

Çeliklere Uygulanan Yüzey Sertleştirme İşlemleri

Bazı uygulamalarda kullanılan çelik parçaların hem aşınma dirençlerinin, hem de darbe dayanımlarının yüksek olması istenir. Bunun için parçaların yüzeylerinin sert, merkezlerinin olabildiğince yumuşak olması gerekir. Bunu sağlamak için parçalara yüzey sertleştirme işlemleri uygulanır. Çelik parçaların yüzeyleri sementasyon, nitrürleme, alevle ve indüksiyon akımıyla sertleştirilebilir.

1. Yüzeyin kimyasal bileşiminin değiştirilmediği yöntemler:

- a) Alevle yüzey sertleştirme b) İndüksiyonla yüzey sertleştirme

Bu yöntemler, yüzeyde ısı birikimi esasına dayanırlar.

2. Yüzeyin kimyasal bileşiminin değiştirilerek yapıldığı yüzey sertleştirme yöntemleri:

- a) Sementasyon b) Nitrürleme c) Borlama vb.

Sementasyon

%0.2 ve daha az karbon içeren çelikler doğrudan sertleştirilemezler. Bunlarda, önce ısıl işlemle yüzeye karbon emdirilerek, yüzeyin karbonu arttırılır, daha sonra su verilerek sertleştirilir.

Karbon yayındırma işlemi katı, sıvı veya gaz ortamda yapılabilir.

Katı ortamda karbon yayındırma için kömür tozu (grafit) ve BaCO_3 vb karışımlar içerisine çelik parça gömülür ve kutunun ağzı hava sızdırmayacak şekilde kapatılır.

Kutu uzun bir süre ostenit sıcaklığında bekletilir ve daha sonra parçalara su verilir.

Elde edilecek sert tabaka kalınlığı; ortamın bileşimi, malzeme cinsi, işlem sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişebilir. Bunun için 2.Fick kanunundan yararlanılır.

Buna göre:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

dir. Semantasyon için bu

denklem düzenlenirse;

$$\frac{C_x - C_0}{C_x - C_0} = 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \quad \text{olur.}$$

$C_{x,t}$: $t > 0$, başlangıçtan bir süre sonra, x mesafesindeki karbon bileşimi

C_1 : Ortamın C miktarı (potansiyeli)

C_0 : Semantasyon yapılacak çeliğin karbon miktarı

Yayınma sabiti

Frekans sabiti

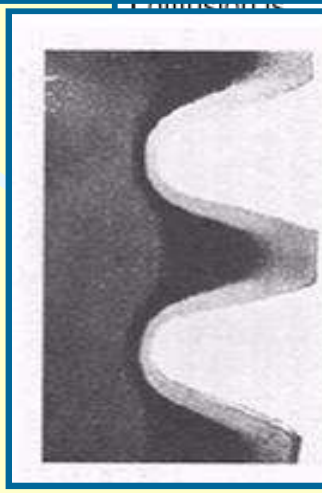
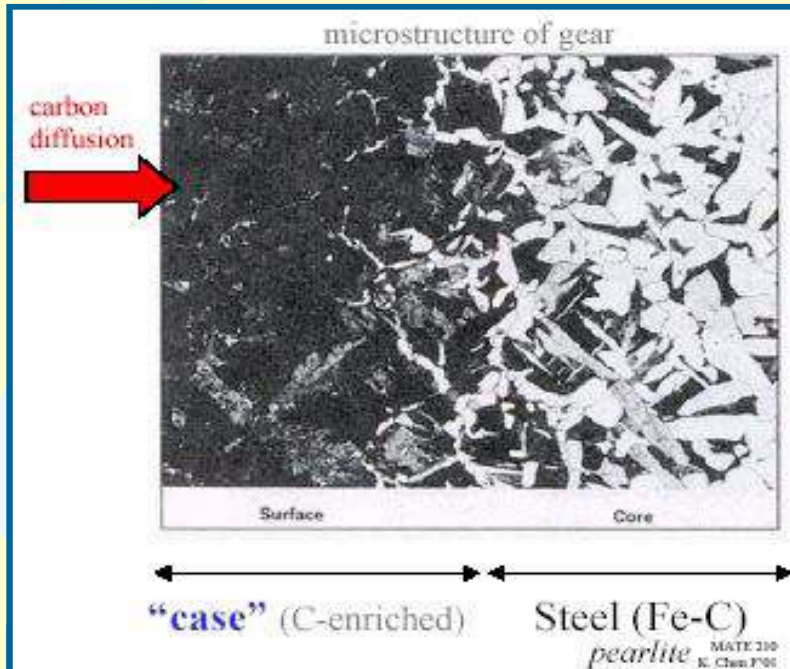
$$D = D_o \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right)$$

Aktivasyon enerjisi (cal/mol.gr)

İşlem sıcaklığı, K (Kelvin)

Gaz sabiti, 1.987 (cal/mol.gr.K)

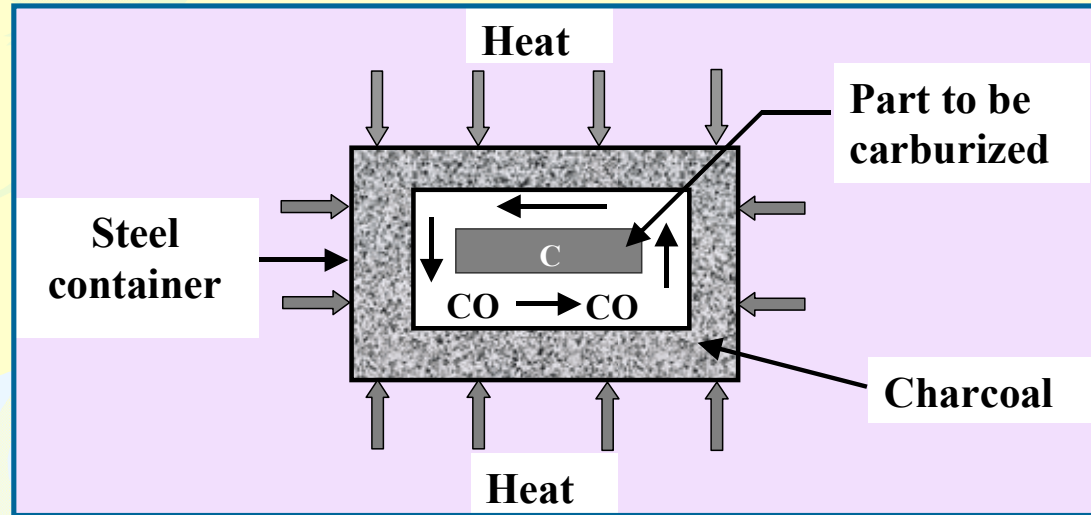
Çeşitli elementler için Aktivasyon enerjisi ve Frekans faktörü değerleri



Matrix	Diffusing species	$D_0(\text{m}^2/\text{s})$	$Q(\text{kJ/mol})$
Al	Cu	1.50×10^{-5}	126
	Fe	4.10×10^{-13}	58
	Ni	2.90×10^{-12}	66
	Si	9.0×10^{-5}	176
	Zn	1.40×10^{-4}	129
Cu	Co	1.93×10^{-4}	226
	H	1.96×10^{-7}	28.8
	Ni	1.93×10^{-4}	232
	Sb	3.40×10^{-5}	128
	Zn	3.40×10^{-5}	191
α -Fe	C	2.20×10^{-4}	122
	Cr	2.53×10^{-4}	240
	Cu	4.70×10^{-5}	244
	H	2.30×10^{-9}	6.6
	Mn	4.9×10^{-5}	276
	N	8×10^{-7}	76
	Ni	9.90×10^{-4}	259
	W	6.90×10^{-3}	265

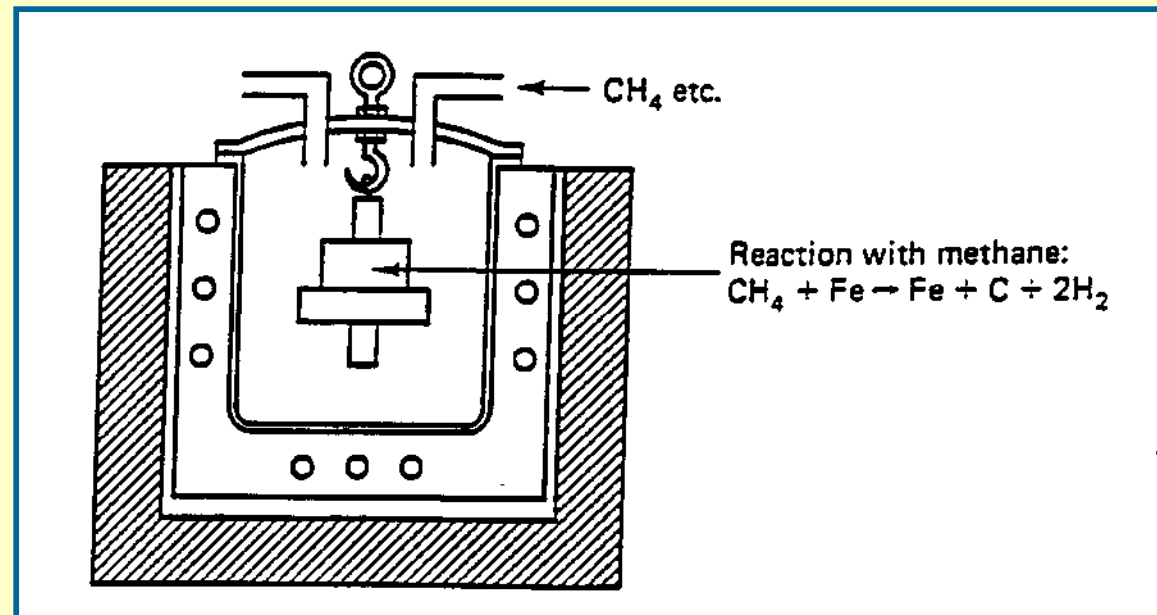
For example, these values represent define the diffusion coefficient of Ni in Al.

Katı ve Gaz Ortamda Sementasyon



Katı ortamda sementasyon

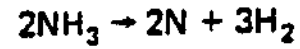
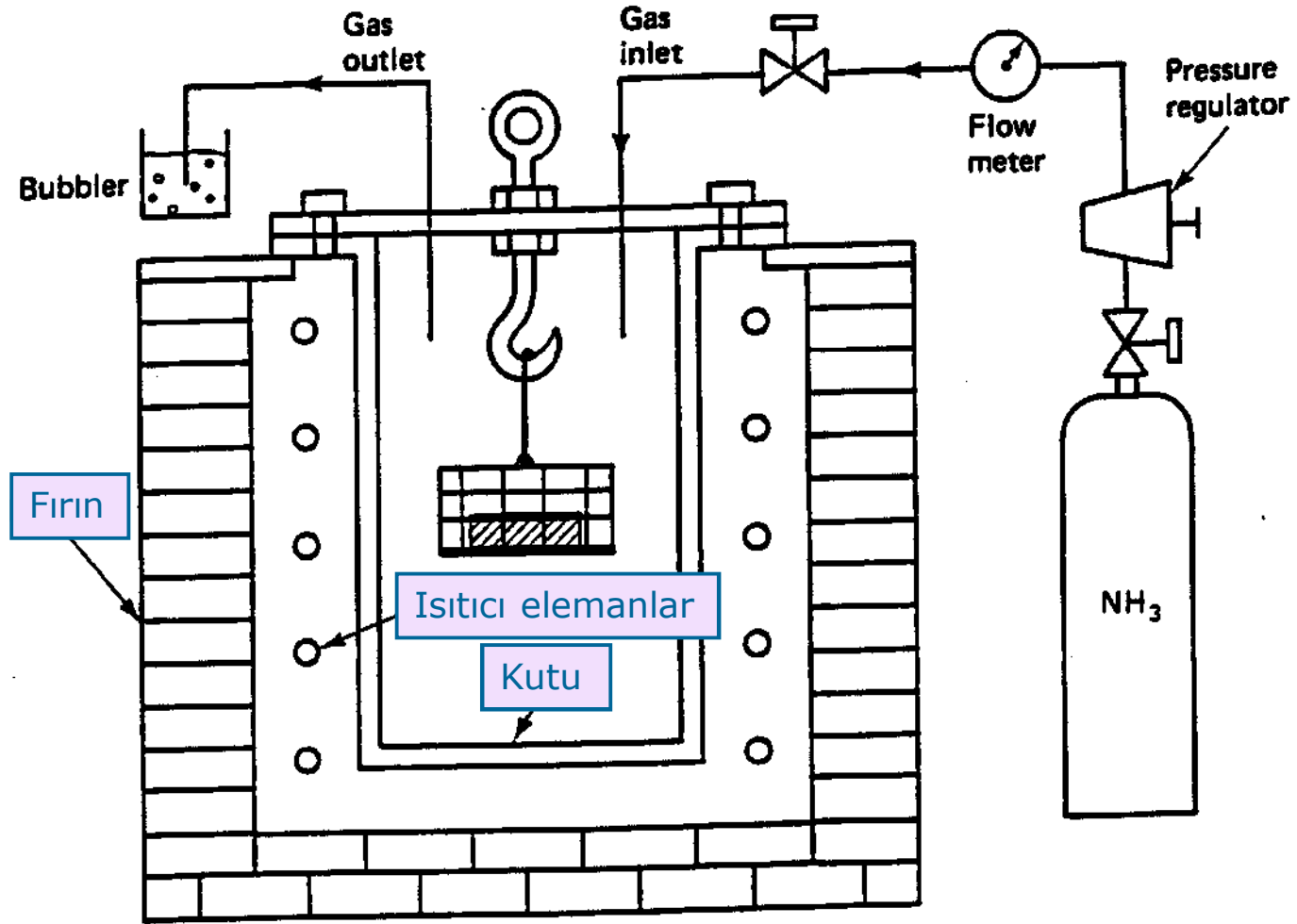
Gaz ortamda sementasyon



Nitrürleme (Nitrürasyon)

Çelik parçanın yüzeyine azot (N) yayındırma işlemidir. Bu işlemi uygulayabilmek için, çeliğin nitrürasyon çeliği olması gerekir. Bu çelikler, Cr, Al ve Mo alaşım elementlerinden en az birisini içerirler. Bu elementler N ile nitrür oluştururlar. Nitrür bileşikleri nitrürleme işlemi esnasında oluşurlar çok sert ve gevrektiler. İşlem sonrası su vermek gerekli değildir. Bu yönüyle semantasyondan farklıdır. İşlem 500 °C civarındaki sıcaklıklarda, katı, sıvı ve gaz ortamlarda yapılabilir. İşlem süresi oldukça uzundur (örneğin 40-90 saat). Azot verici ortam olarak sodyum siyanür (NaCN) ve potasyum siyanür (KCN) içeren banyolar kullanılır. Nitrürleme işleminde 0.5 mm civarındaki tabakalar yeterlidir, tabakanın sertliği 900-1000 Hv'dir.

Nitrürleme İşleminin Yapılışı



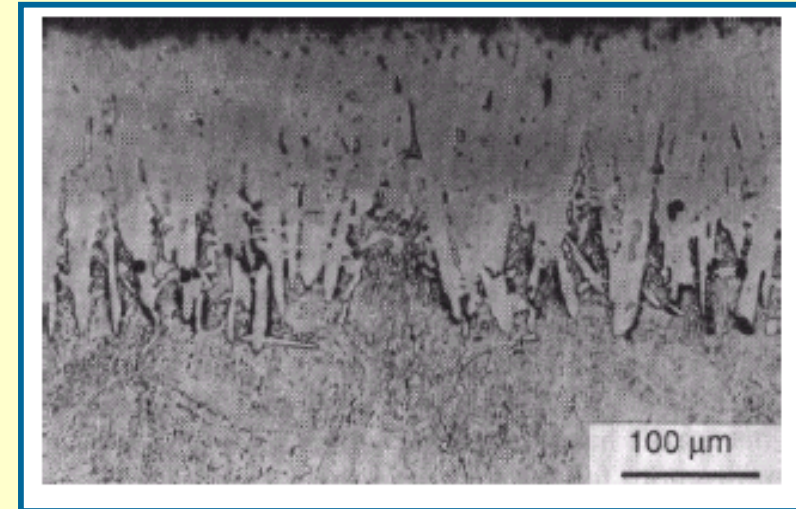
Çeliklerde Borla Yüzey Sertleştirme

Çeliklerde bor yayındırma işlemidir, borlama da denir. Katı, sıvı veya gaz ortamlarda bor yayındırılabilir.

Çelik alaşımlı veya alaşımsız olabilir. Bor, çelikteki demirle borür (FeB veya Fe_2B) oluşturur. Borürler, nitrürlemede olduğu gibi işlem esnasında oluşurlar, çok sert ve gevrekler.

İşlem, 850-900 °C civarında 6-8 saat süre ile yapılır. Elde edilen sert tabaka kalınlığı 0.1-0.2 mm, sertliği ise 1600-2000 Hv civarındadır.

Bor verici ortam olarak boraks, ferro-bor, borkarbür gibi bor bileşikler kullanılır.



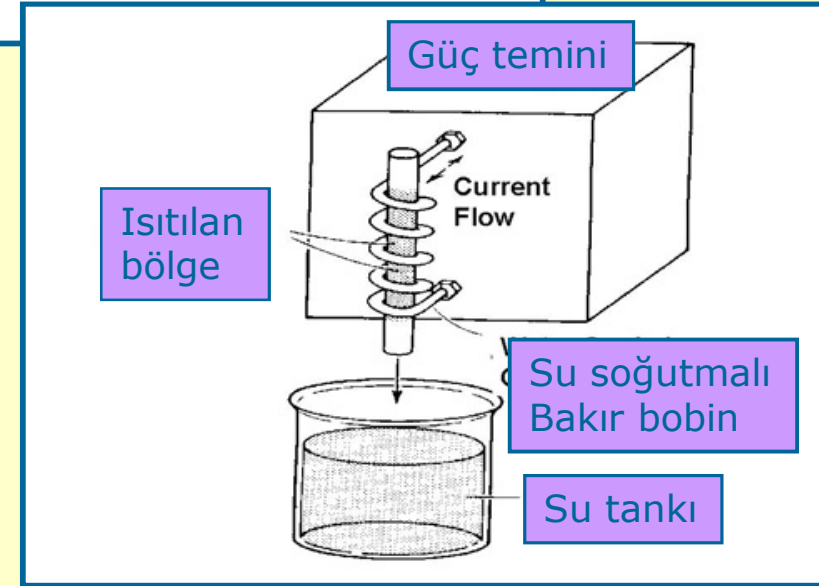
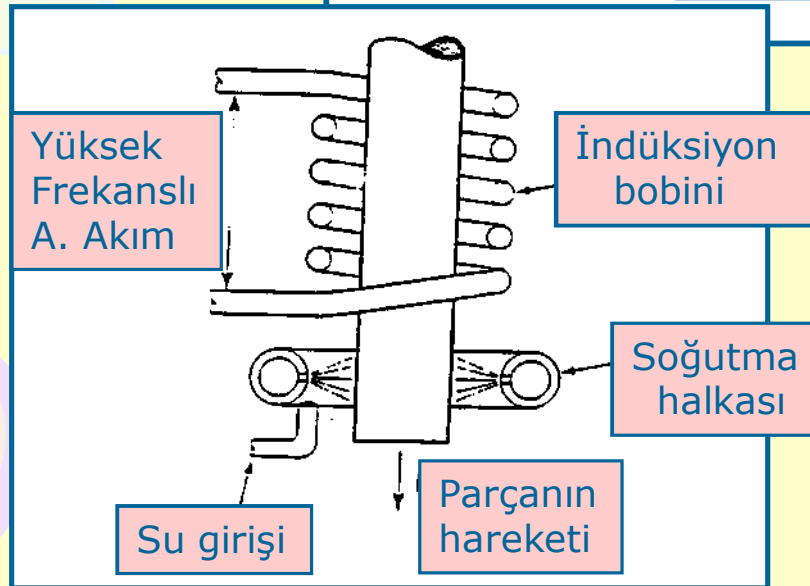
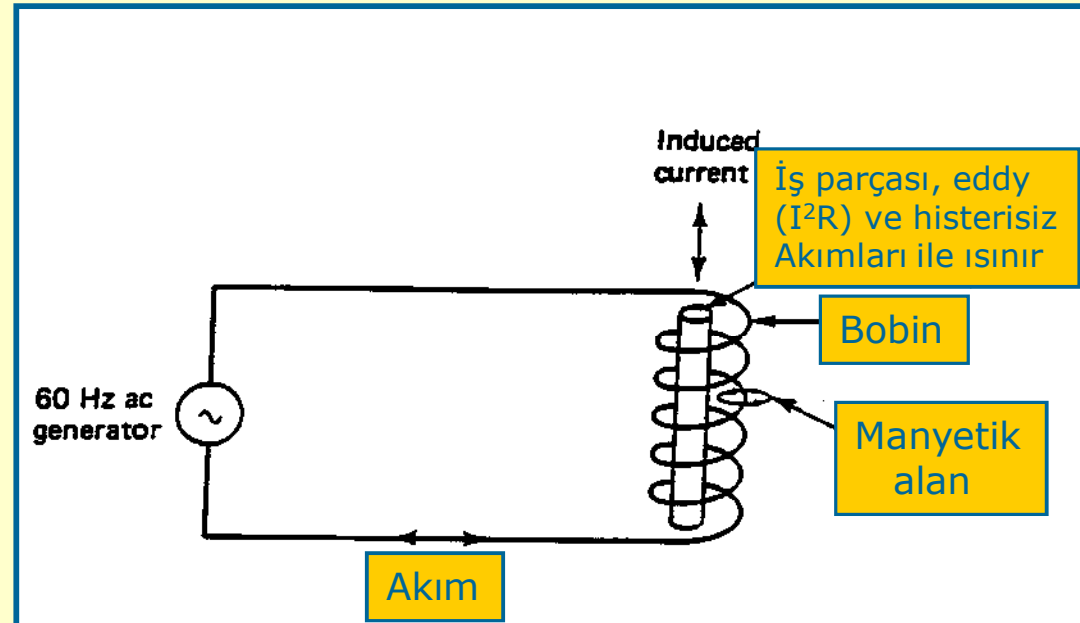
İndüksiyonla Yüzey Sertleştirme

İndüksiyonla sertleştirme işlemi, hızlı değişen manyetik bir alana yerleştirilen bir metal parçası içerisinde elektrik akımı oluşturma esasına dayanır. Bobinlerin içerisinden yüksek frekanslı alternatif akım geçirilerek, yüksek frekanslı bir manyetik alan elde edilir. Manyetik alan, metal parçası içinde eddy veya girdap akımları ile histerisiz akımları oluşturur. Oluşan yüksek frekanslı akımlar, metalin yüzeyinde hareket ederler. Buna kabuk etkisi denir.

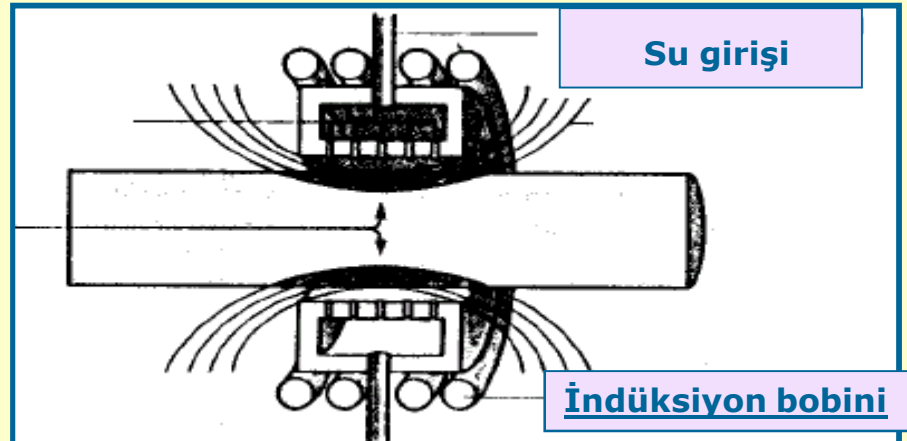
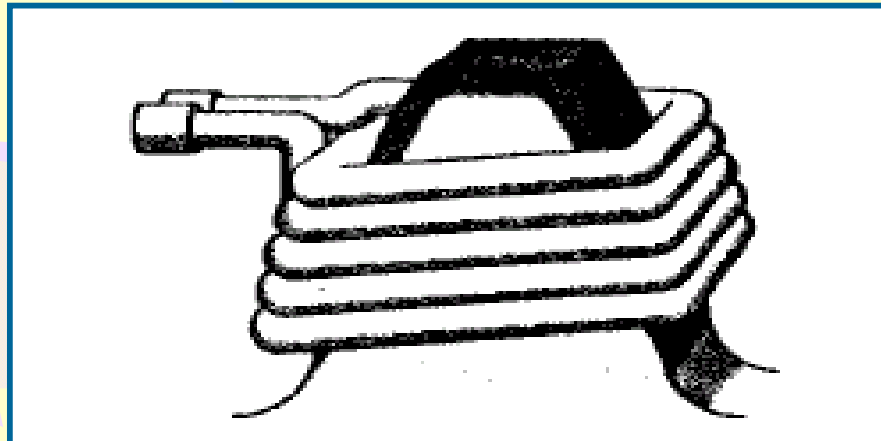
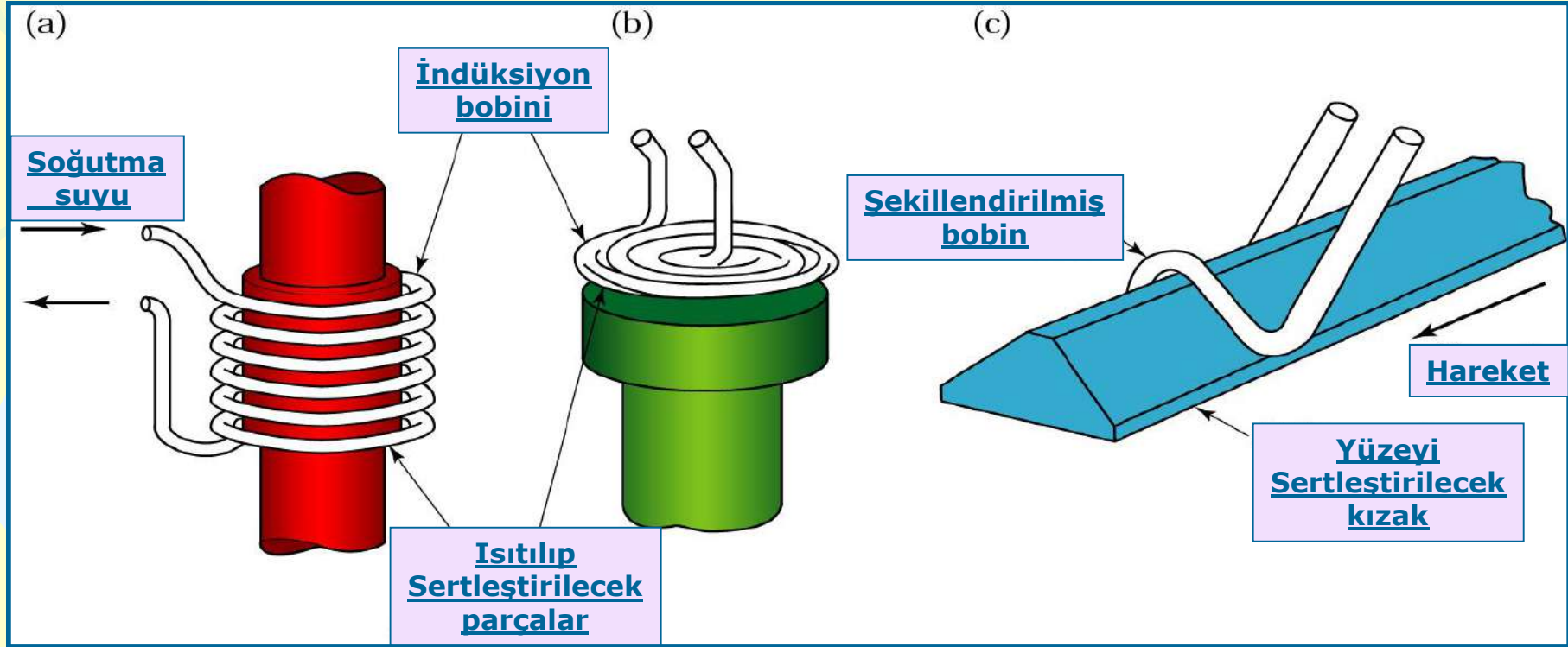
Metalin bu akımlara karşı gösterdiği direnç nedeniyle ısınma sağlanır ve böylece bir metal parçanın iç kısmı ısıtılmadan yüzeyi ısıtılabilir. Isıtmadan sonra parçaya su verilir. Sertleşme derinliği, frekansla ters orantılıdır. Herhangi bir frekansta, ısıtma süresi artırılarak sertleşme derinliği artırılabilir.

Orta karbonlu çeliklerin sertleştirilmesinde uygulanır.

İndüksiyon Akımıyla Yüzey Sertleştirme



İndüksiyonla ısıtma ve indüksiyon bobini türleri

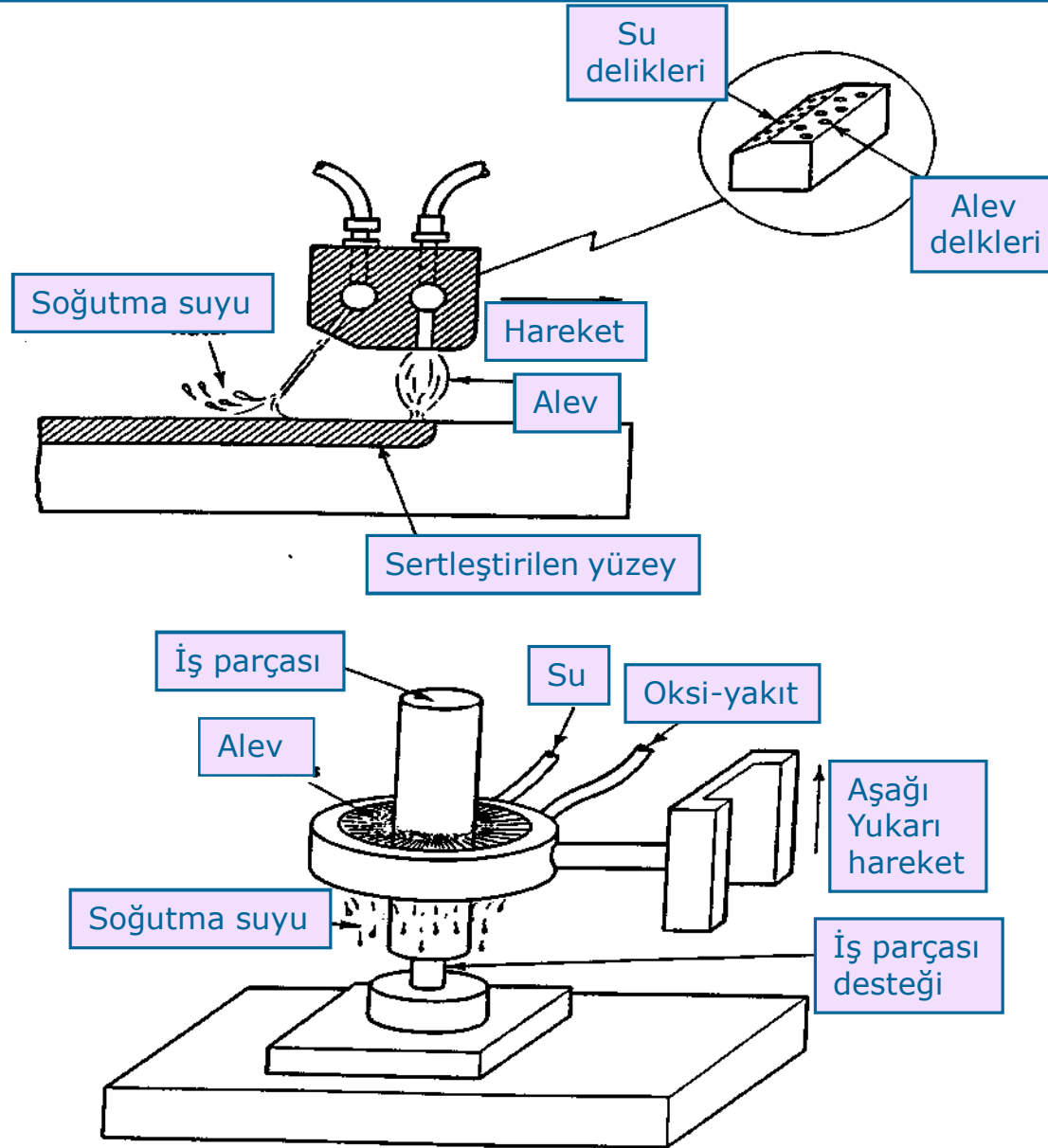


Alevle Yüzey Sertleştirme

Orta karbonlu çeliklere uygulanan bu yüzey sertleştirme işleminde, parçanın yüzeyi alevle hızla ısıtılıp ostenitlendikten sonra, su verilerek sertleştirilir. Su verme genellikle parçaya su püskürtülmesiyle sağlanır.

Hızlı ısıtma, bir oksî-asetilen alevi vb ile sağlanır. Bu hızlı ısıtma esnasında yüzey tabakası ostenit sıcaklığına ısınırken, iç kısımların A_1 sıcaklığının altında kalması gerekir. Bu yöntemle elde edilen sertleşme derinliği 3-6 mm arasındadır. 1.5 mm 'den daha ince derinlik elde etmek mümkün değildir. Sistem oldukça basit olup pek çok yerde gerçekleştirilebilir.

Alevle Yüzey Sertleştirme



Çeliklerin Standartlarda Gösterimi

Alman Standartlarında (DIN) çeliklerin gösterimi:

1. Alaşımsız çelikler

a) Mukavemet değerine göre,

St 42: Çekme mukavemeti en az 42 kp/mm² olan çelik, (420 MPa, 42 kgf/mm²).

Ör., St 37, St 60, St 70 gibi.

b) Bileşimine göre,

C 35: Çeliğin içerdiği karbon miktarının yüz katı, % 0.35 C içeren çelik.

C_k : Fosfor ve kükürt garantili çelik,

C_f : Alev ve indüksiyonla yüzeyi sertleştirilebilir,

C_q : Soğukta şekil vermeye ve preslemeye uygun.

Ör., C_k 40, C_f 45, C_q 25 gibi.

2. Alaşımlı çelikler,

a) Düşük alaşımlı çelikler

xx AB xx : İlk iki rakam çelikteki C' un 100 katını gösterir. Bu iki rakamdan sonra, çelikteki önemli alaşım elementlerinin simgeleri gelir. Bunları takiben ise, aynı sırada olmak üzere, alaşım elementi oranının belli bir çarpım faktörü ile çarpılarak elde edilmiş değerleri gelir.

Alaşım elementleri

Çarpım faktörü

Cr, Co, Mn, Ni, Si, W.....	4
Zr, Nb, Al, Cu, Mo, Ti, V, Be, Pb...	10
P, S, N, Ce, C.....	100
B.....	1000

Ör., **21CrMoV511**: $21/100 = \% 0.21$ C, $5/4 = \% 1.25$ Cr, $11/10 = \% 1.1$ Mo ve bir miktar V vardır.

b) Yüksek alaşımlı çelikler

Harf ve rakamlı simgenin önüne bir **x** işareti gelir. Bu yüksek alaşım işaretidir ve çarpım faktörünün kullanılmadığını gösterir.

Ör., **x5CrNi189**: $5/100 = \% 0.05$ C, $\%18$ Cr, $\% 9$ Ni,
x210CrW12 : $210/100 = \% 2.1$ C, $\%12$ Cr ve bir miktar da W elementi vardır.

Çelik, dökme çelik ise başına GS harfleri gelir.

Ör., **GS 42** : 42 kgf/mm^2 çekme mukavemetli dökme çelik,
GS C35: $\% 0.35$ C'lu alaşımsız dökme çelik.

GG : Gri Dökme demir, **GG10**: 10 kgf/mm^2 çekme mukavemetli gri dökme demir.

GGG : Küresel grafitli dökme demir, **GGG 70**: Çekme mukavemeti 70 kgf/mm^2 .

GTW : Beyaz temper dökme demir.

GMs58: $\%58$ Cu' lı piring döküm.

Amerikan Standartlarında (AISI-SAE) Çeliklerin Gösterimi

xxxx : İlk rakam, çeliğin cinsini gösterir.

İkinci rakam, çeşitli amaçlarla kullanılır. Bazan çeliğin cinsini tarifte birinci rakama yardımcı olur. Bazan da çelikteki önemli alaşım elementini belirtmeye yarar.

1020 : Sade karbonlu çelik, % 0.20 C içerir.

1120 : Otomat çeliği, % 0.20 C vardır.

2340 : Nikel çeliği, % 3 Ni ve % 0.40 C içerir.

10100 : % 1.0 C içeren alaşımsız çelik.

1. C çeliği, (1045: %0.45 C içeren alaşımsız çelik)

2. Ni alaşımlı çelik, (2515: %5 Ni, %0.15 C'lu çelik)

3. Ni-Cr alaşımlı çelik, (3435: %3 Ni, %0.77 Cr, %0.35C)

4. Mo alaşımlı çelik, (4422: % 0.4 Mo, % 0.22 C)

5. Cr alaşımlı çelik, (5140: Cr % 0.80 ile 1.05 arası, %0.4C)

SAE - AISI Number	Classification
1XXX	Carbon steels Low carbon steels: 0 to 0.25 % C Medium carbon steels: 0.25 to 0.55 % C High carbon steels: Above 0.55 % Carbon
2XXX	Nickel steels 5 % Nickel increases the tensile strength without reducing ductility. 8 to 12 % Nickel increases the resistance to low temperature impact 15 to 25 % Nickel (along with Al, Cu and Co) develop high magnetic properties. (Alnicometals) 25 to 35 % Nickel offers resistance to corrosion at elevated temperatures.
3XXX	Nickel-chromium steels These steels are tough and ductile and exhibit high wear resistance , hardenability and resistance to corrosion.
4XXX	Molybdenum steels Molybdenum is a strong carbide former. It has a strong effect on hardenability and high temperature hardness. Molybdenum also increases the tensile strength of low carbon steels.
5XXX	Chromium steels Chromium is a ferrite strengthener in low carbon steels. It increases the core toughness and the wear resistnace of the case in carburized steels.
86XX 87XX 93XX 94XX 97XX 98XX	Triple Alloy steels which include Nickel (Ni), Chromium (Cr), and Molybdenum (Mo). These steels exhibit high strength and also high strength to weight ratio, good corrosion resistance.

Examples of steels:

xx indicates the carbon content

10xx Plain carbon
11xx Free-cutting carbon
13xx Manganese (1.75%)
2xxx Nickel (3.50 or 5.00%)
31xx Nickel (1.25%), chromium
(0.65 or 0.80%)
33xx Nickel (3.50%), chromium
(1.55%)
40xx Molybdenum (0.25%)
41xx Molybdenum (0.20%), chromium
(0.95%)
43xx Molybdenum (0.25%), chromium
(0.50 or 0.80%), nickel
(1.80%)
46xx Molybdenum (0.25%), nickel
(1.80%)
48xx Molybdenum (0.25%), nickel
(3.50%)

5xxx Chromium
5xxxx Chromium
61xx Chromium (0.80 or 0.95%),
vanadium (0.10 or 0.15%)
86xx Nickel (0.55%), chromium
(0.50%), molybdenum (0.20%)
87xx Nickel (0.55%), chromium
(0.50%), molybdenum (0.25%)
92xx Silicon (2.00%), manganese
(0.85%)
93xx Nickel (3.25%), chromium
(1.20%), molybdenum (0.12%)
94xx Nickel (0.45%), chromium
(0.40%), molybdenum (0.12%)
97xx Nickel (0.55%), chromium
(0.17%), molybdenum (0.20%)
98xx Nickel (1.00%), chromium
(0.80%), molybdenum (0.25%)