

**금속 핵연료와 HT9 피복관의 상호반응을 방지하기 위한 피복관 내면 도금 연구**

여승환, 김준환\*, 김성호  
한국원자력연구원 SFR핵연료개발부

**초 록:** 소듐냉각 고속로 (SFR)는 원자력 발전의 가장 시급한 문제점으로 부각되고 있는 사용 후 핵연료를 재활용 하여 가동하는 원자로 이다. Generation IV로 명명되는 차세대 원자로 중에 하나로 국제 공동연구와 자체 연구를 통해 우리나라 고유의 기술이 축적되고 개발되고 있다. 현재 소듐냉각 고속로의 가장 큰 문제점 중의 하나는 금속핵연료와 피복관의 상호반응이다. 상호반응이 일어나면 공융현상을 일으켜 피복관의 녹는점이 낮아지고 피복관의 두께가 얇아져 원자로의 안전에 치명적인 위협이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 전해도금 (electro-plating)을 활용하여 HT9 피복관 내면에 크롬을 도금하여 금속핵연료와 피복관의 상호반응을 억제하는 연구가 본 연구팀에서 진행되고 있다. 크롬과 전해도금을 코팅 물질과 코팅 방법으로 선정한 이유는 튜브 내면에 적용하기 용이하고 경제적인 코팅 방법이기 때문이다. 본 연구에서는 여러 가지 전해도금 인자 중 온도와 pulse 전류의 파형이 상호반응 방지 효과에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다. 도금액의 온도를 50~80°C, 전류 파형 중 on/off time을 1:1, 10:1, 1:10으로 하여 여러 HT9 시편을 도금하였고 모의 금속 핵연료 합금인 Ce-Nd와 확산 반응 실험을 수행하여 상호반응 방지 효과를 분석하였다. 광학현미경과 전자현미경을 이용한 미세구조 분석 결과 도금액의 온도가 65°C 이하인 시편에서는 미세균열이 심하게 발생하였고 그 균열을 통해서 물질이 확산하고 상호반응을 한다는 것이 관찰되었다. 65°C보다 높은 도금액의 온도에서 형성된 크롬막은 균열이 없고 상호반응 방지 효과가 좋은 것이 확인되었다. 특히 전류 파형의 on/off time이 1:1일 때 상호반응 방지 효과가 가장 좋은 것을 확인하였다. 이러한 결과는 크롬 전해도금의 코팅 조건이 상호반응 방지 효과에 매우 중요한 요인으로 작용한다는 것을 말해주고 있다.

**소재에 damage가 없는 pH 7의 중성 주석 도금액 개발**  
**Neutral tin plating solution without damage to material**

노기홍\*, 김건호, 이성준, 김동현  
주식회사엠에스씨(E-mail:kaneta0929@naver.com)

**초 록 :** 현재 시중에 판매되는 대부분의 중성 주석 도금액의 경우 pH 사용 구간이 3~5 정도를 형성하고 있으며, 이보다 높을 경우 도금간 침불음 및 주석의 4가로의 산화가 빠르게 일어나는 문제점을 가지고 있다. 또한 낮은 pH로 인해 내산성이 취약한 소재의 경우 도금이 불가능할 정도의 소재상 damage를 확인할 수 있으며, 이는 제품 소재 선택에 제약이 따름으로 인해 산업의 발전을 저해하는 요소임이 분명하다. 이를 극복하기 위해 종래의 도금액에 1종 이상의 첨가제를 첨가하여 소재의 damage를 최소화하는 방안을 사용 중이지만 이러한 방법으로는 궁극적으로 문제를 해결하는 데에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 완전한 중성(pH6~7)을 가지는 도금액을 개발함으로써 도금제품의 소재 선택에 자유를 부여함과 동시에 친환경 원료를 사용함으로써 폐수처리의 용이함과 생산 현장의 환경 개선에 그 목적이 있다.