

Boride 코팅의 고온 입자침식 특성

Particle-erosion resistance of the boride coatings in high temperature environment

오제명, 허남희, 김민태, 신재호, 허광범
전력연구원 재료부식연구소
김종하*, 김기영, 이의열
안동대학교 재료공학부

1. 서론

스팀터빈 부품들(노즐박스, 블레이드, 조절밸브 등)의 입자침식은 발전설비의 심각한 문제점으로 나타나고 있다. 터빈 부품의 입자침식은 과열튜브, 재가열튜브 및 스팀파이프 등에서 떨어져 나오는 미세한 철산화물 입자들에 의하여 일어나며, 입자침식은 부품의 형상을 손상시키며 수명을 단축시키는 문제점을 나타내고 있다. 이로 인하여 발전설비의 효율이 저하되며 유지 및 보수비용이 증가하게 된다. 터빈 부품들의 입자침식을 억제하기 위한 효과적인 방안 중 하나가 부품의 표면에 내 침식성의 boride 코팅층을 생성시키는 것이다. 현재까지 제안된 boride 코팅 생성기술 중(CVD법, slurry 코팅법, pack cementation법 등) pack cementation법이 가장 경제적이고 안전한 것으로 알려지고 있으며, paste boronizing은 부품의 일부분에 적용할 때 적합한 방법으로 알려지고 있다.

본 연구에서는 powder 및 paste를 이용하여 pack cementation 방법으로 boride 코팅을 생성시켰으며, boride 코팅의 신뢰성을 평가하기 위하여 실제 침식환경과 유사한 조건을 재현할 수 있는 실험실 규모의 입자침식장치를 제작하여, 여러조건으로 생성된 코팅의 내구성을 비교, 평가하였다.

2. 실험방법

2-1. Boride 코팅 시편 준비

STS403 스테인리스 강의 표면에 powder 및 paste 형태의 boronizing agent를 사용하여 pack cementation 방법으로 boride 코팅을 생성시켰다. Boronizing 열처리는 공기 또는 Ar의 분위기에서 950℃에서 3~9시간 동안 수행되었으며, 30~60 μ m 두께의 boride 코팅이 생성되었다.

2-2. 특성 분석

Pack 조성에 따른 boride 코팅의 미세조직, morphology 및 상분포 등이 SEM(with EDS) 및 XRD를 사용하여 비교, 분석되었으며, 또한 코팅 및 기판금속 내의 경도가 vickers 경도기(하중 50g, 10초)로 측정되었다. 또한 스팀터빈엔진의 입자침식 환경을 거의 재현하는 실험실 규모의 입자침식장치를 사용하여, 다양한 조건(온도, 입자속도, 입자충돌각도 및 입자크기 등)에서 boride 코팅의 내침식성을 비교, 조사하였다. 내침식성은 침식시험에 사용된 입자량에 따른 금속의 침식손실량을 측정하여 얻어졌다.

3. 결과 요약

- 1) STS 403 스테인리스강 상에 상용 및 자체 혼합한 pack powder를 사용하여 생성된 boride 코팅은 $(Fe,Cr)B$ 와 $(Fe,Cr)_2B$ 상으로 구성되어 있었으며, 경도는 HV 1700~2000 정도인 것으로 측정되었다.
- 2) 여러 조건하에서 입자침식 특성을 측정할 수 있는 실험실 규모의 침식시험장치가 설계, 제작되었으며, 본 장치를 사용하여 내침식성 boride 코팅의 신뢰성을 평가할 수 있는 방법이 제시되었다. Boride 코팅의 내입자침식성(금속손실량 vs 사용된 입자량)을 측정한 결과, 만족할 정도의 특성을 보여주었다.

참고문헌

1. F. H. Stott, S. W. Green and G. C. Wood, "The Influence of Temperature on the Erosion Oxidation of Steels in a Fluidized-bed Environment", *Materials Science and Engineering*, vol. A121, p. 611-617, 1989
2. A. V. Levy, "The Erosion-Corrosion Behavior of Protective Coatings", *Surface and Coatings Technology*, vol. 36, p. 387-406, 1988
3. B. Formanek, "The Diffusion Boronizing Process of Reactive Atmospheres Containing Boron Fluorides", *Materials Science Forum*, vol. 163-165, p. 317-322, 1994
4. H. J. Hunger and G. Trute, "Boronizing to Produce Wear-resistant Surface Layers", *Heat Treatment of Metals*, vol. 2, p. 31-39, 1994