

수소동위원소의 흡탈장

구대서, 김용규, 이재은, 정홍석
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 ndskoo@kaeri.re.kr

중수로형 원전 방사성폐기물인 삼중수소는 한편으로는 핵융합반응의 소중한 연료물질이다. 핵융합반응에 사용되는 삼중수소 저장·공급용기는 흡탈장 기능이 필요하다. ZrCoH(D,T)의 흡탈장 속도에 관한 많은 연구가 수행되었지만 SDS(storage and delivery system) 용기설계요인에 대한 흡탈장 속도에 관한 연구는 많지 않다. 이 연구는 한국의 조달품목인 이터용 삼중수소 저장 공급시스템과 용기의 적기공급을 위하여 반드시 필요한 연구이다. SDS 용기는 SDS에서 GIS로 연료공급을 위해 빠른 흡탈장 성능을 갖추어야 한다.

본 연구는 소형 ZrCo Bed의 ZrCo bead 파우더화(powderization)과정으로 수소의 흡탈장을 8회 수행하였다. 파우더화 반복에 따른 수소 90% 흡탈장율 및 수소 99% 흡탈장율 특성을 분석하고 또한 수소 저장탱크와 측정탱크의 압력특성 및 소형 ZrCo Bed의 온도와 압력특성을 분석하였다.

그림1은 소형 ZrCo Bed 수소 흡·탈장장치 개략도를 나타낸 것이다. 이 장치는 실온에 따른 수소압력만큼 수소를 저장하는 저장탱크, 이 수소를 흡·탈장하는 ZrCo Bed, 탈장하는 수소를 측정하는 측정탱크, 탈장하는 수소를 측정탱크로 보내는 ISP 펌프, 진공화하여 배기하는 rotary pump 및 TMP(terbo molecular pump)로 구성된다.

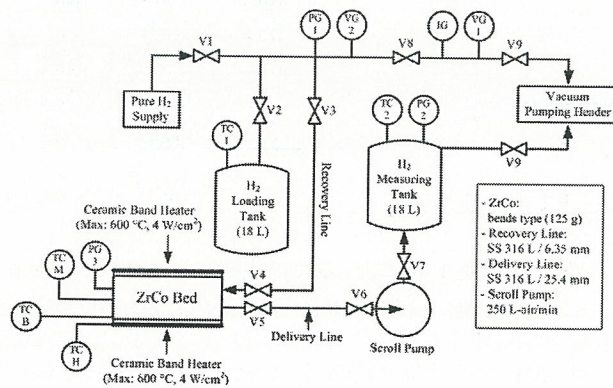


그림 1. 소형용기 실험장치도.

그림2는 시간에 따른 8회의 수소 흡장량을 나타낸 것이다. 3번째 자료를 제외하면 모든 수소 흡장이 5분 이내에 완료됨을 알 수 있다. 그림3은 수소 저장탱크의 압력과 수소 흡장량을 나타낸 것이다. 저장탱크의 압력은 5분까지는 빠르게 감소하다가 그 이후에는 서서히 감소하여 40분에 0.1kPa을 나타내었다. 수소 흡장량은 3분까지 빠르게 증가하여 흡장량 약 17리터에 도달하여 그 이후는 40분 동안 그 값을 유지하였다.

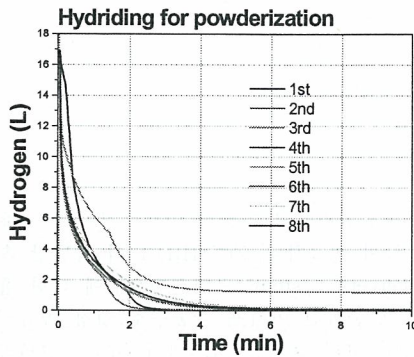


그림2. 시간에 따른 수소 흡수량.

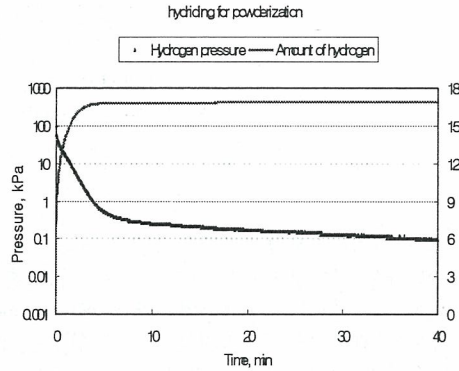


그림 3. 저장탱크의 압력과 수소 흡수량.

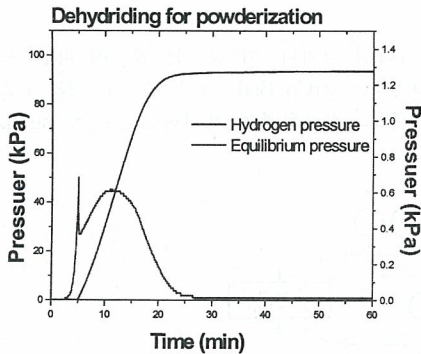


그림4. 수소 탈장시 수소압력과 용기평형압력.

Dehydriding for Powderization

Run	90% of dehydriding process		99% of dehydriding process	
	Absorbed H ₂	Dehydriding rate	Absorbed H ₂	Dehydriding rate
1 st	14.62 L (16.22 L)	2.11 Pa·m ³ /sec (16.95 min)	16.06 L (16.22 L)	1.63 Pa·m ³ /sec (21.7 min)
2 nd	14.58 L (16.2 L)	2.00 Pa·m ³ /sec (17.78 min)	16.05 L (16.2 L)	1.52 Pa·m ³ /sec (23.4 min)
3 rd	13.69 L (15.21 L)	1.84 Pa·m ³ /sec (17.95 min)	15.06 L (15.21 L)	1.36 Pa·m ³ /sec (24.1 min)
4 th	14.53 L (16.14 L)	2.08 Pa·m ³ /sec (18.05 min)	15.98 L (16.14 L)	1.51 Pa·m ³ /sec (24.45 min)
5 th	14.53 L (16.15 L)	1.42 Pa·m ³ /sec (18.45 min)	15.99 L (16.15 L)	1.17 Pa·m ³ /sec (24.7 min)
6 th	14.53 L (16.15 L)	1.44 Pa·m ³ /sec (18.25 min)	15.99 L (16.15 L)	1.16 Pa·m ³ /sec (25.05 min)
7 th	14.53 L (16.15 L)	1.40 Pa·m ³ /sec (18.70 min)	15.99 L (16.15 L)	1.10 Pa·m ³ /sec (26.15 min)
8 th	14.57 L (16.19 L)	1.42 Pa·m ³ /sec (18.43 min)	16.03 L (16.19 L)	1.11 Pa·m ³ /sec (25.83 min)

표1. 수소90%, 99% 탈장율.

그림 4는 수소 탈장시 수소압력과 용기평형압력을 나타낸 것이다. 수소 측정탱크의 압력은 20분까지 급격하게 증가하여 90kPa에 도달하여 60분 까지 그 값을 유지하였다. 용기 평형압력은 5분 예열하여 용기의 수소 유출구를 여는 순간 평형압력이 0.7kPa를 가리키다가 10분에서 최고값 0.6kPa로 되다가 빠르게 감소하여 27분에 그 압력이 거의 영이 되어 60분까지 그 값을 유지하였다. 표1은 수소 90% 및 99% 탈장율을 나타낸 것이다. 수소 90% 탈장율은 1회에서 8회 탈장과정을 진행할 때 탈장율이 2.1 Pa m³/s ~1.4 Pa m³/s 으로 감소하는 경향을 나타내었다. 수소 99% 탈장율은 1회에서 8회 탈장과정을 진행할 때 탈장율이 1.6 Pa m³/s ~1.1 Pa m³/s 으로 감소하는 경향을 나타내었다.

감사

본 논문은 교육과학기술부의 국제핵융합실험로(ITER) 공동개발사업 지원으로 작성되었음.