

헬륨냉동계통의 헬륨가스 순도 제어 운전

최호영, 손우정, 이 문, 안국훈

한국원자력연구원 연구로이용개발본부

헬륨냉동계통은 연구용 원자로인 하나로에서 냉중성자를 생산할 수 있도록 설치된 수조내기 기 내의 감속재인 수소가 정상적으로 열 사이편을 유지하기 위한 주요 계통이다. 헬륨냉동계통은 헬륨가스를 압축하는 헬륨 압축부분과 헬륨가스를 팽창시켜 저온을 생성시키는 헬륨 팽창부분으로 나뉘어진다. 헬륨 압축부분은 두 개의 스크류가 맞물려 회전하면서 약 1.05 bar(a)의 헬륨가스를 최대 13 bar(a)까지 압축시키는 압축기가 있으며, 헬륨 팽창부분인 냉동박스의 팽창 터빈은 self-acting gas bearing에 의해 구동되며, 저온모드 운전 시작시 헬륨 압축부분에서 일부의 가스는 팽창 터빈 축(shaft)으로 유입되어 회전속도가 서서히 증가하면서 고속으로 회전하여 극저온의 헬륨가스(14~18 K)를 생성하는 주요 기기이다.

헬륨을 팽창하는 부분인 냉동박스 내로 헬륨 압축가스를 유입하기 전에 압축된 헬륨가스 내 불순물의 순도를 분석하여 냉동박스의 주요 부품인 팽창터빈의 운전에 영향을 미치지 않는 것이 가장 중요하다. 따라서 헬륨 저압측에 헬륨가스 내 불순물 즉, 수소(H₂), 수분(H₂O), 질소(N₂), 탄화수소류(CxHy) 및 오일(Oilaerosol) 등의 함량을 분석하기위해 가스 분석기가 설치되어 있으며, 냉동박스 내로 유입되기 전에 헬륨압축에서 순환되는 가스 내 불순물인 수분, 질소, 탄화수소류 및 오일은 10 vpm 이하이어야 하며, 수소 함량은 0.1 % 이내이어야 한다.

헬륨 압축부분에서 순환되는 가스의 불순물이 요구 조건에 만족하도록 헬륨 고압측과 헬륨 저압측에 cryogenic adsorber를 설치하여 가스 내 불순물을 제거하는 가스순도제어 작업을 수행해야 한다. cryogenic adsorber를 사용하기 위해서는 장치 내의 불순 가스를 공정진공도(1.33 X 10⁻³ mbar) 이하로 진공배기하는 작업이 매우 중요하다. 이는 계통의 헬륨가스가 오염되지 않도록 하는 것으로 cryogenic adsorber 내에는 액체질소를 충전하여 액체질소 온도에 노출된 활성탄층을 헬륨가스가 흐르면서 수분, 질소, 탄화수소류 및 오일 등이 제거된다.

이 논문에서는 헬륨냉동계통의 가스 순도 제어 작업을 통해 헬륨가스의 순도가 요구조건 이하로 만족하며, 팽창 터빈의 운전에 영향을 미치지 않음을 기술하고자 한다.

Keywords: 헬륨냉동계통, 헬륨가스 순도