

700 ~900℃ 의 고압 수증기에서 지르칼로이-4의 산화가속
The Accelerated Oxidation of Zircaloy-4 at 700~900 ℃
in High Pressure Steam

김광표, 박광현

신형원자로 연구센터
경희대학교

요 약

고온 고압의 수증기에서 지르칼로이-4의 산화가속 현상을 알아보기 위해, 튜브형 고온히터가 내부에 장착된 autoclave가 고안 제작되었다. 본 연구에서 사용된 시편은 현재 고리 원자력발전소에서 피복관으로 사용되는 지르칼로이-4이다. 700~900℃의 고압의 수증기에서 산화실험을 수행하여 피복관의 산화막 두께를 측정하였다. 고압의 수증기에서 산화량은 증가하였고, 압력이 높을수록 산화증가량도 많았다. 700~900℃의 고압 수증기에서 산화속도는 산화시 수증기압력과 임계압력비의 대략 1.0~1.6 승에 비례하여 증가하였다. 산화를 가속시키는 어떤 임계압력이 존재하며, 그 이하에서 산화속도는 압력의 영향을 받지 않는다. 본 연구에서는 그 값이 30~40bar 인 것으로 나타났다. 고온 고압의 수증기에 의해 정방정 지르코니아가 단사정으로 상변태되고 이 때 발생한 미세균열에 의해 산화가 가속되는 것으로 추정된다.

Abstract

To find the effect of pressure on the high temperature oxidation of zircaloy-4, an autoclave capable of measuring the degree of oxidation at high temperatures and high pressure was manufactured. The specimens used in experiments are commercially available Zircaloy-4 used in Kori nuclear power plants. All the measurements were done at 700~900℃ in steam. Pressure effects were noticed. The oxide thickness was much thicker in high pressure steam, comparing to that in the 1 atm steam. And, the higher is the steam pressure, the thicker becomes the oxide. The enhancement of oxide growth rate at 700~900℃ in high pressure steam is approximately proportion to the power of 1.0~1.6 of the ratio of experimental steam pressure to critical steam pressure. There is a critical steam pressure above that the oxidation rate enhances. The critical steam pressure was measured as 30~40 bar. The enhanced oxidation seems from the oxide cracking due to the tetragonal to monoclinic phase transformation at high pressure steam.