

삼중수소 저장공급 모의 우라늄 베드

구대서, 박종철, 김연진, 정흥석*

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*hschung1@kaeri.re.kr

1. 서론

삼중수소는 핵융합에너지 연료이자 중수로형 원자력 발전소의 방사성폐기물이다. SDS(storage and delivery system)에 수소동위원소를 주기적으로 저장 및 공급하는 연구가 진행 왔다[1-2].

따라서 본 연구에서는 삼중수소 저장공급 모의 우라늄 베드를 제작하여, 수소동위원소를 저장하고 공급하도록 하였다. 또한 삼중수소 모의 붕괴열 측정하여 모의 우라늄 베드내 모의 삼중수소 재고량을 조사하도록 하였다. 모의 우라늄 베드 2차용기 진공도 측정하고 수소 동위원소 공급을 위한 케이블 히터의 오토튜닝을 수행하였다.

2. 본론

2.1 모의 우라늄 베드

우라늄 베드 구성은 1차 용기, 2차 용기, 열차폐체 및 상부 판으로 되어 있다. 감손 우라늄 1840그램으로 삼중수소 70그램 저장 및 공급할 수 있는 모의 우라늄 베드를 설계 제작하였다. 1차 용기 재질은 SUS 316L 이고 설계압력은 20bar이다. 2차 용기 재질은 SUS 304 이고 설계압력은 4bar이다. 열차폐판 재질은 SUS304 이고 두께는 0.5 mm이다. 수소 공급 위한 히터용량은 (2 kW × 2, 직경 6 mm) 이다.

인 베드 열량 모의측정용 히터 용량은 (12 W × 2, DC30V) 이다. 또한 순환 헬륨 온도 측정용 헬륨 유입온도 센서 및 헬륨 유출온도 센서가 1차용기 외벽에 설치되어 있다. 수소 동위원소를 1차 용기 저장재로 유입하는 유입필터 및 저장된 수소 동위원소를 공급하는 유출필터가 1차용기 내부에 있다. 저장재 손상 우라늄을 신속히 가열하기 위하여 구리 메탈 폼(20 PPI)을 사용하였다. Fig. 1은 구리 메탈 폼에 손상 우라늄 봉 7개 설치되어 있음을 확인할 수 있다. 1차용기 가열시 안전위하여 독립적인 수소 동위원소 가스 유출배관 온도 500°C 및 압력 1600kPa에서 파열하는 rupture disk를 설치하였다.

Fig. 2는 1차 용기이며 1차 용기에 대한 가압테스트 하는 것을 나타낸 것이다. Fig. 3은 삼중수소 저장·공급 모의 우라늄 베드를 나타낸 것이다. 상부 플레이트에 히터 피드쓰루, 온도 피드쓰루, 유입 필터, 유출필터, 수소 동위원소 유입배관, 유출배관, 헬륨유입온도 port, 헬륨유출온도 port 및 2차 용기 배기 배관이 연결되어 있다. Fig. 4는 삼중수소 저장공급 모의 우라늄 베드 시스템, 인 베드 열량장치 및 자료수집저장 장치를 나타낸 것이다.

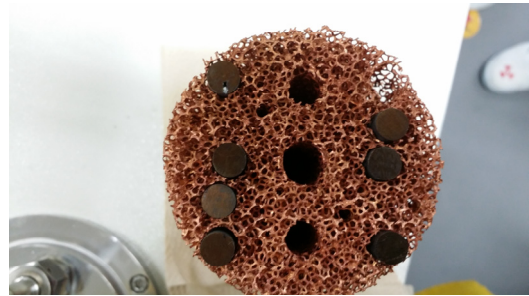


Fig. 1. Copper Metal Foam.



Fig. 2. Primary Vessel.

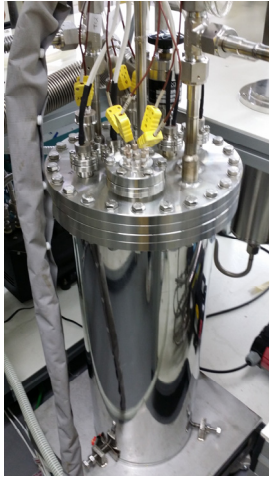


Fig. 3. Uranium Mock-Up Bed.

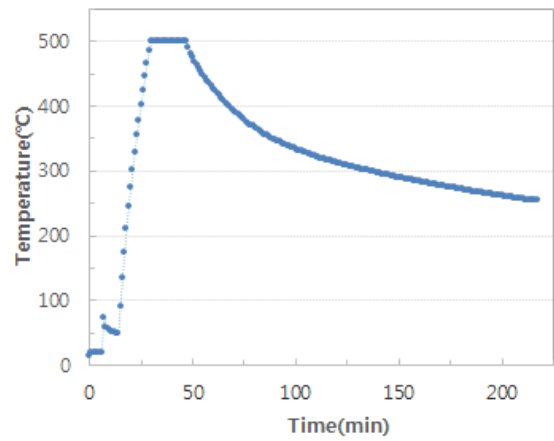


Fig. 6. Auto Tuning of Cable Heater.



Fig. 4. Hydrogen Isotopes SDS Bed.

3. 결론

삼중수소 저장·공급 모의 우라늄 베드를 제작하여 수소동위원소를 저장하고 공급하도록 하였다. 또한 삼중수소 모의 붕괴열 측정하여 모의 우라늄 베드내 모의 삼중수소 재고량을 조사하도록 하였다. 모의 우라늄 베드 2차용기 진공도 측정하고 수소 동위원소 공급 위한 케이블 히터의 오토튜닝을 수행하였다. 케이블 히터 오토튜닝은 사용온도 500°C에서 수행하여 수소 동위원소 공급 가능하게 하였으며 500°C에서 1차용기 진공 어닐링 가능하도록 하였다.

2.2 결과 및 논의

Fig. 5는 삼중수소 저장·공급 모의 우라늄 베드 2차 용기 진공도를 나타낸 것이다. 초기진공은 9.0×10^{-6} kPa (6.84×10^{-5} torr) 이고, 약 160 분 후 진공은 1.2×10^{-6} kPa (9.12×10^{-6} torr) 이다. Fig. 6은 케이블 히터 오토튜닝을 나타낸 것이다. 30 분에 사용온도 500°C 도달하고 500°C에서 약 20 분 유지하고 자연냉각하는 것을 나타내었다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 국제핵융합 실험로 공동 개발 사업으로 수행 되었습니다. (NRF 2009-0070685)

5. 참고문헌

- [1] H. Chung, et. al., "Korea's progress on the ITER tritium systems", Fusion Engineering and Design 84, 599-603 (2009).
- [2] T. Hayashi et al., "Tritium Inventory Measurements by "In-Bed" Gas Flowing Calorimetry", Fusion Technology, Vol. 30, 931-935 (1996).

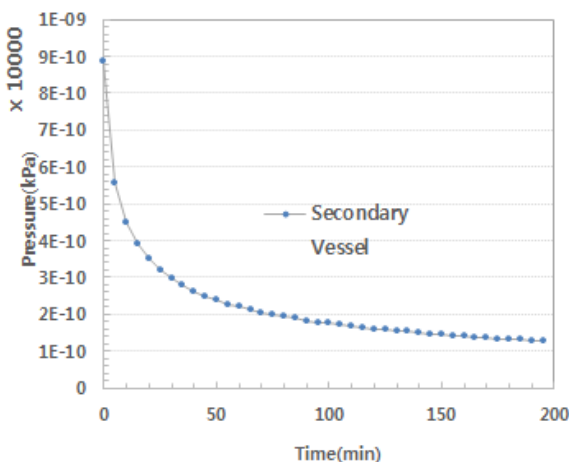


Fig. 5. Vacuum of Secondary Vessel.