

스팀버켓의 내침식성의 향상을 위한 표면처리 공정별 특성 평가

A study on the solid particle erosion characteristics by surface treatment process for steam turbine bucket

울산대학교 첨단소재공학부 박정환*, 이광학

1. 서론

12Wt%Cr 강은 주로 증기를 통한 고체 입자에 의해 침식이 일어나는 발전 설비 중 터빈 버켓과 노즐 부분에 사용되는 금속이다.

본 연구에서는 이러한 12Wt%Cr강을 플라즈마 용사, HVOF용사, 플라즈마질화 같은 표면처리를 하여 각각의 정도, 조직 및 고체입자침식 시험을 행한 결과를 비교 검토하여 최적의 내마모성을 가지는 표면처리법을 개발코자 하였으며, 코팅층의 침식 특성에 대해서도 평가를 하고자 하였다.

2. 특정 및 공정

(1)소재

12wt%Cr 강은 기본적인 내식성을 가지면서 인장강도와 항복강도가 높고 고온에서 내산화성이 우수한 마르텐사이트계 스테인레스 강으로서 주로 높은 강도와 내식성을 요구하는데 사용되어지는 석유화학 플랜트, 항공기의 구조물이나 엔진 터빈 블레이드, 절삭 기구, 고온용 부품, 의료기기용 소재 등에 응용되고 있다.

(2)공정

(2)-1 HVOF 용사코팅

시험 크기는 침식(erosion) 시험용 시험 크기인 12.7X25.4X3.97mm로 제작하였다 이 모재에 예비실험을 통하여 최적의 용사 변수를 택한 뒤 2종류의 용사 분말을 각각 코팅하여 용사층을 형성하였다.

실험에 사용된 용사분말은 GTV사 제품으로 상품명인 80.71.1w와 80.76.1w인 분말을 사용하였다. 이들 두 분말은 텅스텐 카바이드(WC)계로서 EDX 분석결과 80.71.1w(WC/Co) 분말은 91.75wt%W, 8.24wt%Co로 구성되어 있고 80.76.1w(WC/Co/Cr) 분말은 86.16wt%W, 8.64wt%Co, 5.21wt%Cr로 구성되어 있다. 분말의 직경은 80.71.1w가 대략 48 μ m이며 80.76.1w는 44 μ m의 크기를 가지고 있다.

(2)-1 플라즈마 질화

플라즈마 질화는 HVOF 용사와 마찬가지로 침식 시험용 시험편을 사용하였으며 실험 조건은 580°C 에서 30시간 동안 처리하였다.

3. 결과요약

1. 12wt%Cr Steel 모재, 플라즈마 질화한 시험편, 플라즈마용사 시험편, HVOF 용사한 시험편 순으로 우수한 내침식성을 가지는 것으로 나타났다.
2. 모재는 충돌각도가 30 , 60 에서 많은 침식이 발생하는 전형적인 연성 침식현상을 나타내었으며, 15 , 30 에서는 고속의 입자에 의해 재료가 절단되어 떨어져 나가는 Micro Cutting에 의해 주로 침식이 발생하였으며, 충돌각도가 90 에서는 충돌에 의해 국부적인 소성변형이 발생하고 반복되는 충돌에 의해 탈락되는 침식이 발생하였으며, 충돌각도가 60 에서는 두가지 현상이 동시에 관찰되었다.
3. HVOF 용사한 시험편의 침식은 고체 입자와 충돌될 때, 전달되는 고체 입자의 운동에너지에 의해 부분적으로 깨어져서 떨어져 나가는 경한 재료의 침식 특성을 나타내었다.
4. 플라즈마 질화한 시험편의 침식은 충돌각도가 30 , 60 에서 질화층이 깨어져 나가는 현상을 나타내었으며 이는 충돌시 발생하는 전단응력 및 잔류응력에 의한 것으로 판단된다.

3. 참고문헌

- [1] 한국중공업 기술제안보고서, 물방울에 의한 터빈 블레이드 침식 모델 개발 (1991)
- [2] G. Ault, W. F. Barclay and H. P. Munger(Ed), High Temperature Material 2, Metallurgical Society Conferences Gordon and Breach Science Publishers 18 (1961)
- [3] J. E. Restall, The Development of Gas Turbine Material, G. W. Meetham(Ed), Chap.10, Applied Science Publishers, London (1981)
- [4] 이홍로, 표면공학, 형설출판사 (1999), 1
- [5] J. S. Clark. et. al., NASA TM-X-73586 (1977)
- [6] S. R. Levine and J. S. Clark., NASA TM-X-73586 (1977)
- [7] Roger W. Kaufold, Anthony J. Rotolico, John Nerz and Burton A. Kushner, Proc. of 3th National Thermal Spray Conference, Long Beach (1990)
- [8] K. A. Kowalsky, D.R. Marantz, M. F. Smith, W. L. Oberkamp, Proc. of 3th National Thermal Spray Conference, Long Beach (1990)
- [9] W. Tabakoff, M. Metwally, and A. Hamed , High Temperature coatings for Protection Against Turbine deterioration, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 117(1995), 146-151
- [10] W.J. Sumner, J.H. Vogan, and R.J. Lindinger, Reducing Solid Particle Erosion Damage in Large Steam Turbines, GER3478, GE Company Schenectady, New York (1985)

- [11] W. Tabakoff, High Temperature Erosion Resistance of Coatings for Use in Gas Turbine Engines, *Surface and Coatings Technology*, 52(1992), 65-79
- [12] W. F. Adler, Erosion : Prevention and Useful Applications, ASTM STP 664, ASTM (1979)
- [13] J. L. Pawlowsky, The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings, John Wiley & Sons, New York (1995)
- [14] B. C. Wu, E. Chang, S. F. Chang and C. H. Chao, *Thin Solid Films*, 172, 185 (1989)
- [15] R. D. Maier, C. M. Scheuermann and C. W. Andrews, *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 60(5) (1981), 555-561
- [16] S. Safai, A microstructure investigation of plasma-sprayed metal and oxide coating, Ph. D. Dissertation, State University of New York (1979)
- [17] R. McPherson, A review of microstructure and properties of plasma sprayed ceramic coating, *Surf. and Coat. Technol.*, Vol. 39/40 (1989), 173-181
- [18] G. Palombarini, M. Carbucicchio, *J. mater. Sci.*, 19 (1984), 3732
- [19] H-J. Hunger and G. True, *Heat treatment of Metals*, 2 (1991), 3
- [20] H-J. Hunger and G. True, *Heat treatment of Metals*, 1 (1991), 31
- [21] B. I. Beresnev, L. V. Loladze and B. M. Efros, *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Chernaya Metallurgiya*, 8 (1991), 103
- [22] B. . xyoB, *Boronizing of Iron & Steel (Jap. Ed.)* (1971) 37, 68, 91
- [23] 한봉희, 박종수, *대한금속학회지*, 12 (1974) 118
- [24] Alan Levy, *Solid Particle Erosion and Erosion-Corrosion of Materials*, ASM International, Materials Park, 11-13 (1995)