

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ISIL İŞLEM
VE
ÇELİKLERİN SERTLEŞTİRİLMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Danışman Öğretim Üyesi:

Prof. Dr. Ruşen GEZİCİ
M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi

Hazırlayan :

Demirşah ÇALIŞKAN
M.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi
Öğretim Görevlisi

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖNSÖZ

Isıl işlem ve çeliklerinin sertleştirilmesini içeren yüksek lisans tezimi hazırlarken, pratiğe uygulanabilecek teorik bilgilerin kapsamını hedef aldım. Diğer bir deyişle, uygulama esnasında verilebilecek yeteri kadar teorik bilgi üzerinde durdum. Tezimin, ısıl işlem uygulaması yapanlara faydalı olacağına inanıyorum.

Birinci bölümde genel ısıtma işlem metodları üzerinde durulmuş, ikinci bölümde ise çelik cinsleri tanıtılmıştır. Üçüncü bölüm, birinci ve ikinci bölümdeki teorik bilgilerin uygulanışını, aynı zamanda ısıl işlem laboratuvarında tatbik edilen temrinleri kapsamaktadır. Isıl işlem laboratuvarında uygulanan fakat bu notun dışında kalan konular mevcuttur. Örneğin; Yüzey sertleştirmeler, çökelme sertleşmesi, kıvılcım kontrolleri, katık elemanların çeliğe etkileri ve muayene metodlarının ısıl işlem laboratuvarlarında uygulananları.

22 - 6 - 1984

Demirşah ÇALIŞKAN

M. Ü. Teknik Eğitim Fakültesi

Öğretim Görevlisi

İÇİNDEKİLER

	Saifa No.
1. Genel ısıtma işlem metodları	1
1.1. Isıtma işlemi	1
1.2. Metallerin polimorf özellikleri	1
1.3. Demir - sementit (karbon)denge diyagramının katı hal dönüşümleri	2
1.4. Demir alaşımlarındaki dengeli yapıların özellikleri	4
1.5. Zaman-sıcaklık - dönüşüm diyagramları	5
1.6. Martenzit oluşumu	7
1.7. Çeliklerin termik işlemleri	8
1.7.1. Ön ısıtma	8
1.7.2. Normalleştirme tavlama	8
1.7.3. Yumuşatma tavlama	10
1.7.4. Diffüzyon tavlama	11
1.7.5. Çeliklerin sıcak biçimlendirme tavlama	11
1.7.6. Sertleştirme	11
1.7.7. Sertleştirme çeşitleri	16
1.7.8. Meneviş (temperleme)	17
1.7.9. Gerilim giderme tavlama	19
1.8. Jöminy deneyi	19
1.8.1. Sertleşme derinliğine etki eden faktörler	20
2. Çeliklerin sertleştirilmesi	21
2.1. Takım çelikleri	21
2.1.1. Karbon çelikleri ve vanadyumla alaşımlandırılmış çelikler	21
2.1.2. Az alaşımlı çelikler	25
2.1.3. Az alaşımlı soğuk ve sıcak iş çelikleri	27
2.1.4. Yüksek alaşımlı soğuk iş çelikleri	28
2.2. Sıcak iş çelikleri	29
2.3. Yüksek hız çelikleri	32
2.3.1. İşleme payı	32
2.3.2. Çelik seçimi ve kullanma yerleri	34
2.3.3. Yüksek hız çeliklerinin sıcak şekillendirilmesi	35
2.3.4. Yumuşatma tavlama	35
2.3.5. Gerginlik giderme tavlama	35
2.3.6. Sertleştirme için ön ısıtma	35
2.3.7. Hız çeliklerinin sertleştirilmesi	36
2.3.8. Sertleştirme ortamı	38
2.3.9. Meneviş (temperleme)	39
2.3.10. Hız çeliklerinin nitrürasyonu	39
2.3.11. Özel uygulamalar	39
2.4. Yapı çelikleri	40
2.5. Yay çelikleri	40
2.6. Paslanmaz çelikler	41

3. Isıl işlemle ilgili pratik uygulamalar	42
3.1. Bileşimi bilinmeyen bir çeliğin su verme sıcaklığını bulma	42
3.2. Sertleştirme ve meneviş renkleri	43
3.3. Çekicinin sertleştirilmesi	44
3.4. Çizecek, nokta, keski, sertleştirilmesi ve menevişi	45
3.5. Anahtar, tornavidanın sertleştirilmesi ve menevişi	46
3.6. Bıçak kalıbı sertleştirilmesi	47
3.7. Kılavuz sertleştirilmesi	48
3.8. Düz keskinin sertleştirilmesi	49
3.9. Taşçı kaleminin sertleştirilmesi	50
3.10. Sementasyon	51
3.11. Balyoz sertleştirilmesi	52
3.12. Baltanın sertleştirilmesi	53
3.13. Kerpetenin sertleştirilmesi	54
3.14. Paftanın sertleştirilmesi	55
3.15. Ege sertleştirilmesi	56
3.16. Kuyumcu soğuk hadde silindirin sertleştirilmesi	58
3.17. Vida kalemi sertleştirilmesi	59
3.18. Matkap sertleştirilmesi	60
3.19. Yüksük kalıbı sertleştirilmesi	61
3.20. Pres zımbasının sertleştirilmesi	62
3.21. Marangoz freze çakısı	63
3.22. Satır sertleştirilmesi	64
3.23. Bakalit kalıbı	65
3.24. Perçin yuvasının sertleştirilmesi	66
3.25. Alüminyum döküm kalıbı sertleştirilmesi	67
3.26. Raybanın sertleştirilmesi	68
3.27. Sofra bıçağının sertleştirilmesi	69
3.28. Sofra bıçağı ağzı sertleştirilmesi	70
3.29. Bakalit döküm kalıbı sertleştirilmesi	71
3.30. Vida ve diş masterının sertleştirilmesi	72
Kaynaklar	73

1. GENEL ISIL İŞLEM METODLARI?

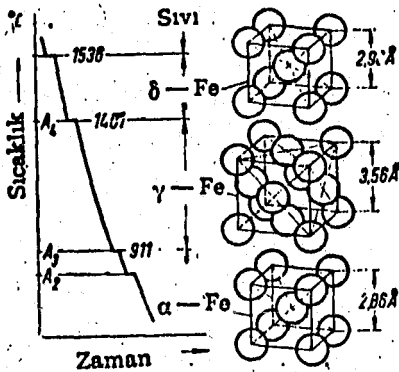
1.1. ISIL İŞLEM:

Metal ve alaşımların özelliklerini değiştirmek için katı durumda uygulanan kontrollü ısıtma ve soğutma operasyonlarına ısıtma işlemi denir. Tariften de anlaşılacağı gibi ısıtma işlemi yalnız sertleştirme anlamına gelmeyip çok geniş anlam taşır. İçerdiği konuların birkaçını sayacak olursak :Dökülen çelik veya dökme demir yapısının homojen hale getirilmesi, soğuk biçimlendirmeden doğan gerginliklerin giderilmesi, demir olmiyan alaşımların (Al. ve Cu alaşımları) sertleştirilmesi, temper dökümlere yapılan ısıtma işlemi, çeliklerin sertleştirilmesi ve sertleştirilen çeliklerin yumuşatılması, çeşitli yüzey sertleştirme metodları, v. s. ısıtma işlemlerine mülki teşkil eder. Modern bir ısıtma işlemi fabrikasında yukarıda saydığımız her türlü işlemleri yapabilecek geniş imkanlar vardır. Isıtma işlemleri yolu ile metal ve alaşımlara şu özellikler kazandırılır.

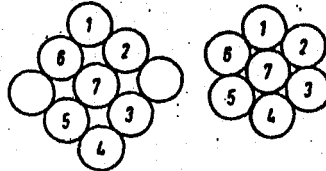
- 1.1.1. Sıcak ve soğuk biçimlendirmeden doğan gerginlikleri azaltmak.
- 1.1.2. Talaş çıkarma işçiliğini kolaylaştırmak.
- 1.1.3. Sertlik ve çekme dayanımını artırmak.
- 1.1.4. Tel ve levha haline getirebilme özelliği kazandırmak.
- 1.1.5. Elektriksel iletkenliği ve manyetik özelliklerini değiştirmek.
- 1.1.6. İhtiyaca göre ince ve kaba dane elde etmek.
- 1.1.7. Kimyasal bileşimini değiştirmek (Sementasyon, nitritasyon ve borlamada olduğu gibi).

1.2. METALLERİN POLİMORF ÖZELLİKLERİ :

Demir karbon alaşımı ve bazı diğer metal ve alaşımlarını ısıtma ve soğutma sıcaklığının etkisiyle kristal yapılarında değişimlere uğrarlar, kristal yapılarının değişmesi özellik değişimlerine sebep olur. Her yeni kristal yapıya faz denilir. Aynı metalde veya metal alaşımında katı halde değişik belirli sıcaklıklarda meydana gelen değişik özelliklere metallerin polimorf özellikleri veya metalin allotropik difüzyonu denilir. Saf demirin ısıtma veya soğutma sırasında kafes yapıları incelendiğinde şekil 1.1. deki görülen diyagram meydana gelir.



Saf demirin soğuma eğrisi ve kristal çeşitleri.



Küçük bir kayma miktarı ile bir paket şeklinden daha sıkı bir diğer paket şekline geçiş.

Şekil 1.1.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Saf demir 1536°C de hacim merkezli δ demiri olarak katılaşır üç boyutlu çevresinde komşu kristallerle paylaştığı 8 atomu ile merkezde 1 atomu vardır. Sıcaklık 1401°C geldiğinde soğumanın belli bir süre durduğu görülür. Bu durak noktasında demiri, kübün altı yüzeyinde ve 8 köşesinde komşu kristallerle paylaştığı 12 atomlu kristal kafesine dönüşür. Bu dönüşme sırasında iç yapıdaki enerjiyi verir ve durak noktası meydana gelir. γ demiri içerisinde karbon eritme özelliği vardır. Yani kafes içerisine karbon atomları arayer atomları olarak girer. Bu özellikten çeliğin sertleştirilmesinde istifade edilir. Soğuma devam ettikçe 911°C gelindiğinde bir durak noktası daha oluşur. Bu durak noktasında γ demiri hacim merkezli α demirine dönüşerek yeni bir faz oluşturur. Normal sıcaklıkta demir bu fazda bulunur.

768°C da hafif bir duraklama görülürse de bu sıcaklık demirin manyetik özelliği kazandığı küri noktasıdır. bu sıcaklığın altında demir manyetiktir.

1.3. DEMİR - SEMENTİT (KARBON) DENGELİ DİYAGRAMININ KATI HAL DÖNÜŞÜMLERİ

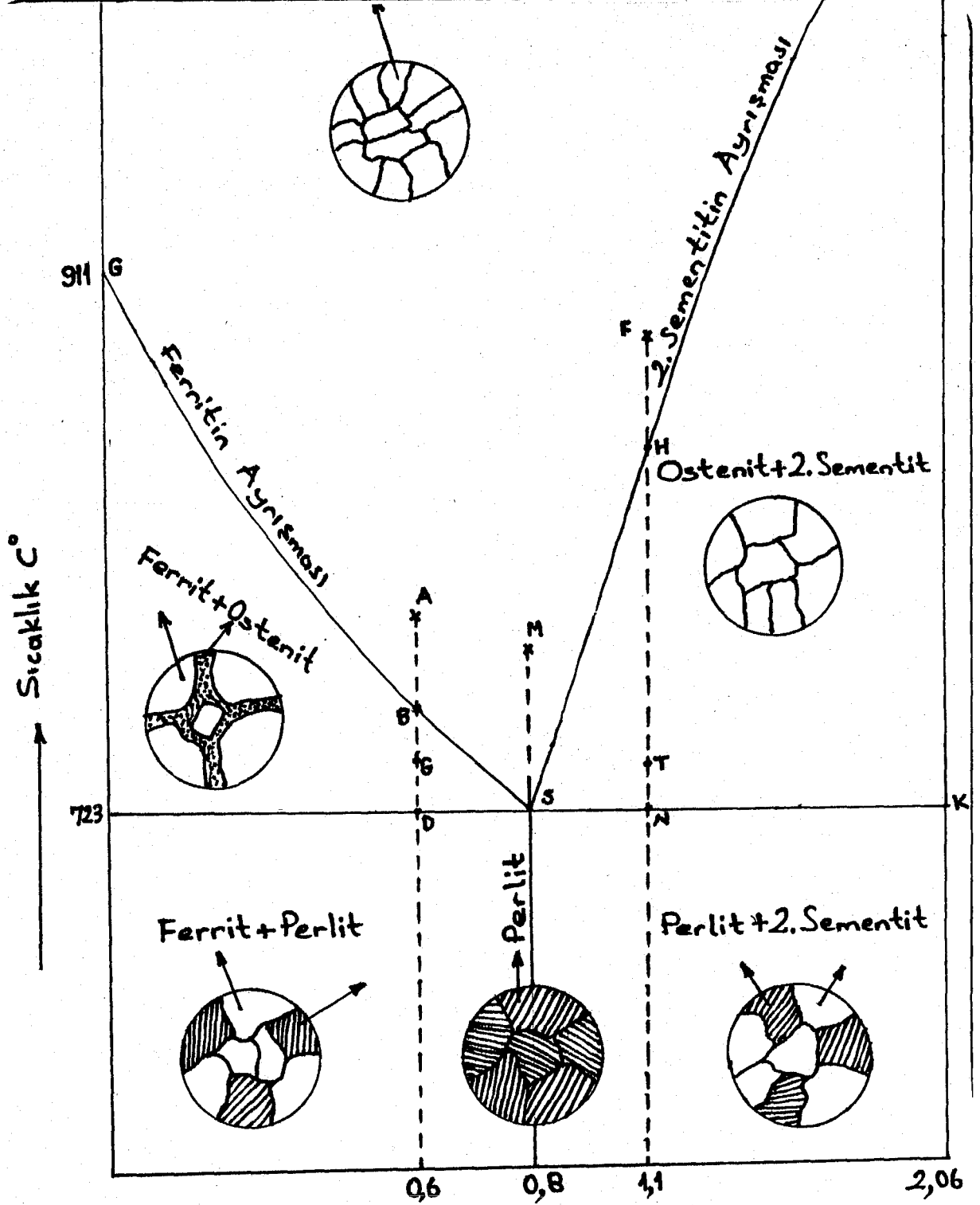
Sade karbonlu çelikleri ve ısıtma işlemi ilgili prensipleri anlatabilmek için sık sık konu ettiğimiz demir - sementit dengeli diyagramının çeliklerle ilgili %2,06 ya kadar karbon olan kısmının katı hal dönüşümlerini hatırlatmakta yarar var.

Saf demir oda sıcaklığında hacim merkezli kübik kristaldir ve % 0,008 kadar karbon eritebilir. Bu düşük orandaki karbon , demirde önemli bir özellik değişimine sebep olmadığından α kristalinin karbon eritmediğini kabul edebiliriz. Saf demir yavaş ısıtmaya tabi tutulacak olursa 911°C kadar yapıda değişiklik olmadığını , bu sıcaklıktan sonra yüzey merkezli kübik kristale dönüştüğünü görürüz. Demire karbon karıştırılması halinde 911°C ta dönüşmesi gereken yapı daha düşük sıcaklıklarda dönüşür. Bu olayı tuzlu suya benzetebiliriz. Saf su 0°C ta buz olur. Tuz karıştırılacak olursa donma noktasının daha düşük sıcaklıklarda olduğu görülür. Demire karbonun karıştırılması aynı etkiyi göstererek dönüşüm sıcaklığını düşürür. Şekil: 1.2. de görüldüğü gibi karbonun bu etkisi 723°C kadar devam eder. Sıcaklığı 723°C ta sabit tutarsak ve demire %0,8 den fazla karbon karıştırırsak γ demirine girmediğini ve Fe_3C yaptığını görürüz. Sementiti parçalayıp karbonu γ demirinde eritebilmek için sementit eğrisinin üstündeki sıcaklıklara çıkılması gerekir. Demirde %0,8 : karbona 'ötektoid oran' 723°C ta ötektoid sıcaklık denir. Bu orandaki çeliğe 'ötektoid çelik' altındakilere ötektoid altı çelikler üstündekilere de ötektoid üstü çelikler denir. Konunun biraz daha açıklık kazanabilmesi için üç bölgede birer aşamalı incelemesini yapalım.

1.3.1. Ötektoid çelik:

% 0,8 karbonlu çeliği 'M' noktasına kadar ısıtılırsa (şekil: 1.2.) yapı γ kristali şeklinde oluşur. Yavaş soğutmaya tabi tutduğumuzda 'S' noktasına kadar değişiklik olmaz. Bu sıcaklıkta (723°C) sementit ve ferrit kristalleri oluşmaya başlar. İki kristalin de aynı sıcaklıkta meydana gelmesi yapıda yan yana kalmalarına sebep olur . Ferrit ve sementitin kristal gruplarını oluşturamadığı bu yapıya 'perlit' denir. Mikroskop altında parlak ve parmak izi şeklinde görülür.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Şekil 1.2. Demir-Sementit denge diyagramının katı hal dönüşümleri.

1.3.2. Ötektoit altı çelikler:

% 0,6 C lu bir çeliğe 'A' noktasına kadar ısıtığımızda yapı ostenit olur. Yavaş soğutma ile 'GS' eğrisini (ferrit ayrışma eğrisi) kestiği 'B' noktasına kadar değişiklik olmaz. 'B' sıcaklığında, yapıda ötektoit orandan fazla bulunan ve ancak ısı ile ostenit hale dönüşmüş olan ferrit kristalleri oluşmaya başlar. Sıcaklık 'G' noktasına düştüğünde yapıda ostenit ve ferrit daneleri görülür. Ferritin karbon eritme özelliği olmaması nedeni ile kalan ostenitin karbon yüzdesinde artış olur. Ferrit yapının oluşması ve kalan ostenitteki karbon artışı 'D' noktasına kadar devam eder. BU noktada sıcaklık 723°C (ötektoit sıcaklık) kalan ostenitte karbon %0,8 seviyesine (ötektoit oran) yükselmiştir. 'D' sıcaklığında yapıda kalmış olan ostenit kristalleri bozulur ve bunun yerine, ötektik çelikte açıklandığı gibi perlit yapı oluşur. 723°C tin altındaki sıcaklıklarda 'B' noktasında oluşmaya başlayan ferrit daneleri ile 723°C ta oluşan perlit danelerinde değişiklik olmaz. Bu yapıları oda sıcaklığında mikroskopla görmek mümkündür.

1.3.3. Ötektoit üstü çelikler:

%1,1 karbonlu çeliğin 'P' sıcaklığına kadar çıkardığımızda yapısı ostenittir. Yavaş olarak 'H' noktasına kadar soğutduğumuzda yapı değişmez. Sementit eğrisini kesen 'H' sıcaklığında ısı etkisi ile ostenit içine girmiş bulunan karbonlar sıcaklık düşmesinden dolayı dışarı çıkar ve ikinci sementiti (II. Fe₃C) bileşik kristallerini oluşturmaya başlar. 'T' noktasında yapının bir kısmı II. Fe₃C, bir kısmı ostenittir. Sementit bileşik kristallerinin karbon yüzdesi %6,67 olduğundan kalan ostenitin karbon yüzdesinde azalma olur. Sementitin oluşması ve kalan ostenitte karbon yüzdesinin düşmesi 723°C a kadar devam eder. Ötektoit sıcaklıkta kalan ostenitteki karbon oranı %0,8 seviyesine iner. Ötektik çelikteki olay meydana gelerek perlit olur. 723°C in altında (N) perlit ve sementit danelerinde değişiklik olmaz.

1.4. DEMİR ALAŞIMLARINDAKİ DENGELİ YAPILARIN ÖZELLİKLERİ:

1.4.1. Ferrit:

Hacim merkezli kübik kristal şeklinde olup saf demirdir. Sünektir, iyi şekillenebilir. 768°C a kadar mıknatıslanma özelliğine sahiptir. Özgül ağırlığı 7,88 Kg/Dm³, ergime derecesi 1536°C tir.

1.4.2. Sementit:

Demir ve karbon atomlarının meydana getirdiği, kendi kristal kafeslerine benzemiyen bir kristal kafes şeklindedir. Bu bileşik kristalin % 6,67 sini karbon, kalanını demir atomları oluşturur. 215°C in üzerinde miknatıslanma özelliğini kaybeder. 1560°C ta erir. Çok sert (800 HB) kırılğan, aşınmaya karşı yüksek mukavemete sahip ve plastik şekillenme özelliği yoktur. Demir-Karbon alaşımlarında, özellikleri birbirinin aynı olan üç şekilde sementit meydana gelir. % 4,3 üzerinde karbon bulunan alaşımlarda ve metastabil sistemde sıvıdan katıya geçerken meydana gelen sementite 1. sementit denir. Katı haldeiken ve ostenitten ayrıışan sementite 2. sementit, ötektik altı demir-karbon alaşımlarında görülür. Ferritten ayrıışan karbonların oluşturduğu sementite üçüncü sementit denir.

1.4.3. Ostenit:

Yüzey merkezli kübik kristaldir. 1147°C ta % 2,06 ya kadar karbon eritebilir. Çeliklerde 723°C , saf demirde ise 911°C tan sonra oluşmaya başlar. Katıktı çelikler oda sıcaklığında dahi martenit halde bulunabilir. Miknatıslanmaz, çok yumuşaktır ve kolay şekillenebilir. Isı ve elektriği iyi iletmez.

1.4.4. Perlit:

Bünyesinde % 0,8 karbon bulunan ve 723°C ta oluşabilen, % 13 ü sementit, % 87 si ferritin meydana getirdiği bir ötektoiddir. Mikroskop ile incelendiğinde parlak ve parmak izi şeklinde görülür.

1.5. SICAKLIK-ZAMAN-DÖNÜŞÜM(TTT) DİYAGRAMLARI:

Çeliğin mekanik özelliklerini tayin eden farklı iç yapıların hepsi ostenit fazının dönüşümü sonucu ortaya çıkar. Ostenitin hızlı veya yavaş soğutulması farklı sonuçlar meydana getirir.

Ostenit dönüşümünü inceliyen ve birbirinden pek farklı olmiyan iki çeşit diyagram vardır. Bunlardan birincisine Zaman - Sıcaklık - Dönüşüm diyagramı (TTT), ikincisine ise Sürekli - Soğuma - Dönüşüm diyagramı adı verilir. Bu diyagramlar çeliğin, hangi sıcaklıkta, ne kadar zamanda nasıl bir yapıya sahiboldüğünü gösterir.

1.5.1. Zaman - Sıcaklık - Dönüşüm diyagramlarının çizimi:

Her çeliğin kendine has "TTT" diyagramı vardır. Biz ötektik çeliğin diyagramını çizmeğe çalışalım. % 0,8C lu çelikten pul şeklinde parçalar hazırlanır. Kesilen parçalar nötr fırında ostenit hale dönüştürülür.

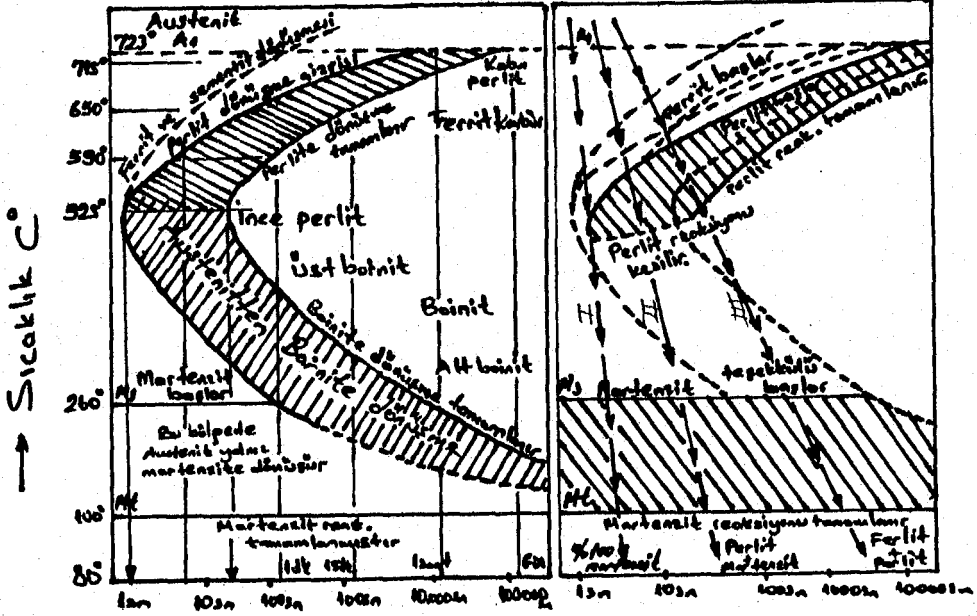
715, 650, 590, 525°C sıcaklıktaki banyolarda belirli sürelerde tutularak soğutulur ve mikroskopla dönüşüm başlangıç ve bitiş noktaları tespit edilir. (Şekil:1.3) Buna göre 715°C ta dönüşme bir saat sonra başlamakta ve bir günde tamamlanmaktadır. 650°C sıcaklıkta bir dakikada başlayan dönüşme onbeş dakikadan biraz fazla bir zamanda tamamlanmaktadır. Dönüşme gittikçe hızlanarak en yüksek hızını 525°C sıcaklıkta almaktadır. Perlit burnu adı verilen bu noktada dönüşme bir saniyede başlamakta ve onbeş saniyede tamamlanmaktadır. 525°C sıcaklıklar altında aynı şekilde inceleme yapılırsa görülürki dönüşüm yavaşlamaktadır. Ostenit dönüşümü 260°C altında olacak şekilde soğutulursa perlit ve beynit yapılar meydana gelemez. Tetragonal kafes tipine sahip martenit oluşur. Çeliklerin sertleştirilmesinde amaç en az iç gergin-

liği sağliyerek en yüksek sertliği elde etmektir. "TTT" diyagramlarından istifade ederek gerçekleştirmek mümkündür.

Şekil 1.4. Ötektoid oranda sade karbonlu çeliğin "TTT" diyagramını göstermektedir. Bu diyagramda I, II, ve III numaralı eğrilerle soğutma hızına göre çeliğin hangi yapıya sahibolacağı tespit edilebilir. I. eğrinin hızında yapılan soğutma ile martenit yapı elde edilir, II. eğrinin hızında yapılan soğutma ile martenit - perlit (Beynit) yapı oluşur. III. eğrinin hızında yapılan soğutmada ise perlit yapı oluşur.

Çeliklerin sertleştirilmesinde en az gerginlik yaratmak amaç olduğuna göre perlit burnunu kesmeden hızla soğutulan çelik perlit burnunun altında dönüşmenin yavaş olduğu noktada biraz bekletilebilir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



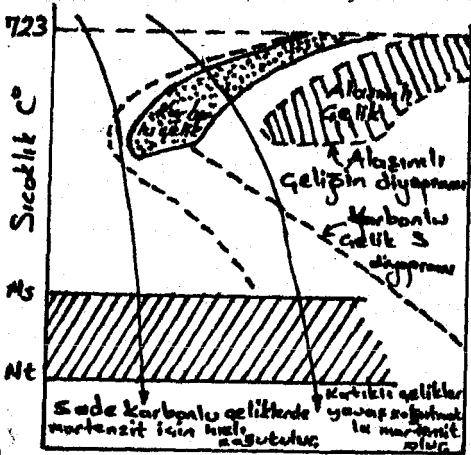
Şekil 1.3

Şekil 1.4.

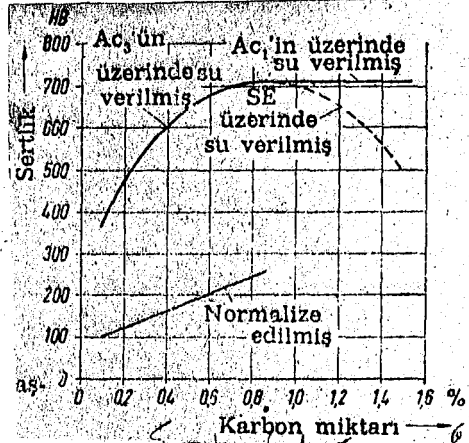
Bu sıcaklıkta dönüşme yavaş olduğundan ısıl gerilimler azaltılmış olur. Bu işleme kademeli soğutma veya martempering adı verilir. Eğer bu sıcaklıkta "TTT" diyagramını kesecek kadar bekletilirse bu işlem sonunda elde edilen yapı beynit olur ve bu işleme de ostempering adı verilir.

Sade karbonlu çelikler ile alaşımlı çeliklerin "TTT" diyagramları farklıdır şekil 1.5. Katık Elemanlar perlit burnunu sağa kaydırır. Alaşımlı çelik daha yavaş soğutma ile sertleşir.

Çeliklerin kazanabileceği sertlik içindeki karbon yüzdesine bağlıdır Şekil 1.6.



Şekil 1.5.



Şekil 1.6.

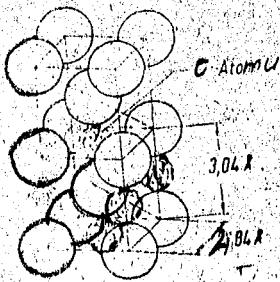
1.6. MARTENZİT OLUŞUMU:

Martenzit, karbon çözüldürmüş ostenitin düşük sıcaklıkta kafes dönüşümüne uğraması sonucu karbon diffüzyonunun engellenmesiyle oluşur. Martenzit, kristal kafesinin, karbon atomlarının yer değiştirmesine meydan verilmeden, dönüşmesi neticesinde teşekkül eder.

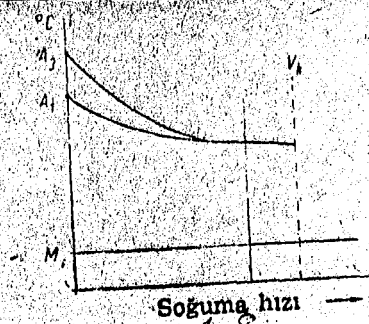
demirin kübik hacim merkezli kristal kafesinde normal olarak karbon atomlarına yer yoktur. Bu nedenle kafes şekil değiştirir ve tetragonal hale gelecek şekilde uzar. Bu kristal kafesi sürekli (kesiksiz) kayma düzlemleri ihtiva etmediği için şekil değiştiremez. Her türlü şekil değişimine karşı yapı yüksek bir dayanım gösterir. Çok büyük kuvvetler karşısında malzeme önceden şekil değiştirmeden kırılır. Şekil 1.7.de bir martenzit birim kafesi ve mümkün olan karbon yerleşme noktaları görülmektedir.

Soğuma hızı arttırıldıkça A_2 ve A_1 dönüşüm noktaları giderek aşağıya kayarlar. (Şekil 1.8.) ve belirli bir soğuma hızının üzerine çıkılınca tamamen kaybolurlar. Yeni bir dönüşüm noktası olan martenzit noktası M_s (martenzit teşekkülünün başlama noktası) ortaya çıkar. Bu başlama noktası çelikteki karbon miktarına göre değişen sıcaklıklarda bulunur. Şekil 1.9. Bu eyrinin üzerinde çelikler ostenitten meydana gelir. Normal olarak ostenit sadece PSK eğrisi üzerindeki sıcaklıklarda var olabilir. Kritik soğutma hızı V_k ile soğutarak osteniti daha düşük sıcaklıklara indirmek mümkündür. Ancak bu sıcaklıklarda ostenit çok kısa bir süre varlığını sürdürebilir.

Martenzit teşekkülü, perlit teşekkülü gibi sabit sıcaklıkta oluşmaz. Şekil 1.9. daki alt eyri bütün M_s (martenzit bitiş eyrisi) noktalarının oluştuğu eyridir. Bu eyriden, yüksek karbonlu çeliklerde martenzit teşekkülünün oda sıcaklığında son bulmadığı görülür. Yüksek karbonlu çeliğin M_s noktası oda sıcaklığının altındadır. Bu tip çeliklere su verildiği zaman iç yapıları martenzit yanında bir miktar artık ostenitten meydana gelmesi nedeniyle bütün iç yapının sertliğinde bir azalma olur. (Şekil 1.6.) Bu artık ostenitin, çeliği -80°C deki soğutucu ortama koyarak, martenzite dönüştürülmesi mümkündür. Soğukta yapılacak bu işlemler hemen suda su verme işleminin arkasından uygulanmalıdır. Kesici aletlerin, ince bıçakların dayanıklılık süresi artırılmış olur.

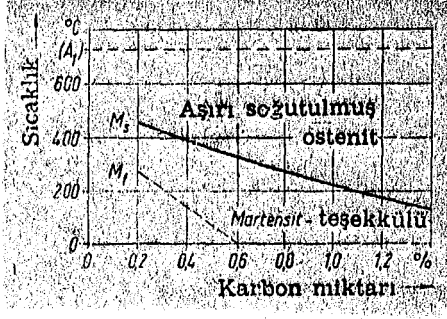


Şekil 1.7.



Şekil 1.8

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Şekil 1.9.

1.7.ÇELİKLERİN TERMİK İŞLEMLERİ:

1.7.1. Ön ısıtma:

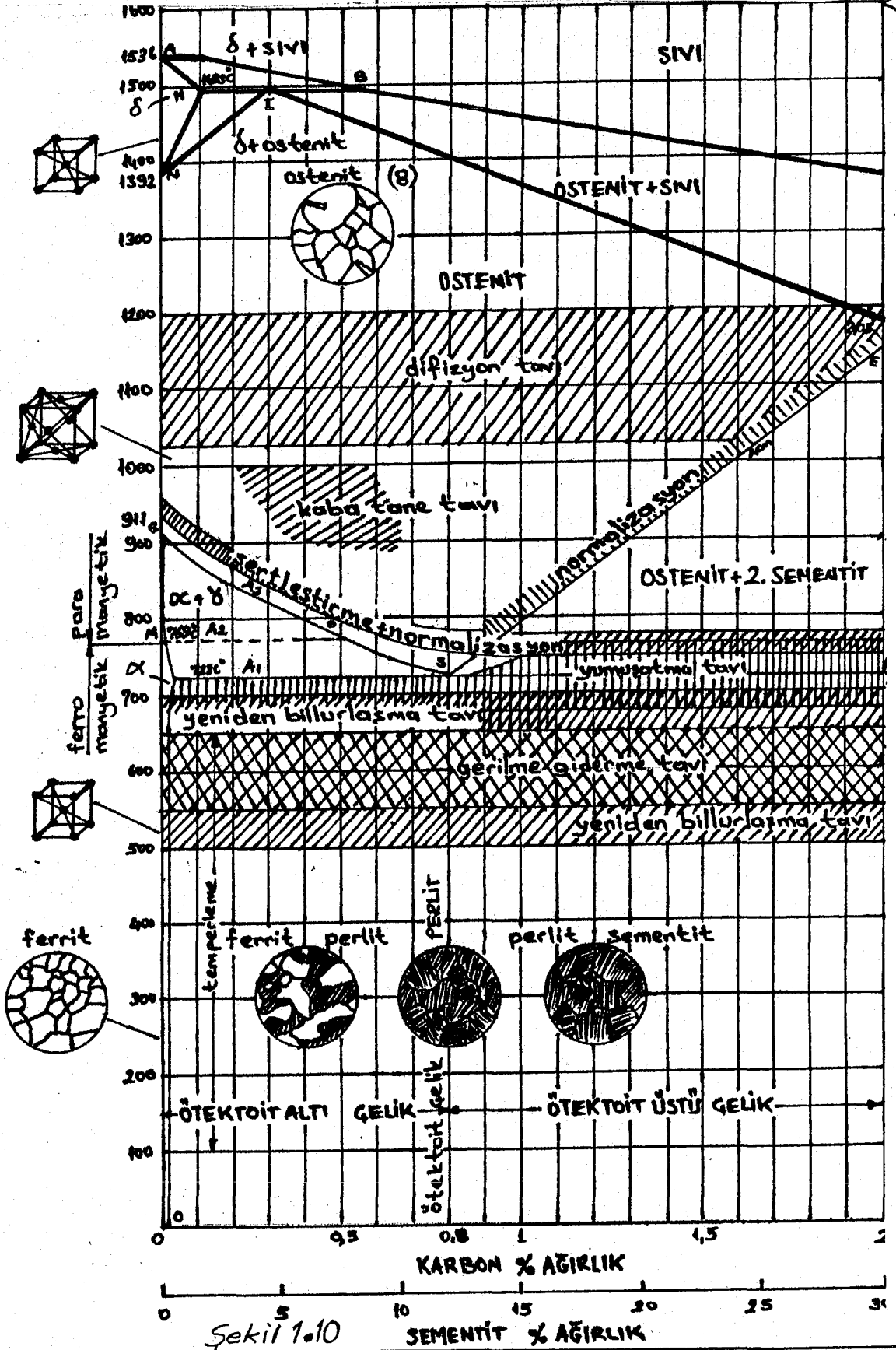
Isı işlemine tabi tutulacak malzemeler yüksek sıcaklıktaki fırına koyulacak olursa, farklı ısıl genleşmelerden dolayı çarpıldıkları hatta çatladıkları görülür. Bunun önüne geçmek için malzeme muhakkak yavaş ısıtılmalı veya düşük sıcaklıklarda bir süre bekletildikten sonra yüksek sıcaklıklara çıkartılmalı. Bu bekleme işlemine ön ısıtma denir. çeşitli amaçlar için yapılan ısıtma işlemlerinde çelik çıkarılacağı sıcaklığa göre bir veya birden fazla ön ısıtmaya tabi tutulabilir. 950°C kadar yapılan ısıtma işlemlerinde 550°C-650°C de ön ısıtma uygulanır. Hava çeliklerinde üç defa ön ısıtma yapılır. I. ön ısıtma 500°C'ta, II. ön ısıtma 850°C, III. ön ısıtma 1050°C ve bilahere su verme sıcaklığına çıkarılır.

Ön ısıtmalardaki bekletme , malzemenin dış kısmının sıcaklığı ile iç kısmının sıcaklığı eşit oluncaya kadardır. Belli bir zamanla sınırlamaya çalışırsak ;, en fazla su verme sıcaklığında bekletme süresi kadar tutulur.(bekletme konusuna bak)

1.7.2. Normalleştirme tava:

Çeliklerin iç yapısını inceltmek,soğuk şekillenmeden doğan gerginlikleri yok etmek ve tezgahta işlenebilme özelliği kazandırmak için yapılan bir işlemdir. iri dane malzemenin gevrek ve kırılğan olmasına sebeb olur. Bu kötü özellikleri yoketmek, çeliğe esneklik ve mukavemet kazandırmak için normalleştirme işlemine tabi tutularak iç yapının inceltilmesi gerekir. Bu işlem sonucunda malzemede herhangi bir sertlik mevcutsa bir miktar azalır fakat tamamen yokolmaz. Çeliğe daha iyi esneklik ve yüksek işlenebilme özelliği kazandırılmak istenirse normalleştirmeden sonra yumuşatma işlemine tabi tutulması gerekir. Makina parçaları ve takımların , iç gerginlikleri giderilmeden sertleştirmeye tabi tutulacak olursa çatladıkları görülür. Döğülmüş, haddelenmiş, çekilmiş, dökülmüş ve kaynak edilmiş malzemeler düzgün yapılaraya sahip değildir. Düzeltmek için muhakkak normalleştirme tavına tabi tutulmalı. Çeliklerin normalleştirme sıcaklığında bekletme süresi su verme sıcaklığında bekletme süresi kadardır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Şekil 1.10

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Uygulama usulu:

Ötekoit altı sade karbonlu çeliklerde ön ısıtmadan sonra normalleştirme tavaı olan GS (Şekil 1.10.) eğrisinin 50-70°C üstüne kadar ısıtılır ve bir süre bekletilip durgun havada soğutmağa bırakılır. Ötekoit üstü sade karbonlu çeliklere (kristal yapılarına göre) iki çeşit normalleştirme uygulanır.

a) Malzemenin iç yapısı iri daneli ise, burada amaç iri daneli sementit kristallerini de inceltmek olacaktır. Bu yüzden yapının tamamen ostenit hale dönüşmesi gerekir. Normalleştirme sıcaklığı 'SE' eğrisinin 50 -70°C üstüdür. Soğutma işlemi ötekoit altı çeliklerde olduğu gibi açık havada yapılır.

b) İç yapıda kabalaşma olmiyan ötekoit üstü sade karbonlu çeliğin normalleştirme sıcaklığı 'SK' eğrisinin 50-70°C üstüdür. Soğutma durgun havada yapılır.

Alaşımli çeliklerin normalleştirme sıcaklıkları ilgili katoloklardan istifade edilerek bulunur.

1.7.3. Yumuşatma tavaı:

Sertleştirilmiş çeliği tezgahıta işlenebilir hale getirmek normalleştirme tavaına tabi tutulmuş olan malzemenin iç yapısındaki lamelli perlit ve sementit kristallerini daneli hale sokarak malzemeye esneklik sağlamak amacı ile yapılan bir işlemdir.

Yumuşatma sonucunda çeliğin mukavemet ve sertliği düşer. Yüksek uzama gösterir. bu yeni özellikler talaş kaldırmayı kolaylaştırdığı gibi soğuk şekillendirmelerde avantajlar sağlar.

Uygulama usulu:

Ötekoit altı sade karbonlu çeliklere iki şekilde yumuşatma işlemi yapılabilir.

a) Tam yumuşatma: 500°C de ön ısıtmaya tabi tutulan çelik 680-700°C çıkarılıp 24 saat bekletilir. 400°C ye kadar fırında, bilahare havada soğutmaya terkedilir.

b) Çabuk yumuşatma: Ötekoit altı çelikön ısıtmadan sonra GS eğrisinin 20-40°C üstüne kadar ısıtılır ve su verme sıcaklığında bekltildiği kadar tutulduktan sonra 680-700°C ta indirilir ve bu sıcaklıkta su verme sıcaklığında bekletme süresi kadar bekletilip 400°C ye fırında ve bilahare havada soğutulur. Bu metod diğerine nazaran kısa zaman aldığından tercih edilebilir. Fakat tam yumuşatma kadar iyi sonuç vermediğini unutmamak gerekir.

Ötekoit üstü sade karbonlu çeliklerin yumuşatılması: Ön ısıtmaya tabi tutulan çelik 740°C ye çıkarılır burada su verme süresinkadar bekletilip fırında 690°C ye indirilir. Su verme süresi kadar bekletilip ikinci kez 740°C ye çıkarılır ve bu hareket üç defa tekrar edildikten sonra 690°C den 600°Cye kadar saatte 15°C düşecek şekilde fırında soğutulur. 400°C ye kadar fırında , daha sonra fırın veya havada soğutulabilir. Ötekoit üstü çeliklerde sementit daneleri , perlit danelerinin etrafını ağ gibi sarmıştır. Bu yapıyı bozup daneli hale getirmek gerekir, aksi taktirde malzeme çok gevrek ve kırılğan olur. Sementit ve perlit kabalaştırmadan (iri dane) küresel hale getirmek için inişli çıkışlı yumuşatma uygulanır.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Alaşımli çeliklerin yumuşatma sıcaklığı ve yapılaşları ilgili katoloklardan yararlanılarak uygulanır.

1.7.4. Diffüzyon tavlaması:

Daha çok çeliğin üretildiği yerde yapılan bir tavlama şeklidir. Çelik ocağında sıvı hale getirilip katık elemanları ilave edilmiş olan malzeme, kontine hadde veya kokil kalıplara dökülür. Donma dış yüzeyden ve yüksek sıcaklıkta katılan bileşiklerden başlar. Geç katılan bileşik kristallerin bir kısmı geç donan ingotun merkezine gider. Sonuçta katılan kütüğün dış yüzeylerindeki kimyasal terkihi ile iç kısımdaki terkip aynı olmaz. Bu dengesizliği tam homojen hale getirmek mümkün değilse de bir miktar eşitlemek amacı ile diffüzyon tavlaması yapılır. Bütün çeliklere uygulanabildiği gibi daha çok kükürt içeren otomat çeliklerine tatbik edilir.

Uygulama usulu:

Malzeme GSE eğrisinin 180-300° C. üstüne çıkarılıp burada 15 saat bekletilir ve 200-250° C ta kadar fırında yavaş soğutmaya tabi tutulur. Oda sıcaklığına havada soğutularak indirilir. Bu işlem yaklaşık olarak 80-100 saati bulur. Yüksek sıcaklıkta uzun süre bekleyen çelikte dane büyümesi olur. İnceltmek için normalleştirme uygulanır. Yapıyı küresel hale getirmek için yumuşatma yapılır.

1.7.5. Çeliklerin sıcak biçimlendirme tavaı :

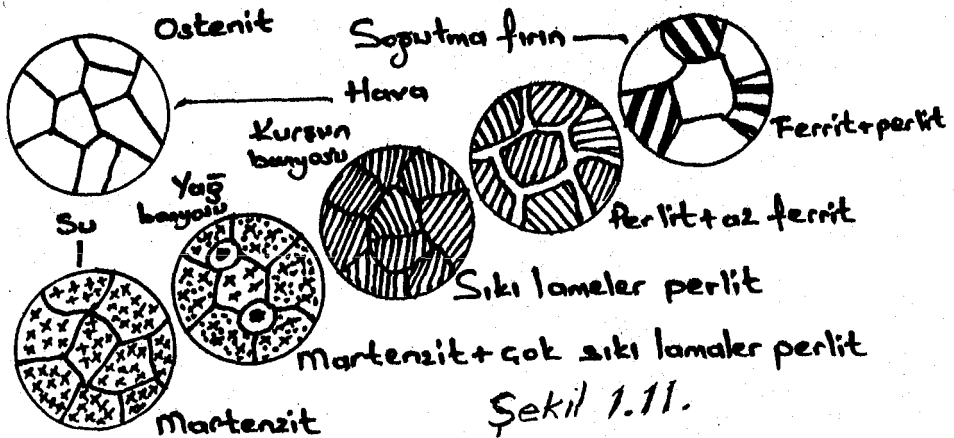
Sertleştirme özelliğine sahip perlitik çeliklerin döğerek şekillendirilmesi sıcak olarak yapılmalı, aksi takdirde kristallerin kırılması ve ezilmesinden meydana gelebilecek iç gerginlikler malzemenin çatlamasına sebep olur. Bu çatlamalar gözle görülebilecek kadar büyük olduğu gibi görülmeyecek kılcal çatlamalar şeklinde de olabilir. Bu ince çatlaklıklar sertleştirme sonucunda veya parçanın çalışması esnasında büyüyerek parçanın kırılmasına yol açar. Preste haddede veya elle döğerek yapılan şekillendirmelerde ostenitik durumda iken işlem yapılmalı. Sade karbonlu çeliklerde döğme sıcaklığı GSE eğrilerinin 30-250° C üstünde yapılmalı. Burada belirtilen sıcaklığın altına düşürülürse sementit oluşumu başlayacağından şekillendirme zorlaşır. Üstüne çıkarılırsa ergime belirtileri olacağından şekillenmede zorluklar çıkar. Alaşımli çeliklerin döğerek şekillendirilmesi çok hassasiyet ister. Kataloklarda belirtilen sıcaklıkların kesinlikle dışına çıkılmamalı. Sertleşme özelliğine sahip çelikler biçimlendirme esnasında soğutmak amacıyla suya veya yağa sokulmayıp durgun havada veya kumda soğutmaya terk edilmeli.

1.7.6. Sertleştirme :

Çeliklerin, kullanıldığı yerlere göre etkisi altında kalabileceği kuvvetleri karşılayabilecek özelliklere sahip olması istenir. Örneğin: takımlarda aşınma mukavemeti ve yüksek sertlik aranır. bu özellikleri kazandırmak için su verme sıcaklığına çıkarılmış parçayı çok hızlı soğutma ile elde edilir. Yüksek sertlik kazanan malzeme soğuk şekillenme ve süneklik özelliğini kaybeder.

Ostenit sıcaklığına çıkarılmış ve bu yapıya sahip olmuş çelik yavaş soğutma sonucunda demir sementit denge diyagramındaki yapıları

oluşturur. Hızlı soğutulacak olursa 723°C de ferrit, perlit ve sem-entite dönüşmesi gereken ostenit soğutma hızına göre daha düşük sıcaklıklarda dönüşmeye başlar. Bunun sonucu dengeli yapılar yerine iç gerginlikleri bulunan kayma düzlemleri aynı hizada olmayan sert yapılar oluşur. Çeliklerin değişik soğutma hızlarında değişik sertliklere sahip olmasını bir örnekle açıklamaya çalışalım. % 0,4 karbonlu çelikten aynı ölçülerde kesilmiş beş parça alalım ve bunların beşinide aynı fırında ostenit sıcaklığına çıkarıp bir süre bekledikten sonra değişik ortamlarda soğutmaya tabi tutalım (Şekil 1.10). Fırında soğuttuğumuz parça yavaş soğuduğundan eşit miktarda ferrit ve perlitten oluşur. Dengeli yapı olduğundan malzeme yumşaktır. Hareketsiz havada soğuttuğumuz parça diğerine nazaran daha hızlı soğuduğundan serttir. Dönüşüm noktasında demir atomlarının hareketleri yavaşladığından bir miktar ferrit perlit kristallerinin arasında kalır. Dışarı çıkabilen: ferritlerde kristal gurubunu oluşturacak zaman bulamadığından perlit danelerinin etrafını sarar. Perlit içinde kalan ferritler dışarı çıkmağa çalışır. Perlitin etrafını sarmış olan ferritler kristal gurubunu oluşturmak isterler. bunun gerçekleşmesi ancak yeteri kadar sıcaklık ve zaman sağlandıktan sonra olur. Bu durum düşük sıcaklıklarda iç gerginlikler doğurur. Bu da fırında soğuyan parçaya nazaran daha sert bir yapıyı meydana getirir. Kurşun banyosunda soğuttuğumuz parça havaya nazaran daha hızlı soğuduğundan ostenit daha düşük sıcaklıklarda dönüşüme başlar. Bu dönüşüm sonucunda ferrit kristal kafesleri hiç hareket etme imkanı bulamadığından perlittin içerisinde kalırlar. Yapı sıkı lamelli perlit olur. Dışarı çıkıp kristal gurubunu oluşturmak isteyen ferrit miktarının fazla olması gerginliklerin de artmasına sebeb olur. Bu da parçanın sertliğini yükseltir. yağda sertleştirilen parça çok hızlı bir soğutmaya tabi tutulduğundan ostenit diğer parçalara nazaran daha düşük sıcaklıklarda dönüşür. Bu sıcaklıkta yapının bir kısmı perliti meydana getirecek fırsat bulamadığından iğneli görünüme sahip yeni bir kristal kafesi (martenzit) oluşur. Bir miktarı da çok sıkı ve rozet görünümünde perliti meydana getirir. Dolayısıyla sertlik artar. Soğutma hızı en fazla olan suda sertleştirdiğimiz parçadaki ostenit 250°C nin altında dönüşüme başladığından perlit meydana gelecek zaman bulamaz ve yapının tamamı martenzite dönüşür.



MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İstenen en yüksek sertlik elde edilmiş olur.

Çeliğin sertleşmesine etki eden faktörler: Karbon ve katık eleman miktarı, su verme sıcaklığı, sertleştirme ortamı, malzemenin fırın içinde bekletme süresi, su vermeden önce başka bir işleme tabi tutulup tutulmadığı (ince veya kaba daneli olması) sertleşmeğe etki eder.

Uygulama usulu:

a) sertleştirmede ön hazırlık:

Sertleştirilecek makine parçası veya takımın hangi çelikten yapıldığını ve kimyasal terkiibini bilmek şarttır. Çelikler belli amaçlar için üretilir. İmalat yapanlar malzeme seçimini işe göre bilerek ve çok iyi seçmek mecburiyetindedir. Memleketimizde bazı imalatçılar bu konunun önemini bilmediklerinden herhangi bir malzemeden istedikleri parçayı yapmakta ve bu parçanın sertleşmesini istemekte veya beklemektedirler. Olmaması gereken böyle bir durumla karşılaşıldığı taktirde yapılacak iş, tesisin imkanları müsaitse kimyasal analizini yapmak, değilse kıvılcım deneyleri veya bileşimi bilinmiyen çeliğin su verme sıcaklığını bulma metodları ile çelik tanınmaya çalışılır. Sertleştirme sıcaklığı ve sertleştirme ortamı (su, yağ vs.) ancak çelik tanındıktan sonra tespit edilir. Su verilmiş parçaların ölçü ve şekil değişikliğine uğradıkları sık sık görülür. Uygun olmiyan durumlarda çatlamaalarının olması da olağandır. Şekil değişikliği ve çatlamaalar düzensiz soğuma nedeniyle parçanın içinde oluşan gerginliklerdendir. Isıtılmış malzeme su verme ortamına batırıldığında dış yüzeyleri derhal soğur ve kendini çeker. Halen sıcak olan merkez bu hareketi engellemeğe çalışır. dış yüzeylerde çatlamalara neden olabilecek çekme gerilmeleri meydana gelir. Soğumanın devamı sırasında bu defa parçanın merkezi kendini çekmek istiyecek, dış yüzeyler tarafından engellenecektir. Merkezde çekme gerilmeleri asıl olur ve iç çatlamalara neden teşkil eder . Bu gerilmeler merkez ve cidar arasındaki farklı sıcaklıklar dolayısıyla oluştuğundan "ısı gerilmeler" olarak adlandırılır. Ayrıca dönüşme gerilmeleri de su verme esnasında görülür. Martenzit ostenite nazaran % 1 daha geniş hacme sahiptir. Dış yüzey martenzit iç kısımlar soğumamışsa hacim farklılıklarından dolayı gerilim artar. Simetrik parçalarda bu gerilmeler genellikle birbirini dengeler, simetrik olmiyanlarda ise tetbir alınmadığı taktirde sertleştirmede arzu edilmiyen çarpılma ve çatlamaalar meydana gelir. Bu tetbirler belli kaideler altında toplanamaz. Parçanın durumuna göre, ısı işleminin tecrübe ve zekası sonucunda çeşitli şekillerde olabilir. Burada en çok raslanan birkaç tetbir üzerinde duracağız.

a.1. Sertleştirme ortamında parçanın her noktasının aynı zamanda soğumasını sağlayacak şekilde hareket ettirilmeli. Duruma göre parça sabit banyo hareket ettirilir, veya banyo sabit, parçayı hareket ettirmek suretiyle sertleştirme yapılır. Lama şeklindeki parçalar banyo içerisinde, aşağı, yukarı ve kılıçlamasına hareket ettirilir. Silindirik parçalar aşağı, yukarı daire veya sekiz çizecek şekilde dik olarak hareket ettirilir.

a.2. Soğutma ortamında istenen hareketin tam olarak yapılabilmesi için tutma yerinin önceden tespit edilmesi, klasik kısaçlarla tutma imkanı yoksa özel takımların hazırlanması gerekir. Parçalar planla-

nan yerlerden seri olarak tutulacak şekilde fırına yerleştirilir. sertleştirilen parçanın tutma yerleri diğer kısımlara nazaran daha yumuşak kalabilir. Hazırlıklar bu hususu dikkate alarak yapılmalı.

a.3. Parçalarının çarpılma ve çatlamasına banyodaki hareketin iyi yapılması yeterli değildir. Bazı parçalarda ayrıca tetbirler alınması gerekir.

Uzun ve lama şeklindeki parçaların çarpılmasını önlemek için, bikaç tanesi üst üste civata somun yardımı ile veya müsait yerlerinden kaynakla bağlanarak sertleştirme yapılır.

İki pilaka arasına alarak yapılacak sertleştirme sonucunda çarpılma önenebilir.

Farklı kalınlıkları bulunan parçalar sertleştirme esnasında aynı zaman içinde soğumuyacağından iç gerginlikler artar ve çatlamalar meydana gelir. Alınacak tetbirde amaç kalın kısım ile ince kısmın soğuma hızını eşit hale sokmaktır. Bu ancak parça yerleştirmek suretiyle mümkün olur. Farklı kalınlıktaki parçaların kenarları 0,5mm radyüs olacak şekilde imal edilmeli, keskin köşe olursa alınacak tetbirler de yarar sağlamıyabilir. Parçanın üzerinde delikler mevcutsa civata, somun, rondela yardımıyla veya şamutla kapatılmalı.

a.4. Parçaların ısıtılması aynı miktarda ısıyı alacak şekilde olmalı aksi taktirde farklı ısıl genleşmelerden dolayı ısıtma esnasında çarpılma olur. Yüksek sıcaklıkta malzeme yumuşayacağından, parça kendi ağırlığından dolayı da çarpılabilir. Bu husus dikkate alınarak fırına yerleştirilmeli. Örneğin uzun parçalar tuz banyosunda yatay değil dik olarak ısıtılmalı.

a.5. Sertleştirilecek parçalar, çeşitli nedenlerden dolayı oksitlenmiş ise zımpara ile temizlenmeli, aksi taktirde oksitler soğutma hızını düşüreceğinden iyi sertleşme sağlanamaz.

a.6. Isıtma işlemi çeliğin özelliğini (karbürize, de karbürize) değiştirmeyecek bir ortamda yapılmalı. Tuz banyosunda tavlanaçaksa nötür tuzlar kullanılmalı, diğer fırınlarda ise oksijenin girmesine mani olacak tetbirlerin alınması gerekir. Örneğin, fırına azot gibi nötür gazlar gönderilmeli veya parçaları kasalara yerleştirdikten sonra ısıtma yapılmalı. Kasalarda, yanmış kömür, kağıt veya pik talaşı kullanılırsa oksijenin karşı daha iyi tetbir alınmış olur.

b. Isıtma:

Ön ısıtma işlemine tabi tutulmuş olan ötekoit altı sade karbonlu çelik, su verme sıcaklığı olan GS eğrisinin 30-50°C üstüne kadar çıkarılır. Bu sıcaklığın altında ısıtma yapılırsa, bir kısım ferrit kristalleri ostenite dönüşmediğinden hızlı soğutma sonucunda iyi bir sertlik elde edilemez. Belirtilen sıcaklığın üstüne çıkarılacak olursa ostenit kabalaşması olur ki bu da gevrek ve kırılğan olan iri yapıli martenzite dönüşür.

Ötekoit üstü çeliklerin su verme sıcaklığı, 723°C ye 30 - 50°C ilave etmek suretiyle bulunur. % 0,80 - 2,06 ya kadar olan çeliklerin sertleştirme sıcaklığı aynıdır. Şekil 1.10 deki demir - sementit denge diyagramını inceliyecek olursak bu sıcaklıkta malzemenin tamamı dönüşmez, sertleştirme sonucunda da yapı martenzit ve sementitten oluşur. Sementit 800 HB sertliğinde ve aşınmaya dayanıklı bir yapıdır.

Takımlarda aranan özelliklere sahip sementitin malzemede bulunması büyük yarar sağlar. Bu bakımdan ısıtma esnasında sementiti yarçalayıp ostenite dönüştürmeyi düşünmemek gerekir. Sementitin sağladığı yeni özelliklerden dolayı ötektoit üstü çeliklere takım çelikleri de denmektedir. Örneğin: % 1 sade karbonlu çelikten matkap, ege, zımba ve balta gibi, akla gelebilecek her türlü takım yapılabilir. Alaşımli özel takım çelikleri ile hiçbir zaman mukayese edilmez fakat yapılan takımlar belli bir süre veya sayıda randımanlı iş görür. katıklı çeliklerin su verme sıcaklığı ilgili kataloglarından istifade edilerek bulunur. Çeliklerin su verme sıcaklıkları sabit bir sıcaklık olmayıp birbirine yakın iki rakam şeklinde ifade edilirler. Örneğin: Ç 2080 (bora veya diğer bir isimle spesial K) Kalıp çeliğinin su verme sıcaklığı 940-970° C dir. İki sayı arasında 30° C lik fark bu çelikten yapılmış parçanın kalınlığına göre ayarlanır. İnce parçalar 940° C da kalın parçalar ise 970° C ta kadar ısıtılır.

c. Bekletme:

Su verme sıcaklığına çıkarılmış olan çelikteki sementit kristallerinin parçalanması ve karbon atomlarının ostenit içine yerleşmeleri için belli bir zamana ihtiyaç vardır. Bu da sertleştirme sıcaklığında bekletmek suretiyle sağlanır. Bu süre normalden fazla olursa sementit ve ostenit kabalaşması meydana gelir. Çeliklerin bekletme süresi parçanın büyüklüğüne, kimyasal bileşimine, fırına yerleştirme şekline fırının özelliğine ve kullanıldığı yakıtta göre hesaplanmalıdır. Malzemenin ince yapıya sahip olması karbonun ostenitte çabuk erimesine sebep olur. Bu durumu iri tuz ile ince tuzun su içinde erimesine benzetebiliriz. İri tuz tanelerinin suda geç eridiği gibi kaba yapılı sementit ve ferrit daha geç katı eriğik yapar. Alaşımli çeliklerdeki bileşik kristaller sade karbonlu çeliklerdeki sementitlere nazaran daha geç parçalanır. Bu yüzden bekletme süresi de fazladır. Malzemeyi kasa içine yerleştirerek fırına sürülüyorsa ısınma ısı iletimi ile olacağından parçanın ölçüleri değil kasanın ölçüleri dikkate alınarak bekletilmeli. parçaya verilecek enerji fazla olursa difüzyon hızlanacağından bekletme süresi azalır, ayrıca fırının ısıyı iyi muafaza edip edememeside süreye etki eder. Çeliklerin ısı iletim kabiliyeti düşük olduğundan kalın parçaların fırın sıcaklığına çıkabilmesi için belli bir süreye ihtiyaç vardır.

Pıratikte, sade karbonlu çeliklere uygulanan bekletme süreleri: Rezistanslı fırınlarda, 1mm çap için 2 dakika, alevle çalışın fırınlarda 1 mm çap için 1 dakika, tuz banyolarında, 1 mm çap için 0,5 dakika bekletilir. Alaşımli çeliklerde, yukarıda belirtilen sürelerle % 20-50 fazlası kadar zaman ilave edilerek bekletilir.

d. Suverme:

Sertleşme sıcaklığında belli bir süre bekletilmiş olan çelik hızlı soğutmaya tabi tutulduğunda sertleşir. Bu olaya suverme denir. Sertleşme, soğutma hızına ve karbon oranına bağlıdır. % 0,25e kadar karbon demire çok az sertlik kazandırdığından, bu orana kadar karbon bulunan alaşımlara sertleşmez anlamına gelen 'demir' denmektedir. Karbon yüzdesi artınca, hızlı soğutma sonucu elde edilecek sertlik de orantılı

olarak artar. % 0,6 karbon oranında maksimum sertlik elde edilir.

% 0,6-1,3 C bulunan sade karbonlu çeliklerde suverme sonucunda elde edilecek sertlik değişmez. C oranı %1,3ün üzerine çıkıldığında hızlı soğutma sonucu yapıda fazla miktarda ostenit kaldığından sertlik düşer

Sertleşebilen tüm çeliklerde kritik sıcaklık ve kritik soğutma hızı vardır. Ostenitin çok hızlı olarak perlitte dönüştüğü sıcaklıklar arasına kritik sıcaklık denir. Sade karbonlu çeliklerde martenzit yapıyı elde edebilmek için 500-650 °C arasını çok hızlı geçmek gerekir. Kritik sıcaklığın altında ve üstünde malzemeye daha yavaş bir soğutma uygulanabilir. Böyle yapıldığı takdirde iç gerginlikler azalacağından çatlama ve çarpılma ihtimalleri azkari hale iner. Kritik soğutma hızı martenzit yapıyı elde edebilecek hızda yapılan soğutmalara denir.

En çok kullanılan soğutma ortamlarından su ve yağdaki sertleştirme-lerde, soğutma boyunca parçanın sıcaklığı düzenli bir şekilde azalmaz. Isıtılmış parça su veya yağa daldırıldığı an etrafında gaz tabakası oluşur, ve bu sebepten sıvının soğutma hızı düşer. Gaz tabakası parçalanıp zerrecikler halinde yukarı doğru çıkmağa başladığı an ısıyı da alıp gittiğinden soğutma hızı artar. Bir an gelirken parçanın ısısı sıvıya buharlaştıramıyacak seviyeye düşer, bu andan sonra soğuma, ısı iletimi yoluyla olduğundan soğutma hızı yine azalır. Su 300°C, yağ 450°C de maksimum soğutma hızlarına ulaşır. Su ve yağ, çeliklerin kritik sıcaklıklarında maksimum soğutma hızlarına ulaşmadıklarından ideal sertleştirme ortamları değildir.

Sertleştirme esnasında en hızlı soğuyan kısımlar parçaların dış yüzeyleridir. Çeliğin ısı iletiminin yavaş oluşundan dolayı iç kısımlar geç soğur. Kalın parçalarda, (çelik cinsine göre) iç kısımlar kritik soğutma hızının altına düştüğünden dış kısımlar martenzit olurken içe doğru sırasıyla trostit, sorbit ve perlit yapılar oluşur.

1.7.7. Sertleştirme çeşitleri:

Ostenitleştirilen çelik, aşağıdaki metodlardan herhangi biri ile hızlı soğutmaya (sertleştirmeye) tabi tutulur.

a) Bir kademede sertleştirme:

Ucuz aynı zamanda kolay bir işlem olduğundan, en çok uygulanan su verme metodudur. Tek kademeli soğutmada parçanın tamamı veya bir kısmı sertleştirilebilir. Genellikle, su, yağ, hava gibi soğutma ortamları kullanılır. Bu metod, ostenitleşmiş çeliği belirtilen soğutma ortamlarından herhangi biri ile (çelik cinsine göre) yaklaşık oda sıcaklığına kadar yapılan hızlı soğutma işlemidir. Sıhatli bir sertleştirme metodu değildir. Daha çok düşük alaşımlı ve sade karbonlu çeliklerden yapılmış siketrik parçalara uygulanır.

b) Hava ve sıvı içinde soğutma:

Böyle bir işlemde amaç, parça bünyesinde doğabilecek ısıl gerilmeleri azaltmak. Ostenitleştirilmiş parça kritik su alma noktasına kadar havada tutulur ve soğutma ortamında sertleştirilir. Bu metod yüksek alaşımlı çeliklerden yapılmış kalın parçalara, daha çok kalıplara uygulanan bir yöntemdir.

c) İkili sıvıda sertleştirme:

Ostenitleşmiş çelik, kritik bölgeyi (S.K.Ç. 500,-650°C) geçinceğe kadar suda ve hemen yağda yapılan soğutma işlemleridir. Dönüşüm sırasın-

da yağın yavaş soğutması iç gerginlikleri azaltır. En çok % 0,7-0,9 karbon bulunan sade karbonlu çeliklerden yapılmış kalın parçalara uygulanır.

d) Kademeli sertleştirme:

tuz banyosunda, kıçgın yağda ve kurşun gibi ergime derecesi düşük eriyiklerde yapılan sertleştirmelerdir. Ostenit yapıya sahip olan çelik, martenzit teşekül sıcaklığının (M_s) çok az üstündeki sıcaklıkta bulunan eriyik içerisine sokularak banyo sıcaklığına kadar burada bilahare havada yapılan sertleştirme işlemidir. Banyonun soğutma hızı düşük olduğunda luzumsuz gerilimler azalır, çarpılma ve çatlama ihtimali düşer. Yavaş soğuma sonucu martenzit küresel şekle, artık ostenit azkariye iner. Bu tip sertleştirmede parça yüzeyi beyaz renkte olur. Parça büyükse sıcak banyonun kritik soğutma hızını düşürür. Sade karbonlu çeliklerde 10 mm çapa kadar parçalar, yüksek alaşımli çeliklerin kalın parçalarını dahi bu metotla sertleştirmek mümkündür.

1.7.8. Meneviş (temperleme):

Sertleştirmeden sonra malzemede meydana gelmiş olan ısıl ve dönüşüm gerilimlerini azaltmak, martenziti küresel hale getirmek ve martenzitte erimiş olan katık elementleri çökeltmek amacıyla yapılan bir ısıtma işlemidir. Meneviş sonucu parçanın muhakak yumuşayacağı anlamına gelmez. Çeliğe uygulanan sıcaklığa göre bekletme süresine göre, sertliğinde değişiklik olmiyabilir, suverme esnasında yapıda ostenit kalmışsa menevişte martenzite dönüşeceğinden sertliği artabilir, veya bir miktar martenzitin beynite dönüşmesi sonucu sertliği düşebilir. Sade karbonlu çeliklerde, 180°C ye kadar yapılan meneviş işlemlerinde çok uzun süre bekletilmediği taktirde martenzit yapı bozulmaz. Ancak yapıda ostenit kalmışsa martenzite, martenzit danelerinde erimiş olan karbon çökelmek sureti ile dane içinde bölgesel karbon yoğunlaşmaları olur bu da malzemenin sertliği düşmeden esnekliğin artmasına neden olur.

Sertleştirilmiş olan takım veya makina parçaları soğutma banyosu sıcaklığına (oda sıcaklığına) indirilmeden çıkartılıp ısıtılmış olan meneviş fırınına koyulmalı, sertleştirme işleminden sonra ihmal edilip bekletilecek olursa çatlama meydana gelir. İlk anda bu çatlama gözle görülmeyecek kadar ince olabilir, parçaların çalıştığı yerde kısa zamanda kırıldığı görülür. Sade karbonlu çeliklerde soğutma banyosundan 100°C de, alaşımli çelikler ise 200°C de çıkarılıp temperleme yapılmalı. Meneviş bir diffüzyon işlemidir. Bu yüzden yüksek sıcaklıkta kısa süre bekletilmesi ile düşük sıcaklıkta uzun süre bekletilmesi sonucunda elde edilecek sertlik aynı ise önemli bir mahsur teşkil etmez. Sertlik kontrolünün daha sıhatli yapılabilmesi açısından düşük sıcaklıkları tercih etmekte yarar var.

Menevişin (temper) bölümlenmesi:

Düşük sıcaklıkta meneviş: 400°C ye kadar yapılan temperleme işlemlerine denir. Sade karbonlu ve düşük alaşımli çeliklere uygulanır.

Yüksek sıcaklıkta meneviş: 400 - 700°C de yapılan meneviş işlemidir. Sıcak iş, imalat, yay ve hava çeliklerine uygulanır.

Takım ve makine parçaları kullanıldıkları yerlerde belli sertliklerde randımanlı iş görürler. Bu sertlik derecesi biliniyorsa sertleştirme işleminden sonra yapılacak meneviş, istenen sertliğe düşürülünceye kadar kontrollü bir şekilde uygulanır. Meneviş sıcaklığında bekletme süresi: Parçanın kalınlığına, sıcaklığa, çelik cinsine, istenen sertliğe bağlıdır. Belirtilenler dikkate alınarak deneysel yolla tespit edilir. Takımın çalışma sertliği bilinmemesi veya sertlik ölçme imkanı olmadığı hallerde meneviş renklerinden yararlanılır. Çelik, ısı ve havadaki oksijenin etkisi ile değişik sıcaklıklarda değişik renklere sahip olur. Bu renkler ısı etkisi ile oluştuğundan bir nevi sıcaklık ölçme görevi yapar. Takımın çalışacağı yere göre istenilen renk getirilmek suretiyle temperleme yapılmış olur.

Kesici takımlara (keski, çizecek, matkap, zımba, matris, bıçak, v.s.) saman sarısı, ayva sarısı renkte meneviş yapılır. Bu renk sade karbonlu çeliklerde 240 C de oluşur.

Darbeli çalışan takımlara (çekici, balyoz V.S.) mor rengin gelmesi sağlanır. Sade karbonlu çeliklerde 270 C de oluşur.

Burulmaya çalışan takımlarda (anahtar, tornavida V.S.) güyercin göğsü mavisini gelmesi sağlanır. Sade karbonlu çeliklerde 310 C de oluşur.

Yukarıdaki takımlar alaşımli çeliklerden yapılmışsa yine aynı renklerin gelmesi sağlanmalı. Paslanmaz çeliklerde renkler dikkate alınmamalı.

Meneviş verme şekilleri:

Dıştan meneviş: Sertleştirilmiş parçanın dışındaki bir enerji kaynağından istifade edilerek yapılan ısıtma işlemidir.

a) Fırında meneviş: Genellikle kalın parçalara uygulanır. Fırındaki sıcaklığın her noktada eşit olmasını sağlayabilmek için hava sirkülasyonlu özel meneviş fırınlarında ısıtma yapılmalı.

b) Alevle (asetilen gibi) yapılan meneviş: Daha çok kısmi sertleştirilmiş veya hassasiyet istenmiyen parçalara uygulanan ısıtma şeklidir. Sıcaklık kontrolü satih pirometresi ile veya renklerden yararlanılarak yapılır.

c) ısıtılmış bloktan meneviş: Özel meneviş fırınının bulunmadığı yerlerde kullanılır. Sıcaklık kontrolü, satih pirometresi , daha çok meneviş renklerinden istifade edilerek yapılır. Bıçak gibi ince parçalarda, kızgın blokun üzerine (ısıtma hızını düşürmek ve renkleri daha iyi takip edebilmek için) amyant koyulduktan sonra meneviş yapılmalı.

d) Tuz banyolarında meneviş: Düşük sıcaklıklarda eriyebilen tuzlardan istifade edilir. Eriyik haldeki tuz banyosunun sıcaklığı her noktada aynı olacağından ideal bir meneviş şeklidir. Tek mahsurlu yani parçanın üzerine yapışan tuzların meydana getirdiği görünümdür. Temizlemeğe tabi tutulması gerekir.

İçten meneviş: Parçanın kendinde mevcut olan ısıdan istifade edilerek yapılan temperlemedir. Kısmi sertleştirmeğe tabi tutulmuş parçalara uygulanır. Meneviş sıcaklığı satih pirometresi ile veya renkler dikkate alınarak yapılır. Kısmi sertleştirmelerde, bilindiği gibi parçanın yalnız sertleştirilecek kısmı soğutulur. Yumuşak

kalması istenen tarafta mevcut olan ısıdan istifade edilir. Renk dikkate alınacaksa, sertleştirilmiş kısım zımpara ile temizlenerek istenen rengin gelmesi beklenir. Meneviş rengi geldiğinde sertleşmesini istemediğimiz kısım siyah renge gelinceye kadar, menevişli uç soğutma sıvısına batırılır. Bilahare tamamı sıvıda soğutulur.

1.7.9. Gerilim giderme tavı:

Plastik deformasyona tabi tutulmuş veya talaş kaldırarak imal edilmiş parçaların yüzeylerinde meydana gelen gerilimleri gidermek için yapılan ısıtma işlemlerine denir. Gerilim giderme tavı, sade karbonlu çeliklerde $550 - 650^{\circ}\text{C}$, alaşımlı çeliklerde $650 - 750^{\circ}\text{C}$ de 1 -2 saat tutup 300°C ye kadar yavaş (fırında) daha sonra durgun havada soğutulur. Gerilim giderme tavı, herhangi bir faz dönüşümü oluşturmaz, ancak yeniden kristalleşmeye neden olabilir. Bu tavlama, malzemedeki gerilimleri azkari hale getirebilmek için yüksek sıcaklıklar tercih edilmeli.

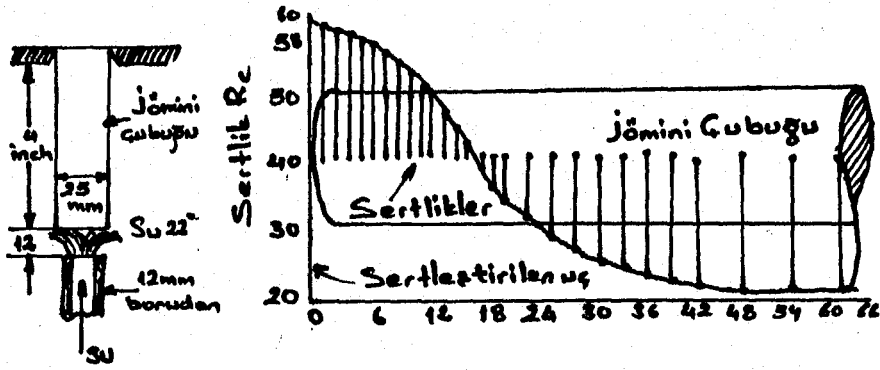
Talaş kaldırılarak yapılmış parçaların işlenen yüzeylerinde kesici takımlar kristal sıkışmalara neden olur, bu da gerilim yaratır.

Kalıp gibi önemli takımlarda önce gerilim giderme tavı daha sonra sertleştirme ve temperleme yapılmalı. Bazı çelikler (sıcak iş ve yay çelikleri gibi) piyasaya sertleştirilmiş ve temperlenmiş olarak sunulur. Bu tür çeliklerden çeşitli özel yöntemlerle parçalar imal edilir. İmalat sonucu üretilen parçaların sertliği düşmeyecek sıcaklıkta gerilim giderme tavına tabi tutulması gerekir. Sertleştirilme ve temperlemeden sonra, doğrultma gibi işlemlere tabi tutulan parçalar meneviş sıcaklığının 25°C altındaki sıcaklıklarda gerilim giderme tavına tabi tutulmalı. Bazı hallerde, örneğin alaşımlı çelikten dökülmüş ve kaynak yapılmış parçalar için normalizasyon sonrası gerilim giderme işlemi şart koşulur.

1.8. JÖMİNY (ÜÇ SERTLEŞTİRME) DENEYİ:

Çeliklerin sertleşme derinliğini tespit etmede kullanılan bir deneydir. Bu konuda daha iyi sonuçlar veren deneyler (Grossmann metodu gibi) geliştirilmiştir. Yapılış kolaylığı ve ucuzluğu nedeni ile Jominy yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, sertleşme derinliği ölçülecek çelikten 25mm çapında, 100mm boyunda parça kesilir. Şekil 1.12. görüldüğü gibi yarım parmak çapında borudan 12mm mesafeden, su verme sıcaklığındaki parçanın alt yüzeyine, 22°C sıcaklıktaki su püskürtülür. Çubuğun boyunca su verilmiş uçtan itibaren soğuma hızı kademeli olarak azalır. Çubuk soğudunda, eksenine paralel ve ucundan itibaren 0,4mm derinliğinde taşlama ile iki paralel kesme yüzey elde edilir. Yüzeyler parlatıldıktan sonra uçtan itibaren 2mm ara ile sertlik ölçümü yapılır. Elde edilen sertlik değerlerine göre Şekil 1.12 deki diyagram çizilir. Her çeliğin kendine göre Jöminy diyagramı vardır. Su verilmiş çeliklerde % 50 martenzitin olduğu yere kadar olan kısma sertleşmiş denir ve bu mesafe o çeliğin "kritik çapını" verir. Kritik çap: Çeliklerin sertleşebilme derinliğini ifade eder ve Jöminy metodu ile tespit edilir. Yapılacak takım veya makine parçalarının malzeme seçiminde kritik çapın bilinmesi büyük önem taşır. Örneğin, bir takım imal edebilmek için

malzeme seçimi yapmağa çalışalım. Sanayide yüzlerce takım çeliği geliştirilmiştir ve bunlar belli amaçlar için üretilir. Bunlardan herhangi birini alıp istediğimiz takımı yaparsak doğru bir seçim yapmış olmayız. Yapılacak takımın çeşitli özellikleri dikkate alınırken yanında, imal edilecek takımın kalınlığı ve seçilecek çeliğin kiritik çapı öncelikle dikkate alınır.



Şekil 1.12.

1.8.1. Sertleşme derinliğine etki eden faktörler:

a) Su verme sıcaklığı:

Su verme sıcaklığını yüksek tutmak kiritik çapı büyütür. Bu durum dane irileşmesine sebep olduğundan, sertleşme derinliğini artırmak amacıyla büyük sıcaklık farklılıkları olacak şekilde kullanılmaz. Çeliğin su verme sıcaklığının alt limitine 40°C kadar ilave edilebilir. Daha fazlası mahsur teşkil eder.

b) Soğutma hızı:

Su verme hızı belli bir sınıra kadar artırılabilir. Daha fazla artırılırsa çatlama ve aşırı çarpılmaların meydana geldiği görülür. Örneğin: Hava çeliğini, yağda sertleştirmekle daha derin bir sertlik elde edilir. Suda sertleştirildiği takdirde çatladığı görülür.

c) Alaşım elemanları:

Katık elemanlar, kiritik soğutma hızını ve ostenit dönüşme sıcaklığını düşürdüğünden çok yavaş soğutmalarda dahi martenzit yapı oluşur. Örneğin: % 15 Ni ve % 0,4 C lu çelik fırında soğutulsa dahi martenzite dönüşür. Yalnız taşla işlenebilme özelliğine sahip olduğundan geniş kullanılma alanı yoktur. Çekirdeğine kadar sertleşmesini arzu ettiğimiz kalın parçalarda yüksek alaşımlı çelikler tercih edilmeli.

d) Dane iriliği:

İnce daneli çeliğin sertleşme derinliği daha azdır. Sebebi, hızlı soğutma (su verme) esnasında ince daneli malzemede perlitli oluşturacak çekirdek sayısının fazla olması sertleşme derinliğini azaltır.

e) Parça kalınlığı:

Isı birikiminin fazla olması nedeniyle kalın parçaların soğutulması zordur. Dolayısıyla sertleşme derinliği de azalır.

2. ÇELİKLERİN SERTLEŞTİRİLMESİ:

2.1. TAKIM ÇELİKLERİ:

Malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılan aletlere takım denir. Bu aletlerin yapımında kullanılan çeliklere takım çeliği denmektedir. Tonaj bakımından üretilen çeliklerin toplamının birkaç yüzdesini oluşturmasına rağmen, endüstride büyük önem taşırlar.

Takım çeliklerinin etüdünde, çalışma tarzlarına göre değişen çeşitli takım tiplerine raslanır. Bu nedenle kullanılan çeliklerde değişik özellikler aranır. Takımlar oda sıcaklığında kullanıldığı gibi, bazen sıcak malzeme ile temasından veya çalışırken sürtünmeden dolayı ısınacağından yüksek sıcaklıklarda çalışmak zorunda kalır. Sıcaklık konusu araya girince takım çeliklerinde yeni özellikler arama mecburiyeti doğar.

Takım imalinde kullanılan çelikler, şeklini değiştirmeye çalışan kuvvetlere karşı dayanıklı olmalıdır. Sertliğinin yüksek, aşınmaya karşı mukavim olmalı, yerine göre düşük ve yüksek sıcaklıklarda özelliğini bozmalı, korrozyona karşı dayanıklı, sertleşme derinliği yüksek olmalı. Bu sayılan özelliklerin tümünü bir çelikte bulmak mümkün değildir. Bir veya birkaç özelliği içerecek şekilde üretilebilmiştir. Farklı özelliklere sahip takım çeliklerini bölümliyerek inceliyelim.

2.1.1. Karbon çelikleri ve vanadyumla alaşımlandırılmış çelikler:

Bu çeliklerde % 0,8 - 1, 2C vardır. Karbürlerin çözünmesi (katı eriğe girmeleri) çabuk olduğundan su verme sıcaklığında bekletme süreleri kısadır. 780°C de, tuzlu suda yüksek sertliğe sahibolurlar. İyi bir soğutma için mekanik karıştırma çoğu kez yeterli ise de, soğutucunun parça üzerine püskürtülmesi daha iyi sonuç verebilir. Bu çeliklerde 20mm den daha kalın parçalar için sertleşme derinliği (yüzeyden itibaren 550 HV seviyesine kadar olan mesafe) yaklaşık 4mm dir. 8mm den ince kesitler tam olarak sertleşir.

İyi dizayn edilmemiş takımlar için sertleşebilirlik kritik bir faktör olabilir. Böyle koşullarda çelik bileşiminin, özellikle Mn ve Cr gibi sertleşebilirliğe güçlü etkileri olan alaşım elementlerine göre, düzenlenmesi gerekir. Şekil 2.1. deki diyagram, sertleşme sıcaklığının W1 tipi alışılagelmiş bileşimdeki takım çeliğinin sertleşme derinliğine etkisini göstermektedir. Sertleşme sıcaklığının 815°C üzerine çıkması halinde çelik kaba daneli olmaktadır.

Şekil 2.2. deki diyagram, alaşım elementi artırılmış çeliğin sertleşme derinliğinin artmış olduğunu göstermektedir. Bu çelikte vanadyum miktarı yüksek olduğundan, yüksek sıcaklıklardan sertleştirilse dahi yapı ince daneli olarak kalır.

Sade karbonlu çelikler sığı sertleşme özelliklerinden dolayı yüksek tokluğa sahiptirler. Makaslar, bıçaklar veya mektup kalıp zımbaları gibi kesici takımlar çok yüksek darbelere maruz kalmadıkları için bu çeliklerden yapılabilir. Çok yüksek darbeler altında çalışan takımlar, örneğin civataların soğuk perçinlenmesi için şişirme masterları, tamamen sertleştirilmemeli. Darphane zımbaları ve

Tablo 6.1. TAKIM ÇELİĞİ, ÇELİK GÖSTERİLİŞİ, NOMİNAL BİLEŞİM VE ISIL İŞLEM

Çelik tipi	AISI	BS	DIN	Çelik gösterilişi			% Nominal bileşim							
				Sis	Bofors	Uddeholm	C	Cr	Mo	W	V	Diğerleri		
Sade karbonlu çelik V- alaşımlı çelik	W 1	BW 1 B	C 100 W 1	1880	B 20 V	20	1.0	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	P 171	16 Va	0.85	—	—	—	—	—	—	0.1
Az alaşımlı soğuk iş çelikleri	O 1	BO 1	105 WCr 6	2140	RT 1733	ARNE	0.95	0.5	—	0.5	—	—	—	1.2 Mn
	—	—	~ 125 CrSi 5	2092	SR 1855	SR 1855	1.0	1.0	—	—	—	—	—	1.5 Si
Az alaşımlı soğuk iş ve sıcak iş çelikleri	—	—	~ 145 NiCrMo 4	2550	HRO 1243	GRANE 1	0.55	1.0	0.3	—	—	—	—	3.0 Ni
	S 1	BS 1	45 WCrV 7	2710	RTO 912	REGIN 3	0.50	1.2	0.3	2.4	0.2	—	—	1.0 Si
Yüksek alaşımlı soğuk iş çelikleri	A 2	BA 2	X 100 CrMoV 51	2260	ROP 21	RIGOR	1.0	5.5	1.1	—	—	—	—	0.2
	D 2	BD 2	X 165 CrMoV 12	2310	ROP 57	SVERKER 21	1.5	12	0.8	—	—	—	—	0.9
	D 3	BD 3	X 210 Cr 12	—	R 60	—	2.0	12	—	—	—	—	—	—
Sıcak-ış çeliği	D 6	—	X 210 CrW 12	2312	RT 60	SVERKER 3	2.0	13	—	1.0	—	—	—	—
	—	—	—	—	RO 8155	PREGA	0.40	3.0	0.5	—	—	—	—	—
	H 13	BH 13	X 40 CrMoV 51	2242	ROP 19	ORVAR 2	0.40	5.3	1.4	—	—	—	—	1.0
Yüksek hız çelikleri	—	BH 10 A	—	—	QRO 45	QRO 45	0.30	2.8	2.8	—	—	—	—	0.5 2.8 Co
	—	—	—	—	QRT 71	QRT 71	—	—	—	—	—	—	—	—
	T 1	BT 1	—	—	—	—	0.80	4.0	—	18	1.0	—	—	—
	M 2	BM 2	S 6-5-2	2722	—	—	0.85	4.0	5.0	6	2.0	—	—	—
M 7	—	—	2782	—	—	1.0	4.0	9.0	2	2.0	—	—	—	
M 42	BM 42	—	—	—	—	—	1.1	4.0	9.5	1.5	1.1	—	—	8 Co

Tablo 2.1

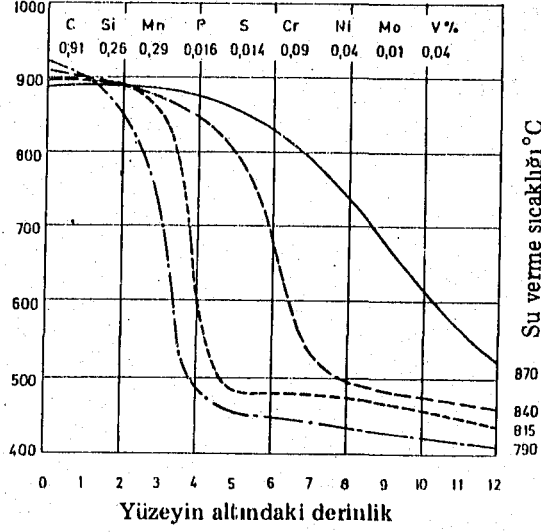
Tablo 6.2

Sertleştirme işlemi		Sertleştirme ve temperleme sonrası Rockwell C sertlik										AISI (Bofors)
Sıcaklık aralığı °C	Soğutma ortamı	Boyutu mm	Sertleştirme sıcaklığı °C	100	150	Temperleme sıcaklığı			°C Saat			
						200	250	300	400	500	600	
770-800	Su	25	770	67	65	63	59	56	47	38	—	W 1
770-800	Su	25	790	66	64	63	60	57	48	38	—	W 171
800-840	Yağ	25	800	64	63	62	60	58	53	47	40	O 1
850-890	Yağ	25	860	66	64	63	62	61	58	50	42	(SR 1855)
810-840	Yağ	100	820	58	58	57	55	53	48	44	40	(HRO 1243)
830-850	Hava	100	840	50	50	49	48	47	44	41	38	
860-900	Su	20	880	62	60	58	57	56	53	49	45	S 1
880-920	Yağ	20	900	59	58	57	57	56	53	49	45	
950-980	Yağ Tuz banyosu veya Hava	25	960	64	63	61	60	58	58	57	52	A 2
1000-1025		25	1000	63	63	62	60	59	59	58	50	D 2
950-980		25	970	64	63	62	61	60	57	54	50	D 3
960-1000		25	980	64	63	62	61	60	59	58	50	D 6
				200	500	550	575	600	625	650	675	
880-910	Yağ	100	900	52	52	52	52	52	51	47	39	(RO 8155)
	Hava	100	900	45	45	45	45	45	45	43	38	
1000-1050	Yağ	50	1025	54	55	53	51	48	44	36	32	H 13
1000-1050	Tuz banyosu veya hava	50	1040	51	52	52	51	49	46	48	38	(QRO 45)
1050-1100		50	1100	52	53	54	53	52	50	47	44	(QRT 71)
1260-1280	Ya	25	1270	64	64	65	65	64	63	58	53	T 1
1200-1220	Tuz banyosu veya Hava	25	1210	65	64	65	66	65	64	61	57	M 2
1200-1220		25	1210	65	64	65	66	63	62	58	54	M 7
1160-1200		25	1180	62	63	66	67	67	66	65	63	M 42

Tablo 2.2.

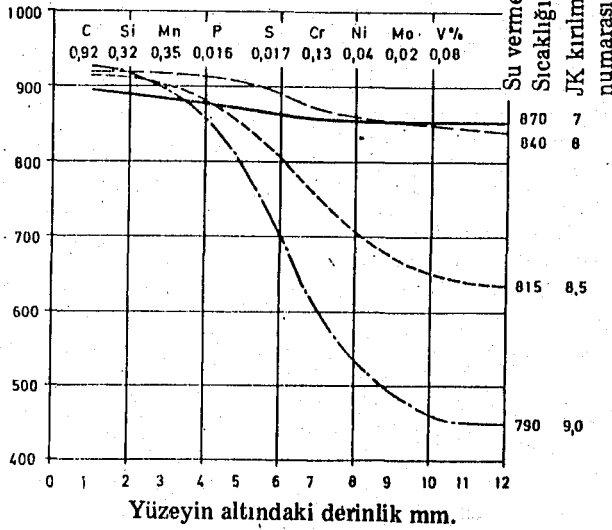
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Vickers
Sertliği



Şekil 2.1. W1 çeliğine eşdeğer bir karbon çeliğinin (25 mm çapında) sertleşme derinliği. Soğutma çeşitli sıcaklıklardan suda yapılmıştır.

Vickers
Sertliği



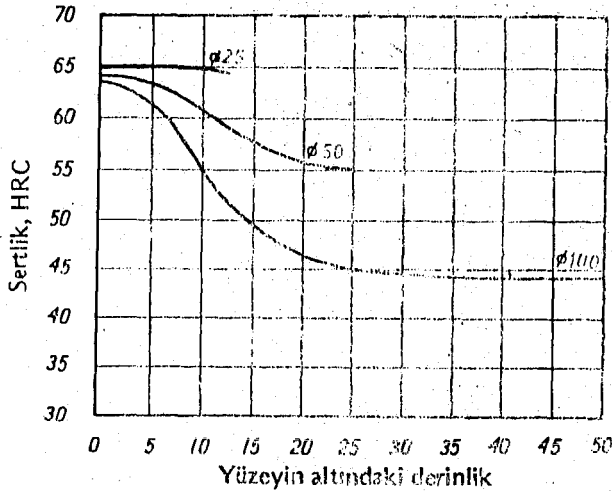
Şekil 2. 2W1 çeliğine eşdeğer bir karbon çeliğinin (25 mm çapında) sertleşme derinliği. Soğutma çeşitli sıcaklıklardan suda yapılmıştır.

dövme zımbaları sade karbonlu çeliklerden imal edilmektedir. Bu gruba giren çelikler için normal olarak kullanılan temperleme sıcaklığı 170-220°C, temperleme sonrası sertlikleri ise 60-64 HRC değerleri arasındadır.

2.1.2. Az alaşımlı soğuk iş çelikleri:

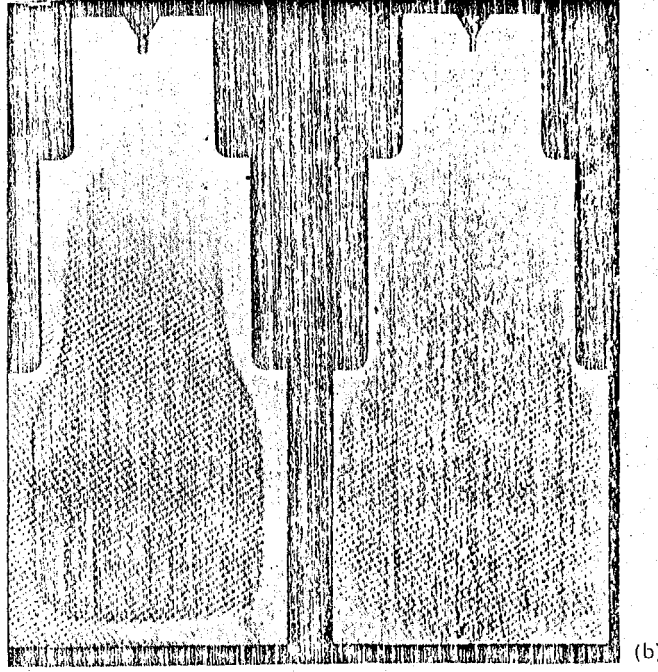
Karbon çeliği, zımba kalıpları veya soğuk ıstampalama takımları için kullanıldığında, takımın boyutları, takıma uygulanan yüklerle saptanan bir azami kesitte tutulur. Örneğin 50mm çapta karbon çeliğinden yapılmış bir zımba veya kalıp, sığı sertleşme derinliği yüzünden dalmaya (çöktürmeye) karşı düşük direnç gösterir. Bu direnç yeterli değilse, bu durumda 01 veya SIS2092 için 850-890°C olan sertleşme sıcaklığı, 01 için 800-840°C dir. 01 çeliği düşük sıcaklığından dolayı riğerine oranla daha yüksek boyutsal kararlılık gösterir. Bu özelliği onu yüksek derecede boyutsal kararlılığın istendiği kesme kalıpları ve diğer takımlar için ilk seçenek yapar.

Her iki çelikte parça kalınlığı artıkça sertleşme derinliği aşağı yukarı aynı miktar azalır. Şekil 2.3'teki diyagramda görüldüğü gibi, çeliğin kesit alanı arttığında sertleşebilirliği artırmak için sertleştirme sıcaklığı yükseltilmiştir. Eğer takımlarda girintili köşeler mevcut ise yaklaşık 80 mm çaptan daha büyük veya eşdeğer yassı boyutlardaki kesitlere sahip olanların tam sertliğe ulaştırılmaları zordur. Böyle bir dizayn için SIS 2092 çeliği tavsiye edilir. Bu çeliğin belli koşullar altında sığ bir sertleşme derinliği göstermesine rağmen, yüzeyinde tam bir sertlik elde edilebilmekte, ve bundan yapılan farklı kesit kalınlıklarındaki bir takım daha düzenli sertleşme derinliği göstermektedir. Bu nokta Şekil 2.4. gösterilmektedir. Burada daha önce tarif edildiği gibi, normal olarak sertleştirilmiş, örneğin 01 için 820°C den, SIS 2092 için 870°C den yağda soğutma, deney numunelerinin boyuna kesiti verilmektedir.



Şekil 2.3.01 (Bofors RT 1733) çeliğinin sertleşme derinliğini gösteren eğriler. 880°C den yağda su verilmiş 25 mm çapında numune. 820°C den yağda su verilmiş 50 mm çapında numune. 840°C den yağda su verilmiş 100 mm çapında numune.

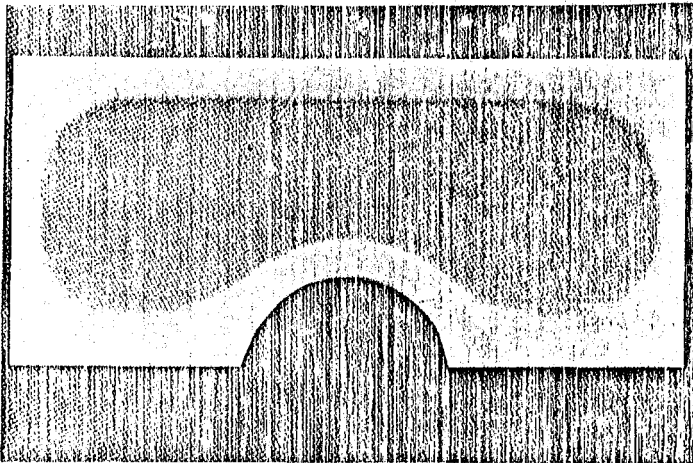
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Şekil 2.4. (a) SIS 2092 (b) AISI 01 çeliğinden yapılmış aeney numunelerinin dağlanmış halde boyuna kesitleri. Çaplar; 50,75 ve 100 mm.

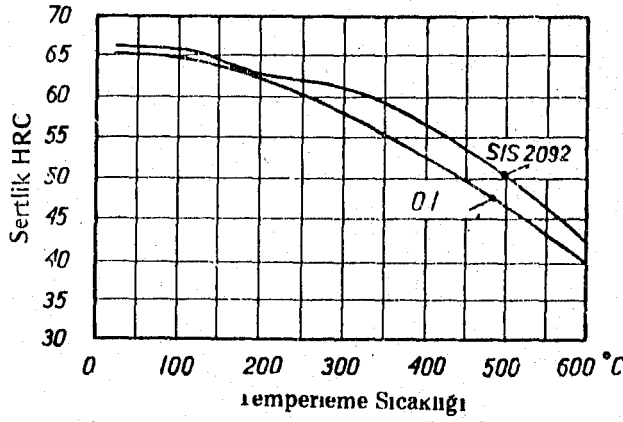
Yukarıda yer alan örnekler, Jominy diyagramından sertleşme derinliğini tahmin edebilme olanağının kuvvetli bir pratik ifadesi olmaktadır. Bununla beraber, belirgin bir sertleşme sınırı gösterecek şekilde sertleştirilmiş bir takım (sınırlı sertleşme) tamamen sertleştirilmiş takıma oranla daha toktur. Şekil 2.5. sınırlı sertleşme uygulanmış, boru çekmede kullanılan vargelli haddeyi göstermektedir.

Kaide olarak her iki çeliğe de yağda su verilir. SIS 2092 (Bofors SR 1855) çeliğinden yapılmış 100 mm den daha büyük parçalar söz konusu olduğunda, suda soğutma en iyi yöntemdir. Suda soğutma işlemi, çeliğin yüzey sıcaklığının 300-400°C sıcaklıkları arasına düşmesi anında, takımın yağ banyosuna aktarılmasıyla durdurulur.



Şekil 2.5.

Her iki çelik için 60 HRC den fazla sert lik değeri, genellikle 170-200°C sıcaklıkları arasında uygulanan temperleme ile sağlanabilir (Şekil 2.6.). Temperleme işlemi 250-350°C sıcaklıkları arasında uygulanırsa, darbe mukavemetinde azalma görülür. 170-200°C de yapılan temperleme sonucu yüksek darbe mukavemetinin elde edilmesi, yapıda % 10 civarında mevcut olan kalıntı ostenitten ileri gelmektedir. Yumuşak özellikte olan bu dönüşmemiş ostenit, darbe gerilimlerini sert olan yapılara oranla daha iyi absorbe eder.



Şekil 2.6.01 (Bofors RT 1733) ve SIS 2092 (Bofors SR 1855) çeliğinin temperlenme eğrileri

2.1.3. Az alaşımlı soğuk ve sıcak iş çelikleri:

SIS 2550 çeliği, SIS 2092 ve 01 den daha iyi sertleşme özelliğine sahiptir. Düşük karbonlu olduğundan, diğer iki çeliğe nazaran daha yüksek tokluk özelliği gösterir. SIS 2550 soğuk iş çeliği olarak kullanıldığında 170-250°C arasında temperlenir. 300°C de temperlenmesi halinde temper gevrekliği gösterir. 830°C de yağda sertleşebilen SIS2550 çeliği boyutsal kararlılığa sahiptir. Kullanılma alanları, masa eşyaları için kalıplar, büyük plaka kesicileri, plastik kalıpları gibi parlatılması arzu edilen alanlarda tercih edilir.

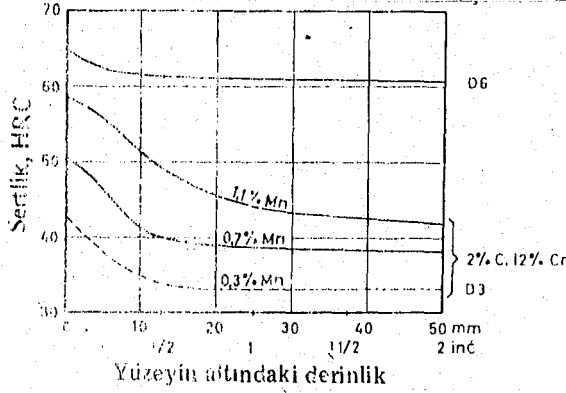
Dövme kalıpları gibi sıcak şekillendirmelerde de SIS 2550 çeliği kullanılabilir. Bu durumda sertleştirme sonrası temperleme 400-600°C de yapılır. 400°C den sonra hızlı sayılacak sertlik düşüşü gösterir. Yüksek sıcaklıklarda, aşınma direnci ve darbe mukavemeti yüksek olan S1 çeliği tercih edilmeli. 900-950°C su alma sıcaklığına sahip olan S1 çeliği, sertleştirilecek parçanın kalınlığına göre, sıcak banyo, yağda, veya su-yağ ortamlarında sertleştirilebilir. Aşınma mukavemetini artırmak için 20 dakika siyanur banyosunda bekletmek gerekir. S1 çeliği SIS 2550 çeliğinin kullanıldığı alanlarda daha randımanlı iş görür. Sıcak işlem alanında S1 çeliğinin yerine diğer takım çelikleri kullanılmakta. Yalnız S1 çeliğinin randımanlı iş gördüğü alanlardan biri, boksitten alüminyumun elde edilmesinde yüzeyde oluşan kabuğun kırılmasında S1 çeliği çok iyi iş görmektedir. Bu alanda en uygun kesici takım sertliği 350 HB dir.

2.1.4. Yüksek alaşımlı soğuk iş çelikleri:

Yüksek alaşımlı soğuk iş çelikleri aşağıdaki gibi guruplandırılmıştır.

Grade A2	(Bofors ROP 21)
Grade D2	(" ROP 57)
Grade D3	(" R 60)
Grade D6	(" RT 60)

Yukarıdaki çeliklerin D3 gurubu 50 mm çapa kadar, diğerleri 100 mm çapa kadar havada sertleşebilir. D6 gurubu, 100 mm nin üzerindeki çaplarda da havada sertleşebilir. Bu özelliği içinde bulunan yüksek orandaki Mn ve kısmen W un varlığındandır. Şekil 2.7. % 12 Cr ve çeşitli bileşiklerdeki çeliklerin havada sertleştirme sonuçlarını vermektedir.



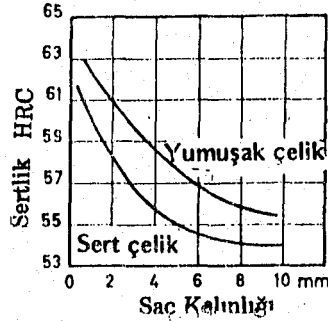
Şekil 2.7. Çeşitli miktarlarda Mn içeren D3 (Bofors R 60) ve D6 (Bofors RT 60) çeliklerinin havada sertleşebilirliği. 100 mm çapında deney numunesi 1000°C den sonra havada sertleştirilmiştir.

Bu çelikler karbürce çok zengin olduklarından, sertleşebilirliği sertleşme sıcaklığı ile kontrol edilebilir. Yüksek sıcaklığa çıkıldığında dane büyümesi ve sertleşmiş yapıdaki kalıntı ostenit miktarında artış olur. Bu nedenle, sertleştirme sıcaklığının üst sınırı, kabul edilebilir dane büyüklüğü ve kalıntı ostenit miktarına bağlı olarak saptanır. A2 gurubu dane büyümesine karşı diğerlerinden daha hassastır.

A2 900, D2 1010 ve D6 980°C ta sertleşir. Bu çeliklere sertleştirme sonrası, sıfırın altına soğutma işlemi uygulanacaksa, sertleştirme sıcaklığı bir miktar yüksek tutularak maksimum sertlik sağlanabilir. Bunun sebebi yüksek sıcaklıkta karbürlerin katı eriyik içine alınma olasılığının artmasına ve yüksek sıcaklıktan dolayı artan kalıntı ostenit miktarının, çeliğin sertleştirme sonrası sıfırın altına soğutulması sonucu dönüşüme uğramasına bağlanabilir.

Havada sertleşen bir numune, çok hızlı soğutulmuş olana oranla daha fazla kalıntı ostenit içerir. Parçanın sertleştirme sıcaklığından havada soğuması sırasında martenzit oluşum sıcaklığı bölgesinden geçerken, ostenitin kararlı olmasına yardımcı olur. Bu ise ostenitin martenzite dönüşümünü zorlaştırır.

Normal sıcaklıklarda sertleştirilmiş soğuk iş çeliklerinden yapılan takımlar 180-200°C arasında temperlendikten sonra 61-63 HRC sertliğinde olurlar. Yüksek tokluk göstermeleri % 20 kalıntı ostenit içermelerinden ileri gelir. Temperlenme sıcaklıkları artınca sertlikleri düşer. Ancak, sertleştirme sıcaklıkları yeterince yüksek ise, bu durumda uygulanacak temperleme işlemi ikinci bir sertleştirme meydana getirebilir. Bu çelikler 400°C nin üzerinde temperlenmeleri halinde (su verme sıcaklığı ve soğutma hızı fazla tutulmuşsa) artık ostenit tamamen dönüştürülebilir. Bu durumda sıcak iş çeliği olarak da kullanılabilirler. Yüksek Cr lu olan bu çelikler daha çok kesme kalıbı ve çekme takımları olarak kullanılırlar. Kesme kalıpların sertlikleri Şekil 2.8. deki diyagrama göre ayarlanır. D6 gurubu çelikler arabaların içten yanmalı motorlarında supap yatağı olarak kullanılır.



Şekil 2.8. Çeşitli sac kalınlıkları için kesme ve zımba takımları için tavsiye edilen sertlik değerleri, A2 (Bofors ROP 21), D2 (Bofors ROP 57) ve D6 (Bofors RT 60) çelikleri.

2.2. SICAK İŞ ÇELİKLERİ:

Bu çelikler, yüksek sıcaklıkta, aşınma mukavemeti, sertliğini muhafaza etme özelliği, tokluk ve sıcaklık farklılıklarına dayanıklılık özelliklerine sahiptir. Yüksek alaşımlı çelikler olduğundan sertleşme derinlikleri fazladır. Yüksek sıcaklıklarda çalıştıklarından termal iletkenliklerinin iyi olması istenir.

Sıcak iş çeliklerinden en çok bilineni ve en çok kullanılanı H13 çeliğidir. Sertleştirme sıcaklığı 1000-1050°C arasındadır. Yüksek sıcaklıklardaki mukavemeti sertleştirme sıcaklığı artınca yükselir. Ancak toklukta azalma meydana gelir. Yüksek sıcaklık kaba daneli olmasına neden olur, kaba dane ince daneye nazaran daha az toktur. Yüksek vanadyum miktarından dolayı H13 çeliğinde dane büyümesi yavaş meydana gelmektedir. Tuz banyosunda yapılan tavlamalarda bunu kontrol altına almak mümkündür, kasa içinde yapılan tavlamalarda ise kontrolü zordur. Bu tavlamalarda düşük sıcaklıklar tercih edilmeli.

H13 çeliğinde tokluğu azaltıcı neden olarak dane büyümesinin yanında soğutma hızı da etki etmektedir. Soğutma hızının yavaş olması karbürlerin dane sınırlarına çökmesi nedeni ile darbe mukavemeti düşer. Bu çelik için tavsiye edilen husus yüksek sıcaklıktan hızlı soğutarak kararsız osteniti meydana getirmektir.

Çalışma sıcaklığı 200°C nin üzerinde, talassız imalatta kullanılan takımların yapıldığı çeliklere sıcak iş çelikleri denir. Daha önce de değindiğimiz gibi sıcak iş çeliklerinin belirgin özellikleri şunlardır.

- 2.2.1. Yüksek meneviş dayanımı.
- 2.2.2. Yüksek sıcak mukavemet.
- 2.2.3. Yüksek sıcak süneklik.
- 2.2.4. Yüksek sıcak aşınma mukavemeti.
- 2.2.5. Yüksek sıcaklık değişim dayanımı.

Bütün bu özellikler çelikte bulunan Si, Cr, Mn, Mo, W, V, Co, ve nihayet karbon ile sağlanmaktadır. Sıcak iş çelikleri kimyasal bileşim yönünden iki ana gruba ayrılırlar: W, Cr, V, ve Cr, Mo, V, çelikleridir. W, Cr, V çelikleri tip olarak eskidir. Volframca zengin olan sıcak iş çeliklerinin meneviş dayanımları çok yüksektir. Cr, Mo, V çeliklerinde, iyi soğutmaya rağmen sıcak aşınma mukavemeti ve sıcak şekillendirme dayanımı kafi gelmiyorsa volfram esaslı sıcak iş çeliklerini kullanmak avantajlı olmaktadır. Yeni tip olan Cr, Mo, V sıcak iş çeliklerinde, sıcak mukavemeti oluşturan volfram elementi yerine molibden gelmesi ile çelik, derinlemesine sertleşme, sıcak çatlama emniyeti ve soğutma özelliği iyileşmektedir. Sıcak iş çeliğinden yapılmış takımları sertleştirmeden önce mekanik işlem esnasında takımın bünyesine girmiş olan gerilimlerin uzaklaştırılması için takımlar gerilim giderme işlemine tabi tutulurlar. Gerilim giderme tavı, $600-650^{\circ}\text{C}$ de bir saat bekletip ocakta soğutmadan ibarettir. Sertleştirme işlemi takımın ömrüne çok tesir ettiğinden bu işlemi çok iyi yapmak gerekir. Sıcak iş çelikleri, alt ve üst sertleştirme sıcaklığı olmak üzere bir sıcaklık aralığında sertleştirme işlemine tabi tutulurlar. Takım sertleştirme sıcaklığının üst sınırından sertleştirilirse, yüksek meneviş dayanımlı ve sıcak mukavemeti fazla olur. Fakat buna karşılık takımın süneliği az olur, üst sınır sıcaklığı kalın kesitli takımlara tatbik edilir. Darbeli çalışan ve ince cidarlı olan takımlar alt sınırda sertleştirme işlemine tabi tutulurlar. Alt sınırda yapılan sertleştirmelerde takımın sünekliği fazladır. Sıcak işçiliklerinin sertleştirme sıcaklıkları iki grup altında toplanır: Birinci grup sertleşme sıcaklığı 950°C altında olanlar ikinci grup ise sertleşme sıcaklığı 950°C üzerinde olanlardır. Bunlar için zaman, sıcaklık eğrileri şekil 2.9. ve şekil 2.10. da gösterilmektedir.

Sertleştirme işleminde, sertleştirme sıcaklığını ve zamanını iyi tayin etmek gerekmektedir. Takımın aşırı ısıtmaya ve bekletmeye maruz kalması malzemenin özelliklerinde kötü tesir yapar. Sertleşme de sıcaklığın artırılması ile zamanın azaltılması gerekmektedir. Takımlar sertleştirme sıcaklığına kadar devamlı ve homojen bir ön ısıtma ile ısıtılmalıdır. Böylece takımın köşe ve kenarlarının çok ısınması önlenmiş olur. Takım önce 450°C da kamaralı ocakta ön ısıtmaya tabi tutulur, sonra 850°C da ısıtılır, buradan sertleştirme sıcaklığına alınır. Sertleştirme sıcaklığındaki bekletme zamanı değişik kesitli takımlar için şekil 2.11. deki diagramdan yararlanılır. Sertleştirilen parçalar oda sıcaklığına inmeden menevişe tabi tutulmalı. Sıcak iş çeliklerinde 20 mm kalınlık için iki saat olmak şartı

2.3. YÜKSEK HIZ ÇELİKLERİ:

69 HRC kadar sertleşebilen, çalışma sıcaklığı 600°C kadar çıkabilen, yüksek alaşımlı takım çelikleridir. Yüksek hız çeliklerinin çalışma özelliği, yüksek meneviş dayanımı, sıcak mukavemet ve aşınma mukavemeti olarak ifade edilebilir. Çeliğe bu özellikler sertleştirilmiş ve menevişlenmiş durumda iken bünyesinde oluşan sert karbürler vermektedir. Yüksek hız çeliğinde karbür yapıcı elementler, Kr, Mo, V, C, W bu çeliklerin çalışma esnasında en büyük özellikleri, sıcak sertlik ve yüksek sıcaklıkta aşınma mukavemetlerinin fazlalığıdır.

Sıcak mukavemet Şekil 2.12. ve Şekil 2.13. görüldüğü gibi 600°C kadar çeliğin kesici özelliği için yeteri kadar sertliğe sahip olmasıdır. Meneviş dayanımının artması çelik içindeki alaşım elementlerinin artışı ile ilgilidir. Meneviş dayanımına en iyi özelliği veren karbür yapmayan, ana yapı içinde çözünebilen kobalttır. Kobalt yüksek hız çeliklerinde % 10 kadar olabilir. Kaba işlemlerde sıcak mukavemete büyük rol oynamaktadır. Aşınma mukavemeti olarak yüksek hız çeliği, takımın sulu yada susuz çalışması sırasında takımın aşınmaya karşı gösterdiği dirençtir. Çeliğe en iyi aşınma mukavemeti veren alaşım elementi vanadyumdur. Bu elementin yaptığı karbür, krom ve volframın yaptığı karbürlerden daha çok sert ve aşınmaya karşı çok dayanıklıdır. Otomatlarda ve ince işlerde bu alaşım esaslı çelikler kullanılmalıdır. Bu çeliğin taşlanması oldukça zordur. Süneklik özelliği ise çelik gurubuna bağlı olmayıp, sertliğe ve meneviş durumuna bağlıdır. Artan karbon ve karbür oranı sünekliğe çok kötü etki ederler.

Yüksek hız çeliğinin yumuşak tavlama sonrası mikro yapısı, ferrit ana yapısı içine dağılmış olan primer ve sekonder karbürlerden oluşmuştur. Primer karbür döküm blokunun soğuması esnasında oluşur, fakat ledeburit - ötektik fazı içinde bulunur. Ancak sıcak şekil vermede parçalanır ve bulunduğu yer değişir. Sertleştirme işleminde bu karbürlerin tamamen çözülmesi gerekir, böylece takımın kesme özelliği artar. Sekonder karbürler ise, çeliğin dövülmesinde veya haddelenmesinden sonra yapılan yumuşatma tavlamasında meydana gelirler. Bu karbürlerin de sertleştirme esnasında çözülmesi gerekmektedir. Takımın tam sertleşebilmesi ve meneviş dayanımının en iyi olması için karbürlerin iyi çözülmesi gerekmektedir.

Son zamanlarda yüksek hız çelikleri yüksek karbonlu yapılmaya başlandı, böylece takım yüksek aşınma ve sıcak dayanım kazanmış olur. Fakat bunun yanında çeliğin sünekliği azalır.

2.3.1. İŞLEME PAYI:

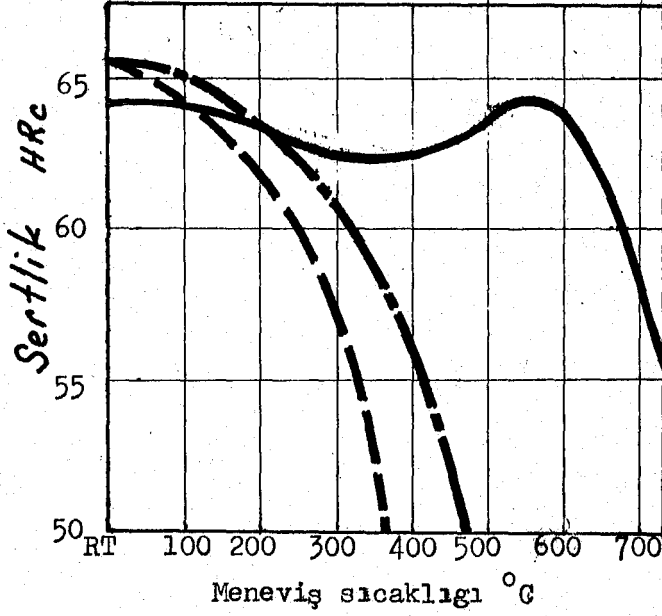
Yüksek hız çeliklerinin dövülmesinde, haddelenmesinde ve tavlama sırasında yüzeyden belirli bir derinliğe kadar karbonsuzlaşma, tufallaşma veya ince çatlama olur. Bu çelikten yapılacak takımları emniyete almak için çelikten belirli bir derinliğe kadar talaş almak gerekmektedir.

Yuvarlak çubuklar için; DIN 7527 ye göre haddelenmiş veya dövülmüş çubuklar için çaplarından aşağıdaki ölçülerde talaş alınmalıdır.

16 mm ye kadar 2 mm talaş alınmalıdır.

16-25 mm ye kadar 2.5 mm talaş alınmalıdır.

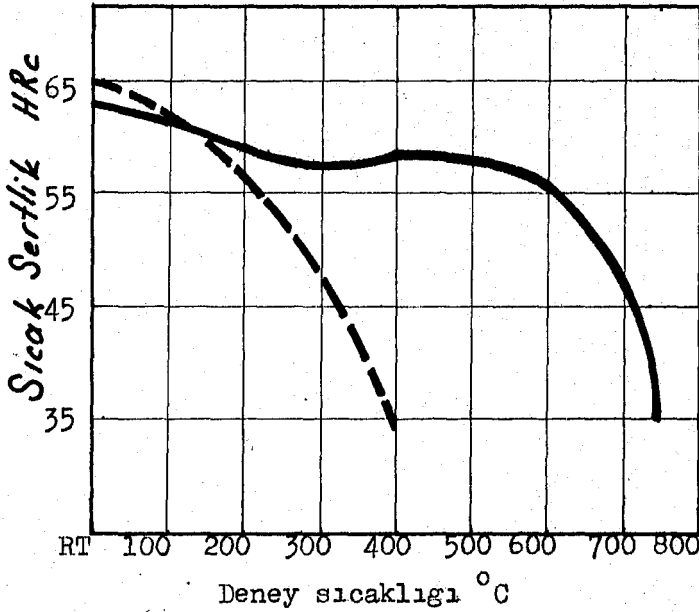
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Şekil: 2.12.

Hava çeliği ile Takım çeliğinin
meneviş donanımı karşılaştırılması.

- :Hava çeliği
- - - - - :Alaşımatsız takım çeliği (%1 C)
- . - . - :Alaşımlı takım çeliği (%1 C , %1,5 Cr)



Şekil: 2.13

Hava çeliği ile Takım çeliğinin sıcak
sertliğinin karşılaştırılması.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

25-40 mm ye kadar	3 mm talaş alınmalıdır.
40-63mm "	4 mm " "
63-80 mm "	5 mm " "
80-100 mm "	6 mm " "
100-125 mm "	7 mm " "
125-150 mm "	9 mm " "
150-200 mm "	11 mm " "
200-250 mm "	13 mm " "

2.3.2. ÇELİK SEÇİMİ VE KULLANMA YERLERİ:

Kesici takımlar için uygun hava çeliğinin seçiminde talaş kaldırma şartlarını ve işlenen malzemenin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda çeşitli takımların işlenen çeşitli malzemelere göre hangi hava çeliğinden yapılması gerektiği görülmektedir.

Bu gün için hava çelikleri sadece kesici takımlarda kullanılmayıp talaşsız şekil vermede kullanılan pres takımlarında kullanılmaktadır. Bu takımlar için malzeme numarası 3342 ve 3343 olan çelikler tavsiye edilmektedir. Takımlara yapılan nitrürasyon işlemi ile takımın aşınmaya ve korozyona karşı mukavemeti artmaktadır. Tablo 2.3.

ALETLER	" T A L A Ş L I İ M A L A T "			
	Çelik ve Dökme Demir	Diğer Metaller	Tahta	Pilastik
METALLER	3243 3343	3343	3343	3343
KLAVUZ	3243 3343	3343	-----	3343
DİŞ AÇMA Aletleri (PAFTALAR)	3243 3343	3343	-----	3343
FREZE ÇAKILARI	3207 3243 3343	3207 3243 3343	3207 3343	3343
RAYBALAR	3343	3343	-----	3343
TORNA KALEMLERİ	3207 3255 3265	3207	3207	3207
PLANYA KALEMLERİ	3207 3255 3265	3207	-----	-----

2.3.3. YÜKSEK HIZ ÇELİKLERİNİN SICAK ŞEKİLLENDİRİLMESİ:

Hava çelikleri diğer yüksek alaşımlı çeliklerde olduğu gibi çok kötü ısı iletim özelliğine sahiptir. Merkez ile cidar arasında sıcaklık eşitliği, bilhassa düşük sıcaklıklarda oldukça zor elde edilir. Bu sebepten dolayı 800°C ye kadar ısıtmalarda çok dikkat etmek gerekir. Bu sıcaklıktan sonra sıcak şekil verme sıcaklığına çabuk çıkarılmalı ve burada tamamının ısınabilmesi için bir müddet bekletilmeli ve sıcak şekil verme bundan sonra yapılmalı. sıcak şekil verme sıcaklığında fazla bekletme, dane büyümesi ve karbon-suzlaşmaya sebep olacağı için dikkat edilmelidir. Düşük şekil verme sıcaklığı çatlamalara sebeboldur. Şekil verme işleminden sonra takım 800-900°C ye kadar havada, daha sonra çok yavaş olarak fırında veya ocak içerisinde soğutulmalıdır.

2.3.4. YUMUŞATMA TAVLAMASI:

Çeliğin iyi işlenebilmesi için, haddelenmeden sonra yumuşatma tavlmasına tabi tutulması gerekir. Çelikler, kullanılacakları ya da işlenecekleri atelyelere yumuşatma tavlama yapılmış olarak gelirler. Şayet yeniden dövme veya kaynak işlemine tabi tutulursa yada sertleştirilmiş bir çeliğin yeniden sertleştirilmesi gerekirse tekrar yumuşatma tavlama yapılır.

Çeliğin cinsine göre önceden saptanmış yumuşatma sıcaklığına çıkarılır. Bu sıcaklıkta çeliğin boyutuna göre 2 - 4 saat bekletilir. Bu sıcaklıkta uzun zaman bekletmek bütün karbürlerin bir araya toplanmasına sebep olacağı için mahsur teşkil eder. 600°C ye kadar ocak içinde yada fırında çok yavaş bir şekilde soğutulur. daha sonra havada soğumaya bırakılır.

2.3.5. GERGİNLİK GİDERME TAVLAMASI:

Takımlar, (özellikle kesit farkı olan takımlar) mekanik işlemleri sırasında bünyelerine fazla miktarda gerilim hapsederler. Bu gerilimlerin giderilmesi için takımlar sertleştirilmeden önce 650°C de bir saat süre ile bekletilerek ocata yada fırında soğutulurlar.

2.3.6. SERTLEŞTİRME İÇİN ÖN ISITMA:

Hava çeliklerinin ısı iletim özellikleri kötü olduğundan sertleşmek için yapılan ısıtmalarda, takımı çatlamalardan ve ısıl gerilimlerinden korumak için ön ısıtma yapmak gerekir. Takım önce 500-550°C sonra 850°C ye ısıtılır. Eğer mümkünse 1050°C de üçüncü ön ısıtma yapılmalı. 1050°C de yapılan ön ısıtma takıma iyi bir süneklik ve kopma emniyeti kazandırır. Aynı zamanda sertleştirme süresini de azaltır. Çok komplike takımlar mutlaka üç kademede ön ısıtmaya tabi tutulmalı. Birinci ön ısıtma hava sirkülasyonlu ocakta diğerleri ise tuz banyolarında olmalıdır.

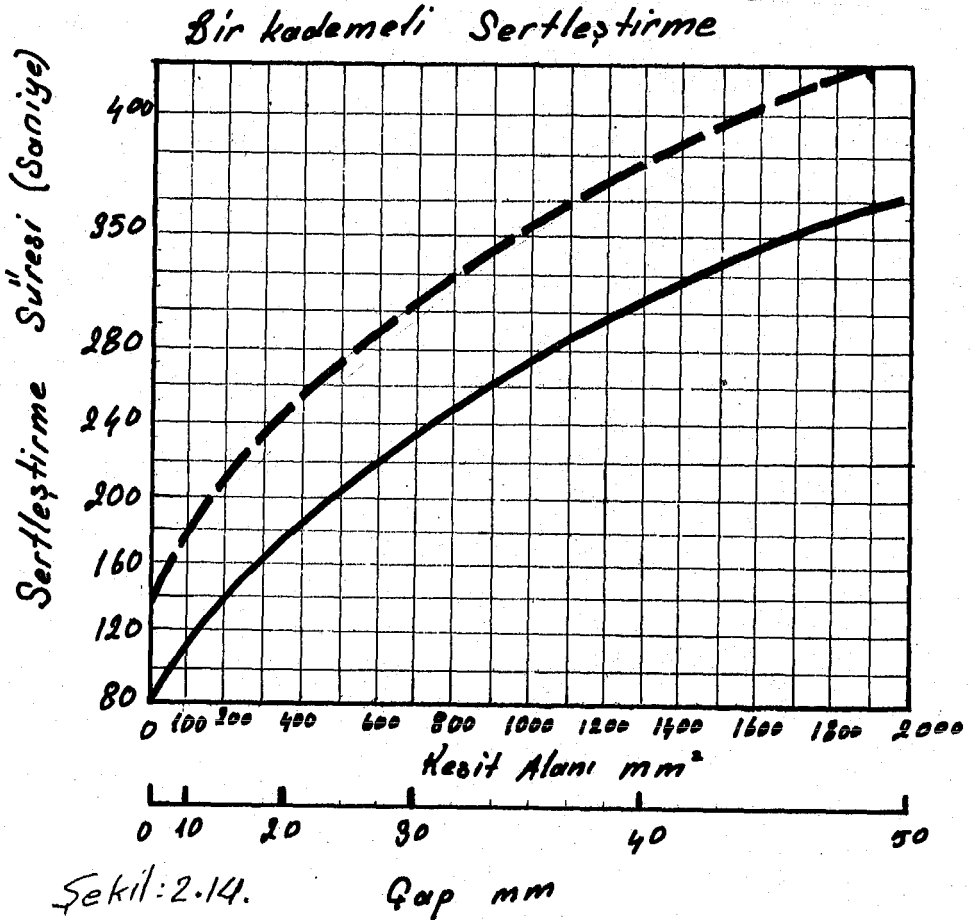
2.3.7. HIZ ÇELİKLERİNİN SERTLEŞTİRİLMESİ? :

Sertleştirme için her şeyden önce takımın su verme sıcaklığında bekleme süresini iyi tayin etmek gerekir. Bu süreyi iki bölümde inceleyebiliriz.

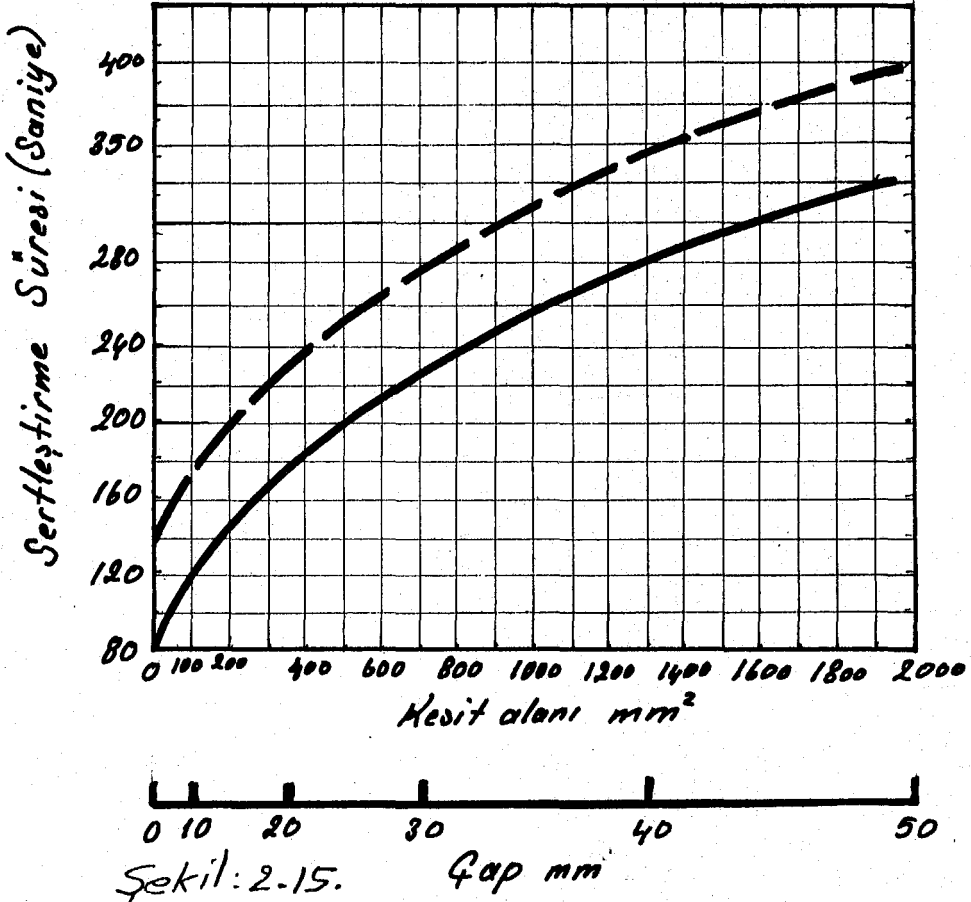
a) Ön ısıtmadan sonra takımın su verme sıcaklığına kadar geçen süre. Bu süre takımın kesitine bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

b) Su verme sıcaklığında beklenmesi gereken süre.

Hava çeliklerinin pratik sertleştirilmeleri için su verme sıcaklığında geçen süre eğrisi (Şekil 2.14.) yardımcı kaynak olarak kullanılır. Takımların kesitleri ve çapları gözönüne alınarak Şekil 2.14. te iki ön ısıtmalı, Şekil 2.15. te üç ön ısıtmalıya göre sertleştirme sıcaklığında bekletilmesi gereken süre verilmiştir. Takım sertleştirme sıcaklığına eriştikten sonra bekleme süresi 80 saniye olarak tespit edilmiştir. Bu süre özellikle maximum sıcaklıkta ısıtma işlem yapma durumlarında aşırı ısıtma veya aşırı bekletme durumlarından takım korunmuş olur. Sertleştirme sıcaklık aralığının iç kısımları için geçmesi gereken zaman 150 saniyedir. Bununla ilgili eğri şekilde kesik çizgilerle gösterilmiştir. Sekonder karbürlerin çözünmesi için bu sürenin geçmesi zorunludur. Daha uzun bekletme takımın dane büyümesine yol açacağından, aynı zamanda randımanı düşüreceğinden istenmez 150 saniye özel durumlar için kullanılmalı normal durumlarda 80 saniye tercih edilmeli.



İki kademeli Sertleştirme



Sekonder karbürlerin ana bünyeye çökmesi arzu edilen bir durumdur. Böylece takımdan maximum randıman sağlanmış olur. Sekonder karbürlerin çözümleri sıcaklığı artırmakla olursa da, uygun sıcaklıkta zamanı artırmakla daha iyi sonuç verir. Kesiti farklı olan takımlar için alınan zaman, üsteki zaman olmakta bununla birlikte sıcaklık düşük tutulmalı. Böylece takımın sünekliği korunmuş olur.

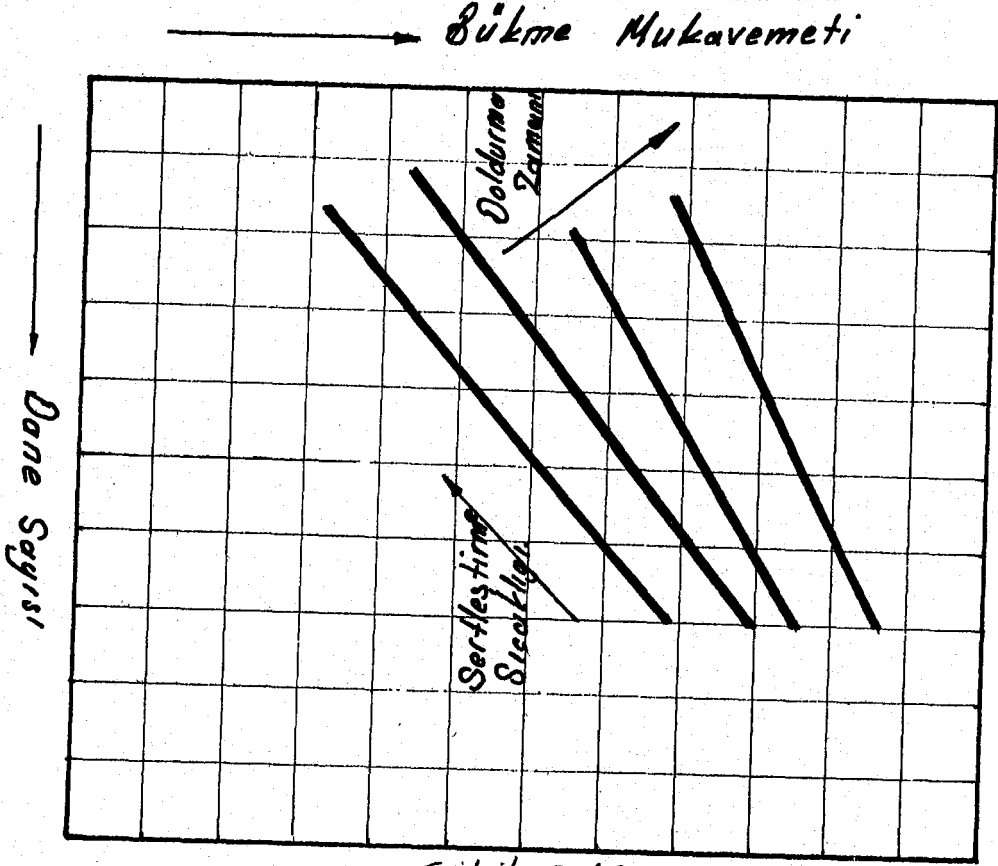
Sertleştirmede aşağıdaki durumlar göz önüne alınmalıdır.

a) Basit şekilli takımlar için sertleştirme sıcaklığının üst sınırı alınmalı ve maximum sertlik oluşturulmalıdır.

b) Komplike ve kesit farkı olan takımlar ise sertleştirme sıcaklığının alt sınırında sertleştirilmelidir.

c) Şayet takımdan fazla miktarda süneklik isteniyorsa takım sertleştirme sıcaklığının alt sınırında sertleştirilmelidir. Alt sınırda sertleştirme yapıp arkasından normal meneviş yapılan takım, üst sınırda sertleştirilip fazla meneviş yapılan oranda daha sünek olmaktadır. Sekonder karbürde belirli bir oranda çözünme, sertleştirme sıcaklığına ve bu sıcaklıkta bekletme zamanına bağlıdır.

Şekil 2.16. da görüldüğü gibi sertleştirme işleminde aynı dane boyunu sağlayabilmek için sıcaklık artırıldığı zaman bekletme zamanının azaltılması gerekir, veya sıcaklık düşük olduğunda bekletme süresini



Şekil: 2.16.

artırarak aynı dane büyüklüğü sağlanmış olur.

Üst sertleştirme sıcaklığında, sertleştirme işleminde dane büyümesini ve çatlama önlemek için şekildeki bekletme zamanını uygulamak gerekmektedir. Sertleşmede dane büyümesi, aşırı ısıtmakla veya fazla bekletmekten olmaktadır. Bu da takımın sünekliliğinin azalmasına ve sertleşme çatlama sebepleri olmaktadır. İnce diş çekilmiş olan takımların sertleştirilmelerinde aşırı ısınma durumlarından korunmak için takımı ocaktan ya da fırından zaman zaman çıkarmak gerekmektedir. Hava çeliklerinin tuz banyolarında sertleştirilmesinin yararı vardır. Karbürize veya dekarbürizenin bu ocaklarda olmaması yanında zamanın ve sıcaklığının iyi kontrol edilmesi büyük avantaj sağlamaktadır.

2.3.8. SERTLEŞTİRME ORTAMI:

Hava çeliklerinin sertleştirilmeleri su zerrecikleri olmayan basınçlı havada veya normal havada yapılır. Su zerrecikleri olursa çatlamalara sebep olur. Havada sertleştirmeler ince ve homojen takımlar için uygundur. Yağda sertleştirmeler ise 60°C deki yağda yapılmalı, takım yağ sıcaklığına geldiğinde meneviş işlemine tabi tutulmalı. Son zamanlarda sertleştirme işlemi tamamen tuz banyolarında yapılmaktadır. Banyo sıcaklığı 500-550°C olmalı. takım sıcaklığı banyo sıcaklığına indikten sonra açık havada soğutulur. Sertleşme 200°C nin altın-

da oluşmaya başlar.

2.3.9. MENEVİŞ (TEMPERLEME):

Hava çeliğinden yapılmış bütün takımlar sertleştirme işleminden sonra meneviş işlemine tabi tutulur. Takım oda sıcaklığına indirildikten sonra meneviş sıcaklığına kadar kontrollü bir şekilde ısıtılmalı. İki defa meneviş yapılarak artık ostenitlerin çökmesi sağlanır. Kobaltlı çelikler üç defa menevişe tabi tutulurlar. Meneviş nötür tuz banyolarında veya hava sirkülasyonlu fırınlarda yapılır. Sertlik meneviş sonunda maksimum seviyeye ulaşır.

2.3.10. HIZ ÇELİKLERİNİN NİTRÜRASYONU:

Son işlemi yapılmış takımlara aşınma mukavemetinin ve korrozyona karşı dayanımının artırılması için nitrürasyon işlemi yapılır. Nitrürasyon daha ziyade tuz banyolarında yapılır. Tuz banyosunun sıcaklığı son meneviş sıcaklığından 20°C daha düşük olmalıdır. Talaş kaldırma işlemlerinde kullanılan takımlar için nitrürasyon süresi 5-15 dakika, talaşsız imalatta kullanılan takımlarda nitrürasyon süresi ise 15-30 dakika uygulanır. Nitrürasyon tabakası bekleme süresine bağlı olarak 0,02 ile maximum 0,10 mmdir. Bunun için nitrürasyon işlemi ancak taşlama ve bileme işleminden sonra yapılmalıdır. Nitrürasyondan sonra yapılacak meneviş nitrür tabakasının sünekliğini artırır. Meneviş sıcaklığı 300°C olmalıdır.

2.3.11. ÖZEL UYGULAMALAR:

Freze dış sirtları için uygulanan özel ısıl işlem:

Freze dış sirtlarının kaliteli olması için, malzeme 880-930 °Cye kadar ısıtılır yağda veya havada soğutulur. Bundan sonra 630-650 °C de bir saat tavllanır ve açık havada soğutulur. Sertlik 35-40 HRC olur.

2.4. YAPI ÇELİKLERİ:

Karbon oranı % 0,25- 0,70 arasında bulunan ve makine parçalarının yapımında kullanılan çeliklere denir .ASTM standartlarına göre yapı çelikleri üç gurup altında toplanmıştır.

a)Ağır yük için 63,29 kg/mm² veya daha fazla akma mukavemeti, iyi süneklik ve yüksek çentik tokluğuna sahip yapı çelikleri.

b)Orta yük için 52,13-130 kg/mm² arası akma mukavemeti, buna uygun çekme mukavemetive iyi sünekliğe sahip yapı çelikleri,

c)Hafif yük için 21-84 kg/mm² arası akma mukavemeti ve orta süneklik özelliğe sahip yapı çelikleri.

Yapı çeliğinden imal edilmiş, farklı kalınlıklara sahip parçaların 38 mm den ince olanları suda sertleştirilmemeli, aksi taktirde çatlama ihtimali fazladır.Temperlenme sıcaklıkları genellikle 425-650°C arasındadır. Sert sertleşen yapı çeliklerinin temperlenme sıcaklıkları 200°C ye kadar düşürülebilir. Bu tür yapı çeliklerine takım çeliği de denilebilir.

2.5. YAY ÇELİKLERİ:

Bu çeliklerin kimyasal bileşimleri, boyut ve kullanım alanlarına bağlı olarak, sade karbonlu çeliklerden yüksek alaşımlı çeliklere kadar değişebilir. Tablo 2.4. te bu çeliklerden en yaygın olanlarına ait bazı guruplar verilmektedir.

Düşük sertleşebilirliklerinden dolayı sade karbonlu çelikler, sadece kalınlıkları 5 mm yi geçmiyen hafif yaylar için uygundur. Bu guruptaki çeliklerin karbon içerikleri % 0,60-0,80 e kadar değişebilir.

Karbon çeliklerinin en çok kullanım alanlarından biri helisel yaylardır. Bunların imalat yöntemleri, telin sertleştirilmesi ve sonra istenilen dayanımı sağlamak amacıyla çekilmesini içermektedir. İnce kesitler halindeki karbon çeliği yaylara alışıl gelmiş usulde su verilebilir ve temperleme uygulanabilir. Yayın sertliği boyutları ile mutlaka uyum sağlamalıdır. Pirensip olarak, yayın boyutları ne kadar küçük ise, sertliği o kadar yüksektir. Milimetrenin birkaç on katı kalınlığındaki saat saat yayları, su verme işleminden sonra , 160-300°C sıcaklıkları arasında temperlenirler. 300°C de uygulanan temperleme darbeye maruz kalmiyacak yaylar için zararlı değildir. Aksine bu sıcaklıktaki temperleme bazen faydalı sonuçlar vermektedir. Bu çelikler 300°C de temperleme sonrası, çoğu kez maksimum akma noktası gösterir.

Tablo 6.13. YAY ÇELİKLERİNİN TİPLERİ VE NOMİNAL BİLEŞİMLERİ

Çelik standardı	Nominal bileşim, %										
	BS	SIS	Bofors	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Ti
En 42	1770	B 14	0.70	0.3	0.4	—	—	—	—	—	—
Fa 45	2090	S 143	0.55	1.2	0.7	—	—	—	—	—	—
En 47	2230	RP 1132	0.50	0.3	0.9	1.1	—	—	—	0.15	—
BH 13	2242	ROP 19	0.40	1.0	0.04	5.3	—	—	1.4	1.0	—
A 286	2570	A 286	0.05	—	—	15.0	26.0	1.3	0.3	—	0.01

Tablo:24

2.6. PASLANMAZ ÇELİKLER:

Paslanmaz çelikler arasında, martenzitik veya % 13 Cr içeren ısıtıl işlem uygulanabilir, çelik gurubu vardır. Bu grubun en yaygın olan tiplerine ait bazı örnekler Tablo 2.5. te verilmektedir. Tablo 2.6. da farklı sıcaklıklarda temperlenmiş sertlikleri gösterilmektedir. Tablodaki değerler 50 mm çapındaki çubuk (stoktan alınan) içindir. SIS 2303 çeliğinin tam bir temperleme işlemi 1000°C de yapılmaktadır. Genel olarak temperlenmiş ve stoklanmış olarak stoklanır. Kullanılma alanları: Kimya ve selüloz endüstrisinde yapı malzemeleri, buhar ve gaz türbinleri, Temiz sularda seyreden gemilerin transmisyon millerinde kullanılır.

AISI 420 ve yüksek karbon içeren çelikler, yüksek sertliğin gerektiği hallerde kullanılırlar(çatal bıçak gibi).

% 13 Cr lu çelikler kolayca kaynak yapılamazlar. Son on yıl sürecinde bu çeliklere eşdeğer mekanik özelliklere ve korozyon direncine sahip çelikler geliştirilmiş olup bunlara herhangi bir son ısıtıl işlem uygulamaksızın, soğuk kaynak yapılabilmektedir.

Sertleştirilmiş ancak temperlenmemiş halde paslanmaz çeliğin yapısı martenzitiktir. Temperleme sonucu ostenite kısmı bir geri dönüşüm olur ve bunun akabinde darbe mukavemeti yükselir. Çelikler bu temperlenmiş hallerinde kaynak yapılırlarsa, kaynağın bitiminden sonra halen % 25 kalıntı ostenit içerirler. Bu nedenle herhangi bir çatlama olmaz. Bu özellik bilhassa su türbinlerinin onarımında , büyük önem taşır.

Tablo 6.10 % 13 Cr'lu MARTENSİTİK PASLANMAZ ÇELİKLER

%C	ISO/R 683/ XIII-1972	AISI	BS	En	DIN	SIS	Bofors
0-10	3	410	410 S 21	56A	X 10 Cr 13	2302	
0-20	4	420	420 S 37	56C	X 20 Cr 13	2303	2 R 47
0-30	5	—	420 S 45	56D	—	2304	

Tablo 2.5. % 13 Cr'lu ÇELİĞİN SU VERİLMİŞ VE TEMPERLENMİŞ HALDEKİ SERTLİĞİ

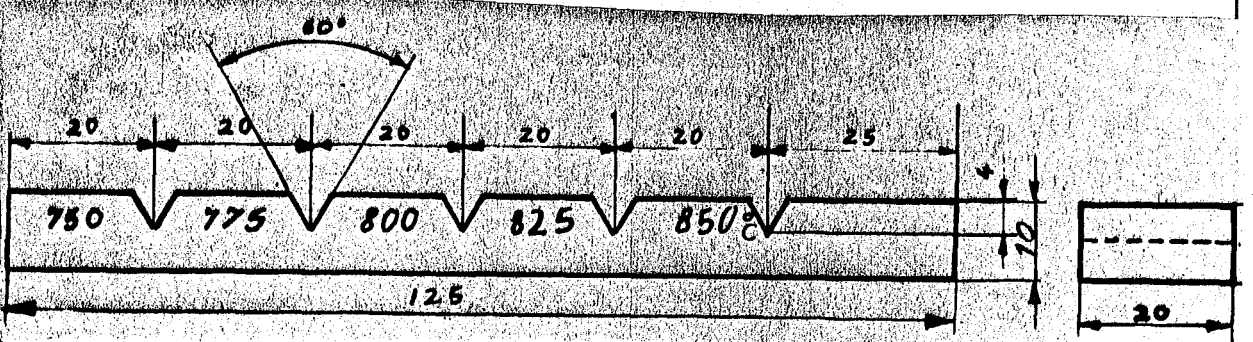
SIS	%C	HB Su verme ve temperleme sonrası sertlik					°C
		200	500	550	600	650	
2302	0-10	350	350	325	250	225	200
2303	0-20	450	450	405	320	275	250
2304	0-33	510	515	445	345	300	280

Tablo: 2.6.

3. ISIL İŞLEMLE İLGİLİ PRATİK UYGULAMALAR.

3.1. Bileşimi bilinmeyen bir çeliğin su verme sıcaklığının bulunması.

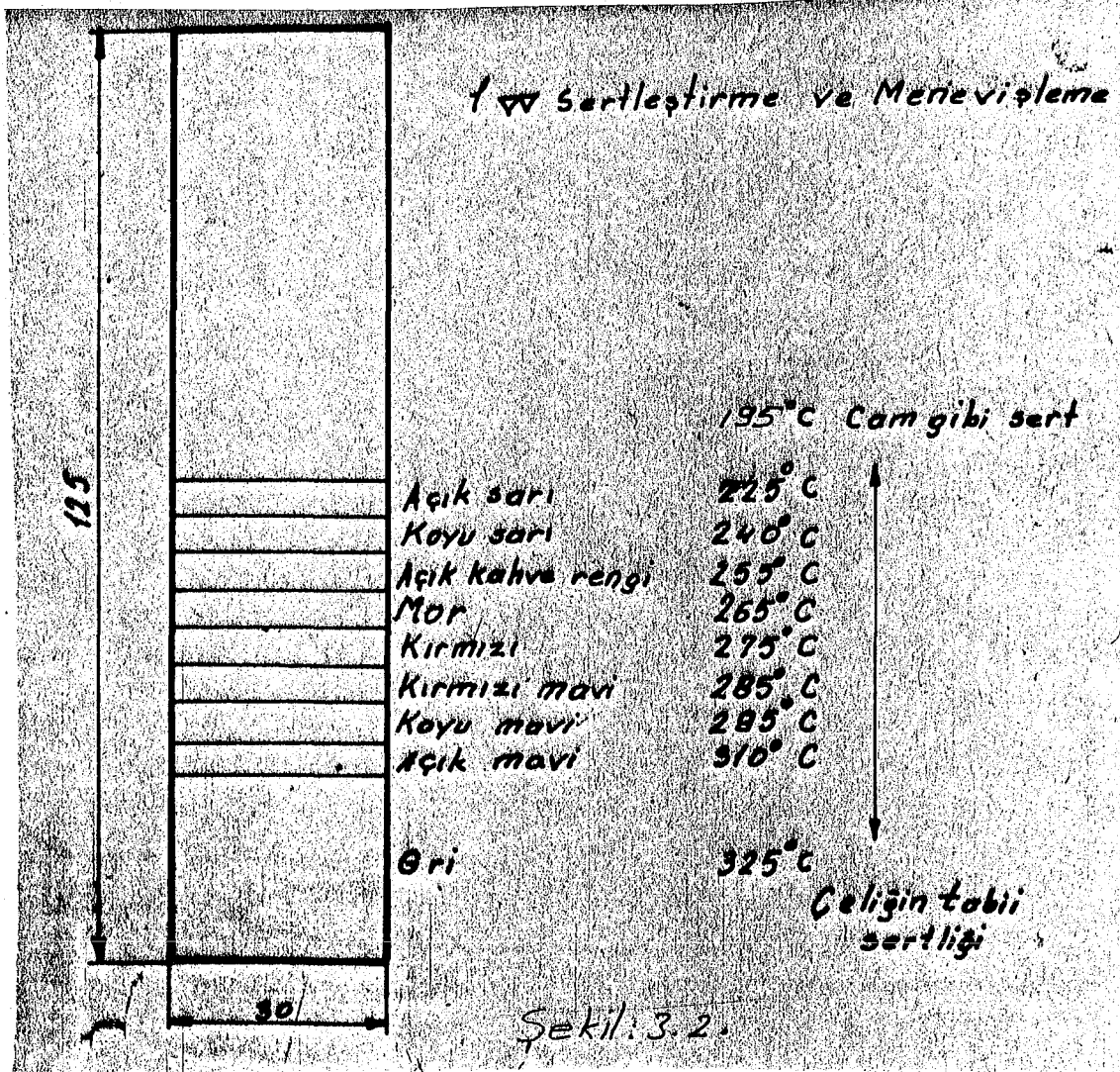
- 3.1.1. Evvela bu çelikten şekilde görüldüğü gibi bir parça hazırlanır.
- 3.1.2. Parça, tav fırınında demirci ocağında veya oksii-asetilen alevinde üzerindeki sıcaklığa göre tavllanır.
- 3.1.3. Bu tavlarda evvela yağda su verilir.
- 3.1.4. Su verilen kısım evvela eğe ile sertlik kontrolüne tabi tutulur, sayet eğe üzerinden talaş alıyorsa 2.3.4. tecrübeler yapılır, parça gene sertleşmemişse su ile soğutma yoluna gidilir. Bu suda soğutma ile sertleşen sıcaklık tesbit edilir. Ve parça arasındaki kertiklerden kırılır. Kesiti ince taneli olarak tesbit edildiği zaman o anda verilmiş olan su verme sıcaklığı o çeliğin su verme sıcaklığıdır.
- 3.1.5. Parça sertliği normal olarak tesbit edilen yerden kırıldığı zaman kesit ince taneli olur, bunların oluşunu hazırlayan sıcaklık o çeliğin su verme sıcaklığıdır.
- 3.1.6. 775° C Tavlansın suda sertleştirilen numune parçasının kontrolüne eğenin almadığı ve kırılan kesitin ince taneli olduğu görülür ve bu sıcaklık çeliğin suda su verme sıcaklığı olarak kabul edilir.
- 3.1.7. Numune parçasının diğer kısımlarına 750° C de yapılan sertleştirmede parçanın eğe ile sertlik tecrübesinde eğenin aldığı ve kırıldığı zaman kesidin görünüşünde yönlene ve me iri taneler, 800-825-850° C de yapılan tecrübeye eğe kesmemekle beraber parça kesidinde iri taneler ve çatlamaalar görülür.
- 3.1.8. Tecrübe parçaları verniklererek muafaza altına alınır.



Şekil 3.1.

3.2. Sertleştirme ve Meneviş Renkleri:

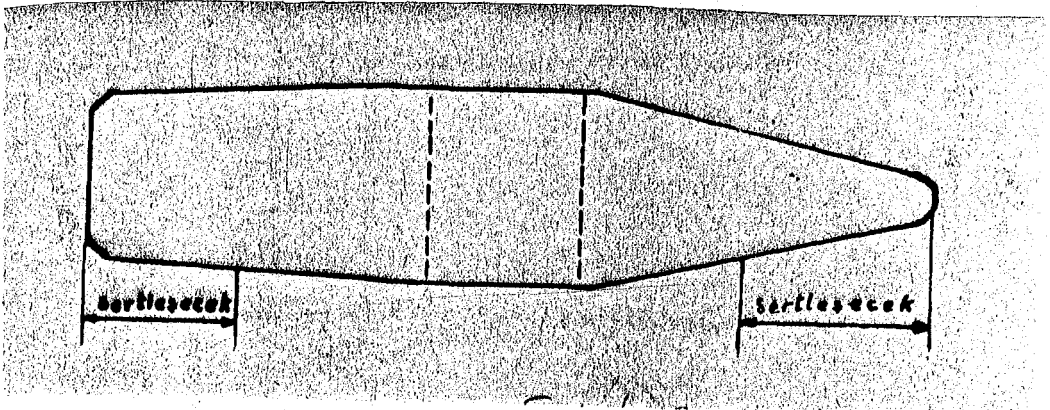
- 3.2.1. Lâma çelik malzemeden 127 mm boyunda kes
- 3.2-2. Her tarafını temiz eğele ve ince ege ile açkıla
- 3.2-3. Çeliği tav fırınında veya bir boru içersinde açık kırmızı renkte tavla(721 üstünde)
- 3.2-4. Dik olarak suda soğut
- 3.2-5. Bütün yüzeyleri zımpara kağıdı ile temizle parlat
- 3.2-6. Parçayı bir uçundan oksijen alevi ile tüm renkler gelinceye kadar tavla
- 3.2-7. Renkler gelince parçayı suda soğut, renkleri etüd et



3.3. Çekicinin Sertleştirilmesi

- 3.3-1. Şekilde görülen çekiç 800 C da demirci ocağı veya tav fırınında tavllanır.
- 3.3-2. Tavlanan çekiçin narinlik kısmı 20 mm kadar sıcaklığı 25 C olan suya daldırılıp çabuk olarak sağa sola hareket ettirilir. Bu hareket ettirme narinlik kısmında çizirtinin kesilmesine kadar devam eder.
- 3.3-3. Sonra çabuk olarak taban kısmını çevirip ve yine 20 mm kadar sokarak çabuk ve aynı şekilde hareket ettirilir. Buna çizirtinin kesilmesine kadar devam edilir. Soğutulan kısımlar zımpara veya ince dişli bir eğe ile meneviş renginin duruncu renk (270 C) gelene kadar beklenir delik kısmın kırmızı tavinin kararmasından sonra çekiç tamamen soğutulur.

Not : İlk önce narinlik kısmının soğutulmasındaki amaç tabana nazaran narinliğin tavinin çabuk düşmesidir.

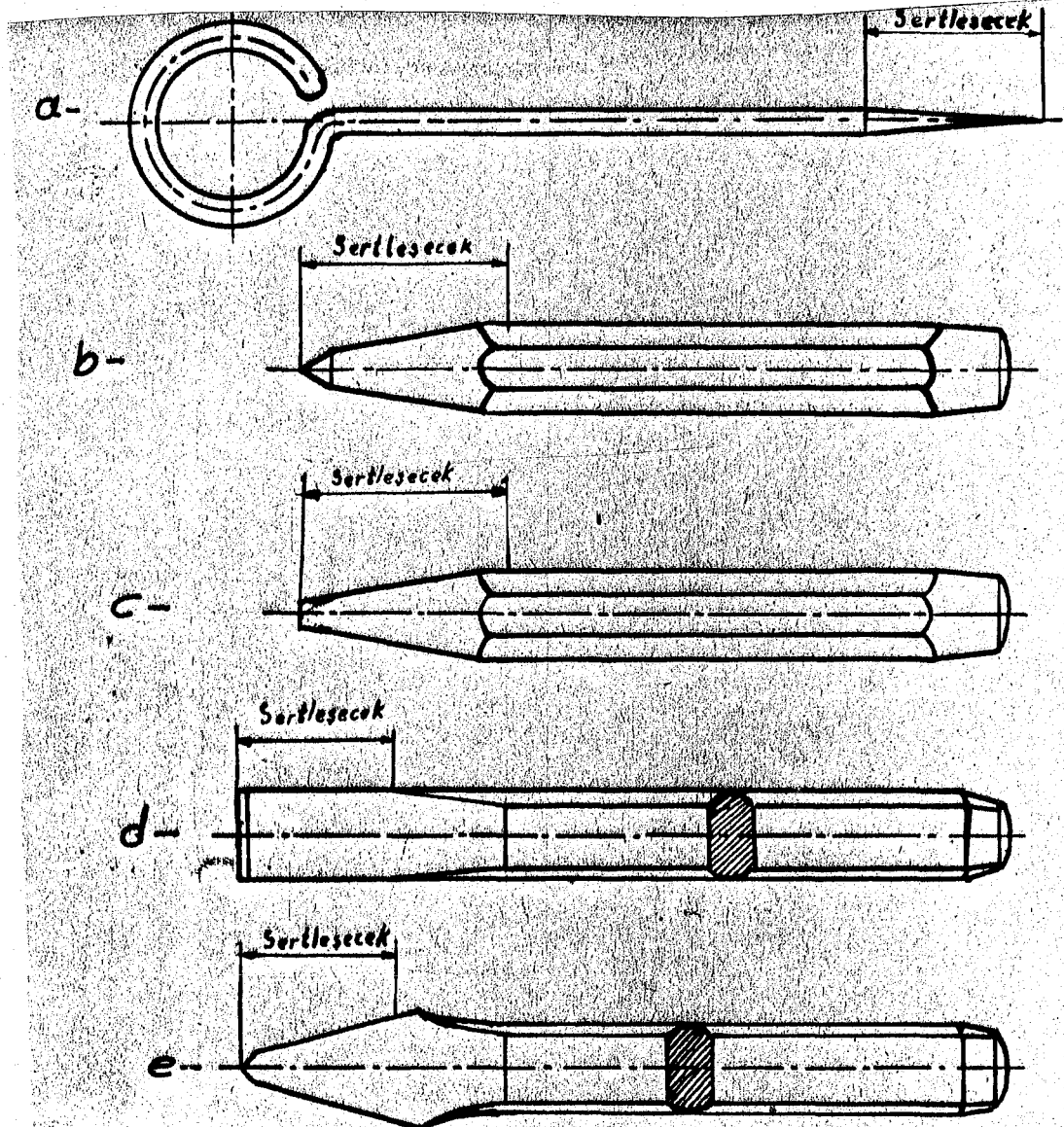


Şekil:3.3.

3.4. Çizecek, nokta, keski, sertleştirilmesi ve menevisi:

3.4-1. Şekilde görülen çizecek, keski, zımba ve nokta 800 C (kiraz kırmızısı) tavllanır.

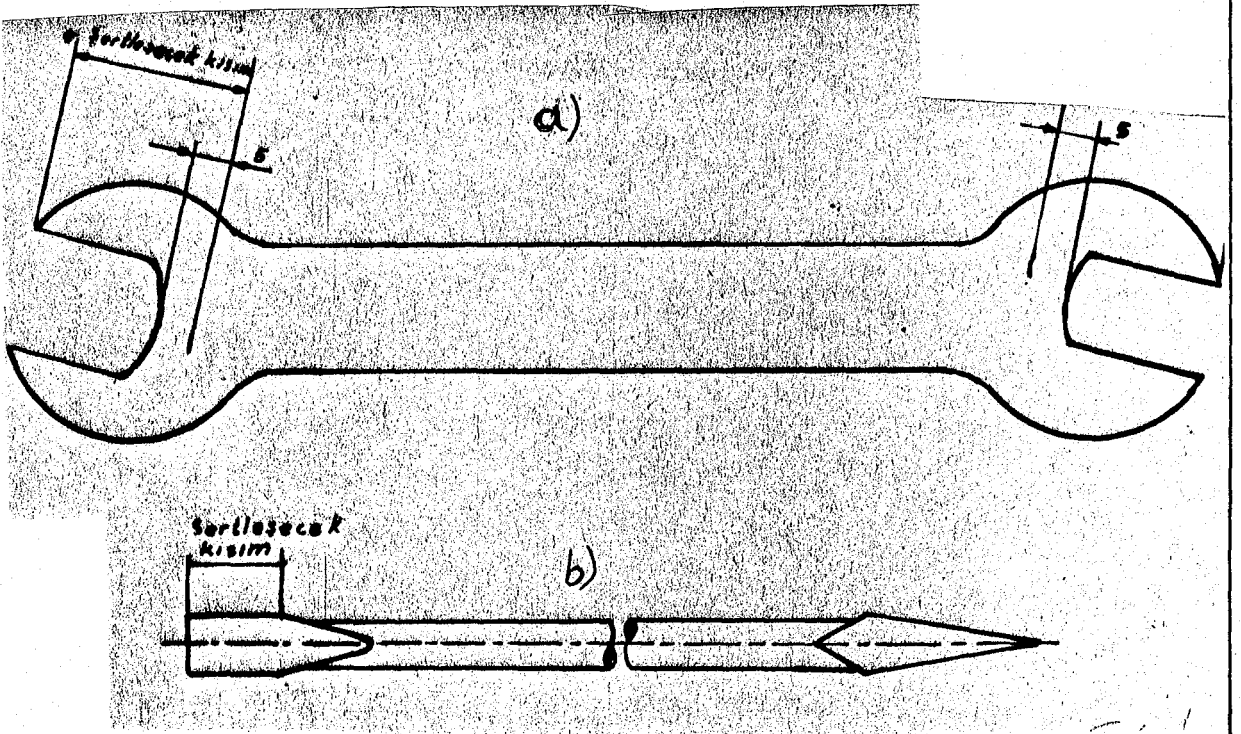
3.4-2. Çizecek, zımba, nokta ve keski tavlandıktan sonra sıcaklığı 25 C olan suya 20mm kadar sokarak sağa ve sola hareket ettirilerek soğutulur ve hafif parlatılır. Meneviş rengi olan Altın sarısının (240 C) gelmesi beklenir, geldikten sonra tamamen soğutulur.



Şekil:3.4.

3.5. Anahtar, tornavidanın sertleştirilmesi ve menevişi :

- 3.5-1. Şekilde görülen anahtar ve tornavidanın oksijen-asetilen aleviyle ($O_2-G_2H_2$) su verme sıcaklığı olan 775 C da tavllanır.
- 3.5-2. Tavlanan anahtar ve tornavida 25 - 60 C sıcaklıkta ki yağda ağız kısmından şekilde görüldüğü gibi cızırtısı kesilinceye kadar yağın içinde sağa sola hareket ettirilir.
- 3.5-3. Yağdan çıkarılır çıkarmaz zımpara beziyle parlatıp beklenir.
- 3.5-4. Menevis rengi koyu güvercin göğsü (310 C) olduktan sonra tamamen soğutulur.
- 3.5-5. Anahtarın öbür ucuda aynı işleme tabi tutulur.



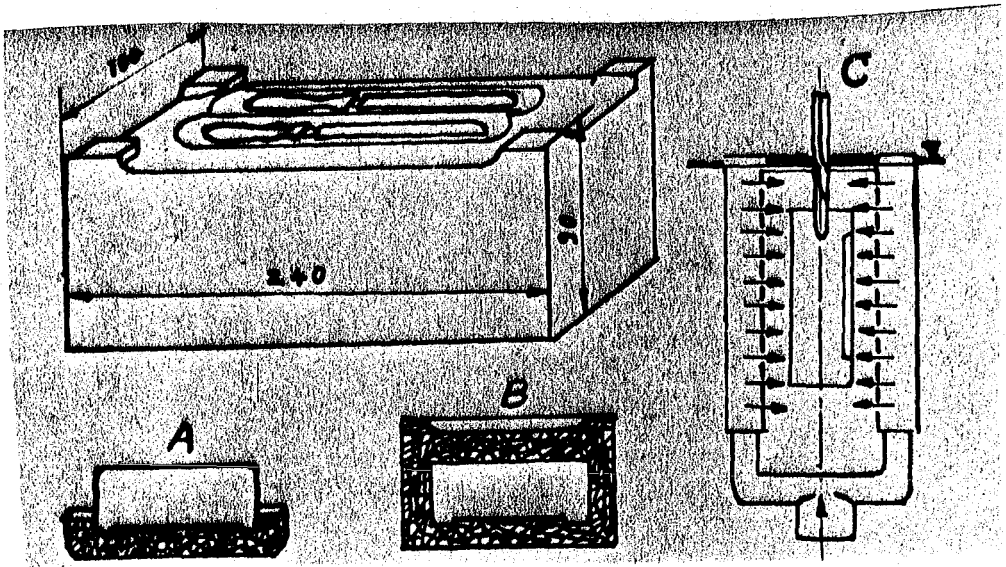
Şekil: 3.5.

3.6. Bıçak Kalıbı Sertleştirilmesi

a) MALZEME: Sade karbonlu çelik; yaklaşık olarak %1.00 C en çok %0.50 Si; en çok % 0.35 Mn P ve S, herbiri % 0.05 ten aşağı:

b) Yapımı ve Isı İşlemi:

95 x 105 mm'lik yassı çelik alınır gerekli uzunlukta bir parça kesilir. İşlenecek yüzden pilanya ile 3mm kadar talas alınır. Öteki yüzler iyice düzlenir ve parlatılır. İşlenecek yüz mercimek büyüklüğündeki elenmiş ve kavrulmuş kuru odun kömürüne gömülür (Şekil 3.6-A) Bir mazot veya gaz fırınında (elektrik fırınında da olur) 800 C ye kadar yavaş kızdırılır. (1.5 saat kadar sürer) ondan sonra işlenecek yüz bir preste çukurlaştırılır. (Ş.3.6-B) de olduğu gibi bir kasada kuru odun kömürü içine gömülür. 680-700 C ye kadar ısıtılır. (3sa.) bir saat bu sıcaklıkta tutulur. kapakları kapatılan fırında soğutulur. Kalıp ve kalıbın bulunduğu yüzey istenen biçim ve boyuta getirilir. Markası vurulur. (Şekil 3.6-A) da olduğu gibi yüzey korunmuş halde 790-800 C ve kadar yavaş ısıtılır. (2.5 sa.) 20' bu sıcaklıkta tutulur. Ondan sonra (Ş. 3.6-C) de olduğu gibi suda soğutulur, soğutulurken aşağı yukarı hareket ettirilir. (1.5 Saat) ondan sonra yağa sokulur ve orada tamamen soğutulur. Kalıbın sertliği 64-65 R Colur, düzlenip parlatılır. Ters yüzü 780 C ye kadar ısıtılmış bir levha ü üzerine konur, çalışacak yüzeyde ilk meneviş rengi görülünce (hiç olmazsa 40' bekletilir) havada veya yağda soğutulur. Menevisten sonra kalıbın sertliği 63 R C olur



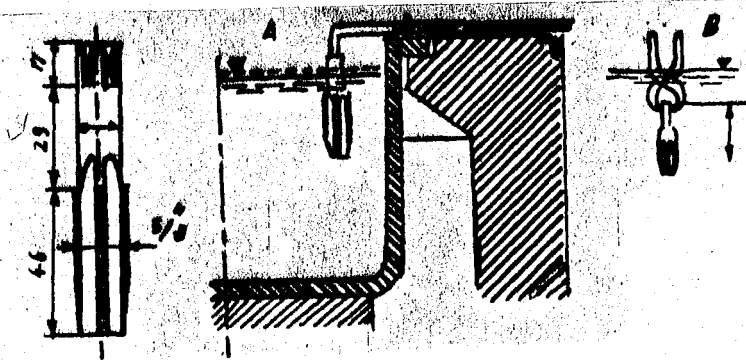
Şekil : 3.6.

3.7. Kılavuz Sertleştirilmesi :

a) Malzeme : Sade karbonlu çelik; bileşiminde % 1.15 ve en çok % 0.35Mn; en çok % 0.50 Si; en çok % 0.05 P ve en çok % 0.05 S vardır.

b) Yapımı ve Isı İşlemi:

20mm lik yuvarlak çelik tornalanır, dis ve yağlama kaneları açılıp markası vurulur. Kızgın bir levha üzerinde hiç olmazsa mavi renge kadar ısıtıldıktan sonra (Ş. 3.7-A) daki gibi 760 C sıcaklıktaki kursun banyosunda ikiye kızdırılır. (3' Kadar) kursun banyosunun yüzü 10 mm kalınlığında odun kömürü tabakası ile örtülür. (Oksitlenmeyi ve kursunun dislere yapışmasına önlemek için) odun kömürü yerine bir kısım NaCl bir kısım K_2CO_3 dan yapılmış 5 mm'lik bir tabaka da bu işi görür. Kılavuz soğutma sıvısına sokulmadan bu tabakadan 3 defa geçirilir. Ondan sonra (Şekil 3.7-B) de görüldüğü gibi suya sokulur, aşağı yukarı hareket ettirilir; 5 saniye sonra (sıcaklık 250 C'a kadar düşer.) 40 C luk yağın içine sokulur. 15 saniye orada da aşağı yukarı hareket ettirilir. Ondan sonra yağın içine bırakılır. Temizlenen bir yerin sertliği 65 R C olur. Suvermenin hemen arkasından yağ(180 C'da) karıştırarak suretiyle (1.5 saat kadar) menevis verilir. Eğer oksitlenmiş kursun banyosunda, menevis reği alınmaya kadar (hiç olmazsa 70' kadar) ısıtılır. Sertlik 63 R C olur.



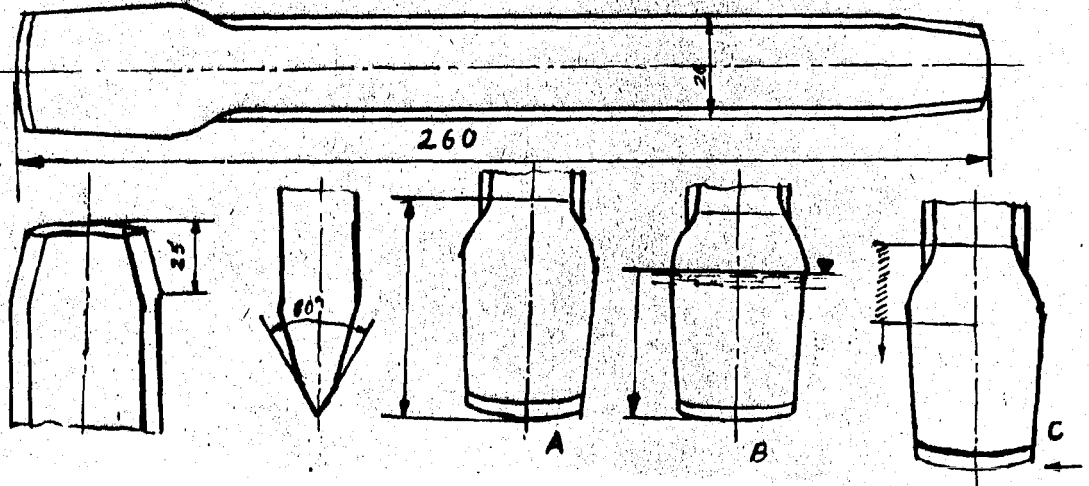
Şekil: 3.7.

3.8. Diz Keskinin Sertleştirilmesi:

a) Malzeme : Sade karbonlu çelik; bileşiminde %1.00 C en çok % 0.35 Mn; en çok %0.50 Si ; en çok % 0.05 P ve en çok % 0.05 S vardır.

b) Yapımı ve Isı İşlemi:

13x26mm kesit boyundaki çelik, kertik açarak, istenen uzunlukta kırılır. 950 C'e kadar kızdırılan uçlardan biri hafif vurmalarla dövülerek ağız biçimine getirilir. Bu sefer öteki ve 950 C'e sıcaklığa kızdırılıp koni biçiminde dövülerek vurma başı oluşturulur. Dövme sırasında gerekirse birkaç defa yeniden kızdırılır. Marka ve damgası vurulduktan sonra havada soğutulur. (Şekil 3.8-A) da oklar arasında kalan iç kısmı odun kömürü ateşinde, tav fırınında 760 C'e kadar kızdırılır. (3' Kadar) Ondan sonra (Şekil 3.8-B) de ve (3.8-C) de ki gibi uç suya sokulur ve aşağı yukarı hareket ettirilir. Parça karardıktan sonra, iyice soğumadan, ağız sudan çıkarılarak bir zımpara ile temizlenir ve burda menevis rengi gözetilir. Bu sırada bir taraftan da daha menevis almamış olan ağzın eğe ile sertliği kontrol edilir. Zımparalanarak parlatılan yerin rengi lacivert olunca keski suya sokularak tamamen soğutulur. Bu şekilde ısı işlemi gören keskinin ağzının sertliği 60-61 Rc olur. İyi bir eğenin ağzı hafif tutar.

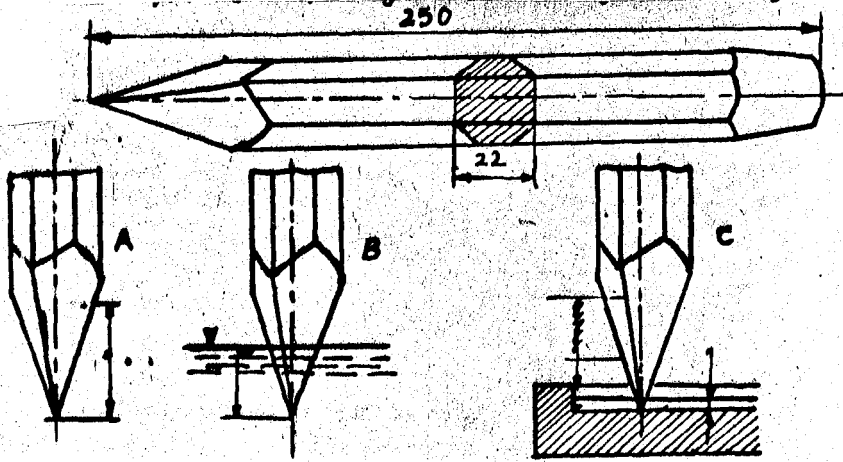


Şekil: 3.8.

3.9. TAŞCI KALEMİNİN SERTLEŞTİRİLMESİ:

a) Malzeme: Sade karbonlu çelik, % 1,15 C, diğer elementler daha öncekilerde olduğu gibi normal oranlarda.

b) Yapım ve ısıl işlemleri: Sekiz köşe çelik, istenen uzunlukta kesilir. 950°C ye kadar ısıtılır. Uç ve ağız hafif vurmalarla dövülür, marka ve numarası vurulur, küle gömerek veya fırında soğutulur. Şekil 3.9.A da olduğu gibi kok veya odun kömürü ateşinde 740-760°C a kadar ısıtılır (Şekil 3.9.B.) de olduğu gibi suya sokulur, suya sokulmiyan kısım koyu kırmızı oluncaya kadar aşağı yukarı hareket ettirilir, uç temizlenip sarı renkte meneviş yapılıp, (Şekil 3.9.C.) de olduğu gibi uc suya sokularak soğutulur. Uçtan 3mm lik kısım 64-65 HRC sertliğinde olur.



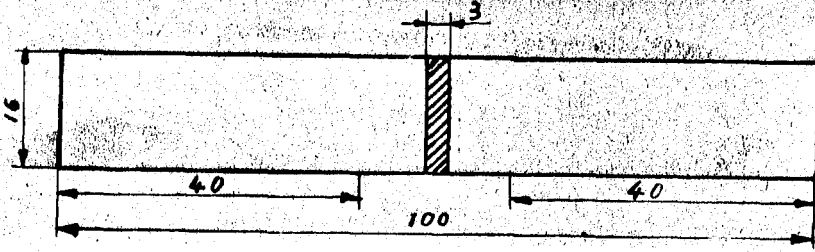
Şekil: 3.9.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

3.10. SEMENTASYON

Yüzey sertleştirilmesidir. Yani döğme demirin yüzeyine karbon vererek yapılan sertleştirmedir. İki şekilde yapılan sertleştirmenin izahı.

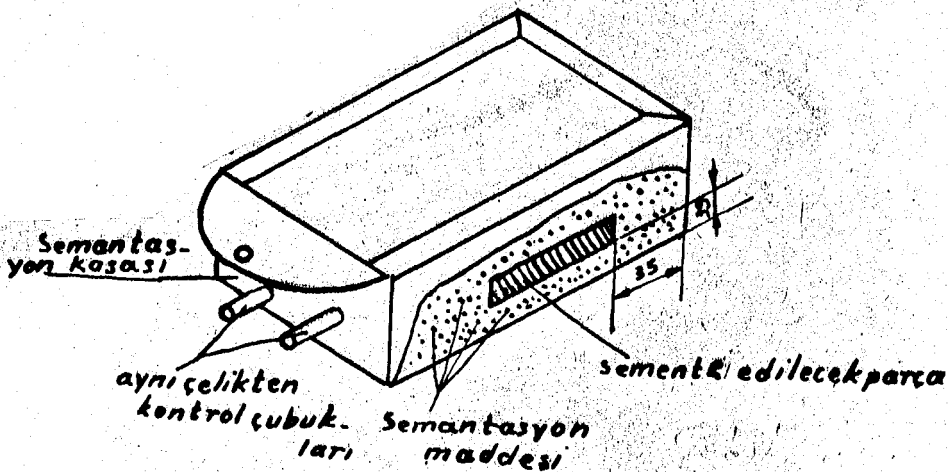
a) Sementasyon maddesi ile açıkta yapılan yüzey sertleştirme. Şekilde görülen parçanın yüzeyleri temizlenir. Parça ucu (40 mm) oksisasetilen alevi ile oksitlenmeden 950°C ye tavlânır. Tavlı parça sementasyon maddesi içersine sokulur ve burada 5 saniye kadar bekletilir. Bu süre içersinde karbonca zengin ortamdan karbon alır. Parça çıkarılır, üstündeki semente artığı madde tel fırça ile temizlenir, parça üzerinde mevcut su verme tavı (775°C) aşağı düşmeden hemen suda soğutulularak sertleştirilir.



Şekil: 3.10.

b) Kapalı yerde (kasada) sementasyon

Döğme demirden (karbon oranı % 0,25 den az) Yapılmış iş parçaları sementasyon kasasına şekilde görüldüğü gibi semente maddesi ile yerleştirilir. Semente kabının kapağı şamot çamuru ile sıvanır ve tay fırınına sürülür. Fırında 600°C da iki saat bekletilir ve $950-850^{\circ}\text{C}$ ta sertleşme derinliğini elde edinceye kadar bekletilir. Parçaların önemine göre sertleştirme işlemi yapılır. $100-180^{\circ}\text{C}$ ta menevişe tabi tutulur.

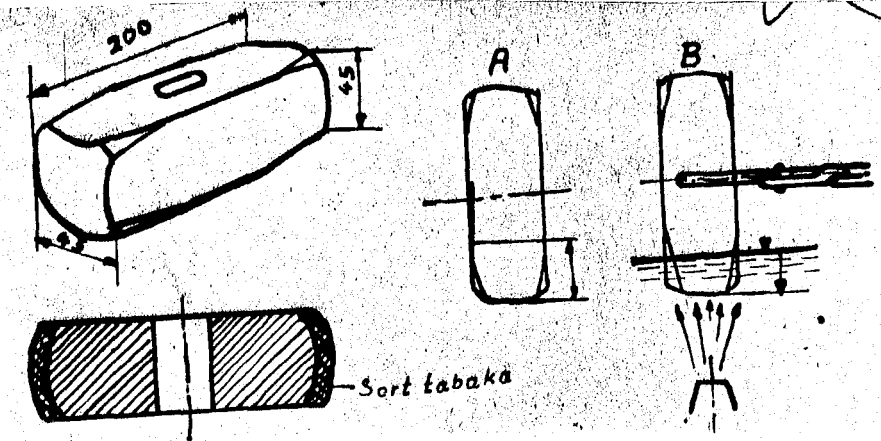


Şekil: 3.11.

3.11. BALYOZ SERTLEŞTİRMESİ

Malzeme: Sade karbonlu çelik % 0,85 C , en çok %0,50 Mn. diğer elementler daha önceki takımlarda olduğu gibi normal oranlarda.

Yapılışı ve ısıl işlemleri: 45 mm lik kare kesitli çelikten istenen uzunlukta parça kesilir. Kok ateşinde 850-900°C ta kadar ısıtılır ve kuru küle gömülerek soğutulur. Ağızları eğe ile yuvarlatılır. Önce bir tarafı dörtte birine kadar kok ateşinde (şekil 3.12.A) da olduğu gibi 780°C ta ısıtılır(8 dakika kadar sürer) ve arkasından (şekil 3.12.B) deki gibi püskürtme tertibatla suda soğutulur (bir dakika sürer) ağız zımpara ile parlatılır parlayan yerin rengi mor olunca tamamen soğutulur. Diğer ağızda aynı şekilde sulanır ve menevişlenir. Isıtırken daha önce sulanan ağzın ısınmaması için su ile sık sık soğutulur.



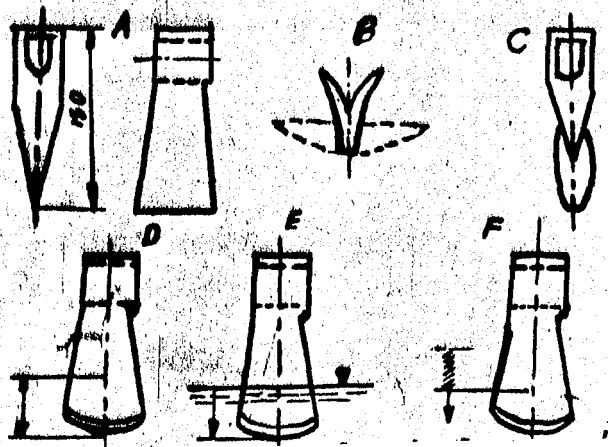
Şekil: 3.12.

3.12. BALANIN SERTLEŞTİRİLMESİ

Malzeme: Sade karbonlu çelik % 0,70 C öteki elemanlar normal oranlarda. Bu malzeme yalnız ağızda kullanılacaktır.

Yapımı ve ısıl işlemi: Kare kesitindeki 40 mm lik sertleşme özelliğine sahip olmayan çelikten sıcak olarak istenen uzunlukta kesilir. Parça demirci ocağında 1100°C sıcaklığa kadar ısıtılır, daha sonra şekil 3.13.A daki biçimde kalıplanır veya dövülür. Yukarıda bileşimi verilen ve ağıza kaynatılacak olan 10x40 mm kesitindeki çelik kızdırıldıktan sonra istenen uzunlukta kesilir. Kesilen parça demirci ocağında 1100°C ta kadar ısıtılır ve şahmerdanla veya el ile (şekil 3.13.B) deki biçimde dövülür. Gövde ve ağız ayrı ayrı 850°C sıcaklığa kadar ısıtılır. Kaynatılacak yüzeylerin tufalı tel fırça ile temizlenir ve yüzeylere öğütülmüş boraks serpilir (şekil 3.13.C) deki gibi ağız gövdeye eklenir. ikisi birden 1200-1300°C sıcaklığa kadar ısıtılır, önce hafif sonra kuvvetli vuruşlarla döverek kaynak yapılır. Kaynak işi biten balta 700°C ta kadar ısıtılır ve bu sıcaklıkta bir saat tutulur, ocakta veya külde soğutulur (şekil 3.12.D) olduğu gibi ağzın yaklaşık 3 mm lik kısmı 780°C ta kadar ısıtılır ve şekil 3.13.E de olduğu gibi soğutulur. suya girmeyen kısım kararınca suda tutulur, çıkarılıp herhangi bir yeri zımpara kağıdı ile parlatılır. Parlatılan yer gövdeden aldığı ısı ile sarı renk olunca tekrar şekil 3.13.F deki gibi suda soğutulur. Bol su altında taşlanarak bilenir.

Bileşiminde % 0,50 - 0,80 C ve % 0,60 - 1,00 mangan bulunan ve öteki elemanları normal sınırlar içinde olan çelikten yukarıda anlatılana benzer şekilde pulluk demiri veya saban demiri yapılabilir.

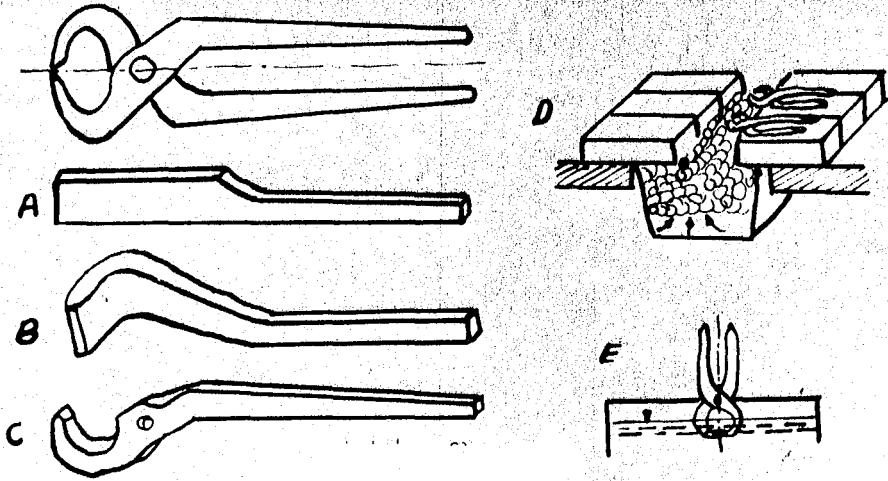


Şekil: 3.13.

3.13. KERPETENİN SERTLEŞTİRİLMESİ

Malzeme: Sade karbonlu çelik: % 0,50 C, yaklaşık olarak % 0,50 Mn öteki elemanlar normal oranlarda.

Yapımı ve ısıl işlemi : 6 x 28 mm lik çelik istenen uzunlukta şekil 3.14.A daki biçimde kesilir. Demirci ocağında 800°C ta kadar ısıtılır şekil 3.14.B daki gibi eğilir. 1050°C sıcaklığa kadar ısıtılır ve şahmerdanda veya el ile şekil 3.14.C de görülen biçime sokulur. Çapağı alınır ve havada soğutulur. Delik ve yuvalar açılır ağız kısmı taşlanarak istenen biçime getirilir. İki parça birbirine perçinlenir, şekil 3.14.D de görüldüğü gibi ağız kısmı 820°C ta kadar ısıtılır (aşağı yukarı 5 dakika sürer) şekil 3.14.E de olduğu gibi ağız suya sokulur ve 10 saniye kadar aşağı yukarı hareket ettirilir. Ağız zımpara ile temizlenir, temizlenen yerin rengi kahve rengi olunca kerpeten tamamen soğutulur. Ağız bilenir ve siyahlaştırılır.

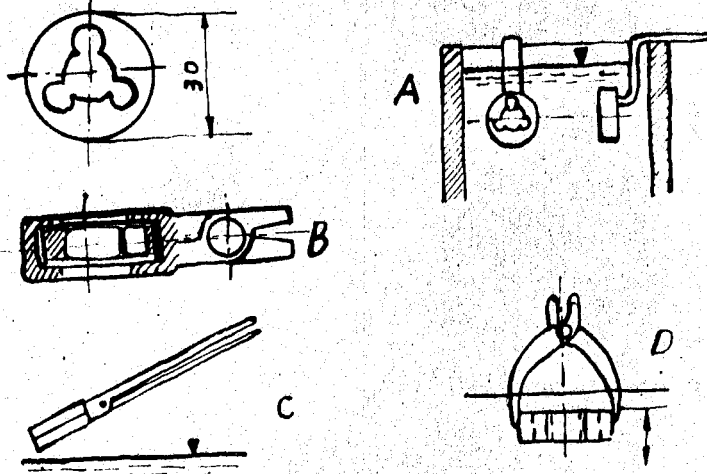


Şekil: 3.14.

3.14. PAFTANIN SERTLEŞTİRİLMESİ

Malzeme : Bileşiminde % 1 C, % 1,2 W, en çok % 0,35 Mn bulunan çelik. Diğer elemanlar normal oranlarda.

Yapımı ve ısıl işlemi: 32 mm lik yuvarlak çelik alınır ve yuvarlak yüzü alınlara dik olacak şekilde tornalanır. Delik delinir diş açılır, çap 0,03 mm küçük tutulur. Adımı tam boyutunda alınır talaş delikleri ve yarık açılır. Hangi dişi açacağına gösteren takım ve marka vurulur. önce ısı kaynağının kenarında en az mavi rengi kadar ısıtıldıktan sonra şekil 3.15.A da görüldüğü gibi teker terer tuz banyosuna asılır. Sıcaklığı 770°C olan banyoda 3 dakika bırakılır. şekil 3.15.B de görülen biçimdeki kıskaç ile tutulur ve yalnız dişler soğutma sıvısına tamamen değecek şekilde (25°C daki tuzlu su) batırılır. şekil 3.15.C de dişler sertleştirilir. Yağda 250-260°C ta bir saat kaynatılır. Menevişten sonra dişlerin sertliği 60 HRC olur. Şekil 3.15.B de görülen kıskaç yoksa veya paftanın her tarafının sert olaması isteniyorsa 3.15.A da görüldüğü gibi ısıtılır ve şekil 3.15.D de görüldüğü gibi soğutulur.



Şekil: 3.15.

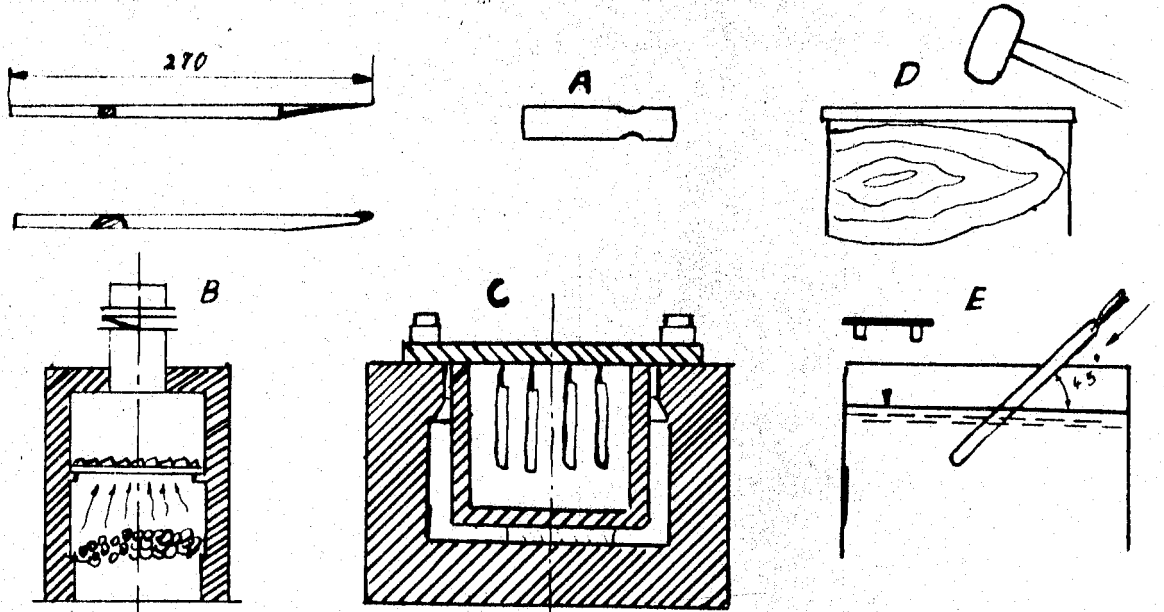
3.15. EĞE SERTLEŞTİRİLMESİ

Şekil 3.16

a. Malzeme: Sade karbonlu çelik, bileşiminde %1.3- 1.4 C: öteki elemanlar daha önceki takımlarda olduğu gibi normal oranlarda.

b. Yapımı ve ısı işlemi: 15 mm lik yuvarlak ve 7x21 mm.lik balık sırtı çelikler soğuk olarak istenen uzunlukta makasla kesilir veya kertlik açarak kırılır (şekil 3.16.A)'daki biçime getirilir. Bir uc şahmerdan veya el ile sap biçiminde dövülür. Gövdenin biçimi kalıpta verilir. Böylece ege biçimine getirilen parçalar demir sactan yapılmış kasalar içine konur ve üzeri odun kömürü ile örtülür. Kasanın kapağı kapatıldıktan sonra kenarları kille veya ateş çamuru ile sıvanır. Kasanın içine konan egelek parçalar büyük bir tav fırınında yavaş yavaş 680-700 °C sıcaklığa kadar kızdırılır (yaklaşık olarak 2,5 saat sürer). Bu sıcaklıkta 6 saat kadar tutulur ve ateşi kesilip kapakları kapatılan fırında soğutulur. Ondan sonra parçaların dış açılacak yerleri 0,2-0,3 mm. derinliğinde olmak üzere taşlanır. Gövdeye makina veya el ile dış açılır. Dışı açılan egedamgalandıktan sonra bir koruma macunu mesela %48 öğütülmüş tuz, %24 kavrulmuş boynuz tozu, %12 çavdar kepeği, %6 potasyum nitrat, %6 potasyum siyanür, %4 öğütülmüş odun kömürünün su ile karıştırılmasından meydana gelen macun kıvamındaki çamur ile örtülüdür. Egelekler, sıcaklığı su verme sıcaklığına kadar yükseltilmiş olan kok ocağında (şekil 3.16.B)de görüldüğü gibi ızgaralar üzerine konarak 750-770 °C sıcaklığa kadar kızdırılır. Yaklaşık olarak yarım saat sürer, su verme sıcaklığına kadar kızdırma kurşun banyosunda olur, bu halde banyonun üzeri odun kömürü ile örtülüdür. Egelekler önce kurşun banyonun kenarında 200-300 °C'a kadar ısıtılır, ondan sonra (şekil 3.16.C)de görüldüğü gibi banyoya asılır ve orada 750-770 °C sıcaklığa kadar (5-15 dakika sürer) gerek kok ateşinde ve gerekse kurşun banyosunda 750-770 °C sıcaklığa kadar kızdırılmış olan egelekler %10 luk tuzlu suya (sıcaklığı 20 °C dolaylarında) sokularak soğutulur. Yuvarlak egelekler tuzlu suya dik olarak sokulur. Balık sırtı egelekler suya sokmadan önce bir tokmakla (şekil 3.16.D)de görüldüğü gibi eğilir. Ondan sonra (şekil 3.16.E)deki gibi 45°lik bir açı ile suya daldırılır. Bütün ihtimamlara rağmen eğrilen egelekler olursa, daha iyice soğumadan iki yuvarlak demir destek arasında doğrultulur. Kum püskürtme makinesi varsa, egelekler sıcak su ile yıkanır, kurutulur ve ince kum ile temizlenir. Kum püskürtme makinesi yoksa, su verilmiş egelekler %10 luk asit kloridik içinde dağlanır, kireçli su ile asidi nötrleştirilir. Ondan sonra sıcak suda yıkanır ve kurutulur. Sap taraflı bir kurşun banyosuna batırılarak 450-500 °C sıcaklığa kadar (sap kısmının gövdeye geçiş yerinin rengi mavi oluncaya kadar) ısıtılır oradan çıkarılıp suda soğutulur. 57-58 Rc sertliğinde veya 250 kg/mm² çekme dayanımındaki bir çelik çubuk, hafif bastırmak suretiyle egeleğin dışlarının süzülmesi zaman, dişlerin kaymayıp çubuğu kavraması gerekir. Isı işlemi biten egelekleri yağladıktan sonra, ambalajları yapılır. Son zamanlarda su verme işlemini koruma macununa luzum kalmadan, egelekler az miktarda karbon verici tuz banyolarında ısıtılmaktadır. Bugün eski egelekler, elektroliz yoluyla dış açarak yeniden kullanılırlar hale getirilmektedir.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

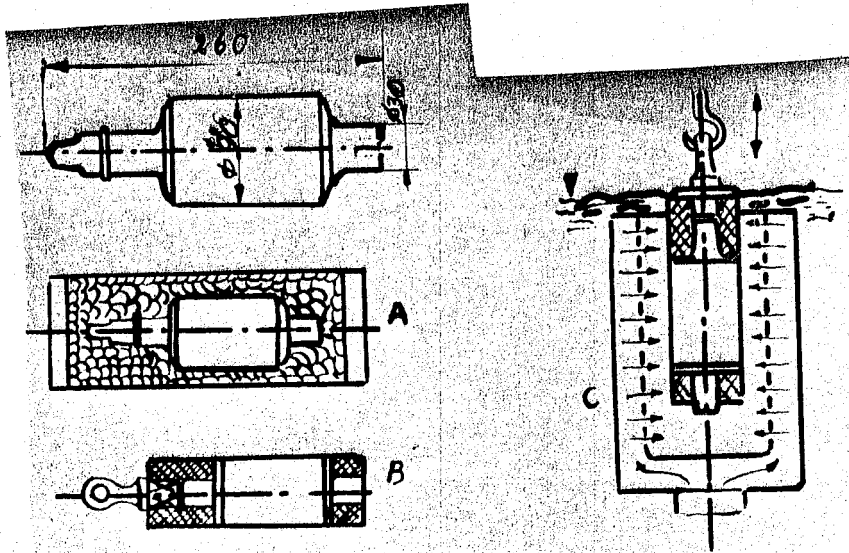


Şekil: 3.16.

3.16. KUYUMCU SOĞUK HADDE SİLİNDİRİNİN SERTLEŞTİRİLMESİ

Malzeme: Kromlu çelik % 0,85 C, % 0,90 Cr diğer elemanlar normal oranlarda.

Yapımı ve ısıl işlemi: 85 mm çapındaki tavlı çubuktan istenen uzunlukta, 0,5 mm taş payı bırakarak tornalanır. Dört köşe kısmı işlenir vidası açılır, markası vurulur(şekil 3.17.A)da görüldüğü gibi kırılmış odun kömürü içine gömülür, iki saatte 700°C ta kadar ısıtılır, bir saat kadar bu sıcaklıkta tutulur ocakta veya külde soğumaya bırakılır. Mıy-lular kille sıvanır ve üzerine saç külah geçirilir(şekil 3.17.B) kil kuruyuncaya kadar kendi halinde soğutulur. 700°C ta kadar 45 dakikada ısıtılır. Bu sıcaklıkta 30 dakika bekletilir. 800°C ta kadar ısıtılır ve burada 45 dakika tutulur(şekil 3.17.C) deki gibi suda soğutulur (soğuma 40 saniye kadar sürer) bu müddet sonunda sıcaklığı 100°C dere-ce iken kaynar suda 3 saat kaynatılır, sertliği yaklaşık 65 HRC olur.

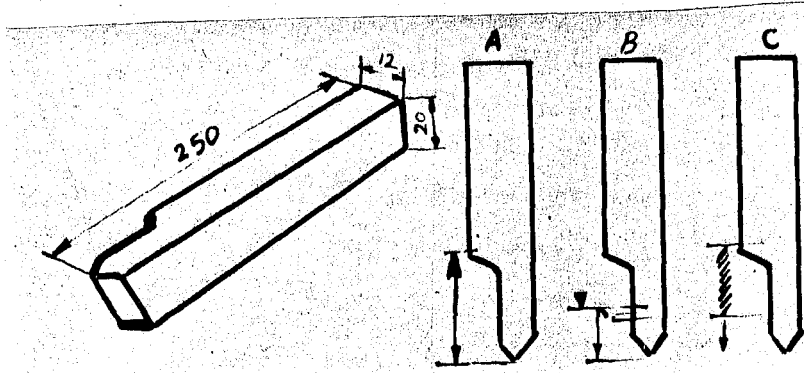


Şekil: 3.17.

3.17.2 VIDA KALEMİ SERTLEŞTİRİLMESİ:

a- Malzeme: Bileşiminde %1,5C, %0,8 Cr ve en çok %0,35 Mn bulunan çelik öteki elemanlar: en çok %0,50 si, %0,05 P, en çok %0,05 S.

b- Yapıma ve ısı işlemi: 12x20 mm lik tavli çelik kullanılır. Ağız olacak uc 950°C sıcaklığa kadar kok veya odun kömürü ateşinde kızdırılır. Ve hafif fakat sık vuruşlarla dövülür. Dövmeden sonra kuru küle sokarak soğutulur. Ağız taşlanır markası vurulur(şekil 3.18.A) daki gibi ağız kok veya odun kömürü ateşinde 760°C sıcaklığa kadar kızdırılır (4 dakika kadar sürer). (şekil 3.18.B) de görüldüğü gibi su veya tuzlu su içine sokulur. Suya girmeyen ağız kısmı koyu kırmızı olunca ağız sudan çıkarılarak biryeri çabucak zımpara ile temizlenir ve burada açık sarı meneviş rengi görülünce kalem suya sokularak ağız bütünü soğutulur, (şekil 3.18.C) ısı işlemi bu şekilde yapılan kalemin ağzını ege pek tutmaz. Ağız su ile soğütularak tam boyut ve biçiminde taşlanır.



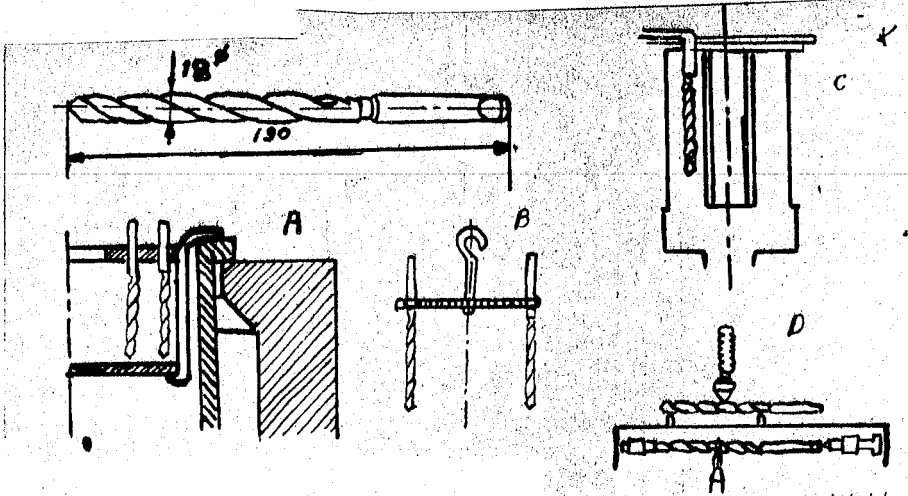
Şekil: 3.18.

3.18. - MATKAP SERTLEŞTİRİLMESİ:

a- Malzeme: Bileşiminde %1,2 C, %1,0 W ve en çok %0,35 Mn bulunan çelik öteki elemanlar daha önceki takımlarda olduğu gibi normal oranlarda.

b- Yapıma ve ısın işlemleri: 14 ve 31 mm lik haddeden çekilmiş ve tavlanmış yuvarlak çelik alınır. Uygun uzunlukta kesilir 0,2 mm' taş payı bırakarak tornalanır. Freze işleri yapılır, markası vurulur. 12 mm'lik matkap (şekil 10-B) de görülen bir tertipte bir fırının fazla ısınmayan (yaklaşık olarak 300°C) kısmına 8-12 saat asılı tutulur.

ondan sonra sıcaklığı 770-780°C olan tuz banyosuna sokulur ve orada 8 dakika tutulur. Sonra suya daldırılır ve orada aşağı yukarı hareket ettirilerek tamamen soğutulur 28 mm'lik matkap 1,5 saat içinde 650°C sıcaklığa kadar ısıtılır, bu sıcaklıkta 1 saat tutulur. Ondan sonra söndürülüp kapakları kapatılan ocakta soğutulur, yaklaşık olarak 30 dakikada 600-650°C sıcaklığa kadar tekrar kızdırılır (şekil 3.19.A) da görüldüğü gibi sıcaklığı 780°C olan tuz banyosuna sokulur. Orada 6 dakika bırakılır. (Şekil 3.19.C) de görüldüğü üzere püskürtme tertibatında su ile soğutulur. Bundan sonra matkapın temizlenen yerinin sertliği 65 Rc olur. Meneviş fırınında 180-200°C sıcaklıkta 2-3 saat ısıtılır ve arkasından havada soğutulur. Eğrilmiş olanlar bir gaz alevinde 180-200°C sıcaklığa kadar kızdırılarak (şekil 3.19.D) de görülen tertibat ile doğrultulur. Ondan sonra boyutuna getirmek için taşlanır ve temizlenir.

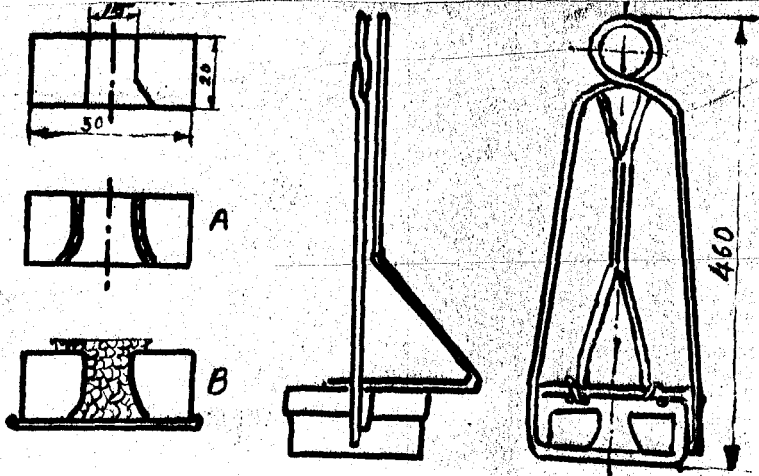


Şekil: 3.19.

3.19. - YÜKSEK KALIBI SERTLEŞTİRİLMESİ:

a- Malzeme: Volframlı çelik, %1,4 C, %5 W, az miktarda Cr ve vonadyum en çok %0,35 Mn, öteki elemanlar daha önceki takımların yapıldığı çeliklerde olduğu gibi normal oranlarda.

b- Yapımı ve ısı işlemleri: 22x52 mm boyutundaki dövülmüş ve tavllanmış yuvarlak levhalar alınır. Delinir, içi su vermeden doğacak boyut farkı göz önünde tutularak, dışı ise boyutunda olmak üzere taşlanır. Damga ve markası vurulur. (şekil 3.20.B) deki gibi çeliğin içine kok doldurulur, önce 700°C a kadar ısıtılır, sonra sıcaklığı 830°C olan ocağa konur ve burada 15 dakika tutulur (şekil 3.20.C) de görüldüğü gibi özel bir kısıp ile tutularak yaklaşık olarak 20°C deki tuzlu su ile yalnız (şekil 3.20.A) da gösterilen delik sertleşecek şekilde soğutulur. Soğutmanın hemen arkasından iki saat suda kaynatılır, su vermeden sonra delik 0,08 mm kadar küçülür. Aşınan kalıpların sertleştirilmesi için önce odun kömürü içinde 740°C da 2 saat tavlaniş yavaş soğutulur. Ondan sonra yukarıda anlatıldığı şekilde su verilir, arka arkaya dört defa su verilirse delik 0,10-0,12 mm küçülür.

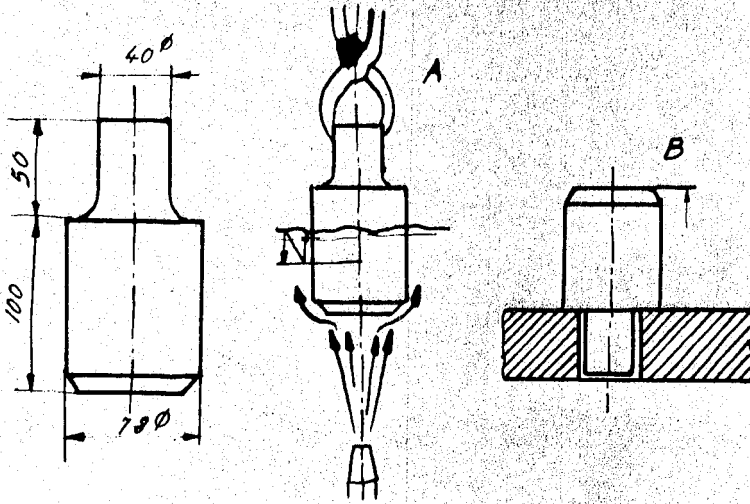


Şekil: 3. 20.

3.20. PRES ZİMBASININ SERTLEŞTİRİLMESİ

Malzem: Kromlu çelik: Bileşiminde yaklaşık olarak % 0,8 C, % 2 Cr en çok % 0,50 Mn ençok % 0,50 Si, % 0,05 S ve % 0,05 B vardır.

Yapımı ve ısıl işlemleri: 82 mm çapındaki çelik tornalanır ve istenen uzunlukta kesilir, kalan işçiliği tamamlanır. Çift kamaralı su verme fırınının ön kamarasında 700°C sıcaklığa kadar ısıtılır (45 dakika kadar sürer). Zimbe ana kamaraya yerleştirilerek 820°C sıcaklığa kadar ısıtılır (25 dakika sürer). Bu sıcaklıkta 10 dakika tutulur. Şekil 3.21.A da görüldüğü gibi 2-3 dakika aşağı yukarı hareket ettirilerek suda soğutulur ve yağda tamamen soğutulur. Sıcaklığı 180°C olan yağda bir saat meneviş yapılır. Menevişten sonraki sertliği 64 HRC.

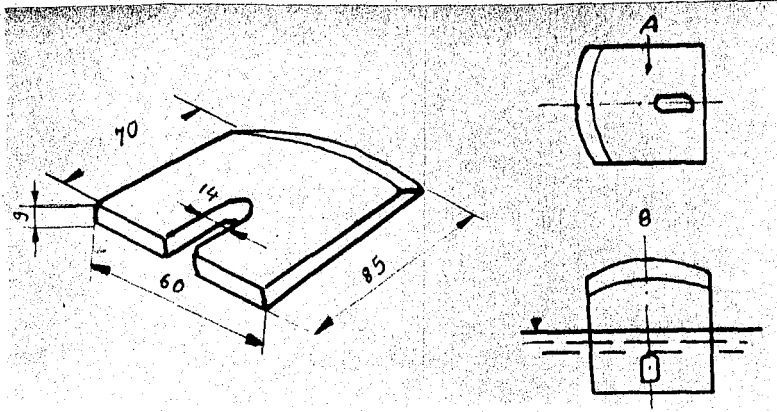


Şekil: 3.21.

3.21. MARANGOZ FREZE TEZGAHI ÇAKISI

Malzeme: Volframlı çelik, bileşiminde yaklaşık olarak % 0,55 C, % 2 W, az miktarda Cr ve Si diğer elementler normal oranda.

Yapımı ve ısıl işlemi: 12 x 62 mm lik tavlı çelik alınır. Taş payı kalacak şekilde tesviye edilir. Ağız ve kanal açılır. Fırının önünde 700°C sıcaklığa kadar ısıtılır(30 dakika sürer). Fırının su verme sıcaklığına ısıtılmış olan yere yerleştirilir ve 880-900°C sıcaklığa kadar ısıtılır(15 dakika sürer) 5 dakika bu sıcaklıkta tutulur. (şekil 3.22.A) da görüldüğü gibi ok doğrultusunda yağa batırılarak soğutulur. Zımparalanmış ağız kısmın sertliği 62 HRC dir. 250°C ta meneviş yapılır, Yüzeyler taşlanır marka ve numarası elektrikli cihazla yazılır.



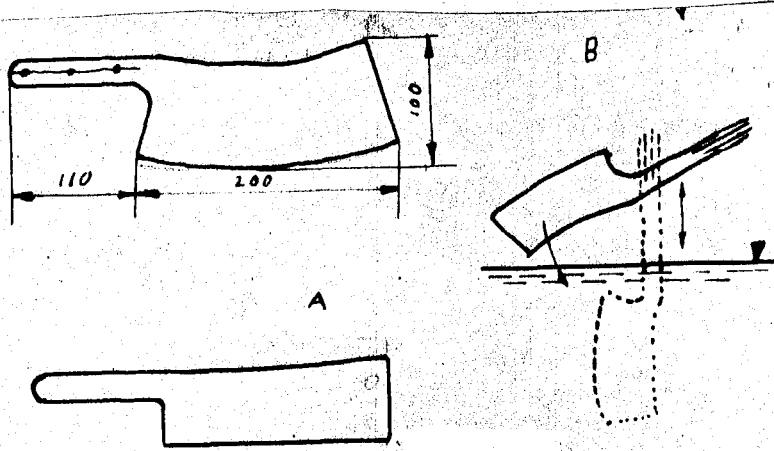
Şekil: 3.22.

3.22. SATIR SERTLEŞTİRİLMESİ

Malzeme: Krom manganezli çelik. % 0,55 C az miktarda Cr ve Mn diğer elemanlar normal oranlarda.

Yapımı ve ısıl işlemleri: 7 x 80 mm boyutundaki yassı çelik şekil 3.23.A da olduğu gibi kesilir. Kok veya odun kömürü ateşinde 1050°C ta kadar ısıtıldıktan sonra döverek ağız inceltilir. Sıcaklık 750°C ta düşerse tekrar ısıtılarak dövme devam edilir. 700°C ta tavlanır ve nem-siz külde soğutulur. Kaba ve büyük bir taşda her tarafı taşlanır, Ağız kalın bırakılır, delikler delinir, ve markası vurulur. Önce 650°C ta kadar ısıtılır, daha sonra 800-820°C sıcaklığa kadar ısıtılır ve bu sıcaklıkta altı dakika bekletilir. Şekil 3.23.B de olduğu gibi önce sırtı olmak üzere yağda soğutulur(2 dakika sürer) bundan sonraki sertliği 62 HRC dir. 240°C ta yarım saat meneviş verilir ve sertliği 56 HRC olur.

Satır, baltada olduğu gibi ağız kaynaklı olarak yapılabilir.

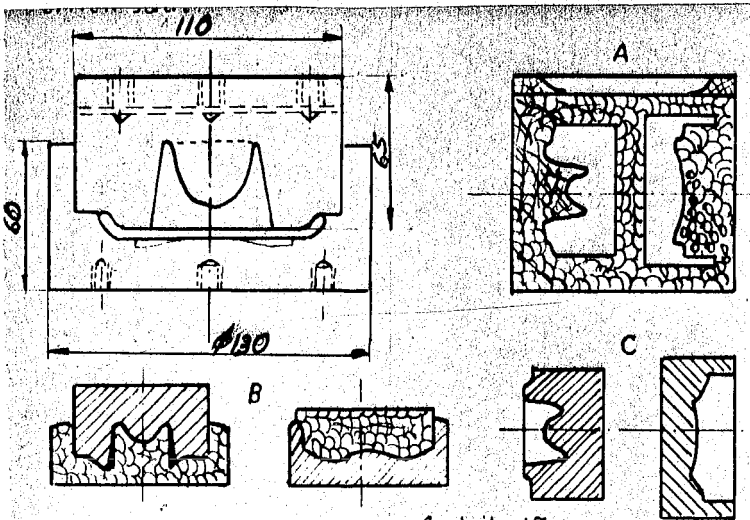


Şekil: 3.23.

3.23. BAKALİT KALIRI (Erkek ve dişisi)

Malzeme: Nikel, krom ve molbdenli çelik; bileşiminde yaklaşık olarak % 0,40 C % 2 Ni, % 0,75 kadar Cr, % 0,30 kadar Mo, en çok % 0,80 Mn % 0,35 dolaylarında Si, en çok % 0,05p ve en çok % 0,05 S vardır.

Yapımı ve ısıl işlemleri: 115 ve 135 mm lik yuvarlak çelikten gerekli uzunlukta parçalar kesilir. Bunlar 1 mm pay bırakılarak işlenir, kavrulmuş elenmiş mercimek büyüklüğündeki kok kömürü içine mömülerek (şekil 3.24.A) 650°C sıcaklığa kadar kızdırılır (iki saat kadar sürer). Bu sıcaklıkta bir saat kadar bırakılır ve kapakları kapatılıp söndürülen fırında yavaş yavaş soğutulur. Ondan sonra tam boyutuna işlenir parlatılır delikleri delinir, markası ve numarası vurulur. Oyulmuş yerler iki katlı kuru gazete kağıdı ile örtülür ve (şekil 3.24.B) de görüldüğü gibi kavrulup elenmiş mercimek büyüklüğündeki koka gömülerek kızdırılmış ocağa konur ve orada 700°C sıcaklığa kadar ısıtılır (1 saatte). Ondan sonra ocağın sıcaklığı hızla 840°C a çıkarılır (yaklaşık olarak yarım saatte) 20 dakika bu sıcaklıkta tutulur. Arkasından (şekil 3.24.C) de görüldüğü gibi yağa sokularak soğutulur, yağın içinde yaklaşık olarak 3 dakika aşağı yukarı hareket ettirilir. Ondan sonra yağın içinde soğumaya bırakılır. Bu şekilde ısıl işlem gören kalıbın sertliği 53 Rc olur. Bundan sonra kalıp parçaları; kaynayan yağ içinde (260°C sıcaklıkta) 1 saat meneviş verilir. Menevişten sonra sertliği 50 Rc olur.

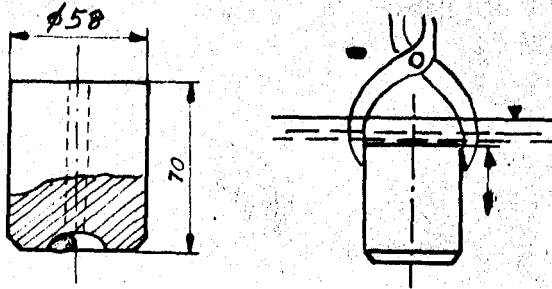


Şekil: 3.24.

3.24. PERÇİN YUVASI (Soğuk perçin yapmak için sertleştirilmesi)

Malzeme: Krom, nikel ve molibdenli çelik; bileşiminde % 0,55 C, % 3 Ni, % 1 Er, % 0,30 kadar Mo en çok % 0,50 Mn, % 0,30 kadar Si, en çok % 0,05 P ve en çok % 0,05 S vardır.

Yapımı ve ısıtma işlemi: 62 mm çapındaki tavlı çelik, istenilen boyutta tornalanır istenilen uzunlukta kesilir. İşlenir: taşlanıp numara ve markası vurulur. Mazot fırınının ön tarafında 700°C sıcaklığa kadar kızdırılır. (yaklaşık olarak 40 dakikada). Ondan sonra fırın içine konur ve yaklaşık olarak 15 dakikada 800°C sıcaklığa kızdırılır, bu sıcaklıkta yaklaşık olarak 10 dakika bırakılır. (şekil 3.25.B şemada gösterildiği üzere yağa sokulur ve 2 dakika kadar aşağı yukarı hareket ettirildikten sonra yağın içinde soğumaya bırakılır. Bundan sonra parlatılan bir yerin sertliği 59 RC olur. Yağda 280-300°C sıcaklıkta 2 saat Meneviş verilir. Yağ yoksa, takım yanları parlatıldıktan sonra kızgın bir maden levha üzerinde lacivert renk meydana gelecek şekilde 30 dakika kızdırılır. Meneviştan sonraki sertliği 54 Rc olur.



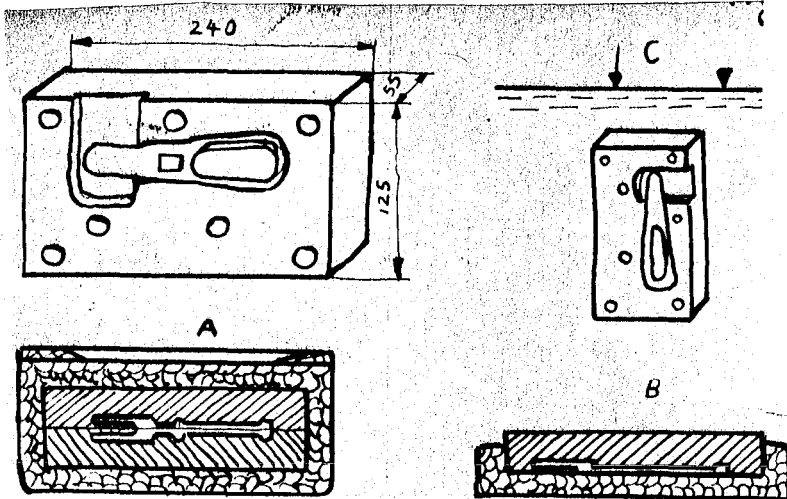
Şekil: 3.25.

3.25. ALUMİNYUM DÖKÜM KALIBI SERTLEŞTİRİLMESİ:

Malzeme: Cr ve V lu çelik. Bileşiminde yaklaşık olarak % 0,45 C, %2,5 Cr. %0,50 V, % 0,35 Mn, %0,30 Si, %,0,05 ten az P, % 0,05 ten az S vardır.

Yapımı ve ısıl işlemi: Dövülmüş ve tavlanmış 60x130x250 mm boyutundaki malzeme kalıba göre kesilir. delinir ve biçim verilir, Şekil 3.26. A. daki gibi kavrulmuş ve elenmiş olan kok kömürüne gömülür. yavaş yavaş 720°C kadar ısıtılır (4 saat sürer)bu sıcaklıkta bir saat tutulur. Söndürülmüş ve kapakları kapatılmış fırında mümkün mertebe yavaş soğutulur. kalıp ölçüsüne getirilir, parlatılır, marka ve numaraları vurulur. İş göreceği yüzü talk tozu ve ispirotodan yapılmış bir bulamaçla sıvanır. Kurutulduktan sonra parçaların her biri ayrı ayrı Şekil 3.26.B. de görüldüğü gibi yukarıda tarif edilen kömür içine gömülür. Bir mazot fırınının önünde 650°C sıcaklığa kadar ısıtılır (iki saat sürer). Su verme sıcaklığına bir saatte çıkartılır ve bu sıcaklıkta (880°C) yarım saat bekletilir. Şekil 3.26.C. de olduğu gibi yağa sokulur ve beş dakika hareket ettirilir ve yağın içinde soğumaya bırakılır. Sertliği 52 HRC olur. 500°C olan kurşun banyosunda iki saat menevişe tabi tutulur. Havada soğutulur ve sertliği 42HRC ye düşer. Geniş yüzeyler taşlanır. Kalıbın içi yumuşak bir bez veya kıl fırça ile temizlenir iç kısım parlatılmayıp siyah bırakılır. Kalıp kullanılacağı zaman her defasında 220°C ye kadar ısıtılır. Kalıplar parlaksa pres parçalarının kolay çıkması için mavi meneviş rengini alıncaya kadar ısıtılmalı veya siyahlaştırılmalı.

Siyahlaştırılmanın yapılışı: 10 kısım grafit tozu, 10 kısım iç yağı ve bir kısım bezir yağı karıştırılarak macun yapılır ve kalıba sürülür. Kalıp, içi karanlık olan bir ocakta 300°C sıcaklığa kadar ısıtılır ve alevle yanan yerler sonüncüye kadar ocakta tutulur. Havada soğutulur Kalıbın içi yumuşak bir bez veya fırça ile temizlenir.

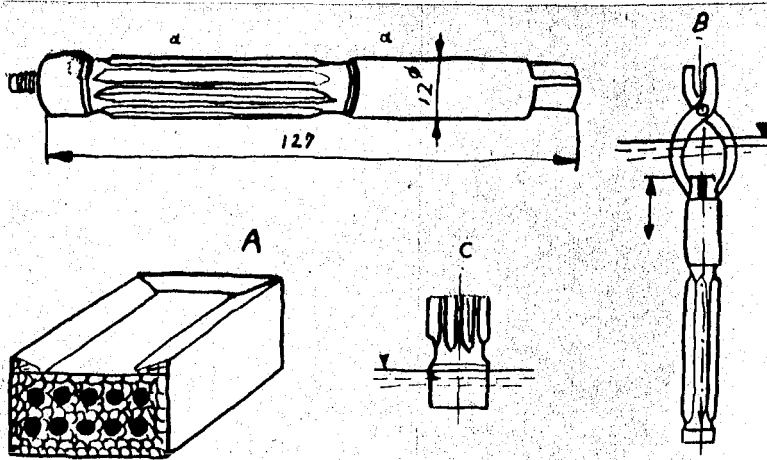


Şekil: 3.26.

3.26. RAYBANIN SARTLEŞTİRİLMESİ:

Malzeme: Cr,W,V lu çelik. Bileşiminde yaklaşık olarak % 1,3 C, % 1,5 Cr, % 1,5 W, % 0,5 V, % 0,35 Mn, % 0,35Si, en çok % 0,05 P, % 0,05 S vardır.

Yapımı ve ısıl işlemi: 15 mm çapındaki çubuktan istenen uzunluktaki parça kesilir, 0,2 mm taş payı kalınlığına kadar işlenir. Ağzılar ve delikler, boyutu gösteren rakkamları ve markası vurulur, şekil 3.27.A da görüldüğü gibi kuru odun kömürü içine gömülür ve kasanın kapağı kapatılarak şamutla sıvanır. Mazotla çalışan bir fırında yavaş yavaş 700°C sıcaklığa kadar ısıtılır (yaklaşık 2 saat sürer). Bir saat kadar bu sıcaklıkta tutulur. Söndürülmüş ve kapakları kapatılmış olan fırında soğumaya bırakılır. Yarım saat içinde 700°C ye çıkarılır, burada bir süre bekletilip su verme sıcaklığı olan 830°C ta çıkarılır, burada on dakika bekletilir. Arkasından Şekil 3.27 .B.de görüldüğü gibi yağda sertleştirilir. Burada bir dakika hareket ettirilerek yağın içine bırakılır. Soğuyan parçanın sertliği 65-66 HRC olur. 200°C lik yağda bir saat tutularak meneviş yapılıp "a" ile gösterilen sap kısımları 450-500°C sıcaklıktaki kurşun banyosuna sokulur (Şekil 3.27.C). Renk kahverengi oluncaya kadar bu şekilde bırakılır. Bu işlemden sonra sertliği 63 HRC olur. Kum püskürterek temizlenir, taşlanır ve bilenir.

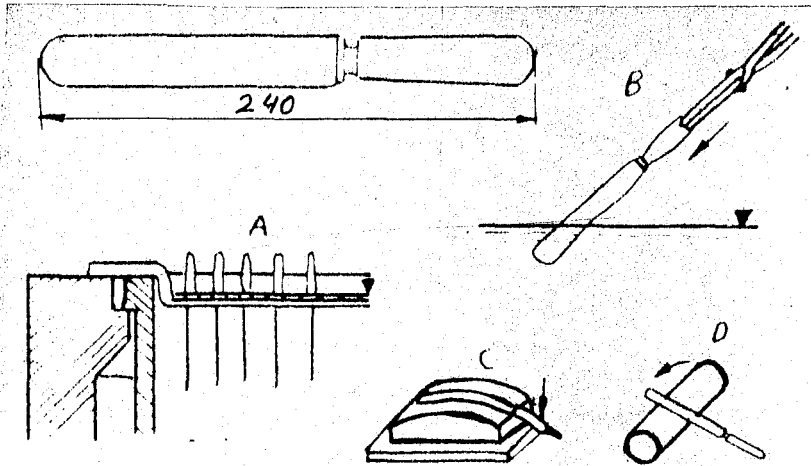


Şekil: 3.27.

3.27. SOFRA BIÇAĞININ SERTLEŞTİRİLMESİ:

Malzeme: Paslanmaz çelik. Bileşiminde yaklaşık olarak % 0,35 C, ve % 13 Cr vardır, diğer elementler normal oranlarda.

Yapımı ve ısıl işlemleri: 12 mm'lik yuvarlak çelikten makasla istenen uzunlukta parçalar kesilir ve kok ateşinde 1000°C sıcaklığa kadar ısıtılır. sap en iyi olarak şahmerdanla dövülür. Diğer uç ısıtılır ve hadde ile ağız biçimine getirilir. Yeniden 1000°C ye kadar ısıtılır, elle veya şahmerdanla genişletilir. Parça 800°C ye kadar ısıtılır ve sıcak şekillendirilir. saçıtan küçük kasalarda kok içine gömülür ve kasanın ağızı şamutla sıvanır. Kasa içinde $800-820^{\circ}\text{C}$ kadar üç saatte çıkarılır bu sıcaklıkta bir saat tutulur, kapakları kapanmış fırında soğumaya bırakılır. Bıçaklar doğrultulur, markalanacak taraflar taşlanır ve marka vurulur. Baryum klorür banyosunda 1020°C ta kadar 30 saniyede çıkarılır (şekil 3.28.A.) ve soğutulur.(Şekil 3.28.B.).Daha sonra şekil 3.28.C. deki gibi yaylandırma deneyi yapılır. Bu deneyde kalıcı bir eğilmenin olmaması gerekir. Keskinliğini muhafazaya elverişliliği de Şeki 3.28.D. de olduğu gibi bıçağın ağızını pirinçten bir parçaya birkaç defa kuvvetlice vurmak suretiyle muayene edilir. Bu vurmalarda ağızda atma yüzünden (çentikler) meydana gelmemeli. İyi sonuç veren bıçaklar taşlanır, düzlenip parlatılır, kötülere yeniden sulanır.

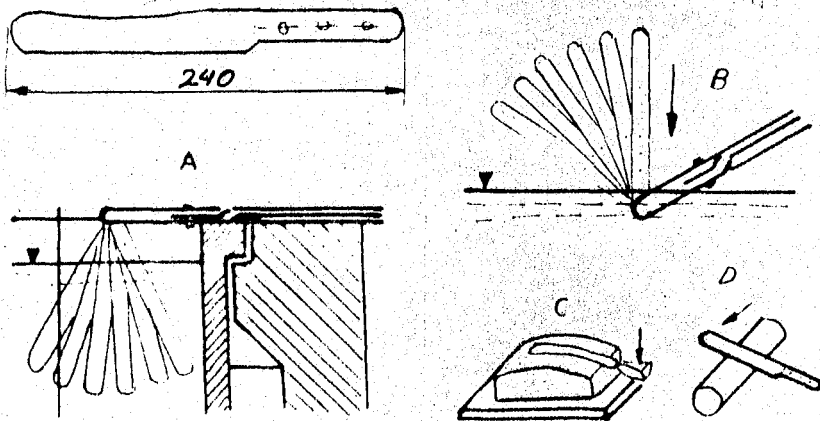


Şekil: 3.28.

3.28. SOFRA BIÇAĞI AĞZI SERTLEŞTİRİLMESİ:

Malzeme: Paslanmaz çelik. Bileşiminde yaklaşık olarak % 0,50C, % 15 Cr, % 0,50V, ayrı ayrı % 0,35 kadar Mn ve Si, en çok % 0,05 S ve en çok % 0,05 P vardır.

Yapım ve ısıl işlemleri: Hafif konik olan tavlı 50x150x0,5 mm lik çelik makasla istenen uzunlukta kesilir. Sap delikleri delinir, damgalanır, eğri ağızlar doğrultulur. Bir tuz banyosunda Şekil 3.29.A. da görüldüğü gibi 1030°C sıcaklığa ısıtılır (15 dakika sürer). Şekil 3.29.B.de görüldüğü gibi yağda soğutulur. 240°C lık yağda yarım saat kaynatılarak meneviş yapılıır. Havada soğutulur. Su verilmiş ve menevişlenmiş her partiden iki bıçak taşlanır ve Şekil 3.29.C.de görüldüğü gibi yaylanma deneyine tabi tutulur. Sertliği kontrol muayenesi Şekil 3.29.D. de görüldüğü gibi bıçak ağzı bir pirinç parçasına kuvvetlice birkaç defa vurularak yapılır. Bu muayenelerde bıçak ağzının kalıcı bir eğilme göstermemesi ve kırılmaması gerekir. Bundan sonra ağız taşlanır, parlatılır ve sapına perçinlenir.

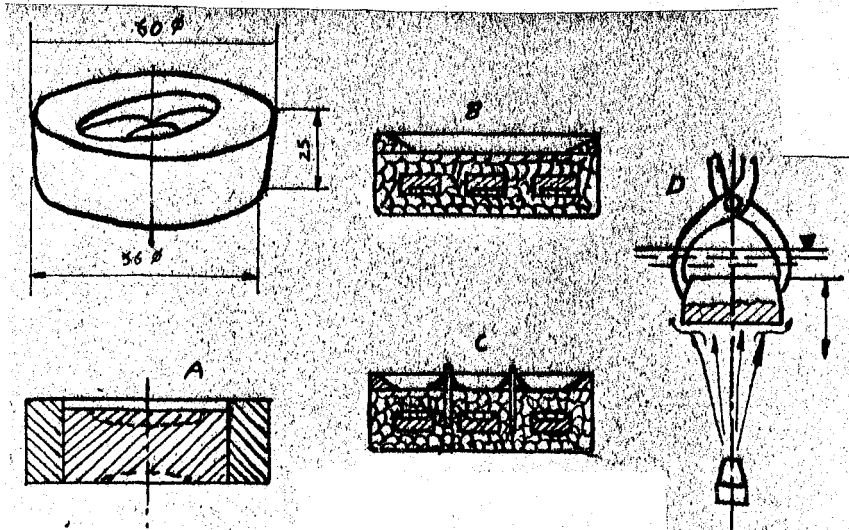


Şekil: 3.29.

3.29. BAKALİT DÖKÜM KALIBI SERTLEŞTİRİLMESİ:

Malzeme: Sade karbonlu sementasyon çeliği. Karbon oranı % 0,25 ten az, en çok % 0,80 Mn, diğer elemanlar normal oranlarda.

Yapımı ve ısıl işlemi: Kalıp 60 mm lik yumuşak çelikten işlenir. Şekil 3.30.A. daki gibi etrafına bir halka geçirilir. Şekil 3.30.B.de olduğu gibi nemsiz odun kömürü içine gömülü halde 650°C de iki saat tavllanır ve ocakta soğutulur. Soğuyan kalıp kömürden çıkarılır, parlatılır, numarası ve markası vurulur. Şekil 3.30.C.de olduğu gibi, bir kasada 3 kısım odun kömürü bir kısım baryum karbonattan yapılmış ve iyice kurutulmuş olan karışım içine gömülür, kasanın ağzı kapatılarak şamutlanır. Kasadaki iki delikten içeriye 10 mm kalınlıkta iki çubuk sokulur, delikler hafif nemli çamurla tikanır ve sıvanır. $860-880^{\circ}\text{C}$ iki saate çıkarılır bu sıcaklıkta 2,5-3 saat tutulur. 2 saat 45 dakika sonra çubuklardan biri dışarı alınır ve sertleştirildikten sonra kırılır. Eğer sementasyon tabakası 1 mm den biraz yukarı ise kasa ocakta bırakılarak veya nemsiz küle gömülerek soğutulur. Soğuyan kasa 780°C ta kadar iki saatte çıkarılır. Bu sıcaklıkta 20 dakika tutulur. İkinci kontrol çubuğu çıkarılır, su verildikten sonra kırılır. Sonuç iyi ise Şekil 3.30.D. de görüldüğü gibi soğutmak suretiyle sertleştirilir ve gecikmeden $150-160^{\circ}\text{C}$ deki yağda bir saat tutmak suretiyle meneviş yapılır.

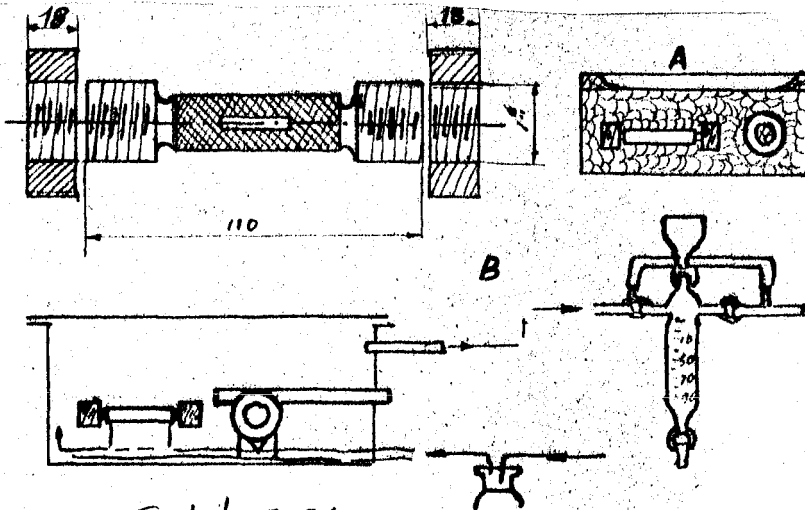


Şekil : 3.30.

3.30. VIDA VE DİŞ MASTARINININ SERTLEŞTİRİLMESİ:

Malzeme: Alüminyumlu çelik. % 0,45 C, az miktarda Al, Cr, Mo, en çok % 0,80 Mn, öteki elemanlar normal oranlarda.

Yapımı ve ısıl işleme: 30 ve 45 mm kalınlığında ıslah edilmiş yuvarlak çubuklar alınır. 0,5 mm pay bırakılarak diş açmaya hazır hale getirilir. Şekil 3.31.A. da görüldüğü gibi kuru odun kömürüne gömerek 600°C sıcaklığa kadar ısıtılır (gerginlikleri giderme tavi). Bu sıcaklığa iki saate çıkarılır ve burada bir saat kadar tutulur. Parçalar kasanın içinde ocakta bırakılarak soğutulur. Çapta 0,02 mm tolerans bırakılarak diş açılır. Temizlenmiş parlak haldeki parçalar (matar) kutularda küçük destekler üzerine yerleştirilir (Şekil 3.31.B), kasanın kapağı hava girmeyecek şekilde kapatılır. Kutu 200°C den az olmayan rezistanslı fırına koyulur. Amonyak göndererek kabın havası boşaltılır. Daha sonra sıcaklık 500°C çıkarılır. İçeri gönderilen amonyak gazın basıncı 25-30 mm su sütunu olmalı. Amonyak gazının hızı böyle olmalıdır ki % 30 u azot ve hidrojene ayrılmış olsun. Nitrürasyon kabından çıkan gaz suya verilirse, amonyak suda erir ve geride azot, hidrojen gaz halinde kalır. Eğer parçalanma % 40 ise gazın hızı yükseltilir. Nitrürleme tabakasının kalınlığı 48 saat sonra 0,4 mm olur. Nitrürasyon işlemi sona erince fırının elektrik akımı kesilir fakat sıcaklık 200°C oluncaya kadar amonyak gazı göndermeye devam edilir. Gaz kesildikten sonra nitrürasyon kabının içinde parçalar soğutulur.



Şekil: 3.31.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYNAKLAR

1. Fiziksel metalurjinin esasları (malzeme bilgisi)
Yazan: Prof. Dr. Albert G.GUY Çeviren: Prof.Dr. Doğan E.
GÜCER
2. Malzeme Yazan: Galip BAYDUR
3. Malzeme bilgisi ve muayenesi Yazan: Wolfgang WEISSBACH
Çeviren: Prof. Salahaddin ANIK E. Sabri ANIK
4. Malzeme Yazan: Halil KAYA
5. Çeliklerin metalurjik dizaynı Yazan: Doç. Dr. Adnan TEKİN
6. Çelik ve ısıl işleme Bofors elkitabı
Çeviren: Doç. Dr. Adnan TEKİN
7. Muhtelif büyük firmaların özel çevirilerinden istifade edilmiştir.
8. Metalurji TMMOB Metalurji mühendisleri odası
9. Çelik seçimi ve sertleşebilme
Yazan: Walter CRAFTS Çeviren: Nejat İZAR
John L. LAMONT