Khoảng cách tới đường giao thông	Quốc lộ, tỉnh lộ	≥300	≥500	≥1.000

Chú thích: *Khoảng cách trong bảng trên được tính từ vành đai công trình đến hàng rào BCL.*

Lưu ý: Không nên quy hoạch BCL ở những vùng có Tầng chứa nước ngầm với trữ lượng lớn, không kể nước ngầm nằm nông hay sâu, những vùng có đá vôi (Karst). Tuy nhiên nếu không có cách lựa chọn nào khác thì BCL phải đảm bảo tất cả các ô rác, các hồ chứa và xử lý nước thải, các kênh dẫn nước thải (kể cả đáy và bờ) đều phải xây dựng lớp chống thấm, hoặc phải gia cố đáy các công trình trên đạt hệ số thấm nhỏ hơn hoặc bằng 1×10^{-7} cm/s với bề dày không nhỏ hơn 1m và phải có hệ thống thu gom và xử lý nước rác, nước thải.

2.4 Các vấn đề môi trường của BCL

2.4.1 Nước rỉ rác:

2.4.1.1 Phân loại nước rác

Theo đặc điểm và tính chất, nước rác được phân ra làm 2 loại:

- Nước rác tươi (nước rỉ rác khi không có mưa).
- Nước rác khi có nước mưa: nước mưa thấm qua bãi rác và hoà lẫn nước rác.

Theo đặc điểm hoạt động của BCL:

- Nước rác phát sinh từ các BCL cũ, đã đóng cửa hoặc ngừng hoạt động; thành phần và tính chất loại nước rác này phụ thuộc vào thời gian đã đóng bãi, mức độ phân huỷ các thành phần hữu cơ trong bãi rác.

- Nước rác phát sinh từ các BCL đang hoạt động và vận hành

2.4.1.2 Lưu lượng nước rác - Đặc điểm thành phần và tính chất của nước rác

2.4.1.2.1 Lưu lượng và nồng độ nước rác tươi

Nước rác tươi thường có lưu lượng nhỏ, nồng độ các chất ô nhiễm cao.

Nước rỉ rác có thành phần BOD, COD, N- NH₃ và thành phần kim loại nặng cao. Ví dụ: thành phần nước rỉ rác đầu vào ở Trạm xử lý nước rác Nam Sơn có các thông số ô nhiễm rất cao: COD 32.000mg/l, BOD 8000mg/l, N-NH₃ 8000mg/l. Kết quả nghiên cứu Trung tâm môi trường ECO (TP Hồ Chí Minh) cho thấy, trong nước rỉ rác, hàm lượng chất hữu cơ không có khả năng phân huỷ sinh học chiếm tỷ lệ cao, hàm lượng nitơ tổng rất lớn (có trường hợp lên đến 3.2000mg/l). Do đó, nước rỉ rác sau khi xử lý sinh học thường có hàm lượng COD dao động trong khoảng 400-500 mg/l (chủ yếu là lượng COD tro).

2.4.1.2.2 Lưu lượng và nồng độ nước rác khi có mưa

Lưu lượng nước mưa thường rất lớn so với nước rác, có thể gấp hàng trăm thậm chí tới hàng ngàn lần, phụ thuộc vào thời gian và cường độ mưa. Lưu lượng nước rác khi có mưa phụ thuộc vào nhiều yếu tố: (1) Thời gian và cường độ mưa; (2) diện tích lưu vực, (3) hệ số thấm của bãi rác đối với nước rác: độ rỗng xốp của bãi rác, kích thước và thành phần vật liệu trong bãi rác, (4) các khoáng chất, hàm lượng muối và các chất dễ hoà tan có trong bãi rác; (5) cấu tạo và thông số kỹ thuật của bãi rác: chiều dày chôn lấp, cấu tạo và chiều dày các lớp phủ trung gian, lớp phủ bề mặt; cấu tạo các lớp chống thấm thành và đáy BCL.

Nước rác khi có mưa ban đầu nồng độ các chất ô nhiễm cao. Ngoài ra các chất ô nhiễm của rác tươi, nước mưa do lưu lượng và tốc độ thấm lớn dễ cuốn trôi các thành

phần khoáng chất, các muối dễ hòa tan và các chất ô nhiễm khác có trong bãi rác. Sau đó, nồng độ các chất ô nhiễm có xu hướng giảm dần nếu trận mưa vẫn tiếp tục.

Thực tế cho thấy, đối với các trạm xử lý nước rác hiện nay, các nhà thiết kế mới chỉ tính đến lưu lượng nước rỉ rác, còn nước mưa đặc biệt là những khi có trận mưa lớn, lưu lượng này chưa được xem xét và tính toán một cách thấu đáo. Đối với các BCL đang hoạt động, vấn đề tách riêng lượng nước mưa ra khỏi nước rác là không thể; vì hầu hết các BCL đều không có mái che. Hơn nữa do tính chất hoạt động thường xuyên cũng như tính đặc thù của BCL, cần tính toán cả lưu lượng nước mưa và lưu lượng nước rác; cũng như nghiên cứu sự thay đổi về lưu lượng, nồng độ của nước rác khi có mưa. Vấn đề này cần được tiếp tục nghiên cứu để nâng cao hiệu quả xử lý nước rác.

2.4.2 Ô nhiễm không khí:

2.4.2.1 Thành phần khí thải:

Thành phần các khí chủ yếu sinh ra từ BCL bao gồm: NH_3 , CO_2 , CO , H_2 , H_2S , CH_4 , N_2 và O_2 . Khí CH_4 và CO_2 là các khí chính sinh ra từ quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học trong rác. Nếu khí CH_4 tồn tại trong không khí ở nồng độ từ 5 – 15% sẽ phát nổ. Do hàm lượng O_2 tồn tại trong BCL ít nên khi nồng độ khí CH_4 đạt ngưỡng tới hạn vẫn ít có khả năng gây nổ BCL. Tuy nhiên, nếu các khí BCL thoát ra bên ngoài và tiếp xúc với không khí, có khả năng hình thành hỗn hợp khí metan ở giới hạn gây nổ. Các khí này cùng tồn tại trong nước rỉ rác với nồng độ tùy thuộc vào nồng độ của chúng trong pha khí khi tiếp xúc với nước rỉ rác.

Thành phần khí hình thành từ BCL được trình bày trong bảng sau:

Thành phần	Phần trăm (thể tích khô)
Methane (CH_4)	45 – 60
Carbon dioxide (CO_2)	40 – 60
Nitrogen (N_2)	2 – 5
Sulfide, disulfide, mercaptants, v.v.	0,1 – 1,0

Ammonia (NH₃)	0 – 1,0
Hydrogen (H₂)	0 – 0,2
Carbon monoxide (CO)	0 – 0,2
Khí vết khác	0,01 – 0,6
Hơi nước (H₂O)	bão hòa

2.4.2.2 Cơ chế hình thành các khí trong BCL:

❖ *Quá trình sinh hóa khí diễn ra tại bãi chôn lấp rác*

Quá trình hình thành các khí chủ yếu bãi chôn lấp xảy ra qua 5 giai đoạn :

✓ *Giai đoạn I : phân huỷ hiếu khí*

Giai đoạn này có thể kéo dài từ một vài ngày cho đến vài tháng, phụ thuộc vào tốc độ phân huỷ. Trong giai đoạn này các thành phần hữu cơ phân huỷ dưới điều kiện hiếu khí bởi vì một lượng không khí bị giữ lại trong bãi rác trong quá trình chôn lấp. Nguồn vi sinh vật chủ yếu thực hiện quá trình phân huỷ chất thải có trong đất làm vật liệu bao phủ mỗi ngày, có trong thành phần hữu cơ của rác ngay từ khi rác được thu gom.

✓ *Giai đoạn II : Giai đoạn phân huỷ kỵ khí*

Khi ôxy trong rác bị cạn kiệt thì sự phân huỷ chuyển sang dạng phân huỷ kỵ khí. Khi bãi rác bắt đầu chuyển sang phân huỷ kỵ khí thì nitrate và sulfate (những chất nhận điện tử trong các phản ứng chuyển hoá sinh học) thường bị khử thành khí nitrogen N₂ và H₂S. Khi thế oxi hoá khử giảm, cộng đồng vi khuẩn thực hiện quá trình thủy phân và chuyển hoá các hợp chất cao phân tử (lipid, polysacchrides, proteins, nucleic acids) do 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 nguồn năng lượng và carbon cho tế bào của chúng. Trong giai đoạn II pH của nước rò rỉ sẽ giảm xuống do sự hình thành các acid hữu cơ và ảnh hưởng của sự tăng nồng độ CO₂ trong bãi rác.

✓ *Giai đoạn III : Lên men acid*

Trong bước này xảy ra sự biến đổi các hợp chất hình thành ở bước trên thành các chất trung gian phân tử thấp như là acid axêtic. CO₂ là khí chủ yếu hình thành trong giai đoạn III này, một lượng nhỏ H₂, H₂S cũng được hình thành. Vi sinh vật hoạt động trong giai đoạn này chủ yếu là tùy tiện và hiếu khí. pH của nước rò rỉ sẽ giảm xuống đến giá trị < 5

do sự có mặt của các acid hữu cơ và CO_2 trong bãi rác. BOD_5 , COD và độ dẫn điện tăng lên đáng kể trong suốt giai đoạn III do sự hoà 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 được hoà tan trong giai đoạn III này.

✓ **Giai đoạn IV : Lên men Methanen (CH_4)**

Trong giai đoạn này các vi sinh vật hoạt động mạnh trong giai đoạn này là vi sinh vật kỵ khí được gọi là vi khuẩn methane. Trong giai đoạn này, sự hình thành methane và acid diễn ra đồng thời mặc dù sự hình thành acid giảm đáng kể. Do các acid và hydrogen bị chuyển hoá thành CH_4 và CO_2 nên pH nước rò rỉ trong bãi rác sẽ tăng lên để đạt giá trị trung bình hoá từ 6,8 đến 8. Giá trị BOD_5 , COD, nồng độ kim loại nặng và độ dẫn điện của nước rò rỉ giảm xuống.

✓ **Giai đoạn V : Giai đoạn ổn định**

Giai đoạn ổn định xảy ra sau khi các vật liệu hữu cơ dễ phân huỷ sinh học được chuyển hoá thành CH_4 và CO_2 trong giai đoạn IV. Một nhóm vi khuẩn hiếu khí sẽ bắt đầu có mặt và oxy hoá metan thành CO_2 . 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.

Các giai đoạn này xảy ra theo những khoảng thời gian khác nhau tùy thuộc vào sự phân bố thành phần chất hữu cơ trong bãi chôn lấp, vào lượng chất dinh dưỡng, độ ẩm của rác thải, độ ẩm của khu vực chôn lấp và mức độ ép rác. Nếu không đủ ẩm, tốc độ sinh khí bãi chôn lấp sẽ giảm. Sự gia tăng mật độ chôn lấp rác sẽ làm giảm khả năng thấm ướt chất thải trong bãi chôn lấp và dẫn đến giảm tốc độ chuyển hoá sinh hoá sinh học và sinh khí.

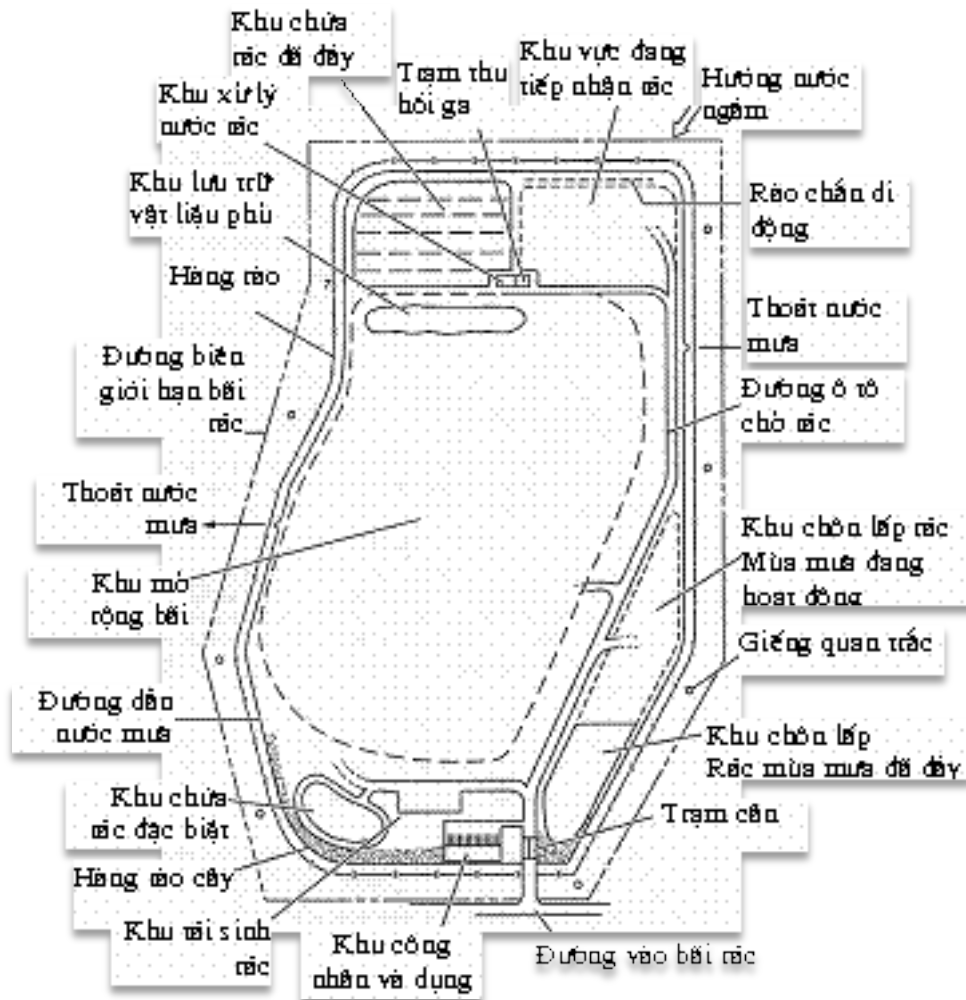
Để giảm thiểu ô nhiễm do khí sinh ra từ quá trình phân huỷ phân chất hữu cơ cần có biện pháp thu gom và xử lý một cách hiệu quả.

❖ *Sự tạo thành khí*

Bãi chôn lấp chất thải rắn là nguồn tạo khí sinh học bao gồm NH_3 , CO_2 , N_2 , CO , H_2S , CH_4 ..., mà trong đó khí metan chiếm một tỷ lệ cao. Khí sinh học được tạo ra do quá trình phân huỷ các chất hữu cơ qua 5 giai đoạn được trình bày ở trên. Trong giai đoạn đầu, khí sinh ra chủ yếu là khí cacbon dioxit (CO_2) và một số loại khí khác như N_2 và O_2 . Sự có mặt khí CO_2 trong hồ chôn rác tạo điều kiện cho vi sinh vật kỵ khí phát triển và từ đó bắt đầu giai đoạn hình thành khí metan (CH_4). Vậy khí gas có hai thành phần chủ yếu là khí CH_4 và CO_2 , trong đó khí CH_4 chiếm khoảng 50 – 60%, CO_2 chiếm 40 – 50%. Ngoài ra, trong thành phần khí của bãi chôn lấp chất thải rắn còn chứa một số loại khí khác như

CHƯƠNG 3 : CÁC QUY ĐỊNH VỀ KỸ THUẬT THIẾT KẾ VÀ VẬN HÀNH BCL

3.1 Kỹ thuật thiết kế BCL:



Hình 1. Sơ đồ bãi chôn lấp rác hợp vệ sinh

3.1.1 Các ô chôn lấp bao gồm một số dạng như sau:

- ❖ Các ô chôn lấp CTR thông thường:

Các ô chôn lấp là nơi chứa và chôn chất thải. Đối với các BCL có quy mô lớn và rất lớn, có thể chia thành các ô chôn lấp CTR thông thường và một số ô chôn lấp chất thải

nguy hại khi được phép của CQQLNNMT. Trong mỗi BCL thường thiết kế số ô chôn lấp phù hợp với công suất của BCL và các điều kiện thực tế của từng địa phương.

Kích thước các ô chôn lấp nên thiết kế sao cho mỗi ô vận hành không quá 3 năm phải đóng cửa và chuyển sang ô chôn lấp mới.

Các ô nên được ngăn cách với nhau bởi các con đê và trồng cây xanh để hạn chế ô nhiễm và tạo cảnh quan môi trường.

Nền và vách của ô chôn lấp phải có hệ số thấm nhỏ và có khả năng chịu tải lớn, có thể là nền và vách tự nhiên hoặc nhân tạo. Nền và vách tự nhiên đáy ô chôn lấp phải đảm bảo có các lớp đất có hệ số thấm của đất $\geq 1 \times 10^{-7}$ cm/s và bề dày trên 1m. Nếu lớp đất tự nhiên có hệ số thấm nước $> 1 \times 10^{-7}$ cm/s phải xây dựng lớp chống thấm có hệ số thấm $\geq 1 \times 10^{-7}$ cm/s và bề dày không nhỏ hơn 60cm. Nền và vách của các ô trong BCL cần phải lót đáy bởi lớp chống thấm bằng lớp màng tổng hợp chống thấm có chiều dày ít nhất 1,5 mm. Đỉnh của vách ngăn tối thiểu phải đạt bằng mặt đất và đáy của nó phải xuyên vào lớp sét ở đáy bãi, ít nhất là 60cm.

Đáy ô chôn lấp phải có sức chịu tải > 1 kg/cm² để thuận tiện cho việc thi công cơ giới. Độ dốc đáy ô không nhỏ hơn 2%. Tại các điểm gần rãnh thu nước rác thì độ dốc không nhỏ hơn 5%.

Đáy các ô chôn lấp phải có hệ thống thu gom nước rác.

❖ Ô chôn lấp chất thải dạng bùn:

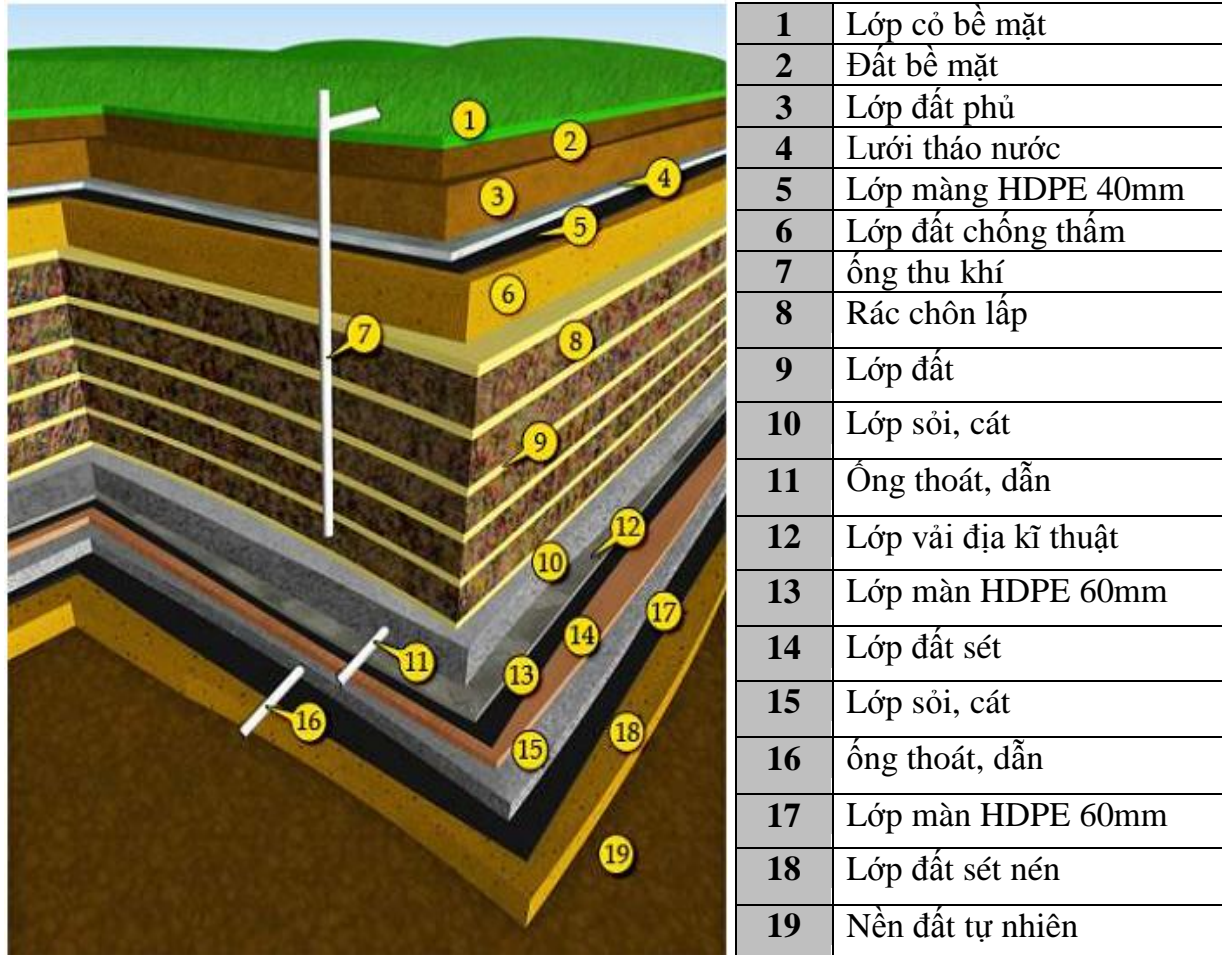
Yêu cầu tương tự như đối với ô chôn lấp chất thải thông thường, tuy nhiên ô chôn lấp chất thải dạng bùn cần bê tông hoá và láng xi măng kỹ hoặc cấu tạo các lớp lót đáy kép, có 2 lớp và thêm 1 lớp màng tổng hợp chống thấm HDPE (hoặc các vật liệu có tính chất và chất lượng tương đương) dày ít nhất 1,5mm để hoàn toàn không thấm và thuận tiện cho việc thi công cơ giới. Khoảng cách các rãnh và các hố thu nước rác phải đảm bảo thu hồi hết nước rác trong ô. Bùn trước khi đổ vào các ô chôn lấp cần được phơi khô và ép nén.

❖ Khi tận dụng moong, mỏ khai thác đá, khai thác quặng (đã qua sử dụng) dùng làm ô chôn lấp cần phải tuân theo những điều kiện sau đây:

Trường hợp moong hoặc mỏ có cao trình đáy nằm ở vị trí cao hơn so với mực nước ngầm, nếu lưu lượng nước thấm bình quân trong ngày (tính trung bình của một năm quan trắc liên tục) nhỏ hơn $1,5 \times 10^{-3}$ m³ nước/ m² thì không cần thực hiện các biện pháp chống thấm cho đáy và thành ô chôn lấp. Nếu lưu lượng nước bình quân ngày thấm vào lớn hơn

$1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ nước/ m}^2$ thì phải thực hiện các biện pháp chống thấm như đã quy định tại Phụ lục này.

Trường hợp móng hoặc mỏ có cao trình đáy nằm ở vị trí thấp hơn so với mực nước ngầm thì phải thực hiện các biện pháp chống thấm như đã quy định



Hình 2. Sơ đồ mặt cắt BCL

3.1.2 Quy mô diện tích BCL:

Quy mô diện tích BCL được xác định trên cơ sở:

- Dân số và lượng chất thải hiện tại, tỷ lệ tăng dân số và tăng lượng chất thải trong suốt thời gian vận hành của BCL.

- Khả năng tăng trưởng kinh tế và định hướng phát triển của đô thị.

Việc thiết kế BCL phải đảm bảo sao cho tổng chiều dày của bãi kể từ đáy đến đỉnh có thể từ 15 m đến 25 m, tùy thuộc vào loại hình BCL và điều kiện cảnh quan xung quanh BCL.

Tỷ lệ diện tích xây dựng các công trình phụ trợ: đường, đê kè, hệ thống thoát nước, dẫn nước, nhà kho, sân bãi, xưởng, hồ lắng nước rác, hồ xử lý nước, hệ thống hàng rào cây xanh và các công trình phụ trợ khác trong BCL chiếm khoảng 20 % tổng diện tích bãi.

3.1.3 Hệ thống thu gom và xử lý nước rác, nước thải của BCL:

Tất cả các BCL đều phải thu gom và xử lý nước rác, nước thải (nước thải sinh hoạt, nước thải thau rửa các phương tiện vận chuyển, thí nghiệm và các loại nước thải khác). Nước rác và nước thải sau khi xử lý phải đạt Tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường (TCVN).

Hệ thống thu gom nước rác, nước thải bao gồm: các rãnh, ống dẫn và hố thu nước rác, nước thải được bố trí hợp lý đảm bảo thu gom toàn bộ nước rác, nước thải về trạm xử lý. Hệ thống thu gom này bao gồm:

- Tầng thu gom nước rác được đặt ở đáy và thành ô chôn lấp và nằm trên tầng chống thấm của đáy ô chôn lấp hoặc trên màng tổng hợp chống thấm tùy theo từng trường hợp. Tầng thu gom nước rác phải có chiều dày ít nhất 50cm với những đặc tính như sau:

+ Có ít nhất 5% khối lượng hạt có kích thước $\leq 0,075\text{mm}$.

+ Có hệ số thấm tối thiểu bằng $1 \times 10^{-2}\text{cm/s}$.

- Mạng lưới ống thu gom nước rác được đặt ở bên trong tầng thu gom nước rác (như đã mô tả ở trên) phủ lên toàn bộ đáy ô chôn lấp. Mạng lưới đường ống thu gom nước rác này phải đáp ứng các yêu cầu sau:

+ Có thành bên trong nhẵn và có đường kính tối thiểu 150mm

+ Có độ dốc tối thiểu 1%

- Lớp lọc bao quanh đường ống thu gom nước rác, nước thải bao gồm: một lớp đất có độ hạt ít nhất 5% khối lượng là hạt có đường kính 0,075 mm hoặc một màng lọc tổng hợp có hiệu quả lọc tương đương để ngăn sự di chuyển các hạt quá mịn xuống hệ thống thu gom sao cho nước rác tự chảy xuống hệ thống thu gom.

Hệ thống thu gom nước rác, nước thải phải được thiết kế và lắp đặt sao cho hạn chế tới mức thấp nhất khả năng tích tụ nước rác ở đáy ô chôn lấp. Vật liệu được lựa chọn để xây dựng hệ thống thu gom nước rác phải đảm bảo đủ độ bền cả về tính chất hóa học và cơ học trong suốt thời gian vận hành và sử dụng BCL.

Hệ thống thu gom và xử lý nước rác và nước thải đều phải xử lý chống thấm ở đáy và bên thành đảm bảo không cho nước rác và nước thải thấm vào nước ngầm và nước mặt.

Đối với BCL mà nước rác từ hệ thống thu gom nước rác không hay khó tự chảy vào công trình xử lý nước rác, phải thiết kế các hố thu nước rác. Số lượng, chiều sâu hố thu tuân theo các tiêu chuẩn hiện hành về công trình xử lý nước rác

Phương pháp và công nghệ xử lý nước rác và nước thải tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của từng BCL mà áp dụng cho phù hợp, yêu cầu nước rác và nước thải sau khi xử lý và thải ra môi trường xung quanh phải đạt tiêu chuẩn Việt nam về môi trường (TCVN).

3.1.4 Thu gom và xử lý khí thải

Để đảm bảo an toàn và vệ sinh môi trường, tất cả các BCL phải có hệ thống thu hồi và xử lý khí gas. Tùy theo lượng khí sản sinh có thể sử dụng khí gas vào mục đích dân sinh hoặc tiêu huỷ bằng phương pháp đốt, không được 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".

3.1.5 Hệ thống thoát nước mặt và nước mưa

Tùy theo địa hình BCL mà hệ thống thoát nước mặt và nước mưa có khác nhau.

Đối với các BCL xây dựng ở miền núi và trung du có thể phải dùng các kênh mương để thu nước, ngăn nước từ các sườn dốc đổ vào BCL. Kênh này cũng làm nhiệm vụ thoát nước mưa trong BCL.

Quy mô (kích thước kênh mương) được thiết kế trên cơ sở khả năng nước từ các sườn dốc xung quanh đổ vào bãi và từ bãi ra. Ở những vị trí dòng lũ mạnh phải tiến hành kê đá để tránh nước phía bờ kênh đổ vào BCL.

Ở đồng bằng có thể sử dụng hệ thống đê (không thấm) bao quanh BCL nhằm ngăn cách BCL với xung quanh. Đê phải có độ cao lớn hơn mực nước lũ 2m - 3m, mặt đê rộng 3m - 4m có rào và trồng cây. Có hệ thống thu gom nước mưa riêng và đổ ra các kênh thoát nước mưa của khu vực.

3.1.6 Hàng rào và vành đai cây xanh:

Đối với BCL nhất thiết phải có hàng rào quanh bãi.

Hàng rào giai đoạn đầu nên sử dụng rào kẽm gai có kết hợp trồng cây xanh loại mọc nhanh, rễ chùm (nên sử dụng loại cây ô rô) hoặc xây tường.

Trồng cây xanh xung quanh BCL:

- Nên lựa chọn loại cây có tán rộng, không rụng lá, xanh quanh năm. Chiều cao của cây tính toán tối thiểu thường bằng chiều cao của BCL.
- Cây xanh cần được trồng ở các khoảng đất chưa được sử dụng và đất trống ở khu vực nhà kho và công trình phụ trợ.
- Cây xanh còn được trồng dọc hai bên đường dẫn từ đường giao thông chính vào BCL.

3.1.7 Hệ thống giao thông:

Hệ thống giao thông phải đáp ứng yêu cầu để các loại xe và máy móc hoạt động thuận lợi trong suốt quá trình vận hành BCL.

❖ Đường vào BCL:

Cấp đường được thiết kế xây dựng trên cơ sở tính toán lưu lượng xe chạy, tải trọng xe, tốc độ theo quy phạm thiết kế đường bộ của Bộ Giao thông vận tải; mặt đường phải rộng để hai làn xe chạy với tốc độ 60 - 80 km/h, áo đường phải tốt đạt cường độ 5 - 7 kg/cm², thoát nước tốt

Có vạch phân cách cho xe, người đi bộ và xe thô sơ.

Có rãnh thoát nước (nếu ở miền núi và trung du).

Không cho phép xây dựng nhà cửa hai bên đường

Trồng cây hai bên đường.

❖ Đường trong BCL:

Phải thuận tiện, đủ rộng để các loại xe và máy móc hoạt động thuận lợi.

Đối với các BCL lớn và rất lớn phải có các đường vĩnh cửu, bán vĩnh cửu, đều phải trải nhựa hoặc bê tông.

Các đường bán vĩnh cửu, đường tạm bố trí chủ yếu xe chạy một chiều. Xe vào đổ rác xong đi ra đường khác, qua bãi vệ sinh (rửa) xe và theo cửa khác ra ngoài BCL nhằm tránh ùn tắc và giảm bụi.

Đường tạm chỉ làm cho xe vào đổ rác ; các đường tạm phải có chỗ quay xe dễ dàng.

3.1.8 Hệ thống cấp nước:

Đối với các BCL lớn và rất lớn phải có hệ thống cấp nước để phục vụ sinh hoạt cho cán bộ, công nhân viên và sản xuất.

Hệ thống cấp nước có thể độc lập, hoặc đầu tư hệ thống cấp nước chung của đô thị.

Trong trường hợp cấp nước độc lập tốt nhất nên sử dụng nước ngầm từ lỗ khoan và phải có hệ thống xử lý đạt tiêu chuẩn cấp nước cho ăn uống sinh hoạt.

Nước cho sản xuất (rửa xe, tưới đường, rửa sân bãi) được lấy từ kênh thoát nước mưa (hoặc hồ sinh học sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn) không dùng nước cấp cho sinh hoạt để làm vệ sinh xe, bãi.

3.2 Vận hành bãi chôn lấp

3.2.1 Giai đoạn hoạt động của BCL

Chất thải được chở đến BCL phải được kiểm tra phân loại (qua trạm cân) và tiến hành chôn lấp ngay, không để quá 24 giờ. Chất thải phải được chôn lấp theo đúng các ô quy định cho từng loại chất thải tương ứng. Đối với các BCL tiếp nhận trên 20.000 tấn (hoặc 50.000 m³) chất thải/năm nhất thiết phải trang bị hệ thống cân điện tử để kiểm soát định lượng chất thải.

Sổ sách ghi chép và các tài liệu có liên quan phải được lưu giữ và bảo quản tại Ban Quản lý BCL trong thời gian vận hành và sau ít nhất là 5 năm kể từ ngày đóng BCL.

Chất thải phải được chôn lấp thành các lớp riêng rẽ và ngăn cách nhau bằng các lớp đất phủ.

- Chất thải sau khi được chấp nhận chôn lấp phải được san đều và đầm nén kỹ (bằng máy đầm nén 6 - 8 lần) thành những lớp có chiều dày tối đa 60cm đảm bảo tỷ trọng chất thải tối thiểu sau đầm nén 0,52 tấn đến 0,8 tấn/m³.

- Phải tiến hành phủ lấp đất trung gian trên bề mặt rác khi rác đã được đầm chặt (theo các lớp) có độ cao tối đa từ 2,0 m - 2,2 m. Chiều dày lớp đất phủ phải đạt 20 cm. Tỷ lệ lớp đất phủ chiếm khoảng 10 % đến 15% tổng thể tích rác thải và đất phủ.

- Đất phủ phải có thành phần hạt sét > 30%, đủ ẩm để dễ đầm nén. Lớp đất phủ phải được trải đều khắp và kín lớp chất thải và sau khi đầm nén kỹ thì có bề dày khoảng 15 cm tới 20 cm.

Ngoài đất phủ, vật liệu đủ các điều kiện sau đây cũng được sử dụng làm vật liệu phủ trung gian giữa các lớp chất thải:

- Có hệ số thấm $\leq 1 \times 10^{-4}$ cm/s và có ít nhất 20% khối lượng có kích thước $\leq 0,08$ mm.

- Có các đặc tính: có khả năng ngăn mùi; không gây cháy, nổ; có khả năng ngăn chặn các loại côn trùng, động vật đào bới; có khả năng ngăn chặn sự phát tán các chất thải là vật liệu nhẹ.

CTR của các nhà máy nhiệt điện được chôn lấp theo hướng dẫn kỹ thuật chuyên ngành.

Các ô chôn lấp phải được phun thuốc diệt côn trùng (không được ở dạng dung dịch). Số lần phun sẽ căn cứ vào mức độ phát triển của các loại côn trùng mà phun cho thích hợp nhằm hạn chế tối đa sự phát triển của côn trùng.

Các phương tiện vận chuyển CTR sau khi đổ chất thải vào BCL cần phải được rửa sạch trước khi ra khỏi phạm vi BCL.

Hệ thống thu gom và xử lý nước thải phải thường xuyên hoạt động và được kiểm tra, duy tu, sửa chữa và thau rửa định kỳ đảm bảo công suất thiết kế. Các hố lắng phải được nạo vét bùn và đưa bùn đến khu xử lý thích hợp.

Nước rác không được phép thải trực tiếp ra môi trường nếu hàm lượng các chất ô nhiễm vượt quá các tiêu chuẩn quy định (TCVN).

Cho phép sử dụng tuần hoàn nước rác nguyên chất từ hệ thống thu gom của BCL, hoặc bùn sét phát sinh ra từ hệ thống xử lý nước rác trở lại tưới lên BCL để tăng cường quá trình phân huỷ chất thải trong những điều kiện sau:

- Chiều dày lớp rác đang chôn lấp phải lớn hơn 4 m.
- Phải áp dụng kỹ thuật tưới đều trên bề mặt.
- Không áp dụng cho những vùng của ô chôn lấp khi đã tiến hành phủ lớp cuối cùng.

3.2.2 Giai đoạn đóng BCL

❖ Việc đóng BCL được thực hiện khi:

Lượng chất thải đã được chôn lấp trong BCL đã đạt được dung tích lớn nhất như Thiết kế kỹ thuật.

Chủ vận hành BCL không có khả năng tiếp tục vận hành BCL.

Đóng BCL vì các lý do khác.

❖ Trình tự đóng BCL:

Lớp đất phủ trên cùng có hàm lượng sét > 30%, đảm bảo độ ẩm tiêu chuẩn và được đầm nén cẩn thận, chiều dày lớn hơn hoặc bằng 60 cm. Độ dốc từ chân đến đỉnh bãi tăng dần từ 3 đến 5 %, luôn đảm bảo thoát nước tốt và không trượt lở, sụt lún, sau đó cần:

- Phủ lớp đệm bằng đất có thành phần phổ biến là cát dày từ 50 cm đến 60 cm.
- Phủ lớp đất trồng (lớp đất thổ nhưỡng) dày từ 20 cm đến 30 cm.
- Trồng cỏ và cây xanh.

Trong các BCL lớn, cần phải tiến hành song song việc vận hành BCL với việc xây dựng các ô chôn lấp mới, đóng các ô đầy. Vì vậy, các công việc đều phải tuân thủ các quy định cho từng công đoạn nêu trên.

Trong thời hạn 6 tháng kể từ ngày đóng BCL, chủ vận hành BCL phải báo cáo CQQLNNMT về hiện trạng của BCL. Báo cáo này phải do một tổ chức chuyên môn độc lập về môi trường thực hiện, bao gồm các nội dung sau:

- Tình trạng hoạt động, hiệu quả và khả năng vận hành của tất cả các công trình trong BCL bao gồm: hệ thống chống thấm của BCL, hệ thống thu gom và xử lý nước rác, hệ thống quản lý nước mặt, nước ngầm, Hệ thống thu gom khí thải cũng như toàn bộ hệ thống giám sát chất lượng nước ngầm v.v...
- Tình hình quan trắc chất lượng nước thải từ BCL ra môi trường, về chất lượng nước ngầm cũng như về phát thải khí thải.
- Việc tuân thủ những quy định hiện hành của Thông tư này cũng như phục hồi và cải thiện cảnh quan khu vực BCL. Báo cáo phải chỉ rõ các trường hợp không tuân thủ các quy định của Thông tư này và phải nêu các biện pháp khắc phục.

Sau khi đóng BCL, vẫn không được phép cho người và súc vật vào tự do, đặc biệt trên đỉnh bãi nơi tập trung khí gas. Phải có các biển báo, chỉ dẫn an toàn trong BCL.

3.2.3 Quan trắc môi trường BCL

3.2.3.1 Quy định chung

Bất kỳ một BCL nào, quy mô lớn hay nhỏ, ở đồng bằng hay miền núi đều phải quan trắc về môi trường và tổ chức theo dõi biến động môi trường.

- 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 khoẻ 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.

3.2.3.2 Các trạm quan trắc môi trường nước

❖ 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 ở thượng lưu cửa xả nước thải của BCL từ 15m đến 20 m.
- Trạm thứ hai nằm ở hạ lưu cửa xả nước thải của BCL từ 15 m đến 20 m.

Nếu trong chu vi 1000 m có các hồ chứa nước phải bố trí thêm một trạm tại hồ chứa nước.

❖ Nước ngầm:

Trạm quan trắc nước ngầm bố trí theo hướng dòng chảy từ phía thượng lưu đến phía hạ lưu BCL, cần ít nhất là 4 lỗ khoan quan trắc (1 lỗ khoan ở phía Thượng lưu và 3 lỗ khoan ở phía Hạ lưu). Quan trắc cả trong đới thông khí và đới bão hòa nước.

Ứng với mỗi điểm dân cư quanh BCL bố trí ít nhất một trạm quan trắc (giếng khơi hay lỗ khoan).

❖ Nước thải:

Vị trí các trạm quan trắc được bố trí đảm bảo sao cho 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.

3.2.3.5 Chu kỳ quan trắc :

Đối với các trạm tự động phải tiến hành quan trắc và cập nhật số liệu hàng 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 cần quan trắc:

- Lưu lượng (nước mặt, nước thải): 2 tháng/ lần
- Thành phần hóa học: 4 tháng/ lần.

❖ Đối với thời kỳ đóng BCL:

- Trong năm đầu: 3 tháng / lần
- Từ các năm sau: 2- 3 lần /năm

Chú ý khi lấy mẫu tại các lỗ khoan quan trắc nước ngầm, trước khi lấy mẫu phải bơm cho nước lưu thông ít nhất 30 phút.

- ❖ Chỉ tiêu phân tích và đối sánh thành phần hóa học: Theo TCVN.
- ❖ Có thể mỗi năm vào đầu mùa mưa lấy và phân tích mẫu nước mưa.

3.2.3.4 Các trạm quan trắc môi trường không khí

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.

Chế độ quan trắc (khi chưa có trạm quan trắc tự động): 3 tháng/ lần

Thông số đo: bụi, tiếng ồn, nhiệt độ, khí phát thải theo TCVN.

3.2.4 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 TCVN.

Tất cả các vật liệu và thiết bị sử dụng trong việc xây dựng các BCL để chống thấm hoặc để lấp đặt các hệ thống nêu trong Phần II cần phải được cán bộ chuyên môn kiểm tra khách quan để đáp ứng các yêu cầu về môi trường.

3.2.5. 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 có 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.

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.

Chương 4: ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ SINH THÁI

4.1 Ứng dụng CNST trong thu gom và xử lý khí:

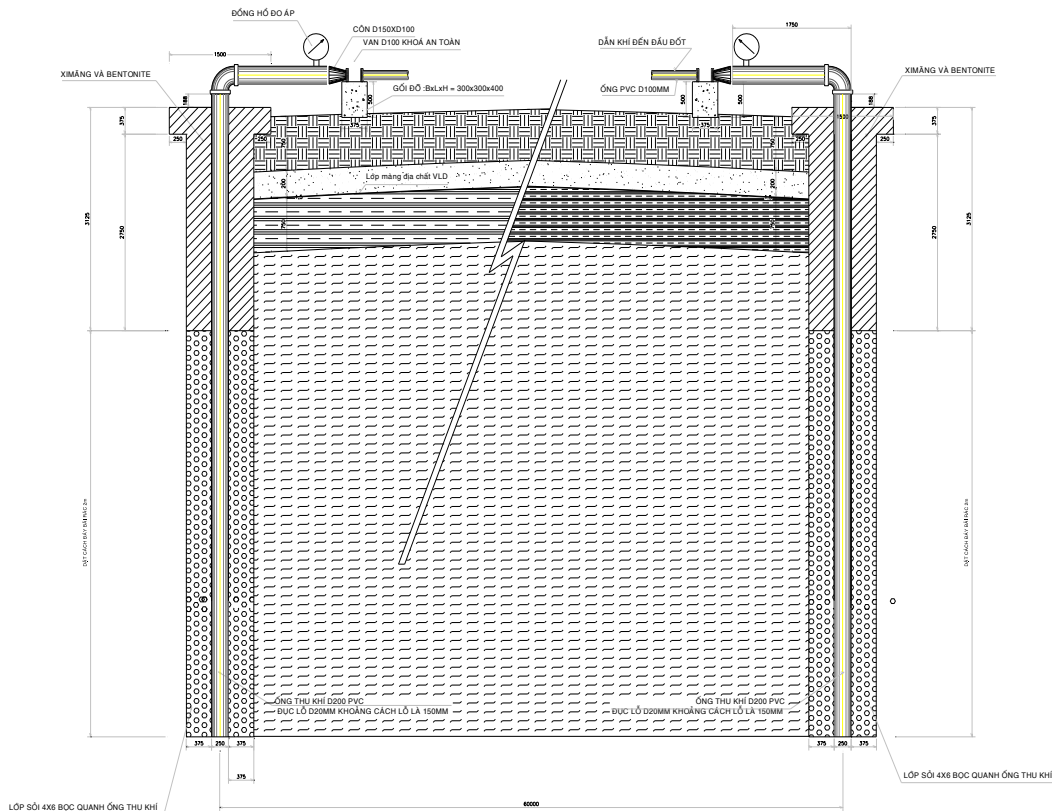
Bên dưới các bãi chôn lấp chất thải rắn, chất hữu cơ được vi khuẩn phân hủy sẽ thải ra khí methane có thể được dùng để sản xuất điện và nhiệt (khí gas).

4.1.1 Tính toán lượng khí phát sinh :

Lượng khí thải sinh ra phụ thuộc vào thành phần hữu cơ trong rác, độ ẩm, pH và tuổi của rác. Ở điều kiện chuẩn, lượng khí metan theo lý thuyết có thể phát sinh $0,25\text{m}^3/\text{kg}$ chất thải hữu cơ.

4.1.2 Phương án thu khí :

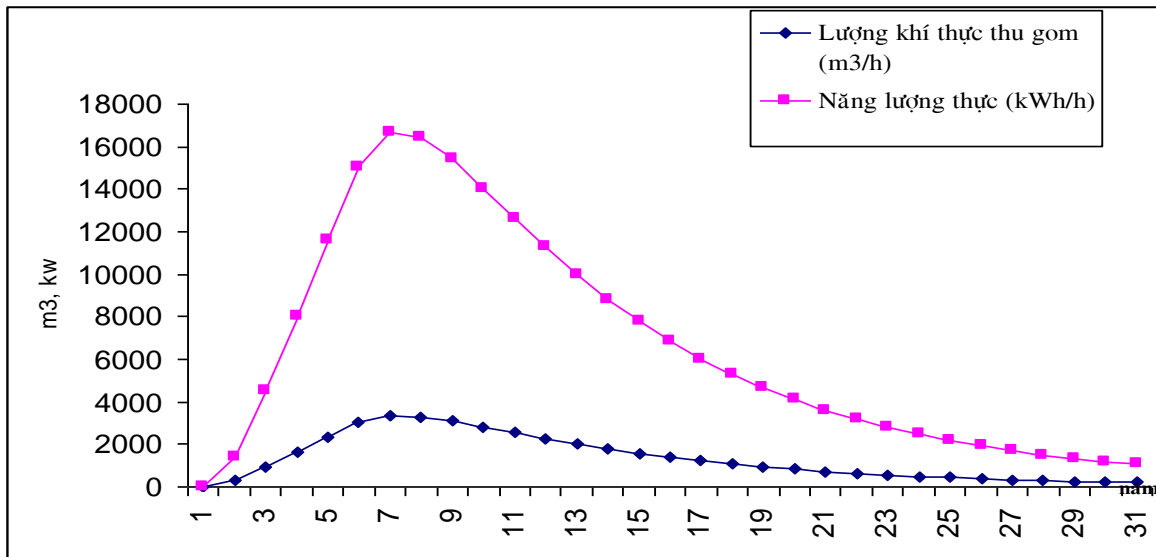
Khí sinh ra trong ô chôn rác được thu bằng các giếng thu khí đứng có đường kính $D_0 = 460 \div 900\text{mm}$ với ống thu khí đứng đặt bên trong có đường kính $D = 100 \div 200\text{mm}$, khoảng cách giữa hai ống thu khí $x = 2 \times r \times \cos 30^\circ = 40 \div 70\text{m}$ (r là bán kính chịu ảnh hưởng). Chiều cao ống ngập trong lớp rác là 80% chiều cao chôn rác. 1/3 chiều cao ống ngập trong rác sẽ được đục lỗ có đường kính lớn khoảng $40 \div 60\text{cm}$ để thu phí. Ống thu khí được giữ cố định nhờ ống lồng cầu tạo bằng thép không rỉ, với đường kính ngoài bằng đường kính giếng thu khí, đường kính trong của ống lồng đảm bảo lớn hơn đường kính ống thu khí, xung quanh phần đục lỗ được bao bọc bởi một lớp sỏi có đường kính lỗ, để giữ ống thẳng đứng. Phần ống đưa lên khỏi đơn nguyên sau khi đổ hoàn chỉnh cả lớp che phủ cuối cùng đủ cao để tránh sự cố làm bít ống.



Hình 3. Cấu tạo chi tiết giếng thu khí

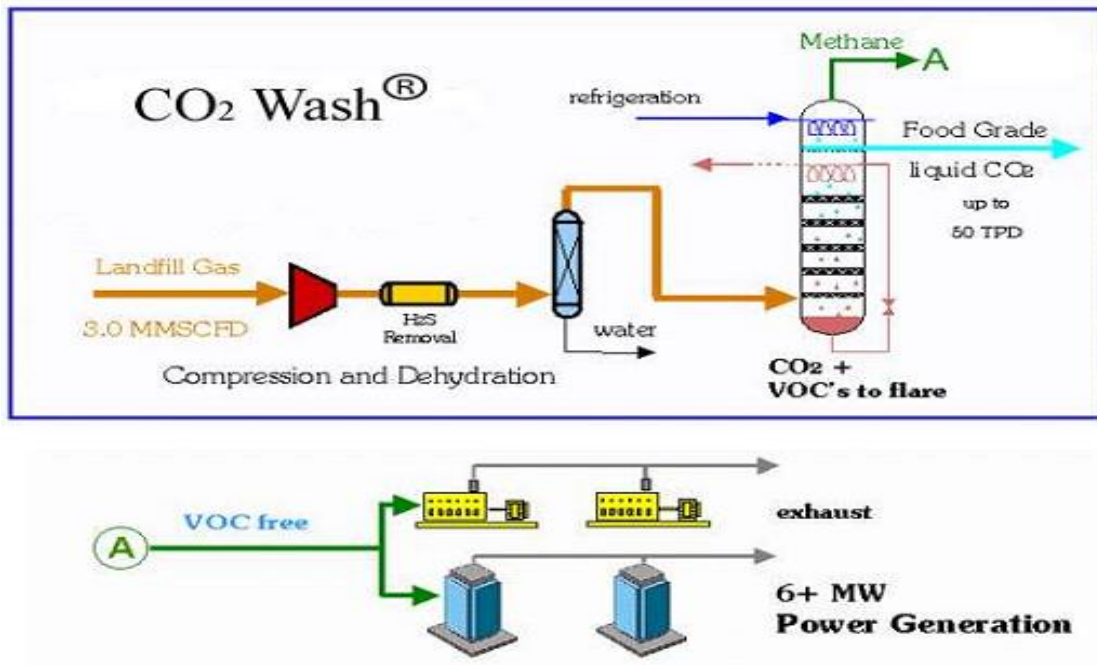
4.1.3 Các biện pháp khống chế ô nhiễm không khí

Theo tính toán tổng lượng khí thải sinh ra dự đoán khoảng $1.416.720 \text{ m}^3/30\text{năm}$ (đối với BCL Gò Cát). Trong đó, lượng khí thực thu gom khoảng $983.280 \text{ m}^3/30\text{năm}$, tương đương 48.000.000 kwh điện. Rõ ràng đây là nguồn điện năng lớn nên cần có biện pháp thu hồi khí BCL để sản xuất điện. Phương án này không những tái sử dụng được năng lượng mà còn giảm được tác động đến chất lượng môi trường không khí đặc biệt vì khí methane có ảnh hưởng hiệu ứng nhà kính gấp 20 lần so với khí dioxit carbon có cùng khối lượng.



Đồ thị khí BCL có thể thu được và năng lượng có thể thu được.

Một hệ thống nhiều ống thu khí sẽ được chôn ở độ sâu 15m để thu khí gas phát sinh từ quá trình phân hủy rác ở các ô chôn lấp. Sau đó dẫn đến hệ thống làm lạnh để tách nước lẫn trong gas. Từ đây, gas tiếp tục đưa đến thiết bị xử lý, máy thổi nhằm nén lại và bơm đến động cơ đốt trong để chạy máy phát điện. Lượng gas tạt hoặc dư sẽ xử lý bằng phương pháp đốt.



Sơ đồ lọc khí CH₄ từ khí thải bãi chôn lấp

Vi vậy, để tối ưu hóa thiết bị lắp đặt, cần lắp đặt số lượng máy phát điện phù hợp để tận dụng lượng khí sinh ra theo thời gian.



Hình4. về hệ thống lọc khí, tuốc bin, máy phát điện và đầu đốt khí

Điện do các máy phát sản xuất ra sẽ có điện áp 0,4 kV, tần số 50 Hz, được dẫn đến máy biến thế, tăng điện áp lên 22 kV để hòa vào mạng lưới điện quốc gia.

Nhà máy điện từ rác cũng sẽ giúp giảm lượng phát thải khí nhà kính thông qua hệ thống thu khí từ bãi chôn lấp tương đương 252.000 tấn khí CO₂ mỗi năm, tránh đốt thêm nhiên liệu để sản xuất điện năng. Bên cạnh đó còn giải quyết một số chất gây ô nhiễm môi trường liên quan khác như NH₃, H₂S và hợp chất gây mùi từ bãi chôn lấp

4.1.4 Các biện pháp giảm thiểu mùi hôi

Các biện pháp giảm thiểu mùi hôi chính hiện nay đang được áp dụng dựa trên nguyên lý khống chế, thu gom các chất khí sinh ra từ quá trình phân hủy CTR và chuyển các khí trong quá trình phân hủy thành những hợp chất không gây mùi.

Một trong những công nghệ tiên tiến trên thế giới đang được áp dụng để khống chế mùi hôi là sử dụng một số loại tinh dầu thực vật đặc biệt. Những tinh dầu này được máy tự động phun vào không khí tại khu vực cần được xử lý với nồng độ đã tính toán từ trước. Những hạt tinh dầu li ti này tác dụng với các phân tử gây mùi, tạo ra và đẩy nhanh quá trình hình thành các sản phẩm cuối cùng không mùi và không độc hại. Theo báo cáo gần đây, một số tinh dầu đã được áp dụng rất thành công trong việc khống chế mùi hôi gây ra bởi hydrocarbons, aldehydes, mercaptans, amines, sulfides, amonia, ketones, cũng như rất nhiều hợp chất hữu cơ đa dạng khác tại các BCL chất thải và các khu vực xử lý nước thải. Kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm của Trung Tâm Nghiên Cứu Khoa Học Quốc Gia, Trường Đại học Tổng hợp Pierre et Marie Curie, Paris, Pháp đối với tác dụng giảm H₂S cho thấy, so với đối chứng, nồng độ H₂S trong không khí khu vực xử lý đã giảm 80%.

Nghiên cứu thực tế với loại tinh dầu đó cũng đã được thực hiện bằng cách gắn một lọ tinh dầu này trên một xe san ủi BCL, hướng về phía trước và bộ phận tự động chỉ phun tinh dầu ra khi phát hiện chiều gió hướng về phía khu vực dân cư. Kết quả thu được rất khả quan, trước khi thí nghiệm, mỗi ngày trung bình có khoảng 20 than phiền từ phía dân cư, trong khi thí nghiệm, đã không còn một lời than phiền nào nữa.

Ở Việt Nam và một số quốc gia đang phát triển ở Đông Nam Á, biện pháp chính đang được sử dụng tại các BCL CTR là sử dụng dung dịch EM hoặc bột bokasi (dạng rắn của EM). Sau khi được phun hoặc rải lên rác, với mật độ rất cao của quần thể vi sinh vật trong EM, chúng nhanh chóng chiếm ưu thế hơn so với các vi sinh vật phân hủy gây mùi trong rác. Kết quả là đã làm thay đổi các phản ứng phân hủy rác theo hướng không sinh

mùi hôi. Các thành phần nitơ, lưu huỳnh còn lại trong rác dưới dạng các hợp chất khác như nitrat và sulphat không mùi.

4.2 Ứng dụng CNST trong thu gom và xử lý nước rỉ rác

4.2.1 Giải pháp quản lý nước rác đối với BCL CTR đang vận hành

4.2.1.1 Đối với BCL chất thải nguy hại

Theo QCVN 1/2008, BCL chất thải nguy hại phải có mái che nhằm tránh nước mưa thấm nhập vào bãi rác, gây khó khăn và phức tạp cho quá trình xử lý nước rác.

4.2.1.2 Đối với BCL CTR thông thường đang hoạt động

Cần thiết kế 2 hệ thống thoát nước riêng: (1) hệ thống thu gom và thoát nước mưa; (2) hệ thống thu gom và xử lý rác, kể cả lượng nước mưa thấm qua bãi rác bị nhiễm bẩn.

Nhằm tách riêng lượng nước mưa, nước rác, người ta thường dùng các bờ đất sét chia ô chôn lấp ra thành 2 hoặc 3 phần: phần đang chôn lấp và phần chưa chôn lấp. Phần BCL đang hoạt động có diện tích nhỏ, tiếp nhận cả nước mưa nước rác. Toàn bộ lượng nước mưa thấm qua bãi rác, nước rác sẽ được thu gom, vận chuyển đến trạm xử lý nước rác. phần BCL chưa hoạt động chỉ tiếp nhận nước mưa chưa bị nhiễm bẩn, được thu gom và thoát ra hệ thống thoát nước mưa hoặc nguồn tiếp nhận mà không cần phải xử lý.

Việc hạn chế lượng nước mưa thấm qua BCL sẽ làm giảm công suất TXL nước rác, không gây khó khăn phức tạp cho quá trình xử lý.

4.2.2 Công nghệ xử lý nước rác phù hợp với điều kiện Việt Nam

Nước rỉ rác là chất lỏng thấm qua các lớp chất rắn mang theo các chất hòa tan hoặc các chất lơ lửng. Thành phần nước rỉ rác có chứa nồng độ pH, COD, BOD, acid, kim loại nặng... rất cao. Còn cỏ Vetiver, bộ rễ của cây chứa nhiều vi khuẩn và nấm có khả năng xử lý chất thải gây ô nhiễm cho môi trường. Cụ thể, vi khuẩn cố định đạm có tác dụng chuyển hóa nitơ tự do thành nitơ sinh học; vi khuẩn điều hòa sự sinh trưởng của cây có thể điều hòa được các chất như auxin, gibberrellins, ethylene, acid... là những chất hữu cơ ảnh hưởng đến quá trình sinh lý cây dù ở nồng độ thấp; nấm phân giải photpho; nấm rễ... Nhờ vậy mà cây có thể mọc nhanh trên những vùng đất nghèo dinh

dưỡng hoặc đất bị nhiễm độc kim loại nặng trong những điều kiện khắc nghiệt như hạn hán, sương muối, nước mặn, nước hóa chất, độc chất.

Tương tự, với loại cây dầu mè cũng có thể sinh trưởng và phát triển trong môi trường ô nhiễm. Trên thực tế, loại cây trên đã được trồng thử nghiệm cải tạo môi trường bị nhiễm độc dioxin tại Huế và tại Cần Thơ.

Theo kết quả nghiên cứu cho thấy nguồn nước rỉ rác đậm đặc có nồng độ các chất ô nhiễm cao sau khi được pha loãng với tỷ lệ 10% để tưới vào cỏ Vetiver, cỏ voi và cây dầu mè đã được cây hấp thu và xử lý bằng phương pháp phát triển tự nhiên cho ra chất lượng nước thải đạt tiêu chuẩn loại A.

Hơn nữa, chi phí xử lý chỉ khoảng 8.000 đồng/m³ nước rỉ rác, rẻ hơn gấp chục lần chi phí xử lý hiện tại. Quan trọng đây là những loại cây có giá trị kinh tế cao. Cụ thể, cây Vetiver có thể tận thu để sản xuất giấy; cây dầu mè để sản xuất nhiên liệu sinh học hoặc sản xuất thuốc trị bệnh.

Đại diện Công ty Môi trường Đô thị TPHCM cũng cho biết, có thể ứng dụng loại cây này để trồng trên các BCL rác đã được phủ đỉnh hoặc các vùng đệm cách ly khu dân cư. Việc trồng các loại cây này, nhất là cỏ Vetiver có thể giúp chống xói mòn cho BCL, đồng thời phòng tránh nguy cơ ô nhiễm do chất lượng nước rỉ rác xử lý chưa đạt yêu cầu.

Nếu kết hợp được cả hai mô hình là xử lý bằng phương pháp hóa lý, xử lý sơ bộ các chất ô nhiễm đạt mức độ nhất định. Kế đến, chuyển toàn bộ lượng nước thải này sang pha loãng để tưới cho các loại cây trên thì hiệu quả xử lý nước rỉ rác triệt để hơn rất nhiều. Và chắc chắn rằng, nước rỉ rác không còn là mối quan ngại đối với bất kỳ nhà đầu tư cũng như cộng đồng dân cư sống gần khu vực BCL rác.

4.3 Tái sử dụng mặt bằng BCL:

Mặt bằng chôn lấp phải được tận dụng hợp lý hơn nhằm tránh lãng phí mà vẫn mang lại hiệu quả kinh tế cao từ thu nhập kinh doanh như:

- Xây dựng công viên sinh thái, giải trí
- Xây dựng sân gôn, nhà nghỉ dưỡng

- Xây dựng nhà máy phát điện, tận dụng nguồn khí thải từ rác cũng như giảm hiệu ứng nhà kính



Hình 5. Sân gôn ở Seattle-Anh



Hình 6. Tận dụng làm nơi đặt các thiết bị thu năng lượng mặt trời-ft.Carson, Colorado

BCL sau khi đóng cửa ngưng hoạt động có thể trở thành những công viên sạch đẹp tạo mảng xanh cho thành phố và tạo không khí trong lành cho người dân tại khu vực. Mặt khác vận tận thu việc bán khí gas, các ống thu khí trên mặt đất nhưng vẫn được tạo dáng và trang trí bắt mắt.

Chương 5:TỔNG KẾT

Chất thải rắn sinh ra hàng ngày đã và đang gây ra những ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và con người nếu như không được xử lý một cách hợp lý.

Phần lớn chất thải rắn ở nước ta không được tiêu huỷ một cách an toàn. Hình thức tiêu huỷ chất thải phổ biến vẫn là đổ ở bãi rác lộ thiên. Các BCL được vận hành không đúng kỹ thuật và bãi rác lộ thiên gây ra nhiều vấn đề môi trường cho dân cư quanh vùng, như nước rác làm ô nhiễm nguồn nước mặn và nước ngầm, gây ô nhiễm không khí, là ổ phát sinh ruồi, muỗi, chuột, bọ... Có khoảng 12-14 thành phần có khả năng tái sử dụng, tái sinh và tái chế, chiếm khoảng 28% tổng khối lượng chất thải rắn. Đặc biệt thành phần thực phẩm chiếm từ 72%.

Với việc áp dụng công nghệ sinh thái, việc chôn lấp, ủ kín và thu hồi khí gas, rác thải sinh hoạt sẽ không còn là chất bỏ đi, là vấn nạn ô nhiễm môi trường mà trở thành tiền, có tiềm năng kinh tế. BCL sinh thái sẽ là mô hình cần được thực hiện của thế giới hiện nay nhằm hướng tới bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

 **Ví dụ điển hình BCL sinh thái:**

Bãi rác sinh thái Semakau – Singapore



Cách thành phố Singapore khoảng 8km về phía nam, rộng 3,5km² tổ hợp xử lý rác thải Semakau (trên quần đảo Paula Semakau ngoài bờ biển Singapore) được xem là bãi rác sinh thái ngoài biển đầu tiên trên thế giới

Tổ hợp bao gồm hai hòn đảo nhỏ kết hợp với nhau là bãi rác có 11 hồ chứa rác, được phủ bằng chất dẻo và đất sét nhằm ngăn chặn các chất thải độc hại lan ra biển.

Chính quyền Singapore quyết định xây dựng bãi rác Semakau từ đầu thập niên 1990, khi các khu chứa rác trong đất liền đã không còn chỗ trống. Được đưa vào sử dụng năm 1999, đến nay 4 trong 11 hồ rác đã được chôn lấp đầy. Phần miệng hồ được phủ kín bằng những bãi cỏ xanh tươi. Tổ hợp trị giá 400 triệu USD này có thể chứa 63 triệu m³ rác, đủ để đáp ứng nhu cầu chôn rác của Singapore cho đến tận năm 2040.

Điểm khác biệt giữa nơi đây và các bãi rác khác là Semakau hoàn toàn sạch và không hề có mùi rác. Hai phần ba trong số lượng rác hàng ngày được chuyển tới Semakau đều đã được xử lý tại lò đốt khiến khối lượng rác thải giảm đi chỉ còn 10%. Rác xây dựng cũng được xử lý trong khi các chất độc hại được bọc kỹ, do đó không thể thoát ra ngoài môi trường.

Xung quanh các hồ rác là màu xanh của rừng được. Không chỉ làm sạch môi trường, những cây được còn có tác dụng như chiếc nhiệt kế sinh học của đất đai trên đảo. Nếu chất độc hại từ rác chôn lấp bị rò rỉ ra ngoài các cây được bị héo và chết. Trước đó, nhiều nhà khoa học không tin chúng có thể sống nổi trong khu đất chứa đầy rác như vậy. Tuy nhiên cho đến nay khu rừng được đã che phủ 1,4 km đảo, cho thấy không hề có hiện tượng rò rỉ chất độc.

Sự xuất hiện của bãi rác không hề gây ảnh hưởng đến đời sống của bất kỳ loài sinh vật nào trên đảo mà còn thu hút khá nhiều loài cá, chim và cây cối lạ quanh đảo.

7-2005 đảo Semakau đã được mở cửa cho mọi người tham quan, trở thành điểm du lịch sinh thái.

Cơ quan môi trường Singapore khẳng định bãi rác Semakau có thể là mô hình phát triển bền vững. sự đa dạng sinh học của semakau cho thấy sự phát triển kinh tế và vấn đề bảo vệ môi trường có thể song hành.

BCL thành phố Magdeburg – Đức :



Thành phố Magdeburg là thủ phủ của bang Saxony – Anhalt nằm ở miền Đông nước Đức (trước năm 1990 là Cộng hòa Dân chủ Đức). Đây là một bang nghèo nhất nước Đức hiện nay, dân số thành phố khoảng 250 ngàn người, diện tích khoảng 200 km².

Trước năm 1990 hầu như toàn bộ rác của thành phố và một số vùng lân cận đều được đổ tại 02 bãi của thành phố, sau khi thống nhất nước Đức (1990) thì chỉ còn khoảng 50% lượng CTR phát sinh được chôn ở đây sau khi đã được phân loại. Lý do của việc giảm lượng rác cần phải chôn lấp (mặc dù đời sống phát triển và lượng rác phát sinh cao hơn)

là do các biện pháp quản lý CTR tổng thể và các hệ thống tái chế đã được áp dụng. Trong toàn bộ nước Đức cũng như ở tiểu bang Saxony – Alhatl đã có nhiều các cơ sở tái chế như nhà máy phân sinh học compost, nhà máy điện đốt rác kết hợp với than, các nhà máy thu hồi kim loại/plastic, hệ thống thu gom/tái chế Grune Punk hay Otto... (khi nào có thời gian W sẽ cố gắng giới thiệu lần lượt về các nhà máy/cơ sở đó).

Magdeburg có 2 bãi chôn lấp với tổng diện tích khoảng 80 ha, chia làm 2 bãi: A và B.

Bãi A: diện tích ~ 32 ha, bắt đầu được dùng để chôn CTR đô thị từ đầu những năm 1960. Năm 1963 chính thức là nơi đổ rác của thành phố và các khu lân cận. Quanh khu chôn lấp rác trước kia là các căn cứ quân sự của Liên Xô do đó có nhiều yếu tố tác động xấu đến môi trường như chất thải từ xe quân sự (dầu, mỡ thải), các chất hóa học thải bỏ.... Đến năm 1995, do bãi không đáp ứng tiêu chuẩn của CHLB Đức về việc bảo vệ tầng nước ngầm ở khu vực dưới bãi chôn lấp nên chính quyền thành phố quyết định đóng kín bãi (Seal). Năm 1999 việc đóng kín bãi và làm sạch khu vực lân cận được hoàn thành. Khu bãi cũ được kết nối với công viên thành phố thành khu triển lãm cây & làm vườn của hiệp hội làm vườn liên bang.

Vì bãi được xây dựng từ trước và không thể làm lại được lớp bảo vệ đáy bãi, người ta đã áp dụng biện pháp “niêm phong – seal” đối với lớp bao phủ phía trên và phục hồi lớp phủ để trồng cỏ/cây. Hệ thống thoát nước, thu khí gas và monitoring môi trường cũng được xây dựng đồng bộ:

Kết cấu lớp phủ phía trên từ trên xuống dưới bao gồm:

- 80 cm lớp đất phủ để trồng cỏ.
- Lớp vải địa kỹ thuật (geotextile) đóng vai trò lớp lọc không cho lớp đất phủ trôi xuống các lớp dưới.
- Lớp sỏi/cuội thoát nước dày 30 cm (tầng lọc ngược).
- Lớp bảo vệ bằng vải địa kỹ thuật tiếp theo.
- Lớp màng chống thấm HDPE (dày ~ 1cm).
- Lớp sỏi/cuội bên trong có các ống thu khí gas.
- Lớp phủ ngay sát trên CTR: đất được đầm/ném chặt dày khoảng 30 cm.

Nhờ có lớp phủ này mà 10 triệu mét khối CTR chôn trong bãi được bảo vệ không bị nước (mưa, tuyết tan) xâm nhập, bãi không phát sinh nước rỉ rác và do đó không tác động tiêu cực đến tầng nước ngầm. Kết quả monitoring nước ngầm từ năm 2000 đến 2003 cho thấy sự ô nhiễm nước ngầm đã hoàn toàn chấm dứt. Hiện nay bãi vẫn chịu sự giám sát bởi cơ quan môi trường địa phương, gồm các hoạt động:

- Monitoring môi trường không khí và nước ngầm ở khu vực bãi
- Bảo dưỡng hệ thống thu khí gas và thoát nước bên ngoài bãi
- Kiểm tra lớp phủ bề mặt định kỳ
- Thu khí gas để phát điện tại chỗ (từ năm 2000 đã lắp một nhà máy điện công suất 2 MegaWatt sử dụng toàn bộ khí gas thu được từ bãi) .

Bãi B: diện tích ~ 49 ha, công suất chôn lấp tính toán 14 triệu mét khối/hoạt động đến năm 2012. Nằm cách bãi A khoảng 10 km (Bãi A nằm ở phía Đông, bãi B nằm ở phía Tây thành phố), bắt đầu được dùng để chôn CTR đô thị từ đầu những năm 1970. Năm 1986 chính thức là nơi đổ rác của thành phố. Đến năm 1994 được cải tạo thành bãi đạt tiêu chuẩn với lớp đáy được nâng cấp. Lớp đáy này được gia cố đúng tiêu chuẩn (từ dưới lên trên) như sau:

- 300 cm (3 m): lớp bảo vệ địa chất đáy (geological protection layer): chắt chiu vật liệu gì vì khi W đến đó thì bãi đã vận hành nên không nhìn được.
- 75 cm lớp đất sét nén chặt chống thấm.
- Lớp màng chống thấm HDPE (dày ~ 1cm)
- Lớp vải địa kỹ thuật (geotextile) đóng vai trò lớp lọc không cho lớp trên trôi xuống các lớp dưới
- Lớp sỏi/cuội thoát nước dày 30 cm (tầng lọc ngược) bên trong có các ống thu nước rỉ rác

Theo chiều thẳng đứng, cả khu A & B đều có các hố công tác/kỹ thuật để có thể đi xuống kiểm tra các kết cấu kỹ thuật đặt trong lòng bãi như các đầu mỗi ống thu nước, khí gas...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

http://thaiduongvn.vn/news_detail.php?idnt=2&idt=9

<http://www.vusta.vn/Temps/Home/template2/default.asp?nid=8CA3>

TS. Cù Huy Đẩu - T/c Khoa học Kiến trúc - Xây dựng, số 1/2010, tr. 70

<http://www.moitruongxanh.info/diendan/showthread.php?t=3964>

Thông tư liên tịch, Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường, 01/2001/TTLT-BKHCNMT-BXD

Giáo trình quản lý và xử lý chất thải rắn, PGS.TS Nguyễn Văn Phước; Nhà xuất bản xây dựng, 2008, tr.302