고온 리튬용융염계 산화성분위기에서 개질된 초합금의 부식거동

Corrosion Behavior of Modified Superalloy in Hot Lithium Molten Salt under Oxidation Atmosphere

조수행†, 임종호, 정준호, 정만교, 허진목, 박성원
한국원자력연구소
(nshcho1@kaeri.re.kr†)

1 서 론

용융염 취급기술은 용융염 그 자체가 갖는 전기전도성, 고밀집 취급성, 유체 특성 등으로 인해 여러 산업기술에 응용되고 있으며, 최근에는 제트엔진, 연료전지, 촉매, 태양에너지 그리고 금속정제 등에 집중 연구되고 있다 따라서 이러한 고온 용융염을 취급하는 기기 및 구조재료의 부식에 대한 연구도 지속적으로 진행되고 있으며, 특히 제트엔진과 가스터빈에서는 연료의 연소과정에서 형성된 용융황산염 Na_2SO_4에 의한 용융염 부식연구 및 염화물계 용융염부식에 관한 연구가 진행되고 있다 또한 고온의 내부식특성을 향상시키기 위하여 기지금속 내에 Al 을 첨가하거나 표면에 Al 을 코팅하여 내부식특성을 향상시키는 연구가 진행되고 있다 산화물 사용후핵연료의 금속전환공정은 고온 용융염 $LiCl-Li_2O$ 계에서 우라늄산화물을 전해환원하는 공정으로 음극에서 우라늄메탈로 환원되며, 양극에서 산소가 발생된다 이러한 전해환원공정은 부식성이 강한 용융염상에서 이루어지고, 또한 산소가 발생되는 산화성분위기이기 때문에 이에 적합한 용융염취급 구조재료의 개발이 매우 중요하다 본 연구에서는 산소가 발생하는 고온 $LiCl-Li_2O$ 용융염계 분위기에서 니켈기 초합금인 Haynes 263 을 선정하여 Magnetron Sputtering 및 EB-PVD 법을 이용해서 Al 과 Y 를 코팅한 합금의 부식거동을 고찰하여 용융염부식억제형 재료개발에 필요한 자료를 도출하고자 한다

2 실험방법

부식시험은 혼합용융염 $LiCl-Li_2O$ 를 MgO 도가니에 넣고 아르곤분위기에서 가열한 후 300℃ 근처에서 수분 pickup 을 제거하기 위하여 약 3 시간동안 아르곤 가스를 공급하면서 가열하였다 선택한 부식환경온도까지 도달하면 시편을 용융염에 침적시킨 후 용융염 중에 혼합가스를 공급하면서 부식시험을 행하였으며, 본 연구에 사용한 부식시험재료는 Haynes 263 및 Al-Y 를 코팅한 Haynes 263 이며, 부식환경온도는 650℃, 부식시간은 24 ~ 168 시간, Li_2O 농도 3 ~ 8wt%, 혼합가스 농도는 $Ar-10\%O_2$에서 부식시험을 수행하였다 부식시험 후 시편은 ASTM 에 의해 만든 세척액으로 초음파 세척하여 부식물을 제거하였으며, 또한 시험 후 scale 과 시편의 표면과 단면을 광학현미경, 전자현미경, X-선 회절분석기 및 EPMA 를 사용하여 관찰,분석하였다

3 결과 및 고찰

Al-Y 를 코팅하지 않은 Haynes 합금의 $LiCl-3\%Li_2O$, 72~168 시간에서의 부식생성물은 $Li(Ni,Co)O_2$, $LiTiO_2$ 의 피크를 나타내었다 그러나 Al-Y 를 코팅한 Haynes 합금의 $LiCl-(3\sim8\%)Li_2O$, 72 시간에서의 부식생성물은 모두 $LiAlO_2$, $Li_5Fe_5O_8$ 로 나타났으며, $LiCl-3\%Li_2O$ 및 $LiCl-8\%Li_2O$, 168 시간에서의 부식생성물은 각각 $Li_5Fe_5O_8$, $LiTiO_2$ 와 $Li(Ni,Co)O_2$, $LiTiO_2$ 의 피크를 나타내었다 아울러 Al-Y 를 코팅한 Haynes 합금의 부식속도는 반응시간보다 Li_2O 농도에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다

감사의 글

본 연구는 과학기술부 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다