

Thông tin

& Khoa học
& Công nghệ

HẠT NHÂN

VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM



LÒ PHẢN ỨNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG



VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM

Website: <http://www.vinatom.gov.vn>

Email: infor.vinatom@hn.vnn.vn

SỐ 50
3/2017



BAN BIÊN TẬP

TS. Trần Chí Thành - Trưởng ban
TS. Cao Đình Thanh - Phó Trưởng ban
PGS. TS Nguyễn Nhị Điền - Phó Trưởng ban
TS. Trần Ngọc Toàn - Ủy viên
ThS. Nguyễn Thanh Bình - Ủy viên
TS. Trịnh Văn Giáp - Ủy viên
TS. Đặng Quang Thiệu - Ủy viên
TS. Hoàng Sỹ Thân - Ủy viên
TS. Thân Văn Liên - Ủy viên
TS. Trần Quốc Dũng - Ủy viên
ThS. Trần Khắc Ân - Ủy viên
KS. Nguyễn Hữu Quang - Ủy viên
KS. Vũ Tiến Hà - Ủy viên
ThS. Bùi Đăng Hạnh - Ủy viên

Thư ký: CN. Lê Thúy Mai
Biên tập và trình bày: Nguyễn Trọng Trang



Địa chỉ liên hệ:

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam
59 Lý Thường Kiệt, Hoàn Kiếm, Hà Nội
ĐT: (04) 3942 0463
Fax: (04) 3942 2625
Email: infor.vinatom@hn.vnn.vn
Giấy phép xuất bản số: 57/CP-XBBT
Cấp ngày 26/12/2003



THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ HẠT NHÂN

NỘI DUNG

1- Lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu và ứng dụng

LÊ ĐẠI DIỄN

11- Tìm hiểu về công nghệ Lò phản ứng nghiên cứu (Phần 1)

NGUYỄN NHỊ ĐIỀN

23- Thành lập Mạng lưới hợp tác nghiên cứu về an toàn điện hạt nhân khu vực Đông Nam Á

NGUYỄN HÀO QUANG, ĐOÀN QUANG TUYẾN

26- Hội thảo khoa học “Trung tâm Khoa học và Công nghệ năng lượng hạt nhân (CNEST): Các khía cạnh kinh tế - xã hội và khoa học - kỹ thuật”

NGUYỄN THỊ THU HÀ

30- Áp dụng phương pháp geopolymer hóa để đóng rắn chất thải phóng xạ

NGUYỄN BÁ TIẾN và BÙI ĐĂNG HẠNH

35- Có thể tạo lỗ đen tại LHC

CAO CHI

TIN TRONG NƯỚC VÀ QUỐC TẾ

39- Hội nghị tổng kết công tác năm 2016 và phương hướng nhiệm vụ năm 2017 của Viện NLNTVN



LÒ PHẢN ỨNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG

Trong hơn 70 năm, các lò phản ứng nghiên cứu đã trở thành trung tâm của sự đổi mới và sáng tạo cho ngành khoa học và công nghệ hạt nhân. Nghiên cứu đa ngành với sự hỗ trợ của các lò phản ứng nghiên cứu đã đưa đến những phát triển mới trong lĩnh vực điện hạt nhân, sản xuất đồng vị phóng xạ và y học hạt nhân, nghiên cứu và ứng dụng chùm neutron, kiểm tra vật liệu, kiểm chứng các chương trình máy tính (mô phỏng các quá trình và thiết bị năng lượng hạt nhân), các phân tích cơ bản khác nhau và xây dựng năng lực cho các chương trình khoa học và công nghệ hạt nhân.

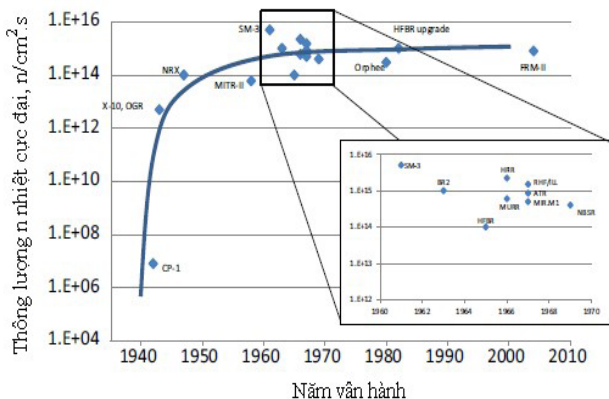
1. Lịch sử phát triển lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu

Lịch sử ra đời và phát triển các lò phản ứng hạt nhân đầu tiên bắt đầu với lò phản ứng Chicago Pile-1 (CP-1) dưới sự lãnh đạo của E. Fermi được lắp đặt vào năm 1942, đánh dấu việc tạo ra và duy trì phản ứng phân hạch hạt nhân dây chuyền đầu tiên trên thế giới. Mục tiêu của lò phản ứng này là thực hiện phản ứng phân hạch dây chuyền và tạo nguồn neutron cho mục đích

sản xuất plutoni.

Tại Nga, dưới sự lãnh đạo của I. Kurchatov, lò phản ứng hạt nhân F-1 cũng đã được lắp đặt và vận hành vào năm 1946 với mục đích sản xuất plutoni. Năm 1947, tại phòng thí nghiệm Chalk River, Canada lò phản ứng nghiên cứu NRX được xây dựng nhằm mục đích phục vụ các nghiên cứu cơ bản và đo đạc thu thập các số liệu hạt nhân. Lò này đạt công suất 20 MW (nhiệt) vào năm 1949.

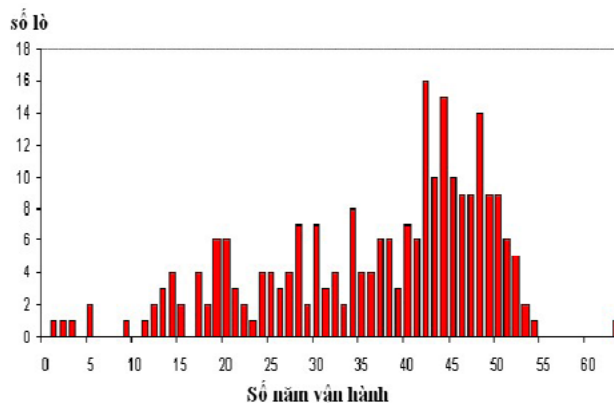
Trong khoảng 20 năm, thiết kế các lò phản ứng nghiên cứu đã phát triển đến mức thông lượng neutron trung bình đã tăng gần 9 bậc độ lớn (hình 1). Có thể thấy vào giữa những năm 1960, thông lượng neutron nhiệt trong lò phản ứng đã đạt khoảng 10^{15} n/cm².s và không tăng đáng kể cho đến nay (Lò phản ứng nghiên cứu Đà Lạt có thông lượng cực đại 2.1×10^{13} n/cm².s).



Hình 1. Sự phát triển của thông lượng neutron trong lò phản ứng nghiên cứu theo thời gian (với một số tên lò phản ứng nghiên cứu điển hình)

Trong hơn 70 năm, các lò phản ứng nghiên cứu đã trở thành trung tâm của sự đổi mới và sáng tạo cho ngành khoa học và công nghệ hạt nhân. Nghiên cứu đa ngành với sự hỗ trợ của các lò phản ứng nghiên cứu đã đưa đến những phát triển mới trong lĩnh vực điện hạt nhân, sản xuất đồng vị phóng xạ và y học hạt nhân, nghiên cứu và ứng dụng chùm neutron, kiểm tra vật liệu, kiểm chứng các chương trình máy tính (mô phỏng các quá trình và thiết bị năng lượng hạt nhân), các phân tích cơ bản khác nhau và xây dựng năng lực cho các chương trình khoa học và công nghệ hạt nhân. Đến nay, đã có 774 lò phản ứng nghiên cứu được xây dựng, trong đó có 245 lò phản ứng tại 55 quốc gia đang hoạt động vào năm 2016. Tuy nhiên, một nửa số lò phản ứng nghiên cứu đang được vận hành trên thế giới hiện đã trên 40 năm tuổi. Nhiều lò trong số đó đang được nâng cấp để đáp ứng các tiêu chuẩn công nghệ hiện nay và các

yêu cầu mới về an toàn.



Hình 2. Phân bố các lò nghiên cứu theo số năm vận hành (tuổi) với khoảng 50% số lò trên 40 năm

Liên bang Nga có số lò phản ứng nghiên cứu hoạt động cao nhất - 65 lò (bao gồm cả các cơ cấu tới hạn), tiếp theo là Mỹ (42), Trung Quốc (17), Pháp (10), Nhật Bản (8) và Đức (8). Nhiều nước đang phát triển cũng có các lò phản ứng nghiên cứu, bao gồm Algeria, Bangladesh, Colombia, Ghana, Jamaica, Libya, Ma-rốc, Nigeria, Thái Lan và Việt Nam. Một số quốc gia khác đang xây dựng hoặc lên kế hoạch xây dựng các lò phản ứng nghiên cứu đầu tiên trong tương lai gần, cụ thể là Jordan, Azerbaijan, Sudan, Bolivia, Tanzania và Ả-rập Xê-út.

2. Các đặc trưng của neutron

Lò phản ứng nghiên cứu chủ yếu được sử dụng để cung cấp các neutron. Tuy nhiên, hầu hết mọi người không thấy rõ những thành tựu của nghiên cứu neutron đã ảnh hưởng đến cuộc sống hàng ngày như thế nào. Nghiên cứu phát hiện neutron của nhà vật lý người Anh J. Chadwick vào năm 1932 đã nhận giải thưởng Nobel năm 1935. Nhiều nghiên cứu áp dụng các kỹ thuật tán xạ neutron cũng đã bắt đầu phát triển mạnh vào giữa những năm 1950. Các neutron, cùng với proton, là thành phần cấu thành của hạt nhân nguyên tử, nhưng cũng có thể tồn tại độc lập. Để hiểu tại sao

các nhà vật lý, các nhà nghiên cứu hóa học, các bác sĩ, nhà sinh vật học và các nhà địa chất học lại quan tâm tới việc sử dụng neutron trong nghiên cứu và phát triển cũng như trong nhiều ứng dụng công nghiệp, cần phải biết bản chất đặc biệt của neutron và cách chúng tương tác với vật chất:

- Neutron trung hòa về điện. Chúng có thể thâm nhập và có thể kiểm tra vật liệu (kiểm tra không phá hủy). Ví dụ, neutron hỗ trợ xây dựng và kiểm soát chất lượng của các bộ phận trong công nghiệp chế tạo ô tô hoặc máy bay.

- Neutron rất nhạy với các hạt nhân nhẹ. Vì vật liệu sống chủ yếu gồm có hydro, yếu tố nhẹ nhất trong vũ trụ, nên các neutron rất lý tưởng cho việc nghiên cứu vật chất sinh học hoặc các thiết bị khác có chứa hydro như vật liệu composite.

- Neutron có thể gây ra phản ứng hạt nhân và do đó dẫn đến việc chuyển đổi và kích hoạt các mẫu chiếu xạ. Các quá trình này cung cấp pha tạp silic cho ngành công nghiệp bán dẫn hoặc cho biết tuổi của các mẫu đá. Một trong những ứng dụng quan trọng của chuyển đổi trong các lò phản ứng nghiên cứu là sản xuất các đồng vị phóng xạ, được sử dụng trong chẩn đoán y tế và điều trị ung thư. Kích hoạt neutron giúp cải thiện chất dẻo, chẩn đoán bệnh tật, hoặc điều tra ô nhiễm bằng cách phân tích hàm lượng các chất trong mẫu.

- Các neutron có momen từ do spin của chúng. Các cấu trúc từ có thể được nghiên cứu bằng neutron và chúng giúp phát triển các thiết bị lưu trữ từ tính mới. Spin giúp cho các phép đo các tính chất vật liệu chính xác hơn.

- Các neutron có bước sóng từ 10^{-15} m đến 10^{-5} m. Thông tin cấu trúc từ mức nguyên tử đến mức vi mô có thể được nghiên cứu sử dụng neutron, với các ứng dụng phổ biến nhất là từ 10^{-11} m và 10^{-5} m.

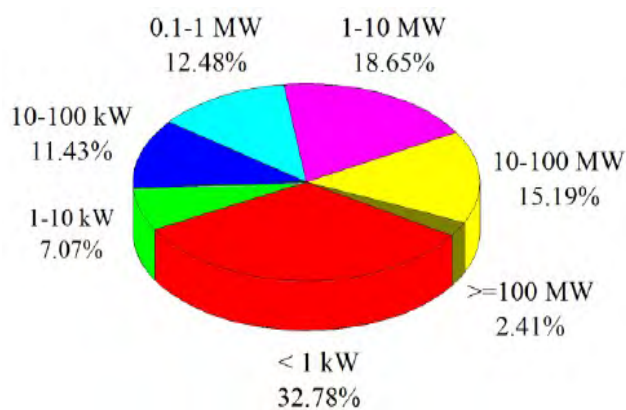
- Các neutron có các năng lượng tương tự như các kích thích cơ bản trong chất rắn. Do đó

có thể sử dụng chúng trong nghiên cứu động học của các phân tử và mạng phân tử.

Các tính chất độc đáo của neutron làm cho chúng trở thành một công cụ có giá trị trong nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ.

3. Các kiểu lò phản ứng nghiên cứu

Các lò phản ứng nghiên cứu bao gồm nhiều loại lò phản ứng khác nhau không sử dụng để phát điện. Đầu tiên việc sử dụng các lò phản ứng nghiên cứu là cung cấp nguồn neutron cho nghiên cứu và các ứng dụng khác nhau, kể cả giáo dục và đào tạo. Các lò phản ứng nghiên cứu nhỏ so với các lò phản ứng công suất trong các nhà máy điện nguyên tử. Công suất các lò phản ứng nghiên cứu được thiết kế có thể dao động từ không (chẳng hạn như các cơ cấu tới hạn) lên đến 200 MW (nhiệt). Phân bố các lò nghiên cứu theo công suất được nêu trong hình 3.



Hình 3. Phân bố theo công suất các lò nghiên cứu (tính từ 1942, theo IAEA RRDB)

Các lò phản ứng nghiên cứu cũng đơn giản hơn các lò phản ứng công suất và hoạt động ở nhiệt độ thấp hơn. Chúng cần ít nhiên liệu hơn, và tích lũy các sản phẩm phân hạch cũng ít hơn. Mặt khác, nhiên liệu của lò nghiên cứu lại cần urani làm giàu cao hơn, thường lên đến 20% U-235, so với lò phản ứng công suất (3-5%). Một số lò phản ứng nghiên cứu không chuyển

đổi vẫn sử dụng nhiên liệu urani làm giàu (HEU) có hàm lượng U-235 lên đến 90%. Các lò phản ứng nghiên cứu cũng có mật độ công suất rất cao trong vùng hoạt, đòi hỏi các tính năng thiết kế đặc biệt. Giống như lò phản ứng công suất, vùng hoạt đòi hỏi phải được làm mát, và thường cần có chất làm chậm để làm chậm neutron giúp duy trì phản ứng phân hạch. Nhiều lò phản ứng nghiên cứu cũng sử dụng lớp phản xạ để giảm rò thoát neutron ra ngoài.

Lò phản ứng nghiên cứu của các nước phương Tây chủ yếu là thiết kế TRIGA (Training, Research, Isotope of General Atomic). TRIGA là một trong những thiết kế lò nghiên cứu phổ biến nhất do General Atomic thiết kế với 66 lò tại 24 nước. Bó nhiên liệu dạng lục giác là một trong những thiết kế đặc trưng của lò VVER, kể cả các lò nghiên cứu do Nga thiết kế, chế tạo.

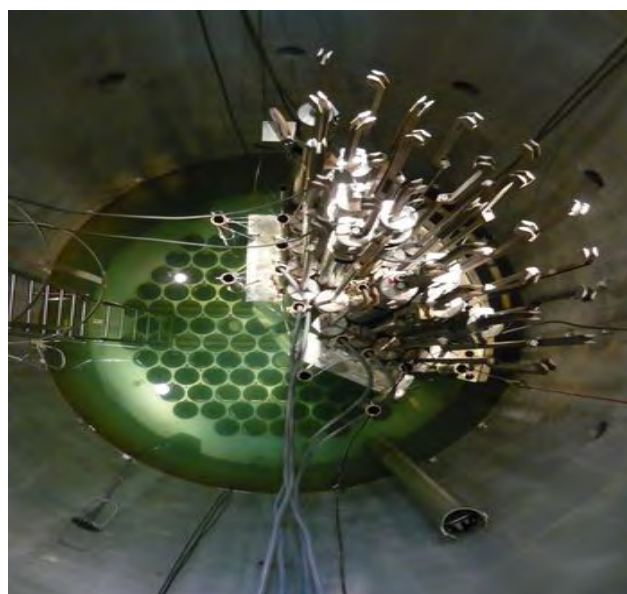


Hình 4. Lò phản ứng nghiên cứu TRIGA tại Đại học Tổng hợp Mainz, CHLB Đức

Về mặt thiết kế, các thành phần chính của lò nghiên cứu bao gồm:

- Nhiên liệu: Urani tự nhiên hoặc làm giàu (hỗn hợp dạng rắn hoặc lỏng).
- Dạng: Kim loại, hợp kim, oxit, silic.
- Vỏ bọc nhiên liệu: Nhôm, zircon, thép không gỉ.
- Chất làm chậm: nước thường, nước nặng, graphite, berili.

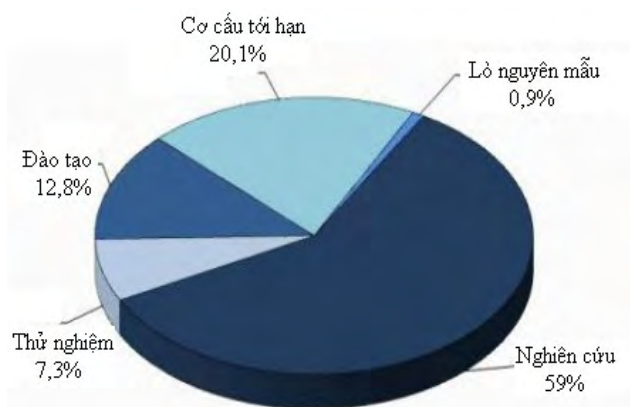
- Vật liệu hấp thụ (điều khiển): Boron, cadmi, nickel.
- Chất làm mát: Nước nhẹ, khí, sodium, PbBi.
- Thùng lò phản ứng: Chứa các thành phần cấu trúc kể cả vùng hoạt của lò phản ứng.



Hình 5. Thùng lò phản ứng LR-0 (Viện Vật lý hạt nhân, CH Sec) với các bó nhiên liệu dạng lục giác, một trong những đặc trưng thiết kế nhiên liệu hạt nhân của Nga

Có nhiều kiểu thiết kế lò phản ứng nghiên cứu so với các lò phản ứng công suất trong các nhà máy điện hạt nhân và chúng cũng có các chế độ hoạt động khác nhau, có thể ổn định hoặc vận hành ở chế độ xung. Các thiết kế thông dụng là dạng bể bơi (pool-type), thùng chứa (tank-type) và thùng chứa trong bể (tank-in-pool). Trong lò phản ứng kiểu bể bơi, vùng hoạt được đặt trong một bể nước lớn dạng hồ. Trong lò phản ứng kiểu thùng chứa, vùng hoạt được chứa trong thùng, giống như trong các nhà máy điện hạt nhân. Trong các lò phản ứng dạng thùng chứa trong bể, vùng hoạt nằm trong bể, nhưng được bao bọc trong thùng chứa với chất làm mát được bơm qua thùng. Thùng chứa chất làm chậm / phản xạ,

thường khác với chất làm mát. Giữa các phân tử nhiên liệu là các thanh điều khiển và không gian trống (kênh) cho các thí nghiệm. Trong một thiết kế đặc biệt, Lò thử nghiệm vật liệu, phân tử nhiên liệu bao gồm một số tấm nhiên liệu phủ nhôm trong một hộp đứng. Nước được dùng làm chất làm chậm và làm mát lò phản ứng, trong khi graphit hoặc berili thường được sử dụng làm chất phản xạ, hoặc các vật liệu khác cũng có thể được sử dụng. Các ống chùm tia dạng tròn hoặc ellipsoit xuyên qua lớp chắn xạ, thùng lò phản ứng để tiếp cận các chùm neutron và gamma trong vùng hoạt để tiến hành thực nghiệm trong phòng lò phản ứng. Lò phản ứng TRIGA là một thiết kế phổ biến khác. Loại lò phản ứng này rất linh hoạt: vì nhiên liệu ở dạng U-ZrH, nó có thể hoạt động ở trạng thái ổn định hoặc được tạo xung một cách an toàn đến mức công suất rất cao ở mức vài phần giây (cỡ GW). Các loại vùng hoạt khác được làm mát và làm chậm bằng nước nặng. Những loại ít phổ biến hơn là các lò phản ứng sử dụng các neutron nhanh không yêu cầu chất làm chậm và sử dụng HEU hoặc hỗn hợp urani và plutoni làm nhiên liệu. Các lò phản ứng kiểu đồng nhất có vùng hoạt ở dạng bể chứa dung dịch urani lỏng.



Hình 7. Phân loại các lò nghiên cứu đang vận hành (Nguồn: IAEA RRDB)

4. Các ứng dụng của lò nghiên cứu

Các lò phản ứng nghiên cứu cung cấp các ứng dụng đa dạng, như chùm neutron cho nghiên

cứu vật liệu và kiểm tra không phá hủy, phân tích kích hoạt neutron, sản xuất đồng vị phóng xạ dùng cho y tế và công nghiệp, chiếu xạ neutron để kiểm tra vật liệu cho các lò phản ứng phân hạch và nhiệt hạch, pha tạp silic, đổi màu đá quý, v.v... Một lĩnh vực quan trọng khác nữa mà các lò phản ứng nghiên cứu có đóng góp rất lớn là giáo dục và đào tạo trong các lĩnh vực công nghệ hạt nhân cho các nhân viên bảo trì và vận hành các cơ sở hạt nhân, nhân viên an toàn bức xạ, sinh viên và cán bộ nghiên cứu.

Bảng 1. Ứng dụng lò phản ứng trong một số lĩnh vực

Ứng dụng	Số lò phản ứng	Tỷ lệ %
Giáo dục và đào tạo	176	71
Phân tích kích hoạt neutron	128	52
Sản xuất đồng vị phóng xạ	98	40
Chụp ảnh neutron	72	29
Chiếu xạ / kiểm tra nhiên liệu / vật liệu	60	24
Tán xạ neutron	50	20
Đo số liệu hạt nhân	42	17
Pha tạp silic	30	12
Địa động học (geochronology)	26	11
Đổi màu đá quý	21	9
Trị liệu neutron (neutron therapy)	19	8
Khác	140	56

4.1. Giáo dục và đào tạo

Các lò phản ứng nghiên cứu có tiềm năng tạo ra nhận thức về những ưu điểm của công nghệ hạt nhân đối với phát triển xã hội, bao gồm nhiều ứng dụng y tế. Thông tin và đào tạo về việc sử dụng lò phản ứng nghiên cứu có thể được cung cấp cho sinh viên cũng như công chúng quan tâm. Nhiều lò phản ứng nghiên cứu được xây dựng tại các trường đại học, viện nghiên cứu đóng vai trò như công cụ chính trong giáo dục và đào tạo ngay tại các thành phố lớn. Các đóng góp cho quá trình đào tạo bao gồm:

- Đào tạo thực hành trong lĩnh vực khoa học hạt nhân, bảo vệ chống bức xạ, thiết bị hạt nhân và vật lý lò phản ứng.
- Đảm bảo sự hiểu biết rộng rãi về việc sử dụng các lò phản ứng nghiên cứu thông qua các

nghiên cứu khoa học và các thực nghiệm trình diễn.

- Phát triển, xây dựng các kiến thức nền tảng và bí quyết cơ bản (know-how) cho hoạt động của nhà máy điện hạt nhân thông qua việc huấn luyện nhân viên vận hành và nhân viên pháp quy.

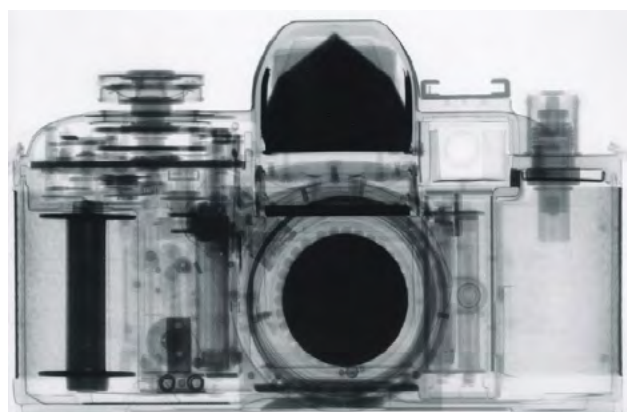
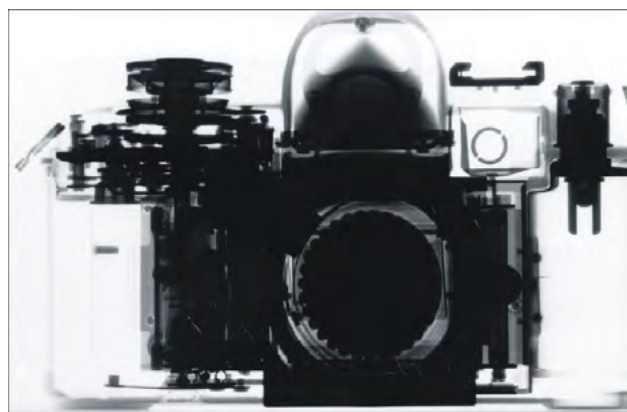
4.2. Nghiên cứu vật liệu

Notron tạo điều kiện thuận lợi cho việc nghiên cứu các tính chất vật liệu, ví dụ: Kính, chất dẻo, kim loại, protein, axit amin, hoặc vật liệu từ tính. Các nhà khoa học và kỹ sư nhận được thông tin về cấu trúc bên trong, sự sắp xếp và sự năng động của các nguyên tử cũng như cách hoạt động của chúng.

Hầu hết mọi người đều biết rằng kính hiển vi và tia X có thể được dùng để nghiên cứu chi tiết các vật thể. Tuy nhiên, những phương pháp này không phải lúc nào cũng thích hợp và đầy đủ. Phương pháp kính hiển vi tiêu chuẩn sử dụng neutron là chụp ảnh neutron. Trong nhiều trường hợp, các ứng dụng hạt nhân phát triển toàn bộ tiềm năng nếu chúng được áp dụng theo cách bổ sung cho nhau, ví dụ, kết hợp chụp X quang và neutron. Ưu điểm của neutron là chúng nhạy với các nguyên tố nhẹ, ví dụ như nước, trong khi tia X nhạy hơn với các nguyên tố nặng, ví dụ như các thành phần của thép. Do đó, kỹ thuật này có thể được sử dụng trong công nghiệp nhằm kiểm soát chất lượng. Sử dụng neutron, có thể phát hiện được lớp keo dán epoxy trong tấm kim loại của một chiếc xe hơi hoặc máy bay.

Chụp ảnh bằng tia X có từ lâu và là công cụ chủ yếu trong y tế và kiểm tra không phá mẫu. Khi xuyên qua vật chất tia X tương tác với các đám mây electron của nguyên tử. Vì vậy độ suy giảm của tia X phụ thuộc vào mật độ điện tích của đám mây các electron và độ suy giảm tăng theo số nguyên tử của vật chất. Không giống

như các tia X, các neutron chỉ tương tác với hạt nhân. Khi các neutron xuyên qua lớp vỏ kim loại của máy ảnh một cách dễ dàng, các thành phần plastic (chứa hydro) bên trong máy ảnh trở nên có thể nhìn thấy được (Hình 8. ảnh dưới), trong lúc ảnh thu được bằng tia X chủ yếu là phần kim loại của máy ảnh (Hình 8. ảnh trên).



Hình 8. Chụp ảnh bằng tia X (ảnh trên) và neutron (ảnh dưới)

Chụp ảnh bằng bức xạ (radiography) chuyển động cũng có khả năng cung cấp hình ảnh trong thời gian thực, cũng như chụp cắt lớp có thể thu thập thông tin ba chiều. Ngay cả trong các vấn đề di sản văn hoá, chẳng hạn như nghệ thuật và khảo cổ học, neutron rất quan trọng bởi vì các thành phần và sự thay đổi đặc tính của lớp sơn phủ trên bề mặt hiện vật đôi khi chỉ được phân tích bởi chiếu xạ neutron, vì chúng có thể phân biệt giữa các loại sơn khác nhau.

Phân tích kích hoạt neutron là một kỹ thuật quan trọng để phân tích các nguyên tố trong nước, không khí, đất đá, thiên thạch, và ngay cả các sản phẩm nông nghiệp và thực vật. Các mẫu được chiếu xạ trong lò phản ứng và sau đó bức xạ gamma đặc trưng phát ra từ hạt nhân kích hoạt có thể xác định được các nguyên tố vi lượng trong phạm vi một phần tỷ (ppb). Kỹ thuật này có thể được sử dụng trong phân tích môi trường để mô tả đặc tính ô nhiễm, trong khảo cổ học để tái tạo lại hình dáng của tổ tiên, và trong y sinh học để thực hiện một số chẩn đoán hormone và phát hiện bệnh.

Nhờ các neutron trong địa động học, có thể lùi xa hơn về thời gian và xác định tuổi của đá bằng năm Trái Đất (4,6 tỷ năm).

Neutron giúp kiểm tra, đánh giá và tạo ra các vật liệu mới cho nghiên cứu và công nghiệp.

Tùy thuộc vào thành phần và đặc tính của các vật liệu, chúng trở nên dễ vỡ, đàn hồi hoặc cứng, và có thể phòng rộp, thay đổi thành phần, giải phóng khí,... Mỗi hợp kim, gốm và nhựa có đặc tính riêng của nó và có thể kiểm chứng bằng các thực nghiệm chiếu xạ. Hầu hết các lò phản ứng trong các nhà máy điện hạt nhân ban đầu được xây dựng với tuổi thọ 30-40 năm, nhưng xu hướng hiện nay là kéo dài đến 50-60 năm. Sự kéo dài thời gian vận hành của các nhà máy điện hạt nhân dựa trên các kiểm tra về đáp ứng của vật liệu được thực hiện tại các lò phản ứng nghiên cứu. Ngoài ra, các lò phản ứng nghiên cứu cũng được sử dụng để phát triển, thử nghiệm, hiệu chuẩn và đánh giá các detector và các thiết bị đo đạc khác. Mặc dù chi phí trong nghiên cứu, phát triển và sản xuất vật liệu có chi phí đầu tư tương đối thấp, nhưng chúng cho đóng góp lớn, không thể thiếu đối với các doanh nghiệp, xã hội và nền kinh tế, chẳng hạn như trong công nghệ thông tin và nghiên cứu năng lượng.

Chiếu xạ pha tạp silic (silicon doping) cũng có thể thực hiện trên các thiết bị chiếu xạ neutron. Một số nguyên tử silic được chuyển thành phốt pho trong một thời silic, thay đổi độ dẫn của nó theo yêu cầu cho sự phát triển ngành công nghiệp bán dẫn. Các lò phản ứng nghiên cứu có thể thiết kế để chiếu xạ các thỏi lớn, và các kỹ thuật đã cải thiện để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của ngành công nghiệp điện tử.

4.3. Khám phá cấu trúc vật chất

Các kỹ thuật tán xạ neutron là những phương pháp mạnh để phân tích chất rắn và chất lỏng đông đặc. Nói chung các neutron đơn năng được sử dụng cho các thí nghiệm tán xạ. Các neutron tới tán xạ mà không thay đổi năng lượng (tán xạ đàn hồi), cung cấp thông tin về sự sắp xếp các nguyên tử trong vật liệu. Khi neutron trải qua sự thay đổi năng lượng trong quá trình tán xạ (tán xạ không đàn hồi), điều này có thể mang lại thông tin về sự chuyển động của các nguyên tử trong chất lỏng, tức là sự năng động của nguyên tử.

Tại sao hiểu biết về cơ cấu nội tại của vật chất rất quan trọng? Bởi vì cấu trúc ở mức độ vi lượng và nguyên tử quyết định các tính chất vĩ mô của vật liệu, bao gồm phản ứng của chúng như thế nào: kim cương và graphite trong bút chì đều chỉ gồm các nguyên tử cacbon, nhưng một cái là trong suốt và cái kia là màu đen, một cái thì cứng và một cái thì giòn, do cấu trúc hoàn toàn khác nhau của chúng. Hình dạng bông tuyết tương ứng với các cấu trúc tinh thể khác nhau, và một số kim loại trở nên cứng hơn khi chúng bị chiếu xạ vì những thay đổi cấu trúc. Các neutron, do các đặc tính độc đáo của chúng, góp phần vào sự khám phá và hiểu biết về các thông tin chi tiết liên quan đến cấu trúc của vật chất.

Bằng việc tiến hành tán xạ neutron, các nhà sinh học học hiểu xương bị khoáng hoá trong quá trình phát triển, hoặc cách chúng tự sửa chữa

và phân rã trong suốt quá trình loãng xương. Các nhà hóa học cải thiện pin và pin nhiên liệu, trong khi các nhà vật lý tạo ra các nam châm mạnh hơn có thể được sử dụng trong tương lai. Các chuyên gia về neutron nghiên cứu các protein cần thiết cho các chức năng phức tạp của não. Cấu trúc là chìa khóa của nhiều đột phá trong khoa học. Một cộng đồng hàng ngàn nhà nghiên cứu đang sử dụng lò phản ứng nghiên cứu. Khi việc sử dụng tán xạ neutron được sử dụng ở các khu vực khác nhau, những ý tưởng mới đòi hỏi sự hợp tác mới và nghiên cứu phối hợp mới kết hợp các ngành khoa học khác nhau.

4.4. Sản xuất đồng vị phóng xạ và ứng dụng y học

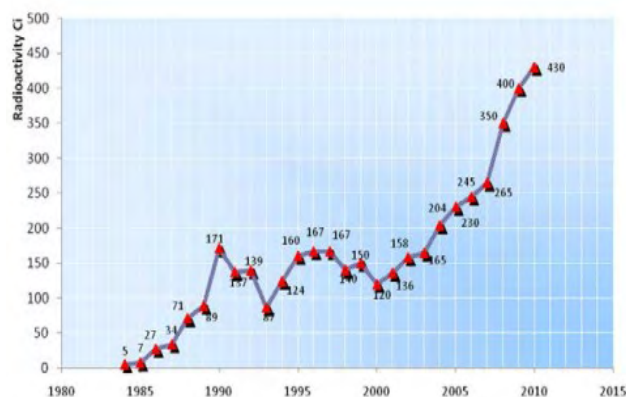
Các đồng vị phóng xạ được sản xuất trong các lò phản ứng nghiên cứu giúp chẩn đoán và điều trị nhiều bệnh thông thường kể cả ung thư.

Theo Tổ chức Y tế thế giới, ung thư là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong trên toàn thế giới. Tế bào ung thư rất nhạy với tổn thương chiếu xạ, và đó là lý do tại sao các liệu pháp thường sử dụng đồng vị phóng xạ. Đồng vị phóng xạ cũng rất hữu ích để chẩn đoán nhiều căn bệnh. Các con số thống kê sau cho thấy ứng dụng của các đồng vị phóng xạ trong y học:

- 10.000 bệnh viện sử dụng đồng vị phóng xạ.
- 90% thủ tục y học hạt nhân là chụp hình chẩn đoán, trong đó 80% sử dụng Tc-99m, tức là 80.000 thủ thuật mỗi ngày.
- Hiện có hơn 200 đồng vị phóng xạ đang được sử dụng.

Việc sản xuất lượng đồng vị phóng xạ nhằm sử dụng thương mại đòi hỏi phải có một lò phản ứng nghiên cứu đặc biệt thích ứng với thông lượng neutron cao và các hot cell. Đồng vị phóng xạ quan trọng nhất và được sử dụng rộng rãi là technetium-99m (Tc-99m). Tc-99m thu được

từ đồng vị molybden-99 (Mo-99), một đồng vị thường được tạo ra thông qua phân hạch urani trong các lò phản ứng nghiên cứu. Thời gian bán rã ngắn của Tc-99m (6 giờ) và bức xạ năng lượng thấp sẽ làm giảm liều chiếu xạ của bệnh nhân trong khi chẩn đoán. Nó có các ứng dụng trong việc đánh giá các tình trạng bệnh lý của tim, thận, phổi, gan, lá lách và xương, và cũng được sử dụng cho các nghiên cứu về máu. Tuy nhiên, thời gian sống ngắn của Mo-99 (66 giờ) làm cho việc phân phối khó khăn và không thể lưu giữ trong kho. Ngoài ra, hiện nay phần lớn nguồn cung cấp Mo-99 toàn cầu do 5 nhà sản xuất công nghiệp sản xuất sử dụng tám lò nghiên cứu cho chiếu xạ. Kể từ năm 2008, đã có sự thiếu hụt trên diện rộng của Mo-99.



Hình 9. Hoạt độ tổng cộng của các đồng vị phóng xạ (ảnh trên) và các chế phẩm của lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt sử dụng trong y tế (ảnh dưới)

Liệu pháp điều trị ung thư bằng tương tác neutron - boron (BNCT) là một phương pháp điều trị ung thư thử nghiệm ở các vùng rất cụ thể của cơ thể người, chẳng hạn như não và miệng. Kỹ thuật này, mặc dù vẫn đang trong giai đoạn thử nghiệm, đang được nghiên cứu tại một vài lò phản ứng nghiên cứu trên thế giới và bao gồm việc nạp bo vào khối u, và sau đó chiếu xạ nó với neutron. Các hạt alpha ion hóa mạnh được tạo ra bởi sự tương tác giữa các neutron và boron. Các hạt có khoảng rất ngắn trong mô của con người, và do đó năng lượng cao cục bộ làm cho BNCT hiệu quả trong việc giết chết các tế bào khối u chỉ trong một vài lần chiếu.

4.5. Nghiên cứu nhiên liệu hạt nhân

Không giống như nhiên liệu sử dụng trong lò phản ứng hạt nhân công suất (3-5% U-235 làm giàu), nhiều lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu dân sự đã vận hành bằng cách sử dụng nhiên liệu uranium làm giàu cao (HEU, trên 20% U-235). Làm giàu cao hơn có thể cho phép vùng hoạt nhỏ hơn với thông lượng neutron cao hơn, thời gian sử dụng nhiên liệu lâu hơn và khả năng sử dụng đa dạng hơn. Tuy nhiên, hầu hết các lò phản ứng nghiên cứu hiện đang vận hành sử dụng nhiên liệu urani làm giàu thấp (LEU) hoặc có thể chuyển sang sử dụng nhiên liệu LEU trong khi vẫn duy trì các đặc tính hoạt động mong muốn. Do những lo ngại về an ninh xung quanh việc sử dụng HEU, vào năm 1980, Liên hợp quốc đã tài trợ cho chương trình Đánh giá chu trình nhiên liệu hạt nhân quốc tế và đi đến kết luận rằng việc làm giàu uranium U-235 trong nhiên liệu lò phản ứng nghiên cứu nên giảm xuống dưới 20% để chống lại sự gia tăng vũ khí hạt nhân. Kết luận này được đưa ra sau khi có chương trình giảm độ giàu của các lò nghiên cứu và thử nghiệm của Hoa Kỳ năm 1978.

Đến năm 2015, có 93 trong số khoảng 150 lò phản ứng nghiên cứu, vận hành sử dụng

nhiên liệu HEU, và các cơ sở liên quan đã được chuyển thành nhiên liệu LEU. Đối với những lò phản ứng không thể chuyển đổi sử dụng các nhiên liệu LEU hiện có, các nỗ lực quốc tế đang được tiến hành để phát triển một loại nhiên liệu LEU thế hệ mới dựa trên hợp kim uranium molybden. Nhiên liệu của lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt cũng đã chuyển đổi thành công từ HEU (36%) sang sử dụng nhiên liệu LEU (dưới 20%).

5. An toàn các lò nghiên cứu và vai trò của IAEA

Như với tất cả các ứng dụng của công nghệ hạt nhân, an toàn là điều tối quan trọng. Theo định nghĩa trong Các nguyên tắc an toàn của IAEA (IAEA Safety Fundamentals No. SF-1), mục tiêu an toàn chính trong các cơ sở hạt nhân là bảo vệ con người và môi trường khỏi tác hại của bức xạ ion hoá bằng cách thiết lập và duy trì biện pháp bảo vệ hiệu quả chống lại các nguy cơ về phóng xạ. Mục tiêu an toàn này đòi hỏi các thiết bị hạt nhân được thiết kế và vận hành sao cho tất cả các nguồn bức xạ được kiểm soát về mặt kỹ thuật và quản lý nghiêm ngặt.

Tương lai của lò phản ứng nghiên cứu đang thay đổi trong thị trường có tính cạnh tranh về kinh tế và đòi hỏi an toàn cao hơn. Để tồn tại trong môi trường khó khăn ngày nay, các lò phản ứng nghiên cứu phải được quản lý, lên kế hoạch, nghiên cứu, tài trợ và tiếp thị. IAEA đang giúp các quốc gia thành viên theo đuổi chiến lược sử dụng hợp lý các lò nghiên cứu. IAEA cũng hỗ trợ các nước phát triển các kế hoạch chiến lược cho sự bền vững lâu dài của lò phản ứng nghiên cứu.

Nhiệm vụ Đánh giá An toàn Tích hợp Lò phản ứng nghiên cứu (INSARR) là một dịch vụ an toàn của IAEA được cung cấp theo yêu cầu cho tất cả các quốc gia thành viên. Trong hoạt động này, sự an toàn của lò phản ứng được xem xét, đánh giá lại dựa trên các tiêu chuẩn an toàn

của IAEA. Các khu vực đánh giá chính bao gồm thiết kế, phân tích an toàn, giám sát pháp quy, vận hành và bảo dưỡng lò phản ứng, bố trí và thực hiện thực nghiệm và sửa đổi, an toàn bức xạ và quản lý chất thải phóng xạ.

IAEA cũng tiếp tục hỗ trợ một số sáng kiến nhằm hỗ trợ các quốc gia thành viên trong các dự án chuyển đổi cơ bản và hồi hương nhiên liệu, khuyến khích hợp tác thông qua các dự án nghiên cứu phối hợp cũng như hỗ trợ việc sử dụng an toàn lò phản ứng nghiên cứu thông qua các dự án hợp tác kỹ thuật quốc gia và khu vực. Ngoài ra, IAEA tiếp tục khuyến khích áp dụng Quy tắc ứng xử (Code of Conduct) về an toàn của lò phản ứng nghiên cứu và các tiêu chuẩn an toàn liên quan. Thông qua kế hoạch chiến lược, IAEA hỗ trợ các quốc gia thành viên trở thành một phần của các liên minh và mạng lưới lò nghiên cứu để cải thiện việc sử dụng, hiện đại hóa và tính bền vững của các lò nghiên cứu hiện tại. Các quốc gia không có lò nghiên cứu được khuyến khích tham gia vào các liên minh này như là bước đầu tiên trong việc phát triển năng lực quốc gia của họ, như là một đối tác hoặc là người dùng cuối của các sản phẩm và dịch vụ lò nghiên cứu. Các lò phản ứng nghiên cứu là công cụ đào tạo, nghiên cứu và công nghệ rất có giá trị mang lại lợi ích kinh tế - xã hội và góp phần quan trọng vào việc xây dựng, duy trì và phát triển tiềm lực khoa học công nghệ của quốc gia.

Các lò phản ứng nghiên cứu đã và sẽ tiếp tục đóng một vai trò rất quan trọng trong những thập kỷ tới. Hiện tại, 6 lò phản ứng nghiên cứu mới đang được xây dựng, 11 lò đã được xây dựng trong 10 năm qua và 19 lò đã hoàn thành trong giai đoạn 2005 - 2014. Một số lò phản ứng mới này được thiết kế để cung cấp thông lượng neutron cao và sẽ là lò phản ứng đa mục tiêu hoặc dành riêng cho những nhu cầu cụ thể cho thế hệ kế tiếp của các lò phản ứng hạt nhân phân hạch và tổng

hợp nhiệt hạch trong tương lai.

Lê Đại Diễn

Trung tâm Đào tạo hạt nhân

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Research Reactors: Purpose and Future. IAEA, 2016.
2. Pablo Adelfang. Main Challenges Facing Research Reactors. October 23-24, 2014 The National Academy of Sciences, Washington, DC.
3. Nguyen Nhi Dien et al. Utilisation of the Dalat Research Reactor After Its Core Conversion. Joint IGORR 2014/ IAEA Technical Meeting, 17–21 November 2014, Bariloche, Argentina.
4. Danas Ridikas. Introduction to Research Reactors. IAEA, Vienna, Austria.



TÌM HIỂU VỀ CÔNG NGHỆ LÒ PHẢN ỨNG NGHIÊN CỨU

(Phần 1: Các thông tin chung)

Năm 1934, Enrico Fermi và các cộng sự của ông đã phát hiện ra hiện tượng khi bắn phá nơtron nhiệt (năng lượng 0,025 eV) vào urani sẽ tạo ra các nguyên tố siêu urani. Đầu năm 1939, Lise Meitner và Otto Frisch đã đi đến kết luận rằng nơtron kích thích sự phân chia hạt nhân của urani thành từng cặp có khối lượng gần bằng nhau. Những công việc phối thai này đã tạo nên sự quan tâm đặc biệt để nghiên cứu phản ứng hạt nhân dây chuyền tự duy trì có khả năng điều khiển, mà kết quả là vào ngày 2/12/1942, tại Trường Đại học Chicago (Hoa Kỳ), đã khởi động thành công thiết bị duy trì phản ứng hạt nhân dây chuyền CP-1 dưới sự dẫn dắt của Enrico Fermi, đánh dấu thời điểm Lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu (LPUNC) đầu tiên ra đời.

Theo số liệu thống kê năm 2016 của Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA), đã có 757 LPUNC được xây dựng (trong đó có 612 lò tại 28 nước phát triển và 145 lò tại 40 nước đang phát triển), bao gồm 246 lò đang vận hành, 9 lò đang xây dựng, 144 lò đã dừng hoạt động nhưng chưa tháo dỡ, và 358 lò đã tháo dỡ. Thời

điểm có số lượng LPUNC vận hành nhiều nhất là năm 1975 với 373 lò vận hành trong 55 nước. Trong số lò phản ứng đang vận hành và xây dựng nêu trên, có 159 lò thuộc các nước phát triển và 96 lò thuộc các nước đang phát triển, cho thấy xu hướng số lượng LPUNC giảm nhanh ở các nước phát triển, trong lúc đó các nước đang phát

triển vẫn sử dụng LPUNC như là thiết bị hạt nhân chính để thực hiện các nghiên cứu, ứng dụng và đào tạo nguồn nhân lực hạt nhân cho quốc gia.

Số lượng 246 lò đang vận hành và 9 lò đang xây dựng được phân bố theo vùng và khu vực như sau: Bắc Mỹ – 49, châu Mỹ Latinh – 19, Tây Âu – 40, Đông Âu – 79, châu Phi – 9, Trung Đông và Nam Á – 17, Đông Nam Á và Thái Bình Dương – 6, vùng viễn Đông – 36. Tính theo quốc gia thì Liên bang Nga đang vận hành 63 lò, sau đó là Hoa Kỳ – 42, Trung Quốc – 17, Pháp – 10, Đức – 8, v.v... Trong vùng Đông Nam Á, quốc gia có số lượng LPUNC nhiều nhất là Indonesia, đang vận hành 3 lò phản ứng.

Khác với lò phản ứng năng lượng trong các nhà máy điện hạt nhân là sử dụng nhiệt năng để tạo ra năng lượng điện, LPUNC sử dụng các bức xạ hạt nhân và các sản phẩm phân hạch để tạo ra nhiều sản phẩm thứ cấp nên chúng rất đa dạng và có nhiều cách phân loại, ví dụ:

Theo tiêu chí sử dụng, chất tải nhiệt và cơ chế làm mát vùng hoạt, LPUNC có thể được phân thành lò chuyên dụng cho một hoặc chỉ một vài mục đích nhất định, lò đa mục tiêu, lò nước nhẹ, lò nước nặng, lò dùng cơ chế đối lưu tự nhiên, lò đối lưu cưỡng bức, v.v...

Theo tiêu chí về công suất làm việc, LPUNC có thể phân ra: lò công suất không (với mức công suất < 10 kW nhiệt – sau đây viết là kWt), lò công suất thấp (từ 10 kWt - 1 MWt), lò công suất trung bình (từ 1 - 5 MWt), lò công suất cao (trên 5 MWt), lò làm việc ở chế độ xung có công suất đến GWt trong thời gian ngắn, v.v... Tuy nhiên, việc phân loại các mức công suất nêu trên chỉ là tương đối.

Theo mục đích sử dụng, có thể phân loại là lò nghiên cứu, lò thử nghiệm, lò huấn luyện và đào tạo, cơ cấu tới hạn, v.v...

Theo cấu tạo lò phản ứng, có thể phân loại gồm lò loại bể, lò loại thùng, lò TRIGA, lò WWR, lò SLOWPOKE, lò HOMOG., lò ARGONAUT,

v.v...

Từ các cách phân loại đa dạng như trên, trong số 246 LPUNC đang vận hành được thống kê như sau: 98 lò (chiếm 40%) có nghiên cứu và sản xuất đồng vị phóng xạ, 128 lò (chiếm 52%) có nghiên cứu và dịch vụ phân tích kích hoạt neutrôn, 72 lò (chiếm 29%) có nghiên cứu và ứng dụng chụp ảnh neutrôn, 60 lò (chiếm 24%) có nghiên cứu và ứng dụng chiếu xạ thử nghiệm vật liệu và nhiên liệu hạt nhân, 50 lò (20%) có ứng dụng nghiên cứu vật liệu bằng kỹ thuật tán xạ và nhiễu xạ neutrôn trên các kênh ngang, 42 lò (chiếm 17%) có ứng dụng nghiên cứu và đo đạc số liệu hạt nhân, 30 lò (chiếm 12%) có nghiên cứu và dịch vụ chiếu xạ pha tạp silic đơn tinh thể, 21 lò (chiếm 9%) có nghiên cứu và dịch vụ chiếu xạ tạo màu đá quý, có 19 lò (chiếm 8%) có nghiên cứu và dịch vụ về lĩnh vực xạ trị bằng bắt neutrôn của đồng vị 10B (BNCT), có 176 lò (chiếm 71%) thực hiện các khóa đào tạo và huấn luyện, v.v... Như vậy, mục đích đào tạo nguồn nhân lực hạt nhân chiếm tỷ lệ cao nhất, sau đó là tạo ra các sản phẩm và dịch vụ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội như phân tích nguyên tố, sản xuất đồng vị phóng xạ, v.v...

Vì vậy, tùy nhu cầu và mục đích sử dụng, tiềm lực tài chính và khả năng về nhân lực mà mỗi quốc gia sẽ có định hướng xây dựng các loại LPUNC khác nhau về mức công suất, về chủng loại, về công nghệ, về các mục tiêu ứng dụng, v.v... hoặc xây dựng nhiều loại LPUNC để cùng vận hành. Tuy nhiên, đối với các nước đang phát triển, do khó khăn về kinh phí và nguồn nhân lực vận hành, sử dụng nên không thể xây dựng cùng lúc nhiều LPUNC trên lãnh thổ của mình mà chọn phương án xây dựng lò đa mục tiêu để đáp ứng được nhiều mục đích sử dụng.

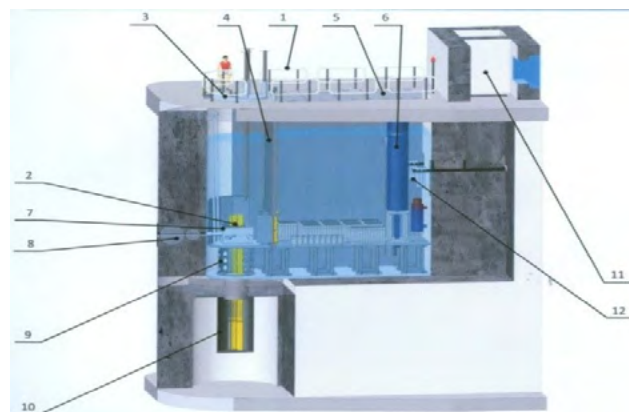
Tính đa dạng về loại lò phản ứng cũng đồng nghĩa với tính đa dạng và phức tạp trong công nghệ và thiết kế. Vì vậy, khi tìm hiểu về công nghệ LPUNC cần nắm được các khái niệm chung và các đặc trưng cơ bản của chúng.

1. Các loại lò phản ứng nghiên cứu

Có thể chia LPU_{NC} thành 2 loại, loại thùng lò (tank type) và loại bể lò (pool type). Loại bể lò còn được chia ra thành loại lò phản ứng có thùng lò với nắp đậy kín bên trên nằm trong bể lò (closed-tank in pool) và loại có thùng lò nằm bên trong bể nhưng không có nắp đậy (open-tank in pool). Các lò phản ứng loại thùng được đặc trưng bằng một vùng hoạt chứa nhiên liệu nằm bên trong một thùng kín. Các lớp che chắn bê-tông và kim loại bao quanh phía ngoài thùng lò. Việc thao tác trong vùng hoạt chỉ có thể thực hiện được khi nâng các nắp che chắn. Ưu điểm của lò phản ứng loại thùng là có thể vận hành ở nhiệt độ và áp suất cao vì hệ thống truyền nhiệt vòng sơ cấp rất kín và cách ly với khí quyển, giống như lò năng lượng trong các nhà máy điện hạt nhân. Vì vậy, loại lò này thường được thiết kế cho một vài mục đích chuyên dụng và hiện nay gần như không còn sử dụng.

Các LPU_{NC} với thùng lò không có nắp đậy nằm bên trong bể (open-tank-in-pool) có nhiều ưu điểm hơn loại thùng kín do giá thành thấp, việc thao tác trong vùng hoạt tương đối dễ dàng, có thể nhìn xuyên qua các lớp che chắn ở phía trên bể lò và bể lò chứa nước làm mát không chịu áp suất lớn. Nước trong bể lò còn là lớp che chắn phóng xạ rất cần thiết ở phía trên vùng hoạt, loại bỏ yêu cầu phải dùng các lớp che chắn bằng kim loại và bê-tông giống như với lò loại thùng, thuận lợi cho người vận hành và sử dụng. Do khả năng thao tác rất thuận tiện trong vùng hoạt của loại lò open-tank-in-pool nên hầu hết các thiết kế của những lò phản ứng thế hệ mới sau năm 2000 đến nay như lò FRM-II công suất 20 MWt của Đức, lò OPAL công suất 20 MWt của Úc, lò CARR công suất 60 MWt của Trung Quốc, lò RA-10 công suất 30 MWt của Argentina, lò RMB công suất 30 MWt của Brazil, v.v... đều lựa chọn loại này. Tuy nhiên đối với loại lò này cần phải quan tâm đến việc làm giảm trường bức xạ gamma quanh lò gây ra do đồng vị ¹⁶N (chu

kỳ bán rã 7,1 giây, phân rã gamma năng lượng cao 5-7 MeV) và các sản phẩm kích hoạt của các đồng vị sống ngắn khác. Nhược điểm này được khắc phục bằng việc đưa vào thiết kế một bể làm trễ dòng nước từ lõi ra vùng hoạt, hay còn gọi là bể phân rã (decay tank) vào chu trình mát mát vòng sơ cấp của lò phản ứng.

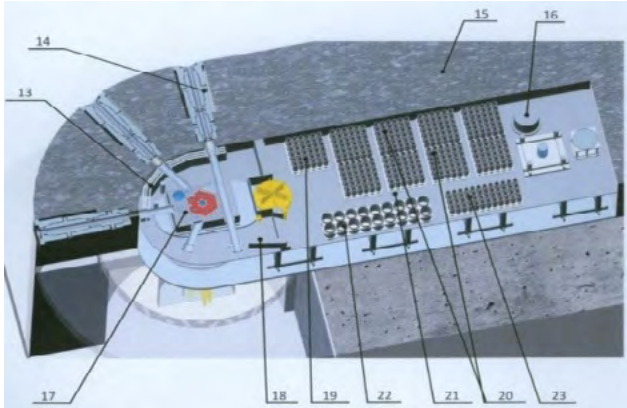


Hình 1a. Hình chiếu đứng của cấu trúc lò phản ứng loại bể hở (open pool)

1- hàng rào bảo vệ; 2- kênh chiếu xạ kích thước lớn; 3- tấm đậy bảo vệ; 4- bức vách ngăn; 5- tấm phủ không thấm nước; 6- bình làm mát khăn cấp; 7- kênh dẫn của dầu dò neutrôn; 8- cửa của kênh thí nghiệm nằm ngang; 9- thùng lò phản ứng; 10- các động cơ thanh điều khiển; 11- hot-cell đặt trên bể lò; 12- đường vận chuyển các bia đồng vị phóng xạ đã chiếu vào hot-cell.

Các Hình 1a và 1b trình bày hình chiếu đứng và ngang tương ứng của loại lò open-tank-in-pool. Vách ngăn (4) chia bể lò thành 2 phần, phần bên trái là bể chính, nơi chứa vùng hoạt (17), các buồng ion hóa đo neutrôn (13) và các cấu trúc liên quan được bao bởi thùng lò (9); phần bên phải là bể phụ, nơi lưu giữ tạm thời các bó nhiên liệu khi chuyển tải (19) và các bó nhiên liệu đã chiếu xạ (20), các vật liệu và bia sản xuất đồng vị sau khi chiếu xạ (22, 23) và bể nước làm mát khăn cấp (6). Bể chính và bể phụ được nối với nhau qua cửa trung chuyển và hành lang vận chuyển dưới nước (18, 21) để đảm bảo an toàn và dễ dàng vận chuyển trong khi thao tác trong

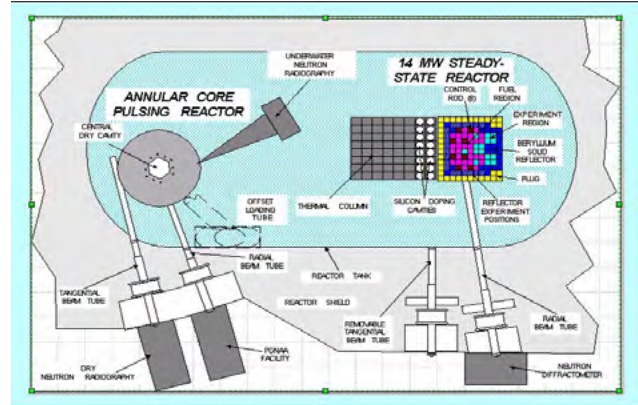
bể lò. Với mục đích bảo vệ sinh học, bể lò được bao bằng kết cấu bê-tông nặng với độ dày từ 2-3 m tùy vị trí. Ngoài ra, bể lò còn có chức năng giam giữ các sản phẩm phân hạch trong trường hợp xảy ra sự cố. Các dòng nơtron từ lò phản ứng được dẫn ra ngoài qua các ống kênh nằm ngang (14) để thực hiện các nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng và đào tạo nhân lực.



Hình 1b. Hình chiếu ngang của cấu trúc lò phản ứng loại bể hở (open pool)

13- buồng ion hóa; 14- kênh ngang dẫn dòng nơtron từ lò ra ngoài; 15- tường bê-tông bảo vệ sinh học; 16- lối ra đường ống; 17- vùng hoạt lò phản ứng; 18- cánh cửa của lối vận chuyển giữa bể chính (bể lò) và bể phụ (bể dịch vụ); 19- nơi lưu giữ tạm thời các bó nhiên liệu; 20- nơi lưu giữ các bó nhiên liệu đã qua sử dụng; 21- hành lang vận chuyển; 22- nơi làm nguội các vật liệu sau chiếu xạ (thời silic, ...); 23- nơi làm nguội các bia sản xuất đồng vị sau chiếu xạ.

Hình 1c trình bày mặt cắt ngang của bể lò TRIGA loại mở, còn gọi là lò bể bơi (swimming pool), gồm 2 vùng hoạt cùng chung trong 1 bể, còn gọi là “TRIGA dual core”, gồm lò có công suất ổn định 14 MWt và lò xung công suất đến 2000 MWt được xây dựng tại Viện Nghiên cứu hạt nhân Pitesti của Rumani. Công suất 14 MWt là mức cao nhất của loại lò TRIGA do Công ty General Atomics của Hoa Kỳ thiết kế và xây dựng. Thể tích nước trong bể lò phải đủ lớn để làm mát đồng thời cả 2 vùng hoạt.

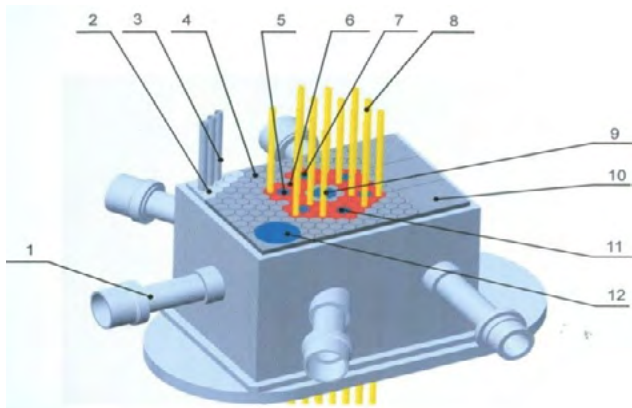


Hình 1c. Mặt cắt ngang của lò TRIGA bể hở với 2 vùng hoạt độc lập

14-MW steady state reactor- lò công suất 14 MWt; Annular core pulsing reactor- lò xung công suất đến 2000 MWt.

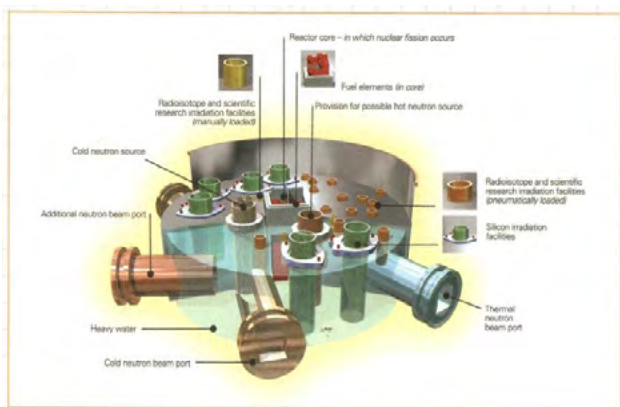
2. Vùng hoạt và vành phản xạ

Vùng hoạt (Hình 2a) là nơi tạo ra phản ứng hạt nhân dây chuyền được duy trì, là nơi lắp đặt các bó nhiên liệu, các thanh điều khiển, các hốc chiếu cần thông lượng nơtron cao. Bao quanh vùng hoạt là miền phản xạ nơtron (hay còn gọi là vành phản xạ) để hạn chế thất thoát nơtron ra khỏi vùng hoạt. Kích thước chiều rộng của vùng hoạt phụ thuộc vào công suất lò và các yêu cầu về ứng dụng. Xu hướng hiện nay là thiết kế sao cho kích thước vùng hoạt nhỏ (compact core) để có mật độ thông lượng nơtron cao. Kích thước chiều cao của vùng hoạt phụ thuộc vào chiều dài của bó nhiên liệu sử dụng, phổ biến đối với những LPUNC đa chức năng hiện nay trong khoảng 60-70 cm. Sử dụng các bó nhiên liệu có tiết diện hình lục giác loại VVR-M2 hoặc VVR-KN với độ giàu 19,75% U-235 do Liên bang Nga chế tạo. Ngoài nhiên liệu và các thanh điều khiển, trong vùng hoạt còn lắp đặt các kênh chiếu xạ với thông lượng nơtron cao để thử vật liệu và sản xuất đồng vị phóng xạ. Các kênh kích thước lớn để chiếu xạ pha tạp đơn tinh thể silic và các kênh chiếu để phân tích kích hoạt, sản xuất đồng vị phóng xạ với yêu cầu thông lượng nơtron thấp được đặt trong vùng phản xạ.



Hình 2a. Hình chiếu 3D của vùng hoạt với vành phản xạ bằng berili

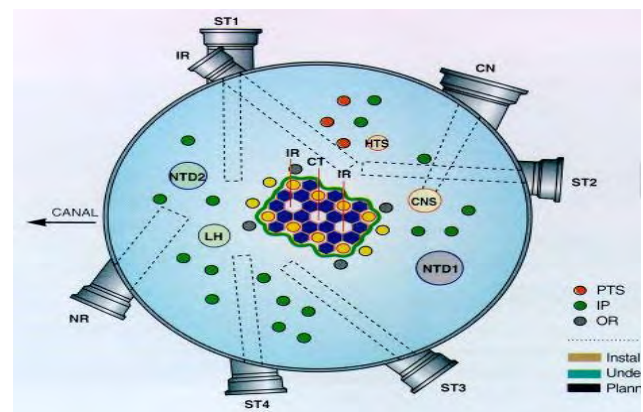
1- kênh thí nghiệm nằm ngang; 2- thân của vùng hoạt; 3- các kênh vận chuyển bằng ống; 4- các khối bằng vật liệu chì; 5- khối phản xạ berili có thể thay thế được; 6- bó nhiên liệu; 7, 11- các kênh chiếu xạ trong vùng hoạt; 8- thanh điều khiển; 9- khối berili chứa khoang nước; 10- khối phản xạ notrôn cố định; 12- kênh chiếu xạ kích thước lớn trong vành phản xạ.



Hình 2b. Hình chiếu 3D của vùng hoạt với vành phản xạ bằng nước nặng

Reactor core- vùng hoạt; Silicon irradiation facilities- các hốc chiếu xạ pha tạp đơn tinh thể silic; Heavy water tank- thùng phản xạ bằng nước nặng; Cold neutron source- nguồn notrôn lạnh; Hot neutron source- nguồn notrôn nóng; Thermal neutron beam port- ống dẫn dòng notrôn nhiệt.

Vùng hoạt của lò OPAL (Hình 2b) rất nhỏ gọn, với kích thước 35 cm x 35 cm x 61,5 cm được làm nguội và làm chậm bằng nước nhẹ, bao quanh vùng hoạt là vành phản xạ bằng nước nặng theo chiều bán kính và bằng nước nhẹ theo chiều cao (ở trên và dưới vùng hoạt). Trong vùng hoạt chỉ lắp đặt 16 bó nhiên liệu loại MTR (Material Testing Reactor) có tiết diện vuông xấp xỉ 8 cm x 8 cm và 5 thanh hấp thụ notrôn dạng tấm, có dáng hình chữ thập đặt xen kẽ tại điểm góc của 4 bó nhiên liệu, được dùng để điều khiển độ phản ứng và dập lò. Tất cả các thiết bị chiếu xạ (để sản xuất đồng vị phóng xạ, chiếu xạ vật liệu có thể tích lớn, các thiết bị chiếu xạ kênh khí nén, v.v...) đều được đặt trong vành phản xạ.



Hình 2c. Mặt cắt ngang của vùng hoạt với vành phản xạ bằng nước nặng

1- các kênh chiếu đứng trong vùng hoạt: CT, IR1, IR2- các hốc chiếu xạ thử nhiên liệu và vật liệu hạt nhân; 2- các kênh chiếu đứng trong vành phản xạ: NTD1, NTD2- các hốc chiếu xạ pha tạp đơn tinh thể silic; CNS- nguồn notrôn lạnh; HTS- hệ chuyển mẫu bằng thủy lực để sản xuất đồng vị phóng xạ; PTS- hệ chuyển mẫu bằng khí nén để chiếu mẫu phân tích kích hoạt bằng notrôn; LH- kênh chiếu xạ thử nghiệm nhiên liệu; 3- các kênh dẫn dòng notrôn nằm ngang: ST1, ST2, ST3, ST4- lắp đặt các hệ phổ kế tán xạ và nhiễu xạ notrôn; NR- chụp ảnh notrôn, IR- lắp đặt hệ BNCT; CN- dòng notrôn lạnh.

Vùng hoạt của lò HANARO (Hình 2c) bao gồm vùng hoạt bên trong (inner core) và vùng hoạt bên ngoài (outer core). Vùng hoạt bên trong được bao quanh bởi vòng nếp gấp và các ống đặt song song nằm phía trong của lớp vỏ bên trong của vành phản xạ. Có 8 vị trí của vùng hoạt bên trong (màu vàng) được dùng để đặt 4 thanh điều khiển và 4 thanh dừng lò mà phía bên trong của các thanh điều khiển và dừng lò này chứa các bó nhiên liệu loại 18 thanh. Có 20 ống hình lục giác (màu xanh) để chứa các bó nhiên liệu loại 36 thanh. Còn lại 3 vị trí trống dọc tâm (màu trắng) được dành để lắp đặt các thiết bị chiếu xạ thử nghiệm nhiên liệu và vật liệu hạt nhân. Vùng hoạt bên ngoài gồm 8 ống thẳng đứng hình tròn nằm trong vành phản xạ nước nặng mà có thể nạp các bó nhiên liệu loại 18 thanh vào những ống này. Việc thiết kế vùng hoạt bên ngoài nhằm cung cấp môi trường tốt hơn cho mục đích chiếu xạ với dòng nơtron trên nhiệt cao.

Chất phản xạ cần chọn là vật liệu có mật độ cao và hấp thụ nơtron thấp. Berili có mật độ tương đối cao ($1,85 \text{ g/cm}^3$) và là chất phản xạ hiệu quả nhất (tiết diện vi mô hấp thụ với nơtron nhiệt thấp, $\sigma_a = 0,001 \text{ barn}$, $1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2$). Ba vật liệu khác được dùng làm chất phản xạ sắp theo thứ tự ưu tiên là nước nặng (mật độ $1,1 \text{ g/cm}^3$, $\sigma_a = 0,0006 \text{ barn}$), graphite (mật độ $1,6 \text{ g/cm}^3$, $\sigma_a = 0,0035 \text{ barn}$) và nước nhẹ (mật độ $1,0 \text{ g/cm}^3$, $\sigma_a = 0,333 \text{ barn}$). Tuy nhiên, nước nặng có hiệu suất phản xạ tốt hơn berili vì có tiết diện hấp thụ nơtron thấp hơn.

Nước nặng và berili là các vật liệu thường được dùng làm chất phản xạ trong các LPUNC đa chức năng mặc dù graphite thường dùng trong các LPU có công suất thấp. Việc sử dụng berili làm chất phản xạ có các ưu điểm như cho khối lượng tới hạn thấp nhất, sự linh động trong việc bố trí các vị trí chiếu xạ và đảm bảo sự tin cậy của việc điều khiển lò phản ứng trong suốt quá

trình khởi động. Tuy nhiên những ưu điểm này của vành phản xạ berili sẽ không thể bù đắp cho nhu cầu cần có vùng phản xạ lớn để dành chỗ cho nhiều thiết bị thí nghiệm công kênh. Thêm vào đó, cũng cần có sự quản lý thận trọng đối với berili vì khối berili rắn có thể bị biến dạng do bị chiếu xạ dài ngày.

Vành phản xạ bằng nước nặng thường lớn hơn vành phản xạ berili do vật liệu cần nhiều và chạm hơn để nhiệt hóa nơtron và có ưu điểm là ít hấp thụ nơtron hơn. Với những ưu điểm này, các thiết bị chiếu xạ cố định có kích thước lớn thường được đặt trong vành phản xạ nước nặng. Hơn nữa, thông lượng nơtron cấp cho các thiết bị trong vành phản xạ nước nặng sẽ tốt hơn do có cường độ cao hơn và phân bố phẳng hơn so với thông lượng nơtron cấp cho các thiết bị thí nghiệm tương tự ở trong vành phản xạ berili. Ví dụ như thông lượng nơtron nhiệt cung cấp cho kênh tiếp tuyến nằm ngang trong vành phản xạ nước nặng cao hơn từ 20% đến 40% so với trong vành phản xạ bằng berili. Ngoài ra, vành phản xạ nước nặng còn được sử dụng như hệ thống dập lò thứ hai bằng cách tháo nhanh một phần nước nặng trong vành phản xạ để đưa lò phản ứng xuống dưới tới hạn trong trường hợp hệ thống dập lò thứ nhất (các thanh điều khiển) vì lý do nào đó không thực hiện được chức năng dập lò. Yêu cầu có hệ thống dập lò thứ hai độc lập và khác về nguyên tắc vận hành với hệ thống dập lò thứ nhất là yêu cầu bắt buộc đối với quy phạm của một số nước (Ấn Độ chẳng hạn) nếu LPUNC có công suất trên 15 MWt.

Với một số ưu nhược điểm vừa nêu trên đối với berili và nước nặng, để tối ưu trong thiết kế (ví dụ lò JRR-3M của Nhật Bản) đã kết hợp sử dụng đồng thời cả berili và nước nặng để làm chất phản xạ nơtron. Tuy nhiên nếu xét theo quan điểm thuận tiện trong vận hành thì việc chỉ sử dụng nước nặng làm chất phản xạ sẽ có nhiều ưu điểm

hơn so với sử dụng cả nước nặng và berili để làm chất phản xạ, đó cũng là lý do một số lò phản ứng đa mục tiêu được xây dựng trong thời gian gần đây (ví dụ lò JRTR công suất 5 MWt của Jordan, lò OPAL công suất 20 MWt của Úc, lò FRM-II công suất 20 MWt của Đức, lò HANARO công suất 30 MWt của Hàn Quốc, v.v...) sử dụng vành phản xạ bằng nước nặng, đồng thời làm chức năng của hệ thống đập lò thứ hai. Trường hợp lò phản ứng ETRR-2 công suất 22 MWt của Ai Cập chỉ sử dụng vành phản xạ bằng berili thì hệ thống đập lò thứ hai được trang bị bằng cách tiêm dung dịch hấp thụ notrôn (gadolinium nitrate) vào 4 buồng đặt giữa các bó nhiên liệu và vành phản xạ bao quanh vùng hoạt.

Về mặt ứng dụng, vành phản xạ bằng berili khó đáp ứng được yêu cầu về độ đồng đều tốt của thông lượng notrôn do thông lượng thay đổi nhanh theo không gian của vành phản xạ. Vì vậy, vùng hoạt với vành phản xạ berili sẽ gặp khó khăn trong việc đáp ứng chiếu xạ pha tạp đơn tinh thể silic làm dịch vụ. Trong trường hợp đó, khả năng bổ sung graphite vào một số vùng của vành phản xạ cần được xem xét. Ngoài ra, với thời gian vận hành liên tục, dài ngày, vành phản xạ berili sẽ gây ra hiệu ứng nhiễm độc làm giảm độ phản ứng dự trữ và biến dạng trường notrôn, tính chất cơ học của berili cũng dễ dàng thay đổi theo quá trình vận hành lò. Việc bố trí các kênh ngang dẫn dòng notrôn khi dùng vành phản xạ berili là khá phức tạp và khó khăn, lại không đảm bảo được thông lượng yêu cầu cũng như ảnh hưởng giữa các kênh là rất đáng kể vì kích thước vành phản xạ không đủ rộng.

3. Chất làm mát và làm chậm notron trong vùng hoạt

Nước nhẹ (H_2O) và nước nặng (D_2O) thường là sự lựa chọn chung nhất cho chất làm mát vòng sơ cấp của LPUNC. Nước nặng ($\sigma_a = 0,0006$ barn) có ưu điểm là ít hấp thụ notrôn

nên sẽ tiết kiệm notrôn hơn nước nhẹ ($\sigma_a = 0,333$ barn). Tuy nhiên, nước nặng cũng có nhược điểm là giá thành cao và cần trang bị một hệ thống làm nguội sơ cấp khá phức tạp để tránh sự giảm chất lượng của nước nặng và để ngăn chặn đồng vị phóng xạ triti (3H) sinh ra do phản ứng của notrôn với nước nặng sẽ giải phóng vào môi trường. Vì việc thao tác diễn ra thường xuyên trên vùng hoạt của LPU để thay đổi nhiên liệu và tiến hành các thí nghiệm chiếu xạ nên việc giữ sự tinh khiết của nước nặng trong hệ thống làm mát luôn là mối quan tâm lớn nhất. Với những vấn đề công nghệ và an toàn bức xạ nêu trên, hầu như tất cả các thiết kế cho LPUNC loại bể mở (không có áp lực) hiện nay đều chọn nước nhẹ làm chất làm mát cho hệ thống tải nhiệt vòng sơ cấp.

Nước nặng hoặc nước nhẹ có thể được dùng phổ biến như là chất làm chậm trong các LPUNC. Nước nhẹ có khả năng làm chậm notrôn cao nhất (giá trị khả năng làm chậm $\xi\Sigma_s$ lớn, $1,35 \text{ cm}^{-1}$) nhưng ngược lại thì hấp thụ notron cũng nhiều (hệ số làm chậm $\xi\Sigma_s/\Sigma_a$ thấp, 71). Nước nặng sẽ tiết kiệm notrôn nhiều nhất vì ít hấp thụ notrôn nhất ($\sigma_a = 0,0006$ barn) nhưng khả năng làm chậm notrôn thấp hơn ($\xi\Sigma_s = 0,176 \text{ cm}^{-1}$), với ξ là độ lợi lethargy, đặc trưng cho độ mất năng lượng logarit trung bình của notrôn do va chạm, $\Sigma_s = N\sigma_s$ và $\Sigma_a = N\sigma_a$ là tiết diện vĩ mô tán xạ và hấp thụ notrôn và N là mật độ các hạt nhân của chất làm chậm.

Các vùng hoạt được làm chậm bằng nước nhẹ có thể tích tương đối nhỏ trong khi vùng hoạt được làm chậm bằng nước nặng chiếm nhiều không gian hơn vì cần nhiều va chạm để nhiệt hóa notrôn. Thể tích nhỏ của vùng hoạt được làm chậm bằng nước nhẹ cho thông lượng notrôn cao hơn trên một đơn vị công suất, nhưng loại vùng hoạt này có thể trở thành nhược điểm nếu cần phải duy trì phản ứng trong một thể tích khá lớn để dành chỗ cho nhiều thiết bị thí nghiệm. Do

vậy, các thiết bị thí nghiệm trong vùng hoạt được làm mát bằng nước nhẹ thường được bố trí trong khu vực vành phản xạ bao quanh vùng hoạt. Hầu hết các LPUNC đa chức năng hiện nay đều dùng chất làm chậm bằng nước nhẹ.

4. Nhiên liệu dùng cho lò phản ứng nghiên cứu

Trước những năm 1990, nhiên liệu dùng cho LPUNC phổ biến là vật liệu urani được làm giàu cao (HEU – Highly Enriched Uranium) với nồng độ của U-235 từ 36% đến 93%. Nhiên liệu HEU cho tính năng tốt hơn nếu xét về khía cạnh cung cấp thông lượng neutron cao trên đơn vị thể tích. Tuy nhiên, nhằm ngăn chặn phổ biến vũ khí hạt nhân bằng cách giảm thiểu, tiến tới loại bỏ việc sử dụng urani có độ giàu cao trong các ứng dụng hạt nhân dân sự trên toàn thế giới, năm 1978, Hoa Kỳ đã khởi xướng chương trình giảm độ giàu nhiên liệu cho LPUNC và lò thử nghiệm với tên gọi là RERTR (Reduced Enrichment for Research and Test Reactors). Mục đích của chương trình này là để thay thế nhiên liệu HEU sang nhiên liệu có độ làm giàu thấp (LEU – Low Enriched Uranium), có độ giàu của U-235 nhỏ hơn 20% trong các LPUNC và lò thử nghiệm đã xây dựng trên thế giới.

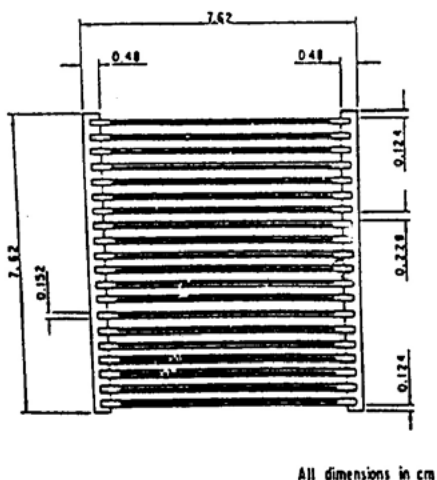
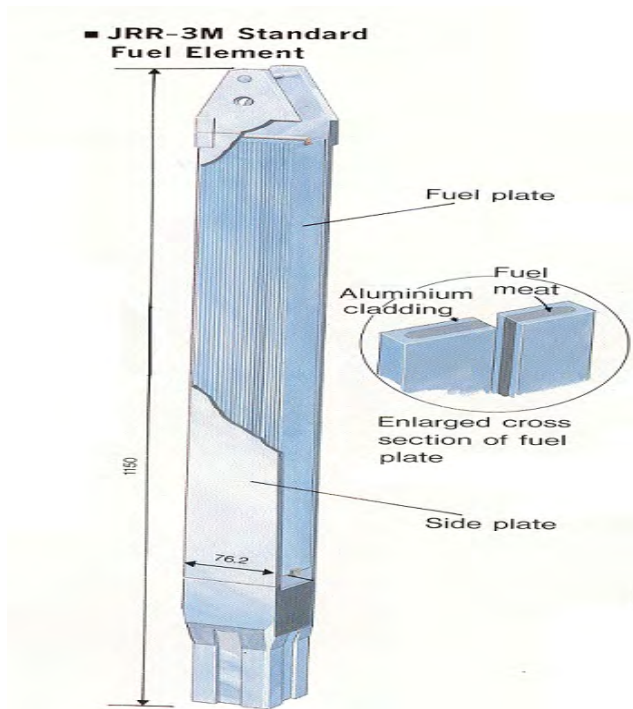
Để chuyển sang sử dụng nhiên liệu LEU, loại nhiên liệu có urani mật độ cao khuếch tán vào nền nhôm hiện đang được sử dụng rộng rãi trong các LPUNC, bao gồm U_3Si_2+Al (mật độ 4,8 g/cm³), U_3Si+Al (mật độ 3,15 g/cm³), U_3O_8+Al (mật độ 1,3 g/cm³), $UZrH_x-Er$ (mật độ 0,16 g/cm³), và $UO_2+Al Er$ (mật độ 3,0 g/cm³). Vật liệu U_3Si_2+Al (mật độ 4,8 g/cm³) đang được xem là nhiên liệu chuẩn trong các LPUNC thế hệ mới hiện nay. Tuy nhiên, một số chương trình nghiên cứu và phát triển ở các nước như Hoa Kỳ, Châu Âu, Liên bang Nga, Nhật bản và Hàn quốc đang quan tâm đến việc phát triển loại nhiên liệu LEU có mật độ urani đến 8 g/cm³ để đạt được thông lượng neutron cao, tương tự như trong nhiên liệu

HEU trước đây. Các loại nhiên liệu đang được khảo sát để cải tiến hoặc sẽ thay thế cho loại nhiên liệu cũ hiện nay có thể kể đến như: UAl_x+Al (mật độ 2,3 g/cm³), $UZrH_x$ (mật độ 3,7 g/cm³), U_3O_8+Al (mật độ 3,2 g/cm³), UO_2+Al (mật độ 5,0 g/cm³), U_3Si_2+Al (mật độ 6,0 g/cm³), $UN+Al$ (mật độ 7,0 g/cm³) và $Al+U$. Các hợp kim của Mo (mật độ 8,0 g/cm³).

Vỏ bọc cho thanh nhiên liệu phổ biến là vật liệu nhôm, ngoại trừ nhiên liệu của lò TRIGA dùng vỏ bọc hợp kim 800H hoặc thép không gỉ. Vì LPU cần được thiết kế sao cho đạt được mật độ công suất cao nên kỹ thuật khuếch tán các hạt nhiên liệu lên nền nhôm đang được sử dụng rộng rãi. Loại nhiên liệu khuếch tán này cùng với việc không có khe hở giữa lõi và vỏ bọc thanh nhiên liệu cho phép ngăn chặn rất tốt sự giải phóng sản phẩm phân hạch ra bên ngoài và cho các đặc trưng nhiệt rất tốt.

Ba dạng nhiên liệu được dùng phổ biến trong thiết kế các LPUNC là dạng tấm phẳng (plate), dạng thanh hay ống nhỏ (rod, pin) và dạng ống (tube) được uốn từ tấm phẳng. Cấu trúc nhiên liệu loại tấm phẳng hoặc ống (tube) cho sự truyền nhiệt tốt hơn so với nhiên liệu loại thanh do có tỉ số diện tích bề mặt trên thể tích lớn. Với nhiên liệu loại thanh, việc sử dụng lớp vỏ bọc dày bằng nhôm và vận hành ở nhiệt độ thấp trong các LPUNC, sự phòng rộp của thanh nhiên liệu đã được ngăn chặn bằng cách hạn chế sự gia tăng của các khí phân hạch ở độ cháy thích hợp. Tuy nhiên, để phát triển kỹ năng phục vụ cho chương trình điện hạt nhân thì việc huấn luyện trên các LPUNC dùng nhiên liệu loại thanh có thể đem lại nhiều lợi ích hơn dùng nhiên liệu loại tấm. Lý do là nhiên liệu loại thanh gần giống bó nhiên liệu (BNL) dùng trong các nhà máy điện hạt nhân do đó các chương trình tính toán vật lý lò được xây dựng cho một loại BNL có thể được sử dụng với một vài sửa đổi để đánh giá tính chất của BNL

loại khác trong nhà máy điện hạt nhân.



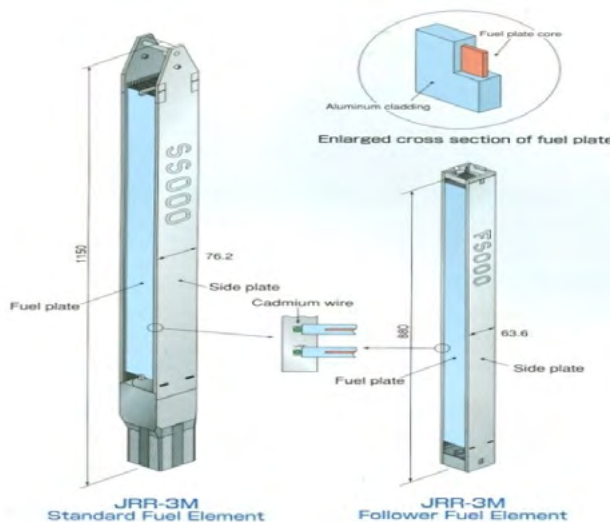
All dimensions in cm

Hình 3a. Bó nhiên liệu loại MTR của lò phản ứng JRR-3M

Hình chiếu đứng của BNL (trên) và Mặt cắt ngang của BNL (dưới).

Bó nhiên liệu dạng tấm phẳng phổ biến hiện nay được gọi là nhiên liệu MTR (Material Testing Reactor), mang tên loại lò thử vật liệu nhưng dùng phù hợp cho các LPUNC đa mục tiêu như lò JRR-3M công suất 20 MWt của Nhật Bản,

lò OPAL công suất 20 MWt của Úc, lò CARR công suất 60 MWt của Trung Quốc, lò ETRR-2 công suất 22 MWt của Hy Lạp, v.v...; cũng như lò RA-10 công suất 30 MWt của Argentina và lò RMB công suất 30 MWt của Brazil đang xây dựng.



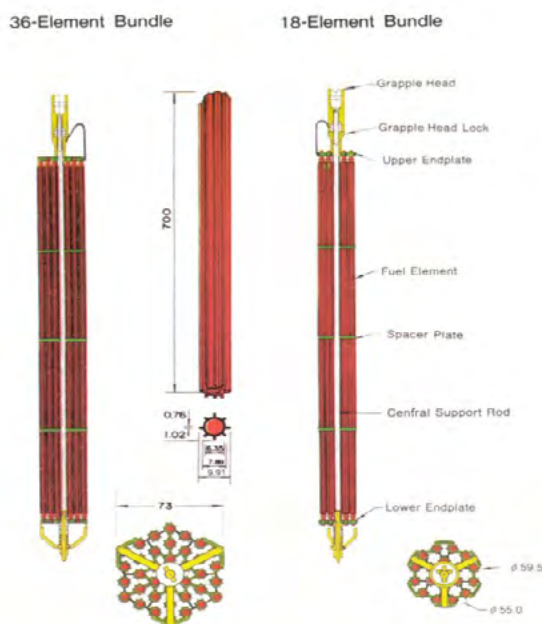
Hình 3b. Bó nhiên liệu chuẩn và bó nhiên liệu đi kèm của lò phản ứng JRR-3M

Hình 3a là bó nhiên liệu dạng MTR của lò JRR-3M, sử dụng nhiên liệu U_3Si_2-Al có mật độ cao $4,8 \text{ g/cm}^3$. Có hai loại BNL được sử dụng trong lò, gồm BNL chuẩn và BNL đi kèm thanh điều khiển (follower fuel). Mỗi BNL nhiên liệu chuẩn có tiết diện vuông $7,62 \text{ cm} \times 7,62 \text{ cm}$ và có chiều cao toàn bộ 115 cm . BNL đi kèm thanh điều khiển có kích thước $6,4 \text{ cm} \times 6,4 \text{ cm} \times 88 \text{ cm}$, nhỏ hơn so với BNL chuẩn (Hình 3b). Số tấm nhiên liệu có trong BNL chuẩn và BNL đi kèm thanh điều khiển tương ứng là 21 và 17 tấm. Trong từng tấm nhiên liệu, bề dày của phần lõi nhiên liệu là $0,51 \text{ mm}$ và độ dày của vỏ bọc là $0,38 \text{ mm}$. Do có 6 BNL đi kèm 6 thanh điều khiển hấp thụ neutrôn nên khi lò vận hành, thanh điều khiển được đẩy lên phía trên vùng hoạt, 6 BNL đi kèm sẽ chiếm chỗ của phần thanh hấp thụ neutrôn làm độ phản ứng dự trữ tăng, kéo dài chu trình vận hành lò. Mỗi tấm nhiên liệu được gắn thêm

dây cadmi có khả năng tự cháy khi lò vận hành để giảm độ phản ứng dự trữ ở đầu chu trình nạp tải.

Loại bó nhiên liệu được lắp ráp từ nhiều thanh nhiên liệu dạng ống tròn nhỏ (dạng pin) đang sản xuất cho lò HANARO công suất 30 MWt của Hàn Quốc, một số LPUNC của Liên bang Nga và Canada.

Bó nhiên liệu của lò HANARO được ghép từ nhiều ống nhỏ làm từ U_3Si+Al mật độ $3,15 \text{ g/cm}^3$. Ống thanh nhiên liệu có đường kính 6,35 mm, dài 700 mm và được bọc bằng vỏ nhôm dày 0,76 mm. Trên vỏ bọc có 8 cánh tỏa nhiệt bằng nhôm để tăng tiết diện tỏa nhiệt của BNL. Có 2 loại BNL, 36 ống và 18 ống nhiên liệu (Hình 4a). Cả hai loại BNL đều có cùng thiết kế, ngoại trừ các thanh nhiên liệu ở vòng ngoài BNL có độ dày 5,5 mm để làm giảm hệ số bất đồng đều.

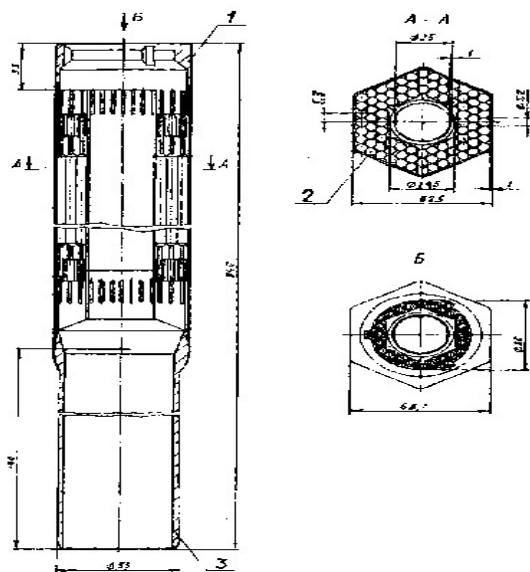


Hình 4a. Hai loại bó nhiên liệu dạng thanh của lò HANARO

Loại bó nhiên liệu được lắp ráp từ nhiều thanh nhiên liệu dạng ống tròn nhỏ (dạng pin) đang sản xuất cho lò HANARO công suất 30 MWt của Hàn Quốc, một số LPUNC của Liên bang Nga và Canada.

Bó nhiên liệu của lò HANARO được ghép từ nhiều ống nhỏ làm từ U_3Si+Al mật độ $3,15 \text{ g/cm}^3$. Ống thanh nhiên liệu có đường kính 6,35 mm, dài 700 mm và được bọc bằng vỏ nhôm dày 0,76 mm. Trên vỏ bọc có 8 cánh tỏa nhiệt bằng nhôm để tăng tiết diện tỏa nhiệt của BNL. Có 2 loại BNL, 36 ống và 18 ống nhiên liệu (Hình 4a). Cả hai loại BNL đều có cùng thiết kế, ngoại trừ các thanh nhiên liệu ở vòng ngoài BNL có độ dày 5,5 mm để làm giảm hệ số bất đồng đều.

Tuy không phổ biến, nhưng Công ty TVEL của Liên bang Nga cũng sản xuất nhiên liệu dạng ống (pin), được sử dụng khá hạn chế trong một số LPUNC dùng trong nội địa (Hình 4b).

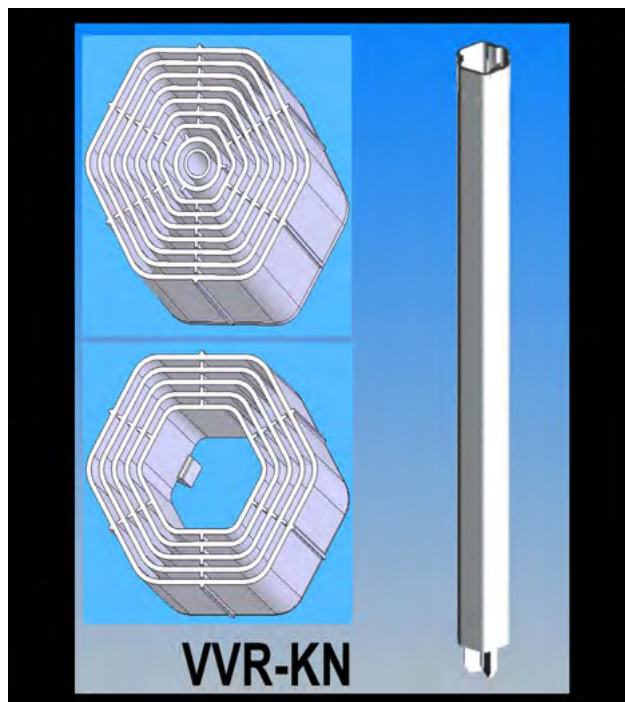


Hình 4b. Bó nhiên liệu dạng thanh (pin) do Liên bang Nga chế tạo

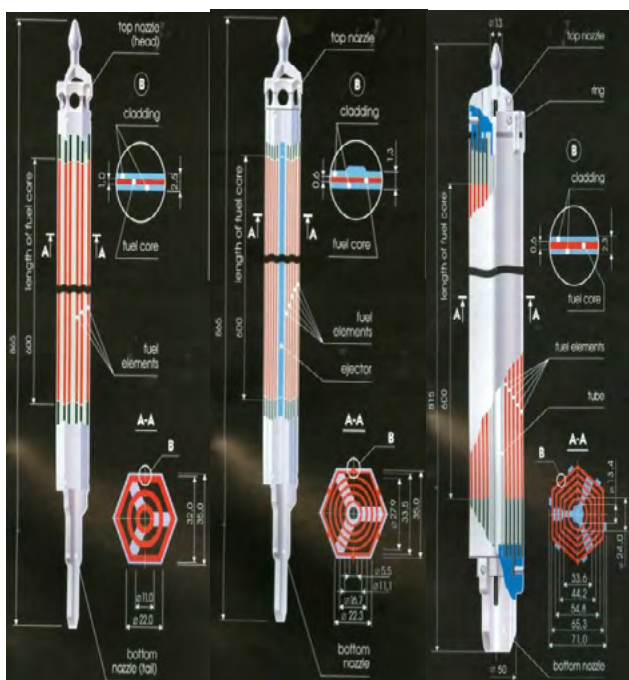
Nhiên liệu dạng tấm ép thành ống của Liên bang Nga sản xuất gồm 2 loại là VVR và IRT với các phương án cải tiến khác nhau như VVR-M2, VVR-M5, VVR-TS, VVR-KN, v.v... và IRT-2M, IRT-3M, IRT-4M, v.v... Bảng 1 là các thông số kỹ thuật và các Hình 5a và Hình 5b là hình dạng của các BNL phổ biến dùng cho các LPUNC do Liên bang Nga thiết kế và xây dựng.

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của BNL loại VVR và IRT của Liên bang Nga.

Loại bó nhiên liệu (BNL)	Số thanh trong BNL	Khối lượng ²³⁵ U trong BNL (g)	Độ giàu ²³⁵ U (%)	Độ dài của phần nhiên liệu (mm)	Độ dày thành của thanh NL (mm)	Khối lượng (kg)	Mật độ urani (g/cm ³)	Thành phần nhiên liệu		
VVR-M2	3	50	19,75	600	2,5 (0,80/0,9 /0,80)		2,5	UO ₂ +Al		
		45	36	600	2,5 (0,75/1,0 /0,75)	0,9	1,4	U-Al alloy		
		38		500						
VVR-M5	5	65	36	600	1,3 (0,35/0,6 /0,35)	0,9		U-Al alloy		
		54		500						
		66	90	500						
VVR-TS	3	109	36	600	2,3 (0,85/0,6 /0,85)	3,9		U-Al alloy		
		83				2,9				
VVR-KN	5	245	19,75	600	1,6 (0,45/0,7 /0,45)		3,0	UO ₂ +Al		
		198								
IRT-2M	3	230	36	600	2 (0,65/0,7 /0,65)	3,3		U-Al alloy		
		198				2,6				
IRT-3M	8	352	36	600	1,4 (0,45/0,5 /0,45)	3,7		U-Al alloy		
		309				3,3				
		235				2,9				
		300	90							
		264								
		201								
IRT-4M	6	300	19,75	600	1,6 (0,45/0,7 /0,45)		3,0	UO ₂ +Al		
		263,8								

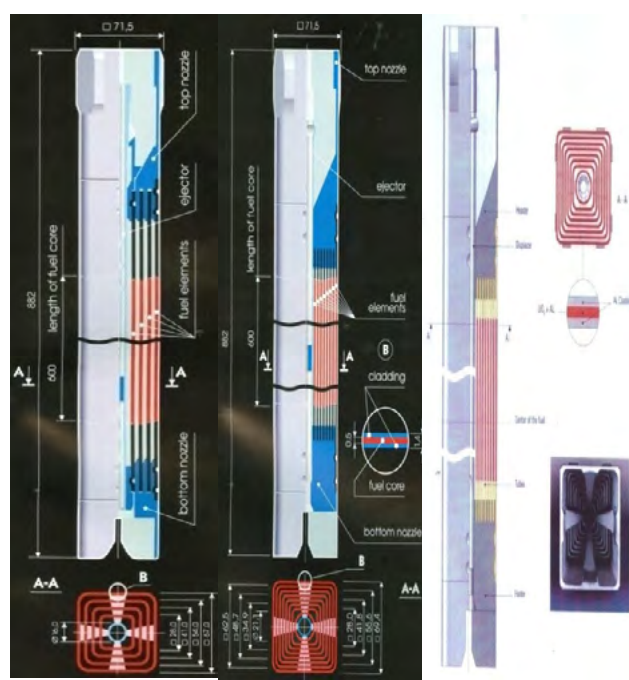


Hình 5a-2. Bó nhiên liệu dạng ống cuốn loại VVR-KN (8 và 5 ống)



Hình 5a-1. Bó nhiên liệu dạng ống cuốn loại VVR do Liên bang Nga chế tạo

Từ trái sang: VVR-M2 (3 ống); VVR-M5 (5 ống) và VVR-TS (5 ống).



Hình 5b. Bó nhiên liệu dạng ống cuốn loại IRT do Liên bang Nga chế tạo

Nhiên liệu cho lò TRIGA được sản xuất theo công nghệ Delta phase Uranium-Zirconium Hydride U-ZrH_{1,6} với tỷ lệ H/Zr là 1,6 với độ

giàu thấp 19,7% U-235, gồm các loại có hàm lượng urani theo khối lượng là 8,5% wt, 12% wt, 20% wt, 30% wt và 45% wt; đường kính phần nhiên liệu khoảng 3,6 cm và độ dài khoảng 38 cm. Hai đầu nhiên liệu là 2 khối phân xạ berili với cùng đường kính 3,6 cm và độ dài khoảng 8,7 cm mỗi khối (Hình 6). Vỏ bọc thanh nhiên liệu có thể chịu được nhiệt độ cao đến 1150 °C, được làm bằng thép không gỉ 304 hoặc hợp kim incoloy 800, với bề dày khoảng 0,5 mm và chiều dài 56 cm chưa kể phần đầu và phần đuôi của BNL. Như vậy, bó nhiên liệu hoàn chỉnh sẽ có đường kính ngoài là 3,73 cm, dài 72,06 cm và trọng lượng 3,18 kg. Bó nhiên liệu của lò TRIGA có dạng thanh (rod) và chỉ do hãng General Atomics của Hoa Kỳ sản xuất và cung cấp.



Hình 6. Bó nhiên liệu của lò TRIGA của hãng General Atomics

Nhiên liệu TRIGA có những đặc trưng quan trọng, hoàn toàn khác với nhiên liệu của các hãng khác sản xuất, đó là:

- Hệ số nhiệt độ âm tức thời, tạo ra khả năng an toàn nội tại cao, cho phép lò hoạt động an toàn ở chế độ xung với công suất lên tới 2000 MWt (2,2% $\Delta K/K$). Thiết kế lò phản ứng cho phép quá trình chính của làm chậm neutron xảy ra ngay trong thanh nhiên liệu do có thành phần hydro trong đó. Khi nhiệt độ nhiên liệu tăng, dao động của H trong ma trận ZR-H tăng nên làm

giảm khả năng làm chậm của nhiên liệu. Tương tác của neutron với nguyên tử hydro trong nhiên liệu U-ZrH với nhiệt độ cao có thể làm tăng năng lượng của neutron chậm lên trên năng lượng nhiệt (0,025 eV), là vùng tiết diện vi mô phân hạch của neutron với U-235 là cao nhất. Hiệu ứng này là tức thời và sẽ tăng lên khi nhiệt độ nhiên liệu tăng, kết quả là đưa vào độ phản ứng âm mà phải được bù trừ nó hoặc công suất lò phản ứng sẽ giảm.

- Sự giãn nở thể tích thấp với sự thay đổi nhiệt độ nhiên liệu. Kết quả là khả năng nứt, gãy vỏ bọc thấp gây bởi các ứng suất tác động lên vỏ bọc do thay đổi kích thước vì nhiệt của phần thịt nhiên liệu.

- Phản ứng hóa học tối thiểu với nước hoặc không khí. Kết quả là giải phóng tối thiểu các sản phẩm phân hạch ra ngoài trong trường hợp vỏ bọc thanh nhiên liệu bị nứt, gãy.

- Áp lực của khí hydro được hạn chế tối thiểu do việc tăng áp lực khi nhiệt độ tăng sẽ làm tăng ứng suất lên lớp vỏ nhiên liệu.

Để kiểm soát độ phản ứng dự trữ rất lớn trong nhiên liệu có mật độ urani cao, ngoài việc sử dụng thanh điều khiển, ở các BNL thường được gắn thêm chất nhiễm độc có thể cháy như cadmi, được sử dụng để tạo sự cân bằng độ phản ứng hợp lý trong suốt thời gian sống của vùng hoạt và để giảm sự chênh lệch độ phản ứng đến mức chấp nhận được. Việc dùng các BNL với mật độ uran khác nhau cũng là cách giảm bớt độ phản ứng dự trữ ở đầu chu trình vận hành.

Nguyễn Nhị Điền

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

Đón xem số tới: Phần 2 - Các hệ công nghệ của lò phản ứng.



THÀNH LẬP MẠNG LƯỚI HỢP TÁC NGHIÊN CỨU VỀ AN TOÀN ĐIỆN HẠT NHÂN KHU VỰC ĐÔNG NAM Á

Ngày 9 tháng 03 năm 2017 tại Bangkok – Thái Lan, đã diễn ra phiên họp thành lập Mạng lưới hợp tác nghiên cứu về an toàn điện hạt nhân khu vực Đông Nam Á (ASEAN Network on Nuclear Power Safety Research) với bảy nước thành viên: Việt Nam, Thái Lan, Singapore, Lào, Malaysia, Myanmar, Philippines.

Sự cố tại nhà máy điện hạt nhân Fukushima diễn ra năm 2011 đã gây hậu quả nghiêm trọng đối với con người và môi trường trên một phạm vi rộng lớn, ảnh hưởng tới nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ. Sự cố Fukushima đã làm dấy lên những lo ngại về an toàn của các nhà máy điện hạt nhân hiện đang vận hành trên thế giới. Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) và các nước đang sở hữu các nhà máy điện hạt nhân đã có những hành động cụ thể nhằm: (1) tăng cường an toàn của các nhà máy điện hạt nhân đang vận hành trong thời điểm hiện tại cũng như những nhà máy điện hạt nhân dự kiến được xây dựng trong tương lai; (2) chủ động ứng phó với những tình huống khẩn cấp khi xảy ra sự cố tại các nhà máy điện hạt nhân.

Trong khi đó, do nhu cầu về nguồn năng lượng và giảm lượng phát thải khí nhà kính mà nhiều nước trong khối ASEAN và các nước gần khu vực Đông Nam Á đã coi điện hạt nhân là một giải pháp cho tương lai. Để đảm bảo an toàn cho các nhà máy điện hạt nhân có thể được xây dựng tại các nước trong khu vực Đông Nam Á và để chủ động trong việc ứng phó với các tình huống khẩn cấp, giảm thiểu hậu quả từ các sự cố xảy ra với các nhà máy điện hạt nhân đã được xây dựng và đưa vào vận hành của Trung Quốc, các nước trong khối ASEAN cần triển khai các hoạt động hợp tác nghiên cứu, chia sẻ thông tin về an toàn điện hạt nhân cũng như đánh giá hậu quả từ các sự cố có thể xảy ra đối với các nhà máy điện hạt nhân.

Ý tưởng về việc xây dựng mạng lưới hợp tác nghiên cứu về an toàn điện hạt nhân đã được đề xuất bởi Viện Công nghệ hạt nhân Thái Lan (TINT) và Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam (VINATOM) trong khuôn khổ Hội thảo hợp tác ASEAN - EU về Khoa học, Công nghệ và Đổi mới diễn ra tại Hà Nội năm 2016. Cũng trong Hội thảo này, TINT và VINATOM đã lên kế hoạch triển khai các hoạt động hợp tác chuẩn bị cho việc chính thức thành lập Mạng lưới hợp tác nghiên cứu về an toàn điện hạt nhân khu vực Đông Nam Á (Mạng lưới NCATĐHN) vào năm 2017.

Ngày 9 tháng 03 năm 2017 tại Bangkok - Thái Lan, phiên họp bàn về việc thành lập Mạng lưới NCATĐHN đã được tổ chức với tham gia của các đại diện bảy nước thành viên: Việt Nam, Thái Lan, Singapore, Lào, Malaysia, Myanmar, Philippines và một khách mời đến từ IAEA, Bà Tamara Yankovich, chuyên gia về an toàn bức xạ thuộc Bộ phận đánh giá và quản lý phát thải phóng xạ ra môi trường, Phòng An toàn bức xạ, Vận chuyển và Chất thải hạt nhân.

Đại diện của các nước đã đi đến thống nhất chính thức thành lập Mạng lưới NCATĐHN với bảy thành viên gồm: Việt Nam, Thái Lan, Singapore, Lào, Malaysia, Myanmar và Philippines, đồng thời đề nghị các nước khác như Brunei, Campuchia, Indonesia cùng tham gia Mạng lưới NCATĐHN.

Mục tiêu của Mạng lưới NCATĐHN là tăng cường các hoạt động nghiên cứu và triển khai, tăng cường phát triển nguồn nhân lực và hợp tác khu vực trong lĩnh vực an toàn điện hạt nhân nhằm hỗ trợ cho việc xây dựng chiến lược của khu vực về quản lý sự cố, phù hợp với các tiêu chuẩn an toàn của IAEA. Các nước thành viên cũng xác định mục tiêu cụ thể của Mạng lưới NCATĐHN gồm:

- Tạo cơ sở trao đổi thông tin trong khu vực

về các nghiên cứu an toàn điện hạt nhân nhằm tăng cường chia sẻ thông tin và các cơ sở dữ liệu giữa các nước thành viên;

- Hỗ trợ các yêu cầu và khắc phục những hạn chế của mỗi nước thành viên trong việc triển khai các hoạt động nghiên cứu;
- Tăng cường năng lực triển khai các hoạt động nghiên cứu của các nước thành viên nhằm hỗ trợ cho việc ra quyết định tại mỗi nước;
- Tăng cường hợp tác quốc tế giữa cộng đồng các nước ASEAN và IAEA cũng như các tổ chức quốc tế khác.

Trong thời điểm hiện tại, các hoạt động hợp tác trong khuôn khổ Mạng lưới NCATĐHN sẽ tập trung vào một số nội dung như:

- Phân tích các sự cố trong cơ sở thiết kế;
- Phân tích sự cố nghiêm trọng;
- Đánh giá rủi ro;
- Quá trình phát tán các sản phẩm phân hạch;
- Đánh giá hậu quả của các sự cố;
- Kết nối các nghiên cứu, đánh giá về an toàn lò phản ứng và đánh giá tác động môi trường;
- Các chủ đề khác theo đề xuất của các nước thành viên.

Cũng trong phiên họp, đại diện các nước thành viên đã thống nhất kế hoạch triển khai các hoạt động trong khuôn khổ Mạng lưới NCATĐHN:

- Thiết lập hệ thống chia sẻ thông tin và các cơ sở dữ liệu. Thái Lan, với vai trò là nước đứng đầu mạng lưới, sẽ thiết lập và quản lý hệ thống chia sẻ thông tin. Các nước thành viên sẽ cử các đại diện tham gia Mạng lưới để triển khai các hoạt động nghiên cứu trong khuôn khổ hợp tác của Mạng lưới và thường xuyên cập nhật thông tin lên hệ thống;

- Triển khai các hoạt động hợp tác nghiên cứu, tính toán, mô phỏng cho bài toán chuẩn về đánh giá hậu quả từ các sự cố tại các nhà máy điện hạt nhân của Trung Quốc gần khu vực Đông Nam Á và các nhà máy điện hạt nhân dự kiến xây dựng tại các nước trong khu vực Đông Nam Á. Các kết quả tính toán sẽ được chia sẻ giữa các nước trong Mạng lưới tại các cuộc họp thường niên. Các nước thành viên có thể đề xuất các bài toán chuẩn trong phạm vi các nội dung đã được thống nhất;

- Các nước thành viên có thể đề xuất các chương trình hợp tác song phương, đa phương với các nước trong Mạng lưới và cùng chia sẻ các kết quả nghiên cứu tại các phiên họp thường niên;

- Các phiên họp thường niên sẽ được tổ chức vào quý một hàng năm. Tại các phiên họp này, các nước thành viên sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu, đánh giá, thảo luận về kết quả nghiên cứu của các nước khác đồng thời cùng bàn luận, lên kế hoạch các hoạt động của năm tiếp theo.

Các nước thành viên đã bàn và đi đến thống nhất về quyền và nghĩa vụ của nước đứng đầu Mạng lưới NCATĐHN:

- Tổ chức các phiên họp thường niên;
- Tìm nguồn kinh phí để duy trì hoạt động của Mạng lưới, ví dụ: Nguồn kinh phí từ ASEAN, các diễn đàn khu vực (ASEAN + 3), IAEA.
- Quản lý hệ thống chia sẻ thông tin và các cơ sở dữ liệu;
- Tập hợp các đề xuất và tổ chức triển khai các hoạt động liên quan tới các bài toán chuẩn;
- Lập và gửi báo cáo về hoạt động của Mạng lưới lên Tiểu ban Nghiên cứu năng lượng bền vững (SCSER), thuộc Ủy ban Khoa học và Công nghệ ASEAN (ASEAN - COST).

Thái Lan sẽ tiếp tục đảm nhận vai trò đứng đầu Mạng lưới NCATĐHN đến hết năm 2018.

Nguyễn Hào Quang, Đoàn Quang Tuyên

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam



HỘI THẢO KHOA HỌC

“TRUNG TÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ NĂNG LƯỢNG HẠT NHÂN (CNEST): CÁC KHÍA CẠNH KINH TẾ - XÃ HỘI VÀ KHOA HỌC - KỸ THUẬT”

Ngày 10/02/2017 tại Hà Nội, Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) phối hợp với Tập đoàn Năng lượng nguyên tử quốc gia Nga (ROSATOM) tổ chức Hội thảo khoa học “Trung tâm Khoa học và Công nghệ năng lượng hạt nhân: Các khía cạnh kinh tế - xã hội và khoa học - kỹ thuật”.

Tham dự và đồng chủ trì Hội thảo có Thứ trưởng Bộ KH&CN Phạm Công Tạc và Đại sứ Đặc mệnh toàn quyền Liên bang Nga tại Việt Nam - Ngài Konstantin Vnukov; Phó chủ nhiệm Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường của Quốc hội Lê Hồng Tĩnh; Viện trưởng Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam (NLNTVN) Trần Chí Thành, cùng các đại biểu, chuyên gia Nga và Việt Nam, đại diện lãnh đạo các đơn vị, cơ quan có liên quan.

Phát biểu tại Hội thảo, Thứ trưởng Bộ KH&CN Phạm Công Tạc nhận định: “Tại Việt Nam, lò phản ứng nghiên cứu (LPƯNC) Đà Lạt tuy có công suất nhỏ nhưng đã đóng vai trò to lớn trong việc xây dựng đội ngũ cán bộ KH&CN Việt Nam cũng như các ứng dụng trong nông nghiệp, y tế và nhiều ngành công nghiệp khác. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển của nền kinh tế, lò phản

ứng với công suất 500 kW này không còn đáp ứng được yêu cầu phát triển của đất nước. Điều này đặt ra vấn đề cần thiết xây dựng một lò nghiên cứu mới với công suất lớn hơn”. Ông Phạm Công Tạc cho biết thêm rằng, theo quan điểm của cá nhân, ông thấy việc xây dựng Trung tâm KH&CN năng lượng hạt nhân (Center for Nuclear Energy Science and Technology - CNEST) là vô cùng

cần thiết, đáp ứng được nhiều yêu cầu về kinh tế, nông nghiệp, xã hội, y tế cũng như đào tạo nguồn nhân lực phục vụ nhiều khía cạnh cuộc sống.

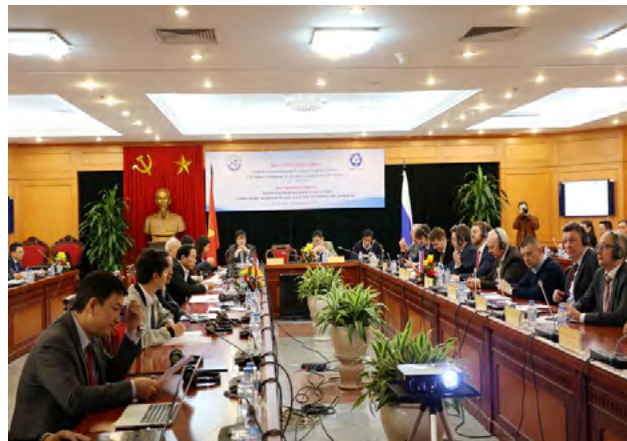


Trong bài phát biểu của mình, Đại sứ đặc mệnh toàn quyền Liên bang Nga tại Việt Nam Konstatin Vnukov cũng nhấn mạnh tầm quan trọng của việc thành lập CNEST trong sự phát triển hội nhập của Việt Nam. Đại sứ Konstatin Vnukov đã nhắc đến câu chuyện 33 năm trước, đội ngũ chuyên gia Nga và Việt Nam cùng hợp tác nâng cấp lò phản ứng, lắp đặt một số trang thiết bị chuyên dụng, v.v...



Nhờ vậy, LPUNC Đà Lạt đã bắt đầu hoạt động trở lại, dẫn đến kết quả là nhiều nghiên cứu cơ bản và ứng dụng đã được thực hiện tại lò phản ứng Đà Lạt, đem lại nhiều đóng góp vào đời sống kinh tế xã hội của đất nước. Việt Nam cũng trở thành quốc gia có những công trình nghiên cứu về năng lượng hạt nhân. Ông nhấn mạnh, để có

thể đem lại những hiệu quả lớn hơn và việc vận hành lò phản ứng an toàn hơn, Việt Nam cần có những cơ sở vật chất phục vụ cho công tác nghiên cứu tốt hơn cũng như đem lại những ứng dụng ở tầm cao hơn trong mọi mặt đời sống kinh tế xã hội.



Trong bài trình bày, Viện trưởng Trần Chí Thành cho biết việc thành lập CNEST giúp phục vụ một số mục tiêu nghiên cứu cơ bản, nghiên cứu ứng dụng, khoa học vật liệu, công nghệ sinh học, sản xuất đồng vị phóng xạ cho y tế và xuất khẩu sang các nước xung quanh, sản xuất các nguồn phóng xạ và chiếu xạ silic, đẩy mạnh ứng dụng năng lượng nguyên tử (NLNT) trong các lĩnh vực khác cũng như đào tạo nhân lực cho ngành hạt nhân. Vì vậy, không chỉ đóng vai trò thay thế lò phản ứng nghiên cứu Đà Lạt khi lò này hết thời hạn vận hành, CNEST với LPUNC mới công suất khoảng 10 - 15 MW (nhiệt) sẽ mở ra nhiều hướng nghiên cứu và ứng dụng mới, qua đó góp phần nâng cao tiềm lực của ngành NLNT.

Đối với một Trung tâm KH&CN năng lượng hạt nhân, thiết bị nghiên cứu chính sẽ là LPUNC hạt nhân và/hoặc máy gia tốc hạt. Tùy vào tiềm lực kinh tế, nhân lực, tầm nhìn dài hạn của chương trình hạt nhân mà mỗi quốc gia có thể đầu tư xây dựng một hoặc một số CNEST với một quốc gia trên 90 triệu dân như Việt Nam. Dự kiến xây dựng một CNEST đưa vào hoạt động năm 2025 là tầm nhìn dài hạn và phù hợp với

xu hướng chung của nước đang phát triển trong khu vực và trên thế giới như Indonesia, Thái Lan, Malaysia, Bangladesh, Pakistan, Ấn Độ, Hàn Quốc, ... đã thực hiện từ nhiều năm trước đây.

Nhìn lại, ngành Năng lượng nguyên tử Việt Nam đã trải qua hơn 40 năm hình thành và phát triển, đồng hành với dự án khôi phục, mở rộng, vận hành và khai thác sử dụng LPUNC Đà Lạt công suất khiêm tốn 500 kW (hay 0,5 MWt), nhưng đã có đóng góp to lớn cho phát triển kinh tế - xã hội và xây dựng tiềm lực hạt nhân của quốc gia, được Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) đánh giá cao so với mặt bằng phát triển KH&CN hạt nhân của các nước Đông Nam Á và khu vực châu Á. Vai trò lịch sử của trên 60 năm quản lý và vận hành LPUNC Đà Lạt (1963-2025) đã và đang thúc đẩy các ứng dụng của kỹ thuật hạt nhân cho các lĩnh vực y tế, công-nông nghiệp, nghiên cứu bảo vệ môi trường,... và xây dựng đội ngũ sẽ được chuyển giao cho CNEST mới, với quy mô lớn hơn nhiều lần để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao về cung cấp sản phẩm và dịch vụ ở trong nước và xuất khẩu ra thị trường khu vực. Với LPUNC mới, CNEST cho phép mỗi năm sản xuất trên 20.000 Ci đồng vị phóng xạ các loại (Tc-99m, I-131, I-135, P-32, Sm-153, Lu-177, Y-90,...) phục vụ chẩn đoán và điều trị bệnh; trên 1000 nguồn phóng xạ kín các loại (Ir-192, Se-75, Co-60,...) phục vụ cho y tế và công nghiệp; dịch vụ phân tích nguyên tố bằng kỹ thuật kích hoạt neutron phục vụ các ngành; dịch vụ chiếu xạ pha tạp silic cho thị trường khu vực để chế tạo vật liệu bán dẫn;... Bên cạnh tạo ra nhiều công nghệ, sản phẩm và các hoạt động dịch vụ kỹ thuật có khả năng thương mại hóa, CNEST mới sẽ cho phép mở ra nhiều hướng nghiên cứu mới để nâng cao tiềm lực KH&CN của quốc gia trong lĩnh vực hạt nhân, đặc biệt trình độ khoa học, công nghệ về lò phản ứng, vật liệu, vật lý hạt nhân, hóa phóng xạ... sẽ được nâng lên tầm cao

mới, đáp ứng những yêu cầu ngày càng cao cho phát triển kinh tế và góp phần bảo đảm an ninh quốc phòng.

Tại Hội thảo, các chuyên gia Nga gồm ông Dmitry Vysotsky, Giám đốc về các hướng lò nghiên cứu, Công ty Rosatom Overseas; ông Ruslan Kumatbetov, Trưởng phòng Phát triển sản phẩm lò nghiên cứu Công ty Rosatom Overseas; ông Mikhail Kalugin, Phó Trưởng ban của Tổ hợp công nghệ hạt nhân, Viện Kurchatov; ông Sergey Musaelyan, Giám đốc Các lò nghiên cứu cỡ nhỏ và trung bình của ASE Group, Rosatom; ông Sergey Evdonin, Quản lý dự án Tập đoàn United Innovation Corporation đã nêu những điểm quan trọng trong CNEST mà Nga sẽ hỗ trợ Việt Nam trong việc tư vấn, thiết kế, xây dựng, lắp đặt, v.v... Đóng vai trò nổi bật trong CNEST là lò phản ứng nghiên cứu đa mục tiêu với năm kênh ngang và 20 hot cells. Từ lò phản ứng nghiên cứu đa mục tiêu này, Việt Nam hoàn toàn có khả năng thực hiện được những hướng nghiên cứu cơ bản về vật lý hạt nhân; đào tạo nguồn nhân lực NLNT; nghiên cứu về khoa học vật liệu, công nghệ sinh học v.v.; sản xuất đồng vị phóng xạ, dược chất phóng xạ, đáp ứng nhu cầu điều trị ung thư trong nước và xuất khẩu sang các quốc gia ASEAN; sản xuất các nguồn phóng xạ và chiếu xạ silic; ứng dụng NLNT trong các lĩnh vực nông nghiệp, công nghiệp, xây dựng, tài nguyên môi trường, hỗ trợ xuất khẩu, chống biến đổi khí hậu, v.v...

Như vậy khi sở hữu lò phản ứng nghiên cứu đa phương tiện trong CNEST, Việt Nam có thể mở ra nhiều hướng phát triển mới trong việc liên kết liên ngành trong nghiên cứu, ứng dụng với những ngành kinh tế mũi nhọn của đất nước. Những hoạt động liên kết này có sức tác động rất lớn đến sự phát triển của cả vùng, địa phương. Các chuyên gia ROSATOM đã lấy ví dụ về lò phản ứng nghiên cứu đặt trong khuôn viên trường đại học Sao Paulo, trường đại học công lớn nhất

Brazil, trong 51 năm tồn tại của mình đã góp phần không nhỏ vào việc làm nên sự thịnh vượng của thành phố này.

Tại Hội thảo, các đại biểu đã thảo luận rất sôi nổi, nhiều đại biểu Việt Nam đã đưa ra những câu hỏi thể hiện sự băn khoăn về độ an toàn của lò phản ứng nêu trong dự án Trung tâm KH&CN năng lượng hạt nhân. Trả lời câu hỏi của Phó chủ nhiệm Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường của Quốc hội Lê Hồng Tịch, ông Dmitry Vysotsky và Mikhail Kalugin cho rằng, rất nhiều lò phản ứng nghiên cứu do Rosatom cung cấp công nghệ đều hoạt động rất tốt, trong đó ngay Viện nghiên cứu Kurchatov cũng sở hữu vài lò phản ứng và địa điểm đặt lò đều ở thủ đô Matxcova. Những lò phản ứng nghiên cứu này đều phải đạt các tiêu chí về an toàn rất chặt chẽ từ thiết kế, lắp đặt, bảo dưỡng và vận hành. Ông Dmitry Vysotsky cũng lưu ý sự khác biệt về công suất giữa lò nghiên cứu và năng lượng khiến lò nghiên cứu an toàn hơn, đồng thời cho biết thêm rằng vòng đời lò nghiên cứu rất dài và có thể tiến hành nâng cấp, gia hạn. Sau khi hết thời hạn vận hành, nhiều lò nghiên cứu đã trở thành bảo tàng khoa học.

Một trong những lo lắng khác của các đại biểu Việt Nam là vấn đề chi phí đầu tư ban đầu và chi phí vận hành, bảo dưỡng lò phản ứng. Ông Vysotsky cho biết, do dự án điện hạt nhân Ninh Thuận đã bị dừng nên một số hạng mục của CNEST phục vụ cho dự án này sẽ bị loại bỏ, điều đó sẽ giúp giá thành của CNEST giảm xuống dưới con số ước tính 500 triệu đô la như ban đầu. Về chi phí vận hành, bảo dưỡng hàng năm, tuy chưa có con số cụ thể nhưng theo cách tính của ông, các hoạt động sản xuất đồng vị phóng xạ, dược chất phóng xạ, dịch vụ đánh giá không phá hủy, v.v... sẽ góp phần trang trải không dưới 60% số này. Tuy nhiên về lâu dài, CNEST sẽ đem lại những lợi ích hết sức to lớn cho ngành khoa học

Việt Nam cũng như nhiều ngành, nhiều lĩnh vực khác trong xã hội.

Tuy ngành NLNT (Viện NLNTVN) đã có bước chuẩn bị chu đáo để thực hiện dự án xây dựng CNEST, nhưng CNEST có hoạt động hiệu quả hay không, đặc biệt là trong giai đoạn thế giới mở hiện nay với nhiều hợp tác đa phương (IAEA, ASEAN, ...), hợp tác song phương, thu hút nhiều chuyên gia giỏi trong nước, việt kiều và người nước ngoài vào làm việc, thì việc lựa chọn địa điểm xây dựng CNEST sẽ đóng vai trò quyết định. Qua kinh nghiệm của các nước và thực tế vận hành LPƯNC Đà Lạt, dự án CNEST cần được xây dựng tại địa điểm không quá xa thành phố lớn, sân bay quốc tế, nơi tập trung nhiều trường đại học, viện nghiên cứu, các bệnh viện, và đặc biệt là các cơ sở kinh doanh, các doanh nghiệp sẵn sàng nhận chuyển giao sản phẩm và dịch vụ công nghệ cao từ CNEST.

Hiện nay chúng ta đang có điều kiện thuận lợi để thực hiện dự án CNEST. Nếu đạt được các yếu tố về “địa lợi, nhân hòa” thì dự án CNEST sẽ là bước đột phá của ngành hạt nhân nước ta.

Nguyễn Thị Thu Hà

Ban Kế hoạch và Quản lý khoa học

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP GEOPOLYME HÓA ĐỂ ĐÓNG RẮN CHẤT THẢI PHÓNG XẠ DẠNG LỎNG ĐẬM ĐẶC CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

Trong quá trình vận hành và bảo dưỡng nhà máy điện hạt nhân thường sinh ra một lượng lớn chất thải phóng xạ (CTPX) dạng lỏng. Sau các quá trình xử lý hóa học, trao đổi ion hoặc cô đặc sẽ thu được CTPX dạng lỏng đậm đặc. Để thỏa mãn các tiêu chuẩn của kiện chất thải trước khi chôn cất, cần phải chuyển các CTPX dạng lỏng đậm đặc này sang trạng thái rắn. Trong bài báo này đã nghiên cứu áp dụng phương pháp geopolymer hóa để đóng rắn mẫu giả CTPX có thành phần cơ bản với các dung dịch CTPX đã cô đặc từ nhà máy điện hạt nhân. Các thông số công nghệ như thành phần của hỗn hợp các tác nhân tham gia phản ứng geopolymer, tỷ lệ phối trộn tác nhân phản ứng với lượng CTPX, lượng các chất phụ gia bentonit, tro bay của nhà máy nhiệt điện, độ bền cơ học và khả năng hòa tách các hạt nhân phóng xạ khỏi khối sản phẩm đóng rắn cũng đã được nghiên cứu.

1. Đặt vấn đề

Trong các loại chất thải phóng xạ phát sinh từ nhà máy điện hạt nhân (NM ĐHN) thì chất thải phóng xạ dạng lỏng hoạt độ thấp và trung bình chiếm một tỉ lệ rất lớn., các CTPX dạng lỏng sau khi được làm đậm đặc sẽ được đóng rắn bằng phương pháp xi măng hóa, bitum hóa và geopolymer hóa. So với phương pháp xi măng hóa và bitum hóa thì geopolymer hóa là phương pháp tương đối mới và thể hiện một số đặc tính ưu việt hơn như: tỷ lệ CTPX/tác nhân geopolymer lớn hơn, sản phẩm sau khi đóng rắn có độ bền cơ học và hóa học lớn hơn [1,2,3]...

Báo cáo này trình bày các nghiên cứu về ảnh hưởng của thành phần tác nhân geopolymer, tỷ lệ CTPX/tác nhân geopolymer, tỷ lệ chất phụ

gia bentonit, tro bay tới độ bền cơ học và hóa học của khối sản phẩm sau khi đóng rắn.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu chính

Mẫu CTPX: Thông thường nước thải từ các khu vực của NM ĐHN, được thu gom, phân loại theo nguồn gốc và hoạt độ và được cô đặc qua nhiều bước (kết tủa, bay hơi, trao đổi ion,...), nhưng phần lớn được thực hiện bằng cô đặc chân không để thu CTPX đậm đặc có hàm lượng Bo và các muối khác rất cao và thay đổi trong khoảng rất rộng [4]. Trong đó hàm lượng Bo từ vài chục đến vài trăm g/L, được quan tâm nhất do nó có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình đóng rắn CTPX. Trên cơ sở nghiên cứu thành phần các CTPX đã

cô đặc của các NM ĐHN trên thế giới (bảng 1), các tác giả đã pha chế mẫu CTPX giả định với thành phần nêu trong bảng 2. [4].

Bảng 1: Thành phần CTPX cô đặc phổ biến ở các nhà máy ĐHN.

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Boric axit (g/l)	60-400	Tổng muối (g/l)	300-400
Na ⁺ (g/l)	90-100	Tỉ trọng (g/cm ³)	1,2-1,3
K ⁺ (g/l)	10-12	Chất hữu cơ (g/l)	3-4
pH	~ 13	NO ₃ ⁻ (g/l)	40 - 50

Bảng 2: Thành phần chất thải phóng xạ mô phỏng để nghiên cứu

Thành phần (g/l)	H ₃ BO ₃	K ₂ SO ₄	CaCl ₂	Fe(NO ₃) ₃	NaNO ₃	NaOH	CsCl ₂
	67	30	30	30	30	60	0,01

Nguyên liệu tham gia phản ứng geopolymer: Nguyên liệu ban đầu thường ở dạng aluminosilicate nhằm cung cấp nguồn Si và Al cho quá trình geopolymer hóa. Nguyên liệu ban đầu có thể có nguồn gốc tự nhiên như kaolinit, sét, mica, andalousit, spinel,... và các nguyên liệu từ các quá trình khác như tro bay, silicafum, xỉ, bùn đỏ. Việc lựa chọn nguyên liệu ban đầu cho quá trình chế tạo geopolymer phụ thuộc vào các yếu tố như: tính sẵn có, chi phí, loại ứng dụng và yêu cầu sử dụng. Geopolymer gồm hai thành phần chính là nguyên liệu ban đầu (nguyên liệu gốc) và dung dịch dụng cuối cùng. Trong nghiên cứu này, các nguyên liệu để cung cấp Si và Al được sử dụng là tro bay của nhà máy nhiệt điện Uông Bí và bentonit đã làm giàu từ quặng bentonit của mỏ Nha Mé, Bình Thuận

Tro bay: Thành phần hóa học của tro bay Nhà máy nhiệt điện Uông Bí được phân tích trên máy phát xạ huỳnh quang tia X (XRF) của hãng XEPOS. Kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 3.

Bentonit: Bentonit có nguồn gốc từ Đức trọng, Lâm Đồng, được phân tích thành phần hóa

học trên máy phát xạ huỳnh quang tia X (XRF) của hãng XEPOS. Kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 3: Thành phần hóa học của tro bay nhà máy nhiệt điện Uông Bí

Nguyên liệu	Thành phần hóa học (%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MKN
Tro bay Uông Bí	58,5	28,1	6,1	0,8	1,1	0,1	2,6	20 - 45

Bảng 4: Thành phần hóa học của bentonit Đức Trọng, Lâm Đồng

Mật độ (g/cm ³)	Độ rỗng	Độ trương nở	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)
2,5	40-60	100-150	45-55	15-20	3-6	3-4	1-2	10-15

Chất hoạt hóa kiềm: Chất hoạt hóa kiềm được sử dụng trong các nghiên cứu này là dung dịch NaOH 1:1 và thủy tinh lỏng (Na₂SiO₃).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Các thông số công nghệ của quá trình đóng rắn geopolymer quan trọng nhất là thành phần, tỷ lệ của các chất tham gia vào phản ứng geopolymer và chất kiềm hóa.

2.2.1. Khảo sát sự đóng rắn của bentonit với các chất kiềm hóa là NaOH và thủy tinh lỏng: Thay đổi tỷ lệ giữa nước, bentonit, NaOH và thủy tinh lỏng để khảo sát sự đóng rắn của hỗn hợp geopolymer qua đó lựa chọn tỷ lệ thành phần thích hợp.

2.2.2. Khảo sát sự đóng rắn của bentonit với chất kiềm hóa là NaOH và dung dịch đóng rắn Simon Water Plug L60: Thay đổi tỷ lệ giữa nước, bentonit, NaOH dung dịch đóng rắn Simon Water Plug L60 để khảo sát sự đóng rắn của hỗn hợp geopolymer qua đó lựa chọn tỷ lệ thành phần thích hợp.

2.2.3. Khảo sát khả năng sử dụng tro bay làm tác nhân geopolymer: Theo tài liệu khoa học

thì xỉ tro bay là nguyên liệu chứa nhiều Si và Al là những thành phần cơ bản của geopolymer. Đã có nhiều công trình nghiên cứu sử dụng xỉ tro bay để chế tạo geopolymer [5]. Do vậy mà nhóm nghiên cứu cũng đặt ra vấn đề sử dụng xỉ tro bay để chế tạo geopolymer cho đóng rắn chất thải phóng xạ. Các thí nghiệm cũng được tiến hành tương tự như đối với bentonit.

2.2.4. Khảo sát khả năng sử dụng kết hợp bentonit và xỉ tro bay và oxit nhôm, oxit silic trong quá trình geopolymer: Các thí nghiệm tiến hành tương tự như ở phần 2.2.1 nhưng có sử dụng cả bentonit và tro bay cũng như có bổ xung Al_2O_3 và SiO_2 làm tác nhân phản ứng.

2.2.5. Khảo sát đóng rắn dung dịch chất thải phóng xạ mô phỏng bằng phương pháp geopolymer: Trên cơ sở các khảo sát sơ bộ ở các phần trên, các kết quả nghiên cứu được lựa chọn để đóng rắn mẫu chất thải phóng xạ mô phỏng có một số thành phần gần giống với chất thải phóng xạ thực.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khảo sát sự đóng rắn của bentonit với các chất kiềm hóa là NaOH và thủy tinh lỏng: Kết quả khảo sát sơ bộ sự đóng rắn của bentonit với các chất kiềm hóa là NaOH và thủy tinh lỏng được trình bày trong bảng 5.

Như vậy với các kết quả trong bảng 5 có thể chọn kết quả của thí nghiệm số 1 để định hướng cho khả năng geopolymer của bentonit.

3.2. Khảo sát sự đóng rắn của bentonit với chất kiềm hóa là NaOH và dung dịch đóng rắn Simon Water Plug L60: Khi thay thế thủy tinh lỏng bằng dung dịch đóng rắn Simon Water Plug L60, ta cũng thu được kết quả hoàn toàn tương tự như trong bảng 5. Có thể kết luận vai trò của dung dịch đóng rắn Simon Water Plug L60 cũng tương tự như thủy tinh lỏng.

Bảng 5: Kết quả khảo sát sự đóng rắn của bentonit với thủy tinh lỏng và NaOH

STT	Nước (g)	Bentonit (g)	Thủy tinh lỏng (g)	NaOH 1:1 (g)	Nhận xét về khả năng đóng rắn
1	30	10	6	3	Đóng rắn với thời gian dài
2	30	10	9	3	Có khả năng đóng rắn
3	30	10	12	3	Thể hiện khả năng đóng rắn
4	30	20	9	6	Thể hiện khả năng đóng rắn
5	30	20	12	6	Không đóng rắn
6	30	20	15	6	Không đóng rắn
7	30	30	9	9	Không đóng rắn
8	30	30	12	9	Không đóng rắn
9	30	30	15	9	Không đóng rắn
10	30	30	15	12	Không đóng rắn
11	30	30	18	12	Không đóng rắn
12	30	30	24	12	Không đóng rắn

Một số hình ảnh minh họa cho các thí nghiệm khảo sát sơ bộ khả năng đóng rắn bằng phương pháp geopolymer được minh họa trên hình 1.



Hình 1: Khảo sát sơ bộ khả năng đóng rắn bằng phương pháp geopolymer

3.3. Khảo sát khả năng sử dụng tro bay làm tác nhân geopolymer: Kết quả khảo sát sơ bộ sự đóng rắn của tro bay với các chất kiềm hóa là NaOH và thủy tinh lỏng được trình bày trong bảng 6.

Kết quả của các thí nghiệm này chứng tỏ rằng khi sử dụng xỉ tro bay Uông Bí với chất kiềm

hóa là thủy tinh lỏng và NaOH ở tỉ lệ thấp thì hệ geopolymer đóng rắn tốt với các tỷ lệ thành phần trong các thí nghiệm số 9 đến 12.

Bảng 6. Kết quả khảo sát sự đóng rắn của xi tro bay với các tác nhân hoạt hóa.

STT	Nước (g)	Xi tro bay (g)	Thủy tinh lỏng (g)	NaOH dạng vảy (g)	SiO ₂ (g)	Nhận xét về khả năng đóng rắn
1	10	45,8	50	11,5	0	Không đóng rắn
2	15	50	100	10	0	Có khả năng đóng rắn
3	15	50	100	20	0	Không đóng rắn
4	15	50	100	20	0	Không đóng rắn
5	15	50	100	20	25	Không đóng rắn
6	5	25	50	10	50	Không đóng rắn
7	12,5	24,8	23,4	1,8	0	Không đóng rắn
8	12,5	24,8	5,8	1,8	0	Không đóng rắn
9	4	24,8	5,8	1,8	0	Đóng rắn tương đối
10	5	30	8	0	0	Đóng rắn tương đối
11	5	40	10	0	0	Đóng rắn tương đối
12	7	45	10	0	0	Đóng rắn tương đối

Bảng 7. Kết quả thí nghiệm khảo sát sự đóng rắn của bentonit kết hợp xi tro bay với sự bổ xung bổ xung các tác nhân oxit nhôm, oxit silic.

STT	Nước (g)	Bentonit (g)	Thủy tinh lỏng (g)	NaOH 1:1 (g)	Xi tro bay (g)	Al ₂ O ₃ (g)	SiO ₂ (g)	Nhận xét về khả năng đóng rắn
1	20	10	5	5	60			Đóng rắn tương đối
2	20	10	10	10	50			Không đóng rắn
3	20	20	10	10	40			Đóng rắn tương đối
4	20	30	10	10	30			Đóng rắn tương đối
5	10	10	15	15	50			Không đóng rắn
6	10	20	15	15	40			Không đóng rắn
7	10	30	15	15	30			Không đóng rắn
8	25	30	10	10	30	2		Đóng rắn tốt
9	25	30	10	10	30		2	Đóng rắn tốt
10	25	30	10	10	30	4		Đóng rắn không tốt
11	25	30	10	10	30		4	Không đóng rắn
12	25	30	10	10	30	4	4	Không đóng rắn

3.4. Khảo sát khả năng sử dụng kết hợp bentonit và xi tro bay và oxit nhôm, oxit silic trong quá trình geopolymer: Kết quả khảo sát thử nghiệm sự kết hợp giữa bentonit + xi tro bay và bổ xung oxit nhôm, oxit silic trong quá trình geopolymer được nêu trong bảng 7.

Kết quả thí nghiệm chứng tỏ rằng khi bổ sung một lượng thích hợp Al₂O₃ và SiO₄ (2 gam, ở thí nghiệm số 8 và số 9) thì khả năng đóng

rắn tăng lên hẳn. Bổ sung một lượng dư hơn (4 gam, ở thí nghiệm số 10, số 11 và số 12) thì khối geopolymer lại không có khả năng đóng rắn.).

Việc thực hiện quá trình đóng rắn trong các trường hợp khác nhau bên cạnh việc xác định thông số về thành phần nguyên liệu còn nhằm mục tiêu tìm kiếm việc sử dụng nguyên liệu thích hợp để cố định chất thải phóng xạ. Các nguyên liệu khác nhau đều có những ưu điểm và những hạn chế nếu xét riêng về từng khía cạnh như tính công nghệ, tính kinh tế v.v... Vấn đề này cần tiếp tục nghiên cứu sâu thêm.

Bảng 8. Kết quả thí nghiệm khảo sát sự đóng rắn geopolymer với dung dịch nước thải mô phỏng

STT	CTPX (g)	Bentonit (g)	Thủy tinh lỏng (g)	Xi tro bay (g)	Al ₂ O ₃ (g)	SiO ₂ (g)	Nước bổ sung (g)	Khả năng đóng rắn
1	30	30	15	30	0	0	0	Không đóng rắn
2	30	30	10	30	0	0	0	Không đóng rắn
3	30	30	5	30	0	0	0	Không đóng rắn
4	30	30	15	30	0	0	5	Không đóng rắn
5	30	30	10	30	0	0	10	Có đóng rắn
6	30	30	5	30	0	0	15	Có đóng rắn
7	30	30	10	30	2	0	15	Có đóng rắn
8	30	30	10	30	0	2	15	Có đóng rắn
9	30	30	10	30	2	2	15	Đóng rắn tốt
10	30	30	10	30	2	2	20	Đóng rắn tốt
11	30	30	10	30	2	2	25	Đóng rắn tốt
12	30	30	10	30	2	2	30	Không đóng rắn

3.5. Khảo sát đóng rắn dung dịch chất thải phóng xạ mô phỏng bằng phương pháp geopolymer: Trên quan điểm của quản lý chất thải phóng xạ thì Cs là nguyên tố phóng xạ cần quan tâm nhất. Quá trình geopolymer hóa nhằm mục tiêu cố định Cs. Tuy nhiên những yếu tố ảnh hưởng nhiều đến quá trình geopolymer hóa là lượng kiềm trong nước thải phóng xạ. Dựa trên thành phần kiềm của nước thải phóng xạ có thể tính toán lượng kiềm và thủy tinh lỏng thích hợp cho thành phần nguyên liệu đầu của quá trình geopolymer. Ngoài ra các thành phần khác trong nước thải cũng ảnh hưởng đến quá trình đóng rắn của geopolymer cần khảo sát. Các kết quả của thí nghiệm khảo sát sự đóng rắn geopolymer với

dung dịch nước thải mô phỏng được cho trong bảng 8 nêu trên.

Kết quả ở loạt thí nghiệm này đã chứng tỏ rằng quá trình geopolymer hóa xảy ra ở tỉ lệ kiềm thích hợp vì trong nước thải phóng xạ đã có chứa một lượng kiềm nhất định do vậy cần bổ sung thêm nước để tăng cường quá trình đóng rắn của geopolymer. Ngoài ra việc bổ sung thêm oxit nhôm và oxit silic cũng tăng cường quá trình đóng rắn của geopolymer. Điều kiện trong thí nghiệm số 9 sẽ được lựa chọn để geopolymer CTPX cô đặc với tỉ lệ các chất phản ứng như sau: CTPX/bentonit/thủy tinh lỏng/xi tro bay/ Al_2O_3/SiO_2 /nước bổ xung = 30/30/10/30/2/2/15.

Sản phẩm geopolymer hóa thực hiện theo tỉ lệ trên đã được kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý và hóa học. Thí nghiệm kiểm tra đã chứng tỏ khối geopolymer có đủ độ bền cơ lý và hóa học. Cường độ bền nén của khối geopolymer đã đạt đến 7,8 MPa, mẫu được ngâm trong các dung dịch hòa tách khác nhau sau một thời gian nhất định vẫn chưa phát hiện được sự rò rỉ của Cs.

Kết luận

Báo cáo đã trình bày các thí nghiệm khảo sát quá trình đóng rắn geopolymer nhằm mục đích đóng rắn CTPX, các loại nguyên liệu khác nhau là bentonit, xi tro bay với các tác nhân đóng rắn khác nhau đã được khảo sát.

Việc xác định các thông số công nghệ của quá trình đóng rắn geopolymer là hết sức khó khăn do geopolymer chỉ đóng rắn theo tỉ lệ nghiêm ngặt của các chất tham gia phản ứng và quá trình đóng rắn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Để tăng cường quá trình đóng rắn của geopolymer cần bổ sung thêm những phụ gia đặc biệt. Thực tế, đây là vấn đề bí mật công nghệ, rất khó chia sẻ giữa các cơ quan nghiên cứu. Nhóm nghiên cứu đã thực hiện một số lớn thí nghiệm thăm dò nhằm tìm kiếm thành phần thích hợp của các chất tham gia

phản ứng trong quá trình geopolymer hóa trên cơ sở nguyên liệu chính là bentonit và xi tro bay của Việt Nam. Nhóm nghiên cứu cũng đã tiến hành thử nghiệm một số tác nhân đóng rắn để tăng cường quá trình đóng rắn của geopolymer.

Các nghiên cứu đã xác định được tỉ lệ các thành phần tham gia phản ứng của quá trình đóng rắn geopolymer trên cơ sở mẫu bentonit và xi tro bay của Việt Nam là: CTPX/bentonit/thủy tinh lỏng/xi tro bay/ Al_2O_3/SiO_2 /nước bổ xung = 30/30/10/30/2/2/15. Nghiên cứu cũng đã xác định sản phẩm geopolymer bảo đảm các tính chất cơ lý theo yêu cầu của việc lưu giữ chất thải phóng xạ. Các nghiên cứu tiếp tục có thể tiến hành theo hướng tăng cường quá trình đóng rắn geopolymer bằng phương pháp gia nhiệt và nén bổ sung để nâng cao, cường độ bền cơ học và hóa học cũng như các đặc tính khác của sản phẩm geopolymer./.

Nguyễn Bá Tiên, Bùi Đăng Hạnh

Viện Công nghệ xạ hiểm

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. IAEA, 1995. The principle of Radioactive Waste Management. Safety Series 111-F
2. M.Y. Khalil, E. Merz, Immobilization of intermediate-level wastes in geopolymer, Journal of Nuclear Materials 211 (1994) 141-148
3. Treatment and Conditioning of Nuclear Wastes Radioactive Waste Management - Appendix 1 <http://www.world-nuclear.org>
4. F.A. Lifanov, M.I. Ojovan, S.V. Stefanovsky, R. Burcl, Feasibility and Expedience to Vitrify NPP Operational Waste, WM'03 Conference, February 23-27, 2003, Tucson, AZ. USA.
5. Joseph Davidovits, Geopolymer Chemistry and Applications, 3rd edition, July 2011, published by Institut Géopolymère, 16 rue Galilée, F-02100 Saint-Quentin, France, Web: www.geopolymer.org.



CÓ THỂ TẠO LỖ ĐEN TẠI LHC?

Chúng ta đang nói ở đây về những lỗ đen vi mô, có kích thước so sánh được với những hạt cơ bản. Đó là những lỗ đen lượng tử. Người ta hy vọng tạo được các lỗ đen mini tại LHC (Large Hadron Collider) bằng cách cho va chạm 2 proton ở năng lượng cao. Trước đây các nhà vật lý vẫn cho rằng điều này là ngoài tầm của LHC, song các công trình của các tác giả [1] đã mở ra triển vọng cho vấn đề này.

1- Lỗ đen

Sự tồn tại của lỗ đen đã được tiên đoán bởi J.R. Oppenheimer và H. Snyder từ năm 1939 như một hệ quả kỳ lạ song tất yếu của lý thuyết hấp dẫn Einstein. Từ đó phát sinh một ngành mới của vật lý học đó là vật lý các lỗ đen. Hãy tìm bán kính lỗ đen. Động năng của vật thể phải thắng thế năng thì vật mới thoát khỏi thiên thể:

$$(1/2)mv^2 = GmM/R$$

m, M - khối lượng của vật thể và thiên thể.

Từ đó có:

$$v = (2GM/R)^{1/2}$$

Đối với ánh sáng, ta có $c = (2GM/R)^{1/2}$,

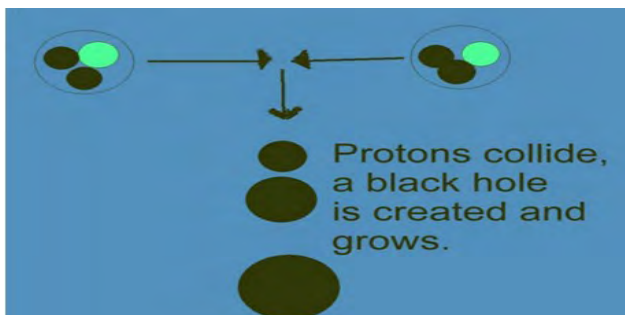
do đó bán kính tới hạn - bán kính lỗ đen - sẽ là:

$$R_g = 2GM/c^2$$

Liệu có thể tạo lỗ đen trong phòng thí nghiệm? Khi nói đến lỗ đen, người ta nghĩ đến những vật thể với khối lượng khổng lồ có khả năng nuốt những con tàu vũ trụ, những sao chổi, những sao xung quanh. Nhưng liệu những lỗ đen có thể tạo được nhờ những máy gia tốc năng lượng cao, ví dụ máy LHC (Large Hadron Collider) tại trung tâm CERN, gần Geneva.

Việc tạo được lỗ đen trong phòng thí nghiệm sẽ mở ra nhiều khả năng nghiên cứu lỗ đen một cách hiệu quả. Trên máy LHC một proton có thể được gia tốc đến năng lượng 7 tera

electron-volt, năng lượng này theo công thức nổi tiếng của Einstein $E=mc^2$ tương đương với khối lượng 10^{-23} kg (7.000 lần khối lượng của proton). Khi hai hạt va chạm nhau, năng lượng của chúng sẽ tập trung vào một vùng không gian rất nhỏ. Cho nên người ta hy vọng rằng sự va chạm của hai hạt như thế có thể dẫn đến sự hình thành một lỗ đen mini (xem hình 1).



Hình 1. Hai proton va chạm nhau có thể tạo nên một lỗ đen mini

Song khối lượng 10^{-23} kg còn quá khiêm tốn với trị số Planck 10^{-8} kg (trị số nhỏ nhất có thể của một lỗ đen). Muốn cho một hạt vừa có năng lượng rất cao vừa phải có kích thước cômpắc để có thể tạo nên một lỗ đen, hạt cần phải có năng lượng Planck nghĩa là cần một năng lượng lớn hơn năng lượng của LHC khoảng 10^{15} lần! Trong những nghiên cứu gần đây, các nhà vật lý cho rằng đòi hỏi năng lượng Planck là một đòi hỏi quá cao. Lời giải hiện nay cho vấn đề dựa trên các lý thuyết sau đây [1].

2- Các chiều dư (extra dimensions)

Theo LTD (Lý thuyết Dây - một lý thuyết được xem là có khả năng trở thành TOE - Theory Of Everything), ngoài không-thời gian 4 chiều còn có những chiều dư. Hấp dẫn, không giống như những lực khác, có khả năng truyền dẫn trong những chiều dư ấy. Trong không gian 3 chiều lực hấp dẫn tăng lên 4 lần nếu ta giảm khoảng cách giữa hai vật xuống còn một nửa, song trong không gian 9 chiều lực hấp dẫn tăng lên 256 (= 28) lần.

Như chúng ta biết ngoài 4 chiều không thời gian còn có thể tồn tại nhiều chiều dư nữa. Trong LTD (Lý thuyết Dây) số chiều dư có thể là 6 hay 7 chiều.

Từ lời giải Schwarzschild cho lỗ đen trong không thời gian 4-chiều [2]:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{2GM}{r}\right) dt^2 + \left(1 - \frac{2GM}{r}\right)^{-1} dr^2 + r^2 d\Omega^2$$

ta có thể suy ra lời giải đó trong không thời gian d-chiều:

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{\mu}{r^{d-3}}\right) dt^2 + \left(1 - \frac{\mu}{r^{d-3}}\right)^{-1} dr^2 + r^2 d\Omega_{d-2}^2$$

trong đó μ = khối lượng trong không gian d-chiều còn Ω = thể tích.

3- Các hàm cầu vồng (rainbow functions)

Lỗ đen mini là một đối tượng lượng tử, vậy ta cần có lý thuyết hấp dẫn lượng tử. Song lý thuyết này chưa có. Vậy phải nghĩ cách hạn chế làm cho năng lượng không thể lớn hơn năng lượng Planck E_{pl} , từ đó độ dài cũng không thể nhỏ hơn độ dài Planck tương ứng l_{pl} . Như vậy năng lượng và độ dài không còn liên tục nữa. Có thể nói đây là một bước đầu làm hòa hợp GR (General Relativity) và QM (Quantum Mechanics). Ý tưởng chính là làm thế nào để hạn chế không cho năng lượng vượt một giới hạn nhất định đó là E_{pl} .

Trong SR (Special Relativity) người ta đưa vào điều kiện buộc năng lượng E không thể vượt quá năng lượng Planck E_{pl} (như vậy độ dài cũng không thể ngắn hơn độ dài Planck l_{pl}). Muốn làm điều đó ta thay công thức quen thuộc:

$$E^2 - p^2 = m^2$$

bằng công thức:

$$E^2 f(E)^2 - p^2 g(E)^2 = m^2$$

Trong đó các hàm f & g gọi là các hàm cầu vồng (rainbow functions). Một dạng thông dụng của f & g là các hàm Amelino-Camelia:

$$f(E)^2 = 1 \quad \text{và} \quad g(E)^2 = 1 - \eta(E/E_{pl})^n$$

trong đó $n = \text{số nguyên} > 0$, $\eta = \text{hằng số cỡ đơn vị}$. Người ta thường lấy $n = \eta = 1$,

vậy $E^2 - p^2 + p^2(E/E_{pl}) = m^2$ và ta có hệ thức nổi liền năng xung lượng dưới dạng

$$E^2 = p^2 + m^2 + \alpha l_{pl} E^3$$

Trong đó $\alpha = \text{hằng số}$. Ta thấy rõ nhờ hàm g mà $E < E_{pl}$.

Từ SR sử dụng thêm các hàm f & g ta sẽ có lý thuyết gọi là DSR (Doubly Special Relativity). Trong DSR ta đã áp đặt được các hạn chế $E < E_{pl}$ (và từ đó $l > l_{pl}$).

Từ SR sử dụng thêm các hàm f & g ta sẽ có lý thuyết gọi là DSR (Doubly Special Relativity). Trong DSR ta đã áp đặt được các hạn chế $E < E_{pl}$ (và từ đó $l > l_{pl}$).

4- Hình học không giao hoán (non commutative geometry)

Chú ý rằng muốn hạn chế vùng giá trị của năng lượng và độ dài (E & l) người ta còn có thể ngoài phương pháp trên (dùng các hàm cầu vồng) sử dụng hình học không giao hoán. Muốn làm điều này ta đưa vào SR một nguyên lý bất định (như nguyên lý Heisenberg đối với xung lượng và tọa độ trong QM) để khống chế việc đo vị trí với một độ chính xác không nhỏ hơn độ dài Planck l_{pl} .

Trong NCG các tọa độ sẽ không giao hoán:

$$[x_i, x_j] = \theta_{ij}$$

$$\Delta x_i \Delta x_j \geq |\theta_{ij}|$$

Nhờ hệ thức không giao hoán trên mà độ dài không thể xác định với độ chính xác nhỏ hơn

một trị số nhất định. Vậy độ dài minimum do đó cũng không thể nhỏ hơn trị số đó. Điều này sẽ dẫn đến sự hạn chế tương ứng năng lượng không vượt quá một năng lượng nào đó (E_{pl}). Vậy việc sử dụng hình học không giao hoán sẽ tương đương với việc sử dụng các hàm cầu vồng f & g trong việc hạn chế vùng giá trị của E & l .

5- Lời giải schwarzschild lỗ đen trong HDCV (hấp dẫn cầu vồng - gravity's rainbow)

Thế nào là HDCV?

Trong lý thuyết HDCV thì tác động của hấp dẫn sẽ gây nên những hiệu quả khác nhau trên các độ dài sóng khác nhau. Và như thế các hạt với năng lượng khác nhau sẽ chuyển động khác nhau. Lý thuyết HDCV nhằm làm hòa hợp GR và QM. Sở dĩ có tên cầu vồng vì các sóng ánh sáng với độ dài sóng khác nhau sẽ chịu các tác động khác nhau của hấp dẫn tương tự như các màu sắc khác nhau trong một cái cầu vồng (xem hình 2).



Hình 2. Trên hình ảnh nghệ thuật của Hấp dẫn cầu vồng, ta thấy đủ các màu đỏ (red), cam (orange), vàng (yellow), xanh lá cây (green), xanh da trời (blue), chàm (indigo) và tím (violet)

Có thể nói HDCV là sự kết hợp DSR với hấp dẫn. Muốn thực hiện điều này ta cần làm cho metric phụ thuộc vào năng lượng. Trong HDCV metric phải được thay bằng

$$g(E) = g_{ij} e_i(E) e_j(E)$$

trong đó

$$e_i(E) = \frac{e_i}{g(E)}$$

với e_i thuộc hệ tọa độ không phụ thuộc năng lượng. Vậy lời giải Schwarzschild lỗ đen trong d-chiều có kết hợp với HDCV sẽ là

$$ds^2 = -\left(1 - \frac{\mu}{r^{d-3}}\right) \frac{1}{f(E)^2} dt^2 + \left(1 - \frac{\mu}{r^{d-3}}\right)^{-1} \frac{1}{g(E)^2} dr^2 + r^2 d\Omega_{d-2}^2$$

Từ đó các tác giả [1] suy ra bán kính chân trời (horizon radius), và khối lượng minimum M_{min} .

6- Tạo lỗ đen tại LHC

Từ M_{min} ta suy ra năng lượng cần thiết để tạo nên lỗ đen. Kết quả như sau [1]:

D	M_p [TeV]	M_{min} [TeV]
6	4,54	9,5
7	3,51	10,8
8	2,98	11,8
9	2,71	12,3
10	2,51	11,9

Nếu không dùng lý thuyết của [1] thì phải cần đến 10^{19} GeV để tạo nên lỗ đen. Nhưng giờ đây nhìn vào bảng trên ta thấy có thể tạo lỗ đen tại mức năng lượng 9,5 TeV trong không thời gian 6 chiều và tại mức năng lượng 11,9 TeV trong 10 chiều. Điều này trong tầm thế năng của LHC vì trong tương lai gần LHC sẽ đạt mức năng lượng 13 TeV.

Và ta có thể nói đến một hấp dẫn lượng tử ở kích cỡ TeV khi tạo các lỗ đen tại LHC trong tương lai rất gần lúc LHC nâng mức năng lượng lên 13 TeV.

7- Kết luận

Việc tạo được các lỗ đen mini sẽ chứng minh rằng: tồn tại những chiều dư

(extra dimension), vậy LTD là đúng và từ đó có thể cũng tồn tại Đa vũ trụ. Các lý thuyết về các chiều dư + Hấp dẫn Cầu vồng (Gravity's Rainbow) hoặc Hình học không giao hoán (Non Commutative Geometry) là những tiếp cận khác nhau (alternative) có thể dẫn đến việc tạo các lỗ đen mini trên LHC trong tương lai gần.

Cao Chi

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ahmed Farag Ali, Mir Faizal, Mohammed M. Khalil, Absence of Black Holes at LHC due to Gravity's Rainbow, Phys. Letters B vol. 743, 9 April 2015, pages 295-300

arXiv:1410.4765v2 [hep-th] 27 Feb 2015

[2] S. Carroll, Lecture Notes on General Relativity
The schwarzschild solution and black holes

<https://ned.ipac.caltech.edu/level5/March01/Carroll3/Carroll7.html>

TIN TRONG NƯỚC VÀ QUỐC TẾ

HỘI NGHỊ TỔNG KẾT CÔNG TÁC NĂM 2016 VÀ PHƯƠNG HƯỚNG NHIỆM VỤ NĂM 2017 CỦA VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM

Ngày 24/12/2016, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam (Viện NLNTVN) đã tổ chức Hội nghị tổng kết công tác năm 2016 và phương hướng nhiệm vụ năm 2017.

Tham dự Hội nghị có Thứ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) Phạm Công Tạc; Phó Bí thư thường trực Đảng ủy Bộ KH&CN Phạm Quang Trung; đại diện lãnh đạo các đơn vị thuộc Bộ KH&CN; Lãnh đạo Viện NLNTVN; Lãnh đạo các đơn vị trực thuộc, cùng toàn thể cán bộ công chức, viên chức của Viện NLNTVN và nhiều khách mời từ các cơ quan liên quan.

Tại Hội nghị, TS. Cao Đình Thanh, Phó Viện trưởng Viện NLNTVN đã trình bày Báo cáo tổng kết công tác năm 2016 và Phương hướng nhiệm vụ năm 2017. Báo cáo đã nêu một số kết quả nổi bật đạt được trong năm vừa qua như sau:

Về hoạt động nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ

Trong năm 2016, Viện đã làm thủ tục nghiệm thu đối với 05 nhiệm vụ khoa học công nghệ (KH&CN) cấp Nhà nước và tiến hành nghiệm thu chính thức đối với 13 nhiệm vụ KH&CN cấp Bộ, 22 nhiệm vụ KH&CN cấp cơ sở và 54 nhiệm vụ hoạt động thường xuyên theo chức năng.

Viện Nghiên cứu hạt nhân (Viện NCHN) đã nghiên cứu phát triển các phần mềm tính toán phân tích kích hoạt, phát triển các dòng neutron phin lọc tại lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt phục vụ đo số liệu hạt nhân, thiết kế chế tạo các thiết bị đo trên chùm neutron nhằm nâng cao năng lực nghiên cứu và góp phần nội địa hóa thiết bị.

Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân (KH&KTHN) thực hiện các nghiên cứu tính toán độ sâu cháy đối với lò phản ứng VVER-1000/V392. Sử dụng phần mềm RELAP 5 để tính toán, phân tích lò phản ứng VVER-1200/V491.

Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội (CXHN) chế tạo được thiết bị đo on-line và lắp đặt thành công ba thiết bị quan trắc on-line phóng xạ môi trường tại trạm quan trắc Hà Nội, Lào Cai và Hải Phòng, bước đầu phục vụ hoạt động của mạng quan trắc cảnh báo phóng xạ môi trường quốc gia.

Viện Công nghệ xạ hiếm (CNXH) tiến hành nghiên cứu ổn định hóa composite sau khi đã hấp thu bão hòa Cs (chất thải phóng xạ rắn) đồng thời xây dựng quy trình chế tạo vật liệu nhằm mục đích tẩy xạ nước thải phóng xạ và quản lý an toàn bức xạ tại các cơ sở sử dụng và sản xuất một số đồng vị phóng xạ tại Việt Nam. Xây dựng Bộ tài liệu về quy trình công nghệ xử lý chất thải phóng xạ (CTPX) của nhà máy điện hạt nhân đồng thời đăng ký giải pháp hữu ích đối với Quy trình xi măng hóa xử lý CTPX dạng lỏng và Quy trình geopolymere hóa xử lý CTPX dạng lỏng.

Nghiên cứu phát triển năng lực hỗ trợ kỹ thuật về bảo đảm an toàn, an ninh và bảo vệ môi trường

Viện KH&KTHN đã xây dựng quy trình phân tích hàm lượng các nguyên tố hóa học trong mẫu sol khí PM1 dùng kỹ thuật PIXE trên máy gia tốc Pelletron; quy trình phân tích hàm lượng các ion hòa tan trong mẫu dùng kỹ thuật IC trên máy sắc ký ion DX-600 đồng thời nghiên cứu mô hình thống kê hệ số hóa ma trận dương (PMF) để xác định nguồn ô nhiễm góp phần kiểm soát phóng xạ môi trường.

Đối với môi trường biển, Viện đã nghiên cứu sử dụng phần mềm LAMER để đánh giá phát tán phóng xạ dài hạn. Xây dựng phương pháp mới sử dụng các đồng vị radi tự nhiên để xác định thời gian lưu của nước biển ven bờ nhằm thu thập các thông tin cần thiết về quá trình động học của nước biển gần bờ để đưa vào mô hình đánh giá sự cân bằng hóa học, sinh thái biển.

Đối với lĩnh vực kiểm tra không phá hủy (NDT), Trung tâm Đánh giá không phá hủy (NDE) đưa nhiều kết quả ứng dụng vào thực tế, như NDT bê tông PIT, kỹ thuật địa chấn song song cho kiểm định móng sâu cầu Nhị Thiên Đường, cầu Chữ Y Tp. Hồ Chí Minh, nhà máy lọc dầu Dung Quất, Đạm Phú Mỹ, Chế biến khí Dinh Cố, Đạm Cà mau, Xí nghiệp khai thác dầu khí, Nhiệt điện Mông Dương, ... mở ra khả năng dịch vụ NDT mới.

Trong nghiên cứu ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ

Viện NCHN đã xây dựng được Quy trình điều chế 166Ho-Chitosan định hướng trong điều trị ung thư gan. Hiện nay, Viện có 04 chế phẩm dược chất phóng xạ đang được Cục Sở hữu trí tuệ làm các thủ tục cần thiết để cấp patent. Viện vẫn duy trì sản xuất và cung cấp một số dược chất phóng xạ cho các khoa Xạ trị, Y học hạt nhân tại

các bệnh viện trong nước. Cung cấp dịch vụ về định liều bức xạ chiếu ngoài cho nhân viên bức xạ góp phần bảo vệ sức khỏe cho cộng đồng.

Trung tâm CXHN đã xây dựng các tài liệu hướng dẫn kiểm tra chất lượng cho các máy gia tốc xạ trị và vận hành, bảo dưỡng máy gia tốc KOTRONS 13 MeV sản xuất đồng vị phóng xạ. Xây dựng được quy trình sản xuất dược chất phóng xạ FDG-18 và các quy trình vận hành, bảo dưỡng các thiết bị trên máy gia tốc nhằm đáp ứng nhu cầu của kỹ thuật PET và PET/CT y tế.

Nghiên cứu cơ bản

Nhóm nghiên cứu cơ bản của Viện KH&KTHN vẫn tiếp tục triển khai các nghiên cứu cấu trúc và phân rã β kép của hạt nhân dựa trên các phản ứng trao đổi điện tích. Nghiên cứu thể trường trung bình cho vật chất sao proto-neutron cân bằng beta, mẫu folding kép trong thể quang học hạt nhân – hạt nhân, ... đạt được nhiều kết quả trong nghiên cứu, có nhiều công trình đăng trên tạp chí quốc tế có chỉ số IF cao.

Các nghiên cứu ứng dụng trong sinh học, nông nghiệp và công nghiệp

Xây dựng Quy trình phân tích một số hóa chất bảo vệ thực vật trong các đối tượng rau củ quả bằng kỹ thuật HPLC-MS; Viện NCHN đã phát triển, kết hợp các kỹ thuật phân tích để phục vụ việc tổ chức giám sát môi trường cho cơ sở sản xuất và đã đánh giá, cấp 40 chứng nhận VietGAP cho Công ty và các hộ cá thể.

Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp (UDKTHNCN) đã thiết kế, chế tạo thiết bị chụp cắt lớp CT kích thước lớn thế hệ thứ 3 để khảo sát tình trạng ăn mòn cho tháp xử lý xúc tác - Nhà máy lọc dầu Dung Quất (thiết bị đã đăng ký sở hữu độc quyền kiểu dáng công nghiệp).

Từ các hoạt động nghiên cứu KH&CN,

Viện NLNTVN đã có nhiều bài báo được công bố. Số lượng bài báo năm 2016 (175 bài báo) ít hơn năm 2015 (219 bài báo), nhưng về chất lượng đã có những chuyển biến rõ rệt, đó là số bài báo đăng trên các tạp chí quốc tế năm 2016 (36 bài báo - trong đó có 21 bài báo đăng trên các tạp chí có chỉ số IF cao, Viện NCHN có 10 bài) tăng 61% so với năm 2015 (22 bài báo).

Hoạt động triển khai kỹ thuật, sản xuất và dịch vụ

Năm 2016, các hoạt động triển khai kỹ thuật, sản xuất và dịch vụ của các đơn vị trong Viện đạt tổng mức doanh thu là 183,66 tỷ đồng tăng khoảng 40% với năm 2015 (130,83 tỷ đồng). Đặc biệt Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai công nghệ bức xạ (NC&TKCNBX), bên cạnh 4 bài báo quốc tế, đã có tăng trưởng vượt bậc về doanh số chiếu xạ so với năm 2015, đạt hơn 30 tỷ đồng tính đến thời điểm cuối tháng 11/2016.

Đào tạo phát triển nguồn nhân lực

Tham gia đào tạo và quản lý 34 nghiên cứu sinh (trong đó tuyển mới 04 NCS). Viện đang có 08 NCS, 08 ThS đang theo học ở Nga, Nhật Bản, Hàn Quốc, v.v... Tổ chức bảo vệ luận án tiến sĩ cấp Viện cho 07 NCS, cấp cơ sở 05 NCS và 22 hội đồng chấm chuyên đề, tiểu luận tổng quan và bảo vệ luận án cấp cơ sở.

Hoạt động phục vụ quản lý nhà nước trong lĩnh vực NLNT

Viện NLNTVN đã tuân thủ nghiêm túc các yêu cầu thuộc trách nhiệm của Viện trong khuôn khổ Hiệp ước NPT và Hiệp định Thanh sát hạt nhân đối với Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt và vật liệu hạt nhân ngoài vùng thanh sát. Thực hiện tốt hoạt động hợp tác trên cơ sở các thỏa thuận song phương nhằm phát triển các hoạt động nghiên cứu khoa học và đào tạo nguồn nhân lực với các đối tác như: IAEA, Nga, Nhật Bản, Hoa Kỳ, Thái Lan, Slovakia, Pháp, Ấn Độ, ... và

đã ký kết một số Thỏa thuận/Bản ghi nhớ hợp tác.

Thực hiện và duy trì nhiệm vụ theo dõi liều chiếu xạ cá nhân định kỳ cho hơn 300 nhân viên bức xạ trong Viện, đơn đốc công tác bảo đảm ATBX&HN tại các đơn vị trực thuộc, báo cáo định kỳ, tăng cường rà soát, quản lý nguồn phóng xạ (2410 nguồn, trong đó có 583 nguồn đang sử dụng và 1827 nguồn lưu kho), thiết bị bức xạ (20 máy), việc khai báo, xin cấp giấy phép cho các hoạt động ATBX của các đơn vị.

Trong phần trình bày định hướng nghiên cứu cho năm tiếp theo, Viện trưởng Trần Chí Thành đã đánh giá lại những kết quả đã đạt được và công bố chủ đề hoạt động chung cho toàn viện trong năm 2017.

Viện trưởng ghi nhận và đánh giá cao những nỗ lực phấn đấu của toàn Viện trong năm qua. Cụ thể, số lượng các bài báo được đăng quốc tế đã tăng hơn 2 lần, số lượng các đề tài có tính ứng dụng đã tăng lên đáng kể, mang lại lợi nhuận trong năm 2016 khoảng 183,66 tỉ đồng (so với 130,83 tỉ đồng của năm 2015).

Đánh giá lại chủ đề “Team-Work” (Làm việc nhóm) của năm 2016, Viện trưởng nhấn mạnh để làm việc nhóm hiệu quả cần 4 yếu tố sau: Sự đoàn kết, thống nhất trong một cơ quan, tập thể; Cần phải có sự chia sẻ về thông tin, kiến thức, tư duy, ý tưởng giữa các thành viên trong nhóm; Làm việc nhóm trong tổng thể chung, không phải vì lợi ích nhóm riêng biệt; Kết quả.

Viện trưởng cũng đã có những đánh giá về kết quả làm việc của các nhóm nghiên cứu của Viện NCHN, Viện KH&KTHN, Viện CNXH, Trung tâm NC&TKCNBX, v.v... trong hoạt động nghiên cứu triển khai và công bố các bài báo khoa học.

Liên quan đến chủ đề hoạt động chung cho toàn Viện trong năm 2017, Viện trưởng Trần Chí Thành nhấn mạnh đất nước đang thúc đẩy ứng

dụng khoa học công nghệ, do đó Viện NLNTVN cần thúc đẩy hợp tác với các doanh nghiệp để đưa các sản phẩm ứng dụng khoa học và kỹ thuật hạt nhân ra xã hội. Chủ đề được Viện trưởng đưa ra cho năm 2017 là “Khoa học kết hợp với Doanh nghiệp”. Viện trưởng nhấn mạnh ngoài đẩy mạnh nghiên cứu còn cần kết hợp với doanh nghiệp để thúc đẩy ứng dụng các sản phẩm khoa học công nghệ để từ đó góp phần nâng cao thu nhập cho các cán bộ trong Viện.

sáng tạo, hăng hái thi đua vượt qua mọi khó khăn, phấn đấu hoàn thành và hoàn thành xuất sắc các nhiệm vụ của năm 2017 góp phần vào việc hoàn thành nhiệm vụ chính trị và phát triển đất nước.

Ban Kế hoạch và Quản lý khoa học



Phát biểu chỉ đạo Hội nghị, Thứ trưởng KH&CN Phạm Công Tạc đánh giá cao những kết quả đã đạt được trong năm qua của Viện NLNTVN. Thứ trưởng vui mừng khi trong năm vừa qua Viện NLNTVN đã có sự tăng trưởng cả về số lượng công bố quốc tế, doanh thu, nhân lực nghiên cứu trình độ cao và nghiên cứu ứng dụng. Thứ trưởng cũng chia sẻ, trong thời gian tới khi dân số Việt Nam vượt ngưỡng 100 triệu dân, trong khi hiện tại đang phải nhập khẩu than, thủy điện không còn khả năng mở rộng, thì năm 2016 được coi là một năm bước ngoặt đối với Viện NLNTVN, đồng thời mở ra nhiều cơ hội và thách thức. Thứ trưởng cũng nhấn mạnh tầm quan trọng của các nhà khoa học Việt Nam trong thời điểm hiện nay.

Thay mặt Lãnh đạo Viện NLNTVN, TS. Nguyễn Hào Quang, Phó Viện trưởng, đã phát động toàn bộ cán bộ, viên chức phát huy truyền thống của Viện, đoàn kết, đổi mới, chủ động,

**THỨ TRƯỞNG BỘ KHCN PHẠM CÔNG TẠC
DỰ HỘI NGHỊ TỔNG KẾT CÔNG TÁC NĂM 2016
VÀ PHƯƠNG HƯỚNG CÔNG TÁC NĂM 2017 CỦA VIỆN NLNTVN**



**THỨ TRƯỞNG BỘ KHCN PHẠM CÔNG TẠC
ĐẾN THĂM VÀ LÀM VIỆC VỚI TRUNG TÂM CHIẾU XẠ HÀ NỘI**

