

## **NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH PHÁT TÁN NHÂN PHÓNG XẠ PHÁT BỨC XẠ GAMMA, KHÍ PHÓNG XẠ (RADON, THORON) TẠI MỎ ĐẤT HIẾM**

NGUYỄN VĂN DŨNG, ĐÀO ĐÌNH THUẬN,  
*Trường Đại học Mỏ - Địa chất, 18 phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội*  
*E-mail: [dungnvhumg@gmail.com](mailto:dungnvhumg@gmail.com)*

**Tóm tắt:** Để phục vụ quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, nhiều mỏ khoáng sản đã và đang được đẩy mạnh công tác thăm dò, khai thác phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, trong đó có mỏ khoáng sản chứa phóng xạ. Khi quá trình thăm dò, khai thác được thực hiện nhất thiết phải có sự tác động của các yếu tố nhân tạo làm đảo lộn các tầng đất đá, phá vỡ thể nằm tự nhiên của các thân quặng, gia tăng quá trình phát tán, rửa trôi... làm cho quá trình phát tán các chất phóng xạ vào môi trường ngày càng mạnh mẽ và phức tạp.

Nghiên cứu mô hình lý thuyết và khảo sát thực nghiệm đã làm sáng tỏ phát tán nhân phóng xạ phát bức xạ gamma, khí phóng xạ radon, thoron trên thân quặng đất hiếm chứa phóng xạ. Kết quả khảo sát trên thân quặng đất hiếm gây ra giá trị suất liều chiếu xạ gamma có biên độ  $0,6 \div 7,7 \mu\text{Sv/h}$ , nồng độ radon có biên độ  $(30 \div 45) \cdot 10^3 \text{Bq/m}^3$ , nồng độ thoron biên độ  $(45 \div 70) \cdot 10^3 \text{Bq/m}^3$ .

**Từ khóa:** *radon, thoron, bức xạ gamma, phóng xạ, đất hiếm, phát tán, môi trường*

### **1. MỞ ĐẦU INTRODUCTION** (Times New Roman 12 point, bold, and aligned left)

Nước ta có nguồn tài nguyên khoáng sản phong phú, trong đó có các mỏ quặng phóng xạ (urani trong cát kết, than Trùng Nông Sơn) và nhiều loại khoáng sản chứa chất phóng xạ (sa khoáng, đất hiếm Nậm Xe, Đông Pao, Mường Hum, đồng Sin Quyền, urani photphat Bình Đường).

Nước ta thuộc miền nhiệt đới khí hậu nóng ẩm mưa nhiều, lớp đất đá bề mặt chịu tác động phong hoá xâm thực mạnh mẽ. Do vậy đa phần các mỏ quặng nói chung và các mỏ quặng phóng xạ nói riêng thuộc dạng quặng “ẩn”, các thân quặng thường bị chôn vùi dưới tầng phủ bề mặt.

Tại nhiều vùng của nước ta như Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái có các mỏ đất hiếm với trữ lượng lớn thuộc loại mỏ trung bình và lớn trên Thế Giới. Trong quặng đất hiếm có chứa các chất phóng xạ Th, U đây là nguyên nhân gây ra dị thường suất liều bức xạ gamma, khí phóng xạ cao trong khu vực [1].

Bản thân các mỏ quặng khoáng sản có hàm lượng phóng xạ cao đã gây ra các dị thường phóng xạ với giá trị suất liều bức xạ hàng chục  $\mu\text{Sv/h}$ , nồng độ khí phóng xạ hàng trăm, hàng nghìn  $\text{Bq/m}^3$  tại khu vực chúng tồn tại. Khi thăm dò, khai thác, người ta tiến hành khoan, đào hào, lò, mở các khai trường... làm cho đất phủ, thảm thực vật được bóc tách, quặng bị đào bới, thu gom, làm giàu. Tất cả những hoạt động đó làm gia tăng trường bức xạ tự nhiên (làm tăng cường độ bức xạ gamma, nồng độ khí phóng xạ...) tại mỏ và làm phát tán hàm lượng các chất phóng xạ ra môi trường xung quanh gây tác động có hại tới môi trường và sức khỏe con người.

Trong nội dung của bài báo, tác giả trình bày kết quả nghiên cứu quá trình phát tán nhân phóng xạ phát bức xạ gamma, khí phóng xạ từ thân quặng đất hiếm chứa phóng xạ đến môi trường và đề xuất giải pháp phòng ngừa giảm thiểu.

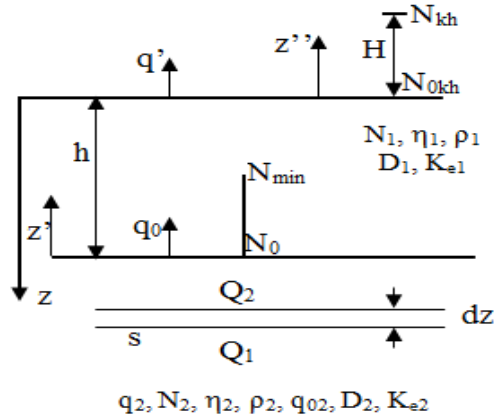
### **2. CƠ CHẾ PHÁT TÁN KHÍ PHÓNG XẠ ĐẾN MÔI TRƯỜNG TỪ THÂN QUẶNG ĐẤT HIẾM**

Quặng đất hiếm của nước ta thường có dạng túi, dạng ổ, dạng mạch hoặc dạng thấu kính. Hàm lượng tổng oxyt đất hiếm  $\text{TR}_2\text{O}_3$  từ một vài phần trăm đến trên 30%, trung bình 10%. Hàm lượng thori trong đất hiếm vô phong hoá là 0,0199% đến 0,0441%  $\text{ThO}_2$ , trong đất hiếm quặng gốc là 0,0087% đến 0,0204%  $\text{ThO}_2$ , hàm lượng urani trong đất hiếm từ 0,001% đến 0,023%  $\text{U}_3\text{O}_8$  [1].

Mô hình thân quặng có bề rộng hàng chục mét, chiều dài tới hàng trăm mét, chiều dày trung bình 3-4m, cực đại tới 7m có thể coi như là lớp quặng nằm ngang kéo dài vô hạn.

**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**

Sau đây chúng ta tính toán sự phân bố nồng độ khí phóng xạ trong môi trường 2 lớp: nằm ngang vô hạn, lớp thứ hai là lớp quặng phóng xạ nằm phía dưới với các tham số: hàm lượng chất phóng xạ  $q_2$ , nồng độ khí phóng xạ  $N_2$ , mật độ  $\rho_2$ , hệ số lỗ rỗng  $\eta_2$ , hệ số khuếch tán  $D_2$ ,  $a_{02}$  - lượng eman tự do thoát vào  $1\text{cm}^3$  đá trong 1 giây, ( $\text{Bq}/\text{cm}^3 \cdot \text{s}$ ), hệ số eman hoá  $K_{e2}$ . Lớp thứ nhất là lớp phủ nằm ở phía trên có chiều dày  $h$  và các tham số  $N_1, \rho_1, \eta_1, D_1, K_{e1}$  (hình 1).



Hình 1. Mô hình phân bố nồng độ khí phóng xạ trong lớp quặng

Nồng độ khí phóng xạ  $N$  trong môi trường có độ lỗ rỗng  $\eta$  biến đổi chỉ theo hướng trục  $z$ . Phương trình vi phân cân bằng lượng khí phóng xạ trong lớp  $dx$  có dạng sau:

$$\frac{\partial}{\partial t}(N\eta Sdz) = Q_1 - Q_2 + a_0 Sdz - \lambda N\eta Sdz, \quad (1)$$

trong đó: dòng khí phóng xạ đi qua diện tích  $S$  của lớp  $dz$

$$Q = DSdN/dz + vN\eta S \quad (2)$$

$$a_0 = N_\infty \lambda = K_{e2} q_0 \lambda \cdot 3,7 \cdot 10^{10}. \quad (3)$$

Sự phân bố nồng độ khí phóng xạ theo chiều sâu lấy mẫu  $z$  được xác định bằng cách giải phương trình vi phân (1) [4].

### 2.1. Nồng độ khí phóng xạ trong đất phủ (lớp thứ nhất khi $z < h$ )

$$N_1(h-z) = N_0 e^{m_1(h-z)} \frac{sh(n_1 z)}{sh(n_1 h)} \quad (4)$$

### 2.2. Nồng độ khí phóng xạ trong lớp quặng (lớp thứ hai $z > h$ )

$$N_2(z) = N_{2\infty} \left[ 1 - \frac{e^{-(n_2+m_2)(z-h)}}{1 + \frac{D_2(n_2+m_2)}{D_1 n_1 [(cth(n_1 h) - \frac{m_1}{n_1})]}} \right], \quad (5)$$

trong đó:  $N_0 = N_{2\infty} \frac{1}{1 + \frac{D_1 n_1}{D_2(n_2+m_2)} [cth(n_1 h) - \frac{m_1}{n_1}]}$

$N_0$  nồng độ khí phóng xạ tại ranh giới lớp thứ nhất và lớp thứ 2.

$$m_i = \frac{v\eta_i}{2D_i}; \quad n_i = \sqrt{m_i^2 + \frac{\lambda\eta_i}{D_i}}.$$

Khi  $h \rightarrow \infty$  công thức (4) có dạng:

$$N_1(h-z) = N_0 e^{-(n-m)(h-z)}. \quad (6)$$

Nếu gọi  $r = h - z$  là khoảng cách mà nồng độ khí phóng xạ giảm từ giá trị  $N_0$  tới giá trị  $N_{\min}$  (giá trị cực tiểu mà thiết bị khí phóng xạ có thể xác định được một cách tin cậy) thì ta xác định được:

**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**

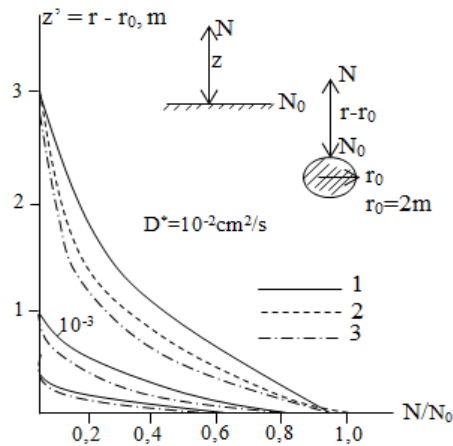
$$r = 2,3 \lg \frac{N_0}{N_{\min}} \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{v}{2D^*}\right)^2 + \frac{\lambda}{D^*} - \frac{v}{2D^*}}}, \quad (7)$$

trong đó:  $v$  - tốc độ đối lưu của khí phóng xạ,  
 $D^*$  - hệ số khuếch tán biểu kiến  $D^* = D/\eta$ .

Công thức (7) dùng để đánh giá độ sâu của phương pháp khí phóng xạ.

Các tính toán lý thuyết chỉ ra rằng sự lan truyền của radon từ nguồn lên mặt đất và độ sâu của phương pháp khí phóng xạ phụ thuộc vào các tham số  $D^*$  và  $v$ .

Các kết quả tính toán sự phân bố nồng độ radon trên các thân quặng có hình dạng khác nhau (hình 2) chỉ rõ, sự giảm giá trị nồng độ khi đi xa khỏi nguồn chủ yếu phụ thuộc vào hệ số khuếch tán  $D^*$  mà ít phụ thuộc vào dạng thân quặng, nếu như bề dày lớp phủ không vượt quá đường kính thân quặng [4].



Hình 2. Sự phân bố nồng độ Rn trên các thân quặng hình dạng khác nhau

- 1- Lớp quặng vô hạn
- 2- Thân quặng có dạng trụ nằm ngang
- 3- Thân quặng có dạng quả cầu

Do có chu kỳ bán rã ngắn ( $T_{1/2} = 54,5$  giây), độ sâu của phương pháp khí phóng xạ đối với thoron chỉ khoảng 2-4cm. Có nghĩa là độ sâu của phương pháp thoron tương ứng với độ sâu lấy mẫu khí [4].

### 2.3. Nồng độ khí phóng xạ trong môi trường không khí

Từ mô hình các lớp quặng và đất phủ như ở hình 1, có thể tính được nồng độ khí phóng xạ trong không khí trên mặt đất  $N_{kh}(0)$  và ở độ cao  $H$  cách mặt đất  $N_{kh}(H)$ .

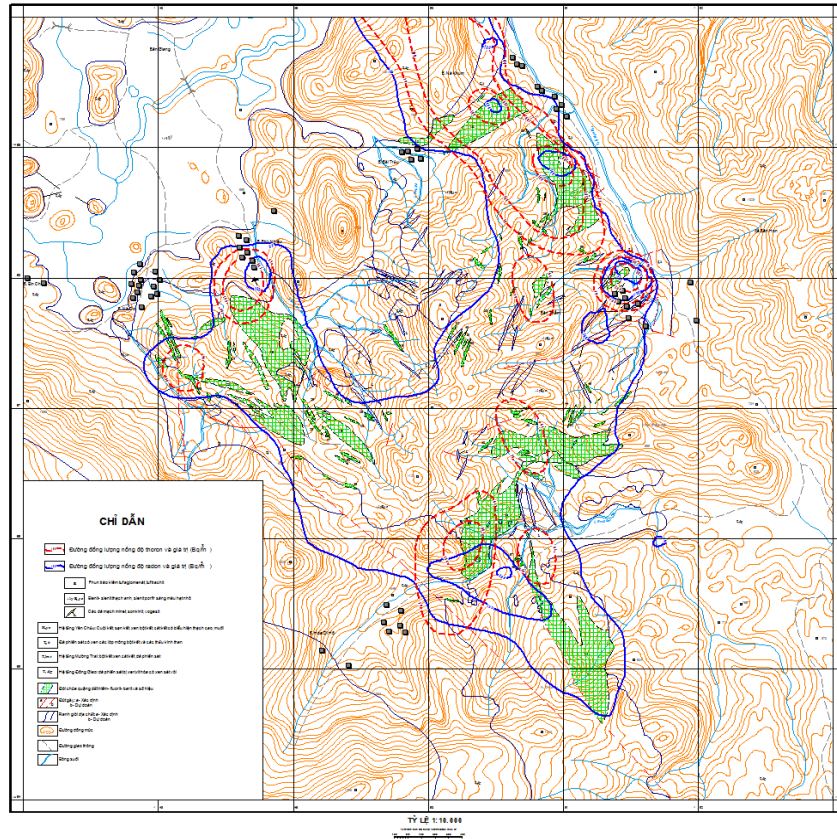
$$N_{kh}(0) = N_{\infty} \eta \sqrt{\frac{D^*}{A}} \quad (8)$$

$$N_{kh}(H) = N_{kh}(0) e^{-\sqrt{\frac{\lambda}{A}} H}, \quad (9)$$

trong đó:  $A$ - hệ số khuấy động khí tại mặt đất có giá trị  $10^3 \text{ cm}^2/\text{s}$  còn khi  $H = 30-50\text{m}$  thì  $A=10^4-10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$ .

Bằng lý thuyết và thực nghiệm có thể xác định được nồng độ radon trong không khí sát mặt đất hàng nghìn lần nhỏ hơn giá trị của nó  $N_{\infty}$  của nó trong môi trường đất đá. Khi không có gió thì nồng độ radon trong khí quyển giảm chậm theo độ cao; còn nồng độ thoron giảm rất nhanh và hoàn toàn triệt tiêu ở khoảng cách không quá 10cm cách mặt đất [1,2,3,4].

**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**



Hình 3. Sự phân bố nồng độ khí phóng xạ trên mô đất hiếm Đông Pao

### 3. ĐẶC ĐIỂM PHÁT TÁN BỨC XẠ GAMMA ĐẾN MÔI TRƯỜNG TỰ THÂN QUẶNG ĐẤT HIẾM

Trong quá trình thăm dò, khai thác quặng đất hiếm phải thực hiện các công tác khoan, khai đào, làm đường... Tất cả các quá trình đó đều gây ra sự đảo lộn các tầng đất đá bề mặt, làm gia tăng sự phát lộ thân quặng, làm cho trường bức xạ gamma từ thân quặng dễ dàng phát tán vào môi trường. Đối với trường bức xạ gamma có 2 cơ chế phát tán chính gồm:

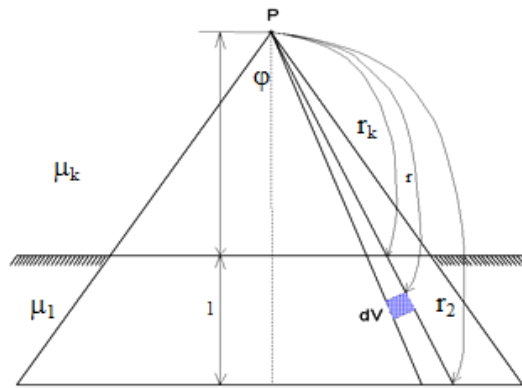
- Bức xạ gamma có khả năng đâm xuyên lớn, vì vậy ở mỗi công trình, mỗi khu vực đào hào, vét vĩa trở thành một nguồn phóng xạ lộ trên bề mặt, trường bức xạ gamma dễ dàng xuyên trong môi trường không khí tác động xa nguồn phát sinh ra nó.

- Quá trình đào hào, vét vĩa, khoan, sẽ đưa lên trên bề mặt một lượng lớn các đất đá có chứa quặng phóng xạ, các chất phóng xạ này một mặt hòa tan theo các dòng nước, một mặt di chuyển cơ học theo các điều kiện địa hình đi xa vị trí ban đầu, gây ô nhiễm rộng ở nhiều nơi.

Để thấy được mức độ phân bố của bức xạ gamma trong môi trường cũng như khả năng ảnh hưởng của bức xạ gamma đến từng vị trí khác nhau trong môi trường không khí. Dưới đây tính toán lý thuyết bức xạ gamma trên mô hình khối quặng đất hiếm có hàm lượng urani trung bình là 0,01%  $U_3O_8$  đặc trưng [5,6,7,8]. Thân quặng phóng xạ trong trường hợp này được xem như thân quặng nằm ngang, kích thước hữu hạn. Cường độ bức xạ gamma gây ra trên thân quặng tại từng vị trí so với ranh giới thân quặng được tính toán như sau:

Nguồn phát bức xạ gamma ở đây được coi là nguồn có dạng hình đĩa hữu hạn bán kính là R lộ ngay trên mặt đất. Môi trường xác định cường độ bức xạ gamma là môi trường không khí (hình 4).

**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**



Hình 4. Trường bức xạ gamma của nguồn kích thước hữu hạn

Cường độ bức xạ gamma do nguồn lộ ra trên mặt đất kích thước hữu hạn, bán kính r được tính như sau: Xét cường độ bức xạ gamma của yếu tố nguồn, khối lượng dm có thể tích dV nằm trong đĩa phóng xạ. Cường độ nguồn yếu tố dI được tính như sau:

$$dI = K \frac{dm}{r^2} e^{-\mu_1(r-r_k) - \mu_k r_k} = KQ\rho e^{-\mu_1(r-r_k) - \mu_k r_k} \cdot \sin \psi \cdot d\psi \cdot dr \cdot d\varphi \quad (8)$$

Tính tích phân theo thể tích đĩa hữu hạn:

Đặt:  $r_k = H \sec \psi$

$$r_2 = (H+1) \sec \psi.$$

$$I = KQ\rho \int_0^{2\pi} \int_0^{\psi_0} \int_0^{\psi_0} e^{-\mu_1(r-r_k) - \mu_k r_k} \cdot \sin \psi \cdot d\psi \cdot dr \cdot d\varphi = \frac{2\pi KQ\rho}{\mu_1} \int_0^{\psi_0} e^{-\mu_k H \sec \psi} \cdot \sin \psi \cdot d\psi \cdot \int_0^{\psi_0} e^{-[\mu_1 l + \mu_k H] \sec \psi} \sin \psi \cdot d\psi, \quad (9)$$

$$\int_0^{\psi_0} e^{-x \sec \psi} \cdot \sin \psi \cdot d\psi \text{ được biểu diễn qua hàm Kin}\theta(x).$$

Giá trị hàm Kin cho sẵn [4].

$$\int_0^{\psi_0} e^{-x \sec \psi} \cdot \sin \psi \cdot d\psi = \Phi(x) - \cos \psi_0 \Phi(x \sec \psi_0). \quad (10)$$

Trong đó:

$$\Phi(x) = \int_0^{\pi/2} e^{-x \sec \psi} \cdot \sin \psi \cdot d\psi = e^{-x} - x \int_x^{\infty} e^{-u} \cdot u^{-1} \cdot du \quad (u = x \cdot \sec \psi). \quad (11)$$

Kết quả tính được:

$$I = \frac{2\pi KQ\rho}{\mu_1} \{ \Phi(\mu_k H) - \cos \psi_0 \cdot \Phi(\mu_k H \sec \psi_0) - \Phi(\mu_1 l + \mu_k H) + \cos \psi_0 \Phi[(\mu_1 l + \mu_k H) \sec \psi_0] \} \quad (12)$$

Trong đó:  $\cos \psi_0 = \frac{H}{\sqrt{R^2 + H^2}}$

Ta hãy xét các trường hợp riêng của công thức (12) nêu trên:

### 3.1. Không gian bức xạ bán vô hạn, phép đo cường độ thực hiện tại sát mặt đất

Khi đó ta có:

$$l \rightarrow \infty; R \rightarrow \infty; \psi_0 \rightarrow \pi/2; H \rightarrow 0$$

$$\psi_0 \rightarrow \pi/2; R \rightarrow \infty; l \rightarrow \infty; H \rightarrow 0$$

Khi đó  $\cos \psi_0 \rightarrow 0; \Phi(\mu_k H) \rightarrow 1;$

$$\Phi(\mu_1 + \mu_k H) \rightarrow 0$$

Ta có:  $I_{\infty}(0) = \frac{2\pi KQ\rho}{\mu_1} \quad (13)$

**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**

Đây là công thức chung để tính suất liều bức xạ gamma ngay trên bề mặt thân quặng kéo dài vô hạn, chiều dày đủ để bão hòa tia gamma.

**3.2. Khi phép đo cường độ được thực hiện ở vị trí H**

$$I_{\infty}(H) = \frac{2\pi K Q \rho}{\mu_1} \Phi(\mu_k H) = I_{\infty}(0) \cdot \Phi(\mu_k H). \quad (14)$$

Đây là công thức để tính suất liều gamma trong môi trường không khí.

Trong các công thức nêu trên:

I - Suất liều bức xạ gamma (hay còn gọi là cường độ gamma,  $\mu\text{R/h}$ );

K - là hằng số bức xạ gamma;  $K_{\text{Ra}} = 9,1 \cdot 10^9$ ;  $K_{\text{U}} = 3,15 \cdot 10^3$ ;  $K_{\text{Th}} = 1,35 \cdot 10^3$  (đơn vị của K là  $\mu\text{R/h} \cdot \text{cm}^2/\text{g}$ );

Q - là hàm lượng của đồng vị phóng xạ tính là g/g đá;

$\rho$  - là mật độ nguồn,  $\text{g/cm}^3$ ;

$\mu$  - là hệ số làm yếu của bức xạ gamma,  $\text{cm}^{-1}$ . Hệ số làm yếu  $\mu$  phụ thuộc vào môi trường.

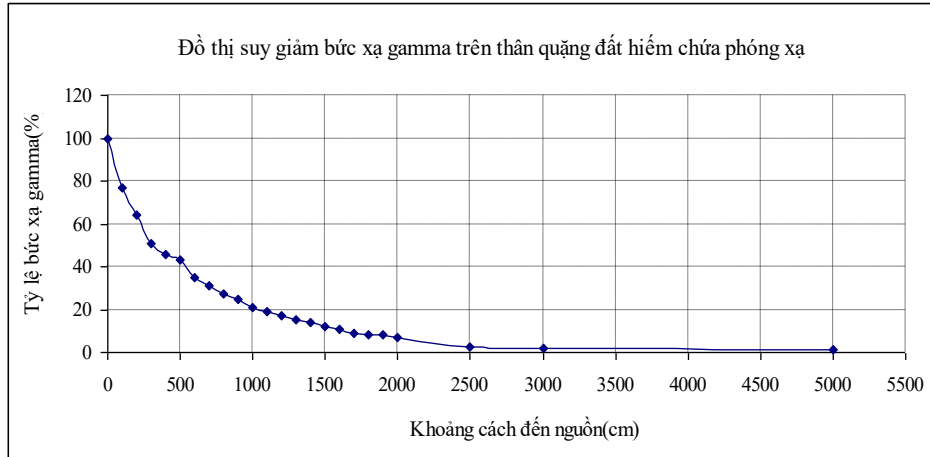
Bảng 1 nêu hệ số làm yếu cường độ bức xạ gamma của nguồn thể tích theo tài liệu thực nghiệm [9,10].

Bảng 1. Hệ số làm yếu cường độ gamma của nguồn thể tích

Loại quặng	Kiểu đo	Detector ghi cường độ gamma (Ig)	Ngưỡng năng lượng (MeV)	$\mu_m = \mu/\rho, \text{cm}^2/\text{g}$		
				Đất đá	Nước	Không khí
Quặng urani	Tích phân	CU-19 $\Gamma$	-	0,037	-	-
		NaI(Tl)	0,035	0,028	-	0,025
	Vi phân	NaI (Tl)	1,05-1,35	0,034	-	-
			1,35-1,55	0,034	0,036	0,032
1,65-1,85			0,034	0,037	0,033	
2,05-2,65	0,035		0,038	0,034		
Quặng thori	Tích phân	CU-19 $\Gamma$	-	0,034	-	-
		NaI(Tl)	0,035	0,021	0,024	0,022
	Vi phân	NaI(Tl)	1,05-1,35	0,032	-	-
			1,35-1,55	0,032	0,032	0,029
			1,65-1,85	0,033	0,034	0,030
2,05-2,65			0,035	0,035	0,031	
2,4-2,8	0,037		0,037	0,033		

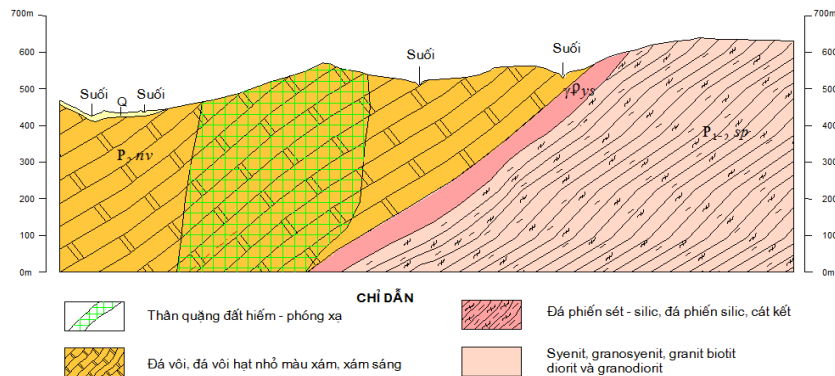
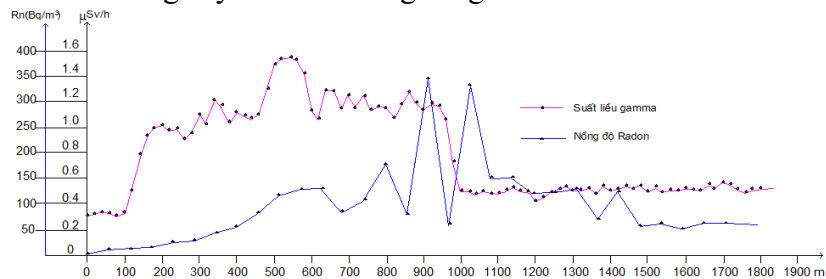
Từ công thức (13) và (14) nêu trên, để thấy được sự suy giảm suất liều gamma ở các vị trí khác nhau trong môi trường không khí. Tính giá trị suất liều gamma trên khối đất đá chứa quặng như sau: Thiết bị sử dụng để đo suất liều gamma là thiết bị có detector loại tinh thể NaI(Tl), quy mô của khối đất đá chứa quặng như đã nêu ở phần trên, tức đã đủ bão hòa tia gamma. Ta tính suất liều gamma do khối đất đá chứa quặng đất hiếm chứa urani gây ra tại các vị trí khác nhau so với ranh giới thân quặng. Hệ số làm yếu khối của suất liều gamma trong đất đá đối với quặng chứa U lấy bằng 0,028; Hệ số làm yếu khối của suất liều gamma trong không khí đối với quặng chứa U lấy bằng 0,025 (theo bảng hệ số thực nghiệm nêu trên cho loại tinh thể NaI (Tl) đối với quặng chứa U), mật độ đất đá trong thân quặng là  $2,2\text{g/cm}^3$  và mật độ không khí lấy là  $0,03\text{g/cm}^3$ . Các giá trị hàm Kin được lấy trong bảng tra sẵn trong giáo trình thăm dò phóng xạ [4]. Kết quả tính suất liều bức xạ gamma tại các vị trí khác nhau trong môi trường không khí đối với khối đất đá được đưa ra ở hình 5.

**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**



Hình 5. Đồ thị suy giảm suất liều bức xạ gamma trên thân quặng đất hiếm chứa phóng xạ

Từ đồ thị hình 5 cho thấy: Với thân quặng hàm lượng tương đương 0,01%  $U_3O_8$  thì chúng gây ra suất liều gamma trên mặt đất  $52\mu R/h$ . Ở cách 1m, suất liều gamma còn khoảng  $40\mu R/h$  (giảm 23% so với mặt đất). Ở cách ranh giới thân quặng 25m, suất liều gamma còn lại khoảng  $1,3\mu R/h$  (chiếm 2,5% tỷ lệ bức xạ so với ranh giới thân quặng). Khi ở cách xa ranh giới thân quặng 33m, suất liều gamma còn  $\sim 1\mu R/h$  ( $0,01\mu Sv/h$ ) nằm trong khoảng độ nhạy của các thiết bị đo liều hiện tại. Nói cách khác, với những thân quặng có hàm lượng  $U_3O_8$  ở mức 0,01% thì mức độ ảnh hưởng suất liều gamma trong môi trường không khí do chúng gây ra ở khoảng cách tối thiểu đến 30m, tức là mức độ ảnh hưởng của nguồn đất đá chứa quặng từ các công trình hào đưa lên khoảng  $50\mu R/h$  (tương đương mức liều chiếu ngoài khoảng 5mSv/năm), ở xa khu vực khối đất đá chứa quặng 30m, suất liều còn ảnh hưởng không đáng kể ( $0,1mSv/năm$ ). Với các thân quặng hàm lượng phóng xạ lớn hơn khả năng ảnh hưởng sẽ lớn hơn, tuy nhiên ở xa thân quặng khoảng 50m, mức ảnh hưởng này coi như không đáng kể nữa.



Hình 6. Sự phân bố suất liều gamma và khí radon trên thân quặng đất hiếm

**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**

#### **4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Đã nghiên cứu được cơ chế, mức độ phát tán nhân phóng xạ phát bức xạ gamma và khí phóng xạ đến môi trường do quá trình thăm dò, khai thác quặng đất hiếm chứa phóng xạ. Xây dựng được mô hình tính toán lý thuyết cơ chế phát tán bức xạ gamma và khí phóng xạ của khối quặng đất hiếm trên cơ sở lựa chọn các tham số đặc trưng, phù hợp với các điều kiện thực tế công tác thăm dò, khai thác quặng đất hiếm chứa phóng xạ. Kết quả nghiên cứu rút ra các nhận xét sau:

- Trường bức xạ gamma phát ra từ khối đất đá chứa quặng phóng xạ có khả năng đâm xuyên trong môi trường không khí đến vài chục mét (phụ thuộc vào hàm lượng quặng). Trên thân quặng chứa phóng xạ cường độ bức xạ gamma phụ thuộc vào hàm lượng các chất phóng xạ và vật liệu che chắn chúng.

- Khi thực hiện các công tác đào hào, vét vĩa hay tiếp xúc trực tiếp với các thân quặng chứa phóng xạ hàm lượng cao cần áp dụng các biện pháp giảm thiểu bằng biện pháp che chắn hoặc tránh tiếp xúc trực tiếp với nguồn (thân quặng).

- Đối với các thân quặng đạt hàm lượng công nghiệp cần áp dụng chế độ làm việc hợp lý đối với công nhân trực tiếp thi công các công trình khai đào và cán bộ kỹ thuật khi thu thập số liệu.

- Do thời gian sống dài, nên khí radon có khả năng lan truyền xa trong môi trường không khí và là đối tượng gây ra liều chiếu trong ảnh hưởng tới sức khỏe con người và môi trường.

- Đối với các cán bộ thi công các công trình cần đặc biệt lưu ý đến việc chiếu xạ gây bởi khí radon, cần phải có các đo đạc thực tế để đưa ra những khuyến cáo cụ thể trong từng trường hợp.

- Trước khi xuống các công trình hào, lò cần có các biện pháp thông gió để làm giảm nồng độ radon trong các công trình.

#### **5. KẾT LUẬN**

Bài báo đã nêu cơ chế phát tán bức xạ gamma và khí phóng xạ ra môi trường trong hoạt động thăm dò, khai thác khoáng sản chứa phóng xạ.

Đối với phương thức phát tán của các nhân phóng xạ phát bức xạ gamma trong môi trường không khí của các khối đất đá chứa quặng phóng xạ đưa lên từ các công trình khai đào có khả năng ảnh hưởng trong vòng bán kính < 50m (theo mô hình tính toán), càng gần nguồn thì mức độ và khả năng ảnh hưởng càng lớn, nhất là ở những khu vực thân quặng có hàm lượng đạt giá trị công nghiệp (> 0,05%U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>).

Với kết quả tính toán lý thuyết sự suy giảm của khí phóng xạ trong môi trường không khí đã cho thấy: nồng độ radon giảm chậm trong môi trường không khí, mặt khác do chu kỳ bán rã dài, khí radon khi thoát vào môi trường không khí thường tồn tại trong một thời gian dài và di chuyển rất xa nguồn, nhất là những thung lũng địa hình và gió thổi theo những chiều cố định. Khí thoron khi thoát vào môi trường giảm rất nhanh, thông thường rất ít gặp ở độ cao vài mét, mặt khác chu kỳ bán rã ngắn (54,5s) nên tồn tại không lâu trong môi trường và di chuyển không xa khu vực phát nguồn.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Bộ Công thương, 2011. “Quy hoạch chi tiết thăm dò, khai thác, chế biến và sử dụng quặng phóng xạ giai đoạn đến 2020, có xét đến năm 2030”. Hà Nội.
2. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). Thông tư “Quy định về kiểm soát và đảm bảo an toàn trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng”, số 19/2012/TT-BKHCN, Hà Nội.
3. Bộ Khoa học và Công nghệ - Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012). Thông tư liên tịch “Quy định về đảm bảo an toàn bức xạ trong thăm dò, khai thác, chế biến quặng phóng xạ”, Hà Nội.



**INSTRUCTION FOR PREPARING FULL TEXT  
FOR VIETNAM CONFERENCE ON NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY (VINANST-13)**

4. Lê Khánh Phồn, 2004. Thăm dò phóng xạ, Nxb Giao thông Vận Tải, Hà Nội.
5. Nguyễn Văn Nam (2004), Nghiên cứu hoàn thiện quy trình công nghệ đo, xử lý và phân tích tài liệu địa vật lý trong tìm kiếm, thăm dò quặng phóng xạ”, Lưu trữ Liên đoàn Địa chất xạ hiếm, Hà Nội.
6. Nguyễn Văn Nam và nnk “Nghiên cứu đặc điểm dị thường khí phóng xạ phục vụ tìm kiếm khoáng sản và đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường trên mỏ đất hiếm chứa chất phóng xạ” Báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 18, trường Đại học Mỏ - Địa chất.
7. Nguyễn Phương và nnk (2015). Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ “Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của phóng xạ đến môi trường tại một số mỏ khoáng sản và đề xuất giải pháp phòng ngừa”. Mã số B2013-02-15.
8. Trịnh Đình Huấn và nnk (2010), “Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học phục vụ công tác đánh giá an toàn đối với hoạt động thăm dò, khai thác quặng phóng xạ vùng Thành Mỹ và đề xuất giải pháp phòng ngừa”. Lưu trữ Liên đoàn Địa chất xạ - hiếm, Hà Nội.
9. IAEA- TECDOC-1244 (2001), Impact of new environment and safety regulations on uranium exploration, mining, milling and management of its waste, IAEA, Vienna
10. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources 1996, IAEA, Vienna.

**STUDYING THE PROCESS OF DISPERSING GAMMA RADIATION,  
RADIOACTIVE GAS (RADON, THORON) IN RARE EARTH MINES**

NGUYEN VAN DUNG, DAO DINH THUAN,

*Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien street, Duc Thang ward, North Tu Liem district, Hanoi*

*E-mail: [dungnvhumg@gmail.com](mailto:dungnvhumg@gmail.com)*

**Abstract:** In order to serve the national industrialization and modernization process, many mineral mines have been promoted and exploited to serve socio-economic development, including mineral deposits. radiation. When the exploration and exploitation process is carried out, it is necessary to have the impact of artificial factors to upset the rock layers, breaking the natural position of the ore bodies, increasing the dispersion process, leaching ... makes the process of dispersing radioactive substances into the environment more and more powerful and complicated.

Studying theoretical models and empirical surveys shed light on the spread of radionuclides emitting gamma radiation, radioactive radon, thoron on rare earth ore bodies containing radioactivity. Survey results on rare earth ore bodies cause gamma radiation dose rate with amplitude  $0.6 \div 7.7 \mu\text{Sv/h}$ , radon concentration has amplitude  $(30 \div 45) \cdot 10^3 \text{Bq/m}^3$ , concentration degree thoron amplitude  $(45 \div 70) \cdot 10^3 \text{Bq/m}^3$ .

**Keywords:** *radon, thoron, gamma radiation, radioactivity, rare earth, dispersal, environment*