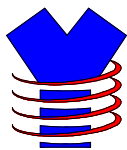


영풍열처리 기술자료

제 목 : 질화열처리의 기술과 적용사례

제 1 호



영풍열처리 Youngpoong Heat Treatment co.

본사공장) 702-083 대구광역시 북구 노원3가 59-21 전화:053)356-2114~5 팩스:351-9926

성서공장) 704-833 대구광역시 달서구 월암동 920-8 전화:053)592-2271~3 팩스:592-2274

WWW.HEAT-TREATMENT.CO.KR

YOUNG POONG HEAT TREATMENT
HEAT TREATMENT
OF
VACUUM Q/T&NITRIDING&ION PLASMA NITRIDING FOR DIES, AUTOMOBILE PARTS

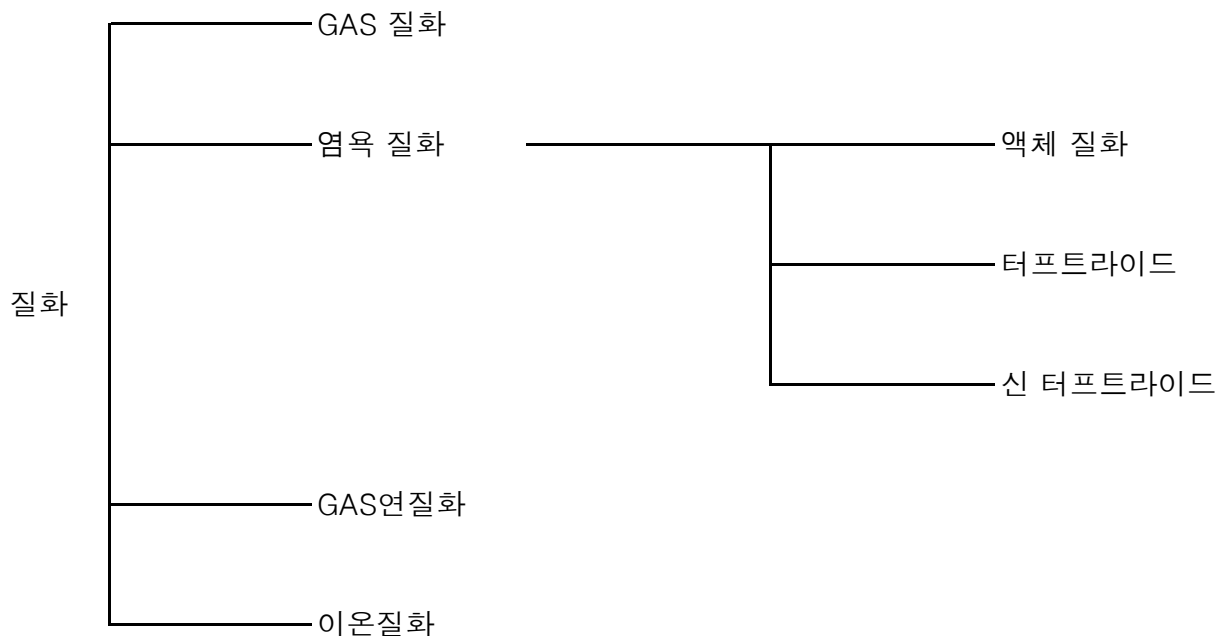
1. 질화란

철강의 표면 경화법에는 화학적 표면 경화법과 물리적경화법이 있다. 화학적 경화법은 침탄, 질화 등이 있다. 이들 중 질화 처리는 주로 내마모성, 피로강도, 내소착성, 내식성향상을 목적으로 하고 있으며 기어, 금형, 공구, 고정밀 기계부품의 고성능강화가 요구되는 부품에 적합하며 다른 열처리법에서 얻을수 없는 독특한 기계적성질을 얻는데 인식도가 증가하고 있고 실제현장에서 많이 적용하고 있다.

질화는 저온인 400~600℃정도에서 처리되기 때문에 변형을 최소화 할 수 있다는 장점이 있다. 아래 설명에서와 같이 질화의 종류도 많이 있는데 대체적으로 기본원리는 질소(N_2), 암모니아(NH_3)를 이용하여 철 표면에 N을 침투확산시켜 경질의 질화물($\epsilon Fe_{2-3}N, \gamma Fe_4N$)을 형성하며 강 중에 N과 결합력이 강한 합금원소(Al, Cr, Mo)는 고경도의 질화물(AlN, Cr_2N, MoN)을 생성시킨다. 이러한 질화물에 의해 독특한 기계적성질을 얻는 표면경화 열처리법이다.

2. 질화의 종류

질화의 종류는 많은 변화를 거듭하면서 발전되어 왔고 현재도 계속 연구 개발을 하고 있다. 지금까지 개발된 질화를 크게 분류하면 표1과 같이 대별할 수 있다.



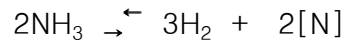
* 표1 질화의 종류 *

YOUNG POONG HEAT TREATMENT
HEAT TREATMENT
OF
VACUUM Q/T&NITRIDING&ION PLASMA NITRIDING FOR DIES, AUTOMOBILE PARTS

3. 각종 질화의 개요

3-1, GAS 질화

GAS질화는 암모니아(NH₃)GAS중에서 처리물을 500~550℃ 정도로 오랜 시간 가열하는 방법이다. 암모니아 GAS는 다음 식과 같이 해리하며 발생기 질소는 철표면에 흡착되어 내부로 확산하여 질화층을 만든다.



가스 질화에서는 Fe₂₋₃N이 주성분인 질화층이 매우 경도가 높으며 처리시간이 상당히 길고 질화층이 경화하기 위해서는 철중에 Al, Cr, Mo가 첨가되어야 하므로 강종에 제한을 받는다. 질화깊이를 깊게 요구하는 제품에는 이 질화법이 많이 적용되고 있다.

3-2, 염욕 질화

액체 질화는 염욕질화용 염으로 NaCN(55~65%), KCN(35~45%)의 혼합염을 사용한다. 가열 온도를 500~600℃로 하면 질화가 주체인 질화가 되고 질화 시간은 약30~120분으로 가스 질화보다 짧으며, 질화강 뿐만 아니라 보통 가스 질화보다 얇은 질화층을 얻는데 사용된다.

3-3, 터프트라이드 질화

이것은 염욕 질화법의 일종이며 터프트라이드用으로 개발된 염욕을 사용하여 여기에 공기를 흡입시키면서 약570℃로 10~30분 동안 가열한 다음 水中에 급냉한다. 기존 NH₃ 가스에 의한 질화에 비해 처리시간이 짧으며, 강종 제한도 없다. 화합물층(化合物層)에 의해 내마모성이, 확산층(擴散層)에 의해 피로강도가 향상된다.

3-4 新터프트라이드

新터프트라이드法과 기존 터프트라이드의 차이점은 염욕, 성분차이, 염욕의 질소 포텐셜이 높아 같은 질화층 두께를 얻는데 소요되는 시간이 단축 될수 있어 경제적인 이점도 있으며, 피로강도도 어느정도 높일 수 있는 등의 이점도 있다.

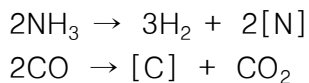
처리온도는 580℃정도이며 무공해를 달성할 수 있다.

新터프트라이드법으로 처리한 부품은 기존 터프트라이드에 비해 내마모성은 거의 같으며 피로강도는 약간 높다. 내식성은 산화물층을 생성시키는 기법을 적용할때 상당히 향상된다.

YOUNG POONG HEAT TREATMENT
HEAT TREATMENT
OF
VACUUM Q/T&NITRIDING&ION PLASMA NITRIDING FOR DIES, AUTOMOBILE PARTS

3-5, 가스 연질화

가스 연질화(軟窒化)는 질소와 탄소의 작용으로 화합물층의 조성이 달라진다. NH₃을 함유한 환원성 분위기 중에서 A₁ 변태점 이하인 500~700℃ 정도의 저온으로 1~4시간 가열하여 강 표면에 탄질화물 또는 질화물층, 그 배후의 질소 확산층을 생성시키고, 이 질소 확산층의 고용화를 유지시키기 위해 처리 후 바로 유냉 등의 급냉을 하는 방법이다. 가스 연질화한 강의 표면의 탄질화물층 또는 질화물층에 의해 내마모성, 내소착성, 내식성이 향상되며, 질소확산층에 의해 피로강도가 향상된다. 가스연질화의 종류도 많이 개발되어있다. 그중 혼합가스를 이용한 가스연질화법의 화학반응식을 나타냈다.



상기반응식에 의한 질화공정은 표면층에 Fe₃ C가 생성되며, 이 Fe₃ C가 핵이 되어 Fe₃ N, Fe₄ N의 화합물층이 생성된다. 처리온도는 통상 570~580℃이며 시간은 30분~5시간 정도이다.

3-6, 이온 질화

Ion질화는 N₂, H₂ 가스 등을 함유한 혼합희박(混合稀薄)가스 분위기에서 글로우 방전에 의한 이온충격으로 표면경화시키는 질화법이다.

이 질화법은 금속의 표면질화법중 가장 최근의 신기술열처리법으로 질화층의 선택조직생성과 저온처리로 소재의 변형방지, 빠른 처리시간으로 품질향상, 생산성, 향상에 적극 기여되는 기법이다.

* 이온질화의 특징

1) 무공해

미량의 N₂, H₂ GAS 만으로 처리되는 새로운 질화법이다.

2) 생산원가를 절감

열원은 진공로 안의 이온화한 GAS가 음극표면 처리물에 고속으로 충돌시 발생하는 열에 의해 질화처리된다. 물론 처리후에 담금질, 뜨임, 후가공 등이 필요없으므로 많은 생산원가를 절감할 수 있다.

YOUNG POONG HEAT TREATMENT
HEAT TREATMENT
OF
VACUUM Q/T&NITRIDING&ION PLASMA NITRIDING FOR DIES, AUTOMOBILE PARTS

3) 효과적인 PROCESS임

이온 스퍼터링(SPUTTERING)에 의해 처리부품표면이 활성화되어 질소의 포텐셜이 높다. 아래 그림1은 이온질화와 가스질화의 질화속도를 비교한것이다. 재료는 질화강을 사용하였다.

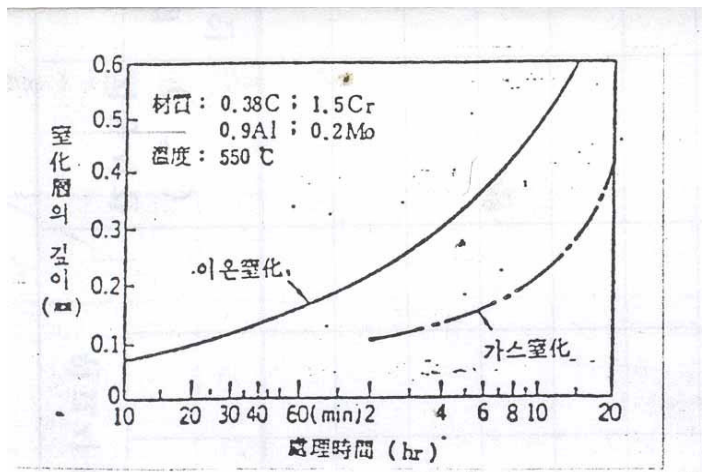


그림 1 질화 속도의 비교

4) 저온 처리가 가능하다.

400℃정도의 저온에서도 상당한 질화효과가 있으며 질화 후 변형은 매우 적다. 표면 상태도 좋으므로 이온질화 전에 연마가공을 하여 질화 후 그대로 사용하기도 한다.

5) 질화처리 조건의 선택 폭이 넓다.

350~600℃ 또는 그 이상의 온도에서도 질화가 가능하며, 처리온도, 처리시간등을 감안하여 경제적인 선택을 할 수 있다.

6) 화합물층 조성의 조절이 자유롭다.

이온 질화에서는 ϵ 상, r 상의 관리하기가 쉽고 화합물층 조성조절이 가능하다.

7) 특수강 질화가 쉽다.

예를 들면 스테인레스(Stainless)강과 같이 표면이 크롬산화물을 주체로 하는 부동태피막이 덮혀 있어서 질화를 억제하는 강에도 질화가 쉽다.

YOUNG POONG HEAT TREATMENT
HEAT TREATMENT
OF
VACUUM Q/T&NITRIDING&ION PLASMA NITRIDING FOR DIES, AUTOMOBILE PARTS

8) 적용범위가 넓다

강, 주철, 티타늄, 지르코늄 등의 합금에도 질화가 쉽다.

9) 내식성이 우수하다

대체적으로 내식성이 우수하며 크롬도금이상의 효과를 나타내는 재질도 있다.

3-7, 각종 질화법의 특성과 비교

Table1 각종 질화법의 특성

	가 스 연 질 화	터 프 트 라이드 법	이온Plasma 질 화 법	가 스 질 화
원 리	RX 가스50% NH3가스50% 혼합분위기에 서N,C를 강에 확산시킨다. $2\text{NH}_3 \rightarrow 2[\text{N}] + 3\text{H}_2$ $2\text{CO} \rightarrow [\text{C}] + \text{CO}$	XCN,XCNO,X CO(X:알칼리금 속)욕중에서 반응에 의해N, C의 확산공기 $2\text{XCNO} + \text{O} \rightarrow \text{O} + 2[\text{N}] + \text{XCO}$ $2\text{CO} \rightarrow [\text{C}] + \text{CO}$	진공로에서 글로 우방전을 발생시 켜 N,X 및 다른 가스의 단독 또는 복합가스 분위기 에서 확산시킨다. 암모니아가스의 경우 $2\text{NH}_3 \rightarrow 2[\text{N}] + 3\text{H}_2$	NH가스 분위기 에서 N을 확산 시켜 친질소원 소와 질화물을 만든다. $2\text{NH}_3 \rightarrow 2[\text{N}] + 3\text{H}_2$
적용 강종	전 강 종	전 강 종	일부의 비철을 포함한 전강종	질 화 강
온 도	460 ~ 580℃	560 ~ 580℃	350 ~ 570℃	500 ~ 540℃
열 원	외부전기가열	외부전기가열	방전가열	외부전열가열
시 간	15분 ~ 6시간	15분 ~ 3시간	15분 ~ 20시간	40분 ~ 100시간
질 화 제	NH가스 RX가스	XCN, XCNO	N,H 침탄성의 단독 또는 혼합가 스	NH 가스
부분질화	어 려 움	어 려 움	상당히 쉬움	어 려 움
관 리	NH ₃ 의 분해도 노점. 보통	욕의 조성 및 분석, 어려움	방전 전압, 전류. 쉬움	N H ₃ 의 분해도, 보 통
변 형	小	小	極小	小

YOUNG POONG HEAT TREATMENT

HEAT TREATMENT

OF

VACUUM Q/T&NITRIDING&ION PLASMA NITRIDING FOR DIES, AUTOMOBILE PARTS

3-8 이온 질화의 적용 사례

Table 2 이온 질화법을 적용시킨 각종 재료의 특성 및 예

강 종	처 리 온 도 (일반, °C)	화 합 물 층 두께(μm)	경 화 층 두께(mm)	표 면 경 도 (HRC)	적 용 예
SPCC S10C	570 ~ 590	8 ~ 10	0.3 ~ 0.4	400 ~ 500 500 ~ 600	컴퓨터주변부품, 미싱,농기구부품, 판스프링,브레이크 패드 등
S25C S35C S45C	570 ~ 580	10 ~ 15	0.2 ~ 0.25	600 ~ 700	컴퓨터주변부품, 샤프트,유공압부 품,펌프, 커터기 어, 프린트기판 용 금형
SK3	550 ~ 570	10 ~ 15	0.25 ~ 0.3	600 ~ 700	프린트기판용금형 샤프트, 핀 등
SCM435	500 ~ 570	6 ~ 10 10 ~ 15	0.25 ~ 0.3 0.5 ~ 0.6	550 ~ 750	내치기어 샤프트
SCM440 SCM439	500 ~ 530	10 ~ 15	0.4 ~ 0.6	600 ~ 700	내치기어,유성차 기어등
SACM645	500 ~ 550	10 ~ 20	0.25 ~ 0.5	900 ~ 1,000	가열실린더,스크 류,스크류,스크류 헤드,터보부품,캠, 인젝션핀
SKD61 SKD62	510 ~ 530	10 ~ 15	0.25 ~ 0.5	1,000 ~ 1,100	열간단조용금형, 알루미늄압출금형, 샤프트, 핀
SKD11	450 ~ 480	10 ~ 15	(0.1 ~ 0.3) 0.01 ~ 0.15	1,000 ~ 1,200	스크류,스크류헤 드,냉간용 펀치
SKH51	480 ~ 500	2.0 ~ 8.0	0.1 ~ 0.2 0.01~0.03	1,200 ~ 1,300	냉간용펀치,드릴, 엔드밀
SUS304 SUS403	550 ~ 570	20 ~ 60 ~150 100 ~ 180	0.02~0.08~0.1 5 0.1 ~ 0.18	1,000 ~ 1,200	터보부품,밸브봉, 샤프트,가이드롤 러스크류
FCD	550 ~ 570	8 ~ 12.0	0.03 ~ 0.05	600 ~ 800	크랭크샤프트, 실린더
YHD3	390 ~ 420	5.0 ~ 10.0	0.1 ~ 0.2	1,000 ~ 1,100	열간단조용 금형
NAK55	450 ~ 510	2.0 ~ 5.0	0.05 ~ 0.15	750 ~ 850	소성가공금형,금 형부품다이캐스팅 금형부품
MASL	400 ~ 480	2.0 ~ 5.0	0.05 ~ 0.15	800 ~ 1,000	소성가공금형,다이 캐스팅금형부품
MAC24	500 ~ 530	10 ~ 15	0.4 ~ 0.6	800 ~ 900	실린더,캠,익스트 누전기계 부품