

아르곤셀 정화시스템 운영

홍동희, 조일제, 유길성, 정원명, 이은표, 문성인, 이원경, 이상기*

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*충남대학교 녹색에너지기술전문대학원, 대전광역시 유성구 대학로 79

ndhhong@kaeri.re.kr

1. 서론

파이로 종합시험시설(PRIDE)의 아르곤셀에서 수행하는 공정은 특성상 불활성 분위기에서 수행하여야 한다. 공정에서 요구하는 셀의 오염도 관리를 위하여 셀에 연결된 차폐창, 배관의 연결구 등을 통하여 유입되는 외부공기를 완전히 차단하여야 하나 일부분 Leak로 인하여 셀이 오염 될 경우에는 아르곤가스의 오염도를 기준치 이하로 낮추어야 한다.

본 연구에서는 아르곤가스의 경제적인 활용과 방사성물질의 효율적인 관리 측면에서 아르곤가스를 순환하고 정화하여 사용하고자 하였으며, 셀의 오염도를 일정하게 유지하는 정화시스템의 구성 및 운전방안에 대하여 기술 하였다.

2. 본론

2.1 정화시스템의 구성

정화치를 설치하는 아르곤셀은 체적이 약 1200 m³(가로 40.3 m, 세로 4.8 m, 높이 6.4 m)이며, 운전시의 셀 내부의 압력은 -10 ~ -100 mmAq이다.

PRIDE시설의 아르곤정화시스템은 정화를 위한 Compressor, 정화장치 및 관련배관 등으로 구성되어있다. 아르곤셀은 초기 Purge시 셀 내부의 산소 오염도가 200 ppm이 되면 Purge를 중단하고, 정화장치를 가동하여 2일 이내에 산소 15 ppm, 수분 40 ppm이하로 유지되어야 한다.

2.1.1 정제장치 컴프레서

Purifier Compressor는 부압의 아르곤 셀의 Ar을 Purifier로 공급하는 장치로 주요 설계 Data는 다음과 같다.

- Capacity : 200 m³/hr
- Compressor Discharge Pressure(Normal) : 5 kg/cm²
- Compressor Discharge Pressure(MAX) : 10 kg/cm²



Fig 1. Argon Purifier Compressor.

2.1.2 정제장치

아르곤의 정화 및 순환을 위한 장치는 흡착과 촉매반응을 이용하고 있다. 아르곤셀 내에 존재하는 O₂는 Pd-촉매탑 안에서 유량이 조절되어 공급되는 H₂와 반응하여 H₂O로 변환되며 이는 흡착 Tower에서 제거된다.

Dual로 구성된 흡착Tower는 정제(Purify)와 재생(Regeneration)을 반복하면서 지속적으로 고순도 아르곤가스를 배출한다.

정제 장치를 설치한 루 가압 검사는 가스 Inlet 밸브부터 Outlet 밸브 전까지 차례로 밸브를 Open 시켜 가스를 내부에 충전 시켜 압력계에 나타난 값이 일정하게 나오면 Inlet V/V를 Close하고 압력계에 나타난 값과 온도, 시간을 기록한다. 24시간 경과 후 압력계에서 가까운 V/V부터 Open 시키며 압력의 변화를 확인한다. 압력의 변화가 없을 경우 이때 온도와 압력을 기록하고 압력변화가 기준 내에 들어오는지 확인하여 압력변화율(Pd) 1% 이내로 유지되어야 한다.

$$Pd = \left(\frac{T1 \times P2}{T2 \times P1} - 1 \right) \times 100 \quad \text{--- (1)}$$

Pd : 압력변화율(%)

P1, P2 : 압력 측정값

T1, T2 : 온도 측정값

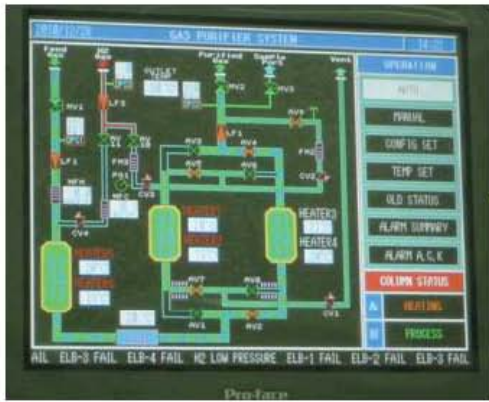


Fig 2. Purifier 운전상태 Monitor.

2.1.3 Argon Chiller Unit

Argon Chiller Unit는 압축기, 응축기, 증발기, 제어판, 풀탱크, 순환펌프, 냉수 기내 배관 등으로 구성되며 Argon Chiller Unit의 주요 제원은 다음과 같다.

- 냉동능력 : 45,000 kcl/hr(15RT)
- 형식 : Shell & Tube
- 냉수 입/출구 온도 : 입구 20 ℃, 출구 25 ℃
- Water Tank : 0.2 ton
- Flow Rate(Chiller Water) : 150 LPM(9 m³/hr)

2.2 아르곤 정화시스템의 운전

아르곤셀에 아르곤을 초기에 Purging 할 경우 아르곤 저장탱크에서 액체 아르곤을 기화시켜 공급계통 배관을 경유하여 아르곤셀 하단부에 설치된 필터를 통하여 서서히 충전 된다.

이때 아르곤셀로 충전되는 아르곤은 공기와의 비중차이에 의하여 아르곤은 셀의 하단부로 부터 채워지고 공기는 아르곤셀의 상단부 배관을 통하여 서서히 배출된다. 아르곤을 지속적으로 공급하고 배출하여 셀 내부의 오염도가 200 ppm에 도달하였을 때 정화장치를 가동 한다. 정제장치를 가동하여 아르곤가스 순도가 산소 15 ppm, 수분 40 ppm이하가 되면 정제장치의 가동을 중단한다.

정제장치의 운전은 아르곤셀의 오염도를 분석한 상태를 표시하는 LP301 PANEL에서 다음의 표1과 같이 산소 및 수분 분석 값이 High Limit 도달하였을 때 정제장치를 운전하고, Low Limit 도달하였을 때 장치의 운전을 중단한다.

Table 1. 산소 및 수분 분석 값.

분석기 명	E/Q NO.	High Limit (PPM)	Low Limit (PPM)
수분 분석기	ME301~3	40	10
산소 분석기	AE301~3	15	10
수분 분석기	ME305	15	10
산소 분석기	AE305	40	10

아르곤셀 아르곤 충전 후 초기의 운전은 8시간 간격으로 각 분석기의 순도를 기록하며, 산소 및 수분의 농도가 55ppm 이하로 유지 될 때까지 지속적으로 운전하여 운전 상태를 기록 관리하여야 한다.

3. 결론

본 과제에서 수행하는 아르곤셀 정화시스템은 국내 최초의 불활성분위기 대형 셀에서 오염된 아르곤가스를 순환하여 재활용하는 시스템이다. 아르곤을 정제하여 사용 할 경우 아르곤가스 소모에 따른 비용을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 아르곤의 방출에 따른 방사성 물질의 외부 누출을 사전에 예방 할 수 있는 장점이 있다.

향후 PRIDE시설의 아르곤시스템을 운전하여 많은 데이터가 확보되면 국내의 불활성 분위기에 셀에서 수행하는 공정 에 매우 유용하게 활용 될 것으로 예상된다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부에서 지원하는 원자력 연구개발 중장기 기금으로 수행되었음

5. 참고문헌

[1] ANL-7959 Hot Fuel Examination Facility /North Facility Safety Report, February 1975, Argonne National Laboratory pp 42-53, 1975.

[2] The EBR-II Fuel Cycle Story, Charles E. Stevenson, American Nuclear Society pp16-25, 1987.