

HOẠT ĐỘNG CÁC ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ TỰ NHIÊN TRONG THAN, TRO BAY VÀ XỈ THAN CỦA MỘT VÀI NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN THAN Ở VIỆT NAM

TRƯƠNG THỊ HỒNG LOAN^{1,2}, VŨ NGỌC BA¹, PHAN THỊ XUÂN MAI², TRƯƠNG THỊ XUÂN TRƯỜNG², NGUYỄN QUANG ĐẠO², LÊ XUÂN THUYỀN³, TRẦN VĂN LUYẾN⁴

¹*Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, Phường Linh Trung, Quận Thủ Đức, Thành Phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

²*Bộ môn Vật lý Hạt nhân, Khoa Vật lý – Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, 227 Nguyễn Văn Cừ, Quận 5, Thành Phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

³*Khoa Sinh học và Công nghệ Sinh học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, 227 Nguyễn Văn Cừ, Quận 5, Thành Phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

⁴*Phòng An toàn bức xạ và Môi trường, Trung Tâm Hạt nhân Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam*

Tóm tắt

Trong công trình này chúng tôi đánh giá hoạt độ phóng xạ trong than nguyên liệu, tro bay và xỉ than (viết chung là tro xỉ) trong lò, cũng như tro xỉ thu thập ở bãi thải của một số nhà máy nhiệt điện than (NMNĐT) ở miền Trung Việt Nam. Kết quả phân tích các mẫu đã thu thập cho thấy có sự tăng cường hàm lượng các nhân phóng xạ tự nhiên U-238, Ra-226, Th-232 và K-40 trong mẫu tro bay, xỉ than đã phân tích so với than nguyên liệu đầu vào. Kết quả tính toán hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong các mẫu thu thập tại bãi thải tro xỉ cho giá trị nằm trong khoảng giá trị thống kê bởi UNSCEAR 2000 đối với tro bay ngoại trừ một số mẫu có hoạt độ K-40 cao hơn giá trị trung bình thế giới. Kết quả đánh giá cho thấy các chỉ số nguy hiểm bức xạ từ sự phơi chiếu bức xạ ngoài do các đồng vị U-238, Ra-226, Th-232, K-40 với nồng độ phóng xạ tăng cường trong tro xỉ nằm trong giới hạn cho phép theo TCVN đối với VLXD.

Từ khóa: CFPP, Tro xỉ, Phóng xạ tự nhiên, Chỉ số nguy hiểm bức xạ.

1. GIỚI THIỆU

Mối quan tâm về tác động bức xạ của việc sử dụng than trong các nhà máy nhiệt điện không phải là mới. Trong vài thập kỷ gần đây, người ta càng chú ý tới tác động môi trường khác trong quá trình đốt than liên quan đến sự gia tăng bức xạ nền tự nhiên do hàm lượng urani, thori trong tro bay, xỉ than.

Than khoáng sản có chứa khoảng 1% các nguyên tố vi lượng và đồng vị phóng xạ. Sau quá trình tro hóa khi đốt than, các nguyên tố vô cơ (kim loại và các đồng vị phóng

xạ) được làm giàu lên trong tro. Trong quá trình đó, radon, một sản phẩm phân rã khí của chuỗi U và Th, được giải phóng vào khí quyển và phân tán vào môi trường xung quanh.

Vì thế tro bay, xỉ than của các NMNĐT có nhiều khả năng trở nên chất liệu chứa nhiều nguyên tố độc hại, đặc biệt là các chất phóng xạ gây ô nhiễm môi trường lâu dài, nguy hiểm cho môi trường đất, nước và không khí.

Có nhiều công trình nghiên cứu về tác động của phóng xạ môi trường từ sự đốt cháy nhiên liệu hóa thạch (Aycik et al. 1997 [1], Bem et al. 1998 [2], Jasinska et al. 1998 [7], Man-yin et al. 1996 [8], Papastefanou 1996 [11]). Theo báo cáo khoa học của Ủy ban Khoa học Liên Hiệp Quốc về Hiệu ứng Bức xạ Nguyên Tử (UNSCEAR, 1988 [14]), các chất phóng xạ thải vào không khí liên quan đến tỷ lệ tro bay gây nguy cơ ô nhiễm phóng xạ cho vùng xung quanh các NMNĐT. Gần đây hơn, nhiều nghiên cứu khác (Flues, 2002 [5]; Uslu, 2010 [16]) cũng tái khẳng định điều này. Avner Vengosh và cộng sự (2017) [10] còn cho thấy lượng uranium, radium trong tro bay, xỉ ở một số NMNĐT ở Trung Quốc có mức hoạt độ phóng xạ cao gấp 43 lần so với mức giới hạn có thể tái sử dụng làm vật liệu xây dựng [4, 15].

Theo báo cáo của EVN hiện có 12 nhà máy nhiệt điện than (NMNĐT), đang tiêu thụ khoảng 34 triệu tấn than/năm. Ước tính lượng tro, xỉ thải ra hàng năm hơn 8,1 triệu tấn [12]. Theo Quy hoạch điện VII điều chỉnh, dự kiến tới năm 2020 sẽ có thêm 12 dự án NMNĐT đi vào hoạt động, tiêu thụ khoảng 60 triệu tấn than. Tổng lượng tro xỉ phát sinh từ các nhà máy nhiệt điện ước tính sẽ vào khoảng 22,6 triệu tấn/năm.

Hiện tại Việt Nam chưa có số liệu công bố có hệ thống về mức phóng xạ từ các bãi chôn lấp tro bay của các NMNĐT và tác động của chúng đến môi trường.

Trong nghiên cứu này chúng tôi bước đầu đánh giá mức phóng xạ trong tro bay, xỉ than từ hoạt động của nhà máy nhiệt điện than Vĩnh Tân. Từ đó đánh giá nguy cơ tiềm ẩn phơi chiếu phóng xạ khả dĩ ở khu vực này.

2. ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm khảo sát

Địa điểm khảo sát trong nghiên cứu này là nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân 2 (ký hiệu VT2) và một vài địa điểm thuộc Vĩnh Tân 4 (ký hiệu VT4). Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân 2 với quy mô công suất lắp máy 1244 MW gồm 2 tổ máy, sử dụng nhiên liệu than cám 6A (Hòn Gai, Cẩm Phả, Quảng Ninh) theo tiêu chuẩn TCVN 8910:2015 và dùng dầu HFO làm nhiên liệu dùng để khởi động và đốt bổ sung khi tổ máy vận hành ở tải thấp. Nhà máy Nhiệt điện Vĩnh Tân 2 sử dụng lò hơi công nghệ đốt than phun (PC) là công nghệ hiện đang được áp dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Bên cạnh đó, nhà máy trang bị các hệ thống thiết bị xử lý môi trường công nghệ tiên tiến như hệ thống khử NO_x (SCR), hệ thống lọc bụi tĩnh điện (ESP), hệ thống khử SO_x (FGD) và hệ thống xử lý nước thải sẽ đảm bảo khí thải và nước thải của nhà máy sau khi được xử lý sẽ đạt các quy chuẩn, tiêu chuẩn về môi trường.

Tro bay, xỉ than thải ra trong quá trình vận hành nhà máy nhiệt điện đốt than được vận chuyển và dự trữ tại bãi xỉ Hồ Dừa có diện tích khoảng 38,37 ha, khối lượng chứa khoảng 9,3 triệu m³, đảm bảo không thấm nước bên trong bãi xỉ ra bên ngoài do nền bãi

xi được thiết kế ba lớp: lớp đất bảo vệ, màng chống thấm và lưới đất đệm. Xung quanh bãi xi lấp đặt hệ thống phun nước mạch vòng để kiểm soát bụi trong điều kiện thời tiết bất lợi. Bãi xi chứa được trong 7,2 năm với lượng tro xi thải ra khoảng 1,3 triệu tấn/năm [17].

2.2 Thu thập mẫu

a. Vị trí lấy mẫu

Để nghiên cứu tác động của phóng xạ từ NMNĐT, việc lấy mẫu được thực hiện ở hai khu vực: trong lò và ngoài bãi thải.

- Thu thập các mẫu than nguyên liệu – tro bay – xỉ than trong lò của hai nhà máy VT2 và VT4. Bộ mẫu này dùng để đánh giá mức phong phóng xạ của than nguyên liệu, tro bay, xỉ than của nhà máy. Từ đó đánh giá sự tăng cường hoạt độ phóng xạ ở tro bay, xỉ than so với than nguyên liệu ban đầu.

- Tại bãi thải, mỗi ô lưới lấy một mẫu đại diện. Tổng cộng có 16 mẫu tro xỉ bãi thải. Các mẫu này dùng để đánh giá phong phóng xạ và mức độ phơi chiếu bức xạ cho người làm việc thường xuyên tại khu vực bãi thải.

- Các số liệu phân tích được về mức phong phóng xạ của than, tro bay, xỉ than, tro xỉ ở bãi thải thu thập được là cơ sở dữ liệu để đánh giá mức độ nguy hiểm bức xạ nếu có khi lượng tro xỉ này được dùng làm vật liệu xây dựng, vật liệu san lấp,...

b. Phương pháp lấy mẫu

Các mẫu than nguyên liệu, tro bay, xỉ than được lấy cùng một đợt chạy lò để đồng bộ. Các mẫu tro xỉ ở bãi thải được lấy đại diện trên bề mặt, với giả thiết tro xỉ ở cùng một ô là đồng nhất. Mỗi mẫu thu thập có khối lượng khoảng 1 kg để phục vụ nhiều loại hình nghiên cứu khác nhau.

3. PHƯƠNG PHÁP

3.1. Xác định hoạt độ đồng vị phóng xạ

- Sử dụng hệ phổ kế gamma với đầu dò bán dẫn siêu tinh khiết HPGe GC3520 theo quy trình của TCVN12249:2018 [19] để phân tích đánh giá hoạt độ phóng xạ. Các chỉ tiêu phân tích bao gồm: Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg) của U-238, Ra-226, Th-232 và K-40.

Hoạt độ các đồng vị phóng xạ tự nhiên U-238, Ra-226, Th-232 và K-40 được tính bởi công thức:

$$A = \frac{N}{\varepsilon(E).m.f.t.k_C k_W} \quad (1)$$

Trong đó: A là hoạt độ của đồng vị phóng xạ phát gamma đặc trưng năng lượng E (Bqkg⁻¹), f là xác suất phát gamma của hạt nhân tại năng lượng E (%), ε (E) là hiệu suất ghi nhận bức xạ gamma đặc trưng của hệ phổ kế tương ứng với năng lượng E, m là khối lượng mẫu đo (kg), t là thời gian đo mẫu (s), N là diện tích đỉnh phổ đã trừ phong và hiệu chỉnh thời gian chết (số đếm). k_C là hệ số hiệu chỉnh phân rã của nguồn/mẫu trong thời

gian đo t , k_w là hệ số hiệu chỉnh sự phân rã của nguồn/mẫu trong khoảng thời gian từ lúc tạo mẫu đến khi đo.

Độ lệch chuẩn của A được tính theo công thức truyền sai số:

$$\frac{\sigma^2}{A^2} = \frac{\sigma^2_N}{N^2} + \frac{\sigma^2_m}{m^2} + \frac{\sigma^2_{f_E}}{f_E^2} + \frac{\sigma^2_t}{t^2} + \frac{\sigma^2_\varepsilon}{\varepsilon^2} \quad (2)$$

3.2. Các chỉ số nguy hiểm bức xạ

3.2.1. Chỉ số hoạt độ phóng xạ I

Đối với phóng xạ tự nhiên có trong VLXD, tiêu chuẩn Việt Nam đã đưa ra nguyên tắc bảo vệ dựa trên chỉ số hoạt độ phóng xạ (I) và được tính theo công thức sau [19]:

$$I = \frac{A_{Ra}}{300 \text{ Bq/kg}} + \frac{A_{Th}}{200 \text{ Bq/kg}} + \frac{A_K}{3000 \text{ Bq/kg}} \quad (3)$$

Trong đó, I là chỉ số hoạt độ phóng xạ; A_{Ra} , A_{Th} và A_K lần lượt là hoạt độ phóng xạ (Bq.kg^{-1}) của ^{226}Ra , ^{232}Th và ^{40}K trong các mẫu phân tích.

Theo khuyến cáo của Châu Âu [4], mức độ giới hạn hoạt độ của các đồng vị phóng xạ tự nhiên có trong VLXD được đánh giá bởi $I \leq 0,5$ đối với dân chúng bình thường ($0,3 \text{ mSv/năm}$) hoặc $I \leq 1$ đối với 1 mSv/năm .

3.2.2. Hoạt tính phóng xạ của VLXD (A_{eff})

Tiêu chuẩn của Việt Nam quy định hoạt tính phóng xạ của VLXD và lĩnh vực sử dụng tùy theo mức độ phóng xạ của chúng. Giá trị A_{eff} (Bq.kg^{-1}) được tính theo công thức dưới đây [18]:

$$A_{\text{eff}} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,085A_K \quad (4)$$

Trong đó, A_{Ra} , A_{Th} và A_K lần lượt là hoạt độ phóng xạ (Bq.kg^{-1}) của ^{226}Ra , ^{232}Th và ^{40}K trong các mẫu phân tích. Yêu cầu chung là $A_{\text{eff}} \leq 370$.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

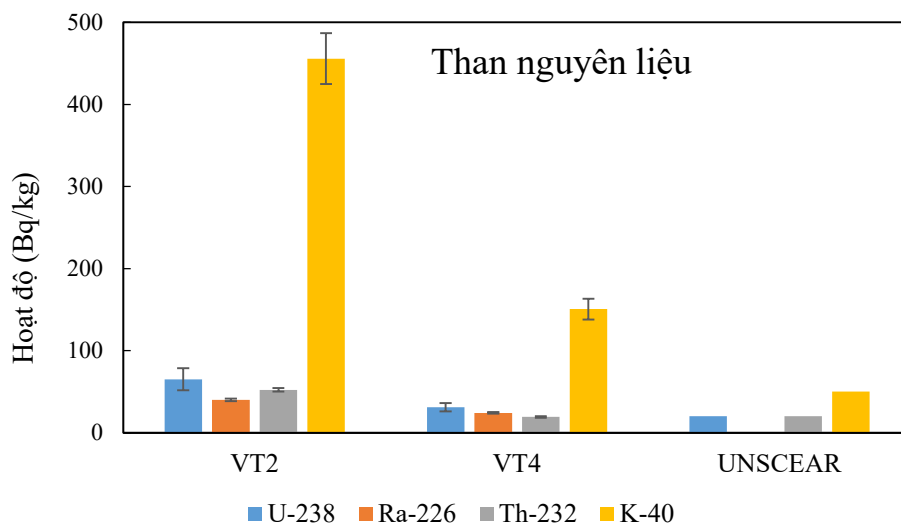
a. Hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong than nguyên liệu

Bảng 1 và Hình 1 trình bày hoạt độ các đồng vị phóng xạ U-238, Ra-226, Th-232, K-40 trong các mẫu than nguyên liệu đầu vào của nhà máy VT2, VT4 và so sánh với giá trị trung bình của thế giới đối với than theo UNSCEAR 1982 [13].

Bảng 1. Hoạt độ các đồng vị phóng xạ U-238, Ra-226, Th-232, K-40 trong các mẫu than nguyên liệu đầu vào của nhà máy VT2, VT4 và so sánh với giá trị trung bình của thế giới đối với than

Tên Mẫu	Hoạt độ [Bq/kg]			
	U-238	Ra-226	Th-232	K-40
VT2	$65,2 \pm 6,7$	$39,9 \pm 0,8$	$52,3 \pm 1,0$	$455,8 \pm 15,4$
VT4	$31,0 \pm 2,5$	$24,2 \pm 0,5$	$19,2 \pm 0,5$	$150,6 \pm 6,4$
UNSCEAR 1982 [13]	20,0	-	20,0	50,0

Kết quả phân tích cho thấy hoạt độ các đồng vị phóng xạ U-238, Ra-226, Th-232 và K-40 trong nguyên liệu than của nhà máy VT2 cao hơn giá trị tương ứng của VT4; cả hai nhà máy VT2, VT4 đều có hoạt độ các đồng vị phóng xạ U-238, Ra-226, Th-232 và K-40 cao hơn trung bình thế giới đối với than theo UNSCEAR 1982 [13], đặc biệt đối với K-40.



Hình 1. Hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong than nguyên liệu đầu vào của VT2, VT4 và so sánh với trung bình thế giới theo UNSCEAR 1982 [13].

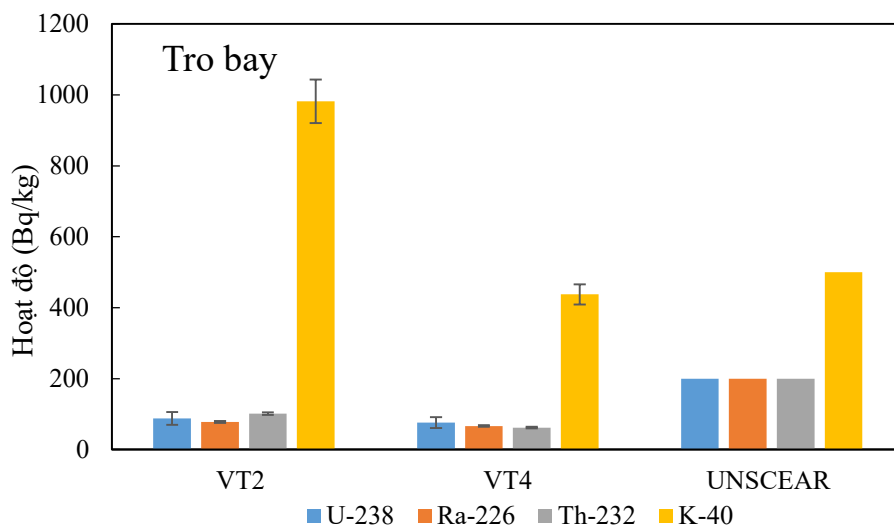
b. Hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong tro bay

Bảng 2 trình bày hoạt độ các đồng vị phóng xạ của U-238, Ra-226, Th-232 và K-40 trong các mẫu tro bay thu thập trong lò của nhà máy VT2 và VT4 và so sánh với giá trị trung bình của thế giới đối với tro bay theo UNSCEAR 2000 [15].

Bảng 2. Hoạt độ các đồng vị phóng xạ tự nhiên trong các mẫu tro bay ở nhà máy VT2 và VT4 và so sánh với giá trị trung bình của thế giới đối với tro bay

Tên mẫu	Hoạt độ [Bq/kg]			
	U-238	Ra-226	Th-232	K-40
VT2	87,6 ± 9,1	78,1 ± 1,3	101,4 ± 1,6	982,1 ± 30,7
VT4	75,8 ± 7,6	66,6 ± 1,1	61,9 ± 1,1	437,4 ± 14,4
UNSCEAR 2000 [15]	200,0	200,0	200,0	500,0

Kết quả phân tích hoạt độ các đồng vị phóng xạ trong các mẫu tro bay trong Bảng 2 và Hình 2 cho thấy ngoại trừ K-40, hoạt độ của Ra-226, Th-232, U-238 đều thấp hơn mức trung bình đối với tro bay công bố theo UNSCEAR 2000 [15].



Hình 2. Hoạt độ các đồng vị phóng xạ trong tro bay VT2 và VT4 so sánh với giá trị trung bình của thế giới công bố bởi UNSCEAR 2000 [15] đối với tro bay.

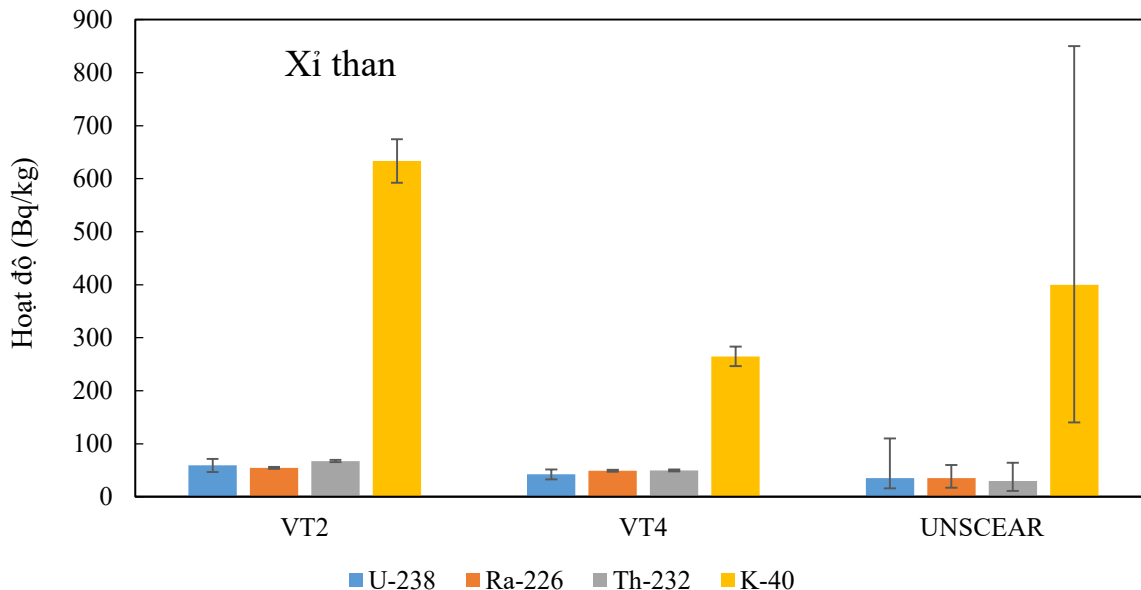
c. Hoạt độ các đồng vị phóng xạ tự nhiên trong xỉ than

Bảng 3 trình bày hoạt độ các đồng vị phóng xạ U-238, Ra-226, Th-232 và K-40 trong các mẫu xỉ than thu thập trong lò của nhà máy VT2 và VT4 và so sánh với hoạt độ trung bình của thế giới đối với tro theo UNSCEAR 2000 và các nước.

Bảng 3: Hoạt độ các đồng vị phóng xạ tự nhiên trong các mẫu xỉ than ở nhà máy VT2 và VT4 và so sánh với giá trị trung bình của thế giới đối với tro theo UNSCEAR 2000 [15]

Tên	Hoạt độ [Bq/kg]			
	U-238	Ra-226	Th-232	K-40
VT2	59,1 ± 6,2	54,5 ± 0,9	67,5 ± 1,2	633,3 ± 20,4
VT4	42,2 ± 4,6	49,1 ± 0,8	49,6 ± 0,9	264,7 ± 9,2
UNSCEAR 2000 [15]	35 (16-110)	35 (17-60)	30 (11-64)	400 (140-850)

Bảng 3 và Hình 3 cho thấy hoạt độ các đồng vị phóng xạ của U-238, Ra-226, K-40 trong các mẫu xỉ than của VT2 và VT4 nằm trong khoảng của giá trị trung bình trên thế giới, riêng Th-232 trong xỉ than của VT2 thì có hoạt độ phóng xạ cao hơn cận trên đã công bố theo UNSCEAR 2000 [15].



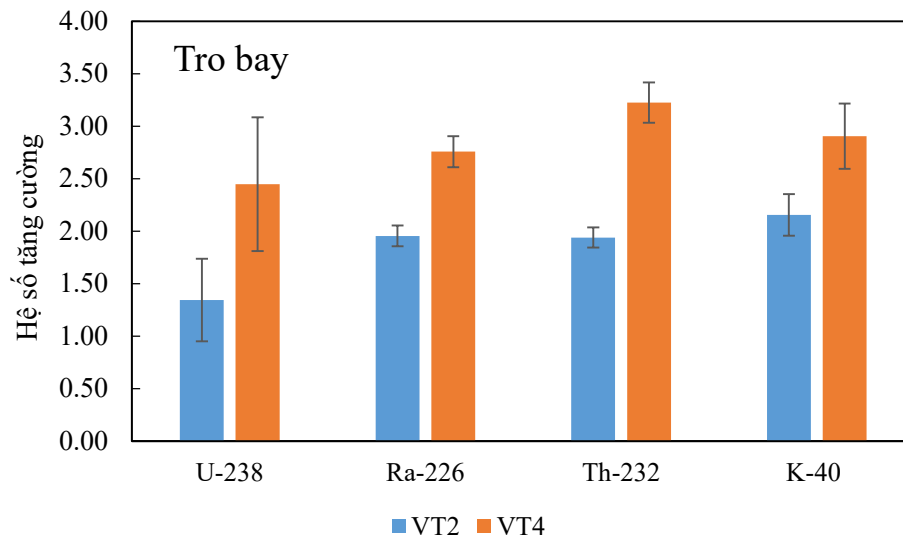
Hình 3. Hoạt độ phóng xạ trong xỉ than của nhà máy VT2 và VT4 và trung bình thế giới theo UNSCEAR 2000 [15] đối với tro.

d. Sự tăng cường hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong tro bay, xỉ than

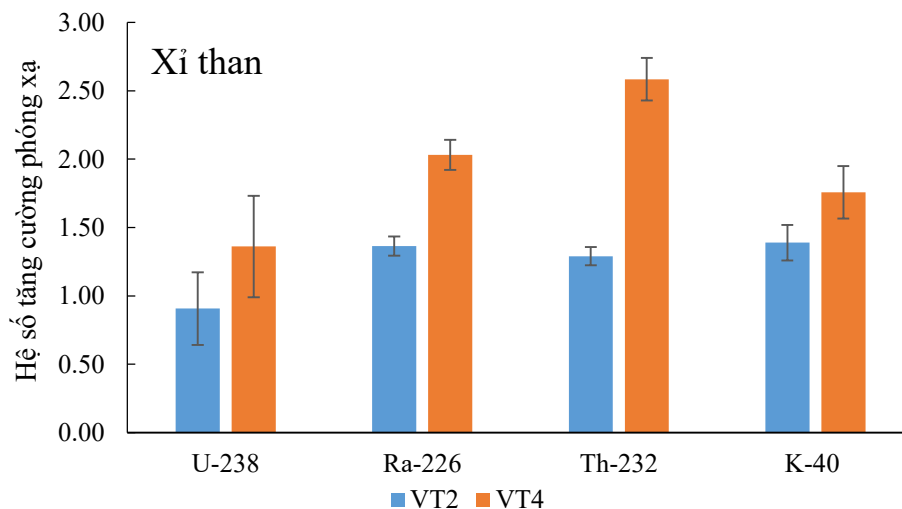
Nếu xem chất lượng than không đổi, việc đánh giá sự tăng cường hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong tro bay và xỉ than với hoạt độ phóng xạ tương ứng trong mẫu than nguyên liệu được định nghĩa bởi tỷ số giữa hoạt độ các đồng vị phóng xạ trong tro bay, xỉ than với hoạt độ các đồng vị phóng xạ tương ứng trong than nguyên liệu đầu vào. Dữ liệu được trình bày ở Hình 4 và Hình 5.

Kết quả cho thấy có sự tăng cường nhiều lần hoạt độ phóng xạ trong tro bay và xỉ than ở các nhà máy nhiệt điện VT2, VT4. Cụ thể ở nhà máy VT2 tro bay có hoạt độ phóng xạ của Ra-226 tăng 1,95; của Th-232 tăng 1,94, của K-40 tăng 2,15 lần so với than nguyên liệu thông thường. Tại VT4 hệ số tăng cường hoạt độ phóng xạ trong tro bay cao hơn so với ở VT2. Ví dụ tro bay có hoạt độ phóng xạ của Ra-226 tăng 2,76; của Th-232 tăng 3,23; của K-40 tăng 2,90 lần so với than nguyên liệu đầu vào.

Đối với xỉ than, hệ số tăng cường thấp hơn. Ví dụ ở nhà máy VT2 xỉ than có hoạt độ phóng xạ của Ra-226 tăng 1,36; của Th-232 tăng 1,29, của K-40 tăng 1,39 lần so với than nguyên liệu thông thường. Tại VT4 hệ số tăng cường hoạt độ phóng xạ trong xỉ than cao hơn so với ở VT2. Ví dụ tro bay có hoạt độ phóng xạ của Ra-226 tăng 2,03; của Th-232 tăng 2,58; của K-40 tăng 1,76 lần so với than nguyên liệu đầu vào.



Hình 4. Hệ số tăng cường phóng xạ trong tro bay.



Hình 5. Hệ số tăng cường phóng xạ trong xỉ than.

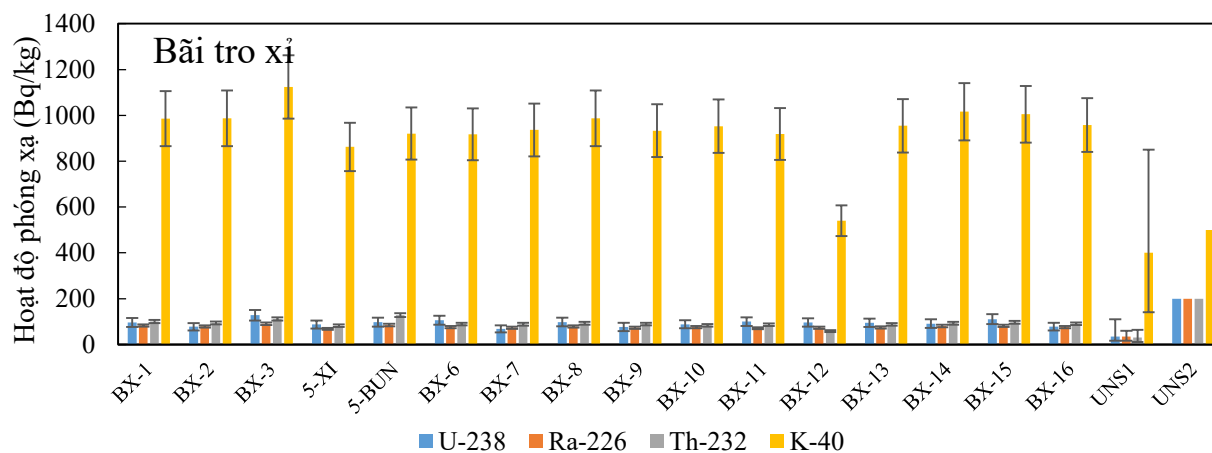
e. Hoạt độ các đồng vị phóng xạ trong các mẫu tại bãi thải tro xỉ

Bảng 4 trình bày hoạt độ phóng xạ của các nhân U-238, Ra-226, Th-232, K-40 trong các mẫu tro xỉ thu thập tại bãi thải của hai nhà máy VT2 và VT4 và so sánh với trung bình thế giới đối với tro và tro bay theo UNSCEAR 2000.

Kết quả cho thấy hoạt độ tính toán được nằm trong khoảng từ 67,4 đến 127,9 Bq/kg đối với U-238; từ 68,2 đến 90,6 Bq/kg đối với Ra-226; từ 58,1 đến 128,5 Bq/kg đối với Th-232; từ 540,2 đến 1124,3 Bq/kg đối với K-40. Hoạt độ thấp được tìm thấy ở mẫu BX12 của VT4. Nhìn chung các giá trị hoạt độ của các đồng vị phóng xạ Ra-226, Th-232, U-238 đều nhỏ hơn giá trị trung bình thế giới theo [15]. Ngoại trừ hoạt độ K-40 thì cao hơn trung bình thế giới công bố bởi [15] đối với tro bay.

Bảng 4. Hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong các mẫu tro xỉ thu thập tại bãi thải và so sánh với trung bình thế giới đối với tro bay theo UNSCEAR 2000

STT	Tên mẫu	Hoạt độ phóng xạ (Bq/kg)			
		U-238	Ra-226	Th-232	K-40
1	BX-1	96,1 ± 9,5	82,9 ± 2,5	100,0 ± 3,2	985,5 ± 60,2
2	BX-2	77,2 ± 8,2	78,5 ± 2,5	93,2 ± 3,1	986,7 ± 60,6
3	BX-3	127,9 ± 11,5	90,6 ± 2,9	111,1 ± 3,7	1124,3 ± 69,1
4	5-Xi	87,3 ± 8,8	68,2 ± 2,2	81,7 ± 2,7	862,1 ± 53,1
5	5-Bùn	97,1 ± 9,9	84,9 ± 2,7	128,5 ± 4,2	920,7 ± 56,8
6	BX-6	105,3 ± 9,7	75,6 ± 2,4	88,8 ± 2,9	917,6 ± 56,4
7	BX-7	67,4 ± 7,6	73,2 ± 2,3	88,1 ± 2,9	936,2 ± 57,6
8	BX-8	97,7 ± 9,4	78,0 ± 2,5	92,2 ± 3,1	986,8 ± 60,7
9	BX-9	76,2 ± 9,1	73,2 ± 2,4	88,7 ± 3,0	933,0 ± 57,6
10	BX-10	88,2 ± 8,7	76,3 ± 2,4	84,0 ± 2,8	952,7 ± 58,6
11	BX-11	100,0 ± 9,4	71,1 ± 2,3	86,3 ± 2,9	919,1 ± 56,5
12	BX-12	96,2 ± 8,9	73,3 ± 2,3	58,1 ± 2,0	540,2 ± 33,6
13	BX-13	94,4 ± 9,1	73,9 ± 2,4	87,9 ± 2,9	954,8 ± 58,3
14	BX-14	91,0 ± 9,3	80,4 ± 2,6	93,0 ± 3,1	1015,9 ± 62,5
15	BX-15	110,6 ± 10,6	81,3 ± 2,6	96,2 ± 3,2	1005,1 ± 61,8
16	BX-16	77,9 ± 8,3	76,2 ± 2,4	90,3 ± 3,0	957,9 ± 58,9
Khoảng		67,4 - 128,0	68,2 - 90,6	58,1 - 128,5	540,2 - 1124,3
UNSCEAR 2000 [15] đối với tro bay (fly ash)		200,0	200,0	200,0	500,0



Hình 6. Hoạt độ các đồng vị phóng xạ trong mẫu thu thập tại bãi thải tro xỉ của nhà máy VT2, VT4 so sánh với hoạt độ trung bình trên thế giới theo UNSCEAR 2000 [15] (UNS1 đối với tro và UNS2 đối với tro bay).

f. Chỉ số nguy hiểm bức xạ do phơi chiếu ngoài

Để đánh giá mức độ ảnh hưởng tổng cộng do phơi chiếu ngoài, cần đánh giá các chỉ số nguy hiểm bức xạ đã được xây dựng bởi TCVN [18, 19].

Bảng 5 trình bày kết quả đánh giá mức độ ảnh hưởng của sự phơi chiếu bức xạ từ tro bay – xỉ than với giả định con người bị tiếp xúc thường xuyên. Các mẫu quan tâm bao gồm: than nguyên liệu đầu vào, tro bay, xỉ than lấy từ lò, tro xỉ lấy từ bãi thải của hai nhà máy VT2 và VT4.

Bảng 5: Các chỉ số đánh giá mức độ tác động của bức xạ

Đối tượng	I	A _{eff}
Xỉ	0,730 ± 0,016	197 ± 4
Tro bay	1,095 ± 0,023	294 ± 6
Xỉ	0,500 ± 0,010	137 ± 3
Tro bay	0,677 ± 0,014	185 ± 4
BX-1	1,105 ± 0,045	298 ± 12
BX-2	1,057 ± 0,044	285 ± 12
BX-3	1,232 ± 0,051	332 ± 14
5-XI	0,923 ± 0,039	248 ± 10
5-BUN	1,233 ± 0,049	332 ± 13
BX-6	1,002 ± 0,041	270 ± 11
BX-7	0,997 ± 0,042	268 ± 11
BX-8	1,050 ± 0,044	283 ± 12
BX-9	0,999 ± 0,042	269 ± 11
BX-10	0,992 ± 0,042	267 ± 11
BX-11	0,975 ± 0,041	262 ± 11
BX-12	0,715 ± 0,029	195 ± 8
BX-13	1,004 ± 0,042	270 ± 11
BX-14	1,072 ± 0,045	289 ± 12
BX-15	1,087 ± 0,045	293 ± 12
BX-16	1,025 ± 0,043	276 ± 11
Nhỏ nhất	0,500	137
Lớn nhất	1,233	332
Giá trị khuyến cáo [4,6]	1 (đối với bê tông) 2 (đối với tấm lợp)	370

Tiêu chuẩn của TCVN 12249:2018 [19] sử dụng giá trị của I để đánh giá. Kết quả cho thấy cận trên của I là 1,233. Giá trị này lớn hơn giới hạn 1 đối với bê tông khối (với mục tiêu liều hấp thụ hiệu dụng hằng năm không quá 1 mSv/năm). Giá trị này nhỏ hơn giá trị giới hạn 2 đối với tấm lợp [4].

Tiêu chuẩn của TCVN 10302:2014 [18] dựa trên trung bình của hoạt độ phóng xạ A_{eff}. Kết quả cho thấy cận trên của A_{eff} là 332. Giá trị này nhỏ hơn giới hạn 370 do đó có thể sử dụng cho các loại vật liệu xây dựng hay san lấp theo [6].

5. KẾT LUẬN

- Kết quả phân tích các mẫu đã thu thập cho thấy có *sự tăng cường* hàm lượng các nhân phóng xạ tự nhiên U-238, Ra-226, Th-232 và con cháu của chúng trong mẫu tro bay, xỉ than đã phân tích so với than nguyên liệu đầu vào.

- Kết quả tính toán hoạt độ phóng xạ tự nhiên trong các mẫu thu thập tại bãi thải tro xỉ cho thấy ngoại trừ K-40 có hoạt độ lớn nhất lớn hơn giá trị trung bình thế giới, những đồng vị còn lại có hoạt độ thấp hơn trung bình trên thế giới theo UNSCEAR 2000 đối với tro bay [15]. Tuy nhiên các bãi chứa tro xỉ tập trung với số lượng lớn theo thời gian, do đó cần có nghiên cứu đánh giá về tác động của bãi thải đối với môi trường xung quanh.

- Nếu sử dụng các chất liệu này làm vật liệu xây dựng cần quan tâm tỷ lệ tham gia của tro bay trong vật liệu xây dựng làm bằng tro bay và đánh giá sự thoát khí radon cho từng loại vật liệu xây dựng tro bay (cần có nghiên cứu đánh giá về liều phơi chiếu từ vật liệu tro bay với các tỷ lệ pha trộn khác nhau dùng trong VLXD).

CẢM ƠN

Chúng tôi chân thành cảm ơn Ban tổng giám đốc Tập đoàn EVN đã đồng ý việc phân tích than nguyên liệu, tro bay và xỉ than tại NMND Vĩnh Tân 2, Ban giám đốc công ty Nhà máy nhiệt điện Vĩnh Tân 2 đã tạo điều kiện và giúp đỡ nhóm đo đạc, lấy mẫu ở khu vực bên trong và ở bãi thải của nhà máy, GS.TSKH. Nguyễn Ngọc Trân, TS. Lê Xuân Thuýn đã gợi ý đề tài nghiên cứu và đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ayçik, G.A., Ercan, A. (1997), Radioactivity measurements of coals and ashes from coal-fired power plants in the Southwestern part of Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 35 (1) 23-35.
2. Bem, E.M., Bem, H. (1998), Studies of radionuclide concentration in surface soil in and around fly ash disposal sites. *The Science of the Total Environment* 220 215-222.
3. British Standard (2005), Measurement of radioactivity in the environment - Soil. *BS ISO 18589 -1: 2005*.
4. European Commission (1999), Radiological Protection Principles concerning the Natural Radioactivity of Building Materials, *Environment Nuclear Safety and Civil Protection*.
5. Flues M., Moraes V., Mazzilli B.P. (2002), The influence of a coal-fired power plant operation on radionuclide concentrations in soil. *Journal of Environmental Radioactivity*, 63 285 - 294.
6. GOST 30108 (1995), Building materials and elements, determination of specific activity of natural radioactive nuclei, *Russia*.

7. Jasinska, M., Mietelski, J.W., Pociask-Karteczka, J. (1998), Radionuclide content in the upper Vistula River sediments in a coal mining region in Poland (East-Central Europe). *Water, Air, and Soil Pollution*, 102 355-360.
8. Man-yin, T.W., Leung, J.K.C. (1996), Radiological impact of coal ash the power plants in Hong Kong. *Journal of Environmental Radioactivity* 30 (1) 1-14.
9. Mohammed R.S., Ahmed R.S. (2017), Estimation of excess lifetime cancer risk and radiation hazard indices in southern Iraq, *Environ. Earth Sci.* 76, <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6616-7>.
10. Nancy Lauer, Avner Vengosh, Shifeng Dai (2017), Naturally Occurring Radioactive Materials in Uranium-Rich Coals and Associated Coal Combustion Residues from China. *Environmental Science & Technology*, DOI: 10.1021/acs.est.7b03473.
11. Papastefanou C. (1996), Radiation impact from lignite burning due to 226Ra in Greek coal-fired power plants. *Health Physics* 70(2) 187-191.
12. Tập đoàn Điện lực Việt Nam (2018), Tổng hợp tình hình tro xỉ tại các NMNĐ than của EVN. *Hội nghị Sản xuất VLXD từ tro xỉ*, ngày 20/6/2018.
13. UNSCEAR (1982), Ionizing Radiation, Sources and Biological Effects. *UNSCEAR New York: United Nations Annex B*, 108–110.
14. UNSCEAR (1988), Sources, Effects and Risks of Ionizing radiation. *New York: United Nations*, 81-84.
15. UNSCEAR (2000), Sources and effects of ionizing radiation. *New York: United Nations, Annex B*, 84-141.
16. Uslu I., Gökmeşe F. (2010), Coal An Impure Fuel Source: Radiation Effects of Coal-fired Power Plants in Turkey. *Haceteppe J. Biol. & Chem.* 38(4) 259-268.
17. <http://tmhpp.com.vn/d4/news/Nha-may-Nhiet-dien-Vinh-Tan-2-Bao-ve-moi-truong-gan-voi-san-xuat-dien-1-2885.aspx>. Ngày truy cập 19/03/2019.
18. TCVN 10302:2014.
19. TCVN 12249:2018.

NATURAL RADIOACTIVITY IN COAL, FLY ASH AND ASSOCIATED COAL COMBUSTION RESIDUES FROM SOME COAL – FIRED POWER PLANTS IN VIETNAM

TRUONG THI HONG LOAN ^{1,2}, VU NGOC BA ¹, PHAN THI XUAN MAI ²,
TRUONG THI XUAN TRUONG ², NGUYEN QUANG ĐÀO ², LE XUAN THUYEN ³,
TRAN VAN LUYEN ⁴

¹*Nuclear Technique Laboratory, VNUHCM - University of Science, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Viet Nam*

²*Faculty of Physics and Engineering Physics, VNUHCM - University of Science, 227 Nguyen Van Cu Street, District 5, Ho Chi Minh City, Viet Nam*

³*Faculty of Biology and Biotechnology, VNUHCM - University of Science, 227 Nguyen Van Cu Street, District 5, Ho Chi Minh City, Viet Nam*

Abstract: In this work, the natural radioactivity in coal, fly ash and coal slag samples of some coal-fired power plants (CFPPs) in Vietnam were evaluated. Analysis results of the collected samples showed that there is an enhancement in the concentration of natural radioactivity of U-238, Ra-226, Th-232 and K-40 in fly ash, coal slag samples compared with the concentrations of natural radioactivity in input raw coal. The natural radioactivity of in the fly ash samples collected at the landfill area are in the range of the world average, except for K-40 radionuclide in some samples which have larger concentrations of radioactivity than world average value. The radiological hazard indexes from external exposure such as the gamma index I, the radioactivity A_{eff} are within the limits allowed by Vietnamese standards for construction materials.

Keywords: CFPP, Fly ash, Natural radioactivity, Radiological hazard index.