

XÁC ĐỊNH BỀ DÀY HỮU DỤNG BẮT GIỮ I-ỐT SAU KHI LẤY MẪU KHÔNG KHÍ CỦA HỘP PHIN LỌC THAN HOẠT TÍNH

Trần Xuân Hồi*
Nguyễn Đình Sỹ**

Tóm tắt

Bài báo này chỉ ra một kỹ thuật được sử dụng để xác định bề dày hữu dụng có bắt giữ i-ốt của hộp phin lọc than hoạt tính thường dùng hiện nay trong lấy mẫu không khí. Phương tiện chính sử dụng trong kỹ thuật này là một chương trình chuyển đổi hiệu suất ghi trong đo đạt hoạt độ phóng xạ. Kết quả của nghiên cứu cho thấy kỹ thuật này có ưu điểm là dễ thực hiện, tốn thời gian ít và chi phí không cao. Tuy nhiên, để đạt được kết quả tốt thì một số điều kiện phải được thỏa mãn như cỡ mẫu phải lớn, điều kiện lấy mẫu phải như nhau và phân bố của i-ốt trong lớp hữu dụng được giả định là đồng đều.

Từ khóa: Lấy mẫu không khí; hộp phin lọc; ETNA; đường cong hiệu suất

Abstract

Determination of the active layer in iodine-sampled charcoal cartridges

This paper presents a technique of determining the active layer in charcoal cartridges after iodine sampling. The main tool used in this research is an efficiency transfer for nuclide activity measurements. The results reveal that this technique has some advantages such as easy implementation, low cost, and spending little time. However, in this method, certain conditions must be met including the large sample size, equal sampling conditions, and the distribution of iodine in the active layer is assumed to be uniform.

Keywords: Air sampling; charcoal cartridge; ETNA; efficiency curve

1. MỞ ĐẦU

I-ốt phóng xạ, đặc biệt là I-131, được xem là một trong các đồng vị gây nguy hiểm đến con người bởi nó là một sản phẩm phân hạch cũng như sản phẩm kích hoạt phổ biến và rất dễ thâm nhập vào cơ thể qua đường hô hấp [2]. Nồng độ i-ốt phóng xạ trong không khí thường được đo bằng cách hút không khí qua phin lọc than hoạt tính dạng hộp sau đó đo trên hệ phổ kế [3, 6]. Trong trường hợp lấy mẫu không khí ngắn hạn, hầu hết i-ốt bị bắt giữ ở lớp than trước có bề dày chỉ khoảng vài milimét trong khi bề dày cả phin lọc là lớn hơn nhiều [3, 4]. Khi đó, để tránh sai số lớn một cách không mong muốn, việc xác định bề dày hữu dụng này là một khảo sát cần được thực hiện khi tiến hành tính toán hoạt độ của phin lọc phù hợp với điều kiện và thiết bị sẵn có [6, 7].

Trong bài báo này, một kỹ thuật được đề nghị nhằm xác định bề dày hữu dụng có bắt giữ i-ốt của hộp phin lọc than hoạt tính. Phương tiện chính sử dụng trong kỹ thuật này là một chương trình chuyển đổi hiệu suất ghi trong đo đạt hoạt độ phóng xạ.

*ThS, Trường Đại học Phú Yên

**ThS, Trường Đại học Phú Yên

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ

2.1. Phương pháp

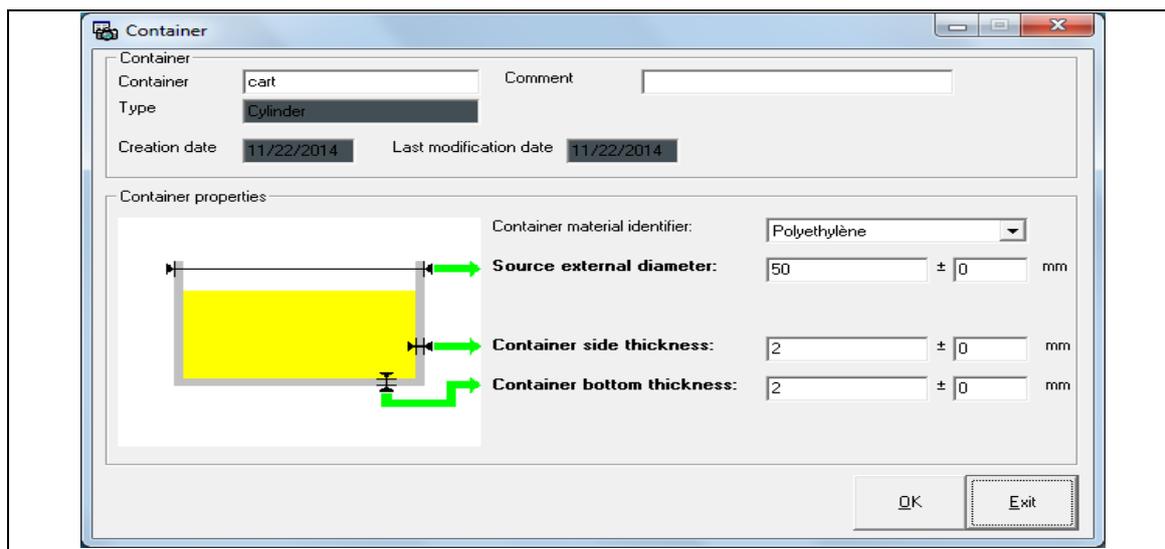
Trong kỹ thuật này, quá trình khảo sát được thực hiện qua các bước như sau. Đầu tiên, sử dụng nguồn chuẩn nước để xây dựng đường cong hiệu suất ghi cho hệ phổ kế gamma. Nguồn chuẩn nước được sử dụng là dung dịch Amersham có các đồng vị và năng lượng được nêu ở Bảng 1. Sau đó, sử dụng một chương trình chuyển đổi hiệu suất để chuyển đường cong hiệu suất ghi của hệ phổ kế từ hình học Amersham sang hình học của phin lọc lần lượt cho từng bề dày hữu dụng giả định. Quá trình này được thực hiện lần lượt cho trường hợp mặt trước của phin lọc quay xuống và quay lên so với đầu dò của hệ phổ kế. Cuối cùng, tỉ số hiệu suất ghi cho hai trường hợp được tính toán tương ứng cho các bề dày hữu dụng có các giá trị khác nhau. Tỉ số này dùng để xác định bề dày thực tế của lớp than có bắt giữ i-ốt sau khi lấy mẫu không khí.

Bảng 1. Các hạt nhân và năng lượng đặc trưng trong dung dịch chuẩn Amersham

Đồng vị	Năng lượng
^{133}Ba	81; 276 và 356 keV
^{57}Co	122 keV
^{139}Ce	165 keV
^{85}Sr	514 keV
^{137}Cs	661,6 keV
^{54}Mn	835 keV
^{88}Y	898 và 1836 keV
^{65}Zn	1115,5 keV.

2.2. Chương trình ETNA

ETNA (Efficiency Transfer for Nuclide Activity measurements) [5] là một chương trình máy tính cho phép tính toán và chuyển đổi qua lại hiệu suất ghi của đầu dò giữa các loại hình học đo khác nhau có hiệu chỉnh hiệu ứng trùng phùng tổng. Để thực hiện chuyển đổi hiệu suất ghi, trước hết phải khai báo các thông số đầu vào cho chương trình như các thông số của đầu dò, bộ số liệu về hiệu suất chuẩn (gồm hình học chuẩn, các đỉnh năng lượng và hiệu suất ghi tương ứng). Khai báo đầu ra là cấu hình hình học đo cần tính toán hiệu suất. Sau khi thực hiện chuyển đổi, chương trình sẽ cho ra các giá trị hiệu suất ghi tại các đỉnh năng lượng tương ứng. Hình 1 là cửa sổ của ETNA về khai báo thông số đầu vào sử dụng trong nghiên cứu này.



Hình 1. Giao diện chương trình ETNA ở cửa sổ khai báo thông số đầu vào

Kết quả chuyển đổi hiệu suất sử dụng chương trình ETNA đã được Piton và cộng sự nghiên cứu bằng cách so sánh với số liệu thực nghiệm [5]. Theo kết luận của nghiên cứu này, việc sử dụng chương trình ETNA giúp tiết kiệm thời gian trong việc chuẩn hiệu suất hệ đo đối với nhiều dạng hình học mẫu đo khác nhau. Hơn nữa, nếu phép đo không cần độ chính xác cao, với sai số khoảng vài % thì có thể bỏ qua [5].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

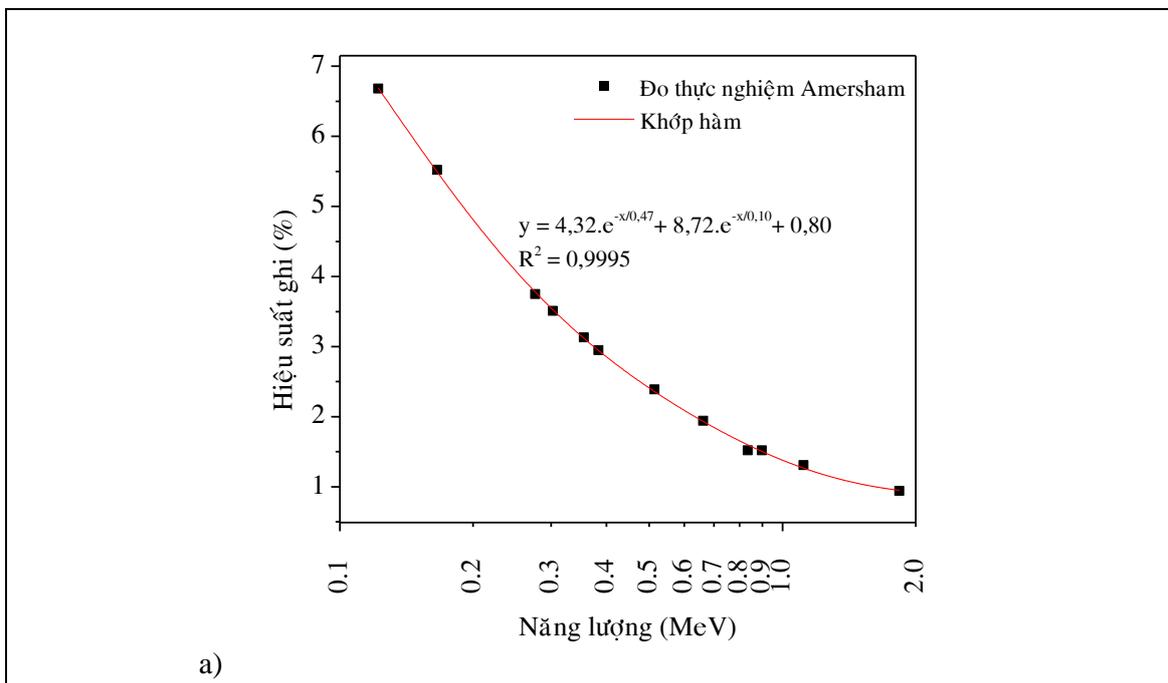
3.1. Đường chuẩn hiệu suất cho hình học Amersham

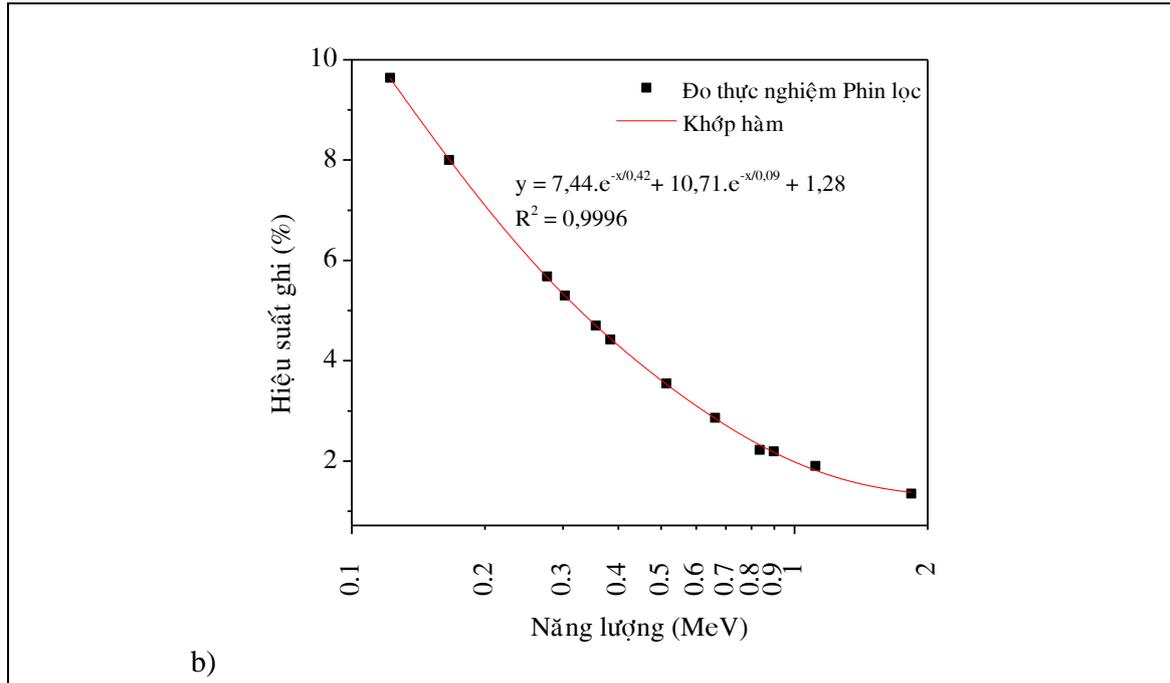
Nguồn Amersham (No. EW 180, Amersham Buchler GmbH & CoKG, Đức) là một nguồn chuẩn dạng dung dịch. Dung dịch này được chứa trong cốc nhựa có hình học là hình trụ tròn, đường kính 4,2 cm và chiều cao 2,4 cm. Nguồn này được đặt sát cửa sổ đầu dò khi tiến hành đo đếm để xây dựng đường chuẩn. Hệ phổ kế sử dụng trong nghiên cứu này là hệ phổ kế gamma phòng thấp, được đặt tại Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt. Các thông số của hệ phổ kế này được nêu ở Bảng 2. Đường chuẩn hiệu suất của hệ phổ kế gamma đối với hình học Amersham được xây dựng và thể hiện trên Hình 2a.

Bảng 2. Các đặc trưng của hệ phổ kế được sử dụng để đo đếm mẫu phin lọc

Hãng sản xuất	Oxford Instruments Inc.
Model	CPVDS30-30185
Serial No.	2521
Đặc điểm khối tinh thể Germanium:	
Đường kính tinh thể	58,1 mm
Chiều dài	57,9 mm
Đường kính trong	10,2 mm
Độ sâu phân rỗng	46,1 mm

Bề dày lớp chết	600 μm
Khoảng cách cửa sổ đến đầu dò	< 5mm
Đường kính cửa sổ	76 mm
Bề dày cửa sổ	1 mm
Vật liệu cửa sổ	Nhôm
Đặc tính làm việc:	
Cao thế	3000 V
Phân cực	Positive
Cấp nguồn cao thế	TC 950 A
Khuếch đại	TC 244
Phân tích xung	PC Multiport 16K
Hiệu suất tương đối	33,4 %
1,33 MeV FWHM	1,73 KeV
FWTM/FWHM	1,83
Tỉ số Peak-to-Compton	66,0
122 keV FWHM	750 eV





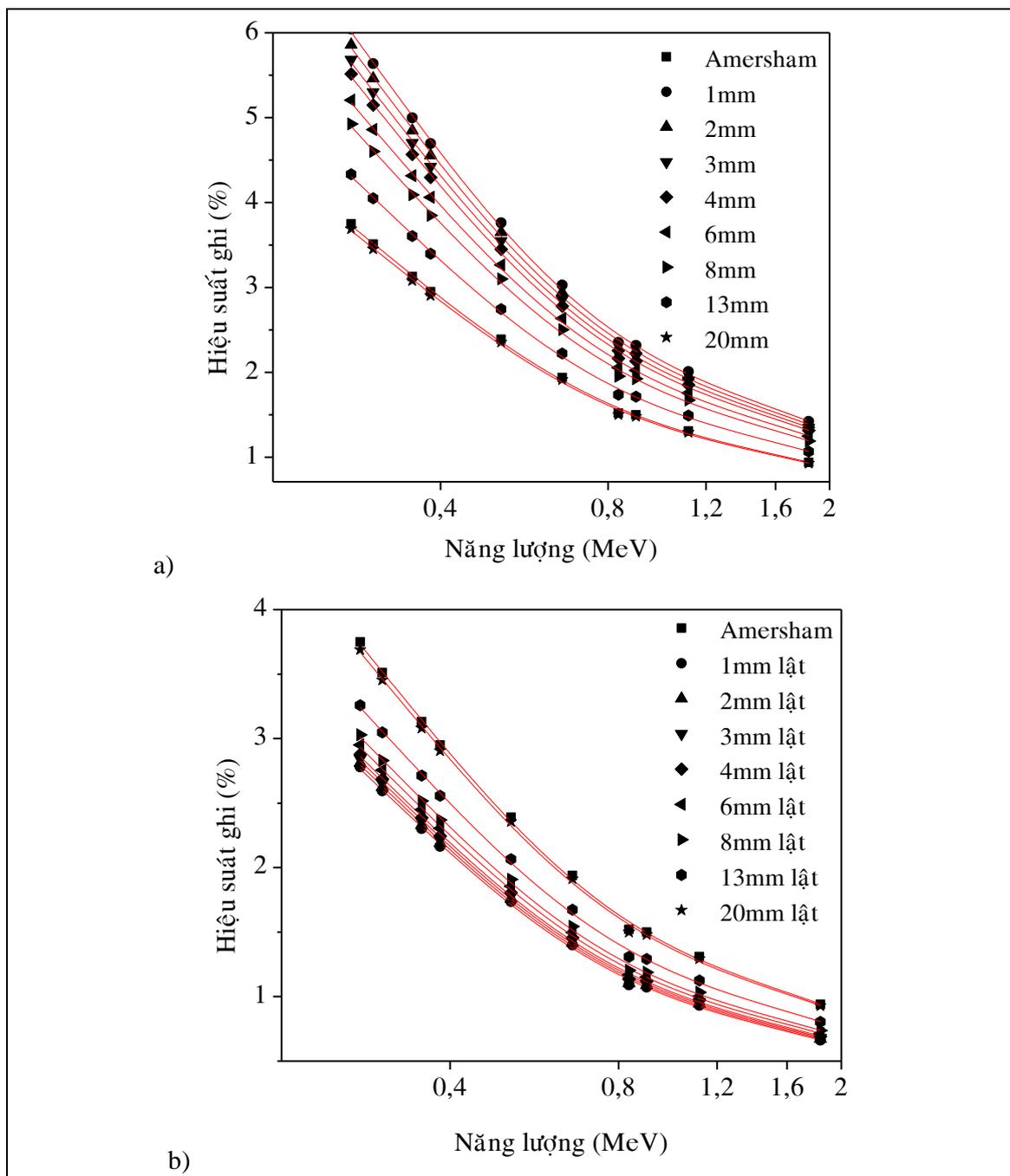
Hình 2. Đường cong hiệu suất của hệ phổ kế đối với hình học Amersham (a) và phin lọc TC-12 (b)

3.2. Chuyển đổi đường cong hiệu suất

Đường cong hiệu suất của hệ phổ kế đối với hình học Amersham (Hình 2a) dùng làm thông số đầu vào cho chương trình ETNA để chuyển đổi sang đường cong hiệu suất ứng với hình đo của phin lọc. Phin lọc sử dụng trong nghiên cứu này là loại TC-12 của hãng HI-Q Environmental Products Company [1], có hình học là hình trụ tròn, đường kính 47 mm và chiều cao 22 mm.

Các phin lọc thực tế sau khi lấy mẫu không khí i-ốt bị bắt giữ chủ yếu ở lớp đầu của phin lọc với bề dày tùy thuộc vào từng điều kiện lấy mẫu. Một số khảo sát đã công bố cho thấy, với điều kiện lấy mẫu ngắn hạn và nồng độ i-ốt trong không khí không quá cao thì i-ốt bị bắt giữ ở độ sâu không quá 5 mm [3, 4]. Trong khi đó, phin lọc thường sử dụng hiện nay chuyên để lấy mẫu các đồng vị i-ốt trong không khí thì có bề dày là 22 mm. Do đó, việc xác định bề dày lớp bắt giữ hữu dụng là cần thiết cho từng trường hợp cụ thể nhằm xây dựng một đường cong hiệu suất tối ưu nhất cho hệ phổ kế.

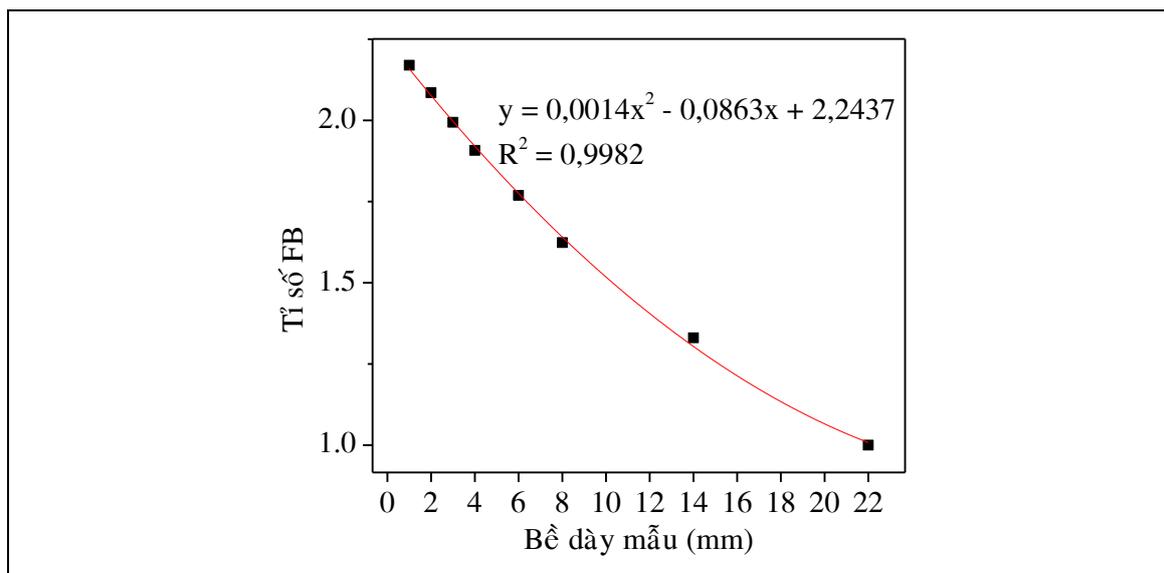
Quá trình chuyển đổi được thực hiện bằng cách lần lượt tăng dần bề dày nguồn và tính hiệu suất ghi tương ứng cho từng bề dày. Sau đó, lật ngược nguồn (phin lọc đã lấy mẫu) và thực hiện tương tự. Đường cong hiệu suất ghi cho từng bề dày nguồn trong trường hợp mặt trước của phin lọc quay về phía đầu dò được thể hiện trên Hình 3a và Hình 3b là cho trường hợp lật ngược phin lọc. Các thông số đo đếm khác cho cả hai trường hợp này là hoàn toàn giống nhau.



Hình 3. Đường cong hiệu suất cho phin lọc (a) đo mặt trước và (b) mặt sau

3.3. Xác định bề dày hữu dụng của phin lọc

Từ các đường cong trên Hình 3, tỉ số hiệu suất ghi mặt trước so với mặt sau (tỉ số FB) tại đỉnh năng lượng 364 keV được tính tương ứng cho từng bề dày lớp than của phin lọc có bắt giữ I-131. Các giá trị bề dày này bao gồm 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm, 13 mm và 20 mm. Kết quả khảo sát và khớp hàm tỉ số FB theo bề dày lớp hữu dụng (bề dày mẫu) được thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Kết quả khảo sát tỉ số FB theo bề dày lớp I-131 bị giữ trong phin lọc

Trong thực nghiệm, việc xác định bề dày lớp hữu dụng bằng cách đối chiếu số liệu đo các mẫu không khí thực tế với đường cong thể hiện trên Hình 4. Trước hết, các phin lọc đã lấy mẫu được đo trên hệ phổ kế để biết tỉ số FB. Từ tỉ số này có thể tính được bề dày hữu dụng theo đường cong như thể hiện trên Hình 4. Tuy nhiên, để tránh sai số mắc phải một cách không mong muốn, số lượng mẫu không khí được lấy để khảo sát tỉ số FB phải đủ lớn. Hơn nữa, điều kiện lấy mẫu phải tương đương nhau về các thông số như thời gian hút, lưu tốc hút mẫu, độ ẩm không khí, nồng độ i-ốt trong không khí và các yếu tố khác.

Từ Hình 4 cho thấy rằng, tỉ số hiệu suất ghi, tức tỉ số FB, chênh lệch tương đối với cao tại các bề dày nguồn khác nhau. Ví dụ, trong trường hợp bề dày hữu dụng là 1 mm và 2 mm thì tỉ số hiệu suất ghi tương ứng là 2,17 và 2,09. Tức là nếu coi i-ốt phân bố đều trong phin lọc sau khi lấy mẫu thì sẽ dẫn đến kết quả tính hoạt độ mẫu sai biệt đi hơn hai lần. Do vậy, trong đo đếm hoạt độ phóng xạ của phin lọc đã lấy mẫu, nếu không có sự khảo sát này thì sai số mắc phải có thể vượt quá 100%.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đưa ra một kỹ thuật xác định phân bố của đồng vị phóng xạ trong phin lọc đã lấy mẫu không khí nhằm nâng cao tính chính xác trong đo đếm hoạt độ phóng xạ. Kỹ thuật này có ưu điểm là dễ thực hiện và tốn thời gian và chi phí không cao. Tuy nhiên, nhược điểm là phải có cỡ mẫu lớn và các mẫu được lấy trong các điều kiện như nhau. Hơn nữa, kỹ thuật này được thực hiện với giả định là phân bố của i-ốt trong lớp hữu dụng là đồng đều.

Nếu không yêu cầu độ chính xác cao và số lượng mẫu ít thì có thể dùng kỹ thuật đo trung bình mặt trước và mặt sau được đề nghị bởi Montgomery [4]. Ngược lại, có thể áp dụng kỹ thuật tháo phin lọc và trộn đều trước khi đo, phương pháp được đề nghị bởi Kravchik [3]. Hai kỹ thuật này sẽ được nhóm nghiên cứu của chúng tôi tiến hành thí nghiệm trong thời gian tới nhằm khẳng định một lần nữa kết quả của nghiên cứu trong bài báo này □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] HI-Q Environmental Products Company Inc. (2014), "*TC-12 Test certification*", 7386 Trade Street, San Diego, CA 92121.
- [2] ICRP (1994), "*Human respiratory track model for radiological protection*", ICRP Publication 66. Ann. ICRP 24 (1-3).
- [3] Kravchik T., Levinson S., Oved S., Tsroya S., Pelled O., Haim M., and German U. (2008), "Determination of radioiodine activity in charcoal cassettes", *Applied Radiation and Isotopes* **66**, 972-975.
- [4] Montgomery D. (1990), "Calibrating germanium detectors for assaying radioiodine in charcoal cartridges", *Radioact. Radiochem. Counting Room* **1**, 47-51.
- [5] Piton F., Lépy M.-C., Bé M.-M., and Plagnard J. (2000), "Efficiency transfer and coincidence summing corrections for γ -ray spectrometry", *Applied Radiation and Isotopes* **52**, 791-795.
- [6] Tran Xuan Hoi, Huynh Truc Phuong, and Nguyen Van Hung (2017), "Estimating the Internal Dose for ^{131}I Production Workers From Air Sampling Method", *Radiation Protection Dosimetry* **175(1)**, 58-64.
- [7] Tran Xuan Hoi, Huynh Truc Phuong, and Nguyen Van Hung (2016), "Using smartphone as a motion detector to collect time-microenvironment data for estimating the inhalation dose", *Applied Radiation and Isotopes* **115**, 267-273.