

## 진공배기탱크를 이용한 고진공시스템의 운전 방법

우상익, 김영기, 이용섭, 정창용, 이수철

한국원자력연구원 연구로공학부 냉중성자원 시설계통개발 과제

본 논문에서는 연구용 원자로 하나로에 신설될 냉중성자 연구시설 구축을 위해 추진중인 고진공 시스템의 운전방법 및 배기가스 처리방법에 대한 설계 경험 및 기술 특성에 대해 기술하고자 한다. 원자로의 반사체 탱크에서 생산되는 열중성자를 냉중성자로 변환시키기 위해 21 K 초저온 상태에서 액화 수소가스를 이용하여 냉중성자원을 생산하게 된다. 이를 위해 수소가스가 충전된 감속기의 진공단열을 위해 특수 설계된 진공챔버가 개발되었다. 원자로 운전중 발생하는 핵발열량에 따른 액화 수소의 상변화를 고려하여 진공챔버 내부의 공정 진공도는  $1 \times 10^{-6}$  torr 이하의 고진공 상태를 유지해야 한다. 수소가스가 충전된 감속기 외부에 고진공을 형성해야 하므로 감속기 용기에 기계적 손상이 발생할 경우, 수소가스가 감속기 외부로 누출되어 진공펌프 측으로 흡입될 것이므로 진공펌프 및 진공배기 경로는 수소가스에 의한 잠재 위험 가능성을 대비한 설계요건을 적용해야 한다. 이러한 문제에 해결하기 위해 진공펌프를 기밀 압력용기 내부에 설치하여 진공펌프 측으로 수소가스가 누설되는 경우에도 충분한 안전성을 확보할 수 있도록 설계하였다. 이러한 개념은 진공기술이 주로 활용되고 있는 반도체 분야 또는 신소재 산업분야에서는 적용하기 곤란한 매우 보수적이고 안전 지향적인 설계개념이지만, 안전성을 최우선으로 고려하는 원자력분야에서는 기본 요건으로 적용된다. 진공펌프가 대기에 노출되지 않고 기밀 압력용기내부에 설치될 경우, 펌프 작동에 의한 발열량이 소산되지 않고 압력용기 내부에 축적되는 현상이 발생하게 되는데, 고진공펌프 연결 플랜지의 가스켓 및 진공계이지 자체의 성능을 저하시킬 수 있으므로 압력용기 내부 온도가 기기 및 계기의 정상 작동 온도범위를 초과할 수 없도록 설계요건으로 적용하게 된다. 본 논문에서는 하나로 냉중성자원 시설계통 개발을 위한 고진공시스템의 설계특성 및 이를 실현하기 위해 개발된 진공배기 가스 처리 및 고진공시스템의 운전방법에 대해 소개하고자 한다.