

질화처리로 표면에 생성된 백층의 제거

위 명 용

충북대학교

질화처리는 내마모성이나 내피로성의 향상을 목적으로 크랭크샤프트 등과 같은 위험이 따르는 기계부품에 널리 이용되고 있다. 이 처리를 시행하면 표면에 질화철의 얇은 막이 생긴다. 현미경적으로 보아 부식되기 어려운 점에서 이 층을 “백층”이라 부르는데, 연하면서도 취성을 가져 마모 등을 촉진하기 때문에, 실제로는 경제적으로 값비싼 핸드래핑 등으로 제거하고 있다. 따라서 이 백층을 생기게 하지 않도록 하는 질화성 분위기 또는 제거하는 방법이 각 방면으로 검토되어지고 있다. 그럼에도 불구하고 아직 충분히 만족할만한 결과가 이루어지지 않고 있다.

이 백층은, 질화부품의 표면으로부터 0.05 mm 정도의 두께로 생성되는데, 그 조성은 ϵ 아니면 γ 의 질화철로 이루어지며, $\text{Cu}(\text{NH}_4\text{Cl})_2$ 등에 의해 쉽게 검출될 수 있다. $\text{Cu}(\text{NH}_4\text{Cl})_2$ 에 의한 백층의 제거법은 $\text{Cu}(\text{NH}_4\text{Cl})_2$ 를 충분히 적신 종이를 표면에 붙이면 백층이 아니면 Cu만이 표면위에 부착하는 것으로 확인할 수 있다.

래핑에 의해 제거하는 일 이외에 다른 방법으로서 Bell Helicopter Company에서 개발한 가열 시안용액법이 있으며, 기어 또는 피니언류 등의 백층제거처리에 이용되어지고 있는데, 가격면으로는 래핑과 같은 정도다. 따라서 질화처리에서 백층의 생성량을 제한할 수 있는 질화성 분위기중의 질소퍼텐셜을 제어하는 방법 등이 연구되어지고 있다. 예를 들면, Lightfoot 또는 Jack 등의 결과를 보면, 백층이 생성되지 않는 저질소 퍼텐셜에서는 Al이나 Cr을 포함하는 것 이외에는 질화의 효과가 적다. 또 백층이 생성되지 않는 상태하에서는 경도에 불균일성이 생기고, 그 경도는 낮은 값을 나타낸다고 보고하고 있다.

그러나 보다 좋은 분위기의 질소퍼텐셜을 조정하므로서 생성하는 백층을 어느 정도 컨트롤할 수가 있다.

Floe법은 그 중의 하나인데, 이 방법은 암모니아의 유속에 의해 질소퍼텐셜을 조정하는 것이다. 다시 말해서, 2단 질화 혹은 재질화의 제1단계에서 백층의 생성과 경도를 조절하고, 이어서 제2단계에서 분리도의 비교적 높

은 암모니아를 사용하여 경화된 확산층의 질소를 제거하지 않고 백층의 형성을 저지하는 방법이다.

또 Bell 등은 암모니아와 수소의 혼합가스를 질화분위기로 하여 사용, 질소 퍼텐셜을 조정한다. 이 방법은 배기중의 암모니아 가스를 체크하고, 또 유입되어 오는 암모니아와 수소량을 컨트롤함으로써 0.004 mm 이하의 백층을 생성시킬 수가 있다.

그럼에도 불구하고, 이 경우도 완전하게 백층을 제거할 수 없어 래핑작업을 무시할 수가 없다.

열화학적으로 백층을 제거하는 방법으로서 질소가 수소에서의 등온처리가 효과적으로 이루어지고 있다. 먼저 질소에 의해 제거하는 경우는, 500°C에서 γ -질화철(Fe_4N)은 $\sim 8 \times 10^3$ bar의 압력에서 평형을 이루고, 또 백층의 성분 (Fe_3N - Fe_2N)은 1 bar의 압력에서 두가지의 질화물로 이론적 분해를 하기 위해 백층이 제거된다.

그러나 실제로는 고순도의 질소를 사용해도, 이들 백층을 전부 제거하는 일은 어렵다. 한편 수소분위기의 경우는, 500°C에서 백층을 제거할 수는 있으나 같은 확산층중의 질화 크롬량이 감소하기 때문에 경도가 떨어진다. 따라서 경도를 저하시키지 않고 백층을 제거하는 방법으로서 질소와 수소의 혼합분위기가 쓰여지고 있다.

이 방법은 암모니아, 수소 또는 질소를 단독 또는 혼합하여 일정비율에서 가열로에 흘리는 처리방법이다. 이 경우, 대량의 유출암모니아 가스는 약산성의 매체를 이용 그의 흡수로부터 측정하고, 또 분리도는 로내의 질소퍼텐셜로부터 계산에 의해 구한다.

표 1은 722M24강을 써서 암모니아 가스중에서 500°C-24시간 질화처리를 한 후 H_2/N_2 비를 여러 가지로 변화시켜 500°C-4시간 탈백층 처리를 한 경우의 결과를 나타낸 것이다. 여기서 백층의 γ -무는 $\text{Cu}(\text{NH}_4\text{Cl})_2$ 를 사용하여 검토하였다. 이 결과로부터 H_2/N_2 의 비율이 1:10 및 1.5:10의 경우는 백층을 제거할 수 없었다.

또 표 2는 같은 강을 사용하여 암모니아 가스 중에서 500°C-72시간 질화처리를 하고, 이어서 500°C에서

표 1. 암모니아 가스를 이용하여 500°C-4시간 질화처리후 500°C-4시간 탈백층처리한 경우의 표면경도와 H₂/N₂와의 관계 (772M24강재)

H ₂ /N ₂	표면경도 (Hv 30 kg)		Cu(NH ₄ Cl) ₂
	제거전	제거후	
질화만	732	-	No
1:10	757	757	No
1.5:10	890	853	Yes
1:5	768	735	Yes
1:1	757	712	Yes

표 2. 500°C-72시간 질화 처리 후 1.5:10의 H₂-N₂혼합가스를 사용 500°C에서 각 시간 처리한 경우의 경도 (772M24강재)

제거시간	표면경도 (Hv 30 kg 하중)		Cu(NH ₄ Cl) ₂ 에 의한 결과
	제거전	제거후	
질화만	912	-	No
2	842	829	Yes
4	862	823	Yes
8	876	752	Yes

각 시간 탈백층 처리를 한 결과다. 이 경우의 H₂/N₂ 비는 1.5:10이었다.

Cu(NH₄Cl)₂에 의한 백층의 확인 테스트의 결과에 의하면, 2시간처리에서 백층이 제거된 것이 확인되었다. 이러한 경향은 시간이 길수록 현저했다. 그러나 그 어느 경우에도, 표면상의 백층은 대부분 제거되지만, 표면 바로 아래에 걸쳐있는 결정립계에는 8시간 처리에서도 약간 남아 있었다.

그림 1은 500°C-72시간 암모니아 가스 중에서 질화 처리한 772M24강을 다시 500°C에서 2,4,8시간 탈백층 처리한 경우의 경도분포를 구한 것이다.

이 결과에 의하면, 8시간처리에서 약 0.1 mm의 근처에서 최고의 경도를 나타냈고, 4시간 처리에서는 0.025 mm 근처였다.

이 처리방법은 먼저, 질화처리의 종료후 H₂-N₂의 혼합가스를 사용하여 챔버내의 암모니아 가스를 완전히 제거한 다음, 그 온도에서 2~4시간 유지한다. 그 후

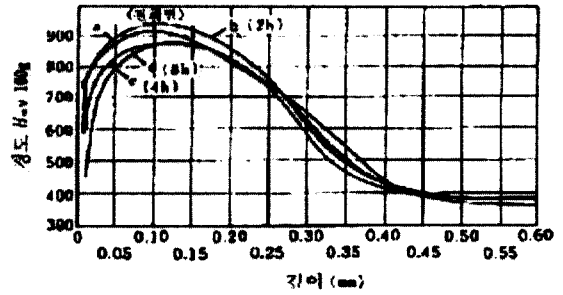


그림 1. 500°C-72시간 질화처리 후, 500°C의 온도에서 각각 탈백층 시킬 경우의 경도 분포곡선.

로를 밀폐하고 N₂-H₂의 혼합가스에서 냉각한다.

이 경우 2~4시간 보온 유지하는 것 때문에 코스트가 높아지지만, 램핑에 의한 백층삭제보다는 비교적 값이 싸다.

이상 N₂-H₂가스를 사용하여 백층의 제거법을 기술하였는데, 이상과 같은 방법의 결점은 백층의 완전제거에 따르는 약간의 표면경도 저하다. 따라서 실제로는 표면 경도와와의 상호관계를 고려하여 처리시간을 결정할 필요가 있다.

참고문헌

1. D. A. Dashfield : Met. Progr., 85, 2 (1964) 88.
2. US Patent no. 2437249.
3. US Patent no. 3399085.
4. British Patent no. 1303428.
5. B. J. Lightfoot and D. H. Jack : "Heat treatment '73", P 59 (1975), London, The Metals Society.
6. T. Bell et al. : "Heat treatment '73", p. 51 (1975), London, The Metals Society.
7. B. Edenholfer : Heat treat. Met., 1, 2 (1974), 59-67.
8. T. Bell : Heat Treat. Met., 2, 2 (1975) 39-49.
9. T. Bell and S. Y. Lee : "Heat treatment '73", p. 99 (1975), London, The Metals Society.
10. A. M. Minkevic and Yu. V. Sorokin : Hart.-Techn. Mitt., 25, 1 (1970), 10.
11. C. Dawes and D. F. Tranter : Metallurgia and Metal Forming, 40 (1973), 58-60.
12. British Patent Application no. 57516/73.