

SỰ PHÁT SINH VÀ PHÁT THẢI KHÍ BÃI CHÔN LẤP, CÁC PHƯƠNG ÁN GIẢM THIỂU

THS. PHẠM THỊ ANH

Giới thiệu

Bãi chôn lấp chất thải rắn là một trong những tác nhân gây ô nhiễm môi trường không khí nghiêm trọng. Khí bãi chôn lấp chứa thành phần chính là khí Metan và các chất hữu cơ bay hơi khác. Các chất khí ô nhiễm từ trong bãi chôn lấp có thể khuếch tán vào trong môi trường không khí một cách dễ dàng (hình 1).



Hình 1 : Các bọt khí được hình thành trong các vũng nước tù ở bãi rác

Chúng ta cần phân biệt bãi chôn lấp (landfill) và bãi đổ rác (dumping site). Về cơ bản bãi chôn lấp là một bãi đổ rác nhưng ít ô nhiễm hơn hoặc có các biện pháp ngăn ngừa ô nhiễm, ví dụ như: có hệ thống thu gom khí, hệ thống thu gom và xử lý nước rò rỉ. Trong thời gian qua, ở Việt Nam các biện pháp ngăn ngừa ô nhiễm được thực hiện nhưng chưa đầy đủ; vì vậy sự khác nhau giữa bãi chôn lấp và bãi đổ rác ở Việt Nam là rất nhỏ. Bãi chôn lấp Gò Cát có thể xem là một trong những điển hình về bãi chôn lấp hợp vệ sinh, chúng ta sẽ bàn về vấn đề này trong những phần sau đây.

Quá trình hình thành các khí chủ yếu từ bãi chôn lấp

Quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ trong BCL đã tạo thành một lượng lớn khí sinh vật như carbonic CO₂, methane CH₄, ammonia NH₃, hydrogen sulfide H₂S, chất hữu cơ bay hơi,... Nếu không được thu gom để xử lý và tái sử dụng năng lượng, các loại khí trên sẽ gây ô nhiễm nặng nề đến môi trường không khí, đặc biệt là khí CO₂ và CH₄ gây ảnh hưởng đến khí hậu do “Hiệu ứng nhà kính”.

Bảng 1: Tỷ lệ thành phần các khí chủ yếu sinh ra từ BCL

Thành phần	%(Thể tích khô)
CH ₄	45 – 60
CO ₂	40 – 60
N ₂	2 – 5
O ₂	0,1 – 1,0
Mercaptans, hợp chất chứa lưu huỳnh,...	0 – 1,0
NH ₃	0,1 – 1,0
H ₂	0 – 0,2
CO	0 – 0,2
Các khí khác	0,01 – 0,6
Tính chất	Giá trị
Nhiệt độ (°F)	100 – 120
Tỷ trọng	1,02 – 1,06

Nguồn: Tchobanoglous, et. al., 1993

Vì thành phần chất thải rắn không đồng nhất nên sự phân huỷ có thể kéo dài

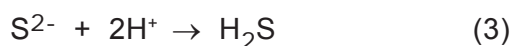
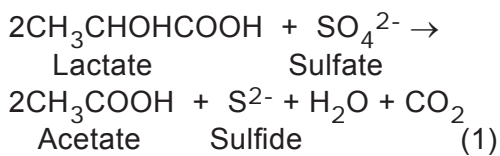
trong nhiều năm. Một số chất hữu cơ có thể vẫn còn tồn tại, không bị biến đổi trong thời gian hàng thế kỷ. Có một ví dụ về việc đào xới tại một số bãi chôn lấp: một số tờ báo được chôn cách đây 40 năm vẫn còn đọc được.

Vì vậy một bãi chôn lấp có thể được xem như nơi tập hợp của hỗn hợp các chất thải với mức độ phân hủy khác nhau.

Quá trình hình thành các khí chủ yếu từ BCL xảy ra qua 5 giai đoạn:

Giai đoạn 1: Giai đoạn thích nghi. Quá trình phân hủy sinh học xảy ra trong điều kiện hiếu khí vì một phần không khí bị giữ lại trong BCL. Nguồn vi sinh vật hiếu khí và kỵ khí có từ lớp đất phủ hàng ngày hoặc lớp đất phủ cuối cùng khi đóng cửa BCL. Bên cạnh đó, bùn từ trạm xử lý nước thải được đổ bỏ tại BCL và nước rò rỉ tuần hoàn lại BCL cũng là những nguồn cung cấp vi sinh vật cần thiết để phân hủy rác thải.

Giai đoạn 2: Giai đoạn chuyển hóa. Hàm lượng oxy trong BCL giảm dần và điều kiện kỵ khí bắt đầu hình thành. Khi môi trường trong BCL trở nên kỵ khí hoàn toàn, 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 khí N₂ và H₂S (Phương trình 1, 2, và 3).



Sự gia tăng mức độ kỵ khí trong môi trường BCL có thể kiểm soát được

bằng cách đo điện thế oxy hóa khử của chất thải. Quá trình khử nitrate và sulfate xảy ra ở điện thế oxy hóa khử trong khoảng từ -50 đến -100 mV. Khí CH₄ được tạo thành khi điện thế oxy hóa khử dao động trong khoảng từ -150 đến -300 mV. Khi điện thế oxy hóa khử tiếp tục giảm, tập hợp vi sinh vật chuyển hóa các chất hữu cơ có trong rác thành CH₄ và CO₂ bắt đầu quá trình 3 giai đoạn nhằm chuyển hóa các chất hữu cơ phức tạp thành các acid hữu cơ và các sản phẩm trung gian khác như trình bày trong giai đoạn 3. Ở giai đoạn 2, pH của nước rò rỉ bắt đầu giảm do sự có mặt của các acid hữu cơ và ảnh hưởng của khí CO₂ sinh ra trong BCL.

Giai đoạn 3: Giai đoạn acid hóa. Tốc độ tạo thành các acid hữu cơ tăng nhanh. Bước thứ nhất của quá trình 3 giai đoạn là thủy phân các hợp chất cao phân tử (như lipids, polysaccharides, protein, nucleic acids,...) thành các hợp chất thích hợp cho vi sinh vật. Bước thứ hai là quá trình chuyển hóa sinh học các hợp chất sinh ra từ giai đoạn 1 thành các hợp chất trung gian có phân tử lượng thấp hơn mà đặc trưng là acetic acid, một phần nhỏ acid fulvic và một số acid hữu cơ khác. CO₂ là khí chủ yếu sinh ra trong giai đoạn 3. Một phần nhỏ khí H₂ cũng được hình thành trong giai đoạn này.

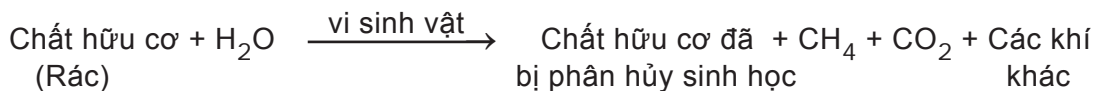
Giai đoạn 4. Giai đoạn methane hóa. Các acid hữu cơ đã hình thành được chuyển hóa thành CH₄ và CO₂.

Giai đoạn 5: Giai đoạn phân hủy hoàn toàn. Giai đoạn này xảy ra sau khi các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học sẵn có đã được chuyển hóa hoàn toàn thành CH₄ và CO₂ ở giai đoạn 4. Khi lượng ẩm tiếp tục thấm vào phần chất thải mới thêm vào, quá trình

chuyển hóa lại tiếp tục xảy ra. Tốc độ sinh khí sẽ giảm đáng kể ở giai đoạn 5 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 những chất có khả năng phân hủy chậm. Khí chủ yếu sinh ra ở giai đoạn 5 là khí CH₄ và CO₂.

Một cách tổng quát, phản ứng phân hủy kỵ khí chất thải rắn xảy ra như sau:



Thông thường, chất hữu cơ có trong rác thải được phân làm hai loại: (1) các chất hữu cơ có khả năng phân hủy nhanh (3 tháng đến 5 năm) và (2) chất hữu cơ có khả năng phân hủy chậm (≥ 50 năm).

Ngoài ra hàm lượng chất hữu cơ bay hơi (VOC) và khí vi lượng thoát ra từ bãi chôn lấp là rất lớn. Hiện tại các khí này vẫn chưa được phân tích đầy đủ. Theo các nghiên cứu mới nhất, các bãi chôn lấp và các khu vực chôn lấp các chất hữu cơ có khả năng tạo thành phosphine và một số loại khí vi lượng rất độc hại, có khả năng gây chết người, gây quái thai ở phụ nữ hoặc những tác hại khác.

Quá trình hình thành các chất khí vi lượng. Các chất khí vi lượng có trong thành phần khí BCL được hình thành từ 2 nguồn cơ bản: (1) từ bản thân rác thải và (2) từ các phản ứng sinh học hoặc các phản ứng khác xảy ra trong BCL.

Bảng 2: Nồng độ các khí vi lượng trong các mẫu khí lấy từ 66 BCL ở California

TT	Chất khí vi lượng	Nồng độ (ppbV*)	
		TB	Cực đại
01	Acetone	6.838	240.000
02	Benzene	2.057	39.000
03	Chlorobenzene	82	1.640
04	Chloroform	245	12.000
05	1,1-Dichloromethane	2.801	36.000
06	Dichloromethane	25.694	620.000

07	1,1-Dichloroethene	130	4.000
08	Diethylene Chloride	2.835	20.000
09	Trans 1, 2- Dichloroethane	36	850
10	2, 3-Dichloropropane	0	0
11	1,2-Dichloropropane	0	0
12	Ethylene bromide	0	0
13	Ethylene dichloride	59	2.100
14	Ethylene oxide	0	0
15	Ethylene benzene	7.334	87.500
16	Methyl ethyl ketone	3.092	130.000
17	1,1,2-Trichloroethane	0	0
18	1,1,1-Trichloroethane	615	14.500
19	Trichloroethylene	2.079	32.000
20	Toluene	34.907	280.000
21	1,1,2,2-Tetrachloroethylen	246	16.000
22	Tetrachloroethane	5.244	180.000
23	Vinyl Chloride	3.508	32.000
24	Styrenes	1.517	87.000
25	Vinyl acetate	5.663	240.000
26	Xylenes	2.651	38.000

Nguồn: Tchobanoglous, et. al., 1993.

* ppbV = phần tỷ theo thể tích

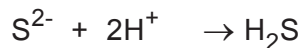
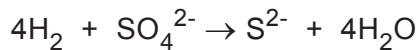
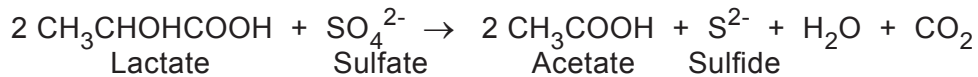
Các nghiên cứu ở Mỹ và Anh cho thấy tổng cộng 116 hợp chất hữu cơ có thể tìm thấy trong khí BCL như acetone, benzene, chlorobenzene, chloroform, vinyl chloride,... Số liệu thống kê nồng độ các khí vi lượng có trong các mẫu khí lấy từ 66 BCL ở California được trình bày trong Bảng 2. Đây là thành phần các chất khí vi lượng có trong khí thải từ hầu hết các BCL.

Hình thành mùi ở bãi chôn lấp

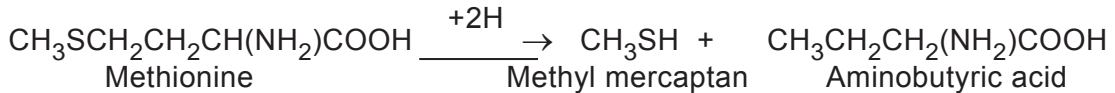
Một đặc điểm nổi bật khác của bãi chôn lấp là mùi. Mùi hôi phát sinh trong quá trình phân hủy rác; Hầu hết mùi được phát ra trong một giai đoạn ngắn sau

khí đổ bỏ chất thải, và giảm dần khi bắt đầu giai đoạn metan hoá. Điều quan trọng là khi mùi hôi thối mất đi thì không có nghĩa là không còn khí phát thải (Oonk, 1995).

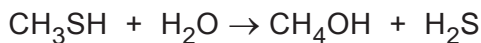
Quá trình hình thành mùi có thể xảy ra theo các phản ứng sau:



Các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh khi bị khử cũng sẽ tạo thành những hợp chất có mùi hôi như methyl mercaptan và aminobutyric acid.



Methylmercaptan có thể bị phân hủy, chất thải tạo thành methyl alcohol và hydrogen sulfide:



Quá trình thoát khí trong BCL

Hàm lượng và tỷ lệ phát thải khí vào không khí tùy thuộc vào lớp phủ bề mặt. Nếu không có lớp phủ, tất cả khí BCL sinh ra sẽ được thải trực tiếp vào khí quyển và được khuếch tán một cách nhanh chóng. Một số BCL như Đông Thạnh khi chưa đóng cửa được phủ một lớp đất sau khi hố chôn đã chứa đầy rác. Tuy nhiên lớp phủ bề mặt không được phủ thường xuyên mỗi ngày, do đó khí thải vẫn được thải vào khí quyển trong suốt giai đoạn vận hành của hố chôn, kết quả là gây ra mùi hôi thối và nhiều loại côn trùng phát tán vào môi trường.

Ngoài ra, lớp phủ bề mặt chỉ từ 0,6 đến 0,8m, và không kín, do đó tầng

bề mặt phủ quá mỏng để ngăn chặn sự phát thải khí vào môi trường. Vật liệu phủ bao gồm đất, thiếu các tổ chức vi sinh vật và các đặc điểm về lớp phủ cần thiết. Đặc biệt, vào mùa khô khi tầng đất bị nứt ra do bị khô, khí và các hợp chất bay hơi sẽ thoát trực tiếp vào không khí.

Các tác động môi trường của khí bãi chôn lấp (BCL)

Khí bãi chôn lấp có 3 tác động chính đối với môi trường. Các kết quả nghiên cứu đã không chỉ ra rằng khí BCL có ảnh hưởng đến nguồn nước ngầm hay không. Điều ảnh hưởng đầu tiên lớn nhất là mùi hôi thối, đặc biệt là gây ảnh hưởng khó chịu đến công nhân và khu vực dân cư xung quanh. Việc hít thở khí bãi chôn lấp có ảnh hưởng lớn đến sức khỏe con người. Ngoài ra còn có những vấn đề về ảnh hưởng khu vực là sự phát thải khí CH₄ làm tăng hiệu ứng nhà kính.

Các bãi đổ rác thải là nơi lưu trú thích hợp cho các tổ chức sinh vật gây bệnh. Tuy chúng có chu trình sống ngắn nhưng mức độ sinh sản cao nên chúng nhanh chóng lan tỏa và ảnh hưởng đến khu vực dân cư xung quanh. Cơ thể chủ (con người, vật nuôi) là nguồn mang các tổ chức gây bệnh như virus, vi khuẩn, ký sinh trùng, sán. Các tổ chức gây bệnh này là nguyên nhân chính của các bệnh về hô hấp, tiêu hoá, mắt và da.

Một vài nghiên cứu ban đầu về tác động đến sức khỏe của người dân từ bãi chôn lấp Đông Thạnh đối với khu vực dân cư đã chỉ ra rằng các bệnh liên quan đến hô hấp, tiêu hoá, da và mắt xảy ra thường xuyên hơn và đặc biệt là đối với những người thu nhặt rác.

Bên cạnh đó, quá trình xử lý nước rò rỉ sinh ra từ bãi chôn lấp cũng phát sinh ra một lượng lớn khí CH_4 , nếu không có hệ thống thu gom và xử lý thì lượng khí phát sinh này cũng sẽ tham gia tác động đến môi trường.

Mêtan là khí đứng sau dioxit cacbon về các khí nhà kính quan trọng nhất. Trên cơ sở tính toán tiềm năng làm nóng trái đất thì khí CH_4 có tác động gấp 22 lần so với khí CO_2 . Tổng lượng CH_4 tham gia vào sự nóng lên của trái đất được ước tính vào khoảng 18%.

Kết quả phân tích tại bãi chôn lấp Đông Thạnh cho thấy vùng bị ảnh hưởng lớn nhất là khu vực thuộc phạm vi 500m từ biên bãi chôn lấp. Trong vùng ảnh hưởng tất cả các thông số ô nhiễm đều phát tán thường xuyên và ảnh hưởng nặng nề đến môi trường sống của dân cư trong khu vực. Trong phạm vi từ khoảng 800m trở ra thì ảnh hưởng của ô nhiễm từ bãi chôn lấp ít hơn.

Bãi chôn lấp Gò Cát được xây dựng theo qui trình của một bãi chôn lấp hợp vệ sinh, có hệ thống xử lý nước rò rỉ và hệ thống thu hồi khí sinh ra từ bãi chôn lấp và từ khâu xử lý nước rò rỉ này. Khí thu được sẽ sử dụng để chạy máy phát điện cung cấp lại cho các hoạt động trong bãi chôn lấp. Hiện nay hệ thống này đang tiếp tục hoàn chỉnh, lượng khí thu được chưa được dùng để chạy máy phát điện mà chỉ đốt tập trung.

Các phương án giảm thiểu phát thải và ngăn ngừa ô nhiễm

Cách tốt nhất để giảm thiểu phát thải khí BCL là giảm thiểu hàm lượng cacbon có trong chất thải bằng cách ngăn giảm việc đổ thải các chất có thành phần hữu cơ vào bãi chôn lấp. Sử dụng lò đốt chất thải rắn đô thị, phương pháp khí hoá, hoặc tách chọn lọc và xử lý các phần có chứa cacbon hữu cơ có thể phân huỷ. Tuy nhiên hiện tại Việt nam chưa có hệ thống lò đốt cho chất thải rắn sinh hoạt. Việc phân loại rác thải ở TP.HCM chưa thể thực hiện được vì thiếu các phương tiện vận chuyển có hệ thống phân tách rác.



Hình 2. Hệ thống thu khí ở bãi chôn lấp Gò Cát

Một phương án khác là cải tiến khả năng ôxi hoá của lớp phủ bề mặt của BCL. Vi khuẩn ở lớp bề mặt có thể chuyển mêtan thành khí cacbon dioxit. Theo cách này kết quả có thể giảm được khoảng 10 – 20% lượng thải mêtan.

Một khi chất thải hữu cơ được đổ thải, khí BCL được hình thành thì cần phải có chi phí nhất định cho việc giảm thiểu sự phát thải khí BCL. Cần thiết lập hệ thống kiểm soát và thu hồi khí BCL.

Phân ô đổ rác trong bãi chôn lấp vừa nhỏ đủ để chứa lượng rác trong ngày vì như vậy sẽ che phủ kịp thời và ngăn chặn khí ô nhiễm và mùi hôi thoát ra môi trường xung quanh. Hệ thống thu khí và nước rò rỉ cũng có thể được thực hiện theo từng ô như vậy để kịp xây dựng và kịp xử lý.

Việc xây dựng những hố chôn lấp riêng biệt là cách hiệu quả nhất để thu hồi khí BCL: một hiệu quả cao kết hợp với chi phí thấp. Khi các ô ngăn đã không còn khả năng chứa hoặc không được phép chứa, sử dụng phương pháp thu hồi theo bề mặt là giải pháp hiệu quả cao, mặc dù chi phí cũng lớn.

Thiết lập hệ thống thu hồi nước rò rỉ kín từ trong bãi chôn lấp và đưa về hệ thống xử lý nước rò rỉ để tránh tình trạng nước rò rỉ thoát ra ngoài môi trường gây ô nhiễm. Cùng lúc đó thiết lập hệ thống thu khí kín từ trong hệ thống xử lý kỵ khí của nước rò rỉ để tránh tình trạng khí sinh ra sẽ gây ô nhiễm môi trường không khí.

Khí thu trực tiếp từ BCL và gián tiếp từ hệ thống xử lý nước rò rỉ có thể sử dụng tập trung để sản xuất năng lượng hoặc đốt dưới điều kiện kiểm soát để tránh thải các thành phần độc hại vào không khí.



Hình 3. Máy phát điện sử dụng khí bãi chôn lấp ở BCL Gò Cát

Xây dựng dải ngăn cách bãi chôn lấp với môi trường xung quanh bằng cách trồng hàng rào cây xanh để tránh việc khuếch tán không mong muốn của khí BCL và mùi hôi vào môi trường không khí. Có thể sử dụng các loại cây công nghiệp lấy gỗ hoặc cây có nhiều lá như cây Tràm, Bạch đàn, Tre, Trúc,...

Compost là quá trình phân huỷ hiếu khí các thành phần hữu cơ. Khi tất cả các thành phần hữu cơ đã được ủ phân, chúng được chuyển hoá thành một dạng hữu cơ được biết đến như mùn. Khi phân bón được đưa vào đất, các dạng mùn này sẽ tiếp tục được phân huỷ. Ở cả hai giai đoạn của quá trình phân huỷ này, hầu hết cacbon trong thành phần nguyên liệu ban đầu được chuyển thành dạng dioxit cacbon. Vì cacbon dioxit có nguồn gốc sinh học không được tính như là khí gây hiệu ứng nhà kính". Tuy nhiên, có thể tưởng tượng được rằng quá trình ủ phân có thể tạo nên phát thải mêtan từ sự phân huỷ kỵ khí hoặc sự cô lập cacbon dài hạn ở dạng chưa thành hợp chất phân bón. Thêm vào đó, ủ phân tập trung, có sự phát thải CO₂ không có nguồn gốc sinh học do phương tiện thu gom và vận chuyển các nguyên liệu hữu cơ đến các vị trí ủ phân tập trung và từ

máy móc xáo trộn phân ủ...

Kiến nghị cho các nghiên cứu kế tiếp

Những nghiên cứu tiếp theo nên dựa trên nhu cầu thực tế của Việt nam. Cần phát triển các kỹ thuật về ngăn ngừa, giảm thiểu và kiểm soát phát thải thích hợp. Tốt nhất là với chi phí thấp, công nghệ đơn giản, sử dụng các nguyên liệu địa phương. Những chủ đề cần được nghiên cứu có thể được kiến nghị như sau:

- Nghiên cứu nguyên liệu lớp phủ chi phí thấp (ví dụ nguyên liệu sinh học) để ngăn ngừa sự phát thải khí ra ngoài và giảm thiểu quá trình thấm của nước mưa.
- Nghiên cứu các nhu cầu của phân bón. Vị trí của thị trường phân bón, yêu cầu về thành phần phân bón và cách thức để thực hiện quá trình làm phân bón này.
- Phát triển công nghệ để xử lý nước rò rỉ ngày càng hiệu quả hơn
- Phát triển hệ thống vận chuyển chất thải có hệ thống thu gom và phân loại
- Thiết kế hệ thống thu gom khí BCL trong xây dựng bãi chôn lấp hoặc cho các bãi chôn lấp đang hiện hữu
- Nghiên cứu khả năng tận dụng

khí bãi chôn lấp ở Việt Nam
- Đầu tư xây dựng các lò đốt rác và có đánh giá tác động môi trường của chúng
- Phát triển hệ thống giám sát kiểm nghiệm và song song xác định các tổ chức thực hiện việc giám sát này

Các nghiên cứu được thực hiện phải đảm bảo rằng các kết quả nghiên cứu được báo cáo đến các tổ chức trong nước và quốc tế hoặc các viện nghiên cứu để tiếp tục có những cơ hội trao đổi về kiến thức trong lĩnh vực này.

Tài liệu tham khảo

1. Sở KHCNMT và trung tâm CENTEMA, 1999, Nghiên cứu sơ bộ về phân huỷ chất thải rắn sinh hoạt, Tp.HCM, Việt nam.
2. Sở KHCNMT và trung tâm CENTEMA, Khoa Công Nghệ và Quản Lý Môi Trường - Đại học Văn Lang, 1999, Báo cáo khoa học "Qui hoạch tổng thể quản lý chất thải rắn sinh hoạt, Tp.HCM, Việt Nam
3. Oonk J., Boom A.; 1995; Landfill gas formation, recovery and emissions; TNO; Apeldoorn; The Netherlands
4. Palmer D.; 1995; Landfill gas monitoring procedures: California Integrated Waste Management Board; LEA Information Services <http://www.ciwmb.ca.gov/LEACentral>

ThS. Phạm Thị Anh
Giảng viên Khoa Công nghệ & Quản lý Môi trường
Trường ĐHDL Văn Lang