

원자력, 화력 스팀터빈 밸브부품의 플라즈마질화처리

Plasma Nitriding of Nuclear and Fuel Power Steam Turbine Valve Parts

박정환*, 심상한, 이선희, 김인수 (한국중공업(주) 기술연구원 생산기술연구소)

1. 서론

원자력, 화력 발전용 증기 터빈의 경우 보일러 및 증기발생기에서 생성된 고온 고압(화력 538°C, 3500 Psi/원자력 288°C, 1,050Psi)의 증기가 HP, IP 및 LP 터빈을 거치기전 주증기와 보조증기 밸브에서 지정된 온도와 압력 범위하에서 출력을 내기 위한 제어를 받도록 되어 있다. 이때 흐르는 증기는 복잡한 형상과 밸브부품들을 통과하면서 터빈의 속도 및 발전량을 조절하게 되어 있지만, 고속의 증기에 의해 부품들은 부식(Corrosion)과 침식(Erosion)이 발생하게 되며, 증기 양과 속도를 조절하다 보면 마모 현상이 발생하게 된다. 이러한 부식, 침식과 마모를 방지하기 위하여 현재 GE에서 개발한 가스 질화 공정을 통해 발전 부품의 수명을 향상시켜 오고 있다. 그러나 가스 질화의 경우 표면처리 중 암모니아가스의 분해도에 따라 질화층의 성분 및 물리적 특성이 달라지며, 처리시간이 50 - 100 시간으로 장시간 작업을 하여야 한다. 또한 스테인레스강의 경우 질화처리 전 산화피막을 제거하여야 하며, 질화처리 후 표면조도가 거칠며, 칫수증가가 심하여 후 가공연마 등을 거쳐야 한다. 이러한 복잡한 공정과 균일성을 보증하기 위해 이온질화 표면처리 공정을 개발하게 되었다.

2. 실험방법

본실험에서 사용한 시편은 원자력, 화력 스팀 터빈밸브에 사용되는 8 종류의 재질을 사용하였다. 정확한 실험을 위하여 각 재질별로 Test Coupon 과 Mock up 을 제작하였으며, 가공 후 Spec 에 의한 S/R 처리를 하였으며, 이 시편을 가지고 550 - 580 °C, 7 - 18 시간의 범위 및 Ar, H₂, N₂, CH₄ Gas 를 사용하여 플라즈마질화처리 작업을 하였다.

3. 결과 요약

(1) 플라즈마질화처리를 하기 위해 원자력, 화력 터빈밸브 소재인 Class I 과 Class II 을 준비하였으며, 이 소재들은 질화처리 전 Class I 685 - 700°C, Class II 615 - 720°C 로 S/R 처리를 하였다.

(2) Class I 의 B5F5B(L)을 550°C X 7Hr, 550°C X 10Hr, 550°C X 12Hr, 560°C X 18Hr 의 조건에서 실험을 하였다. 이중 560°C X 18Hr 가스 H₂ + N₂조건에서 경도 Hv700, 화합물층 0.025m/m, 확산층 0.62m/m 로 최적의 결과를 나타내었다.

(3) Class I 의 B5E1A(XM)을 550°C X 7Hr, 550°C X 10Hr, 550°C X 12Hr, 550°C X 24Hr, 560°C X 15Hr, 560°C X 18Hr, 560°C X 20Hr 의 조건에서 실험을 하였다. 이 중 560°C X 18Hr, 가스 H₂ + N₂ 조건에서 경도 Hv1,100, 화합물층 0.025m/m, 확산층 0.43m/m 로 최적의 결과를 나타내었다.

(4) Class II 의 B50A125E(XD)을 580°C X 7Hr, 580°C X 9Hr, 580°C X 11Hr, 580°C X 14Hr, 580°C X 19Hr, 580°C X 21Hr 의 조건에서 실험을 하였다. 이 중 580°C X 21Hr, 가스 H₂ + N₂ 조건에서 경도 Hv1,100, 화합물층 0.025m/m, 확산층 0.42m/m 로 최적의 결과를 나타내었다.

(5) Class II 의 B50A305B(XN)을 580°C X 19Hr, 580°C X 21Hr 의 조건에서 실험을 하였다. 이 중 580°C X 21Hr, 가스 H₂ + N₂ 조건에서 경도 Hv1,100, 화합물층 0.025m/m, 확산층 0.35m/m 로 최적의 결과를 나타내었다.

(6) 이온질화 실험 결과 가스질화 공정에 비하여 작업 시간 및 질화층의 특성 등에 비교해서는 월등히 우수한 것으로 나타났으며, Class I 재질과 Class II 재질에 대하여 현 가스질화 공정과 같이 Class 별로 이온질화처리를 하여도 Spec.에 만족하는 것으로 나타났다. 또한 질화처리의 공정 및 처리 전,후의 단순화 공정으로 원가 절감에도 기여할 것으로 사료된다.

4. 참고문헌

- (1) A. Fry, "Stickstoff in Eisen, Stahl and Sonderstahl", Kruppsche Monatshefte, 43, (1923), pp.137.
- (2) 吉相哲, 열처리기술, Vol. 4, No. 6, (1988), pp.2-8.
- (3) B.Berghaus, U.S. Patent No.3181029, (1965).
- (4) 辛連浩, 金正秀, 대한금속학회지, Vol. 29, No. 6, (1991), pp.631.
- (5) 일본전자공업(주): 기술자료
- (6) 山中 久山, "플라즈마 질화법", 일간공업신문사, (1976), pp.144.
- (7) 박득규, "플라즈마의 세계", 전파과학사, (1991), pp.19-24.
- (8) 山中 氷彦, "플라즈마 질화법", (1982), pp.37-38.
- (9) 摩蒔 立男, "박막작성의 기초", 공업조사회, (1973), pp.101