

열처리분위기를 이용한 표면처리

- 1884년에 Sheldon의 광휘소둔
- 1890년에 Lake는 목탄발생로에서 질소, 수소, 탄산가스의 혼합가스를 만들어 광휘열처리를 실시
- 1975년경부터 염욕법에 의한 질화를 대신하여 가스연질화법
- 1980년경부터 N_2 분위기에 관한 연구보고가 급격히 증가



Bright annealing furnace

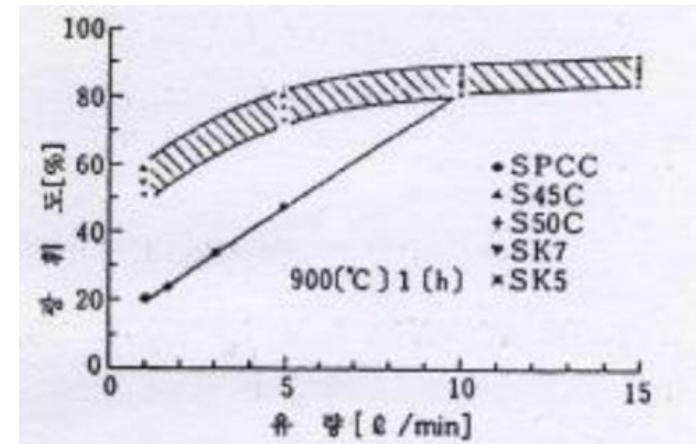
질소 분위기 열처리

- 천연가스(액화석유가스)를 변성하여 사용하였으나, 연료 소모를 줄이기 위하여 질소로 대체됨.
- 질소가스는 화학적으로 안전하여 열처리가스로 적합함.
- 질소분위기 가스 순도가 높아서, 적은 가스량으로 열처리가 가능하다.
- 기타 활성가스와 혼합하여 다양한 목적에 사용할 수 있음.

질소분위기를 이용한 표면열처리

탄소강의 광휘도에 질소가스 유량이 미치는 영향

- 가스 공급량과 광휘성은 전반적으로 비례함.
- 저탄소강의 경우, 가열 중에 생성된 표면산화막이 탄소에 의하여 환원되지 않기 때문에 광휘성이 현저히 감소한다 (그림의 SPCC 경우).
- 강 중의 탄소량이 증가하면 열처리중에 탄소가 표면으로 확산하여 산화막을 환원시키기 때문에 광휘성이 증가하게 된다. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}$



침탄 처리 (Carburizing)

■ 침탄이란

- 저탄소강의 표면에 탄소를 침투시켜 경도를 향상시키는 표면강화처리방법
- 탄소강의 경우 강을 담금질하였을 때 얻어지는 최고의 경도는 합금원소의 함유량보다는 주로 탄소함유량에 의하여 결정됨
- 담금질하여도 경도를 높일 수 없는 저탄소강의 경도를 올리려면 탄소함유량을 높여줌
- 저탄소강의 표면에 탄소를 침투시켜서 탄소농도를 높인 후에 담금질함으로써 표면 부근에 단단한 표면층을 만들고 내부는 저탄소이기 때문에 경도가 낮고 비교적 인성이 높은 재료를 얻는 방법이 고안됨

0.05% 탄소강 \approx HRC 20
0.6% 탄소강 \approx HRC 65
0.9% 탄소강은 경도감소
(잔류 오스테나이트 증가)

침탄처리 효과

침탄 후, 담금질 및 템퍼링처리를 하면 표면의 마르텐사이트 변태에 의하여 내부와 표면의 용적변화가 다르게 나타남.

즉, 탄소량이 많은 표면의 부피팽창이 크고, 내부로 갈수록 감소하므로, 표면에 **압축잔류응력**이 생성되어 내마모도와 피로강도를 향상시킴.

Residual compressive stress

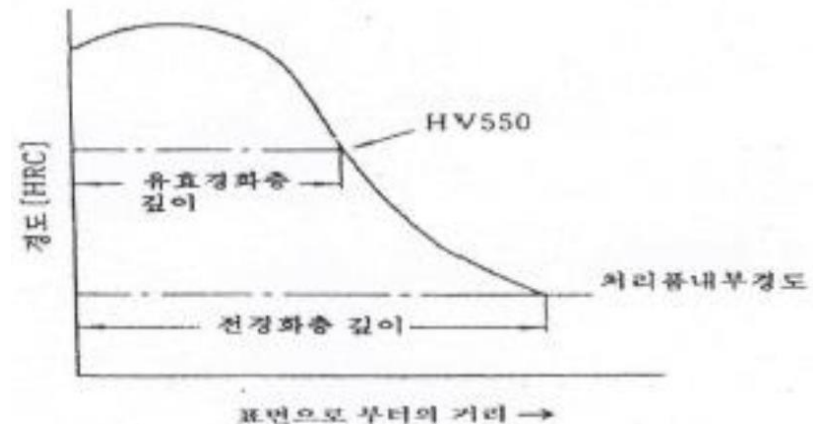


그림 2-26 침탄층의 경도분포

침탄 처리의 특징

- 처리품 형상에 제한의 없고, 복잡한 형상의 소형부품의 대량 처리가 가능함
- 대량생산이 가능
- 작업환경이 뛰어남
- 이상조직을 피하기 위해 킬드강을 사용함
- 대형부품에는 담금질성을 고려할 필요가 있어서 합금강을 사용에 따른 재료비의 상승이 일반적임
- 고품질의 제품 생산 가능

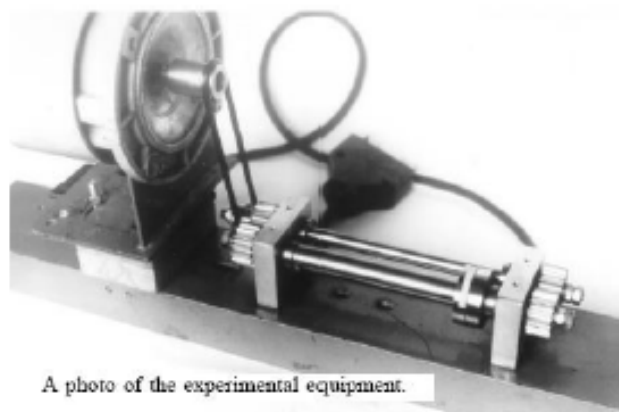
침탄처리용 모재(강)의 조건

- ▶ 모재 가열에 의하여 결정립의 조대화를 일으키지 않을 것!!
- ▶ 담금질에서 모재의 내부가 경화되지 않고, 인성을 유지해야 하기 때문에 침탄용 모재의 탄소량은 0.2% 이하, 표면층 침탄량은 0.8-0.9%를 유지함.
 - 고 하중 조건의 모재 침탄 깊이는 1.5 mm,
 - 중 하중 조건의 모재 침탄 깊이는 0.5 – 1.0 mm,

Wear resistance improvement of sintered structural parts by C_7H_7 surface carburizing

Abstract

Höganäs NC 100.24 grade iron powder with 3 wt.% Mn and 0.8 wt.% C additions was used to produce the sintered gears. Those underwent the thermochemical cyclical treatment using hydrocarbons (C_7H_7), which resulted in carbides layer formation on the compacts. Three different thermochemical treatment conditions in terms of cycle number were chosen. The initial phase contents in the surface layer and its changes during the thermochemical cyclical treatment were studied by SEM analysis, metallography and microhardness measurements. The control of wear resistance was based on a set of two gears working together under specified rotation speed and load. The weight changes of those gears after 1 and 2 h of dry friction were controlled. A particular increase of wear resistance of the C_7H_7 carburized gears as compared with the untreated ones were observed.



A photo of the experimental equipment.

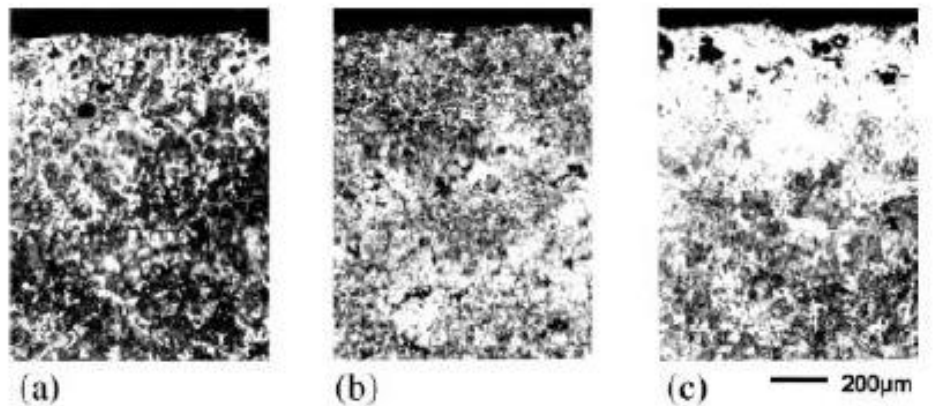


Fig. 4. Microstructure of the surface layer for samples carburized: a – in 6, b – in 12, and c – in 18 cycles.

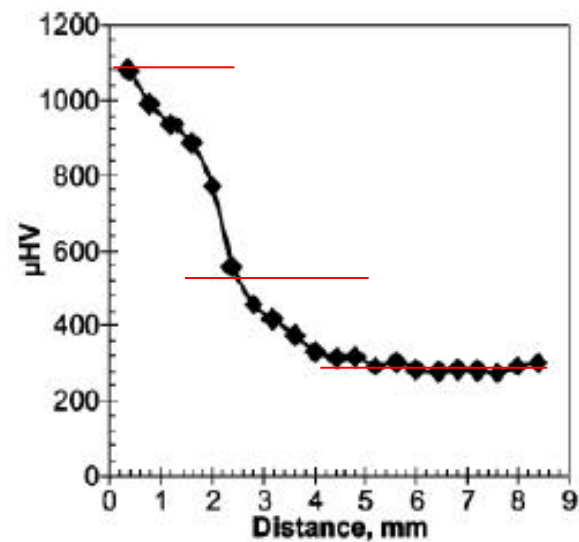
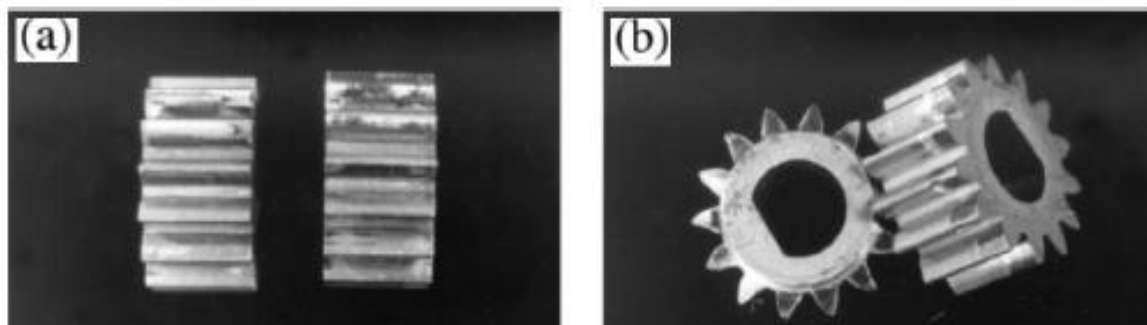
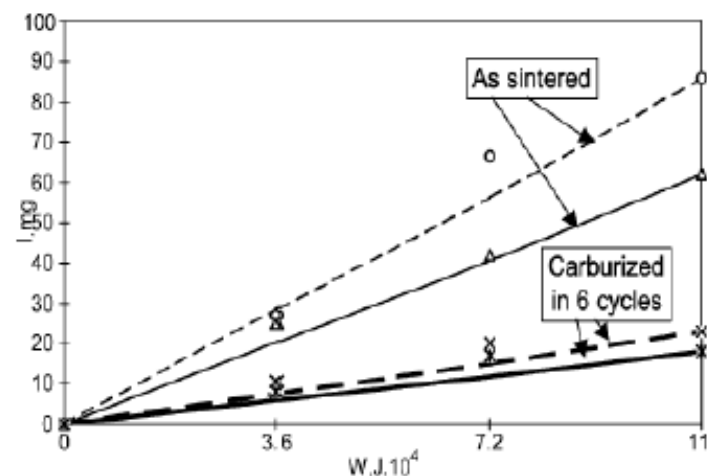


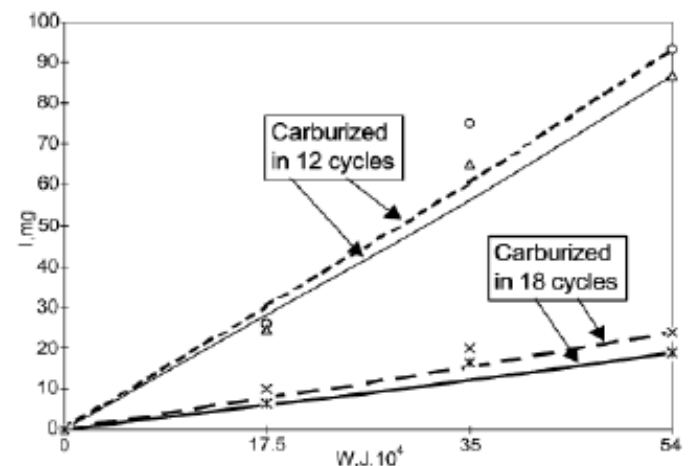
Fig. 5. Microhardness profile for the surface layer in a sample carburized in 18 cycles.



Non-uniform contact spot of tested gears carburized in 18 cycles tested at $\sigma_H = 112$ MPa (a); and linear wear of teeth profile for non-carburized gears tested at $\sigma_H = 257$ MPa (b).



Weight loss of gears in as sintered state and after carburizing in 6 cycles tested at $\sigma_H=257$ MPa.



Weight loss of gears carburized in 12 and 18 cycles tested at $\sigma_H=112$ MPa.

Table 2

Weight loss of sintered and carburized gears after wear testing at $V=2.2$ m/s and torque $T=4.00$ Nm

Initial mixture	Number of carburizing cycles	Contact stress σ_H , (MPa)	Weight loss I , (mg)
Fe(NC100.24) + 3% Mn + 0.8% C	0	352	21.6
	6	205	13.7
	12	154	10.9
	18	110	7.5

침탄의 방법 (가스침탄, 진공침탄, 이온침탄)

■ 가스침탄법

- 가장 널리 이용되고 있는 침탄법으로 대량생산, 자동화가 가능
처리품 표면의 탄소농도를 임의로 조절할 수 있음
- 천연가스, 석유가스를 일정비율의 공기와 섞어 가열분해를 통해
변성시킨 흡열형 가스를 이용함

표 2-9 흡열형 가스의 조성

(%)

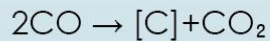
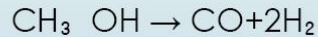
가스조성 원료가스	일산화탄소 (CO)	수 소 (H ₂)	질 소 (N ₂)	메 탄 (CH ₄)	이산화탄소 (CO ₂)
프로판 가스	20	30~40	40~50	0.2~2	0.0~
도 시 가 스	20~25	40~45	25~35	0.1~1.0	0.0~
천 연 가 스	20	40	40	0.2~2	0.0~

가스침탄법

- 침탄온도는 일반적으로 900~930 °C 로 되어 있으나 침탄깊이 등에 따라서
적당히 조절가능함
 - 예) 침탄깊이를 얇게 하기 위해 900 °C 이하의 온도에서 처리하기도
하고, 시간을 단축시키기 위하여 1,000 °C 부근에서 처리하기도 함

적하식가스침탄법

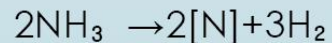
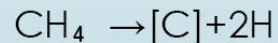
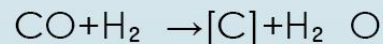
- 일반적인 가스침탄법과 기구가 같으나 침탄가스의 제조법이 다름
- 적하식 가스침탄법은 알콜류, 글리세린, 초산메틸 등의 유기액체를 직접 침탄로내에 적하하여 열분해했을 때 발생하는 일산화탄소와 수소가스를 주체로 하는 가스침탄법



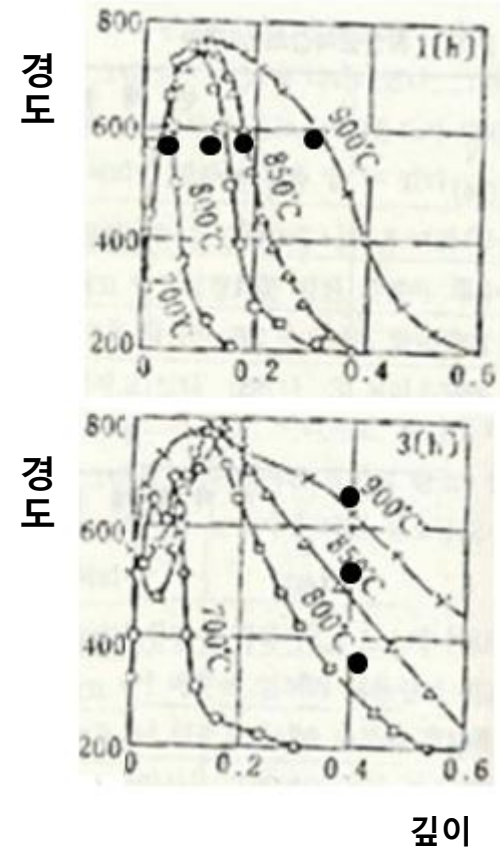
- 유기액체의 종류, 적하량, 온도에 의해 결정됨
 - 변성로가 불필요 -> 설비비가 작음
 - 아민계의 용제 (HCONH_2) 등을 사용하면 침탄질화처리도 가능

가스 침탄질화법

- 침탄과 동시에 질소도 침투시키는 것
- 침탄성 가스에 NH_3 를 혼합시키지만 처리품 표면에서의 반응은 가스침탄법, 가스질화법의 반응과 같음



침탄층의 경도분포



진공침탄법

- 진공열처리의 발달과 고온침탄과의 조합에 의해 단시간내에 요구하는 침탄층을 얻을 수 있음
- 그을음 발생과 유해가스의 배출이 없어 작업환경이 좋은 침탄법임
- 진공중에서 처리품을 가열한 후 메탄 등의 탄화수소계 가스를 챔버안에 도입하여 감압분위기 10^{-2} Torr 하에서 침탄/확산시킨 후에 담금질 함
- 1040 °C 부근의 고온으로 침탄시간이 단축됨

이온침탄법 (플라즈마 침탄법)

- 메탄, 프로판 등의 가스를 글로우 방전하여 플라즈마를 발생시키는 방법
- 이온침탄은 약 930 °C 이상의 고온처리이므로 일반적으로 외부로부터 히터에 의한 가열이 필요함
- 처리품을 진공로에 넣고 메탄, 프로판과 같은 탄화수소가스 분위기의 감압하에서 가열하면서 처리품을 음극으로 하여 양극과의 사이에 직류고전압을 가하여 글로우 방전을 일으켜 플라즈마 발생
- 탄화수소는 분해하고 탄소는 이온화되어 높은 운동 에너지를 갖는 C⁺ 이온이 되어 처리품 부근(음극)으로 가속되어 처리품 표면에 충돌하여 침탄이 됨

침탄층의 경도분포

