

**BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CỤC AN TOÀN BỨC XẠ VÀ HẠT NHÂN**

**TẬP SAN
THÔNG TIN PHÁP QUY HẠT NHÂN**

Số 15 (1/2018)

Mục lục

Hoạt động của Cơ quan pháp quy hạt nhân quốc gia

Nguyễn Tuấn Khải: Kết quả của Hội nghị Pháp quy hạt nhân toàn quốc lần thứ 3, đánh giá thực trạng công tác quản lý nhà nước về ATBXHN2

Lê Quang Hiệp: Quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng – Dự án điều kiện hóa nguồn phóng xạ đã qua sử dụng6

Nghiên cứu khoa học

Dương Thanh Tùng: Sử dụng phương pháp ước lượng tốt nhất cộng với đánh giá độ bất định trong công tác đánh giá an toàn lò phản ứng12

Trao đổi và thảo luận

Nguyễn Ngọc Huynh: Hệ thống VBQPPL về kiểm định thiết bị bức xạ trong y tế và hiệu chuẩn thiết bị ghi đo bức xạ.....21

Đỗ Thành Trung: Lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu: Hiện tại, tương lai và thách thức...26

Nguyễn Trung Tính, Nguyễn Hoàng Tú: Đào tạo an toàn bức xạ tại Việt Nam: Nhu cầu và Thực trạng.....35

Kinh nghiệm quốc tế

Đỗ Thành Trung: Bài học kinh nghiệm khi xem xét đánh giá an toàn tất định và đánh giá an toàn xác suất cho NMDHN Fukushima Daiichi38

Nguyễn Thị Lan Anh: Giới thiệu một số ấn phẩm ban hành trong năm 2018 của IAEA về an toàn bức xạ và hạt nhân.....48

KẾT QUẢ HỘI NGHỊ PHÁP QUY HẠT NHÂN TOÀN QUỐC LẦN THỨ 3, ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG CÔNG TÁC QUẢN LÝ NHÀ NƯỚC VỀ AN TOÀN BỨC XẠ VÀ HẠT NHÂN

Nguyễn Tuấn Khải
Cục trưởng Cục ATBXHN

Hội nghị Pháp quy hạt nhân toàn quốc lần thứ 3 đã diễn ra trong ba ngày, từ 25 đến 27/7/2018, tại thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh do Cục An toàn bức xạ và hạt nhân (ATBXHN) chủ trì, phối hợp với Sở Khoa học và Công nghệ (KH&CN) tỉnh Quảng Ninh. Hội nghị có sự tham dự của Lãnh đạo Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN), Lãnh đạo Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh và trên 300 đại biểu trong nước và quốc tế. Các đại biểu quốc tế đến từ Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA), Ủy ban châu Âu (EC), Cơ quan pháp quy hạt nhân Pháp (ASN) và Cơ quan pháp quy hạt nhân Slovenia (SNSA). Các đại biểu trong nước bao gồm đại diện các Bộ, ngành liên quan: Bộ KH&CN, Bộ Y tế, Bộ Công thương, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Giáo dục và Đào tạo, Bộ Công An, Bộ Quốc phòng; Ủy ban nhân dân tỉnh Quảng Ninh; Sở KH&CN các tỉnh thành trong cả nước; các nhà khoa học trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử; các cơ sở tiến hành công việc bức xạ, các đơn vị hỗ trợ kỹ thuật cho công tác quản lý nhà nước về an toàn bức xạ và hạt nhân, các cơ sở hoạt động dịch vụ hỗ trợ ứng dụng năng lượng nguyên tử trong cả nước và các cơ quan thông tấn báo chí trung ương và địa phương.

Hội nghị được tổ chức nhằm tổng kết và đánh giá thực trạng công tác quản lý nhà nước (QLNN) về an toàn bức xạ và hạt nhân tại Việt Nam, tạo diễn đàn để các nhà quản lý và các chuyên gia kỹ thuật của Việt Nam và quốc tế chia sẻ kinh nghiệm, trao đổi về những khó khăn, tồn tại trong công tác đảm bảo an toàn, an ninh cho các hoạt động ứng dụng năng lượng nguyên tử (NLNT) trên cả nước. Từ đó, Hội nghị đề ra các giải pháp, kế hoạch nhằm tăng cường và nâng cao hiệu quả của công tác quản lý nhà nước trong lĩnh vực này.

Hội nghị lần này tập trung vào 4 chủ đề quan trọng, bao gồm (1) công tác QLNN về đảm bảo an toàn bức xạ, an ninh hạt nhân và ứng phó sự cố; (2) công tác xây dựng văn bản quy phạm pháp luật và thông tin tuyên truyền trong lĩnh vực an toàn bức xạ và hạt nhân; (3) liều lượng bức xạ, kiểm định thiết bị bức xạ và hiệu chuẩn thiết bị ghi đo bức xạ; (4) các hoạt động dịch vụ đào tạo an toàn bức xạ và hỗ trợ ứng dụng NLNT.

Tham dự và chỉ đạo Hội nghị, Thứ trưởng Bộ KH&CN Phạm Công Tạc đã biểu dương một số thành tích, kết quả đạt được trong công tác QLNN về an toàn bức xạ và hạt nhân trong 03 năm vừa qua, thể hiện ở việc bổ sung và từng bước hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật; công tác cấp phép được cải tiến theo hướng chuyên nghiệp, giảm thủ tục hành chính; công tác thanh tra đã phát hiện và xử lý kịp thời nhiều vụ việc vi phạm tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn, an ninh nguồn phóng xạ; cơ sở hạ tầng phục vụ công tác ứng phó sự cố đang dần hoàn thiện, đáp ứng yêu cầu ứng phó kịp thời, hiệu quả các sự cố bức xạ; công tác rà soát, đánh giá và

thu gom các nguồn phóng xạ tại các cơ sở có nguy cơ mất an toàn, an ninh về lưu giữ tập trung cũng được tích cực triển khai nhằm ngăn ngừa, hạn chế nguy cơ mất, thất lạc nguồn phóng xạ có thể gây tác động xấu tới môi trường và dư luận xã hội.

Mặc dù vậy, đến nay công tác quản lý nhà nước về an toàn, an ninh bức xạ và hạt nhân của Việt Nam vẫn còn tồn tại một số hạn chế và trong chừng mực nào đó chưa đáp ứng đầy đủ các yêu cầu theo tiêu chuẩn an toàn của IAEA và các yêu cầu trong thực tiễn triển khai hoạt động ứng dụng năng lượng nguyên tử. Sự phối hợp giữa Cục ATBXHN và các sở KH&CN ở 63 tỉnh thành cũng như với các ngành y tế, công thương, nông nghiệp... vẫn còn một số hạn chế. Công tác đảm bảo về an toàn bức xạ hạt nhân ở cơ sở chưa được chú trọng, quan tâm.



Các báo cáo của Lãnh đạo, cán bộ Cục ATBXHN và Lãnh đạo một số Sở KH&CN đã tổng kết, đánh giá toàn diện về công tác quản lý nhà nước trong lĩnh vực an toàn bức xạ và hạt nhân ở Việt Nam giai đoạn 2015 đến 2017, kể từ sau Hội nghị pháp quy hạt nhân lần thứ 2 tại Đà Lạt năm 2015, có thể tóm tắt như sau:

Đối với công tác xây dựng văn bản quy phạm pháp luật: đã trình ban hành 01 Quyết định của Thủ tướng Chính phủ (Quyết định số 884/QĐ-TTg ngày 16/6/2017 phê duyệt Kế hoạch ứng phó sự cố bức xạ, sự cố hạt nhân cấp quốc gia); 08 Thông tư của Bộ trưởng Bộ KH&CN và phối hợp trình ban hành 02 Thông tư của Bộ Tài chính. Ngoài ra Cục ATBXHN còn tham gia sửa đổi Điều 235 của Bộ luật hình sự năm 2015 về các tội phạm môi trường.

Có thể thấy hệ thống văn bản về quản lý an toàn các ứng dụng bức xạ và đồng vị phóng xạ đã được xây dựng tương đối hoàn chỉnh. Tuy nhiên vẫn cần rà soát, chỉnh sửa bổ sung phù hợp với Nghị định về điều kiện tiến hành công việc bức xạ, điều kiện hoạt động dịch vụ hỗ trợ ứng dụng NLNT, các quy định pháp luật mới và yêu cầu, hướng dẫn mới của IAEA. Bên cạnh đó, nhiệm vụ xây dựng các văn bản quy phạm pháp luật phục vụ cho Dự án Trung tâm Khoa học và Công nghệ hạt nhân đã được đưa vào kế hoạch thực hiện trong giai đoạn 2018-2020.

Đối với công tác cấp phép: Cục ATBXHN đã thực hiện thẩm định và ký ban hành tổng cộng 2487 giấy phép và 1895 chứng chỉ nhân viên bức xạ, chứng chỉ hành nghề dịch vụ hỗ trợ ứng dụng NLNT; thẩm định và trình lãnh đạo Bộ KH&CN cấp 50 giấy phép tiến hành công việc bức xạ. Theo thống kê, số lượng hồ sơ liên quan đến hoạt động Cục ATBXHN tiếp nhận trong thời gian qua tăng trung bình khoảng 15-20% một năm.

Trong tổng số 61 Sở KH&CN gửi báo cáo về công tác QLNN về an toàn bức xạ và hạt nhân, hiện nay, có 3133 cơ sở có sử dụng thiết bị X quang trong chẩn đoán y tế với 8536 thiết bị X quang đã được cấp phép trong chẩn đoán.

Tính đến 12/2017 có 45 tỉnh, thành phố đã được phê duyệt kế hoạch ứng phó sự cố bức xạ và hạt nhân cấp tỉnh. Các địa phương còn lại cũng đang trong quá trình xây dựng hoặc có kế hoạch xây dựng. Theo đánh giá, trong năm 2019 có thể hoàn thiện được công tác phê duyệt kế hoạch ứng phó sự cố của 63 tỉnh, thành phố. Trong ba năm 2015 – 2017, đã triển khai hoạt động diễn tập ứng phó sự cố cấp tỉnh tại Thái Nguyên, Đà Nẵng, Thừa Thiên Huế, Quảng Nam, Bà Rịa – Vũng Tàu, Cần Thơ và Lạng Sơn. Chương trình diễn tập đã được tổ chức thành công và tạo được sự thu hút với các Sở ban ngành trong địa phương cũng như công chúng. Đây cũng là những bước đầu tiên để nâng cao nhận thức về an toàn bức xạ và ứng phó sự cố của các tổ chức, cá nhân tham gia và hoàn thiện cơ chế phối hợp hiệu quả khi sự cố xảy ra.

Đối với công tác thanh tra: Cục ATBXHN đã chủ trì tiến hành thanh tra chuyên ngành về an toàn bức xạ và hạt nhân theo kế hoạch và đột xuất đối với 221 cơ sở, phối hợp thanh tra 30 cơ sở do các Sở KH&CN chủ trì, cử cán bộ tham gia 03 đoàn kiểm tra công tác an toàn bức xạ tại 38 cơ sở y tế do Cục Quản lý môi trường y tế, Bộ Y tế chủ trì. Thông qua hoạt động thanh tra Cục ATBXHN đã xử phạt vi phạm hành chính đối với 45 cơ sở, với tổng số tiền phạt là 615.000.000 đồng. Nhìn chung hoạt động thanh tra an toàn bức xạ tại các địa phương ngày càng được đẩy mạnh và triển khai thường xuyên, dần đi vào nề nếp. Hoạt động thanh tra an toàn bức xạ và hạt nhân trên cả nước đã ngăn chặn và xử lý nghiêm đối với các hành vi vi phạm pháp luật về an toàn bức xạ. Cuộc thanh tra chuyên đề diện rộng năm 2017 đã đạt được những kết quả đáng ghi nhận, giúp các cơ quan quản lý nhà nước về an toàn bức xạ tại Trung ương và địa phương nắm bắt được thực trạng hoạt động, tình hình thực hiện các quy định bảo đảm an toàn bức xạ, an ninh nguồn phóng xạ của các cơ sở quản lý, sử dụng nguồn phóng xạ, kịp thời chấn chỉnh và nâng cao ý thức chấp hành quy định pháp luật của các tổ chức, cá nhân quản lý nguồn phóng xạ.

Đối với các hoạt động đào tạo và hỗ trợ kỹ thuật phục vụ quản lý nhà nước: Cục ATBXHN đã cấp giấy đăng ký hoạt động dịch vụ về hiệu chuẩn các thiết bị ghi đo bức xạ cho Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân (Hà Nội) và Viện Nghiên cứu hạt nhân (Đà Lạt). Tính đến 31/12/2017, cả nước có 3035 cơ sở với tổng số nhân viên được theo dõi liều chiếu xạ cá nhân là 18047 tại 07 cơ sở thực hiện dịch vụ đọc liều chiếu xạ cá nhân.

Thực hiện Dự án “Điều tra, xây dựng cơ sở dữ liệu phóng xạ môi trường trong khu vực có khả năng chịu ảnh hưởng sớm bởi sự cố hạt nhân ngoài biên giới phía Bắc nhằm phục vụ công tác ứng phó sự cố” tại Quảng Ninh, Lạng Sơn, Hải Phòng.

Thu thập thông tin từ 18 tỉnh thành phía Bắc có khả năng chịu ảnh hưởng từ sự cố hạt nhân ngoài biên giới để thu thập dữ liệu phóng xạ nền dựa trên những hoạt động quan trắc mà tỉnh đã thực hiện. Hiện tại đã thu được dữ liệu sơ bộ từ 06 địa phương bao gồm Hải Phòng, Phú Thọ, Quảng Ninh, Bắc Ninh, Hải Dương, Lạng Sơn. Hạn chế chính của các trạm quan trắc phóng xạ môi trường là chỉ quan trắc được các thông số cơ bản nhất, số lượng các điểm quan trắc ít. Do vậy các trạm quan trắc này chưa đáp ứng yêu cầu phát hiện nhanh các diễn biến bất thường về bức xạ trên lãnh thổ Việt Nam để hỗ trợ công tác ứng phó sự cố bức xạ và hạt nhân. Đến nay vẫn chưa triển khai được Dự án đầu tư Mạng lưới quan trắc và cảnh báo phóng xạ môi trường theo Quyết định số 1636/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ.

Đối với công tác quản lý an ninh nguồn phóng xạ, vật liệu hạt nhân và cơ sở hạt nhân: Theo thống kê đến năm 2018, Việt Nam có 25 cơ sở có sử dụng nguồn phóng xạ mức an ninh A, các cơ sở bức xạ này đã được trang bị hệ thống an ninh hiện đại. Đối với mức an ninh B, có 56 cơ sở chủ yếu là cơ sở NDT trong công nghiệp Hiện tại, Cục ATBXHN đang hợp tác với các cơ quan liên quan của Chính phủ Hàn Quốc, với sự hỗ trợ của Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) triển khai dự án định vị nguồn phóng xạ RADLOT nhằm bảo đảm an ninh cho các nguồn phóng xạ NDT. Đến nay, các thiết bị giám sát định vị đã được bàn giao, thử nghiệm thực tế trong thời gian 01 năm.

Nhằm nâng cao nhận thức và năng lực quản lý an ninh nguồn phóng xạ tại Việt Nam, trong khuôn khổ hợp tác với Bộ Năng lượng Hoa Kỳ, Cục đã tổ chức nhiều khóa đào tạo về quản lý an ninh nguồn phóng xạ trong sử dụng và vận chuyển, xây dựng kế hoạch an ninh của cơ sở, ứng phó sự cố an ninh nguồn phóng xạ, đào tạo thanh tra an ninh nguồn phóng xạ

Để tăng cường công tác quản lý nhà nước về an toàn bức xạ và hạt nhân, khắc phục các hạn chế trong thời gian qua, Cục ATBXHN đã kiến nghị một số giải pháp sau:

- Tiếp tục hoàn thiện hệ thống văn bản pháp quy, bổ sung chỉnh sửa Luật NLNT phục vụ phục vụ công tác quản lý nhà nước về an toàn, an ninh trong lĩnh vực ứng dụng bức xạ và hạt nhân, ứng phó sự cố, nghiên cứu tăng chế tài xử lý vi phạm đủ mức răn đe đối với các cơ sở chưa làm tốt công tác quản lý.
- Tăng cường công tác thẩm định cấp phép, quan tâm đầy đủ các khía cạnh về an toàn và an ninh nguồn phóng xạ dựa trên các kinh nghiệm thực tiễn và các bài học vừa qua về mất an toàn và an ninh nguồn phóng xạ trên thế giới và ở nước ta.
- Tăng cường công tác thông tin, tuyên truyền, tập huấn cho cán bộ lãnh đạo và cán bộ phụ trách an toàn bức xạ theo định kỳ hàng năm về công tác quản lý an toàn bức xạ nhằm nâng cao nhận thức, văn hóa an toàn, an ninh đối với nguồn phóng xạ.
- Tiếp tục hợp tác với Hoa Kỳ thực hiện dự án giám sát an ninh các nguồn phóng xạ loại 1 và 2 được sử dụng cố định cho các cơ sở còn lại; Khuyến khích lắp đặt thiết bị giám sát an ninh nguồn phóng xạ cho các thiết bị chụp ảnh phóng xạ công nghiệp (NDT) và yêu cầu cơ sở vận chuyển nguồn phóng xạ phải trang bị thiết bị giám sát an ninh nguồn phóng xạ cho phương tiện; Yêu cầu chủ các cơ sở thu mua và sử dụng sắt thép phế liệu để luyện thép phải lắp đặt thiết bị kiểm soát nguồn phóng xạ./.

QUẢN LÝ NGUỒN PHÓNG XẠ ĐÃ QUA SỬ DỤNG - DỰ ÁN ĐIỀU KIỆN HÓA NGUỒN PHÓNG XẠ ĐÃ QUA SỬ DỤNG

Lê Quang Hiệp
Phó Cục trưởng Cục ATBXHN

Các nguồn phóng xạ kín hiện được sử dụng rất rộng rãi tại Việt Nam trong y tế, công nghiệp, nghiên cứu ... Theo số liệu quản lý tại Cục An toàn bức xạ và hạt nhân, hiện Việt Nam đang có tổng cộng 6087 nguồn phóng xạ kín, trong đó có 3234 nguồn phóng xạ đã qua sử dụng đang được lưu giữ tạm thời tại các cơ sở. Quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, bảo đảm an toàn, an ninh là yêu cầu hết sức cần thiết bởi lẽ đây là một khâu thường là yếu nhất trong quản lý vòng đời của một nguồn phóng xạ. Thực tế đã cho thấy phần lớn các tai nạn, sự cố của nguồn phóng xạ liên quan đến các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng. Trong những năm vừa qua, chúng ta cũng đã có một số trường hợp sự cố liên quan đến nguồn phóng xạ đã qua sử dụng. Theo quy định các nguồn phóng xạ khi không còn được sử dụng phải được chuyển trả về nước sản xuất hoặc nước xuất khẩu. Tuy nhiên, các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng đang được lưu giữ hiện nay đều được nhập khẩu về Việt Nam từ trước khi có quy định này và hiện không thể trả lại về nơi sản xuất hoặc xuất khẩu. Quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng tại Việt Nam là một vấn đề cần có sự quan tâm đặc biệt vì cách quản lý hiện nay đang tiềm ẩn nhiều nguy cơ có thể xảy ra các sự cố mất cắp, thất lạc...nguồn phóng xạ. Lựa chọn giải pháp thích hợp để lưu giữ các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng bảo đảm an toàn, an ninh cho đến khi có thể thải bỏ vĩnh viễn việc cần được xem xét và áp dụng. Trong khuôn khổ “Dự án hỗ trợ kỹ thuật RAS/9/085 về thiết lập hạ tầng quốc gia cho quản lý chất thải phóng xạ trong khu vực châu Á - Thái Bình Dương”, năm 2018, IAEA đã hỗ trợ cử chuyên gia và cung cấp các trang thiết bị cần thiết giúp Việt Nam tháo dỡ các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng để đưa vào các container chuyên dụng cho lưu giữ lâu dài bảo đảm an ninh, an toàn. 422 nguồn phóng xạ đã qua sử dụng thu hồi từ các cơ sở sử dụng có điều kiện bảo quản tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cao đã được tháo khỏi các thiết bị, xử lý và điều kiện hóa bảo đảm để được lưu giữ, quản lý một cách thuận tiện, an toàn, an ninh. Kết quả này là kinh nghiệm tốt để Việt Nam có thể tiếp tục nhân rộng đưa toàn bộ các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng về điều kiện để có thể quản lý, lưu giữ lâu dài tránh được nguy cơ rủi ro thất lạc nguồn phóng xạ và bảo đảm việc lưu giữ chúng một cách bền vững trong điều kiện bảo đảm an toàn, an ninh.

Thực trạng công tác quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng

Nguồn phóng xạ đã được đưa vào sử dụng tại Việt Nam từ những năm 1920 với các kim Radi được sử dụng để điều trị bệnh ung thư tại Bệnh viện K. Kể từ đó nguồn phóng xạ ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp, trong y tế, trong nghiên cứu ... Trong năm 2012, IAEA đã giúp đỡ Việt Nam điều kiện hóa 500 nguồn Radi (kim radi) đã qua sử dụng trong 3 container bảo quản.

Theo số liệu quản lý tại Cục An toàn bức xạ và hạt nhân, hiện Việt Nam đang có tổng cộng 6087 nguồn phóng xạ kín, trong đó có 3234 nguồn phóng xạ đã qua sử dụng. Do chưa có kho lưu giữ nguồn phóng xạ quốc gia nên các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng hiện đang được lưu giữ tạm thời tại các cơ sở sở hữu nguồn và một số nguồn phóng xạ đang được gửi lưu giữ tại các cơ sở có kho lưu giữ đảm bảo an toàn, an ninh nguồn phóng xạ dưới dạng dịch vụ thuê lưu giữ.

Bên cạnh các kho lưu giữ tạm thời của các cơ sở có nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, có một số kho lưu giữ nguồn phóng xạ của một số đơn vị nhận lưu giữ các nguồn phóng xạ của các cơ sở khác dưới dạng dịch vụ và lưu giữ các nguồn phóng xạ vô chủ, nguồn phóng xạ đã qua sử dụng theo yêu cầu của cơ quan quản lý. Các đơn vị có kho lưu giữ nguồn phóng xạ bảo đảm các điều kiện an toàn, an ninh để cung cấp dịch vụ lưu giữ nguồn phóng xạ đã qua sử dụng cho các cơ sở đều thuộc Viện Năng lượng nguyên tử, đó là Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt, Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân, Trung tâm đánh giá không phá hủy. Tuy nhiên, các kho này đều nằm trong khu vực thành phố nên khó tiếp nhận tất cả các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng để lưu giữ tại đây do vấn đề ý kiến của công chúng.

Các quy định quản lý lưu giữ nguồn phóng xạ đã qua sử dụng

Thông tư số 22 về quản lý chất thải phóng xạ và nguồn phóng xạ đã qua sử dụng có hiệu lực từ ngày 1/11/2014. Theo quy định tại khoản 1 Điều 13 của Thông tư 22, chủ nguồn phóng xạ đã qua sử dụng có trách nhiệm lựa chọn và áp dụng các biện pháp:

1. Chuyển giao nguồn phóng xạ cho tổ chức, cá nhân khác sử dụng;
2. Chuyển trả lại cho nhà sản xuất, nhà cung cấp nước ngoài;
3. Chuyển giao cho cơ sở lưu giữ nguồn phóng xạ đã qua sử dụng;
4. Lưu giữ lâu dài tại cơ sở nếu có đủ năng lực;
5. Lưu giữ tạm thời tại cơ sở không quá 3 năm.

Để tăng cường công tác quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng, các tổ chức, cá nhân khi lập hồ sơ cấp phép nhập khẩu nguồn phóng xạ phải cam kết trả lại nhà sản xuất nguồn hoặc phải có văn bản cam kết đảm bảo nghĩa vụ tài chính cho việc xử lý, lưu giữ nguồn phóng xạ đã qua sử dụng.

Các bất cập trong công tác quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng

Theo quy định, các nguồn phóng xạ khi không còn được sử dụng phải được chuyển trả về nước sản xuất hoặc nước xuất khẩu. Tuy nhiên, các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng hiện có tại Việt Nam không thể chuyển trả lại nước sản xuất hoặc nước xuất khẩu vì nhiều lý do. Mặc dù thông qua công tác cấp phép các cơ sở có nguồn phóng xạ đã qua sử dụng đã đầu tư nơi lưu giữ các nguồn này bảo đảm các điều kiện an toàn, an ninh. Tuy nhiên, về lâu dài cách thức quản lý này có nhiều bất cập:

các nguồn phóng xạ có thể bị rò rỉ theo thời gian gây ô nhiễm môi trường, tiềm ẩn nguy cơ thất thoát nguồn, làm tăng tải cho cơ quan quản lý do định kỳ phải thanh tra và kiểm đếm nguồn.

Hiện nhà nước chưa đầu tư xây dựng kho quốc gia lưu giữ nguồn phóng xạ đã qua sử dụng do vậy các quy định pháp luật không thể thực hiện được “Chỉ được lưu giữ tạm thời tại cơ sở không quá 3 năm”. Trong khi đó, các kho lưu giữ bảo đảm các điều kiện có thể lâu giữ lâu dài tại Viện Năng lượng nguyên tử lại không thể tiếp nhận toàn bộ các nguồn phóng xạ của các cơ sở để lưu giữ do sự chấp thuận của công chúng.

Kinh nghiệm quốc tế đã chỉ ra giải pháp tốt nhất để quản lý nguồn phóng xạ đã qua sử dụng là tháo các nguồn ra khỏi thiết bị, điều kiện hóa trong các container lưu giữ bảo đảm an toàn và lưu giữ tại kho lưu giữ tạm thời chờ giải pháp thải bỏ vĩnh viễn. Chúng ta chưa triển khai được việc quản lý nguồn đã qua sử dụng theo cách thức này do còn thiếu kinh nghiệm trong việc tháo các nguồn phóng xạ ra khỏi thiết bị và không có địa điểm để cho phép lưu giữ toàn bộ các nguồn phóng xạ đã được điều kiện hóa.

Điều kiện hóa nguồn phóng xạ đã qua sử dụng trong năm 2018 với sự giúp đỡ của IAEA

Trong khuôn khổ “Dự án hỗ trợ kỹ thuật RAS/9/085 về thiết lập hạ tầng quốc gia cho quản lý chất thải phóng xạ trong khu vực châu Á - Thái Bình Dương”, Cơ quan Năng lượng Nguyên tử quốc tế (IAEA) đã hỗ trợ cử chuyên gia và cung cấp các trang thiết bị cần thiết giúp Việt Nam tháo dỡ các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng để đưa vào các container chuyên dụng cho lưu giữ lâu dài bảo đảm an ninh, an toàn. 422 nguồn phóng xạ đã qua sử dụng thu hồi từ các cơ sở sử dụng có điều kiện bảo quản tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn cao đã được tháo khỏi các thiết bị, xử lý và điều kiện hóa bảo đảm để được lưu giữ, quản lý một cách thuận tiện, an toàn, an ninh.

Từ ngày 11 - 15/6/2018, Cục ATBXHN phối hợp với IAEA và Viện KHKTHN tổ chức điều kiện hóa các nguồn phóng xạ kín đã qua sử dụng. Tổng cộng 441 nguồn phóng xạ đã được tháo ra khỏi các thiết bị, được đưa vào 04 capsule (số seri từ VIE 001 - VIE 004) và được lưu giữ trong 03 container đảm bảo an toàn bức xạ, an ninh nguồn phóng xạ.



Capsule bằng thép không rỉ đựng các nguồn phóng xạ

HOẠT ĐỘNG CỦA CƠ QUAN PHÁP QUY HẠT NHÂN QUỐC GIA



Container điều kiện hóa các nguồn phóng xạ (Các capsule nguồn được đặt bên trong)

Kết quả sau khi tháo nguồn phóng xạ ra khỏi thiết bị cho thấy chỉ khi đó mới có số liệu thống kê chính xác số lượng nguồn phóng xạ thực tế so với trên giấy phép. Ví dụ, Container số N27 trong GP số 145/GP-ATBXHN ngày 21/3/2018 chỉ có 01 nguồn Co-60 nhưng trên thực tế trong Container này chứa 07 nguồn phóng xạ Co-60.



Các thiết bị chứa nguồn bị ăn mòn theo thời gian tiềm ẩn nguy cơ rò rỉ nguồn phóng xạ

- Việc tháo nguồn ra khỏi thiết bị và điều kiện hóa trong các container sẽ tạo điều kiện thuận lợi hơn rất nhiều trong quản lý như công tác kiểm đếm.

HOẠT ĐỘNG CỦA CƠ QUAN PHÁP QUY HẠT NHÂN QUỐC GIA



Các nguồn phóng xạ được quản lý trong các thiết bị



Điều kiện bảo quản sau khi điều kiện hóa: Container chứa các capsule đựng nguồn phóng xạ

- Các nguồn phóng xạ được đưa vào trong capsule và điều kiện hóa trong các container sẽ đảm bảo được bảo quản tốt hơn tránh rò rỉ, mất mát trong quá trình bảo quản.



Capsule bằng thép không rỉ đựng nguồn phóng xạ

Với các kết quả đạt được thông qua dự án này, các chuyên gia IAEA đã khuyến cáo:

- Để quản lý các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng một cách bảo đảm an toàn, an ninh lâu dài cho đến khi có phương án thải bỏ vĩnh viễn, các nguồn phóng xạ nên được tháo khỏi các thiết bị và điều kiện hóa trong các capsule, container bảo quản. Các container lưu giữ nguồn nên được tập trung đưa về nơi có kho lưu giữ bảo đảm các điều kiện an toàn an ninh tại Viện KHKTHN hay Viện NCHN Đà Lạt.
- Xem xét khả năng hỗ trợ từ dự án OSRP, LANL, USA để chuyển toàn bộ các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng có nguồn gốc xuất xứ từ Mỹ ra khỏi Việt Nam.
- Đề nghị IAEA tiếp tục hỗ trợ dự án bổ sung trong năm 2019 để tiếp tục tháo, điều kiện hóa các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng còn lại của Việt Nam.

Kết luận và kiến nghị

- Hiện chúng ta đang có một số lượng lớn các nguồn phóng xạ đã qua sử dụng và được lưu giữ rải rác tại các cơ sở sử dụng trong phạm vi toàn quốc. Cách quản lý hiện tại tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn, an ninh đối với các nguồn phóng xạ này. Kinh nghiệm thế giới và kết quả dự án IAEA giúp Việt Nam trong năm 2018 cho thấy cần nhanh chóng có giải pháp tháo các nguồn phóng xạ ra khỏi các thiết bị chứa nguồn, điều kiện hóa để đưa các nguồn phóng xạ vào điều kiện lưu giữ tốt hơn, thuận tiện hơn cho quản lý.
- Cần triệt để tận dụng cơ hội hỗ trợ kỹ thuật, tài chính của IAEA, USA và các kênh hợp tác quốc tế khác để triển khai tiếp tục hoạt động tháo, điều kiện hóa các nguồn đã qua sử dụng. Đề nghị Bộ KH&CN cho phép Cục ATBXHN làm đầu mối để tiếp tục hướng xử lý này: Làm việc với các đối tác để xây dựng dự án; chỉ đạo các cơ sở có nguồn phóng xạ đã qua sử dụng phải thực hiện chủ trương này.
- Bộ KH&CN có chỉ đạo để cho phép lưu giữ các container điều kiện hóa nguồn đã qua sử dụng tại Viện KHKTHN và Viện NCHN cho đến khi xây dựng được kho lưu giữ quốc gia./.

SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG TỐT NHẤT CỘNG VỚI ĐÁNH GIÁ ĐỘ BẤT ĐỊNH (BEPU) TRONG CÔNG TÁC ĐÁNH GIÁ AN TOÀN Lò PHẢN ỨNG

Dương Thanh Tùng
Cục An toàn bức xạ và hạt nhân

Phương pháp sử dụng chương trình tính toán ước lượng tốt nhất cộng với đánh giá độ bất định (Best-Estimate Plus Uncertainty-BEPU) được áp dụng trên cơ sở phương pháp phân tích an toàn tất định phục vụ công tác phân tích nhà máy điện hạt nhân sử dụng chương trình tính toán hệ thống. Chương trình hệ thống này được phát triển và sử dụng rộng rãi trên thế giới như: Relap5, Cathare, ATHLET, ... Các chương trình này được yêu cầu phải có khả năng mô phỏng và tính toán các trạng thái thủy nhiệt của lò phản ứng trong các kịch bản tai nạn khác nhau. Chương trình Relap5/Mod3.3 được phát triển trên cơ sở mô hình 2 dòng chảy và 6 phương trình bảo toàn cho mỗi loại. Đây là một thách thức không nhỏ khi sử dụng các mô hình toán học để đáp ứng được những yêu cầu cao khi sử dụng các chương trình tính toán hệ thống phục vụ công tác phân tích an toàn. Vì vậy, các chương trình này cần thiết phải kiểm chứng tính khả dụng của chương trình khi tính toán các hiện tượng thủy nhiệt của dòng chảy 2 pha. Ví dụ như ứng suất cắt giữa 2 dòng chảy (lỏng và khí). Một vấn đề cũng rất quan trọng đó là phải ước lượng và đánh giá được những sai số và độ bất định của kết quả tính toán. Bài viết này sẽ đưa ra một ví dụ cụ thể trong việc áp dụng phương pháp BEPU để đánh giá độ bất định của chương trình sử dụng, Relap5/Mod3.3. Đối tượng áp dụng là tính toán một số thông số quan trọng của hiện tượng mất nước làm mát (vỡ nhỏ) (Small Break-LOCA) đối với lò phản ứng nước áp lực. Các số liệu thực nghiệm của hệ thực nghiệm UPTF-TRAM được sử dụng để so sánh với kết quả tính toán và các số liệu này cũng được dùng để tính toán phân bố của hệ số ứng suất cắt giữa 2 pha (lỏng và khí). Sự phân bố được tính theo hàm phân bố chuẩn (Gaussian) và sau đó sẽ được sử dụng làm đầu vào cho chương trình SUSA để đưa ra các trường hợp tính toán như dự tính.

1. Mở đầu

Các chương trình tính toán sử dụng phương pháp ước lượng tốt nhất được sử dụng rộng rãi cho nhiều mục đích: đánh giá và phân tích an toàn hạt nhân, các vấn đề cấp phép, gia hạn thêm hoạt động của nhà máy điện hạt nhân bằng cách sử dụng chương trình tính toán, phân tích hệ thống như ATHLET, RELAP, CATHARE, vv.. Chương trình tính toán dựa trên thuật toán giải quyết mô hình hai chất lỏng của hỗn hợp hai pha hơi và nước, bao gồm sáu phương trình bảo toàn cho mỗi loại, được hoàn thành bởi một bộ lớn các luật cấu thành. Ví dụ, sự tương tác của các pha tại giao diện khí-lỏng, truyền nhiệt với thành gia nhiệt và ma sát tường, cũng như các tính chất vật lý của chất lỏng.

Các thực hành được thiết lập trên toàn thế giới dựa trên mô hình thủy nhiệt, các quá trình động lực học chất lỏng được tính đến và góp phần nâng cao tính xác thực của kịch bản tai nạn nhất định. Để giải quyết sự độ bất tích mà các phân tích nhất thiết phải có, các mô hình và điều kiện biên được chọn theo cách bảo thủ, nghĩa là thiếu thông tin và độ chính xác được thay thế bằng các giả định không thuận lợi mang tính bảo thủ để đưa ra những kịch bản so sánh với giới hạn an toàn của nhà máy. Một số cơ quan pháp quy cho phép áp dụng phương pháp được ước lượng tốt nhất, nơi mà một mô hình hệ thống đầy đủ dựa trên các đại lượng thủy nhiệt của nhà

máy được sử dụng cùng với các điều kiện biên thực tế. Cách tiếp cận này có thể được lựa chọn chỉ với điều kiện người được cấp phép cung cấp một phân tích đầy đủ về độ bất định về mô hình thực hiện và chương trình tính toán. Việc này đòi hỏi nỗ lực tương đối cao. Tuy nhiên, lợi ích nằm ở việc giảm tính bảo thủ không cần thiết và do đó trong khả năng đến một thiết kế kinh tế hơn của nhà máy. Chương trình tính toán và phân tích hệ thống như Relap5/Mod3.3 là cần thiết để có thể mô phỏng một số đại lượng thủy nhiệt đặc trưng quan trọng trong một số tình huống tai nạn và đáp ứng thiết kế của nhà máy nhằm đưa nhà máy về trạng thái an toàn. Phần lớn nỗ lực trong các công trình nghiên cứu cho cả số và thử nghiệm được thực hiện để kiểm chứng các chương trình tính toán và phân tích hệ thống nhằm cải thiện độ tin cậy của các kết quả mô phỏng.

Trong báo cáo này, phương pháp phân tích an toàn thống kê (sử dụng các điều kiện biên thực tế) được nghiên cứu và áp dụng đối với công nghệ lò phản ứng nước áp lực trong tình huống vỡ ống nhỏ làm mất nước làm mát (SB-LOCA). Phương pháp này dựa trên phương pháp luận về Chương trình, tỉ lệ, tính áp dụng và đánh giá độ bất định (CSAU) phát triển từ những năm 1980 của Cơ quan pháp quy Hoa Kỳ (US-NRC). Chương trình sử dụng là Relap5/Mod3.3 là một trong các chương trình ước lượng tốt nhất mà hệ số nhân (multiplier) dùng để định lượng hóa độ bất định được nghiên cứu và phát triển. Vì vậy, các kết quả mà chúng tôi giới thiệu ở đây không cần phải thay đổi mã nguồn của chương trình khi thực hiện.

2. Mô tả thực nghiệm

Đối với lò phản ứng nước áp lực (PWR) điển hình có một ống hình chữ U, gọi là Loop-seal, nối phần phía trên của lò phản ứng với bình sinh hơi qua chân lạnh (hình 1). Trong quá trình sự cố SB-LOCA, hơi nước được sinh ra trong thùng lò phản ứng. Hơi nước được thông hơi lên tầng trên của thùng lò và một phần đi đến ống hình chữ U của bình sinh hơi qua chân nóng. Hơi nước sau đó được ngưng tụ bằng nhiệt độ thấp hơn tại bình sinh hơi, cái gọi là ngưng tụ ngược (reflux condensation). Sự ngưng tụ ngược xảy ra từ cả hai phía của ống U của bình sinh hơi; lối vào và lối ra. Trong thiết kế của PWR, sự ngưng tụ ngược đóng vai trò quan trọng trong thiết kế sự an toàn của lò phản ứng bằng cách cấp nước ngưng tụ này trở lại và làm mát vùng hoạt. Tuy nhiên, hiện tượng này bị ảnh hưởng lớn nếu như trong thiết bị Loop-seal bị ngập đầy nước và ngăn cản sự trao đổi nhiệt nhờ đối lưu tự nhiên và đồng thời làm kẹt nước ngưng tụ cấp lại vùng hoạt. Do đó, một thí nghiệm tích hợp (Integral effect Test) được xây dựng để khảo sát các quá trình chuyển tiếp dòng chảy trong sự cố SB-LOCA và những nghiên cứu này có thể giúp cải thiện quản lý tai nạn (Emergency Operational Procedure) của nhà máy điện hạt nhân (NPP).

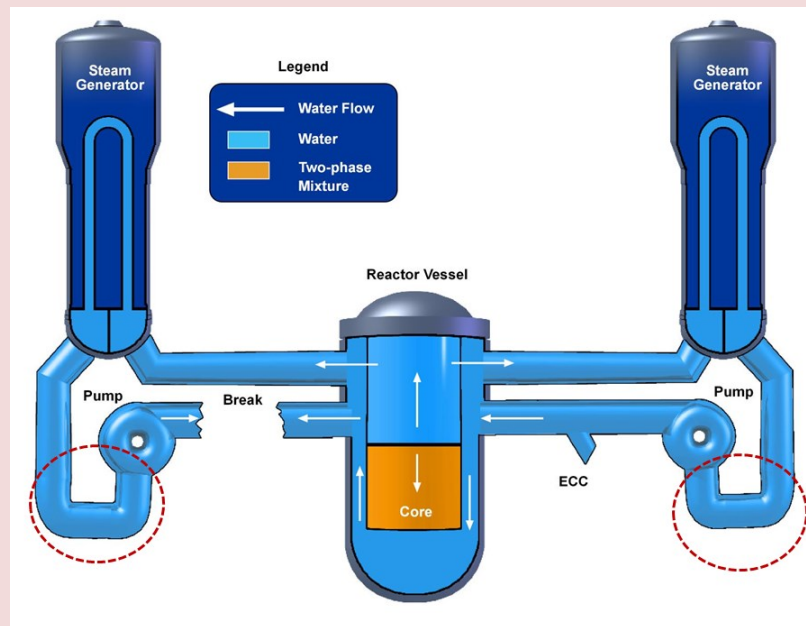
Thí nghiệm UPTF (Upper Plenum Test Facility) được thiết kế và xây dựng mô phỏng theo công nghệ PWR của lò phản ứng Grafenrheinfeld với 4 vòng tuần hoàn thiết kế bởi Siemens-KWU. Trong chương trình quản lý tai nạn và chuyển tiếp (Transient and Accident Management-TRAM) các thực nghiệm với các hiệu ứng tích hợp và riêng rẽ được thực hiện trên hệ thực nghiệm này. Một trong các thực nghiệm đã được tiến hành trên hệ thực nghiệm này nhằm nghiên cứu quá trình làm đầy hay thoát nước của loop-seal trong thiết kế an toàn nội tại của lò phản ứng. Bên cạnh đó, các thực nghiệm này cung cấp số liệu thực nghiệm nhằm kiểm chứng các chương trình tính toán, phân tích an toàn. Thực nghiệm A5 (Test A5) là một chuỗi thực nghiệm được thực hiện bởi Siemen nhằm nghiên cứu các hiện tượng thủy nhiệt quan trọng trong sự cố SB-LOCA của lò phản ứng trong đó bao gồm các việc nghiên cứu định lượng hóa độ bất định của các chương trình tính toán khi cung cấp các số liệu thực nghiệm nhằm đưa ra một bộ số liệu liên quan tới ứng suất cắt (ISS-Interfacial Shear Stress) giữa 2 pha trong ống nằm ngang của loop-seal. Để cung cấp một bộ số liệu khác nhau về ứng suất cắt, một số thực nghiệm được tiến hành riêng biệt với các điều kiện ban đầu và điều kiện biên khác nhau. Các thực

nghiệm riêng biệt được thiết kế bao gồm bình sinh hơi, ống nằm ngang và bơm nhằm thực hiện mục đích này (hình 2). Các tham số chính được đo đạc như sau: tốc độ dòng, nhiệt độ (lỏng, khí), độ chênh áp, mức nước. Ứng suất cắt (trượt) $\tau_{ph,l}$ sẽ được tính toán qua những thông số trên dựa vào các công thức (1) và (2) [5].

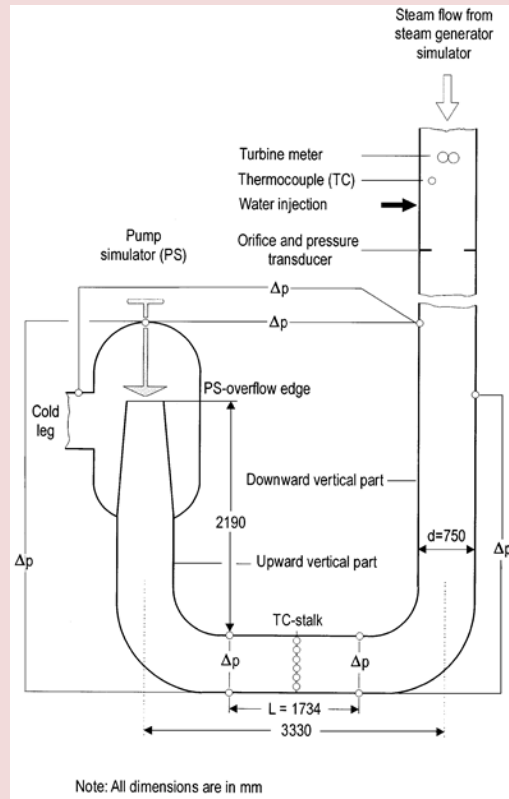
$$\frac{\partial\{\rho_l(1-\alpha)A_{x-s}\Delta z\}}{\partial t} + \frac{\partial\{\rho_l(1-\alpha)A_{x-s}u_l\}}{\partial z}\Delta z \tag{1}$$

$$\frac{\partial\{\rho_l(1-\alpha)A_{x-s}u_l\Delta z\}}{\partial t} + \frac{\partial\{\rho_l(1-\alpha)A_{x-s}u_l^2\}}{\partial z}\Delta z = - \tag{2}$$

$$\alpha A_{x-s} \frac{\partial\{\rho_l\}}{\partial z} \Delta z - g\rho_l(1-\alpha)A_{x-s}\sin\{\theta\}\Delta z - \tau_{w,l}A_{w,l} - \tau_{ph,l}A_{ph,l} + \dot{m}_{v-l}u_{ph,l}$$



Hình 1: Cấu tạo Loop-seal



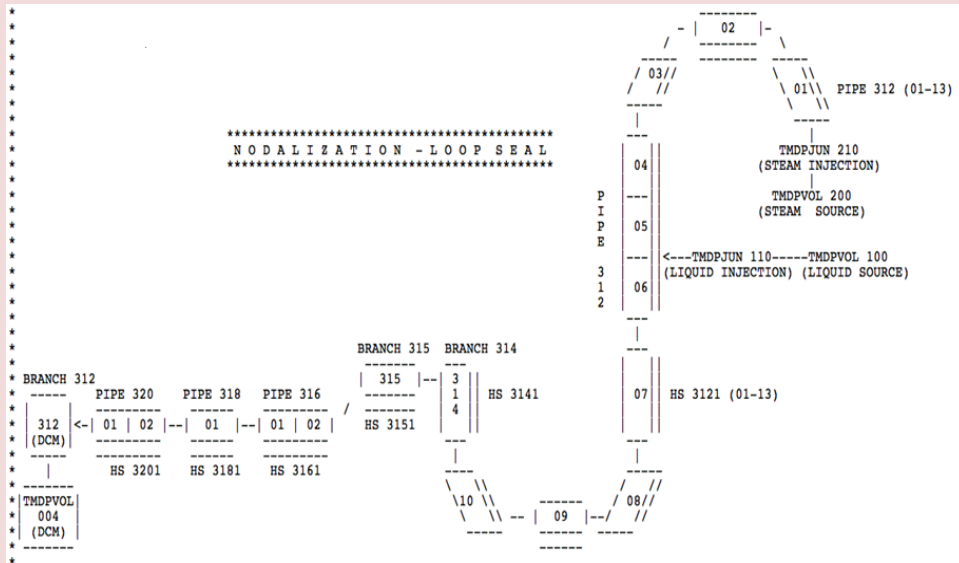
Hình 2: *Thực nghiệm riêng rẽ [4]*

3. Phương pháp phân tích

3.1 Mô phỏng và so sánh những kết quả tính toán với số liệu thực nghiệm

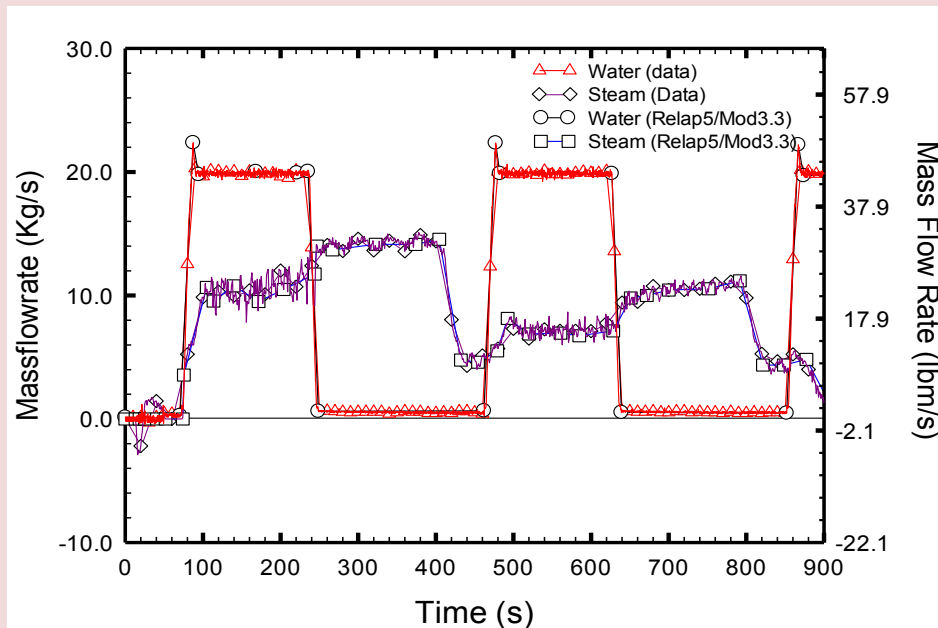
Chương trình Relap5/Mod3.3 là một chương trình phân tích thủy nhiệt hệ thống được phát triển bởi cơ quan pháp quy Hoa Kỳ (US-NRC). Cục An toàn bức xạ và hạt nhân được cấp phép sử dụng chương trình qua chương trình CAMP (Code Analysis and Maintenance Program).

Sơ đồ nốt hóa của loop-seal được đưa ra trong hình số 3 sau khi mô hình hóa hình học của Loop-seal ở hình số 2. Mô hình tính toán sử dụng chương trình Relap5 chi tiết quá trình 2 ống được uốn cong mô phỏng bình sinh hơi và bơm tuần hoàn bao gồm Loop-seal và ống kết nối giữa bơm tuần hoàn với vùng hoạt.



Hình 3: Mô hình nốt hóa thực nghiệm

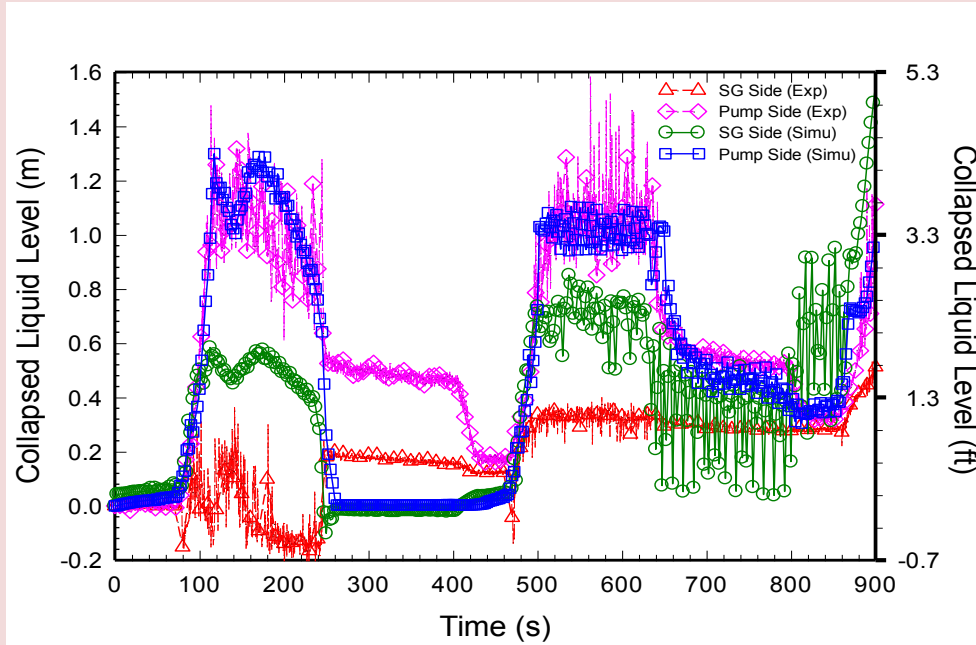
Liên quan tới điều kiện biên và điều kiện ban đầu, một nốt và một thể tích kiểm phụ thuộc thời gian được đưa sơ đồ để đưa nước và hơi vào trong ống. Điều kiện biên là tốc độ dòng, nhiệt độ của hơi và nước và áp suất trong lò phản ứng (Hình 4).



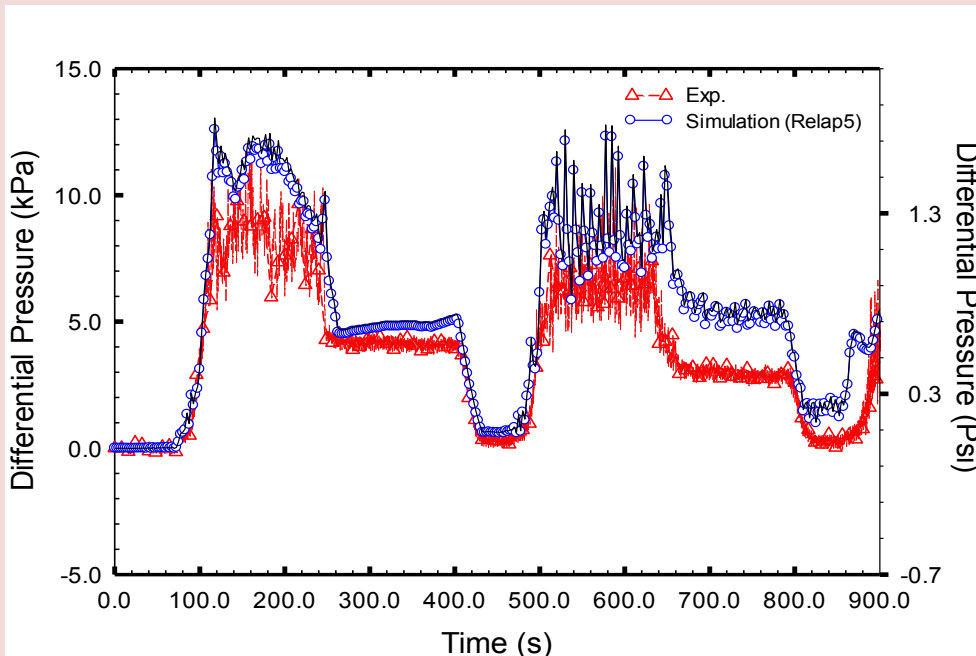
Hình 4: Điều kiện biên của tốc độ dòng khối đối với hơi và nước

Kết quả tính toán với mô hình bằng chương trình Relap5/Mod3.3 sẽ được so sánh với số liệu thực nghiệm và được đưa ra trong hình 5(a) và 5(b). Các kết quả này đều chỉ ra các hiện tượng tương đồng giữa mô phỏng và thực nghiệm. Sau khi nước rút trong chu kỳ đầu tiên (100=250s), lượng nước chuyển từ bên ống gần bơm là bằng với lượng nước tăng lên bên phía bình sinh hơi. Tuy nhiên, kết quả trong hai hình 5 đều chỉ ra một số khác biệt giữa mô phỏng và thực nghiệm. Điều đó có thể thấy rằng một số giới hạn khi mô phỏng những hiện tượng hai pha khi sử dụng mô hình 1 chiều (one-dimensional) đối với các thành phần thủy lực. Ứng suất trượt

(cắt) là một trong các nguyên nhân dẫn tới sự dự đoán về mức nước và giảm áp giữa 2 bên của chương trình tính toán; bơm và bình sinh hơi trong. Trong sự cố SB-LOCA của lò phản ứng nước áp lực PWR, thì sự mất áp giữa vùng hoạt và loop-seal sẽ gây ảnh hưởng tới mức nước trong lò phản ứng và kéo theo đó là khả năng làm mát. Sự mất áp tăng, mức nước sẽ tăng và nhiệt độ thanh nhiên liệu sẽ giảm và ngược lại. Do đó, định lượng hóa sự ảnh hưởng ứng suất cắt là cần thiết và cần phải nghiên cứu.



(a)



(b)

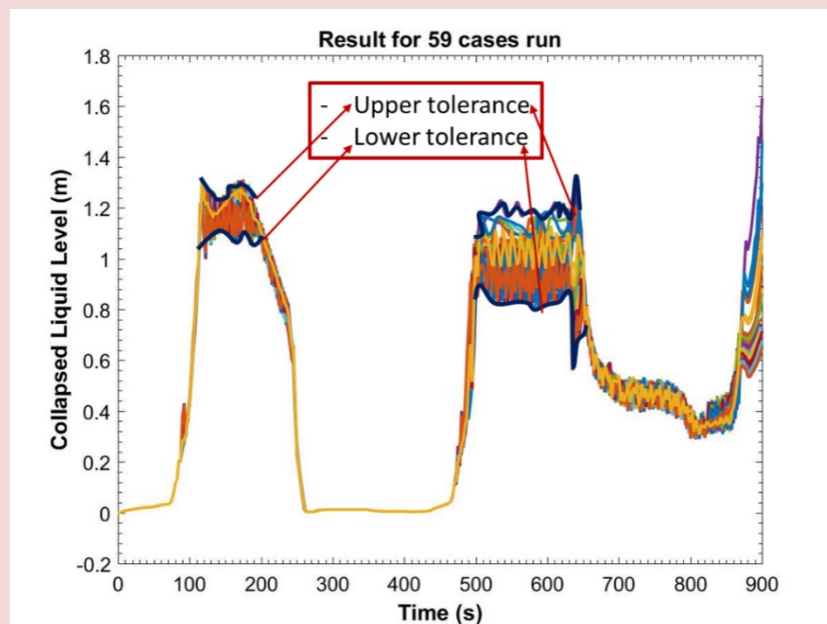
Hình 5: So sánh mức nước (a) và áp suất chênh lệch (b) giữa kết quả mô phỏng và thực nghiệm

3.2 Định lượng hóa sự ảnh hưởng của ứng suất cắt

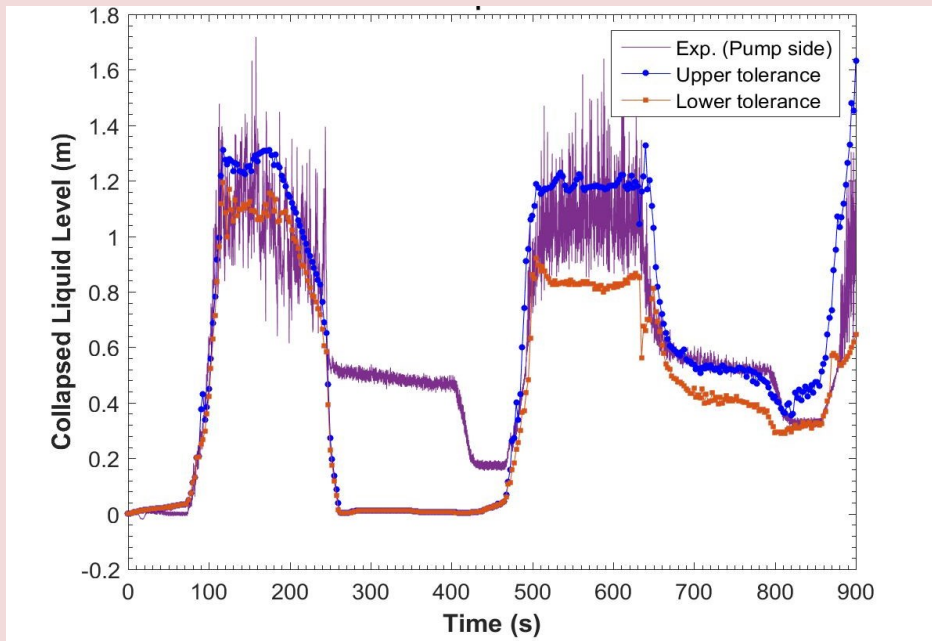
Định lượng hóa sự ảnh hưởng của ứng suất cắt dựa vào phân tích thống kê giữa mô phỏng số và các kết quả tính toán từ số liệu thực nghiệm. Phương pháp này được mô tả như sau:

- Ứng suất cắt ($\tau_{ph,l}$) được tính toán từ số liệu thực nghiệm theo thời gian và khu trú tại ống nằm ngang;
- Đối với mô phỏng số, thì hệ số rỗng được dự toán theo mô hình trượt giữa 2 pha từ mô hình trượt (drift-flux model) [4].
- Từ 2 kết quả tính toán này thì hệ số nhân (multiplier coefficient) được đưa ra.
- Tập hợp các hệ số nhân này sẽ được ước lượng theo một phân bố thống kê (hàm chuẩn)
- Các mô hình tính toán sau đó được thay đổi theo theo cá giá trị mà phân bố này đưa ra.
- Số lần tính toán được tính theo công thức Wilk. Trong trường này chúng tôi chọn 59 trường hợp để tính toán.

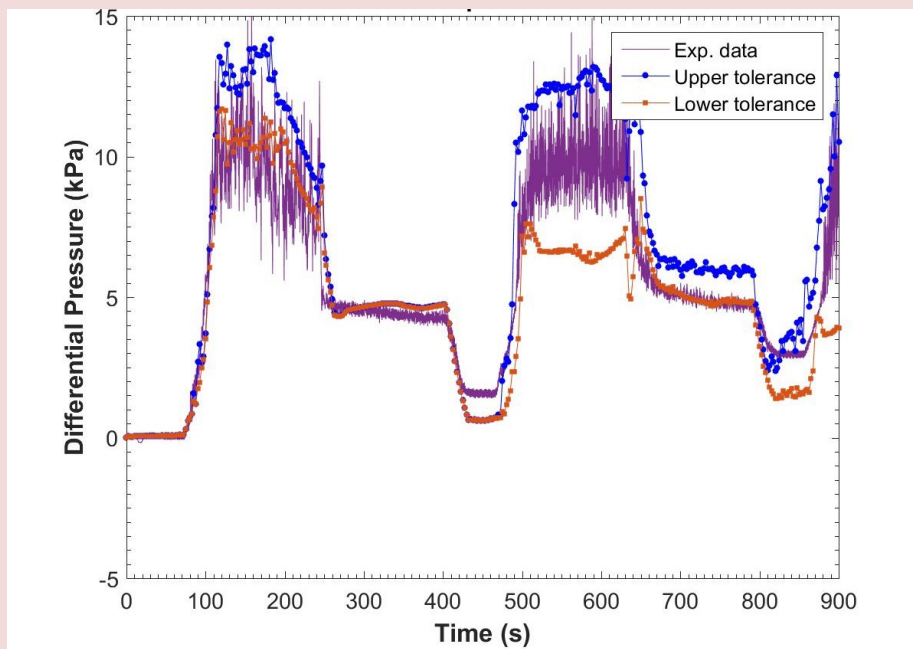
Những kết quả tính toán về mức nước đối với 59 trường hợp này được đưa ra trong hình sau, và từ bộ kết quả này thì biên độ dung sai trên và dưới được đưa ra theo biến thời gian.



Hình 6: Mức nước trong bên phía ống gần bơm trong 59 trường hợp



Hình 7: Định lượng hóa về độ bất định đo ứng suất cắt gây ra đối với mức nước tại ống gần bơm tuần hoàn



Hình 8: Định lượng hóa về độ bất định đo ứng suất cắt gây ra đối với mức nước tại ống gần bình sinh hơi

Hình 7 và hình 8 chỉ ra rằng số liệu thực nghiệm về mức nước và độ sụt áp nằm giữa đo dung sai trên và dưới của các kết quả tính toán. Các thông số được dự đoán bởi chương trình toán đối với loop-seal trong trường hợp SB-LOCA là chấp nhận được khi so sánh với các kết quả đo đạc thực nghiệm.

4. Một số kết luận và lưu ý

Khả năng mô phỏng của chương trình Relap5/Mod3.3 đối với hiện tượng loop-seal được kiểm chứng. Các kết quả mô phỏng là chấp nhận một cách có lý khi so sánh với các số liệu thực nghiệm. Ước lượng về độ bất định của chương trình tính toán gây ra bởi ứng suất cắt (ISS) được nghiên cứu qua hệ thực nghiệm UPTF. Hệ số nhân được đưa ra và phân bố theo hàm chuẩn (Gaussian).

Phương pháp BEPU được áp dụng bằng cách sử dụng chương trình SUSA (phát triển bởi GRS). Các kết quả tính toán bởi chương trình phân tích hệ thống được thay đổi bằng cách thêm các hệ số nhân. Ước lượng độ bất định khi mô phỏng hiện tượng Loop-seal bằng chương trình Relap5/mod3.3 đã được nghiên cứu và phân tích một cách định tính. Đây là một bước quan trọng để từng bước áp dụng phương pháp BEPU đối với nhà máy điện hạt nhân và ở đó các số liệu quan trọng về thủy nhiệt là rất cần thiết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Francesco D'auria, Anis Bousbia-Salah, Alessandro Petruzzi and Alessandro del Nevo . “State Of The Art In Using Best Estimate Calculation Tools In Nuclear Technology”, *Nuclear engineering and technology*, vol.38 no.1,2006.
- [2]. Katsma, D. K. R., Hall, G., Shaw R. A., Fletcher, C. D., Boodry k. S., “Quantifying Reactor Safety Margins. NUREG/CR-5249”, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1989.
- [3]. P.A. Weiss and R.J. Hertlein, “UPTF Test Results: First Three Separate Effect Tests”, *Nuclear Engineering and Design* Vol. 108, pp. 249-263, 1988.
- [4]. J. Liebert, R. Emmerling, “UPTF experiment Flow phenomena during full-scale loop seal clearing of a PWR”, *Nuclear Engineering and Design* 179 (1998), pp. 51–64.
- [5]. Richard R. Trewin, “One-dimensional three-field model of condensation in horizontal countercurrent flow with supercritical liquid velocity”, *Nuclear Engineering and Design* vol. 241, pp. 2470–2483, 2011.
- [6]. RELAP5/MOD3.3. Code Manual Volume I: Codes Structure, System Models, and Solution Methods; code manual Volume II: APPENDIX A INPUT REQUIREMENTS, 2016.

HỆ THỐNG VĂN BẢN QUY PHẠM PHÁP LUẬT VỀ KIỂM ĐỊNH THIẾT BỊ BỨC XẠ TRONG Y TẾ VÀ HIỆU CHUẨN THIẾT BỊ GHI ĐO BỨC XẠ

Nguyễn Ngọc Huynh

Phó trưởng phòng phụ trách, Phòng Cấp phép, Cục ATBXHN

Thiết bị bức xạ ứng dụng trong y tế và thiết bị ghi đo bức xạ thuộc đối tượng phải quản lý theo quy định của Luật Năng lượng nguyên tử (NLNT). Điều kiện để được cấp giấy phép tiến hành công việc bức xạ sử dụng, vận hành thiết bị bức xạ ứng dụng trong y tế ngoài các điều kiện về con người và các vấn đề bảo đảm an toàn bức xạ, thì thiết bị bức xạ phải bảo đảm chất lượng đối với công việc sử dụng. Theo quy định của Luật NLNT, các thiết bị bức xạ bao gồm cả các thiết bị ứng dụng trong y tế và thiết bị ghi đo bức xạ phải được kiểm định và hiệu chuẩn định kỳ.

Bài viết này nhằm giới thiệu hệ thống văn bản quy phạm pháp luật về kiểm định thiết bị bức xạ trong y tế và hiệu chuẩn thiết bị ghi đo bức xạ, hiện trạng về hệ thống văn bản quy phạm pháp luật liên quan; đề xuất các giải pháp để hoàn thiện hệ thống văn bản quy phạm pháp luật về kiểm định thiết bị bức xạ trong y tế, hiệu chuẩn thiết bị ghi đo bức xạ nhằm tăng cường công tác quản lý nhà nước trong lĩnh vực này.

1. Các thiết bị bức xạ và thiết bị ghi đo bức xạ phổ biến hiện nay ở nước ta

Thiết bị bức xạ: Tại Việt Nam, các thiết bị bức xạ đang được ứng dụng rộng rãi, có hiệu quả vào nhiều lĩnh vực khác nhau của đời sống xã hội. Các hướng ứng dụng tiêu biểu có thể kể đến là sản xuất đồng vị và điều chế dược chất phóng xạ; chụp ảnh phóng xạ công nghiệp; soi kiểm tra an ninh, kiểm tra bo mạch điện tử, phân tích huỳnh quang tia X; đo mức trong công nghiệp, tuy nhiên, ứng dụng lớn nhất phải kể đến ứng dụng trong chẩn đoán và điều trị bệnh tại các cơ sở y tế. Tính đến hết năm 2017, trong cả nước có hơn 8400 thiết bị chụp thiết bị X-quang được cấp phép sử dụng trong chẩn đoán y tế, 48 máy gia tốc đang hoạt động điều trị bệnh nhân, 22 thiết bị xạ trị sử dụng nguồn phóng xạ.

Thiết bị ghi đo bức xạ: Tại Việt Nam, tùy thuộc vào mục đích ghi đo, các thiết bị ghi đo bức xạ được sử dụng trong thực tế rất phong phú, bao gồm các loại sau:

- Phổ biến nhất là các thiết bị đo liều/suất liều loại cầm tay (gamma, tia X, beta và neutron). Các thiết bị loại này được sử dụng với mục đích đo trực tiếp liều/suất liều bức xạ môi trường nhằm đánh giá hiện trạng an toàn bức xạ của môi trường.



Hình 2. Thiết bị Micro Sievert Meter
Đo suất liều Gamma và tia X sử dụng đầu dò hấp nháy



Hình 3. Thiết bị Aloka TPS - 451C
Đo suất liều neutron phát ra từ các máy gia tốc, nguồn neutron v.v... sử dụng đầu dò He-3

- Các thiết bị đo nhiễm bẩn phóng xạ: Những thiết bị loại này được sử dụng cho mục đích đánh giá nhiễm bẩn phóng xạ đối với những cơ sở có sử dụng nguồn phóng xạ hờ (ví dụ các khoa y học hạt nhân) hoặc sử dụng trong công tác ứng phó sự cố khi nghi ngờ có sự xuất hiện của các nguồn phóng xạ hờ. Các thiết bị này cũng không được sử dụng phổ biến.



Thiết bị Radiagem-2000
Đo suất liều tia bức xạ Gamma, tia X; đánh giá nhiễm bẩn bề mặt bằng các phép đo tổng Alpha và Beta



Hình 5. Thiết bị Identifinder và Inspector 1000
Đo suất liều bức xạ và nhận diện nguồn phóng xạ

- Thiết bị ghi đo, nhận diện nguồn phóng xạ xách tay: Tại Việt Nam, các thiết bị ghi đo được sử dụng để nhận diện nguồn phóng xạ chủ yếu là các thiết bị sử dụng đầu dò nhấp nháy NaI hoặc đầu dò bán dẫn HpGe.

Các thiết bị ghi đo bức xạ nêu trên phải được kiểm định và hiệu chuẩn định kỳ theo quy định. Thiết bị bức xạ khi sử dụng phải có giấy phép tiên hành công việc bức xạ về sử dụng hoặc vận hành thiết bị bức xạ. Việc tiên hành công việc bức xạ ngoài các điều kiện về con người và các vấn đề bảo đảm an toàn bức xạ, thì một số thiết bị bức xạ phải được kiểm định định kỳ để việc tiên hành công việc bức xạ đảm bảo an toàn bức xạ đối với con người và môi trường.

2. Hệ thống văn quy định về kiểm định thiết bị bức xạ trong y tế và hiệu chuẩn thiết bị ghi đo bức xạ.

Hệ thống các văn bản quy phạm pháp luật có liên quan đến kiểm định và hiệu chuẩn thiết bị được liệt kê dưới đây:

1. Luật Năng lượng nguyên tử
2. Nghị định 07/2010/NĐ-CP Quy định chi tiết và hướng dẫn một số điều của Luật NLNT
3. Thông tư số 27/2010/TT-BKHHCN ngày 30 tháng 12 năm 2010 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ hướng dẫn về đo lường bức xạ, hạt nhân và xây dựng mạng lưới quan trắc, cảnh báo phóng xạ môi trường
4. Thông tư liên tịch số 13/2014/TTLT-BKHHCN-BYT ngày 09 tháng 6 năm 2014 quy định về bảo đảm an toàn bức xạ trong y tế
5. Thông tư số 28/2015/TT-BKHHCN ngày 30 tháng 12 năm 2015 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ Ban hành “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với thiết bị chụp X-quang tổng hợp dùng trong y tế
6. Thông tư số 02/2016/TT-BKHHCN ngày 25 tháng 3 năm 2016 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ Ban hành “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với thiết bị chụp cắt lớp vi tính dùng trong y tế
7. Thông tư số 15/2017/TT-BKHHCN ngày 05 tháng 12 năm 2017 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ Ban hành “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với máy gia tốc tuyến tính dùng trong xạ trị”

Công tác xây dựng VBQPPL năm 2018 và kế hoạch năm 2019-2020

Cục ATBXHN đang xây dựng 03 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với các thiết bị X quang trong chẩn đoán y tế (X quang di động, X quang răng và X quang Tăng sáng truyền hình) trình Bộ KH&CN ban hành trong năm 2018;

Cục ATBXHN đã xây dựng kế hoạch ban hành các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với các thiết bị xạ trị áp sát suất liều cao, các thiết bị xạ trị ngoài như gamma Knife, Cyber Knife...

3. Quy định về kiểm định thiết bị bức xạ trong y tế và hiệu chuẩn thiết bị ghi đo bức xạ và một số vấn đề còn tồn tại

Thiết bị bức xạ:

Danh mục thiết bị bức xạ trong y tế phải kiểm định, hiệu chuẩn được quy định tại Khoản 2 điều 4 Thông tư số 27/2010/TT-BKHCN

Theo khoản 1 Điều 9 Thông tư liên tịch số 13/2014/TTLT-BKHCN-BYT về quy định về bảo đảm an toàn bức xạ trong y tế: Các cơ sở y tế phải thực hiện việc kiểm định đối với các thiết bị bức xạ được sử dụng tại cơ sở mình “Định kỳ một năm một lần đối với thiết bị xạ trị, thiết bị chụp cắt lớp vi tính CT scanner, thiết bị X - quang tăng sáng truyền hình và định kỳ hai năm một lần đối với các thiết bị X - quang chẩn đoán trong y tế khác kể từ ngày đưa vào sử dụng”.

Hiện tại, Bộ KH&CN mới ban hành 03 quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với thiết bị chụp X-quang tổng hợp và thiết bị X-quang chụp cắt lớp vi tính và máy gia tốc xạ trị. Do đó, Cục ATBXHN đang xây dựng và sẽ trình Bộ KH&CN ban hành các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia đối với thiết bị chụp X-quang trong chẩn đoán y tế và thiết bị xạ trị khác như máy X quang di động, chụp răng, chụp vú, chụp loãng xương; máy xạ trị áp sát, gamma knife, cyber knife...

Thiết bị đo lường bức xạ:

Khoản 3 Điều 9 về Kiểm định và hiệu chuẩn thiết bị bức xạ, thiết bị đo bức xạ tại Thông tư 13/2014/TTLT-BKHCN-BYT quy định “Thiết bị đo bức xạ (thiết bị đo suất liều bức xạ, thiết bị đo nhiễm bản bề mặt, máy đo chuẩn liều thuốc phóng xạ) phải được kiểm định ban đầu, sau khi sửa chữa và định kỳ hằng năm”.

Hiện tại, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam đã xây dựng năng lực giữ một số chuẩn đo lường bức xạ. 02 đơn vị là Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân (KHKT HN) và Viện Nghiên cứu hạt nhân (Viện NCHN) có phòng chuẩn đo liều bức xạ và được cấp giấy đăng ký hoạt động dịch vụ kiểm định thiết bị bức xạ, kiểm định và hiệu chuẩn thiết bị ghi đo bức xạ. Tuy nhiên, các phòng chuẩn đo liều bức xạ mới chỉ cơ bản đáp ứng được yêu cầu đối với chuẩn gamma và tia X, neutron (đối với Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân) chưa thiết lập được hệ chiếu chuẩn liều bức xạ alpha, beta, chưa xây dựng được hệ chiếu chuẩn Co-60 để định chuẩn các thiết bị đo liều xạ trị và chưa thiết lập được hệ chuẩn hoạt độ phóng xạ phục vụ cho các cơ sở y học hạt nhân.

4. Nhận xét và kết luận

Thiết bị bức xạ bao gồm cả thiết bị bức xạ ứng dụng trong y tế và thiết bị ghi đo bức xạ được quản lý theo quy định của Luật NLNT nhằm bảo đảm an toàn bức xạ cho con người và môi trường. Bên cạnh đó, các thiết bị ghi đo bức xạ cũng được quản lý theo quy định của Luật Đo lường. Đối với các thiết bị bức xạ mà chất lượng của chúng có thể ảnh hưởng đến hoạt động thương mại hay có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người hay môi trường thì cần phải được quản lý bằng các quy định về kiểm định bắt buộc.

Việc bảo đảm hạ tầng kỹ thuật trong kiểm định, hiệu chuẩn và giữ chuẩn đo lường trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử để có đủ năng lực hỗ trợ kỹ thuật cho công tác quản lý nhà nước trong lĩnh vực này là hết sức cần thiết. Tuy nhiên, hiện nay hạ tầng kỹ thuật của Việt Nam trong lĩnh vực này còn thiếu và chưa được đầu tư đồng bộ, như chưa có các cơ sở có đủ năng lực kỹ thuật thực hiện được tất cả các yêu cầu liên quan đến giữ chuẩn cũng như kiểm định, hiệu chuẩn cho tất cả các thiết bị với các yêu cầu theo quy định của pháp luật. Điều này đã hạn chế hoạt động quản lý nhà nước trong thực hiện nghiêm các quy định pháp luật.

Để tăng cường hoạt động quản lý đối với các thiết bị bức xạ, thiết bị ghi đo bức xạ theo đúng các quy định pháp luật cần sớm có các giải pháp cho các nội dung sau:

- Các cơ quan quản lý cần sớm hoàn thiện hệ thống VBQPPL để có thể triển khai hoạt động quản lý theo các quy định của Luật NLNT và các luật liên quan khác.
- Cần có các giải pháp về chính sách để phát triển hạ tầng kỹ thuật hỗ trợ phục vụ cho công tác quản lý nhà nước./.

LÒ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN NGHIÊN CỨU: HIỆN TẠI, TƯƠNG LAI VÀ THÁCH THỨC

Đỗ Thành Trung

Trung tâm HTKT An toàn bức xạ hạt nhân và Ứng phó sự cố

Hơn 60 năm qua, lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu (sau đây gọi tắt là lò nghiên cứu) đã thúc đẩy phát triển khoa học và công nghệ hạt nhân góp phần đổi mới, sáng tạo, nâng cao năng suất, cải thiện chất lượng cuộc sống. Lò nghiên cứu đã đang cung cấp nguồn nơtron ứng dụng cho các mục đích khoa học tại hơn 55 quốc gia trên thế giới, đã hỗ trợ nhiều lĩnh vực, tạo sự phát triển mới trong điện hạt nhân, sản xuất đồng vị phóng xạ và y học hạt nhân, nghiên cứu và ứng dụng chùm nơtron, thử nghiệm vật liệu, phê chuẩn phân mềm tính toán, phân tích nguyên tố trong nước, khí, đất đá, cây trồng và thủy sản... Tuy nhiên, vấn đề liên quan tới thời gian khai thác sử dụng thấp, tình trạng lão hóa, quản lý nhiên liệu đã qua sử dụng, tháo dỡ, việc duy trì nhân viên và ngân sách cho lò nghiên cứu tiếp tục là các thách thức ở nhiều quốc gia.

1. Các kiểu lò nghiên cứu

Lò nghiên cứu bao gồm nhiều kiểu lò phản ứng khác nhau, không được sử dụng cho phát điện mà mục đích chính là cung cấp nguồn nơtron cho nghiên cứu và ứng dụng (từ nghiên cứu cơ bản tới các ứng dụng trong công nghiệp). Công suất của lò nghiên cứu nhỏ hơn so với lò phản ứng điện hạt nhân, được chỉ định có giải từ zero tới 200 MWt (lò phản ứng điện hạt nhân thông thường có công suất hơn 3000MWt). Lò nghiên cứu có thiết kế đơn giản, sử dụng ít nhiên liệu, vận hành linh hoạt, nhiệt độ làm mát thấp hơn so với lò phản ứng điện hạt nhân. Nhiên liệu của lò nghiên cứu đòi hỏi urani có độ làm giàu cao hơn (thường khoảng 20% urani-235) so với nhiên liệu của lò phản ứng điện hạt nhân (thường khoảng 3-5%). Lò nghiên cứu cũng có các chế độ vận hành khác với lò phản ứng điện hạt nhân vì cho phép vận hành ở chế độ xung (pulsed mode). Thiết kế thông thường của lò nghiên cứu là kiểu bể (pool) và kiểu thùng (tank/vessel). Đối với lò kiểu bể, vùng hoạt là cụm các thanh nhiên liệu đặt trong bể nước lớn. Đối với lò kiểu thùng, vùng hoạt được chứa trong thùng như đối với lò phản ứng điện hạt nhân. Lò nghiên cứu TRIGA là thiết kế rất phổ biến. Kiểu lò nghiên cứu này rất linh hoạt bởi vì nhiên liệu chỉ là U-ZrH, có thể vận hành ở trạng thái ổn định hoặc chế độ xung an toàn (chế độ mà lò có thể đạt mức công suất nhiệt lớn gấp nhiều lần công suất danh định của lò, tới vài GWt trong khoảng thời gian rất ngắn cỡ 1/10 giây). Một kiểu lò nghiên cứu ít phổ biến là lò nơtron nhanh (fast neutron reactor). Loại lò này không cần chất làm chậm nơtron và sử dụng nhiên liệu độ làm giàu cao hoặc nhiên liệu hỗn hợp của urani và plutoni. Lò nghiên cứu kiểu đồng nhất có vùng hoạt kiểu thùng, nhiên liệu lỏng là dung dịch muối uranium.

Tới nay, trên thế giới đã từng xây dựng 774 lò nghiên cứu, trong đó có 243 lò phản ứng ở 55 quốc gia tiếp tục đang hoạt động. Tuy nhiên, một nửa trong số các lò nghiên cứu này đã được vận hành trên 40 năm. Nhiều lò trong số này đang được tân trang để đáp ứng các tiêu chuẩn công nghệ và yêu cầu an toàn hiện nay. Theo thống kê trong Cơ sở dữ liệu lò nghiên cứu của IAEA, Liên bang Nga có số lượng các lò nghiên cứu đang vận hành lớn nhất với (63), tiếp theo là Hoa Kỳ (42), Trung Quốc (17), Pháp (10), Nhật Bản (8). Nhiều quốc gia đang phát triển cũng có lò nghiên cứu như: Algeria, Bangladesh, Colombia, Ghana, Jamaica, Libya, Ma-rốc, Nigeria, Thái

Lan và Việt Nam. Các quốc gia khác đang xây dựng hoặc lên kế hoạch xây dựng lò nghiên cứu đầu tiên trong tương lai gần như Jordan, Azerbaijan, Sudan, Bolivia, Tanzania và Ả-rập Xê-út.

Khu vực	Đang hoạt động	Dừng hoạt động tạm thời	Đang xây dựng	Đã lên kế hoạch	Đã tháo dỡ	Đã bị hủy xây dựng
Bắc Mỹ	49			1	174	3
Mỹ Latin	17	1	1	2	3	
Tây Âu	32	4	2	2	108	3
Đông Âu	73	3	4	1	52	
Châu Phi	6	3			1	1
Trung Đông và Nam Á	15		2		5	
Đông Nam Á và Thái Bình Dương	4	2			2	2
Viễn Đông	22	9		4	16	1
Tổng	218	22	9	10	361	10

Nguồn: IAEA

Nhiều lò nghiên cứu được xây dựng từ năm 1960 tới năm 1970. Số lượng các lò nghiên cứu được vận hành đạt đỉnh vào năm 1975 với 373 lò nghiên cứu tại 55 quốc gia, so với số lò nghiên cứu hiện nay là 264 (bao gồm 19 lò đang dừng vận hành tạm thời). Trong số các lò nghiên cứu đang vận hành, có trên 70% đã được vận hành hơn 30 năm và có trên 50% đã được vận hành hơn 40 năm. Đã có 483 lò nghiên cứu đã dừng hoạt động hoặc tháo dỡ. Các kiểu nhiên liệu phổ biến được sử dụng (số lò sử dụng kiểu nhiên liệu này) như sau: MTR (65); TRIGA (43); VVR (10); IRT (07); EK-10 (18); ROD (17); SUR-100 (09); UO2 (10); MOX (03) và các kiểu nhiên liệu khác (67).

2. Các ứng dụng của lò nghiên cứu

Lò nghiên cứu cung cấp rất nhiều ứng dụng như: nghiên cứu vật liệu; kiểm tra không phá hủy; phân tích kích hoạt nơtron; sản xuất đồng vị phóng xạ cho y học và công nghiệp; chiếu xạ nơtron để kiểm tra vật liệu được sử dụng trong các lò phản ứng phân hạch và nhiệt hạch; chuyển hóa nơtron của silic cho chế tạo chất bán dẫn (JRR-3, Nhật Bản; KJRR và Hanaro, Hàn Quốc; OPAL, Úc; IVV-2M, IRT-T, WWR-TS, RBT-10/2, SM-3, RBT-6, LB Nga); tạo màu đá quý. Các đồng vị phóng xạ sử dụng cho công nghiệp và y tế có thể sản xuất được trong lò nghiên cứu như: Na-24, P-32, Cl-38, Mn-56, Ar-41, Cu-64, Au-198, Y-90, Mo-99, I-125, I-131, Xe-133, C-14, S-35, Cr-51, Co-60, Sr-89, Sm-153, Yb-169, Tm-170, Ir-192. Nhiều lò nghiên cứu được đặt tại các trường đại học hoặc viện nghiên cứu là công cụ quan trọng trong giáo dục và đào tạo hạt nhân. Đặc biệt trong đào tạo về công nghệ hạt nhân cho nhân viên của các cơ sở hạt nhân; đào tạo nhân viên bức xạ, nhân viên pháp quy, sinh viên và cán bộ nghiên cứu.

Ứng dụng	Số lò nghiên cứu
Sản xuất đồng vị phóng xạ	95
Tán xạ nơtron	48
Chụp ảnh nơtron	72
Chiếu xạ vật liệu	145

Đổi màu đá quý	21
Chuyên hóa nơtron (NTD)	27
Huấn luyện và đào tạo	163
Phân tích kích hoạt nơtron	118
Nghiên cứu địa chất học	25
Điều trị ung thư	16
Cung cấp dữ liệu hạt nhân	4
Nghiên cứu sáng tạo	15
Khác	127

Nguồn: IAEA

2.1. Tính chất của nơtron và tương tác của nơtron với vật chất

Ngày nay các thành tựu trong nghiên cứu nơtron đã ảnh hưởng tới cuộc sống hàng ngày của hầu hết mọi người trên thế giới. Nơtron cùng với proton là thành phần của hạt nhân nguyên tử. Nơtron là mối quan tâm của các nhà vật lý, nhà hóa học, nhà sinh vật học, nhà địa chất học trong nghiên cứu và phát triển cũng như trong nhiều ứng dụng công nghiệp. Các tính chất độc đáo của nơtron giúp nơtron là công cụ có giá trị trong các điều tra có tính khoa học và công nghệ.

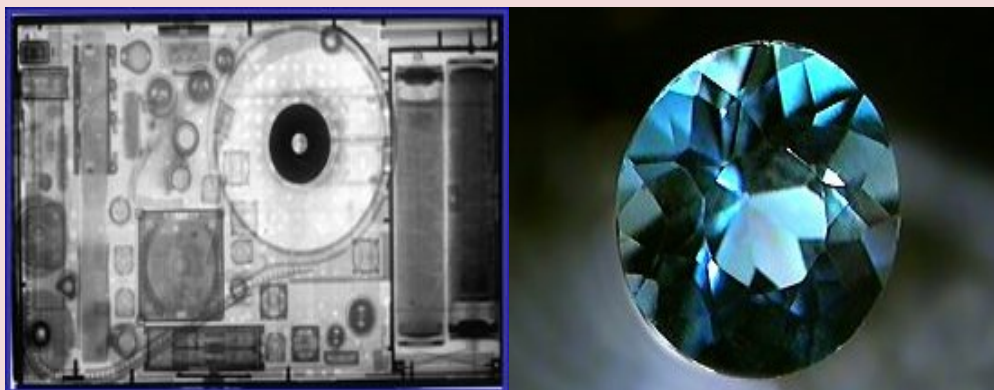
Nơtron trung hòa về điện. Do vậy nơtron có khả năng đâm xuyên cao và khả năng kiểm tra không phá hủy. Ví dụ nơtron hỗ trợ lĩnh vực kiểm soát chất lượng (QC) các bộ phận của ô tô và máy bay.

Nơtron nhạy với các nguyên tử nhẹ. Vì vật thể sống là chất hữu cơ được hình thành chủ yếu từ hydro, nơtron rất lý tưởng để khảo sát các đối tượng sinh học hoặc các bộ phận khác chứa thành phần hydro.

Nơtron có thể gây ra phản ứng hạt nhân và do đó dẫn tới chuyển đổi và kích hoạt các mẫu được chiếu xạ. Ứng dụng này được áp dụng trong công nghiệp chất bán dẫn hay tiết lộ tuổi của mẫu đất đá. Ứng dụng này cũng được áp dụng trong sản xuất đồng vị phóng xạ được sử dụng trong chuẩn đoán y học và điều trị ung thư. Kích hoạt nơtron giúp chuẩn đoán bệnh hoặc điều tra ô nhiễm từ phân tích thành phần mẫu. Nơtron giúp đo tính chất vật liệu chính xác hơn.

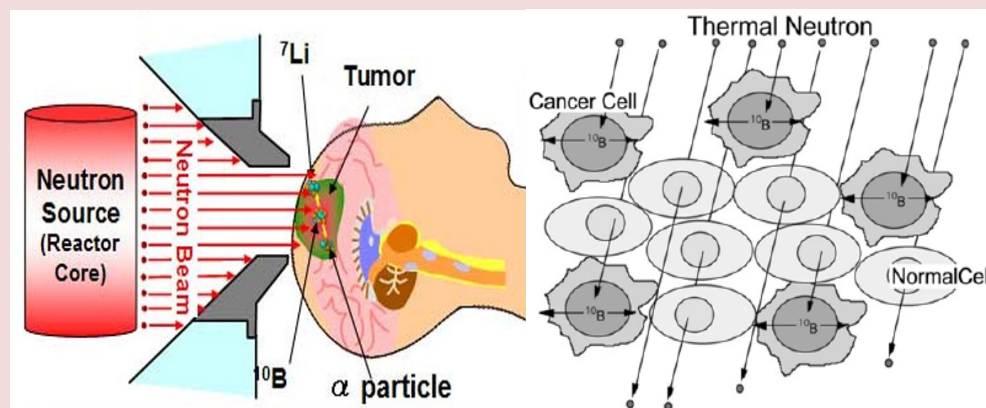
2.2. Nghiên cứu vật liệu

Hầu hết mọi người đều biết tia X có thể được sử dụng để nghiên cứu chi tiết các vật thể. Nơtron nhạy với các nguyên tố nhẹ, ví dụ nước trong khi tia X nhạy hơn với nguyên tố nặng ví dụ hợp kim thép. Do vậy có thể sử dụng bức xạ nơtron như phương pháp nghiên cứu vi mô. Kỹ thuật này có thể được sử dụng đầy đủ trong công nghiệp đặc biệt đối với kiểm soát chất lượng. Sử dụng nơtron, khuyết tật hoặc chất hàn có thể được nhìn thấy bên trong tấm kim loại, chụp ảnh cắt lớp có thể thu được thông tin 3 chiều. Ngay cả trong vấn đề di sản văn hóa như nghệ thuật và khảo cổ, nơtron cũng có vai trò quan trọng như sự thay đổi đặc tính sơn hay các thành phần đôi khi chỉ được phân tích bởi nơtron.



Hình 1. Trái: Ảnh chụp neutrôn tại PSI, Switzerland; Phải: Chiếu xạ đổi màu đá quý

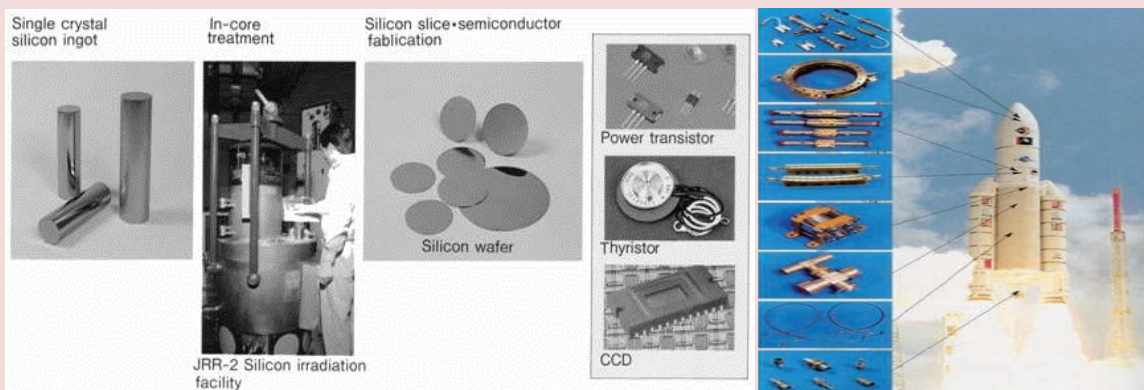
Phân tích kích hoạt neutrôn (NAA) là kỹ thuật quan trọng đối với phân tích các nguyên tố trong nước, khí, đất đá, thiên thạch và thậm chí cả trong sản xuất nông nghiệp, cây trồng và thủy sản. Mẫu được chiếu xạ trong lò nghiên cứu và sau đó hạt nhân bị kích hoạt phát ra bức xạ gamma đặc trưng từ đó có thể nhận diện các nguyên tố có trong mẫu đó. Kỹ thuật này được sử dụng trong phân tích môi trường để theo dõi ô nhiễm, trong khảo cổ học để tái tạo sản phẩm cổ đại và trong y sinh học để thực hiện chuẩn đoán hooc-môn và phát hiện bệnh. Nhờ neutrôn trong địa chất học người ta tính được tuổi của mẫu đất đá có niên đại hàng tỉ năm trước.



Hình 2. Ứng dụng nguồn neutrôn trong điều trị khối u

Thực nghiệm điều trị ung thư trong các bộ phận rất cụ thể của cơ thể người như lão và miệng được thực hiện bằng trị liệu hấp thụ neutrôn của boron (BNCT). Kỹ thuật này dù vẫn trong giai đoạn thực nghiệm nhưng đang được khám phá tại một số lò nghiên cứu như JRR-4 tại Nhật Bản. Bằng cách nạp ^{10}Bo vào khối u sau đó chiếu xạ khối u với neutrôn, hạt alpha được sinh ra bởi phản ứng giữa neutrôn và ^{10}Bo có khả năng i-ôn hóa cao (trọng số bức xạ i-ôn hóa của hạt alpha là 20, so với điện tử là 1, và neutrôn là 5) nhưng hạt alpha lại di chuyển trong môi trường vật chất rất ngắn. Hạt alpha sẽ giết tế bào ung thư nhưng không gây ảnh hưởng tới khu vực xung quanh.

Lò nghiên cứu cung cấp nguồn neutrôn cho dễ dàng nghiên cứu tính chất các vật liệu như vật liệu từ tính, chất dẻo, kim loại, kính, protein và a-xít amin. Các nhà khoa học và các kỹ sư đạt được thông tin về cấu trúc bên trong, sự sắp xếp của nguyên tử.

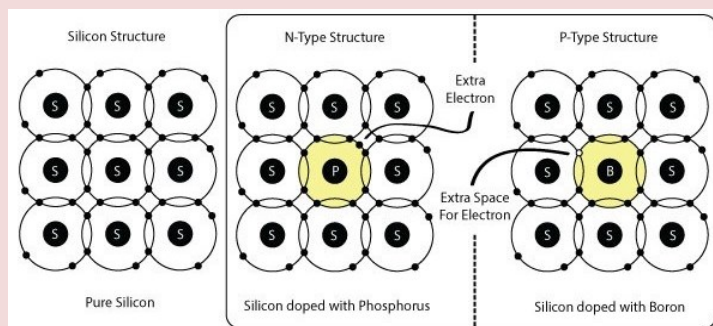


Hình 3. Trái: Ứng dụng NTD trong chế tạo chất bán dẫn; Phải: Neutron cung cấp việc kiểm soát chất lượng trước khi phóng phi thuyền vào không gian

2.3. Phát triển công nghệ

Neutron giúp kiểm tra, đánh giá chất lượng và tạo ra các vật liệu mới cho nghiên cứu và công nghiệp. Neutron phân hạch cũng như neutron nhiệt hạch gây ra các thay đổi trong cấu trúc vật liệu. Tùy thuộc vào thành phần và đặc điểm của vật liệu, vật liệu trở nên mềm dẻo, đàn hồi hoặc cứng hơn. Đa số lò phản ứng điện hạt nhân ban đầu có tuổi thọ 30-40 năm, nhưng xu hướng hiện nay là kéo dài tuổi thọ tới 50-60 năm. Việc kéo dài thời gian vận hành của lò phản ứng điện hạt nhân dựa trên các kiểm tra vật liệu như hợp kim, nhựa... được xác minh bằng các thí nghiệm chiếu xạ neutron trong lò nghiên cứu. Vì vật liệu các bộ phận cơ học trong lò phản ứng điện hạt nhân có thể được thử nghiệm trong lò nghiên cứu. Do đó lò nghiên cứu cung cấp hỗ trợ cần thiết để: nghiên cứu sự lão hóa trong các lò phản ứng điện hạt nhân đang vận hành; tối ưu hóa trong thể hệ lò phản ứng tiếp theo; và kiểm tra nhiên liệu và vật liệu cho các lò phản ứng tiên tiến. Các nghiên cứu chuyên dụng liên quan tới nhiệt hạch hạt nhân cũng quan trọng vì sự phát triển cần tìm các vật liệu đáp ứng các đòi hỏi về nhiệt hạch như: chịu được nhiệt độ cỡ vài triệu độ và việc chiếu xạ neutron có năng lượng cao. Lò nghiên cứu cũng được sử dụng cho phát triển, kiểm tra, hiệu chuẩn và đánh giá chất lượng các cảm biến và các thiết bị đo sử dụng trong lò phản ứng điện hạt nhân.

Trong công nghệ thông tin và nghiên cứu năng lượng, chuyển hóa neutron của silic thường dựa trên các nguồn chiếu xạ neutron như lò nghiên cứu. Một cục silic khi bị chiếu xạ sẽ có một số nguyên tử silic được chuyển thành phốt-pho, thay đổi độ dẫn điện và trở thành chất bán dẫn. Lò nghiên cứu có thể chuyển hóa neutron cho các cục silic lớn, kỹ thuật đã cải thiện khả năng lặp lại cũng như sự đồng nhất của quá trình này để đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của ngành công nghiệp điện tử và sản xuất ô tô điện.



Hình 4. Chuyển hóa neutron với silic trong chế tạo chất bán dẫn

2.4. Kỹ thuật tán xạ neutron

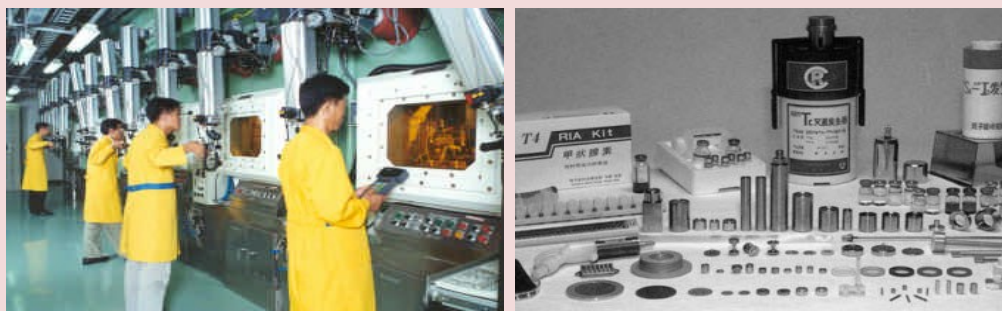
Kỹ thuật tán xạ neutrôn giúp tiết lộ các bí mật của tự nhiên ở mức vi mô và nguyên tử. Kỹ thuật tán xạ neutrôn là phương pháp mạnh để phân tích cả cho chất rắn và chất lỏng cô đặc. Tính chất hạt và sóng của neutrôn được sử dụng cho các thí nghiệm tán xạ. Neutrôn bị tán xạ mà không có sự thay đổi năng lượng (tán xạ đàn hồi) cung cấp thông tin về sự sắp xếp các nguyên tử trong vật liệu. Neutrôn thay đổi năng lượng khi tán xạ (tán xạ không đàn hồi) có thể cung cấp thông tin về chuyển động của các nguyên tử trong chất lỏng.

Tại sao cần hiểu cấu trúc bên trong của vật chất quan trọng như vậy? Bởi vì cấu trúc ở mức vi mô và mức nguyên tử xác định tính chất vĩ mô của vật liệu. Ví dụ tại sao kim cương và graphite trong bút chì đều chỉ gồm các nguyên tử carbon nhưng kim cương thì trong suốt và cứng trong khi graphite có màu đen và giòn? Bởi vì cấu trúc nguyên tử hoàn toàn khác nhau của kim cương và graphite.

Từ thực hiện tán xạ neutrôn, các nhà sinh học hiểu được như thế nào xương bị khoáng hóa trong khi phát triển hoặc cách chúng tự thay thế và tiêu tan trong quá trình loãng xương, các nhà hóa học cải tiến pin trong khi các nhà vật lý tạo ra nam châm mạnh hơn có thể được sử dụng trong lĩnh vực vận tải. Các chuyên gia nghiên cứu protein cần thiết cho các chức năng phức hợp của lão. Hiểu biết về cấu trúc là chìa khóa để mở ra nhiều đột phá trong khoa học.

2.5. Ứng dụng trong y học

Đồng vị phóng xạ được sản xuất trong các lò nghiên cứu giúp chuẩn đoán và điều trị nhiều căn bệnh phổ biến như bệnh ung thư. Theo Tổ chức y tế thế giới (WHO) ung thư là nguyên nhân hàng đầu gây tử vong trên toàn thế giới, hơn nữa tốc độ xuất hiện bệnh ung thư dự báo sẽ tăng khi tuổi thọ toàn cầu tăng. Tế bào ung thư đang phát triển rất nhạy khi bị chiếu xạ là lý do tại sao liệu pháp điều trị thường sử dụng đồng vị phóng xạ. Tùy thuộc vào khả năng liên kết của đồng vị phóng xạ với phân tử trong cơ thể người, dễ dàng cho đồng vị này gửi các phân tử có năng lượng cao (hạt alpha) tại vị trí khối u, do đó thực hiện việc điều trị cục bộ và đạt hiệu quả. Đồng vị phóng xạ cũng rất hữu ích để chẩn đoán nhiều căn bệnh.



Hình 5. Trái: Sản xuất đồng vị phóng xạ tại KAERI, Hàn Quốc; Phải: Hình dạng một số nguồn phóng xạ thông dụng

Để sản xuất số lượng lớn đồng vị phóng xạ cho sử dụng thương mại đòi hỏi lò nghiên cứu phải có thiết kế thích hợp, đặc biệt có thông lượng neutrôn cao và các thiết bị xử lý cần thiết (hot cell). Hiện tại có hơn 10000 bệnh viện trên thế giới sử dụng đồng vị phóng xạ, 90% các phương pháp y học hạt nhân là chuẩn đoán hình ảnh, hơn 80000 ca sử dụng đồng vị phóng xạ mỗi ngày trong đó 80% sử dụng Tc-99m, cũng có khoảng 200 đồng vị phóng xạ được sử dụng hiện nay (nguồn: RRDB).

Đồng vị phóng xạ quan trọng nhất và được sử dụng rộng rãi là Tc-99m. Tc-99m đạt được từ hạt nhân Mo-99. Đây là đồng vị phổ biến nhất được sản xuất thông qua phân hạch urani trong lò nghiên cứu. Thời gian bán rã của Tc-99m khoảng 6h và có bức xạ năng lượng thấp nên giảm liều chiếu xạ đối với bệnh nhân khi thực hiện chuẩn đoán. Đồng vị này có các ứng dụng trong

việc đánh giá tình trạng bệnh lý của tim, thận, phổi, gan, lá lách, xương và cũng được sử dụng cho nghiên cứu mạch máu. Thời gian vừa qua, chuỗi cung cấp đồng vị phóng xạ này dễ bị ảnh hưởng vì nhiều lý do. Thời gian bán rã ngắn của Mo-99 (66h) làm cho việc phân phối toàn cầu gặp khó khăn và không thể dự trữ. Hiện nay phần lớn nguồn cung cấp Mo-99 được sản xuất bởi 05 nhà sản xuất bằng việc sử dụng 08 lò nghiên cứu. Kể từ năm 2008, đã có sự thiếu hụt trên diện rộng của Mo-99 do việc dừng hoạt động bất ngờ tại một số lò nghiên cứu và cơ sở chế biến. Để giải quyết vấn đề này, IAEA đã giúp phát triển khả năng mới cho các lò nghiên cứu hiện tại (lắp đặt các hot-cell) để bảo đảm cung cấp đồng vị phóng xạ ổn định và an toàn.

3. Các thách thức đối với lò nghiên cứu

Ngày nay, các lò nghiên cứu đối mặt với một số vấn đề và thách thức như lão hóa, không có kế hoạch chiến lược hoặc kế hoạch chiến lược không phù hợp cho khai thác sử dụng lâu dài lò nghiên cứu, hiệu quả và thời gian khai thác sử dụng thấp, yêu cầu hiện đại hoá để đáp ứng với các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện nay, quản lý nhiên liệu đã qua sử dụng, lập kế hoạch tháo dỡ và thực hiện tháo dỡ, các thách thức liên quan tới an toàn và an ninh hạt nhân. Để đối phó với những thách thức này, IAEA đang tích cực hỗ trợ các quốc gia giải quyết các vấn đề trên, bảo đảm các lò nghiên cứu phát triển liên tục, bền vững, năng động, hiệu quả, an toàn và an ninh.

Mặc dù nhiều lò nghiên cứu không được sử dụng tại đầy đủ khả năng và nhiều lò nghiên cứu sẽ bị dừng hoạt động và sau đó được tháo dỡ, các lò nghiên cứu sẽ tiếp tục giữ vai trò rất quan trọng trong các thập kỷ tiếp theo. Hiện nay, 09 lò nghiên cứu mới đang được xây dựng (CAREM 25, Achentina; RES và RJH, Pháp; JRTR, Jordan; PIK, IRV-2M và MBIR, LB Nga; LPRR, Ả-rập Xê-út; KIPT, Ukraina), 11 lò nghiên cứu đã được xây dựng trong 10 năm qua và 19 lò nghiên cứu đã được hoàn thành từ năm 2005 tới năm 2014. Một số lò nghiên cứu mới được thiết kế để tạo ra thông lượng neutron cao, trở thành lò nghiên cứu đa mục đích hoặc dành riêng cho các nghiên cứu cụ thể liên quan tới thế hệ tiếp theo của các lò phản ứng phân hạch và lò phản ứng nhiệt hạch trong tương lai. Để duy trì lợi ích từ việc khai thác vận hành lò nghiên cứu, khi xây dựng và vận hành cần xem xét bảo đảm tính khả thi, đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật, nhu cầu kinh tế và xã hội hiện nay.

Tương lai của lò nghiên cứu đang thay đổi theo thị trường kinh tế cạnh tranh hơn. Để tồn tại trong môi trường khó khăn ngày nay, lò nghiên cứu phải được chủ động quản lý, lập kế hoạch, nghiên cứu, được bố trí tài chính, mở rộng ra ngoài thị trường và triển khai các ứng dụng có giá trị thương mại và thực tế. Quốc gia có lò nghiên cứu cần lập kế hoạch chiến lược sử dụng bền vững, hiệu quả lò nghiên cứu hoặc tháo dỡ lò nghiên cứu đã ngừng hoạt động. IAEA đang giúp các quốc gia xác định điều kiện hiện tại của các lò nghiên cứu và khả năng tiềm năng của các lò nghiên cứu. IAEA cũng sẵn sàng hỗ trợ các quốc gia trong tất cả các lĩnh vực hoạt động của lò nghiên cứu, bao gồm việc xây dựng lò nghiên cứu mới và tháo dỡ lò nghiên cứu cũ.

Lò nghiên cứu là công cụ đào tạo, nghiên cứu và phát triển công nghệ rất có giá trị. Quan trọng là việc ứng dụng và sử dụng lò nghiên cứu vẫn còn khả thi. Lò nghiên cứu rất quan trọng trong việc nâng cao chất lượng cuộc sống, cải thiện sức khỏe con người. Lò nghiên cứu đang giúp sản xuất các sản phẩm công nghiệp tốt hơn và thúc đẩy tiến bộ trong khoa học và công nghệ. IAEA đang hỗ trợ các quốc gia đạt được các mục tiêu này, từ đó đã thực hiện cam kết là khoa học và công nghệ hạt nhân mang lại lợi ích cho nhân loại.

4. Chính sách về lò nghiên cứu của IAEA

Chính sách của IAEA là thúc đẩy, hỗ trợ các quốc gia trong phát triển, duy trì an toàn và an ninh các lò nghiên cứu với chiến lược ứng dụng năng lượng nguyên tử vì mục đích hòa bình, phát triển các kỹ thuật hạt nhân mang lại lợi ích cho ngành công nghiệp hạt nhân và lợi ích cho

con người. IAEA trợ giúp đối phó với các thách thức liên quan tới lò nghiên cứu tại các quốc gia. IAEA hỗ trợ các quốc gia làm cho các lò nghiên cứu của các quốc gia này được khai thác sử dụng hiệu quả, hiện đại hóa, bền vững hơn, an toàn và an ninh hơn. IAEA cũng tư vấn, hỗ trợ trong việc xây dựng lò nghiên cứu đầu tiên và trong phát triển cơ sở hạ tầng kỹ thuật cho các quốc gia quan tâm tới việc triển khai chương trình khoa học và công nghệ hạt nhân, bao gồm chương trình điện hạt nhân.

IAEA cũng đề xuất một số sáng kiến, tổ chức các cuộc họp và hội thảo chuyên đề, khuyến khích hợp tác nghiên cứu cũng như hỗ trợ việc khai thác sử dụng an toàn lò 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 Bộ Quy tắc ứng xử về an toàn của lò nghiên cứu và các tiêu chuẩn an toàn liên quan. IAEA giúp các quốc gia cải thiện tất cả các khía cạnh liên quan tới việc khai thác sử dụng, hiện đại hoá và tăng cường tính bền vững của các lò nghiên cứu hiện tại. Các quốc gia không có lò nghiên cứu được khuyến khích, hỗ trợ phát triển năng lực quốc gia để có đủ cơ sở hạ tầng cho xây dựng lò nghiên cứu mới hoặc trở thành đối tác hoặc trở thành bên sử dụng các sản phẩm và dịch vụ từ lò nghiên cứu.

Các ưu tiên của IAEA liên quan tới lò nghiên cứu bao gồm: Tăng cường việc khai thác sử dụng các lò nghiên cứu phù hợp với khả năng và mục tiêu đề ra; Trợ giúp các quốc gia trong khu vực trong hợp tác và xử lý các vấn đề chung với sự hỗ trợ từ chính phủ của các quốc gia này; Giúp chia sẻ các nguồn lực của lò nghiên cứu và trợ giúp trong việc phát triển các tiến bộ đối với lò nghiên cứu, giúp phát triển kinh tế xã hội thông qua các tiến bộ này; Hỗ trợ các quốc gia trong việc giải quyết các vấn đề về an toàn và an ninh trong các lò nghiên cứu hiện tại và liên quan tới các cơ sở xử lý nhiên liệu, trợ giúp trong tháo dỡ các lò nghiên cứu đang dừng hoạt động với cam kết tài chính phù hợp từ chính phủ các quốc gia này; Trợ giúp các quốc gia trong thiết lập cơ sở lò nghiên cứu mới bao gồm thiết lập cơ sở hạ tầng quốc gia cần thiết.

5. Việt Nam và kế hoạch phát triển lò nghiên cứu trong tương lai

Việt Nam hiện đang có một lò nghiên cứu của Viện Nghiên cứu hạt nhân đặt tại Thành phố Đà Lạt được xây dựng bởi Hoa Kỳ từ năm 1960 theo thiết kế TRIGA Mark II với công suất ban đầu là 250kWt. Sau khi giải phóng miền Nam thống nhất đất nước, năm 1982 Liên Xô cũ đã giúp Việt Nam xây dựng lại và nâng cấp lò nghiên cứu này lên công suất 500kWt. Lò nghiên cứu này đã trải qua một số thay đổi như: chuyển đổi một phần nhiên liệu vùng hoạt từ HEU tới LEU (2004-2007); chuyển đổi hoàn toàn nhiên liệu vùng hoạt sang LEU (2008-2013); nâng cấp hệ thống đo và điều khiển I&C (2007). Theo thông tin từ cơ sở dữ liệu của IAEA, lò nghiên cứu Đà Lạt có công suất thấp, phạm vi ứng dụng hẹp, thời gian khai thác tương đối thấp khoảng 1300 giờ/năm (12 tuần/năm, 4-5 ngày/tuần, 24 giờ/ngày). Các đồng vị phóng xạ được sản xuất gồm I-131, P-32, Tc-99m với tổng hoạt độ đạt 129 TBq/năm. Ngoài ra lò cũng được sử dụng để thực hiện phân tích kích hoạt mẫu, chiếu xạ chuyển màu đá quý và thực hiện các thử nghiệm và đào tạo cho sinh viên.

Do nhu cầu trong nước ngày càng tăng về các ứng dụng đối với lò nghiên cứu, hạn chế về mặt công suất và ứng dụng của lò nghiên cứu Đà Lạt, theo yêu cầu từ phía Việt Nam năm 2011 Liên bang Nga cam kết giúp Việt Nam thiết lập Trung tâm KH&CN hạt nhân (CNEST) bao gồm việc xây dựng lò nghiên cứu mới đa mục đích với công suất dự kiến là 10MWt (có khả năng nâng cấp lên công suất là 15 MWt). Sau năm 2016, do không còn trực tiếp phục vụ chương trình phát triển điện hạt nhân nên định hướng ứng dụng, nghiên cứu của lò nghiên cứu mới đã được thay đổi theo hướng ứng dụng vào thực tiễn sản xuất.



Chủ tịch nước Trần Đại Quang và Tổng thống Vladimir Putin chứng kiến ký kết Bản ghi nhớ hợp tác

Trong chuyến thăm chính thức Liên bang Nga từ ngày 28/6 đến ngày 1/7/2017 do Chủ tịch nước Trần Đại Quang dẫn đầu, Thứ trưởng Bộ KH&CN Việt Nam Trần Việt Thanh và Tổng giám đốc Tập đoàn nhà nước về năng lượng nguyên tử Liên bang Nga (ROSATOM) Alexey Likhachev đã ký Bản ghi nhớ về Kế hoạch hợp tác triển khai dự án xây dựng Trung tâm KH&CN hạt nhân, trong đó có việc xây dựng lò nghiên cứu mới, đa mục đích này. Theo Bản ghi nhớ, trong thời gian tới các nội dung chính mà hai bên cần triển khai gồm: Chính phủ Việt Nam sẽ xem xét phê duyệt Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi (FS); thực hiện các bước đàm phán Hiệp định về tín dụng ưu đãi với Liên bang Nga dựa trên cơ sở thiết kế của Trung tâm mới nhất theo cấu hình hợp lý, phù hợp với tình hình mới; tăng cường hợp tác xây dựng cơ sở văn bản quy phạm pháp luật và bộ máy quản lý, đào tạo nguồn nhân lực cho Trung tâm KH&CN hạt nhân...

Với mục tiêu là nơi tập trung nhiều nhà KH&CN trong lĩnh vực hạt nhân của Việt Nam và quốc tế đến làm việc, tiến hành các hoạt động nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ và đào tạo nhân lực trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử..., việc nghiên cứu, xây dựng Trung tâm KH&CN hạt nhân nói chung, lò nghiên cứu nói riêng sẽ là một nhân tố quan trọng, góp phần xây dựng và thực hiện các chương trình nghiên cứu khoa học, phát triển công nghệ trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử của Việt Nam lên tầm cao mới./.

ĐÀO TẠO AN TOÀN BỨC XẠ Ở VIỆT NAM: NHU CẦU VÀ THỰC TRẠNG

Nguyễn Trung Tính, Nguyễn Hoàng Tú
Trung tâm Thông tin và Đào tạo

Bên cạnh năng lượng hạt nhân, ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và bức xạ hiện nay đã hiện diện ở hầu hết các lĩnh vực trong đời sống của con người ở tất cả các nước trên thế giới. Ở nước ta ứng dụng kỹ thuật hạt nhân những năm gần đây đã phát triển rất nhanh và mạnh, mang lại nhiều lợi ích về kinh tế, xã hội như ứng dụng kiểm tra không phá hủy, chiếu xạ diệt khuẩn, đột biến gen tạo các giống lúa mới. Năm 2016, các cán bộ Viện Di truyền nông nghiệp Việt Nam đã được Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) tặng bằng khen do đã ứng dụng thành công kỹ thuật hạt nhân trong việc tạo ra các giống lúa mới có các đặc tính vượt trội bằng phương pháp đột biến gen sử dụng bức xạ. Trong Y tế, các máy sử dụng tia X (X-quang và CT) và bức xạ Gamma (PET) để tạo ra hình ảnh chi tiết của cơ thể con người, cung cấp thông tin chẩn đoán có giá trị cho bác sĩ và bệnh nhân. Các chất phóng xạ cũng được sử dụng để điều trị trực tiếp các bệnh, như iốt được hấp thu hầu hết bởi tuyến giáp, để điều trị ung thư hoặc bệnh cường giáp. Các đồng vị đánh dấu và thuốc nhuộm cũng được sử dụng để có thể lập bản đồ chính xác một khu vực hoặc hệ thống cụ thể, chẳng hạn như trong thử nghiệm tim, có thể sử dụng đồng vị phóng xạ như Tc-99 để xác định các vùng tim và động mạch xung quanh. Chiếu xạ thực phẩm là quá trình sử dụng nguồn phóng xạ để khử trùng thực phẩm. Bức xạ tiêu diệt vi khuẩn và virus, hoặc loại bỏ khả năng sinh sản của chúng bằng cách gây tổn hại nghiêm trọng DNA hoặc RNA của chúng. Vì không sử dụng bức xạ neutron, các thực phẩm sau khi chiếu không trở thành chất phóng xạ và an toàn tuyệt đối đối với người sử dụng. Phương pháp này cũng được sử dụng để khử trùng bao bì thực phẩm, thiết bị y tế và các bộ phận sản xuất.

Thực trạng ứng dụng năng lượng nguyên tử tại Việt Nam

Hiện nay cả nước có khoảng 1200 cơ sở tiến hành công việc bức xạ có sử dụng nguồn phóng xạ và các thiết bị phát bức xạ (không kể cơ sở X-quang dùng trong chẩn đoán y tế) được phân bố trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong đó, khoảng 2040 nguồn phóng xạ kín đang được sử dụng; riêng lĩnh vực công nghiệp có khoảng hơn 1360 nguồn, chiếm 66,8% tổng số nguồn kín đang được sử dụng trên toàn quốc.

Trong y tế, cả nước có 32 cơ sở y học hạt nhân và xạ trị hiện đang sử dụng khoảng 80 nguồn phóng xạ kín. Bên cạnh đó, những cơ sở này được trang bị 43 thiết bị xạ hình (35 máy SPECT và SPECT/CT, 8 PET/CT), trong đó, kỹ thuật xạ hình tiên tiến hiện nay trên thế giới như PET/CT sử dụng 18F-FDG đã được áp dụng trong chẩn đoán thường quy để điều trị các bệnh về ung thư, tim mạch và thần kinh tại Việt Nam. Kỹ thuật xạ trị sử dụng máy gia tốc điện từ tuyến tính mang tầm quốc tế đã được triển khai tại 25 cơ sở xạ trị trên cả nước. Cùng với sự phát triển nhanh chóng của các ứng dụng bức xạ trong y tế, việc cung cấp đủ dược chất phóng xạ (DCPX) đang là một nhu cầu cấp thiết. Theo thống kê năm 2016, tổng nhu cầu DCPX của cả nước khoảng 1400Ci/năm, trong đó Viện nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt sản xuất 400Ci/năm và 250Ci/năm từ các máy gia tốc. Như vậy, các nguồn cung cấp DCPX trong nước mới đảm bảo gần 50% nhu cầu. Hiện nay, Việt Nam đang tiến hành các bước chuẩn bị cho việc xây dựng Trung tâm Khoa học và Công nghệ hạt nhân với nền tảng cốt lõi là một lò phản ứng nghiên cứu

đa chức năng công suất 10~15MeV phục vụ các hướng nghiên cứu như phân tích hạt nhân, nghiên cứu vật liệu mới, nghiên cứu vật lý hạt nhân cơ bản, sản xuất đồng vị và DCPX và phát triển nguồn nhân lực trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử.

Sự cần thiết và nhu cầu đào tạo trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử

Song song với lợi ích mà ứng dụng năng lượng nguyên tử đem lại là những ảnh hưởng có hại tới sức khỏe con người. Trên ngưỡng nhất định (hiệu ứng tất định) bức xạ có thể làm giảm chức năng của các mô và/hoặc các cơ quan và có thể tạo ra các tác dụng cấp tính như đỏ da, rụng tóc, bỏng bức xạ hoặc hội chứng bức xạ cấp tính. Những tác dụng này nghiêm trọng hơn ở liều cao hơn và xuất hiện cao hơn. Ví dụ, ngưỡng liều cho hội chứng nhiễm xạ cấp tính là khoảng 1 Sv (1000 mSv).

Nếu liều bức xạ thấp hoặc xuất liều thấp nhưng tổng liều bức xạ cao (do thời gian chiếu dài), thì mặc dù không gây ra hiệu ứng tất định vẫn có những ảnh hưởng lâu dài như ung thư, bệnh có thể xuất hiện nhiều năm hoặc thậm chí nhiều thập kỷ sau. Những ảnh hưởng dạng này không phải lúc nào cũng xảy ra, nhưng khả năng xuất hiện tỷ lệ thuận với liều bức xạ. Nguy cơ này cao hơn đối với trẻ em và thanh thiếu niên do độ tuổi này cơ thể nhạy cảm hơn với phơi nhiễm phóng xạ so với người lớn.

Các nghiên cứu dịch tễ học về các quần thể tiếp xúc với phóng xạ, ví dụ những người sống sót sau bom nguyên tử hoặc bệnh nhân xạ trị, cho thấy nguy cơ ung thư tăng đáng kể ở liều trên 100 mSv. Gần đây, một số nghiên cứu dịch tễ học ở những người tiếp xúc với phơi nhiễm y tế trong thời thơ ấu (CT trẻ em) cho rằng nguy cơ ung thư có thể tăng ngay cả ở liều thấp hơn (từ 50-100 mSv).

Tiếp xúc trước khi sinh với bức xạ ion hóa có thể gây tổn thương não ở bào thai sau một liều cấp tính vượt quá 100 mSv giữa tuần 8-15 của thai kỳ và 200 mSv giữa tuần 16-25 của thai kỳ. Các nghiên cứu dịch tễ học cũng cho thấy nguy cơ ung thư khi thai nhi tiếp xúc với bức xạ tương tự như trẻ nhỏ khi tiếp xúc với bức xạ.

Do đó việc đào tạo nâng cao nhận thức về an toàn bức xạ là cần thiết khi triển khai ứng dụng bức xạ ở bất kỳ loại hình nào. Mỗi cơ sở bức xạ phải đảm bảo rằng những người lao động làm việc với bức xạ ion hóa phải được đào tạo về an toàn bức xạ và nhận được thông tin, hướng dẫn đủ để họ biết được những rủi ro đối với sức khỏe khi tiếp xúc với bức xạ ion hóa; các thủ tục và biện pháp phòng ngừa bức xạ cần được thực hiện; tầm quan trọng của việc tuân thủ các yêu cầu về y tế, kỹ thuật và hành chính.

Đào tạo nâng cao nhận thức về an toàn bức xạ giúp người lao động có thể hiểu được rủi ro liên quan đến phơi nhiễm bức xạ; cung cấp các khuyến cáo cho các cơ sở làm theo thủ tục; và dạy các kỹ năng cụ thể như cách sử dụng thiết bị theo dõi bức xạ hoặc ứng phó với trường hợp khẩn cấp.

Đào tạo an toàn bức xạ

Thông tư số 34/2014/TT-BKHCN được Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành ngày 27 tháng 11 năm 2014 quy định về “Đào tạo an toàn bức xạ đối với nhân viên bức xạ, người phụ trách an toàn bức xạ và dịch vụ đào tạo an toàn bức xạ”. Theo đó, người lao động trong tất cả các lĩnh vực liên quan đến bức xạ ion hóa cần và phải được đào tạo về an toàn bức xạ theo những nội dung và thời lượng phù hợp. Chỉ những người đã tham gia học đủ thời lượng và đạt điểm sát hạch sau mỗi khóa đào tạo này mới có thể được cấp chứng nhận về an toàn bức xạ và đủ điều kiện lao động trong lĩnh vực phù hợp.

Những cơ sở cung cấp dịch vụ đào tạo an toàn bức xạ được Cục An toàn bức xạ và hạt nhân cấp phép trên cơ sở xem xét năng lực đào tạo bao gồm điều kiện về cơ sở vật chất, trang thiết bị, giáo trình và con người. Cụ thể, phải có ít nhất 02 giảng viên có chứng chỉ hành nghề dịch vụ đào tạo an toàn bức xạ, có tài liệu giảng dạy đúng qui định, có đủ các phương tiện, trang thiết bị kỹ thuật phục vụ bài giảng và bài thực hành, bao gồm máy tính, máy chiếu và thiết bị ghi đo bức xạ phù hợp với nội dung chương trình giảng dạy thực hành.

Cá nhân tham gia đào tạo an toàn bức xạ được Cục An toàn bức xạ và hạt nhân cấp chứng chỉ trên cơ sở xem xét năng lực giảng dạy. Cụ thể, để có thể được cấp chứng chỉ hành nghề đào tạo nội dung kỹ thuật, người đăng ký cần có bằng tốt nghiệp từ đại học trở lên về chuyên ngành vật lý hạt nhân, công nghệ hạt nhân, kỹ thuật hạt nhân, hóa phóng xạ và có ít nhất 5 năm kinh nghiệm làm việc trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử; để có thể được cấp chứng chỉ hành nghề đào tạo nội dung pháp luật, người đăng ký cần có bằng tốt nghiệp từ đại học trở lên chuyên ngành luật, công nghệ hạt nhân, kỹ thuật hạt nhân, hóa phóng xạ và có ít nhất 5 năm kinh nghiệm làm việc trong cơ quan quản lý nhà nước về an toàn bức xạ và hạt nhân.

Tính đến thời điểm hiện tại toàn quốc có 12 cơ sở đã được Cục ATBXHN cấp giấy đăng ký hoạt động dịch vụ đào tạo ATBX. Nhìn chung các cơ sở đã chấp hành tốt các quy định tại Thông tư số 34/2014/TT-ATBXHN. Để đảm bảo các cơ sở thực hiện dịch vụ đào tạo An toàn bức xạ thực hiện đúng các qui định khi được cấp phép cũng như nâng cao chất lượng giảng dạy; hàng năm, Cục An toàn bức xạ và hạt nhân đều thành lập các đoàn kiểm tra, giám sát trực tiếp tại cơ sở đào tạo và tại khóa đào tạo.

Hiệu quả và xu hướng của dịch vụ đào tạo

Các cơ sở bức xạ cần thực hiện nghiêm túc các quy định pháp luật về bảo đảm an toàn bức xạ và an ninh nguồn phóng xạ; chịu trách nhiệm trực tiếp về mọi hành vi vi phạm an toàn, an ninh nguồn phóng xạ theo quy định của pháp luật, tránh gây ra những rủi ro cho con người và môi trường. Tuy nhiên, việc thực hiện các vấn đề này trước đây không được chặt chẽ do nhận thức của người lao động cũng như người đứng đầu cơ sở bức xạ về vấn đề an toàn bức xạ chưa được quan tâm đúng mức. Với những nội dung đào tạo mới được xây dựng trong khoảng thời gian 4 năm gần đây (từ năm 2014 sau khi ra đời các đơn vị thực hiện dịch vụ đào tạo theo Thông tư số 34/2014/TT-ATBXHN), việc truyền tải kiến thức về an toàn bức xạ và kinh nghiệm thực tế được đúc rút qua nhiều năm làm việc của giảng viên đã cải thiện được tình trạng này. Ngoài ra, việc tiếp cận đến dịch vụ đào tạo về lĩnh vực năng lượng nguyên tử được mở rộng hơn cũng khiến cho các cơ sở dễ dàng có khả năng tham gia các khóa đào tạo. Trong thời gian tới, việc đào tạo trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử cũng đang chuyển biến theo chiều hướng trở thành nhu cầu tất yếu của xã hội hiện đại. Việc đào tạo trong lĩnh vực năng lượng nguyên tử vì vậy cũng cần phải thay đổi phù hợp với nhu cầu thực tiễn. Giảng viên cần có kiến thức sâu, rộng hơn; khả năng truyền thụ kiến thức tốt hơn. Phương pháp giảng dạy, học tập cũng cần được thay đổi. Cách mạng 4.0 đang gõ cửa từng đơn vị, cơ quan, nếu ta không thay đổi, ta sẽ bị bỏ rơi. Việc đào tạo kiến thức về an toàn bức xạ cũng cần được thay đổi cho phù hợp với tình hình hiện tại. Đào tạo trực tuyến, tự đào tạo để đạt được yêu cầu về kiến thức an toàn bức xạ cũng như chuyên môn nghiệp vụ đang là giải pháp các đơn vị hoạt động dịch vụ đào tạo cần hướng tới./.

BÀI HỌC KINH NGHIỆM KHI XEM XÉT ĐÁNH GIÁ AN TOÀN TẮT ĐỊNH VÀ ĐÁNH GIÁ AN TOÀN XÁC SUẤT CỦA NMDHN FUKUSHIMA DAIICHI

Đỗ Thành Trung

Trung tâm HTKT An toàn bức xạ hạt nhân và Ứng phó sự cố

1. Giới thiệu

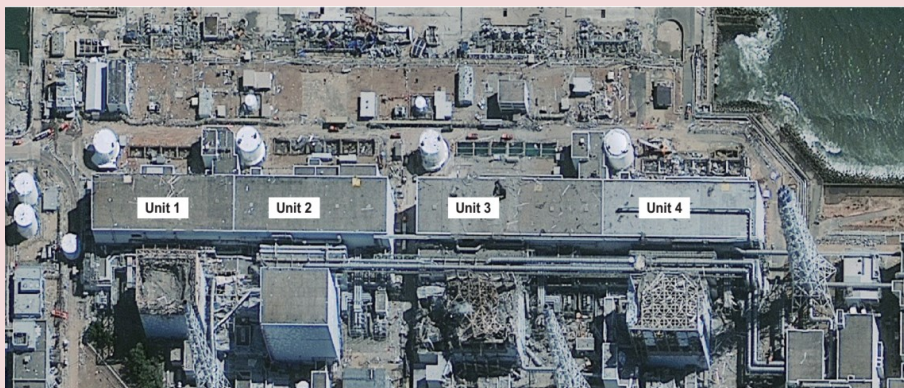
Bảo đảm an toàn nhà máy điện hạt nhân (NMDHN) là cần thiết và quan trọng trong phát triển điện hạt nhân. Việc thực hiện phân tích và dự báo về an toàn tại các NMDHN trên thế giới nhằm mục đích ngăn chặn khả năng xảy ra sự cố với hậu quả nghiêm trọng. Trong Báo cáo phân tích an toàn (SAR) của mỗi NMDHN, các phân tích và tính toán đáp ứng khi xảy ra các sự cố ở các mức độ khác nhau được sử dụng đồng thời và bổ trợ cho nhau theo hai phương pháp là Đánh giá an toàn tất định (DSA) và Đánh giá an toàn xác suất (PSA), nhằm khẳng định khi xảy ra sự cố NMDHN vẫn được bảo đảm an toàn, không gây rủi ro tới công chúng và môi trường vượt mức cho phép.

DSA là công cụ hữu dụng trong việc đánh giá sự tuân thủ của thiết kế và vận hành NMDHN với các giới hạn và tiêu chí chấp nhận. Trong khi đó PSA là cách tiếp cận có hệ thống, ngày càng được chú trọng và được sử dụng rộng rãi trên thế giới do có khả năng định lượng mức độ rủi ro tổng thể toàn nhà máy và cho phép đánh giá nhất quán của cả hai yếu tố tần suất và hậu quả của các kịch bản sự cố. PSA có vai trò hỗ trợ đưa ra thiết kế phù hợp, chỉ ra mối liên kết và tương tác giữa hệ thống an toàn, hệ thống hỗ trợ và hệ thống thay thế trong NMDHN. Đồng thời PSA cũng chỉ ra điểm yếu của NMDHN và các sai hỏng cùng nguyên nhân cần chú ý. PSA không được xem là sự thay thế cho việc đánh giá kỹ thuật hoặc DSA. Thay vào đó PSA được xem như cung cấp thông tin về mức độ rủi ro phát sinh từ NMDHN. Việc sử dụng các thông tin này để hỗ trợ cho việc phân tích DSA.

Báo cáo này xem xét việc Đánh giá an toàn tất định và Đánh giá an toàn xác suất của NMDHN Fukushima Daiichi và hiểu rõ hơn các biện pháp chống lại các nguy hại từ tự nhiên khắc nghiệt gây ra mất toàn bộ nguồn điện xoay chiều AC (SBO1). Việc mất điện một chiều DC tại Tổ máy số 1 và 2 của NMDHN Fukushima Daiichi đóng vai trò chính trong tiến triển sự cố vì nó cản trở việc chẩn đoán chính xác các điều kiện NMDHN, bao gồm cả tình trạng và hoạt động của các hệ thống an toàn.

Sự cố tại NMDHN Fukushima Daiichi vượt quá cơ sở thiết kế ở một vài khía cạnh. Sự cố nghiêm trọng này ảnh hưởng tới nhiều tổ máy, trong thời gian sự cố các nhân viên vận hành đã rời vị trí với rất ít chỉ thị hỗ trợ sự hiểu của họ về những gì đang xảy ra, khiến họ không thể kiểm soát tình hình. Tác động qua lại giữa các tổ máy (nổ hydro và phân bố các nguồn lực hạn chế) góp phần vào mức độ nghiêm trọng của sự cố. Mức độ tàn phá và việc địa điểm bị cô lập, thiếu thông tin sẵn có cho các nhân viên vận hành và các ảnh hưởng tới nhiều tổ máy dẫn tới các tính năng mới đã được xem xét trong quản lý sự cố.

¹ SBO thường được coi như là mất điện xoay chiều (AC) bình thường và khẩn cấp, không gồm mất nguồn cấp điện DC hoặc nguồn điện AC khác.



Hình 1. Mức độ hư hỏng của các tổ máy 1-4 của NMDHN Fukushima Daiichi

Một đặc điểm chính của sự cố NMDHN Fukushima Daiichi là sai hỏng cùng chế độ gây ra bởi trận động đất và ngập lụt sau đó do sóng thần. Mức độ của sai hỏng cùng chế độ này vượt mức được xem xét trong đánh giá sự cố ngoài thiết kế (BDBA), tác động tới cả hệ thống điện AC và DC làm cho hầu hết các phương tiện kiểm soát của nhân viên vận hành trên nhiều tổ máy cùng không hoạt động.

Một trong các khó khăn gặp phải liên quan tới việc không xem xét tới các BDBA. Khó khăn trực tiếp trong việc quản lý sự cố là các hệ thống, bộ phận đã bị hỏng làm cho trạng thái làm mát vùng hoạt không được duy trì và thiếu thông tin về tham số an toàn quan trọng đã không cho phép các Trung tâm ứng phó khẩn cấp (ERC) và các Phòng điều khiển chính (MCR) hiểu rõ về tình trạng làm mát vùng hoạt để theo dõi tình trạng của các hệ thống an toàn và dễ dàng cho việc ra quyết định phù hợp. Các khó khăn này có thể được giảm nhẹ bằng cách xem xét khả năng tải nhiệt phân rã trong điều kiện ngoài cơ sở thiết kế. Một khó khăn khác là các nhân viên nhà máy đã không sẵn sàng chuẩn bị quản lý việc mất tất cả nguồn điện và thiết bị đo sau khi ngập lụt. Vì không có thiết bị đo thích hợp, không có đủ phương tiện quản lý sự cố nghiêm trọng (SAM), cũng như phải làm việc trong môi trường khắc nghiệt, nhân viên nhà máy đã phải rất nỗ lực để thực hiện các hành động giảm thiểu kịp thời.

2. Xem xét việc đánh giá an toàn tất định

2.1. Yêu cầu của IAEA về Đánh giá an toàn tất định

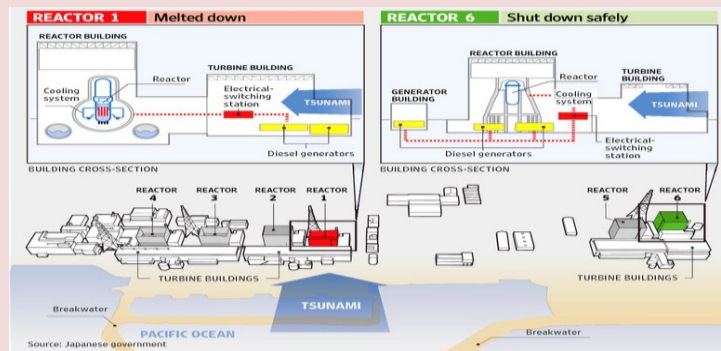
Tiêu chuẩn an toàn của IAEA [2], [3] khuyến cáo rằng: “Phải thực hiện việc phân tích DSA đối với BDBA để điều tra các kịch bản có thể xảy ra dẫn tới các cải tiến trong quản lý sự cố”. Vì vậy, cần phải xác định xem các chức năng an toàn có thể được thực hiện trong điều kiện BDBA và chứng minh khả năng của thiết kế để giảm thiểu sự cố.

Cả Hồ sơ xin cấp phép xây dựng (Establishment Permit) và các Đánh giá an toàn định kỳ (PSR) cho các tổ máy của NMDHN Fukushima Daiichi đều chưa có phân tích DSA cho BDBA bao gồm sự cố nghiêm trọng, trái với quy định trong [2], [3]. Lý do là do phân tích này không có trong yêu cầu pháp quy của Nhật Bản, như đã được ghi nhận trong Báo cáo dịch vụ đánh giá pháp quy tích hợp (IRRS) của IAEA tiến hành vào tháng 6/2007, trong đó kết luận rằng: "Không có quy định pháp lý về việc phải xem xét BDBA, như các NMDHN của Nhật Bản được xem xét để đủ an toàn như được bảo đảm bằng các biện pháp phòng ngừa" [4].

Một số lý do tại sao SBO đã không được phân tích chi tiết và việc giảm nhẹ được giả định rằng khả năng phục hồi lưới điện cao trong khoảng thời gian ngắn và việc có các tính năng thiết kế để giảm thiểu sự cố SBO đối với một tổ máy như việc kết nối điện giữa các tổ máy [6].

Do đó, đã không xem xét tới việc mất nguồn điện AC lâu dài của nhiều tổ máy [7], mặc dù vậy cần hiểu rằng việc đánh giá các sự kiện tác động tới nhiều tổ máy là không phổ biến đối với các cơ sở hạt nhân trước khi xảy ra sự cố Fukushima Daiichi. Ngoài ra, các lò phản ứng đã được trang bị các hệ thống để có khả năng làm mát vùng hoạt trong thời gian lâu dài sau khi mất nguồn điện AC, chẳng hạn như thiết bị ngưng tụ cách ly (Isolation Condenser), hệ thống làm mát cách ly vùng hoạt (Reactor Core Isolation Cooling) và hệ thống bơm nước làm mát áp suất cao (HPCI).

Hơn nữa, các BDBA khác tương tự với sự cố tháng 3/2011 như mất toàn bộ môi trường tản nhiệt cuối cùng, mất nguồn điện DC và mất nước làm mát bể chứa nhiên liệu đã qua sử dụng (SFP) cũng không được đánh giá trong nội dung DSA của Hồ sơ xin cấp phép xây dựng hoặc trong các Đánh giá an toàn định kỳ, trong các hồ sơ này chỉ bao gồm phân tích các sự cố trong thiết kế (DBA).



Hình 2. Sơ đồ vị trí của các EDG và thiết bị đóng cắt điện khẩn cấp tại Tổ máy số 1 và 6

Tại NMDHN Fukushima Daiichi, TEPCO đã sử dụng 2 thiết kế khác nhau cho 6 tổ máy. Tại Tổ máy số 1, các máy phát điện diesel khẩn cấp (EDG) và thiết bị đóng cắt điện khẩn cấp được đặt tại tòa nhà tuốc-bin, trong khi tại Tổ máy số 6 các thiết bị này lại được đặt tại tòa nhà lò (như hình trên). Các EDG và phòng ắc-quy đặt trong tầng hầm của tòa nhà tuốc-bin và các thiết bị đóng cắt điện khẩn cấp đặt tại tầng 1 của tòa nhà tuốc-bin nên rất dễ bị ngập lụt như đã được chứng minh bởi sự kiện liên quan tới ngập lụt tại Tổ máy số 1 năm 1991 [8]. Nước biển bị rò rỉ từ một đường ống bị ăn mòn bên trong tòa nhà tuốc-bin làm ngập một phòng EDG qua cửa ra vào và phân cấp xuyên qua. Tồn thất của các EDG, phòng ắc-quy và phòng chứa các thiết bị đóng cắt điện khẩn cấp được cho là do ngập lụt từ nguy hại bên trong và bên ngoài vì vậy cần phải thực hiện và ghi chép đầy đủ việc đánh giá ngập lụt trong phân tích an toàn của NMDHN. Theo yêu cầu trong Tiêu chuẩn an toàn của IAEA [2], đánh giá này sẽ đã chỉ rõ các thiếu sót và sự cần thiết phải cải thiện an toàn, như bảo vệ các phòng chứa EDG, ắc-quy và thiết bị đóng cắt khỏi nguy hại ngập lụt.

TEPCO đã thực hiện một số phân tích DSA hạn chế cho BDBA vào đầu năm 1990 đối với các chuỗi sự cố chi phối trong kết quả PSA (nhưng có lẽ các phân tích này chỉ phục vụ cho việc xây dựng kế hoạch ứng phó sự cố, không được cập nhật vào hồ sơ Đánh giá an toàn định kỳ của các năm sau này). Tuy nhiên vì cho rằng chỉ nghiên cứu PSA cho các sự kiện bên trong cho từng tổ máy đơn, các phân tích DSA này đã không cung cấp đủ các yếu tố cho việc chuẩn bị quản lý sự cố để ứng phó với sự cố tháng 3/2011. Như vậy, mặc dù NMDHN được xây dựng ở khu vực dễ bị sóng thần có mức độ lớn hơn mức độ được xem xét trong cơ sở thiết kế, phân tích DSA cho các BDBA đã không tính tới ngập lụt của địa điểm hoặc mất điện AC kéo dài. Vào khoảng thời gian đó, các hướng dẫn quản lý sự cố đã được lập để hỗ trợ việc quản lý sự cố cho

một số loại lò nước sôi (BWR). Do đó, tại NMDHN Fukushima Daiichi trong các quy trình quản lý sự cố nghiêm trọng có một số hướng dẫn chung. Các hướng dẫn này cũng không đủ để ứng phó với sự kiện tác động tới nhiều tổ máy tương tự như sự cố tháng 3/2011. Sự kiện này vượt đáng kể mà được giả định tham khảo đặc biệt cho cả các nguồn lực thêm cần thiết để ứng phó với sự kiện này và khả năng tác động của sự cố nghiêm trọng trên các tổ máy lân cận [7].

Mức độ DSA cho BDBA của NMDHN Fukushima Daiichi là không đầy đủ. DSA toàn diện cho BDBA cho phép xác định các điểm yếu của NMDHN và nhấn mạnh tới việc cần thiết phải bảo vệ các phòng chứa EDG, ắc-quy và thiết bị đóng cắt điện khẩn cấp khỏi bị ngập lụt. Nếu không đánh giá các BDBA như hiện tại, không thể xác định được mức độ của độ dự trữ an toàn và các hậu quả có thể của việc không đủ độ dự trữ trong các thay đổi ngoài cơ sở thiết kế và chiến lược quản lý BDBA. Các đánh giá ngoài cơ sở thiết kế cần bao gồm các BDBA (như các nguy hại ngập lụt từ bên trong và bên ngoài mà có thể dẫn tới mất tất cả các nguồn AC và DC trong trường hợp không có bảo vệ đầy đủ).

2.2. Bảo đảm chức năng làm mát vùng hoạt dưới điều kiện ngoài cơ sở thiết kế

Tiêu chuẩn an toàn SSR-2/1 của IAEA [1] nói rằng: "Phải thực hiện việc xem xét đầy đủ để kéo dài khả năng tải nhiệt từ vùng hoạt sau sự cố nghiêm trọng." Ngoài ra, Đoạn 4.81 Tiêu chuẩn an toàn NS-G-1.9 của IAEA nói rằng: "Cần bảo vệ các thiết bị cho làm mát vùng hoạt khẩn cấp đầy đủ khỏi hậu quả của các nguy hại bên trong và bên ngoài như động đất có khả năng gây ảnh hưởng tới các chức năng an toàn của các thiết bị này".

Việc làm mát vùng hoạt tại NMDHN Fukushima Daiichi đã không được duy trì trong các Tổ máy số 1-3, phần lớn là vì chúng không được bảo vệ đầy đủ từ hậu quả của các mối nguy hại từ bên ngoài và không có đủ biện pháp để bảo đảm làm mát vùng hoạt trong các điều kiện ngoài cơ sở thiết kế. Một số khó khăn gặp phải trong việc duy trì hoặc phục hồi khả năng làm mát được chỉ ra trong 3 ví dụ dưới đây.

Trường hợp thứ 1 liên quan tới các van trên IC trong Tổ máy số 1. Theo thiết kế, mỗi phân khu mạch bảo vệ hệ thống cô lập boong-ke lò (Containment Isolation System) sẽ đóng tất cả các van trong phân khu đó khi mất điện DC tới mạch bảo vệ này bởi vì việc cô lập boong-ke lò là yêu cầu của cơ sở thiết kế. Tuy nhiên, vì các nhân viên vận hành không nhận thấy rằng hệ thống này đã bị cô lập, do vậy hệ thống không thể được sử dụng để dàng cho hoạt động làm mát vùng hoạt mà không cần sự can thiệp của nhân viên vận hành. Trong sự cố tháng 3/2011, sẽ tốt hơn nếu duy trì việc vận hành IC. Việc mất chỉ thị trạng thái hoạt động của các hệ thống (do mất nguồn điện DC) và việc các nhân viên trong Trung tâm ứng phó khẩn cấp tin rằng hệ thống vẫn tiếp tục hoạt động, họ trì hoãn việc cố gắng khôi phục lại khả năng làm mát vùng hoạt bằng cách sử dụng IC và kết quả là vùng hoạt bị hư hỏng.

Trường hợp thứ 2 liên quan tới các van xả an toàn (SRV), các van này không hoạt động được ở vị trí đóng khi mất điện DC, áp suất không khí cao và không thể được mở ra dễ dàng. Tuy nhiên, việc mở sai các SRV gây bất lợi cho việc vận hành các hệ thống RCIC và HPCI, kết quả là mất nước làm mát trong vòng sơ cấp trước khi hệ thống bơm nước làm mát áp suất thấp (LPCI) hoạt động. Nếu việc giảm áp và bơm nước từ hệ thống áp suất thấp là chiến lược quản lý sự cố, khi đó cần phải cung cấp các quy trình quản lý sự cố, hướng dẫn thực hiện để đạt được việc này trong mọi điều kiện NMDHN. Do không có hướng dẫn này, góp phần làm việc giảm áp các thùng lò (Reactor Pressure Vessel - RPV) của Tổ máy số 2 và 3 bị chậm. Do vậy việc thiết lập đủ dòng nước bơm áp suất thấp vào vùng hoạt bị chậm và hậu quả trở nên trầm trọng thêm.

Trường hợp thứ 3 liên quan tới hệ thống thông gió boong-ke lò (Containment Ventilation System). Các van cô lập ống khói đã bị đóng và không dễ dàng mở khi mất điện DC và áp suất không khí bên trong cao. Các van ống khói phải hoạt động được kể cả khi mất điện và thiếu nguồn khí nén để kích hoạt các van ống khói của boong-ke lò (Primary Containment Vessel - PCV), cần phát triển quy trình và điện ắc-quy được cung cấp để hỗ trợ việc vận hành cục bộ các van này. Kết quả việc thông gió boong-ke lò chậm, việc giảm áp thùng lò chậm (vì áp suất thùng lò không thể thấp hơn so với áp suất boong-ke lò dưới các điều kiện này), từ đó dẫn tới việc bơm nước làm mát vào thùng lò từ các nguồn nước áp lực thấp bị chậm. Việc thiếu nước làm mát dẫn tới phơi trần vùng hoạt, nóng chảy vùng hoạt, bức xạ cao, sinh ra hydro và cuối cùng hư hỏng boong-ke lò. Như vậy, do nhân viên vận hành không thể vận hành thành công hệ thống thông gió boong-ke lò để giảm áp suất boong-ke lò dẫn tới cản trở các hoạt động làm mát vùng hoạt. Các biện pháp quản lý sự cố cần đặt ở nơi để giảm áp boong-ke lò sớm hơn (cùng với việc thay đổi thiết kế đĩa vỡ²) và cho phép nhân viên vận hành thực hiện chiến lược sử dụng nguồn nước áp suất thấp để hạn chế hoặc ngăn chặn hư hỏng vùng hoạt.

Từ các ví dụ trên có thể kết luận rằng các biện pháp cao hơn có thể đã được thực hiện để bảo đảm khả năng làm mát vùng hoạt trong các điều kiện ngoài cơ sở thiết kế.

3. Xem xét việc đánh giá toàn sắc xuất

3.1. Yêu cầu IAEA về Đánh giá an toàn xác suất

Phần này so sánh phạm vi và kết quả của PSA cho NMDHN Fukushima Daiichi với các yêu cầu trong các Tiêu chuẩn an toàn của IAEA. [2] quy định rằng: "Phải tính tới các sự kiện bên ngoài mà có thể phát sinh đối với cơ sở hoặc hoạt động trong đánh giá an toàn của cơ sở đó và phải xác định có hay không cung cấp đầy đủ mức độ bảo vệ chống lại hậu quả của các sự kiện bên ngoài này." [1] nhắc lại yêu cầu rằng: các mối nguy hại từ bên ngoài, đặc biệt là đặc điểm cụ thể của NMDHN, được đánh giá và giảm thiểu. Tiêu chuẩn an toàn SSG-3 và SSG-4 về PSA của IAEA cũng nêu bật sự cần thiết cho việc xác minh tính an toàn của NMDHN liên quan tới khả năng xảy ra các sự kiện khởi phát bên trong, các nguy hại bên trong và bên ngoài, cụ thể xem xét cần đưa ra đối với các trường hợp nguy hại bên ngoài có thể gây ra các nguy hại khác (như ngập lụt do động đất).

Trên thực tế việc thực hiện PSA tại các NMDHN của Nhật Bản có phạm vi rất hạn chế, vì quy định hiện hành lúc bấy giờ không đòi hỏi phải đánh giá chi tiết hơn để chứng minh tính an toàn của NMDHN. Hầu hết các mối nguy hại bên trong và bên ngoài không được tính tới trong PSA, mặc dù đã có hướng dẫn (năm 2006) của Cơ quan pháp quy hạt nhân Nhật Bản (NISA) cho các chủ sở hữu NMDHN về việc thực hiện PSA đối với động đất nhưng việc này đã chưa được hoàn tất đối với NMDHN Fukushima Daiichi. Như vậy phạm vi PSA của NMDHN Fukushima Daiichi chỉ mới xác định tần suất nóng chảy vùng hoạt (CDF) và tần suất hư hỏng boong-ke lò (CFF) cho các sự kiện bên trong. Nếu đánh giá rủi ro nóng chảy vùng hoạt một cách toàn diện hơn có thể đã xác định được điểm yếu của NMDHN khi xảy ra ngập lụt và khả năng cao xảy ra ngập lụt. Phạm vi đầy đủ của PSA mức 2 đáng ra đã chỉ ra xác suất thành công thấp của các biện pháp giảm thiểu sự cố nghiêm trọng mà được cho là do việc đào tạo và hướng dẫn được cung cấp trong SAM bị hạn chế và lỗ hổng của NMDHN từ các ảnh hưởng có cùng nguyên nhân.

Một sự kiện quan trọng liên quan tới ngập lụt tại Tổ máy 1 NMDHN Fukushima Daiichi đã xảy ra vào năm 1991 [8], khi nước biển bị rò rỉ từ một đường ống bên trong tòa nhà tuốc-bin,

² Đĩa vỡ là thiết bị được sử dụng để giảm áp suất, bảo vệ quá áp trong boong-ke lò, không có khả năng đóng lại sau khi đã vỡ.

làm ngập phòng chứa EDG. Cả phòng chứa EDG và đường ống nước biển được đặt tại tầng hầm của tòa nhà tuốc-bin. Đường ống bị ăn mòn bị rò rỉ nước với tốc độ 20 m³/h, trong đó nước xâm nhập vào phòng chứa hệ thống điện khẩn cấp (EPS) thông qua cửa ra vào và các đường cáp xuyên tường.

Như được báo trước, tần suất ngập lụt của các phòng chứa EDG, ắc-quy và thiết bị đóng cắt điện AC và DC (tất cả đều nằm tại tầng thấp của tòa nhà tuốc-bin) đáng lẽ không thấp hơn 10-3/lò.năm và các khó khăn sẽ phải đối mặt trong việc giảm khả năng mất toàn bộ tất cả nguồn điện AC và DC được cho rằng có thể gây nóng chảy vùng hoạt. Như vậy, PSA cho ngập lụt bên trong đáng ra đã nêu bật rủi ro này, cho thấy sự cần thiết phải cải thiện an toàn như việc bảo vệ các phòng chứa EDG, ắc-quy và thiết bị đóng cắt điện khỏi bị ngập lụt hoặc di chuyển chúng tới vị trí cao hơn.

Trong phạm vi phân tích PSA của NMDHN Fukushima Daiichi đã không tính tới sóng thần, mặc dù PSA cho sự kiện này đã cho thấy đóng góp đáng kể tới rủi ro tổng thể. Đánh giá kỹ thuật (năm 2001) về sóng thần Jogan³ xảy ra vào năm 869 kết luận rằng khoảng thời gian tái diễn trận sóng thần quy mô lớn là 800-1100 năm và đã hơn 1100 năm trôi qua kể từ khi sóng thần Jogan xảy ra, vì vậy khả năng xảy ra sóng thần lớn đi vào đồng bằng Sendai là rất cao. Các phát hiện trong đánh giá kỹ thuật này chỉ ra rằng sóng thần tương tự như Jogan sẽ nhấn chìm đồng bằng ven biển vào trong đất liền khoảng 2,5-3 km. TEPCO đã nhận thức được về tầm quan trọng của việc đánh giá sự tồn tại của sóng thần dọc bờ biển Nhật Bản ngoài khơi tỉnh Fukushima năm 2008 [7]. Theo báo cáo của Viện Điều hành điện hạt nhân (INPO), TEPCO đưa ra trong năm 2006 xác suất của sóng thần cao hơn 6 m trải qua bờ biển Fukushima tới dưới $1,0 \times 10^{-2}$ trong 50 năm tiếp theo và đã rút ra kết luận tương tự như trên về khả năng xảy ra sóng thần vượt cơ sở thiết kế tương đối cao.



Hình 3. Các khu vực bị ngập lụt tại NMDHN Fukushima Daiichi

Với vị trí của phòng chứa ắc-quy, phòng chứa thiết bị đóng cắt điện và (một số) EDG ở các vị trí thấp trong tòa nhà tuốc-bin, đã biết rằng ngập lụt có thể dẫn tới mất tất cả các nguồn điện AC và DC, có thể gây nóng chảy vùng hoạt [6]. Do đó, PSA đối với sóng thần lẽ ra đã chỉ ra CDF lớn vượt giá trị được báo cáo cho các sự kiện bên trong và vượt giá trị mục tiêu của IAEA cho các NMDHN đang hoạt động là $1,0 \times 10^{-4}$ /lò.năm và đáng ra lớn hơn đáng kể so với kết quả CDF cho Tổ máy số 1 là $3,9 \times 10^{-8}$ /năm. Việc định lượng rủi ro từ các nguy hại bên ngoài không bị ngăn cản bởi các bất định lớn liên quan tới nguy hại bên ngoài này vì việc báo

³ Động đất kèm theo sóng thần Jogan xung quanh đồng bằng Sendai phía bắc của đảo Honshu có cường độ ước tính khoảng 8,4 - 9 Richter tương tự như trận động đất và sóng thần Tohoku năm 2011 gây ra sự cố tại NMDHN Fukushima Daiichi

cáo các bất định và thực hiện phân tích độ nhạy là một phần của quá trình phân tích PSA thông thường. TEPCO đã sử dụng các bất định lớn này, kết hợp với việc không yêu cầu PSA chính thức cho sóng thần là lý do để không đánh giá và giảm thiểu rủi ro này [6].

PSA mức 2 toàn diện tính tới xác suất lỗi của con người cao hơn so với xác suất lỗi của con người trong PSA mức 1 vì hướng dẫn, đào tạo và kiến thức của nhân viên nhà máy về SAM bị giảm. Ngoài ra, các hành động trong phạm vi của PSA mức 2 thường được thực hiện trong môi trường khắc nghiệt dẫn tới xác suất thành công thấp hơn. PSA mức 2 toàn diện cho NMDHN Fukushima Daiichi đáng ra đã chỉ ra các khó khăn trong làm ngập lại vùng hoạt đã bị nóng chảy sử dụng các thiết bị di động và sự cần thiết đối với các thay đổi thiết kế như các cải tiến trong khả năng giảm áp cả thùng lò và boong-ke lò. Cần cải tiến trong hướng dẫn, chỉ thị trạng thái NMDHN và đào tạo nhân viên.

PSA mức 2 trong phạm vi hạn chế của NMDHN Fukushima Daiichi có sử dụng hệ thống thông gió boong-ke lò có độ tin cậy cao (hardened containment vent system) thông qua việc áp dụng cách tiếp cận cây lỗi để mô hình các sai hỏng của thiết bị. Xác suất lỗi của con người đối với hành động thủ công cung cấp xác suất sai hỏng là $1,9 \times 10^{-3}$ cho Tổ máy số 6 của NMDHN Fukushima Daiichi. Nếu thực hiện việc đánh giá cẩn thận hơn các khó khăn trong SAM đáng lẽ đã gợi ý các cải tiến cần phải thực hiện.

Tóm lại, thiết kế NMDHN Fukushima Daiichi có một số điểm yếu, đáng lẽ đã được phát hiện thông qua việc thực hiện PSA toàn diện hơn. Việc khắc phục các điểm yếu này có thể đã ngăn chặn nóng chảy vùng hoạt. Ví dụ như việc thiếu sự bảo vệ các phòng chứa EDG, ắc-quy và phòng chứa thiết bị đóng cắt điện từ ngập lụt lẽ ra đã được xác định khi thực hiện PSA cho nguy hại bên trong, việc thiếu sự bảo vệ chống lại sóng thần vượt quá cơ sở thiết kế và khả năng thành công thấp của các biện pháp giảm thiểu sự cố nghiêm trọng do hạn chế trong đào tạo, hướng dẫn và kiến thức của nhân viên nhà máy. Do đó, tần suất nóng chảy vùng hoạt được tính toán cho các lò phản ứng Fukushima bị đánh giá quá thấp do các yêu cầu PSA của Nhật Bản.

Ủy ban An toàn hạt nhân Nhật Bản (NSC) đã công bố báo cáo với tiêu đề Quản lý sự cố nghiêm trọng tại các cơ sở lò phản ứng nước nhẹ (Accident Management for Severe Accidents at Light Water Power Reactor Installations) tháng 5/1992. Phiên bản sửa đổi của báo cáo này ban hành tháng 10/1997 hướng dẫn cách tiếp cận PSA cho các sự kiện bên trong cho trạng thái vận hành NMDHN. Tuy nhiên, PSA cho nguy hại bên trong (như hỏa hoạn, ngập lụt) hoặc các nguy hại bên ngoài (như động đất và sóng thần) là không yêu cầu bắt buộc và do đó các rủi ro này đã không được đánh giá. Trong báo cáo, NSC khuyến cáo rằng NISA và các cơ sở hạt nhân cần xem xét các biện pháp quản lý sự cố mặc dù trong quyết định cơ quan này đã nói rằng:

“Sự an toàn của các cơ sở lò phản ứng ở Nhật Bản đã được bảo đảm đầy đủ bởi các quy định hiện hành và rủi ro từ các cơ sở lò phản ứng đã được xem xét là đủ thấp. Việc phát triển các biện pháp quản lý sự cố là quan trọng trong việc giảm rủi ro mà đã đủ thấp rồi”.

Một trong các lý do tại sao trong hồ sơ Đánh giá an toàn định kỳ, phạm vi PSA của các tổ máy Fukushima Daiichi trước khi xảy ra sự cố tháng 3/2011 bị hạn chế vì TEPCO đã không xem xét với các sự kiện bên trong, nguy hại bên trong, nguy hại bên ngoài, sự cố SFP và các sự kiện ảnh hưởng tới nhiều tổ máy.

Sau trận động đất Niigata-Chuetsu-Oki gây hư hỏng NMDHN Kashiwazaki-Kariwa năm 2007, tiêu chuẩn PSA cho các sự kiện động đất đã được thiết lập và việc phân tích PSA cho địa chấn đối với các NMDHN cụ thể đã đang được thực hiện bởi TEPCO. Kinh nghiệm vận hành từ thiệt hại bởi trận động đất nghiêm trọng tới NMDHN Kashiwazaki-Kariwa đã dẫn tới việc thay đổi thiết kế cho các tổ máy Fukushima Daiichi, với mặt bích (flange) đang được lắp đặt sử dụng

cho kết nối với các thiết bị di động khi cần. PSA cho động đất phải chỉ ra rõ ràng các mối quan tâm về an toàn, bởi vì có rất nhiều đường ống trong tòa nhà tuốc-bin (bao gồm cả đường ống vận chuyển nước biển qua tầng hầm tòa nhà tuốc-bin) không thuộc phân lớp an toàn cao. Do đó, lẽ ra đánh giá PSA phải tính tới khả năng hỏng các đường ống này dưới tác động nghiêm trọng từ động đất, sai hỏng này có thể gây ra ngập lụt trong các phòng EDG và phòng chứa các thiết bị đóng cắt điện, dẫn tới sự hư hỏng cấp điện AC và DC.

3.2. Kết quả PSA của NMDHN Fukushima Daiichi

Các Đánh giá an toàn định kỳ (được thực hiện sau mỗi mười năm) cho mỗi tổ máy đã có kết quả PSA cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất và dừng lò (internal at power and shutdown events). Đối với Tổ máy số 1, Đánh giá an toàn định kỳ lần 3 (thực hiện năm 2010) đã báo cáo CDF là $3,9 \times 10^{-8}$ /năm và tần suất hư hỏng boong-ke lò (CFF) là $1,3 \times 10^{-8}$ /năm. CDF cho SBO là $2,5 \times 10^{-9}$ /năm (đối với các sự kiện bên trong tại chế độ công suất – at power internal events), đóng góp trên 6% trong tổng rủi ro và là phần nhỏ của toàn bộ rủi ro được tính toán. CFF cho SBO là $1,5 \times 10^{-9}$ /năm, đóng góp khoảng 12% trong tổng rủi ro. Nếu so sánh với các lò BWR có thiết kế tương tự trên thế giới, CDF của Tổ máy số 1 thấp hơn ít nhất 2 bậc về độ lớn ví dụ như CDF cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất và dừng lò của Tổ máy số 1 của NMDHN Olkiluoto (cùng công nghệ BWR, công suất 880 Mwe, vận hành thương mại vào năm 1979) là khoảng $8,6 \times 10^{-6}$ /năm. Các kết quả xác suất rất thấp này cho thấy các hạn chế của mô hình PSA và các giả thiết được sử dụng cho các sự kiện bên trong. Ngoài ra, nếu đã tính tới các nguy hại bên trong như hỏa hoạn và ngập lụt, các nguy hại bên ngoài như động đất và sóng thần, tần suất nóng chảy vùng hoạt từ mất điện AC kéo dài lẽ ra đã lớn hơn, có thể là vài bậc về độ lớn. Giá trị CDF, CFF đối với các sự kiện bên trong tại chế độ công suất và đóng góp của SBO của các tổ máy khác cũng đã được trình bày rất thấp như dưới đây:

- Tổ máy số 2 (từ Đánh giá an toàn định kỳ lần 2 năm 2001): CDF cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất là $9,9 \times 10^{-8}$ /năm (SBO đóng góp 44%, với tần suất là $4,3 \times 10^{-8}$ /năm); CFF cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất là $1,1 \times 10^{-8}$ /năm (SBO đóng góp 38%, với tần suất $4,2 \times 10^{-9}$ /năm).

- Tổ máy số 3 (từ Đánh giá an toàn định kỳ lần 2 năm 2006): CDF cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất là $1,3 \times 10^{-7}$ /năm (SBO đóng góp 16%, với tần suất $2,1 \times 10^{-8}$ /năm); CFF cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất là $1,1 \times 10^{-8}$ /năm (SBO đóng góp 11%, với tần suất $1,2 \times 10^{-9}$ /năm) ;

- Tổ máy số 4 (từ Đánh giá an toàn định kỳ lần 2 năm 2008): CDF cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất là $1,6 \times 10^{-7}$ /năm (SBO đóng góp 25%, với tần suất $4,0 \times 10^{-8}$ /năm); CFF cho các sự kiện bên trong tại chế độ công suất là $3,2 \times 10^{-8}$ /năm (SBO đóng góp 20%, với tần suất $6,4 \times 10^{-9}$ /năm).

Lý do tại sao rủi ro SBO được báo cáo thấp và do đó không phải là đóng góp chính trong tổng rủi ro là ước tính khả năng khôi phục nguồn cấp điện AC bên ngoài cao (ước tính khoảng 95% khả năng phục hồi trong vòng 30 phút đầu tiên) và khả năng cấp điện bởi việc kết nối ngang từ tổ máy lân cận. Do đó, không xem xét các sự cố ảnh hưởng tới nhiều tổ máy và sự mất điện lưới kéo dài từ các nguy hại bên ngoài.

Sự kiện bên ngoài cực đoan có thể dẫn tới sai hỏng cùng nguyên nhân, chẳng hạn như SBO hoặc mất môi trường tản nhiệt cuối cùng (LUHS) nếu các biện pháp thích hợp không được thực hiện. Đặc biệt, ngập lụt có thể gây ra sai hỏng cùng chế độ lớn của tất cả các bộ phận mà các bộ phận này không có khả năng chịu nước bất kể tính dự phòng, tính đa dạng, phân loại của

chúng theo nguyên lý bảo vệ theo chiều sâu. Như vậy, nếu xét tới các nguy hại từ bên ngoài, SBO lẽ ra đã được nêu bật vì có đóng góp đáng kể trong rủi ro tổng thể.

Hiệu quả của các biện pháp quản lý sự cố theo phân tích PSA trong phạm vi hạn chế cũng là yếu tố góp phần vào sự tin tưởng về mức độ an toàn cao của NMDHN Fukushima Daiichi. Sự tin tưởng này xuất phát từ phạm vi hạn chế của PSA vì không tính tới các tác động quan trọng từ nguy hại bên trong và bên ngoài.

Thông gió của boong-ke lò sơ cấp (PCV) đã được xem xét trong cả PSA mức 1 và mức 2 cho các tổ máy tại NMDHN Fukushima Daiichi. Đối với chuỗi sự cố mà việc tải nhiệt từ PCV đã thất bại, có khả năng áp suất của boong-ke lò sẽ vượt quá giá trị thiết kế trước khi nóng chảy vùng hoạt xảy ra. Trong trường hợp này cần có quy trình cho việc sử dụng hệ thống thông gió độ tin cậy cao (hardened venting system) để giảm áp suất trong boong-ke lò. Thông gió boong-ke lò (PCV) ở PSA mức 2 được giả định xảy ra tại áp suất gấp hai lần áp suất thiết kế tại 8,53 kPa (gauge) cho Tổ máy số 1 và 7,69 kPa (gauge) cho Tổ máy số 2-4. Đã không có quy trình để có thể thực hiện việc thông gió khi tắt cả nguồn điện, khí nén, ánh sáng, tín hiệu chỉ thị bị mất và khi cần thực hiện các hành động trong môi trường làm việc khắc nghiệt. Các yếu tố ảnh hưởng tới khả năng làm việc đã không được xem xét đầy đủ khi xác định xác suất lỗi của con người quá thấp là $1,9 \times 10^{-3}$ cho việc thông gió boong-ke lò PCV. Việc sử dụng các thiết bị di động cho việc bơm nước như xe cứu hỏa cũng không được xem xét trong PSA.

4. Kết luận và bài học sau sự cố tại NMDHN Fukushima Daiichi

Báo cáo này đã xem xét DSA và PSA của NMDHN Fukushima Daiichi. Qua nghiên cứu này có thể thấy một số thiếu sót nghiêm trọng của NMDHN Fukushima Daiichi mà nếu được xem xét và điều tra cẩn thận sự cố này đã không trở nên nghiêm trọng như vậy.

Theo một số khía cạnh, sự cố tại NMDHN Fukushima Daiichi đã vượt ngoài cơ sở thiết kế của các tổ máy. Sự cố nghiêm trọng này liên quan tới nhiều tổ máy và trong thời gian xảy ra sự cố các nhân viên vận hành có ít thông tin về những gì đang xảy ra, khiến nhân viên vận hành không thể kiểm soát tình hình. Cả Hồ sơ xin cấp phép xây dựng và các Đánh giá an toàn định kỳ của các tổ máy đều không có các phân tích DSA cho BDBA, điều này là không phù hợp với các Tiêu chuẩn an toàn của IAEA. Vì vậy trong quá trình xây dựng các VBQPPL phục vụ chương trình ĐHN, lò phản ứng hạt nhân nghiên cứu mới, cần phải tham khảo các Tiêu chuẩn an toàn mới của IAEA và nghiên cứu đầy đủ các bài học từ sự cố tại NMDHN Fukushima Daiichi.

Một trong các lý do tại sao BDBA liên quan tới SBO đã không được phân tích chi tiết và có thêm các biện pháp giảm thiểu là do giả thiết khả năng phục hồi lưới điện thành công cao trong khoảng thời gian ngắn và tin rằng có sẵn các tính năng thiết kế để giảm thiểu SBO như kết nối điện chéo giữa các tổ máy. Do đó trong đánh giá an toàn của các tổ máy không xem xét mất nguồn điện AC kéo dài. Cũng không thực hiện DSA với các BDBA khác tương tự với sự cố tháng 3/2011 như mất toàn bộ LUHS, mất nguồn điện DC và mất nước làm mát SFP. Trong hồ sơ của NMDHN Fukushima Daiichi chỉ có đánh giá về các DBA. Vì vậy cần phải thực hiện cả phân tích DSA và PSA trong phạm vi toàn diện cho các sự cố ngoài cơ sở thiết kế, có tính tới các sự kiện bên trong và bên ngoài (như ngập lụt và hỏa hoạn bên trong) và các nguy hại từ bên ngoài (như động đất và ngập lụt do sóng thần). Cần phải kết hợp sử dụng DSA và PSA để đánh giá các yếu tố như hiệu ứng thăng giáng đột ngột, đánh giá thực tế khả năng vận hành của thiết bị và năng lực của nhân viên nhà máy.

TEPCO bắt đầu chuẩn bị Đánh giá rủi ro xác suất (PRA) trong những năm đầu thập niên 1990, một số phân tích DSA hạn chế về BDBA được thực hiện cho các chuỗi sự cố có đóng góp chính tới kết quả PSA. Tuy nhiên, vì chỉ tính tới sự kiện bên trong cho riêng từng tổ máy, phân

tích DSA đã không trợ giúp trong việc quản lý sự cố bởi các sự kiện tác động đồng thời tới nhiều tổ máy. Phân tích BDBA đã không bao gồm ngập lụt và mất điện AC lâu dài. DSA cho BDBA là không đầy đủ. Nếu thực hiện phân tích toàn diện về BDBA đã cho phép phát hiện các lỗ hổng và sự cần thiết phải bảo vệ các phòng chứa EDG, phòng chứa ắc-quy và phòng chứa các thiết bị đóng cắt điện từ ngập lụt.

Việc thực hiện PSA trong phạm vi hạn chế là thực tế chung đối với các NMDHN của Nhật Bản bởi vì quy định hiện hành không đòi hỏi phải đánh giá chi tiết hơn để chứng minh an toàn NMDHN. Hầu hết các mối nguy hại bên trong (như hỏa hoạn và ngập lụt) và các mối nguy hại từ bên ngoài (cả từ tự nhiên và do con người) đã không được tính tới trong phân tích PSA, mặc dù vào năm 2006 NISA đã yêu cầu các chủ sở hữu NMDHN thực hiện phân tích PSA cho động đất. Việc phân tích PSA cho NMDHN Fukushima Daiichi chưa được toàn diện, mới chỉ xác định được CDF và CFF đối với các sự kiện bên trong (internal event). Nếu thực hiện việc đánh giá toàn diện hơn đã có thể cho thấy NMDHN này dễ bị ngập lụt và khả năng bị ngập lụt cao. Nếu thực hiện PSA mức 2 trong phạm vi đầy đủ đáng lẽ đã chỉ ra xác suất thành công của các biện pháp can thiệp để ứng phó sự cố nghiêm trọng là rất thấp do việc đào tạo và hướng dẫn quản lý sự cố bị hạn chế và chỉ ra việc NMDHN dễ bị tổn hại bởi các sự kiện có cùng nguyên nhân.

CDF được tính cho các tổ máy của NMDHN Daiichi Fukushima so với mức trung bình trên thế giới cho lò BWR có thiết kế tương tự chỉ ra rằng các giá trị tính toán bởi TEPCO ít nhất thấp hơn hai bậc về độ lớn so với các NMDHN khác, trong khi đó NMDHN này thuộc thế hệ thứ II đã xây dựng từ khá lâu. Lẽ ra phải điều tra sự khác biệt này để xác định được các yếu kém trong mô hình PSA, quy trình và huấn luyện đang được sử dụng. Tuy nhiên, việc điều tra này đã không được thực hiện. Do vậy, trong quá trình thẩm định cần phải xem xét thận trọng và có thái độ nghi ngờ với các giá trị số cực kỳ thấp từ kết quả phân tích, đặc biệt với PSA và cần sử dụng thận trọng kết quả PSA thu được khi đưa ra quyết định về an toàn tổng thể nhà máy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Safety of NPPs: Design, SS-R-2/1, IAEA, 2016
- [2] Safety Assessment For Facilities And Activities, GSR Part 4, IAEA, 2009
- [3] Format and Content of the Safety Analysis Report for NPPs, GS-G-4.1, IAEA, 2004
- [4] Integrated Regulatory Review Service (IRRS) to Japan, IAEA-NSNI-IRRS-2007/01, IAEA, 2007
- [5] Technical Volume 2. Safety Assessment - The Fukushima Daiichi Accident, IAEA, 2015
- [6] Fukushima Nuclear Accident Analysis Report, TEPCO, 2012
- [7] Fukushima Nuclear Accident Summary and Nuclear Safety Reform Plan, TEPCO, 2013
- [8] KONDO, N., “Important lessons learned from the severe accident at Fukushima Daiichi”, paper presented at Conf. on Probabilistic Safety Assessment and Management, Honolulu, 2014

GIỚI THIỆU MỘT SỐ TÀI LIỆU MỚI BAN HÀNH CỦA IAEA VỀ AN TOÀN BỨC XẠ VÀ HẠT NHÂN

Nguyễn Thị Lan Anh
Trung tâm Thông tin và Đào tạo

Các quy định về vận chuyển an toàn vật liệu phóng xạ (Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Specific Safety Requirement, No.SSG-6)

Vận chuyển vật liệu phóng xạ là một hoạt động thiết yếu trên toàn thế giới. An toàn và an ninh trong quá trình vận chuyển đều là những vấn đề quan trọng của quốc gia và quốc tế. Ấn phẩm này là bản mới nhất của các Yêu cầu về an toàn của IAEA (IAEA Safety Requirements) đối với việc vận chuyển an toàn vật liệu phóng xạ. Được bổ sung bởi 6 Hướng dẫn An toàn của IAEA (IAEA Safety Guides) giúp giải thích và hướng dẫn cho các yêu cầu SSG-6 để thực hiện được một cách hài hòa. Các quy định của SSG-6 áp dụng cho việc vận chuyển vật liệu phóng xạ đối với tất cả các phương thức trên mặt đất, nước hoặc trên không. Việc vận chuyển bao gồm tất cả các hoạt động và điều kiện liên quan đến, và tham gia vào, sự di chuyển của vật liệu phóng xạ; bao gồm cả thiết kế, chế tạo, bảo trì và sửa chữa kiện hàng, và chuẩn bị, ký gửi, bốc xếp, vận chuyển bao gồm cả lưu kho trung chuyển, dỡ hàng và nhận hàng tại điểm đến cuối cùng của vật liệu và kiện hàng phóng xạ. Các yêu cầu này tích hợp với các quy định trên toàn thế giới, do đó SSG-6 và các tài liệu hướng dẫn liên quan là một nguồn thông tin hướng dẫn cần thiết cho các chính phủ, nhà quản lý và tất cả các cá nhân tham gia vào các hoạt động vận chuyển vật liệu phóng xạ nói trên.

Hướng dẫn an toàn về việc chấm dứt tình trạng khẩn cấp bức xạ hoặc hạt nhân (Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency, General Safety Guide, No. GSG-11)

Ấn phẩm này cung cấp hướng dẫn và các khuyến cáo về các sắp xếp được thực hiện ở giai đoạn chuẩn bị, như là một phần trong tổng thể chung về chuẩn bị khẩn cấp, để chấm dứt một trường hợp khẩn cấp bức xạ hoặc hạt nhân và chuyển tiếp tiếp theo từ tình trạng phơi nhiễm khẩn cấp sang tình trạng phơi nhiễm dự kiến hoặc tình trạng phơi nhiễm hiện tại. Tài liệu xây dựng các điều kiện tiên quyết cần được hoàn thành để các cơ quan có trách nhiệm có thể tuyên bố tình trạng khẩn cấp bức xạ hoặc hạt nhân kết thúc và đưa ra hướng dẫn chi tiết về áp dụng và nâng cao các hành động bảo vệ. Ấn phẩm này, được tài trợ bởi 10 tổ chức quốc tế (FAO, IAEA, ICAO, ILO, IMO, INTERPOL, OECD / NEA, UN OCHA, WHO và WMO) nhằm hỗ trợ các nước thành viên trong việc áp dụng các Tiêu chuẩn an toàn của IAEA GSR Phần 3 và GSR Phần 7.

Lãnh đạo, hiệu suất công việc và truyền thông nội bộ trong trường hợp khẩn cấp hạt nhân (Leadership, Human Performance and Internal Communication in Nuclear Emergencies, IAEA Nuclear Energy Series, No. NG-T-1.5)

Tập trung vào những thách thức và giải pháp có thể có trong các lĩnh vực lãnh đạo, hiệu quả công việc và truyền thông nội bộ trong một trường hợp khẩn cấp hạt nhân nghiêm trọng, tài liệu trình bày tổng quan chung về một số khái niệm chính, đặc biệt là cách các yếu tố này liên quan đến khả năng quản lý thành công một sự kiện khẩn cấp của một tổ chức. Đối tượng mục tiêu của ấn phẩm này là lãnh đạo và quản lý cấp cao chỉ đạo công tác ứng phó khẩn cấp trong tổ chức vận hành, chính phủ, chính quyền địa phương và cơ quan quản lý. Ngoài ra, những người có ảnh hưởng đến việc lãnh đạo và phát triển và đào tạo nhân sự được áp dụng trong tổ chức và những người tham gia vào chuẩn bị và ứng phó khẩn cấp cũng là đối tượng của ấn phẩm này.

Phương pháp luận xây dựng một Chiến lược quốc gia về giáo dục và đào tạo về bức xạ, an toàn vận chuyển và chất thải (A Methodology for Establishing a National Strategy for Education and Training in Radiation, Transport and Waste Safety, Safety Reports Series No. 93)

Ấn phẩm này cung cấp cho các nước thành viên một phương pháp luận chi tiết để xây dựng một chiến lược quốc gia về giáo dục và đào tạo về bức xạ, an toàn vận chuyển và chất thải, nhằm xây dựng năng lực một cách bền vững và kịp thời. Hướng dẫn được cung cấp dựa trên đánh giá nhu cầu giáo dục và đào tạo, xem xét đến khung pháp lý và quy định quốc gia về giáo dục và đào tạo cũng như các cơ sở và hoạt động hiện tại và tương lai; thiết kế chương trình giáo dục và đào tạo quốc gia dựa trên nhu cầu; và tối ưu hóa các nguồn lực quốc gia để bổ sung hỗ trợ từ bên ngoài. Một ví dụ thực tế về áp dụng phương pháp này được tạo ra cho một quốc gia giả định, phác thảo trình tự thời gian của các hành động cần thực hiện, khung thời gian, bao gồm cả vai trò và đóng góp từ các bên liên quan khác nhau. Phương pháp này đã được thử nghiệm trong 20 hội thảo khu vực với sự tham dự của khoảng 300 người tham gia từ hơn 80 nước thành viên.

Thiết lập cơ sở hạ tầng an toàn bức xạ (Establishing the Infrastructure for Radiation Safety, IAEA Safety Standards Series No. SSG-44)

Mục tiêu của Hướng dẫn An toàn này là cung cấp hướng dẫn về việc thiết lập cơ sở hạ tầng an toàn bức xạ quốc gia đáp ứng các tiêu chuẩn an toàn của IAEA. Ấn phẩm cung cấp các khuyến cáo, dưới hình thức các hành động, đáp ứng các yêu cầu an toàn có liên quan một cách hiệu quả và tích hợp trong khi vẫn xét đến đầy đủ các hoàn cảnh quốc gia cụ thể. Hướng dẫn An toàn này không làm giảm việc áp dụng hoặc cung cấp bản tóm tắt hoặc thay thế cho, các Nguyên tắc An toàn và Yêu cầu An toàn của IAEA hoặc Hướng dẫn An toàn liên quan khác. Ấn phẩm đưa ra một cách tiếp cận toàn diện để thiết lập cơ sở hạ tầng an toàn bức xạ quốc gia và tư vấn cho việc áp dụng các tiêu chuẩn an toàn IAEA cho cả, quốc gia về cơ bản không có yếu tố nào của cơ sở hạ tầng an toàn bức xạ và những nước đã có một số yếu tố.

Bảo vệ bức xạ của dân chúng và môi trường (Radiation Protection of the Public and the Environment, IAEA Safety Standards Series No. GSG-8)

Hướng dẫn an toàn này cung cấp hướng dẫn về việc thực hiện các yêu cầu trong Tiêu chuẩn an toàn cơ bản quốc tế, Tiêu chuẩn an toàn IAEA, GSR Phần 3 (International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3), liên quan đến bảo vệ dân chúng và môi trường khỏi các nguy cơ bức xạ. Ấn phẩm cung cấp hướng dẫn chung về việc áp dụng các nguyên tắc bảo vệ bức xạ: xác minh, tối ưu hóa bảo vệ và an toàn, và giới hạn liều. Ấn phẩm bao

gồm việc bảo vệ dân chúng và môi trường trong tất cả các tình huống phơi nhiễm - theo kế hoạch, khẩn cấp và hiện tại.

Truyền thông và Tham vấn với các bên liên quan của Cơ quan pháp quy (Communication and Consultation with Interested Parties by the Regulatory Body, IAEA Safety Standards Series No. GSG-6)

Hướng dẫn an toàn này cung cấp các khuyến cáo nhằm đáp ứng các yêu cầu an toàn liên quan đến truyền thông và tham vấn dân chúng và các bên liên quan khác bởi cơ quan pháp quy về các nguy cơ bức xạ có thể có liên quan đến các cơ sở và hoạt động, và về các quy trình và quyết định của cơ quan pháp quy. Hướng dẫn an toàn này có thể được sử dụng bởi các cơ sở được cấp phép trong các trường hợp có các quy định về truyền thông và tham vấn đối với những cơ sở này. Ấn phẩm cũng có thể được sử dụng bởi các tổ chức hoặc cá nhân khác khi xem xét trách nhiệm đối với truyền thông và tham vấn với các bên quan tâm./.