

U-Nd-Pd 합금의 공기중 산화특성 연구 (Oxidation Kinetic Study of U-Nd-Pd)

주준식, 유길성, 신영준

한국원자력연구소 사용후핵연료기술개발팀

1. 서 론

한국원자력연구소에서는 기존의 UO_2 세라믹형 사용후핵연료의 부피와 냉각부하를 줄이기 위한 사용후핵연료 금속전환공정을 개발하고 있다. 이 전환공정을 통해 생산된 금속전환체는 주요성분이 금속우라늄으로 공기중에서 매우 빠르게 산화가 진행되기 때문에 이러한 금속전환체의 장기저장을 위해서는 여러 가지 산화방지를 위한 안전성 문제를 고려하여야 한다. 특히 고온 저장 중 공기 유입에 의한 산화사고시 그 위험이 매우 크므로 사고 방지를 위한 저장 안전성을 확보하기 위해서는 다양한 산화시험을 통한 사고해석등의 자료를 확보하여야 한다. 그러나 이 공정으로부터 생산된 금속전환체는 금속우라늄과 여러 가지 핵분열생성물질등이 섞여 있는 고방사성물질인 관계로 직접 실험이 곤란하다. 따라서 본 연구에서는 실제 금속전환체와 매우 흡사한 성질을 갖는 모의 금속전환체 즉 순수금속우라늄에 핵분열생성물 원소인 Nd와 Pd를 섞어 U-Nd-Pd 삼상합금을 제조하여 산화시험을 수행하였고 이 결과를 금속전환체의 저장중 열적 안정성을 평가하는 기본자료로 활용하고자 한다.

2. 실험방법

실험에 사용한 합금시료는 이들 원소의 함량을 결정하기 위해 ORIGEN-2 code를 사용하여 U, Nd, Pd량을 결정하였고 진공 인덕션 전기로를 사용하여 시료를 제작하였다. 시료의 일부를 다이아몬드 절단기로 50mg~70mg 정도의 크기로 정밀하게 절단하여 세척후 건조작업을 수행하여 산화시편을 제작하였으며, 산화 및 무게증가 측정실험은 미국의 TA instruments사가 제작한 TGA(Thermo Gravimetric Analyzer 2050)를 사용하였고, 실험분위기는 개스공급장치(Gas Flow Meter)를 사용하여 전기로에 분당 100 ml의 순수한 산소를 공급하면서 실험하였다.

3. 결 론

사용후핵연료를 금속전환체 형태로 안전하게 저장하기 위해서는 열적 안정성이 확보되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 열적 안정성을 평가하는 기준이 되는 금속전환체의 산화에 대한 정확한 사고해석을 확보하기 위해 산소분위기, 183~250 °C 의 서로 다른 온도영역에서 산화시험을 수행하여 7 wt% 무게이득 조건 이하에서 금속전환체의 열적 안정성 평가를 할 수 있을 것으로 기대되는 다음과 같은 산화식을 도출하였다.

$$k = 10.02 \times 10^7 e^{\left(-\frac{19980}{RT}\right)} \quad [wt \% / h]$$

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행 되었음.