Nghiên cứu phát triển thiết bị và khai thác dòng nơtron nhiệt trên kênh ngang số 1 lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt

Nhằm phát triển chùm hạt nơtron nhiệt tại kênh ngang số 1, một thiết bị phổ kế đo trùng phùng gamma-gamma kỹ thuật số và một thiết bị phổ kế đo tán xạ nơtron phục vụ các hoạt động nghiên cứu thực nghiệm và đào tạo nhân lực tại Viện NCHN; đưa được kênh ngang số 1 của Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt vào sử dụng phục vụ nghiên cứu vật lý hạt nhân và đào tạo; chế tạo được 1 hệ đo tán xạ nơtron sử dụng hệ 5 đầu dò He-3; hoàn thiện phương pháp điện tử số và chế tạo mới 1 hệ phổ kế gamma đo đa kênh và trùng phùng kỹ thuật số sử dụng 2 đầu dò bán dẫn HPGe; bổ sung số liệu hạt nhân và cấu trúc mức năng lượng của một số hạt nhân nặng không bền,



TS. Phạm Ngọc Sơn và các cộng sự tại Viện Nghiên cứu Hạt Nhân đã thực hiện đề tài: "*Nghiên cứu phát triển thiết bị và khai thác dòng nơtron nhiệt trên kênh ngang số 1 lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt*".

Đề tài đã thực hiện đầy đủ cả về số lượng và chất lượng các nội dung đã đăng ký trong Hợp đồng và Thuyết minh. Các sản phẩm do tập thể đề tài thiết kế và chế tạo có chất lượng tốt, đã có những sáng tạo và cải tiến nhất định. Tập thể đề tài đã có bước tiến vững vàng, chủ động một cách độc lập trong lĩnh vực nghiên cứu mô phỏng, thiết kế, và gia công chế tạo các hệ dẫn dòng nơtron nhiệt và đơn năng có chất lượng cao bằng kỹ thuật phin lọc nơtron để lắp đặt tại các kênh ngang của Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt và có thể áp dụng vào trường hợp của lò phản ứng nghiên cứu mới.

Kết quả đạt được tại kênh ngang số 1 của DNRR là chùm hạt nơtron nhiệt với một số cấu hình độ dài phin lọc Bismuth khác nhau từ 3cm đến 9cm và phin lọc Sapphire có độ dài 15 cm cho phép người sử dụng nhận được thông lượng nơtron từ 1×106 n/cm^2/s đến 1×107 n/cm^2/s (hiện tại với 6cm Bi và 15cm 23 Sapphire có thông lượng là 6,68×10^6 n/cm^2 /s).

Tỉ số RCd đạt giá trị cao nhất là 260 với cấu hình phin lọc 9cm Bi và 15cm Sapphire. Đường kính chùm hạt là 3cm với độ đồng đều tốt về mật độ nơtron theo chiều bán kính. Việc thiết kế và gia công chế tạo các hệ chuẩn trực, che chắn bảo đảm an toàn bức xạ và giảm phông cả về neutron và gamma cũng đã thực hiện tốt. Kết quả đạt được với suất liều trung bình tại khu vực xung quanh kênh ngang số 1 là < 5 μSv/h và không tăng đáng kể so với trước khi lắp đặt hệ dẫn dòng nơtron, chuẩn trực và che chắn bức xạ.

Nội dung nghiên cứu chế tạo hệ tán xạ nơtron đã được thực hiện hoàn thành với kết quả đạt được là một hệ đo tán xạ nơtron với 5 đầu dò nơtron loại He-3 kết nối với các khối điện tử hiện đại và một hệ cơ khí điều khiển đo theo góc tán xạ nơtron với độ phân giải góc là 1,8o và góc khối dΩ = 0,67^o, khoảng các từ mẫu đến đầu dò là 1,2m.

Với hệ phổ kế tán xạ nơtron này, là cơ sở thiết bị có vai trò quan trọng cho việc bước đầu mở rộng thêm hướng nghiên cứu mới về tán xạ nơtron và hướng đến những nghiên cứu ứng dụng phương pháp tán xạ, nhiễu xạ nơtron trong nghiên cứu phân tích vật liệu. Hệ phổ kế trùng phùng gamma-gamma kỹ thuật số với 4 kênh tín hiệu Input, 16K kênh ADC đã được thiết lập thuật toán tối ưu và cấu hình thành công trên bảng mạch FPGA; kết hợp với bộ ADC nhanh và 2 đầu dò

bán dẫn HPGe (model: GMX25P4-70-A-PL, Ortec) đã tạo thành một hệ phổ kế hoàn chỉnh hoạt động hoàn toàn theo thời gian thực; độ phân giải năng lượng toàn hệ là 2,7 keV tại đỉnh năng lượng 1332 keV của Co-60; độ phân giải thời gian đo được với nguồn chuẩn Co-60 là 7 ns.

Với hệ phổ kế này, người sử dụng có thể thiết lập thí nghiệm nâng cao tại kênh ngang số 1 của Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt, mà trong đó thông tin thu nhận được không chỉ đơn thuần là phổ năng lượng mà còn có phổ thời gian và phổ vi phân góc; và cho phép người sử dụng không những phân tích được về phổ năng lượng hạt nhân (sơ đồ mức hạt nhân), mật độ mức, hàm lực bức xạ (như đã làm được với hệ phổ kế bằng kỹ thuật tương tự đã có) mà còn có thể phân tích xác định các thông số lượng tử hạt nhân như Spin, Parity và động học hạt nhân. Có thể nói rằng đây là một thiết bị phổ kế hạt nhân hiện đại đã được trang bị cho phòng thí nghiệm qua kết quả của đề tài này.

Các kết quả về số liệu hạt nhân đã được đăng tải trên một số tạp chí quốc tế uy tín và tạp chí trong nước. Các kết quả này ngoài ý nghĩa tham gia cung cấp số liệu về phản ứng hạt nhân và cấu trúc hạt nhân cho sự phát triển chung về cơ sở dữ liệu hạt nhân quốc tế mà hầu hết các hoạt động nghiên cứu ứng dụng và cơ bản về khoa học hạt nhân đều khai thác như là một nguồn cơ sở dữ liệu mở. Ngoài ra các kết quả về số liệu hạt nhân thực nghiệm còn có ý nghĩa thể hiện năng lực của nhóm nghiên cứu tại Viện NCHN, nâng cao hiệu quả qua các kênh hợp tác quốc tế và tham gia đào tạo nhân lực.

Các sản phẩm đạt được của đề tài cần sớm đưa vào sử dụng phục vụ nghiên cứu khoa học, ứng dụng và đào tạo, khuyến khích và tạo điều kiện cho các đơn vị trong và ngoài Viện đến khai thác, nghiên cứu và đào tạo.

Có thể tìm đọc toàn văn Báo cáo kết quả nghiên cứu của Đề tài (Mã số 20034 /2021) tại Cục Thông tin khoa học và công nghệ quốc gia.

P.T.T (NASATI)

Nguồn: Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia.