

Phát thải các PCDD/F trong khí thải, nước thải, bùn thải từ lò đốt chất thải y tế ở thành phố Hồ Chí Minh

Mai Tuấn Anh¹, Chu Văn Hải^{2*}

¹Viện Khoa học Công nghệ và Quản lý Môi trường, Trường Đại học Công nghiệp Tp Hồ Chí Minh

²Trung tâm Dịch vụ Phân tích Thí nghiệm, Sở KH&CN Tp Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 8.1.2015, ngày gửi phản biện 12.1.2015, ngày nhận phản biện 25.2.2015, ngày chấp nhận đăng 2.3.2015

Phát thải Dioxin/Furan (PCDD/F) từ các lò đốt chất thải y tế đang trở thành mối quan tâm lớn đối với sức khỏe của người dân địa phương do độc tính của các hợp chất này và sự lắng đọng của nó. Khí thải, nước thải, bùn thải từ các lò đốt đã được điều tra. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nồng độ các PCDD/F trong khí thải từ 0,114-4269,2979 pgTEQ/Nm³. Đã phát hiện thấy các kim loại nặng và vết các PCDD/F trong mẫu bùn thải và vết các PCDD/F trong mẫu nước thải.

***Từ khóa:* bùn thải, dioxin, furan, khí thải, lò đốt y tế, nước thải, PCDD/F.**

Chỉ số phân loại 2.7

Đặt vấn đề

Polychlorinated dibenzo-para-dioxins (PCDDs) và polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) là hai nhóm hợp chất thơm có đặc tính tương tự nhau. Nguyên tử Chlorine có thể gắn ở 8 nơi khác nhau trên phân tử, từ vị trí 1 đến 8. Hiện nay, các nhà khoa học đang quan tâm đến 17 chất đồng phân có các nhóm thế chlor ở các vị trí 2, 3, 7, 8 PCDD/PCDF và đã xác định các chất này có độc tính cao nhất trong nhóm các hợp chất này. Phát thải dioxin/furan (PCDD/F) từ các lò đốt chất thải y tế đang trở thành mối quan tâm lớn đối với sức khỏe của người dân do độc tính của các hợp chất này và sự lắng đọng của nó. Khí thải, nước thải, bùn thải từ hai lò đốt rác y tế chính tại Tp Hồ Chí Minh là lò đốt tại Bình Hưng Hòa và Đông Thạnh đã được điều tra. Các kết quả đã được đánh giá về ảnh hưởng của các lò đốt chất thải y tế nguy hại đến môi trường, góp phần trợ giúp cho việc xác định và định lượng nguồn gây nhiễm các PCDD/F.

Thực nghiệm

Thu thập mẫu

Mẫu khí thải được thu thập theo US EPA (phương pháp 23), dụng cụ lấy mẫu của Hãng Keika Ventures (Mỹ), lấy mẫu đẳng tốc. Các PCDD/F được hấp phụ trên cái lọc XAD-2 và dung dịch nội chuẩn có chứa

17 đồng phân ¹³C₁₂ với hàm lượng 50 pg/μl trong nonane đã được thêm vào XAD-2 trước khi thu thập mẫu. Mẫu nước thải (trước khi qua hệ thống xử lý nước thải) được chứa trong chai thủy tinh với thể tích mẫu: 2 l, được bảo quản với 1 ml HCl đậm đặc cho 1 l mẫu, mẫu bùn khoảng 1-2 kg. Mẫu được phơi khô trên giấy nhôm trong phòng thí nghiệm từ 5 đến 10 ngày.

Chiết tách mẫu và phân tích

Chiết tách:

Mẫu bùn thải: cân chính xác 2 g bùn thải trộn với 10 g Na₂SO₄ khan, 10 g bột Cu và thêm vào chất nội chuẩn ¹³C. Chiết Soxhlet với 350 ml toluene trong 24 h. Dịch trích được cô bằng thiết bị cô quay (40°C, 100 mBar) đến gần cạn, thêm vào 20 ml n-hexane và cô lại đến khoảng 2 ml. Làm sạch qua 3 cột sắc ký: silicagel, florisil và alumina.

Mẫu nước thải: nếu mẫu có nhiều cặn rắn có thể nhìn thấy được, dùng phễu lọc chân không lọc phần cặn và sấy khô ở 60°C trong 1 h, chiết Soxhlet với 350 ml dichloromethane trong 8 h. Cho 1 l mẫu vào bình chiết (hoặc nước đã qua lọc ở trên), thực hiện chiết 3 lần (60 ml x 3 lần) thành 180 ml dichloromethane (DCM). Thêm vào chất nội chuẩn. Làm khan mẫu bằng Na₂SO₄ và tráng với DCM. Rửa mẫu với H₂SO₄ đậm đặc (1-3 lần), sau đó với NaCl, KOH và NaCl.

* Tác giả chính: chuhaivn@gmail.com

PCDD/F EMISSION IN STACK GAS, WASTE WATER, SLUDGE FROM MEDICAL INCINERATORS IN HO CHI MINH CITY

Summary

PCDD/F emission from medical incinerators (MIs) has become a big concern for the health of local residents due to its toxicity and deposition. Therefore, stack gas, wastewater, sludge emission from the main MIs in Ho Chi Minh City have been investigated. The obtained result has shown that PCDD/Fs concentration has varied from 0.114 to 4269.2979 pgTEQ/Nm³. The authors detected heavy metals and the trace of PCDD/Fs in sludge and the trace of PCDD/Fs in wastewater.

***Keywords:* dioxin, furan, medical incinerator, PCDD/Fs, sludge, stack gas, waste water.**

***Classification number* 2.7**

Cô quay, chuyển dung môi n-hexan. Làm sạch qua 3 cột sắc ký: silicagel, florisil và alumin.

Khí thải: phần rắn: giấy lọc bụi + chất hấp phụ XAD-2, thêm vào chất nội chuẩn ¹³C. Chiết Soxhlet với 350 ml toluene trong 16 h. Phần lỏng: dung dịch nước cất HPLC + MeOH (dùng để tráng hệ thống) chiết lỏng - lỏng với toluene 50 ml, chiết 2 lần. Gộp tất cả phần dung môi chiết đem cô quay đến thể tích 2 ml. Dịch chiết được làm sạch bằng các cột sắc ký nhiều lớp: silicagel, florisil và alumina.

Giai đoạn làm sạch mẫu cho tất cả các nền mẫu:

Cột 1: hỗn hợp silicagel (theo thứ tự từ đáy lên trên: 1 g silica hoạt tính, 2 g silica bazơ, 1 g silica hoạt tính, 4 g silica axit, 1 g silica hoạt tính) và trên cùng là 2 g Na₂SO₄ khan. Giải hấp cột 1 bằng 90 ml hexane. Cột 2: Florisil (6 g) kết nối trực tiếp với cột hỗn hợp silica gel; cột 2 được giải hấp với 50 ml dichloromethane/n-hexane DCM/n-Hx (2:98), 150 ml DCM. Phân đoạn DCM của cột 2 cho qua cột 3: cột alumina bazơ (4 g của basic alumina super I), 2 g natri sulfate khan. Tách phân đoạn với: a/10

ml n-Hx, b/10 ml DCM/n-Hx (2:98), c/15 ml DCM/n-Hx (3:2), d/20 ml DCM. Pha chứa các hợp chất PCDD/F ở hai phân đoạn cuối c và d được thu hồi và cô bằng khí Nitơ lỏng tới thể tích khoảng 200 µl. Chuyển mẫu vào glass insert và làm khô hoàn toàn bằng khí Nitơ lỏng ở nhiệt độ thường. Ngay lập tức hòa tan trong 50 µl dung dịch iso-octane có chứa chất nội chuẩn, đo mẫu trên hệ thống sắc ký khí độ phân giải cao HRGC/HRMS.

Phân tích thí nghiệm

Các hợp chất PCDD/F được xác định và định lượng bằng hệ thống sắc ký khí độ phân giải cao HRGC/HRMS (Micromass, Hoa Kỳ). Cột BPX-5 (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Chương trình nhiệt độ như sau:

140°C/(4 min)→220°C/(8°C/min)→260°C/(1,4°C/min)→310°C/(3°C/min)/5 min.

Sử dụng mode EI-SIM. Nhiệt độ ion source 250°C; electron energy 35 eV; trap current 650 µA; nhiệt độ interface là 260°C.

Nồng độ các PCDD/F được quy đổi về độ độc tương đương i-TEQ theo hệ số độ độc i-TEF. Nồng độ TEQ được tính như là tổng của 17 đồng phân độc hại đã được chỉ định có độc tính cao. Các yếu tố tương ứng (TEF) theo WHO (2005).

Kiểm soát chất lượng và đảm bảo chất lượng kết quả thử nghiệm

Kiểm định chất lượng của phương pháp bằng các mẫu chuẩn EDF-2513, CRM 529 (cho mẫu đất, bùn). Nồng độ của các PCDD/F thu được khi phân tích các mẫu chuẩn rất tương đồng với nồng độ bởi nhà cung cấp. Độ chính xác của 2,3,7,8-TCDD trong những phương pháp chuẩn dùng cho việc phân tích được kiểm tra so với NIST SRM 1614. Độ chính xác của các đồng phân 2, 3, 7, 8 - thay thế PCDD, PCDF được kiểm tra so với phương pháp tham khảo bởi việc kiểm nghiệm liên phòng thí nghiệm (Quebec - Canada) trong phân tích mẫu nước và đất với mã số của chương trình CAL-76, DMR 0531-2009, DMR 07032010 cho cả hai nền mẫu đất và nước. Kết quả được đánh giá là đạt cho tất cả 17 đồng phân trong mẫu nước và đất.

Bảng 1: xác nhận giá trị sử dụng của phương pháp lấy mẫu và phân tích

Nền mẫu	Khí thải	Nước thải	Bùn thải
Tỷ lệ thu hồi của mỗi chuẩn lấy mẫu (%): 78-92			
Độ lặp lại (% RSDr)		0,03-0,22	0,1-2,5
Độ tái lập (% RSDR)	1-1,9	0,2-2,1	0,5-1,5
Hiệu suất thu hồi (%)	87-99	98-100	88-96
Độ không đảm bảo do (pgTEQ/g)	0,005-0,07	0,006-0,08	0,006-0,09
Độ không đảm bảo do được tính trên sai số của cân, syringe, nhiệt độ khi hút syringe, độ tinh khiết của chuẩn			
MLOD (ngTEQ/g)	0,002 (ngTEQ/Nm ³)	0,1	0,1
MLOD (giới hạn định lượng của phương pháp) = (LOD/m)* TEF trong đó LOD: giới hạn phát hiện của máy, m: khối lượng mẫu, TEF: hệ số độc tương ứng theo tiêu chuẩn quốc tế			
MLOQ (ngTEQ/g)	0,006 (ngTEQ/Nm ³)	0,3	0,3

Địa điểm nghiên cứu

Nơi tập trung xử lý chất thải y tế trên địa bàn Tp Hồ Chí Minh hiện nay chỉ có 2 địa điểm chính do Công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị thành phố quản lý.

Lò đốt Bình Hưng Hòa, quận Bình Tân: lò đốt được sản xuất bởi Đức và là lò nhiều cấp với công nghệ nhiệt phân. Công suất thiết kế và vận hành 7 tấn/ngày theo dạng mẻ, vận hành bán liên tục. Nhà máy có hệ thống kỹ thuật và kiểm soát ô nhiễm cao. Năng lượng sử dụng là khí đốt (gas). Làm nguội khí thải bằng thiết bị trao đổi nhiệt (nước). Nhiệt độ buồng sơ cấp < 1050°C, nhiệt độ buồng thứ cấp từ 1050-1225°C, nhiệt độ khí thải < 180°C. Hệ thống kiểm soát và xử lý ô nhiễm: sử dụng túi lọc, máy lọc khô, than hoạt tính và NaHCO₃. Ống khói 15 m, không nón. Vị trí lắp đặt xa khu dân cư.

Lò đốt Công trường Đông Thạnh, huyện Hóc Môn: lò đốt được sản xuất bởi Thụy Sĩ và là lò kín, nhiều cấp với công nghệ nhiệt phân và lò thùng quay. Công suất thiết kế và vận hành 21 tấn/ngày theo dạng vận hành liên tục. Nhà máy có hệ thống kỹ thuật và kiểm soát ô nhiễm cao. Làm nguội khí thải bằng thiết bị trao đổi nhiệt (nước). Năng lượng sử dụng là khí đốt (gas). Nhiệt độ buồng sơ cấp < 1000°C, nhiệt độ buồng thứ cấp từ 1030-1250°C, nhiệt độ khí thải 100-120°C. Hệ thống kiểm soát và xử lý ô nhiễm: sử dụng túi lọc, máy lọc khô, than hoạt tính và NaHCO₃. Ống khói 20 m. Vị trí lắp đặt xa khu dân cư.

Thành phần chất thải đầu vào cho cả hai lò: do Công ty TNHH MTV Môi trường Đô thị thành phố quản lý cả hai lò đốt trên nên chất thải đầu vào là toàn bộ chất thải y tế nguy hại sau khi được thu gom, phân loại; chất thải y tế đầu vào cho hai lò đốt

là như nhau và được phân phối hàng ngày tùy theo công suất của mỗi lò.

Bảng 2: thành phần tổng quát chất thải rắn y tế được đốt ở lò Bình Hưng Hòa [1]

Thành phần	% Khối lượng	Thành phần	% Khối lượng
Hữu cơ	8,0	Kim loại	3,5
Bông băng	21,5	Cao su	21,5
Giấy	1,5	Nước	4,0
Thủy tinh	9,5	Nhiệt trị rác	4100 kcal/kg
Plastic	30,5		

Kết quả và thảo luận

Nghiên cứu mẫu khí thải

Giá trị i-TEQ của mẫu khí thải S08 (Bà Rịa - Vũng Tàu) cao vượt ngưỡng cho phép so với tiêu chuẩn của US-EPA (i-TEQ_{limit}: 600 pg/Nm³) [2] và Việt Nam QCVN: 02/BTNMT (i-TEQ_{limit}: 2300 pg/Nm³) vượt ngưỡng cho phép 1,85 lần; nguyên nhân là do trong thành phần chất thải nguy hại có đốt hóa chất thuốc bảo vệ thực vật. Nếu so với tiêu chuẩn EU và Singapore (i-TEQ_{limit}: 100 pg/Nm³) [2] thì lò S01 (Nhà Bè) và S08 (Bà Rịa - Vũng Tàu) đều vượt ngưỡng cho phép từ 2,69÷42,69 lần. Giá trị i-TEQ của các lò đốt còn lại đều dưới ngưỡng quy định, đạt yêu cầu cho phép về khí thải lò đốt chất thải rắn y tế theo Quy chuẩn Việt Nam và các tiêu chuẩn nước ngoài.

Bảng 3: kết quả đo đạc từ các lò đốt chất thải nguy hại và y tế

Ký hiệu mẫu	Địa điểm	Công suất (tấn/ngày)	Thời gian	PCDD/F (i-TEQ pg/Nm ³)	Loại lò
S01	Nhà Bè	0,18	2.2011	269,259	Lò 1 cấp đốt: giẻ nhiễm dầu, dụng cụ nhiễm dầu, dầu
S02	Đông Thạnh	21	4.2011	0,7193	Lò 2 cấp đốt: rác y tế, bệnh phẩm, đồ dùng
S03		21	8.2011	0,519	
S04		21	9.9.2011	0,1139	
S05		21	15.9.2011	19,7812	
S06		21	30.9.2011	16,304	
S07		21	10.2011	5,2764	
S08	Bà Rịa - Vũng Tàu	5	2.2012	4269,3	Lò 2 cấp đốt: găng tay, giẻ lau, hóa chất bảo vệ thực vật, dầu thải, rác công nghiệp tổng hợp
S09	Đông Thạnh (n=4)	21	5.2012	24,6172	Lò 2 cấp đốt: rác y tế, bệnh phẩm, đồ dùng
S10	Cần Thơ	0,5	6.2012	8,0705	Lò 2 cấp đốt: rác y tế, bệnh phẩm, đồ dùng
S11	Đông Thạnh (n=5)	21	4.2013	16,6285	Lò 2 cấp đốt: rác y tế, bệnh phẩm, đồ dùng
S12	Đông Thạnh (n=5)	21	7.2014	8,6445	Lò 2 cấp đốt: rác y tế, bệnh phẩm, đồ dùng
S13	Bình Hưng Hoà (n=5)	7	7.2014	7,8001	Lò 2 cấp đốt: rác y tế, bệnh phẩm, đồ dùng

Ghi chú: 'kết quả đo của các tác giả

Ngoài ra, theo đánh giá chi tiết về kết quả phân tích thì: có sự hiện diện của nhóm chức TCDD trong các mẫu phân tích với nồng độ dao động từ $0,2971 \div 229,4395 \text{ pg/Nm}^3$ tại các vị trí $S10 < S05 < S06 < S01 < S08$. Có sự hiện diện của nhóm chức TCDF trong các mẫu phân tích với nồng độ dao động từ $0,05 \div 335 \text{ pg/Nm}^3$ tại các vị trí $S07 < S05 < S10 < S06 < S01 < S08$. Có sự hiện diện của các đồng phân PCDD/F trong các mẫu phân tích, trong đó: OCDF; OCDD; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDF; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDD; 2, 3, 4, 7, 8-PeCDF; 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_xCDF có hàm lượng cao nhất và đóng góp phần lớn độc tính i-TEQ của các PCDD/F. Tỷ lệ giữa PeCDF và PeCDD cho tất cả các mẫu đều lớn hơn 1, điều này ngụ ý nguồn gốc gây ô nhiễm từ các chất tổng hợp là luôn trội hơn [3].

Bảng 4: so sánh i-TEQ các PCDD/F (ng/Nm³) cho lò Đông Thạnh qua các năm

Năm	2011	2012	2013	2014
Số mẫu (n)	6	4	5	5
i _{to} -TEQ (ng TEQ/Nm ³)	0,0071	0,0246	0,0166	0,0086
QCVN02:2012 (ng TEQ/Nm ³)	2,3	2,3	2,3	2,3
US- EPA (ng TEQ/Nm ³)	0,6	0,6	0,6	0,6
EUD, Sing, Nhật (ng TEQ/Nm ³)	0,1	0,1	0,1	0,1

Kết quả nghiên cứu các mẫu khí thải lò Đông Thạnh cho thấy, hàm lượng các PCDD/F qua các năm đều thấp hơn ngưỡng cho phép QCVN 02:2012/BTNMT. Giá trị các thông số vô cơ trong khí thải như: CO, SO₂, NO₂, O₂, HCl rất thấp cho cả hai lò đốt rác y tế. Thêm vào đó, không phát hiện thấy Cd, Hg, Pb trong khí thải của cả hai lò đốt rác y tế này. Chúng tôi tiến hành nghiên cứu thêm tổng các PCB và không phát hiện thấy tổng các PCB trong khí thải của cả hai lò đốt rác y tế này.

Bảng 5: so sánh các PCDD/F của các lò S01-S13 với các nghiên cứu khác [4, 5]

Kiểu mẫu	i-TEQ (pgTEQ/Nm ³)			Nguồn tham khảo
	Trung Quốc	Đài Loan	Việt Nam*	
Khí thải từ lò đốt y tế	80÷31600		5,1675÷24,6172	[4]
Khí thải từ lò đốt chất thải đô thị		0,063÷0,127		[5]
Khí thải từ lò đốt chất thải nguy hại			0,114÷4269,298	

Ghi chú: * kết quả nghiên cứu của các tác giả

Nghiên cứu mẫu bùn thải

Đã phát hiện thấy vết 1, 2, 3, 7, 8, 9-H_xCDD; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDD; OCDD trong bùn thải của lò

Bình Hưng Hòa và vết 2, 3, 7, 8-TCDD; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDD; OCDD trong bùn thải của lò Đông Thạnh. Đã phát hiện thấy kim loại nặng Cd, Pb, Hg vượt quy chuẩn cho phép cho cả hai lò, đặc biệt là nồng độ Pb cao. Tuy nhiên, không phát hiện thấy tổng các PCB.

Nghiên cứu mẫu nước thải

Lò Bình Hưng Hòa với công nghệ nhiệt phân tĩnh và chất thải có độ ẩm cao nên có giai đoạn ép rác để giảm độ ẩm trước khi đốt. Mặc dù lượng nước ép rác này không nhiều, nhưng lại có mức độ ô nhiễm BOD₅, COD, N tổng rất cao, cần được xử lý và quản lý chặt. Đã phát hiện thấy vết 2, 3, 4, 7, 8-PeCDF; 1, 2, 3, 4, 7, 8-H_xCDF; 1, 2, 3, 6, 7, 8-H_xCDF; 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_xCDF; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDF; 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9-H_pCDF; OCDF; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDD; OCDD của cả hai lò. Ngoài ra, các kết quả phân tích nước thải từ hệ thống xử lý khí thải cho thấy, các chỉ tiêu BOD₅, COD, N tổng cao hơn QCVN 40:2009/BTNMT cột B, điều này chứng tỏ thành phần hữu cơ cháy chưa hết. Tuy nhiên, nước thải từ nước ép rác và hệ thống xử lý khí đã được xử lý bằng hệ thống xử lý nước thải của cả hai nhà máy.

Kết luận

Về các phương pháp phân tích: các phương pháp phân tích được nghiên cứu cho phù hợp với các điều kiện ở Việt Nam và có các cải tiến như rút ngắn được thời gian phân tích mẫu. Điều này đặc biệt có ý nghĩa khi thực hiện một chuỗi các mẫu và tiết kiệm được các dung môi (độc), giúp giảm thiểu tác hại đến sức khỏe của người phân tích và ô nhiễm môi trường. Các phương pháp này là tài liệu tham khảo tốt cho các phòng thí nghiệm khác khi phân tích các PCDD/F và là tài liệu tốt để tham khảo khi xây dựng bộ quy chuẩn Việt Nam về phương pháp phân tích các PCDD/F.

Kết quả nghiên cứu các mẫu khí thải cho thấy, hàm lượng các PCDD/F qua các năm đều thấp hơn QCVN và giá trị các thông số vô cơ trong khí thải như: CO, SO₂, NO₂, O₂ rất thấp. Nồng độ HCl thấp do rác đưa vào có hàm lượng các hợp chất chứa Chlor như PVC thấp cùng với công nghệ lò đốt 2 cấp đáp ứng theo QCVN cho thấy, khí thải từ lò đốt chất thải y tế của 2 lò đốt chất thải y tế tập trung của Tp Hồ Chí Minh đã được kiểm soát. Tuy nhiên, cần nghiên cứu thêm công nghệ của lò đốt nhằm đáp ứng các tiêu chuẩn cao hơn trong bảo vệ môi trường. Sự phân bố các PCDD/F cho thấy OCDF; OCDD; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDF; 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_pCDD; 2, 3, 4, 7, 8-PeCDF; 2, 3, 4, 6, 7, 8-H_xCDF có hàm lượng cao

nhất và đóng góp phần lớn độc tính i-TEQ của các PCDD/F cho lò đốt rác thải y tế. Trong khi đó, lò đốt chất thải nguy hại thì 2, 3, 4, 7, 8-PeCDF có nồng độ cao nhất của nhóm PCDF; trong khi đó 2, 3, 7, 8-TCDD có nồng độ cao nhất của nhóm PCDD. Tỷ lệ giữa các PCDF và các PCDD cho tất cả các mẫu đều nhiều hơn 1, điều này cho thấy, nguồn gốc gây ô nhiễm từ các chất tổng hợp là luôn trội hơn. Bên cạnh đó, các chỉ tiêu khác như kim loại nặng, BOD, COD, N tổng, các PCB cũng được nghiên cứu thêm để đánh giá độ độc của các thành phần ô nhiễm. Kết quả nghiên cứu cho thấy, nước ép rác còn chứa nhiều chất độc hại và trong bùn thải còn chứa lượng kim loại khá cao, điều này cho thấy cần có các biện pháp xử lý thích hợp cho từng nguồn thải. Với những lò đốt đáp ứng QCVN 02:2010/BTNMT về thiết kế lò đốt, quá trình vận hành và các biện pháp xử lý ô nhiễm triệt để sẽ đảm bảo không phát thải các chất độc ra môi trường.

Tài liệu tham khảo

- [1] Viện Kỹ thuật Nhiệt đới và Bảo vệ Môi trường (2002), *Khảo sát đánh giá hiệu quả các lò đốt chất thải y tế khu vực phía Nam*.
- [2] Nguyễn Đình Thái (2011), *Quy định Dioxin/Furan và các chất POPs trong hệ thống quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường*, Cục Kiểm soát ô nhiễm, Tổng cục Môi trường.
- [3] Jindřich Petrlik et al (2005), "After incineration: The toxic ash problem", *The International POP's Elimination Network (IPEN) report*.
- [4] Hongcai Gao et al (2009), "Stack gas emission of PCDD/Fs from hospital waste incinerators in China", *Chemosphere*, **77**, pp.634-639.
- [5] Pai-Sheng Cheng et al (2003), *Chemosphere*, **52**, pp.1389-1396.