

플라즈마 이온질화 공정온도에 따른 스테인리스강 질화층의 표면 특성

Effect of plasma nitriding temperature on the surface properties of nitride layer on stainless steel

임경민^{a*}, 김혜민^a, 이승효^a, 김상권^b, 이재우^c, 배성택^c, 이명훈^a

^{a*}한국해양대학교 기관공학부 ^b한국생산기술연구원 인천지역본부 ^c대동금속공업사 연구소

초 록: 여기서는 오스테나이트 스테인리스강에 내구성능을 부여하기 위하여 여러 가지 공정온도 조건 중에서 플라즈마 이온질화 처리하여 질화층을 제작하였다. 이와같은 이온질화 층들에 대해서 형성 기구를 해석함을 물론 경도, 마모 및 충격 시험들의 기계적 특성과 염수분무시험(Salt Spray Test), 침지 자연전위(E_{cor}), 전기화학적 양분극 부식 특성을 평가하였다. 이들 층은 표면, 경화 깊이, 미세조직 및 결정구조를 분석하였고, 질화층 표면의 기계적 특성 및 부식 특성과의 상관관계를 해명-정리하였다.

1. 서론

최근, 지구환경 변화에 따른 기후 변동은 각종 에너지의 사용을 급격히 증가시키고 있다. 이에 따라 에너지를 공급하는 수·화력 등의 발전소 내부 설비에 사용되는 각종 구동 부품들의 경우에는 이 전보다도 더욱더 사용 환경이 가혹해지며, 고강도, 내마모성 및 내침식성 등의 고 내구성능에 대한 요구가 급증하고 있는 실정이다. 현재 이와 같은 발전설비 부품은 인코넬(inconel)이나 스텔라이트(stellite)와 같은 고가의 벌크(bulk) 소재가 수입되어 사용되고 있으나, 이들의 사용 환경이 조악해지며 극심한 마모와 캐비테이션 침식(cavitation erosion) 및 부식(Corrosion) 등에 의한 손상이 발생함에 따라 유지 관리 및 안정성의 문제가 대두되고 있다. 한편, 일반적으로 벌크(bulk) 소재 자체로는 요구하는 내구성능을 만족시키기 어려운 경우가 적지 않아 소재의 열처리나 코팅 등의 방법을 통해 고기능을 부여하는 표면개질 기술이 다양하게 보고되고 있고, 상기와 같은 내용을 해결하기 위해서는 적절한 표면처리가 중요한 과제라고 사료된다.

본 연구에서는 상대적으로 저렴한 스테인리스강 소재에 고내구성을 부여하기 위하여 각종 공정온도 조건 중에 플라즈마 이온질화 처리를 하여 질화층을 제작하였다. 또한 제작된 질화층에 대해서는 경화깊이 및 미세조직 및 결정구조를 분석하여 질화층 표면의 기계적 특성과 부식 특성과의 관계를 해명함으로써 질화층에 관한 제작설계 지침을 제시하고자 하였다.

2. 실험 방법

여기서는 50 mm × 100 mm 크기의 STS316L 모재에 활성화 스크린 이온질화 장치를 이용하여 질화층을 제작하였다. 먼저 90% Ar + 10% H₂ 혼합가스 분위기에서 1시간동안 이온 클리닝을 실시한 후, 전압 및 전류를 상승시켜 공정온도 400 ~ 500°C 조건 중에 40% N₂ + 60% H₂ 질화처리 분위기에서 10시간 동안 처리 하였다. 챔버 압력은 0.1 torr이며, Substrate와 Screen에 각각 2A, 20A의 전류를 인가하였다. 이와 같이 공정온도에 따라 제작된 질화층에 대해서 표면 및 단면의 비커스 경도, 내마모, 충격 및 캐비테이션 침식 특성을 종합적으로 평가 하였으며, 염수분무시험(SST), 침지 자연전위(E_{cor}) 측정, 전기화학적 양분극 부식 특성을 평가하였다. 또한 제작한 층에 대해서 SEM, XRD 등에 의해 표면 및 단면의 경화깊이, 몰포로지 및 결정구조를 분석하였다.

3. 결과 요약

본 실험에 따라 제작한 질화층의 질화 공정온도 별 표면형상, 질화깊이 및 내식성을 분석-평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 즉, 플라즈마 이온질화 공정온도가 증가함에 따라 질화층의 두께가 증가하고, 경도 및 캐비테이션 침식 특성은 향상되나, 내식성은 저하되는 경향을 나타내었다. 이는 질화층의 두께가 증가되면서 모재인 스테인리스 강 내 Cr이 반응하여 형성된 CrN 및 상 자체의 응력으로 슬립이 발생한 것에 의한 영향으로 사료된다.

참고 문헌

1. Sang-Gweon Kim, Sung-Wan Kim and P.J. Brand, Journal of the Korean Society for Heat Treatment, pp.150-155, 2010.

본 결과물은 지식경제부가 시행하는 부품·소재기술개발사업으로 수행한 기술개발과제의 일환으로 도움 받은 내용임을 알려드립니다.