

IS-Process 환경에서 재료의 내부식성 특성에 관한 연구

권혁철*, 김동진, 김홍표
한국원자력연구원, 원자력재료기술개발센터

초 록: 차세대 에너지로 주목받고 있는 수소는 그 생산방식이 여러 가지 있지만 특히 Iodine-Sulfur Process가 주목을 받고 있다 수소생산을 위한 IS-Process 환경은 가혹한 부식환경이기 때문에 수소의 대량생산을 위해 세워지게 될 Plant에 사용될 재료의 선정에 대한 연구가 선행되어야 한다. 본 연구에서는 IS-Process 환경을 모사하여 재료의 내부식성 실험, 평가하였다. 또한, 재료의 내부식성을 향상시키기 위해 재료의 표면에 세라믹 재질을 coating하여, 재료의 내부식성을 평가하였다.

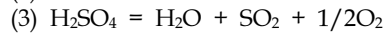
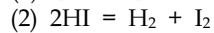
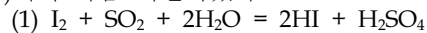
1. 서론

수소에너지 이용 시스템의 발전을 위해서는 대규모의 수소 생산이 필요하다. 수소를 생산하는 방법에는 물을 전기분해하는 방법, 메탄가스를 이용한 수증기 개질법(steam reforming), 요오드와 황을 이용하는 IS(Iodine-Sulfur)공정이 있다. 이중 대량생산과 이산화탄소를 배출하지 않는 친환경적인 방법인 IS-Process이다. IS-Process 방식은 매우 높은 열을 필요로 한다. 고온가스(HTGR)의 고유 안전성과 높은 열은 IS-Process의 에너지원으로 사용할 수 있으며 여러 가지 수소 생산법 중 가장 효율적인 방법으로 알려져 있다¹⁾. 하지만, IS-Process는 고온에서 황산과 HI등이 사용되어 매우 강한 부식환경을 동반하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 강한 부식환경에서 견딜 수 있는 내부식성 재료를 찾고, 또한 장기적인 관점에서 재료의 수명을 연장하기 위해 내부식성 재료에 세라믹코팅을 하여 재료의 내부식성 특성을 평가하였다.

2. 본론

IS-Process는 Ga(General atomic company)에서 처음 제안되었다.

IS-Process는



에 의한 화학식으로 IS-Process는 구성되었다. 여기서 반응식 (1)은 분해반응으로써 알려져 있으며 가스상의 이산화황이 요오드 물과 반응하여 요오드산과 황산을 생산한다. 반응식 (2)와 (3)의 열분해에 따라, 요오드산은 수소를, 황산은 산소를 생산하게 된다. 이렇게 3개의 반응이 연속적으로 이루어지면서 요오드와 황산은 촉매로만 작용하고 물은 수소와 산소로 분해된다²⁾.

IS-Process를 이용한 수소 생산을 위한 구조재료들에 대한 연구는 주로 고온의 황산 분위기에서 부식 실험 및 재료의 선정이 주를 이루고 있다. IS-Process의 황산 분위기 사이클은 약 50wt.% 저농도 황산과 98wt.%의 순도를 가진 끓는 상태의 액상 황산이 존재하며 이산화황과 삼산화황 등이 850에서 존재하게 된다. 따라서 본 재료에 대한 연구는 황산의 농도에 따른 실험과 황산의 기화상태에서 내부식성 특성을 연구하였다. 끓는 황산 환경의 경우 산에 대해 강한 저항성을 지는 것으로 알려진 Hastelloy-X, Hastelloy C276, Hayness 556, SiC, Ta, Zr 등을 주 실험 재료로 사용하였으며 고온의 황산 기상 환경에서는 Hastelloy-X, Alloy 800H 등의 재료에 대한 실험이 이루어졌다. 또한, 고온의 내식성 재료에 세라믹 코팅을 함으로써 나타나는 내부식성 특성에 대해 연구하였다.

3. 결론

IS-Process 중 황산 사이클에 대한 연구는 50wt.%, 98wt.% 끓는 황산 환경과 기상 H₂SO₄ 환경에서 이뤄지고 있다. 끓는 황산 환경에서 실험한 Fe-Si 합금의 경우 실리콘의 함량이 증가함에 따라 내부식성이 높아짐을 보였고, 하지만 황산 50wt%에서 내부식성이 좋은 재료라고 해서 98wt%에서 뛰어난 내부식성 특성을 나타내진 않았다. 기상 황산 환경에서는 Alloy 800H, Hastelloy-X가 우수한 내식성을 가지는 것으로 확인되었다. 또한, 고온의 내식성 재료에 세라믹 코팅을 하여 기상 황산 환경에서 실험한 재료들은 전반적으로 뛰어난 내부식성 특성을 보였지만, 세라믹 coating의 특성에 따라 부식의 정도에 차이를 보였다.

참고문헌

- [1] Hiroyuki Ota, et al., "Conceptual design study on sulfuric acid decomposer for thermo-chemical iodine-sulfur process", 13th International Conference on Nuclear Engineering, Beijing, China, 2005, 1.
- [2] JAERI report, "IS Process for thermochemical hydrogen production", 94-006.