TCVN TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 6870 : 2001

AN TOÀN BỨC XẠ – MIỄN TRỪ KHAI BÁO, ĐĂNG KÝ VÀ XIN GIẤY PHÉP AN TOÀN BỨC XẠ

Radiation protection
Exemption from requirements of notification, registration and licencing

HÀ NỘI – 2008

Lời nói đầu

TCVN 6870 : 2001 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn TCVN/TC 85 Năng lượng hạt nhân biên soạn trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) BSS - 115 "Các tiêu chuẩn an toàn quốc tế cơ bản trong việc bảo vệ phòng chống tác hại bức xạ ion hoá và an toàn đối với các nguồn bức xạ" - 1996, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường (nay là Bộ Khoa học và Công nghệ) ban hành.

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại Khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

An toàn bức xạ – Miễn trừ khai báo, đăng ký và xin giấy phép an toàn bức xạ

Radiation protection – Exemption from requirements of notification, registration and licencing

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các điều kiện để các cơ sở bức xạ có nguồn phóng xạ và thiết bị bức xạ được miễn trừ khai báo, đăng ký và xin giấy phép an toàn bức xạ.

2 Thuật ngữ và định nghĩa

2.1 Sự miễn trừ (Exemption): là sự quy định của cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ đối với các nguồn phóng xạ không phải chịu sự kiểm soát hạt nhân do chúng gây nguy hiểm bức xạ thấp.

Theo quy định này, có thể phân biệt các nguồn chưa bao giờ chịu sự kiểm soát (sự kiểm soát không bắt buộc) với các nguồn không còn chịu sự kiểm soát nữa (không bị kiểm soát sau khi hoạt độ giảm đến mức thanh lý), do trong cả hai trường hợp, sự nguy hiểm bức xạ là không đáng kể. Trường hợp sau là đặc biệt thích hợp đối với quản lý chất thải phóng xạ, khi ấy các nguồn phóng xạ không còn chịu sự kiểm soát của Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ vì đã đạt mức thanh lý.

2.2 Mức miễn trừ (Exemption levels): là các giá trị về hoạt độ riêng hoặc hoạt độ tổng mà các nguồn phóng xạ có hoạt độ riêng hoặc hoạt độ tổng bằng hoặc nhỏ hơn các giá trị đó không phải chịu sự kiểm soát hạt nhân của Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ do sự nguy hiểm bức xạ thấp, mức miễn trừ được quy định trong bảng 1.

2.3 Mức thanh lý (Clearance level): là các giá trị về hoạt độ riêng hoặc hoạt độ tổng mà các nguồn phóng xạ có hoạt độ riêng hoặc hoạt độ tổng bằng hoặc nhỏ hơn các giá trị đó không còn chịu sự kiểm soát của Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ nữa.

2.4 Liều tích luỹ hiệu dụng, E (τ) (Committed effective dose): là đại lượng được xác định như sau:

$$E(\tau) = \Sigma_T W_T H_T(\tau)$$

trong đó :

$H_T(\tau)$ là liều tích luỹ tương đương đối với tổ chức mô T trong khoảng thời gian τ;

W_T là trọng số mô đối với mô T. Khi τ không được xác định cụ thể thì nó được lấy là 50 năm đối với người lớn và 70 năm đối với trẻ em.

2.5 Tương đương liều (Dose equivalent)

Là đại lượng được Uỷ ban Quốc tế về các đơn vị và các phép đo bức xạ (ICRU) dùng để định nghĩa các đại lượng thực hành: Tương đương liều môi trường, tương đương liều theo hướng và tương đương liều cá nhân.

Đối với mục đích an toàn bức xạ, đại lượng tương đương liều đã được thay thế bằng đại lượng liều tương đương.

2.6 Tương đương liều môi trường, H*(d) (Ambient dose equivalent)

Đại lượng H*(d) tại một điểm trong trường bức xạ được xác định như là tương đương liều tạo bởi một trường bức xạ định hướng mở rộng trong một khối cầu ICRU tại độ sâu d trên bán kính ngược với hướng của trường xạ.

Độ sâu d = 10 mm được khuyến cáo sử dụng cho trường hợp bức xạ có khả năng đâm xuyên mạnh.

2.7 Tương đương liều theo hướng, H' (dΩ) (Directional dose equivalent)

Đại lượng H' (dΩ) tại một điểm trong trường bức xạ được định nghĩa như là tương đương liều gây ra bởi một trường bức xạ mở rộng tương ứng trong khối cầu ICRU tại độ sâu d theo hướng bán kính xác định bởi góc Ω .

Đối với các bức xạ có khả năng đâm xuyên yếu, d = 0,07 mm được khuyến cáo sử dụng.

2.8 Khối cầu ICRU: Là khối cầu có đường kính 30 cm làm bằng vật liệu tương đương mô có khối lượng riêng bằng 1 $g.cm^{-3}$ và thành phần khối lượng như sau: 72,6% ôxy, 11,1% cacbon, 10,1% hydro và 2,6 % nitơ.

3 Điều kiện chung

3.1 Điều kiện chung để được miễn trừ khai báo, đăng ký và xin giấy phép (sau đây gọi tắt là được miễn trừ) an toàn bức xạ là:

3.1.1 Các rủi ro bức xạ đối với cá nhân phải đủ thấp để cho các công việc và nguồn bức xạ không phải chịu sự quản lý của Cơ quan Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ.

3.1.2 Tác động bức xạ tập thể của các công việc và nguồn bức xạ được miễn trừ phải đủ thấp để đảm bảo các công việc và các nguồn bức xạ này không chịu sự kiểm soát trong những tình huống bình thường: và

3.1.3 Các công việc bức xạ và nguồn bức xạ được miễn trừ phải tự đảm bảo an toàn, không có khả năng gây ra những tình huống dẫn tới vi phạm 3.1.1 và 3.1.2.

3.2 Các công việc bức xạ hoặc các nguồn bức xạ được dùng trong các công việc bức xạ có thể được miễn trừ không cần phải xem xét nếu chúng đảm bảo thoả mãn một trong các điều kiện sau:

3.2.1 Liều hiệu dụng gây ra bởi nguồn bức xạ cho mỗi thành viên dân chúng được miễn trừ trong một năm không vượt quá 10 μSv.

3.2.2 Liều tích luỹ hiệu dụng tập thể trong một năm thực hiện công việc bức xạ không vượt người .Sv (1man.Sv) hoặc theo đánh giá tối ưu chứng tỏ rằng việc miễn trừ là giải pháp tối ưu.

3.3 Các chất phóng xạ được sử dụng trong các công việc bức xạ hoặc các nguồn bức xạ đã được cấp giấy phép mà đã được phép thải vào môi trường thi được miễn trừ khỏi bất kỳ những yêu cầu về khai báo, đăng ký hoặc cấp giấy phép trừ khi Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ có những quy định khác.

4 Các điều kiện cụ thể

4.1 Tự động miễn trừ

Các nguồn bức xạ được sử dụng trong công việc bức xạ được miễn trừ mà không cần xem xét tới các yêu cầu quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ kể cả việc khai báo, đăng ký, cấp giấy phép nếu chúng đáp ứng một trong các điều kiện sau:

4.1.1 Chất phóng xạ mà hoạt độ riêng hoặc tổng hoạt độ phóng xạ của các hạt nhân phóng xạ có ở cơ sở ở mọi thời điểm được sử dụng trong các công việc bức xạ không vượt quá các mức miễn trừ được nêu trong bảng 1.

4.1.2 Các thiết bị bức xạ thuộc loại được Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ phê duyệt và các bóng điện tử như ống phát tia catot dùng để hiển thị hình ảnh, đảm bảo rằng:

4.1.2.1 Trong điều kiện làm việc bình thường các nguồn bức xạ không gây ra một suất tương đương liều môi trường hoặc suất tương đương liều theo hướng vượt quá 1 $\mu Sv.h^{-1}$ ở khoảng cách 0,1 m từ bề mặt tiếp xúc của thiết bị.

4.1.2.2 Năng lượng cực đại của bức xạ phát ra không lớn hơn 5 keV.

4.2 Miễn trừ có điều kiện

Miễn trừ có điều kiện được thực hiện theo các quy định cụ thể của Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ. Các quy định cụ thể đó bao gồm điều kiện liên quan tới dạng lý, hoá, điều kiện sử dụng hoặc chôn cất các vật liệu phóng xạ. Miễn trừ có điều kiện có thể được áp dụng cho các thiết bị có chứa chất phóng xạ không được miễn trừ theo 4.1 nhưng đảm bảo:

4.2.1 Các thiết bị thuộc các loại đã được Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ phê duyệt.

4.2.2 Các chất phóng xạ ở dạng nguồn kín được che chắn một cách có hiệu quả để ngăn ngừa sự tiếp xúc với chất phóng xạ đó hoặc sự rò rỉ của chúng.

Một lượng nhỏ chất phóng xạ hở được dùng trong xét nghiệm miễn dịch phóng xạ.

4.2.3 Trong điều kiện làm việc bình thường, các nguồn bức xạ không gây ra một suất tương đương liều môi trường hoặc suất tương đương liều theo hướng vượt quá 1 $\mu Sv.h^{-1}$ ở khoảng cách 0,1 m từ bề mặt tiếp xúc của thiết bị.

4.2.4 Các điều kiện cần thiết để chôn vật liệu phóng xạ đã được Cơ quan quản lý Nhà nước về an toàn và kiểm soát bức xạ quy định.

Bảng 1 - Các mức miễn trừ:

Hoạt độ riêng và hoạt độ (đã quy tròn) được phép miễn trừ đối với hạt nhân phóng xạ

Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)	Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)
H-3	1 E+06	1 E+09	Co-58	1 E+01	1 E+06
Be-7	1 E+03	1 E+07	Co-58m	1 E+04	1 E+07
C-14	1 E+04	1 E+07	Co-60	1 E+01	1 E+05
O-15	1 E+02	1 E+09	Co-60m	1 E+03	1 E+06
F-18	1 E+01	1 E+06	Co-61	1 E+02	1 E+06
Na-22	1 E+01	1 E+06	Co-62m	1 E+01	1 E+05
Na-24	1 E+01	1 E+05	Ni-59	1 E+04	1 E+08
Si-31	1 E+03	1 E+06	Ni-63	1 E+05	1 E+08
P-32	1 E+03	1 E+05	Ni-65	1 E+01	1 E+06
P-33	1 E+05	1 E+08	Cu-64	1 E+02	1 E+06
S-35	1 E+05	1 E+08	Zn-65	1 E+01	1 E+06
Cl-36	1 E+04	1 E+06	Zn-69	1 E+04	1 E+06
Cl-38	1 E+01	1 E+05	Zn-69m	1 E+02	1 E+06
Ar-37	1 E+06	1 E+08	Ga-72	1 E+01	1 E+05
Ar-41	1 E+02	1 E+09	Ge-71	1 E+04	1 E+08
K-40	1 E+02	1 E+06	As-73	1 E+03	1 E+07
K-42	1 E+02	1 E+06	As-74	1 E+01	1 E+06
K-43	1 E+01	1 E+06	As-76	1 E+02	1 E+05
Ca-45	1 E+04	1 E+07	As-77	1 E+03	1 E+06
Ca-47	1 E+01	1 E+06	Se-75	1 E+02	1 E+06
Sc-46	1 E+01	1 E+06	Br-82	1 E+01	1 E+06
Sc-47	1 E+02	1 E+06	Kr-74	1 E+02	1 E+09
Sc-48	1 E+01	1 E+05	Kr-76	1 E+02	1 E+09
V-48	1 E+01	1 E+05	Kr-77	1 E+02	1 E+09
Cr-51	1 E+03	1 E+07	Kr-79	1 E+03	1 E+05
Mn-51	1 E+01	1 E+05	Kr-81	1 E+04	1 E+07
Mn-52	1 E+01	1 E+05	Kr-83m	1 E+05	1 E+12
Mn-52m	1 E+01	1 E+05	Kr-85	1 E+05	1 E+04
Mn-53	1 E+04	1 E+09	Kr-85m	1 E+03	1 E+10
Mn-54	1 E+01	1 E+06	Kr-87	1 E+02	1 E+09
Mn-56	1 E+01	1 E+05	Kr-88	1 E+02	1 E+09

Bảng 1 - (tiếp theo)

Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)	Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)
Y-91m	1 E+02	1 E+06	In-114m	1 E+02	1 E+06
Y-92	1 E+02	1 E+05	In-115m	1 E+02	1 E+06
Y-93	1 E+02	1 E+05	Sn-113	1 E+03	1 E+07
Zr-93*	1 E+03	1 E+07	Sn-125	1 E+02	1 E+05
Zr-95	1 E+01	1 E+06	Sb-122	1 E+02	1 E+04
Zr-97*	1 E+01	1 E+05	Sb-124	1 E+01	1 E+06
Nb-93m	1 E+04	1 E+07	Sb-125	1 E+02	1 E+06
Nb-94	1 E+01	1 E+06	Te-123m	1 E+02	1 E+07
Nb-95	1 E+01	1 E+06	Te-125m	1 E+03	1 E+07
Nb-97	1 E+01	1 E+06	Te-127	1 E+03	1 E+06
Nb-98	1 E+01	1 E+05	Te-127m	1 E+03	1 E+07
Mo-90	1 E+01	1 E+06	Te-129	1 E+02	1 E+06
Mo-93	1 E+03	1 E+08	Te-129m	1 E+03	1 E+06
Mo-99	1 E+02	1 E+06	Te-131	1 E+02	1 E+05
Mo-101	1 E+01	1 E+06	Te-131m	1 E+01	1 E+06
Tc-96	1 E+01	1 E+06	Te-132	1 E+02	1 E+07
Tc-96m	1 E+03	1 E+07	Te-133	1 E+01	1 E+05
Tc-97	1 E+03	1 E+08	Te-133m	1 E+01	1 E+05
Tc-97m	1 E+03	1 E+07	Te-134	1 E+01	1 E+06
Tc-99	1 E+04	1 E+07	I-123	1, E+02	1 E+07
Tc-99m	1 E+02	1 E+07	I-125	1 E+03	1 E+06
Ru-97	1 E+02	1 E+07	I-126	1 E+02	1 E+06
Ru-103	1 E+02	1 E+06	I-129	1 E+02	1 E+05
Ru-105	1 E+01	1 E+06	I-130	1 E+01	1 E+06
Ru-106*	1 E+02	1 E+05	I-131	1 E+02	1 E+06
Rh-103m	1 E+04	1 E+08	I-132	1 E+01	1 E+05
Rh-105	1 E+02	1 E+07	I-133	1 E+01	1 E+06
Pd-103	1 E+03	1 E+08	I-134	1 E+01	1 E+05
Pd-109	1 E+03	1 E+06	I-135	1 E+01	1 E+06
Ag-105	1 E+02	1 E+06	Xe131m	1 E+04	1 E+04
Ag-110m	1 E+01	1 E+06	Xe-133	1 E+03	1 E+04
Ag-111	1 E+03	1 E+06	Xe-135	1 E+03	1 E+10
Cd-109	1 E+04	1 E+06	Cs-129	1 E+02	1 E+05

Bảng 1 - (tiếp theo)

Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)	Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)
Cs-131	1 E+03	1 E+06	Tm-171	1 E+04	1 E+08
Cs-132	1 E+01	1 E+05	Yb-175	1 E+03	1 E+07
Cs-134m	1 E+03	1 E+05	Lu-177	1 E+03	1 E+07
Cs-134	1 E+01	1 E+04	Hf-181	1 E+01	1 E+06
Cs-135	1 E+04	1 E+07	Ta-182	1 E+01	1 E+04
Cs-136	1 E+01	1 E+05	W-181	1 E+03	1 E+07
Cs-137*	1 E+01	1 E+04	W-185	1 E+04	1 E+07
Cs-138	1 E+01	1 E+04	W-187	1 E+02	1 E+06
Ba-131	1 E+02	1 E+06	Re-186	1 E+03	1 E+06
Ba-140*	1 E+01	1 E+05	Re-188	1 E+02	1 E+05
La-140	1 E+01	1 E+05	Os-185	1 E+01	1 E+06
Ce-139	1 E+02	1 E+06	Os-191	1 E+02	1 E+07
Ce-141	1 E+02	1 E+07	Os-191m	1 E+03	1 E+07
Ce-143	1 E+02	1 E+06	Os-193	1 E+02	1 E+06
Ce-144*	1 E+02	1 E+05	Ir-190	1 E+01	1 E+06
Pr-142	1 E+02	1 E+05	Ir-192	1 E+01	1 E+04
Pr-143	1 E+04	1 E+06	Ir-194	1 E+02	1 E+05
Nd-147	1 E+02	1 E+06	Pt-191	1 E+02	1 E+06
Nd-149	1 E+02	1 E+06	Pt-193m	1 E+03	1 E+07
Pm-147	1 E+04	1 E+07	Pt-197	1 E+03	1 E+06
Pm-149	1 E+03	1 E+06	Pt-197m	1 E+02	1 E+06
Sm-151	1 E+04	1 E+08	Au-198	1 E+02	1 E+06
Sm-153	1 E+02	1 E+06	Au-199	1 E+02	1 E+06
Eu-152	1 E+01	1 E+06	Hg-197	1 E+02	1 E+07
Eu-152m	1 E+02	1 E+06	Hg197m	1 E+02	1 E+06
Eu-154	1 E+01	1 E+06	Hg-203	1 E+02	1 E+05
Eu-155	1 E+02	1 E+07	Tl-200	1 E+01	1 E+06
Gd-153	1 E+02	1 E+07	Tl-201	1 E+02	1 E+06
Gd-159	1 E+03	1 E+06	Tl-202	1 E+02	1 E+06
Tb-160	1 E+01	1 E+06	Tl-204	1 E+04	1 E+04
Dy-165	1 E+03	1 E+06	Pb-203	1 E+02	1 E+06
Dy-166	1 E+03	1 E+06	Pb-210*	1 E+01	1 E+04
Ho-166	1 E+03	1 E+05	Pb-212*	1 E+01	1 E+05
Er-169	1 E+04	1 E+07	Bi-206	1 E+01	1 E+05
Er-171	1 E+02	1 E+06	Bi-207	1 E+01	1 E+06
Tm-170	1 E+03	1 E+06	Bi-210	1 E+03	1 E+06

Bảng 1 - (tiếp theo)

Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)	Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)
Bi-212*	1 E+01	1 E+05	U-240	1 E+03	1 E+07
Po-203	1 E+01	1 E+06	U-240*	1 E+01	1 E+06
Po-205	1 E+01	1 E+06	Np-237*	1 E+00	1 E+03
Po-207	1 E+01	1 E+06	Np-239	1 E+02	1 E+07
Po-210	1 E+01	1 E+04	Np-240	1 E+01	1 E+06
At-211	1 E+03	1 E+07	Pu-234	1 E+02	1 E+07
Rn-220*	1 E+04	1 E+07	Pu-235	1 E+02	1 E+07
Rn-222*	1 E+01	1 E+08	Pu-236	1 E+01	1 E+04
Ra-223*	1 E+02	1 E+05	Pu-237	1 E+03	1 E+07
Ra-224*	1 E+01	1 E+05	Pu-238	1 E+00	1 E+04
Ra-225	1 E+02	1 E+05	Pu-239	1 E+00	1 E+04
Ra-226*	1 E+01	1 E+04	Pu-240	1 E+00	1 E+03
Ra-227	1 E+02	1 E+06	Pu-241	1 E+02	1 E+05
Ra-228*	1 E+01	1 E+05	Pu-242	1 E+00	1 E+04
Ac-228	1 E+01	1 E+06	Pu-243	1 E+03	1 E+07
Th-226*	1 E+03	1 E+07	Pu-244	1 E+00	1 E+04
Th-227	1 E+01	1 E+04	Am-241	1 E+00	1 E+04
Th-228*	1 E+00	1 E+04	Am-242	1 E+03	1 E+06
Th-229*	1 E+00	1 E+03	Am-242m*	1 E+00	1 E+04
Th-230	1 E+00	1 E+04	Am243*	1 E+00	1 E+03
Th-231	1 E+03	1 E+07	Cm-242	1 E+02	1 E+05
Th- tự nhiên (kể cả Th-232)	1 E+00	1 E+03	Cm-243	1 E+00	1 E+04
Th-234*	1 E+03	1 E+05	Cm-244	1 E+01	1 E+04
Pa-230	1 E+01	1 E+06	Cm-245	1 E+00	1 E+03
Pa-231	1 E+00	1 E+03	Cm-246	1 E+00	1 E+03
Pa-233	1 E+02	1 E+07	Cm-247	1 E+00	1 E+04
U-230*	1 E+01	1 E+05	Cm-248	1 E+00	1 E+03
U-231	1 E+02	1 E+07	Bk-249	1 E+03	1 E+06
U-232*	1 E+00	1 E+03	Cf-246	1 E+03	1 E+06
U-233	1 E+01	1 E+04	Cf-248	1 E+01	1 E+04
U-234	1 E+01	1 E+04	Cf-249	1 E+00	1 E+03
U-235*	1 E+01	1 E+04	Cf-250	1 E+01	1 E+04
U-236	1 E+01	1 E+04	Cf-251	1 E+00	1 E+03
U-237	1 E+02	1 E+06	Cf-252	1 E+01	1 E+04
U-238*	1 E+01	1 E+04	Cf-253	1 E+02	1 E+05
U-nat	1 E+00	1 E+03	Cf-254	1 E+00	1 E+03
U-239	1 E+02	1 E+06	Es-253	1 E+02	1 E+05

Bảng 1 - (kết thúc)

Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)	Tên đồng vị	Hoạt độ riêng (Bq/g)	Hoạt độ (Bq)
Es-254	1 E+01	1 E+04	Cm-242	1 E+02	1 E+05
U-240	1 E+03	1 E+07	Cm-243	1 E+00	1 E+04
U-240*	1 E+01	1 E+06	Cm-244	1 E+01	1 E+04
Np-237*	1 E+00	1 E+03	Cm-245	1 E+00	1 E+03
Np-239	1 E+02	1 E+07	Cm-246	1 E+00	1 E+03
Np-240	1 E+01	1 E+06	Cm-247	1 E+00	1 E+04
Pu-234	1 E+02	1 E+07	Cm-248	1 E+00	1 E+03
Pu-235	1 E+02	1 E+07	Bk-249	1 E+03	1 E+06
Pu-236	1 E+01	1 E+04	Cf-246	1 E+03	1 E+06
Pu-237	1 E+03	1 E+07	Cf-248	1 E+01	1 E+04
Pu-238	1 E+00	1 E+04	Cf-249	1 E+00	1 E+03
Pu-239	1 E+00	1 E+04	Cf-250	1 E+01	1 E+04
Pu-240	1 E+00	1 E+03	Cf-251	1 E+00	1 E+03
Pu-241	1 E+02	1 E+05	Cf-252	1 E+01	1 E+04
Pu-242	1 E+00	1 E+04	Cf-253	1 E+02	1 E+05
Pu-243	1 E+03	1 E+07	Cf-254	1 E+00	1 E+03
Pu-244	1 E+00	1 E+04	Es-253	1 E+02	1 E+05
Am-241	1 E+00	1 E+04	Es-254	1 E+01	1 E+04
Am-242	1 E+03	1 E+06	Es-254m	1 E+02	1 E+06
Am-242m*	1 E+00	1 E+04	Fm-254	1 E+04	1 E+07
Am243*	1 E+00	1 E+03	Fm-255	1 E+03	1 E+06

* Các đồng vị phóng xạ bố mẹ và các hạt nhân con cháu của nó trong trạng thái cân bằng phóng xạ như sau:

Sr-90	Y-90
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106
Cs-137	Ba-137m
Ba-140	La-140
Ce-134	La-134
Ce-144	Pr-144
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Bi-212	Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Rn-220	Po-216

Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208(0.36), Po-212(0.64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-nat	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Th-234	Pa-234m
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
U-tự nhiên	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U-240	Np-240m
Np-237	Pa-233
Am-242m	Am-242
Am-243	Np