

Alloy600 튜브 내면에 형성된 Ni-P-Fe 전기도금층의 전류밀도 변화와 열적안정성 대한 연구

The study on the thermal stability with the changing current density of the electrodeposited Ni-P-Fe was formed inside Alloy600 tube

김명진<sup>a,b\*</sup>, 김동진<sup>b</sup>, 김정수<sup>b</sup>, 김홍표<sup>b</sup>

<sup>a\*</sup>과학기술연합대학원 양자에너지화학공학과(E-mail: mjkim@kaeri.re.kr), <sup>b</sup>한국원자력연구원

**초 록:** 원자력발전소 증기발생기 전열관 보수 기술의 하나로 니켈 합금 전기 도금이 연구되고 있다. 여러 도금 공정 변수 중 peak current density를 달리하여 Ni-P-Fe 전기도금층을 제조한 뒤, 열처리 온도 325℃에서 10, 30일간 열처리를 한 후, 인장강도와 연신율을 측정하고, 그 파단면을 관찰하였다. 50mA/cm<sup>2</sup>로 제조된 도금층은 100mA/cm<sup>2</sup>로 제조된 도금층에 비해 우수한 열적안정성을 가짐을 알 수 있었다.

1. 서론

원자력발전소 증기발생기 전열관 보수 기술의 하나로 니켈 합금 도금 기술이 연구되고 있다. 전기도금을 이용한 보수 기술은 전열관과 보수된 도금층 사이에 틈이 없고, 잔류응력이 적으며, 경제적이고 간편하여 많은 주목을 받고 있다. Ni-P-Fe 합금 도금층은 이러한 보수 기술에 적용할 수 있는 도금층의 후보이며, 순수 니켈에 비해 기계적 성질과 열적 안정성이 우수하다. 본 연구에서는 이러한 Ni-P-Fe 전기도금층을 Alloy600 튜브 내면에 형성시키고, 전류밀도의 변화에 따른 기계적 성질을 관찰하였다.

2. 본론

본 연구에서는 쓰인 도금액 조성은 Ni(SO<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 1.39M, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 0.65M, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> 0.007M, Borane dimethylamine (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>BN) 0.001M 이었으며, pH 조절을 위하여 Amidosulfuric acid (HOSO<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>)을 4g/L의 농도로 첨가하였다. 도금액의 온도는 60±1℃, pH는 2.0 으로 유지하였으며, 교반은 공기방울로 하였다. 전류밀도는 duty cycle 50%, peak 100mA/cm<sup>2</sup>, 50mA/cm<sup>2</sup> 두 종류로 하였고, 도금층의 두께는 약 500~600μm으로 하였다. 만들어진 도금 시편은 Fig. 1. 과 같이 가공하여 인장시험을 하였고, 가공된 시편을 325℃에서 10일, 30일 열처리를 하여 인장시험을 하였다. 인장 시험편의 파단면은 JEOL SEM-6360 S.E.M.을 이용하여 관찰하였다. 전류밀도, 열처리 시간에 따른 인장시험 결과를 Fig. 2.에 나타내었다.

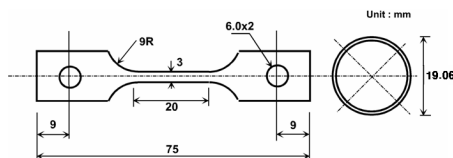


Fig. 1. The tensile test specimen of the electrodeposited Ni-P-Fe

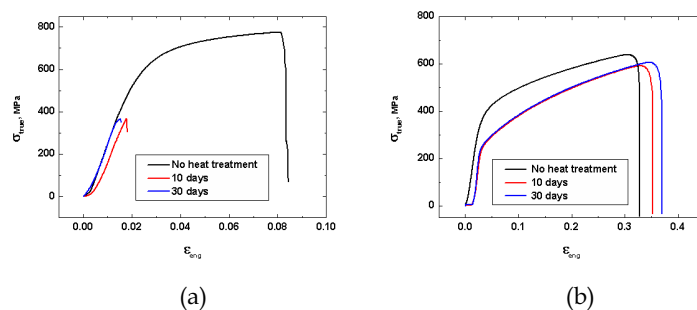


Fig. 2. The tensile test results (a) 100mA/cm<sup>2</sup> (b) 50mA/cm<sup>2</sup>

### 3. 결론

Peak current density  $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 로 제조된 Ni-P-Fe 전기도금층은  $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 로 제조된 도금층보다 인장강도는 조금 낮으나, 연신율은 더 높았다. 또한 열처리 시간이 길어지게 되면  $100\text{mA}/\text{cm}^2$  도금층은 강도와 연신율 모두 감소하지만,  $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 경우에는 거의 변화가 없는 우수한 도금층이 형성됨을 알 수 있다.

### 참고문헌

1. G.Palumbo, F.Gonzalez, A.M.Brennenstuhl, U.Erb, W.Shmayda, P.C.Lichtenberger, Nanostructured Materials 9 (1997) 737.
2. U.Klement, U.Erb, A.M.El-Sherik and K.T.Aust, Materials Science and Engineering A 203 (1995) 177.
3. Moo Hong Seo, Joung Soo Kim, Woon Suk Hwang, Dong Jin Kim, Seong Sik Hwang, Byung Sun Chun, Surface and Coatings Technology 176(2) (2004) 135.