

TAKIM ÇELİKLERİ EL KİTABI

Hakan KOÇAK

Metalurji Yük. Mühendisi

VII. Baskı

Eylül 2006

Sağlam Metal tarafından

takım çelikleri kullanıcıları için hazırlanmıştır.

Tel: (0212) 671 23 31 (PBX) Faks: 549 59 75 www.saglammetal.com

Yayın No.: 4

Bu kitabın yayım hakkı Sağlam Metal'e aittir.

**Kitabın hiç bir bölümü izin alınmadan elektronik, mekanik,
fotokopi vb. yollarla kopya edilip veya değiştirilip kullanılamaz.**

Grafik, baskı : Yonca Ajans - Ofset Matbaacılık Ltd. Şti.

Tel: : (0212) 544 82 17

Bu kitabı

Hep daha iyi,

Hep daha verimli olanı bulmada

ÇELİK GİBİ YÜREĞİ OLANLARA İTHAF EDİYORUZ ...

İçindekiler

Önsöz	5
Dörrenberg Edelstahl	6
Sağlam Metal Satış Programı	9
Bölüm - 1 Takım Çelikleri ile İlgili Terimler	11
Bölüm - 2 Kalıbın Tasarımı ve İşlenmesi	23
Bölüm - 3 Soğuk İş Çelikleri	35
Bölüm - 4 Plastik Kalıp Çelikleri	47
Bölüm - 5 Sıcak İş Çelikleri	55
Bölüm - 6 Isıl İşlem	71
Bölüm - 7 Bilgi Sayfaları	83

7. Baskıya Önsöz

İş ve insan bir bütünün ayrılmaz iki parçası... İş olmadan insan, insan olmadan iş olmuyor. Teknoloji ne kadar gelişse de insan faktörü hep ön planda, önemi hiç azalmıyor, hatta artıyor da... İnsanın teknoloji ile buluştuğu günden bu yana, her şey gibi malzeme de gelişiyor. Gelişen koşullarda insan, teknoloji ve malzemeye hükmederek olağanüstü işler başarıyor. Hepsi hayatımızı daha da kaliteli ve kolay kılmak için...

Bu kadar teknoloji ile iç içe olunca yapılan işin kalitesi, ömrü, sağladığı fayda gibi değerlendirmeler de belirginleşmeye başlıyor. Malzemeyi doğru kullanmak da işte bu noktada önem kazanıyor. Malzemenin doğru ve yerinde kullanılması başarıyı da birlikte getiriyor. Başarılı işlerin arkasında hep doğrular görünmeye başlıyor.

Biz de Sağlam Metal olarak içinde bulunduğumuz sektöre bir nebze olsun hizmet edebilmek, sektörde çalışanlara yol göstermek, onların başarılarına katkıda bulunmak amacı ile bir bilgi kaynağı hazırlama zorunluluğunu kendimizde hissettik ve bu amaçla bu kitabı hazırlayarak işini doğru ve kaliteli yapanların sayısını arttırmaya çalıştık.

İlk baskısını 1998 yılında yaptığımız bu kitap oldukça yoğun ilgi gördü ve beğeni kazandı. Bu bizi daha da cesaretlendirdi. Gelen olumlu tepkiler doğrultusunda, son dönemde sektörün ilgisini kazanan yeni nesil malzemelerin de ilavesini yaparak güncelliğini korumaya çalıştık.

İngilizce, Almanca ve Romence dillerine de çevrilmiş olan kitabımızın güncellenmiş 7. baskısı ile sizlere hizmet etmenin gururunu yaşıyoruz. Bir başka gururumuz da 2006 Mayıs ayında basılan "Bakır Alaşımları El Kitabı" dır.

Başka yayınlarda görüşmek üzere ...

7 Eylül 2006

Saygılarımla

Hakan KOÇAK

Metalurji Yük. Mühendisi

DÖRRENBURG EDELSTAHL TESLİMAT PROGRAMI

ÖZEL ÇELİKLER

Soğuk İş Çelikleri
Sıcak İş Çelikleri
Plastik Kalıp Çelikleri
Yüksek Hız Çelikleri
Paslanmaz Çelikler
Isıya Dayanıklı Çelikler
Nitrasyon Çelikleri
Hassas İşlenmiş Plakalar
Otomat Çelikleri
İmalat Çelikleri
İslah Çelikleri

DÖVME İNGOTLARI

HAZIR KALIPLAR

İŞLEME

KUMLAMA



ÖZEL ÇELİK DÖKÜMLER

Paslanmaz Çelikler
Aside Dayanıklı Çelikler
Aşınma Dayanımlı Çelikler
Isıya Dayanımlı Çelikler
Soğuk ve Sıcak İş Çelikleri
Yüksek Hız Çelikleri
Özel Alaşımlar

HASSAS DÖKÜM

YÜZEY TEKNOLOJİSİ

CVD ve PVD Sert Kaplamalar

ISIL İŞLEM





DÖRRENBURG EDELSTAHL

Dörrenberg Edelstahl, Almanya Engelskirchen'de Agger nehri boyunca kurulu dört adet fabrikadan oluşmaktadır. 300 yıldan bu yana çelik üretimi yapan şirketin fabrikaları :

1- **Takım Çelikleri ve Özel Alaşımli Çelikler Fabrikası:** Çelik ergitme konusunda son teknoloji olan DETEM teknolojisi ile üretim yapar. Ürettiği ingotları, Alman çelik imalatçıları başta olmak üzere bir çok çelik imalatçısına satabilmektedir. Fabrikanın ürettiği ingotlar hem Alman piyasasında hem de uluslararası piyasalarda çok tutulmaktadır.

2- **Takım Çelikleri Döküm Fabrikası:** Büyük kalıpları (örneğin otomobil karoseri kalıpları) döküm yolu ile üretir. Bu konuda Almanya'nın en önemli imalatçısıdır.

3- **Isıl İşlem ve Yüzey Kaplama Fabrikası:** Birçok ilklere imza atılan tesiste ısıtma işlemi vakum fırınlarında yapılmaktadır.

4- **Hassas Döküm Fabrikası:** Çok karışık şekilli parçaları döküm yolu ile üretir. Dünyaca bilinen Alman savunma, gıda ve otomotiv şirketleri bu tesiste özel parçalar döktürürler.

Dörrenberg Edelstahl - Çelik ve hizmet bir arada ...

Hakkımızda...



Sağlam Metal San. Tic. A.Ş.,

1997 yılında takım çelikleri ve demir dışı alaşımlarda faaliyet göstermek üzere kuruldu. Amacı, kalıp yapımında kullanılabilen kalıp çeliği gibi, bakır ve alüminyum alaşımları gibi uzmanlık gerektiren malzemelerin dağıtımıydı.

Bugün geldiği noktada 62 çalışanı, kendine ait 10 şubesi ve bakır alaşımları fabrikasıyla **Sağlam Metal** yeni ufuklara doğru yol alıyor.

Özel çelikler konusunda **Alman Dörrenberg Edelstahl** firması ile çalışır. Buradan yaklaşık 10 yıldır ithal ettiği çelikleri ülkemiz kalıpcılarına ve kalıphanelerine teslim eder. Bu konuda gerek yayınladığı "Takım Çelikleri El Kitabı" ve üç ayda bir yayınlanan "Önce Malzeme" gibi yayınları ile gerekse "Yılın Başarılı Kalıplar" yarışması ile Kalıp Sektörüne faydalı etkinlikler sağlar.

Bakır alaşımları bölümümüz **yüksek iletkenlikte ve yüksek sertlikte bakır alaşımları ve refrakter metaller** temin eder. 30 Ağustos 2005 tarihinde imalata başlayan bakır alaşımları fabrikası ithal olarak gelen bakır alaşımlarının bir kısmını yerli olarak üretmeye başladı. "Cupro ve Cupral Serisi" bakır alaşımları çeşitli imalat teknolojilerinde geniş kullanım alanı buldu.

Mayıs 2006



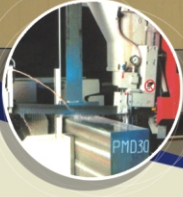
www.saglammetal.com

Dünyaca ünlü Alman Dörrenberg
takım çelikleri artık sizinle!

Yeni teknoloji ürünü
takım çelikleri ve ısıtım hizmetleri
yılların tecrübesi ve kalitesiyle
sizlerle!

Dörrenberg Edelmetall

Sağlam Metal



Takım Çelikleri

Soğuk İş Çelikleri

- > Extra Nr.45 (1.1730) : Kalıp hamilleri için ideal çelik
- > EPM 2 (1.23162) : Ova çelgi yerine, daha yüksek aşınma dayanımı
- > CPPU (1.2379) : 4 mm'ye kadar sacdan kesme ve bükme kalıplarında
- > CPW (1.2436) : 2 mm'ye kadar sacdan kesme ve bükme kalıplarında
- > VNC 4 (1.2767) : 4 mm ve üstü kalın sacdan kesme ve bükümünde
- > WP 7 V : Hem 60-62 RC sertlikte, hem tok, PVD kaplama imkanı
- > CPOH : Aşınma dayanımı ve tokluk bir arada, PVD kaplama imkanı
- > CPR : Çok yüksek aşınma dayanımı, 63-64 RC'de kullanılabilir

Plastik Kalıp Çelikleri

- > Extra Nr.45 (1.1730) : Kalıp hamilleri için ideal
- > HC 50 (1.2083) : Paslanmaz plastik kalıp çelgi
- > EPM 2 (1.23162) : Kolon ve burç yapımında
- > MCMS (1.2312) : Çok hızlı işlenebilen, 27-33 RC'ye ön sertleştirilmiş
- > R 65 (1.2316) : Paslanmaz plastik kalıp çelgi (27-33 RC)
- > MOME (1.2739) : Ayna parlaklığı sunabilen çelik (27-33 RC)
- > EON 4 M (1.2764) : Aşınma dayanımı ile birlikte yüksek parlaklık
- > VNC 4 (1.2767) : %4 nikel içeren, aşınma dayanımı yüksek çelik
- > NI 50 (1.8550) : Yuvarlak ölçülerde nitrasyon çelgi (27-33 RC)

Sıcak İş Çelikleri

- > WP 5 (1.2343 EFS) : Alüminyum enj. kalıplarında ESR kalitesi ile daha rahatsız
- > WP 5 V (1.2344 EFS) : Çok ince yapı EFS yapısı, kalıplarınızda fark yaratır
- > DM 3 (1.2365) : Su ile soğutulabilen kalıplarda ideal
- > DM 3 X (1.2367) : Yüksek verimli sıcak iş kalıplarında veya maçalarda
- > A 50 (1.2714) : Dövme kalıplarında 37-42 RC sertlikte veya tavlı durumda
- > DM 3 Co (1.2885) : En yüksek performanslı sıcak iş çelgi, %3 Co'lu

Yüksek Hız Çelikleri

- > DMO 5 (1.3243) : Yalnız kesici takımlarda değil, kesme kalıplarında da ideal
- > EMO 5 CO 5 (1.3243) : % 5 kobaltlı yüksek hız çelgi
- > EMO 9 COH (1.2347) : % 7 kobaltlı yüksek hız çelgi
- > EMO 12 (1.3207) : % 10 kobaltlı yüksek hız çelgi

Paslanmaz Çelikler

- > Corresist 5 : 60-62 RC'ye kadar sertleştirilebilen çelik
- > HCN : 1300°C'ye dayanıklı
- > RN 15 X : PVC kalıplarında ideal
- > 1.4034 : 27-33 RC sertlikte, martensitik paslanmaz çelik
- > 1.4028 : 27-33 RC'ye ön sertleştirilmiş
- > 1.4057 : Nikelli (27-33 RC)
- > 1.4122 : Ön sertleştirilmiş (27-33 RC)

Aşınma Dayanımlı Levhalar

- > Durostat 400 : 40 RC sertlikte, St 37, St 52 yerine daha ince ölçülerde kullanıma rahatlığı
- > Durostat 500 : 50 RC sertlikte, kullanıma hazır, manganlı sacdar

Soğuk İş Çelikleri

- > Toz Metal Ürünü Çelikler : PMD M-4 / PMD 10
PMD 30 / PMD 9 / PMD 23 / PMD 60

Hem sertliği (64 RC) hemde tokluğu yüksek çelikler grubudur.

Demir Dışı Kalıp Malzemeleri

Alüminyum Alaşımları

- > Alu 2017: 125-130 HB sertlikte
 - > Alu 5080: 80 HB sertlikte
 - > Alu 5083: 50-60 HB
 - > Alu 6082: 80-100 HB
 - > Alu 89:160-180 HB
- 5 değişik sertlikteki alüminyum alaşımlarından biri belki sizin imalatınıza da uygundur

Sert Bakır Alaşımları

- > Puntalık Bakırılar - Cupromax - Cupro CB
 - > Berilyumlu Bakırılar - Cupro B2, Cupro CB
 - > Pistonluk Bakırılar - Cupro NS
 - > Erozyonluk Bakırılar - Cupromax
 - > Paslanmaz Punta Kaynağı İçin Cupro W 80/20
- Plastik enjeksiyon ve şişirme kalıplarında Cupro B2'yi denediniz mi?

Alüminyum Bronzları

- > Cupral 2, 8, 10
- Alüminyum bronzlardan yapılan derin sıvama kalıplarının rahatlığını sizde yaşayın... Ayrıca kolay bronzu yerine Cupral 2'yi tercih ederseniz, aşınma dayanımının arttığını göreceksiniz.
- Alüminyum bronzlari kendi tesislerimizde üretmektedir.

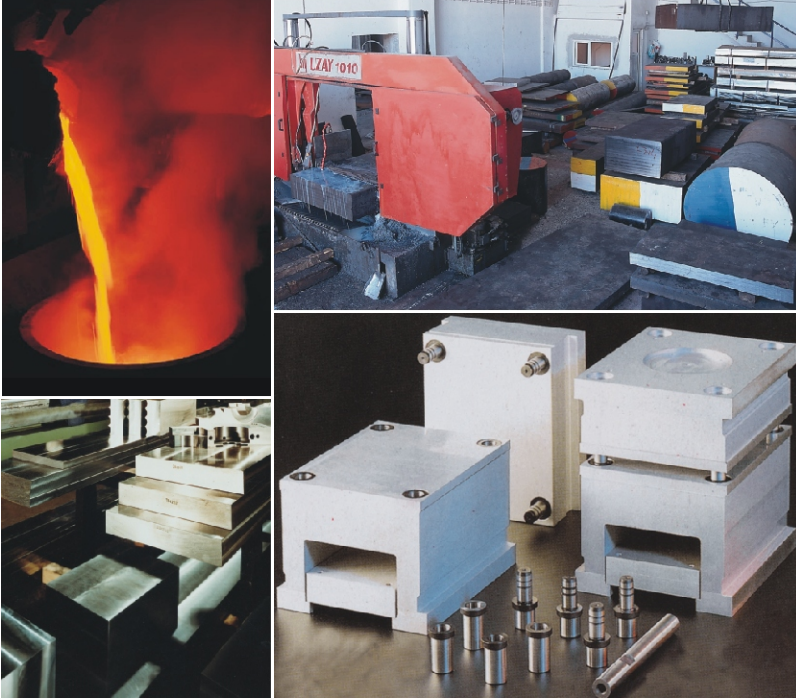
TRIBO Sert Metalleri

- Aşınma Dayanımlı Takımlar - Haddeler
- Özel Takımlar - Kesici Uçlar - Malafalar

Kaliteli ve hızlı servis için sınırlarımız genişliyor...

Bölüm 1

TAKIM ÇELİKLERİ İLE İLGİLİ TERİMLER



TAKIM ÇELİKLERİ İLE İLGİLİ TERİMLER

Mükemmel bir kalıbın yapımı için takım çelikleri ile ilgili bütün ayrıntıları bilmek gerekmez. Fakat bazı çok bilinen terimleri önemsememek de, bir toplantı sırasında veya bir yazı okurken insanı güç durumlarda bırakabilir.

Özellikle takım çeliklerinin seçiminden, satın alınmasından veya bunun işlenmesinden sorumlu kişiler için bu terimler çok önemlidir. Bu kişiler sürekli olarak teknik kelimelerle dolu bir baraj içerisindeyler. Reklam veya ilan okurken, satıcılarla, metalurjistlerle ve diğer mühendislerle konuşurken, sürekli bu terimler karşlarına çıkar.

Kalıpcı, satın almadan sorumlu kişinin, çeliğin yanında daha bir çok ürünü de alması gerektiğini bildiğinden bunların hepsinde bir uzman gibi davranmasını bekleyemez. Düşük fiyatların etkisiyle veya mamülün aşırı derecede övülmesi karşısında satın almacı kalıphaneye bağımlı olur. Kalıpcı da çeliğin kullanılmasıyla elde edilen tecrübeyi satın almacıya bildirmelidir. Eğer kalıpcının takım çelikleri konusunda yeterli bilgisi yoksa satın almacı hem kalıphaneyi hem de üretimi rahatlatabilecek yeni geliştirilen çeliklerin özelliklerini anlayamayacak veya sadece ucuz olduğu için başka bir çeliği alarak bağlı olduğu şirketi büyük bir sıkıntıya sokacaktır.

Aşağıda kalıbın tasarımından, imalinden, ısıl işleminden, takım çeliklerinin seçiminden ve satın alınmasından sorumlu kişilerin bilmesi gereken terimler sıralanmıştır.

ALAŞIM (Alloy) : En az bir tanesi metal olan iki veya daha fazla elementin meydana getirdiği, ayrılamayan bileşiktir. Örneğin demir bir elementtir. Karbon ile bir araya geldiğinde çeliği oluşturur. Çelik bir alaşımdır.

ALAŞIM ELEMENTLERİ (Alloying Elements) : Metallere bazı özellikleri kazandırmak için ilave edilen elementlerdir.

Silisyum (Si)	% 0.3'e kadar tüm çeliklere ilave edilir. Oksijen uzaklaştırıcı etkisi vardır. Daha yüksek oranlarda çeliğin esnekliğini artırır.
Karbon (C)	Sertliği, aşınma dayanımını artırır, sünekliği düşürür.
Krom (Cr)	Çeliğin sertleşebilirliğini, aşınma dayanımını ve sıcaklığa mukavemetini artırır. %13'ten fazla oranlarda korozyon dayanımı sağlar. (Paslanmaz Çelikler)
Mangan (Mn)	Sertleşebilirliği artırır, kükdün zararlı etkisini azaltır. Aşınma dayanımını artırır.
Molibden (Mo)	Sertleşebilirliği, aşınma dayanımını, sıcaklığa mukavemeti (sıcak iş çelikleri, yüksek hız çelikleri gibi) artırır.
Nikel (Ni)	Özellikle düşük sıcaklıklarda, çeliğin tokluğunu artırır. Krom ile birlikte korozyon dayanımını artırır.
Wolfram (W)-(Tungsten)	Molibden'e benzer etkisi vardır.
Vanadyum (V)	Bazı oranlarda tane küçültücü görevi yaparak çeliği toklaştırır. Daha yüksek oranlarda aşınma dayanımını artırır.
Kobalt (Co)	Çeliğin sıcaklığa mukavemetini artırır. Bu yüzden sıcak iş çeliklerinde ve yüksek hız çeliklerinde kullanılır.

Çelik içerisinde karbon bir alaşım elementidir. Oranlarının değişmesi çeliğin özelliklerini değiştirir. Takım çeliklerinde özellikleri etkileyen en önemli alaşım elementleri önceki sayfada sıralanmıştır.

Bazı elementlerin analiz içerisinde mümkün olduğunca az olması gerekir. Oksijen, hidrojen ve azot gibi elementler çelik içerisinde boşluklar ve hatalar oluştururlar. Fosfor, kükürt, selen ve arsenik gibi diğer elementler ise çeliğin iyi özelliklerini azaltırlar. Çeliğin imalatı sırasında bu gibi elementlerin uzaklaştırılmasına çalışılır. Yeni imalat teknikleri ile bu işlem gittikçe kolaylaşmaktadır.

ALEVLE SERTLEŞTİRME (Flame Hardening)

Bir kalıbın sert olması gereken kenarlarının veya yüzeylerinin alev tabancası (şalamo) ile belli bir hızda ısıtıldıktan sonra, su veya basınçlı hava ile sertleştirilmesidir. 1.2312 veya 1.2738 gibi plastik kalıp çelikleri alevle ısıtmayı takiben, havada soğutma ile kendiliğinden 52-54 RC sertlik alırlar.

ANALİZ (Analyze) : Çeliğin bileşimi sık sık kimyasal analiz yapılarak kontrol edildiğinden, analiz terimi yıllardır çeliğin kimyasal

bileşimi anlamıyla aynı tutulmuştur. Yani bir çelik % 1.00 C (karbon) ve % 1.50 Mn (mangan) içerdiğinde, bu çeliğin analizinin % 1.00 C ve % 1.50 Mn şeklinde olduğu söylenir. Demir miktarı çoğunlukla belirtilmez. Bu durumda analizin geri kalan kısmının demir olduğu anlaşılır. Karbon, mangan ve demir kimya biliminde elementler olarak bilinir.

Bazı elementlerin çok küçük miktarlarının çeliğin özellikleri üzerine büyük etkisi vardır. Bu yüzden analizin çok hassas ölçülmesi ve bilinmesi gerekir. Analiz yüzde olarak bildirilir.

Karbon % 1.00

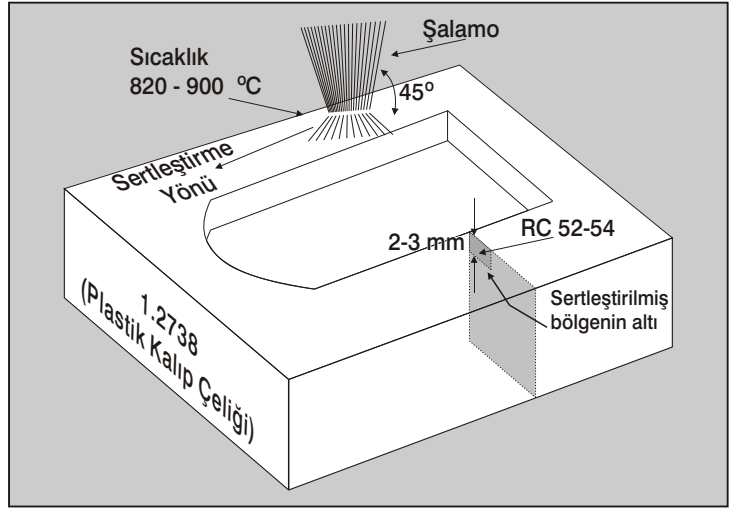
Mangan % 1.50

Bu iki elementin içerikleri çok hafif bir şekilde değişse bile; bunun da belirtilmesi gerekir. Örneğin:

Karbon % 1.02

Mangan % 0.48

BASMA DAYANIMI (Compressive Strength) : Bir malzemenin belli bir basma yükü altında şekil değiştirmeye başladığı nokta, o malzemenin basma mukavemetidir. Basma deneyi ile tespit edilir. Ağır yükler altında çalışan, darbenin söz konusu olmadığı kalıplarda ve merdanelerde çeliğin basma dayanımının mümkün olduğunca yüksek seçilmesi gerekir.



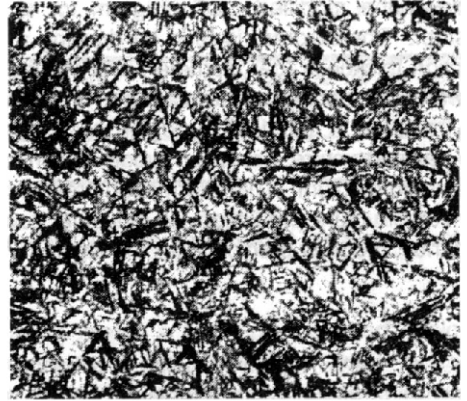
BEYNİT (Bainit) : Sertleştirilmiş çeliklerde bulunan bir yapı çeşididir. Kırılgan olması nedeniyle oluşumu istenmez. Oluşmasını önlemek için çeliğin soğutma hızı değiştirilir.

ÇEKME DAYANIMI (Tensile Strength) : Bir malzeme her iki ucundan çekme gerilmeleri ile çekildiğinde, kalıcı şekil değişiminin başladığı noktadaki çekme gerilmesi o malzemenin çekme dayanımıdır. Çekme deneyi ile tespit edilir. Bazı çelikler çekme dayanımları ile bilinirler. Örneğin St 37 (çekme dayanımı 37 kg/mm²), St 52 (çekme dayanımı 52 kg/mm²).

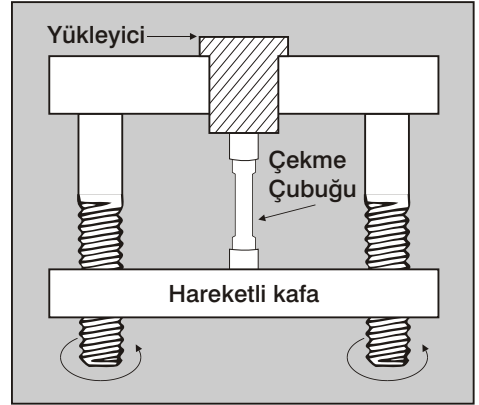
Aşağıdaki şekilde çekme deneyi sırasında numune üzerinde meydana gelen değişimler gösterilmektedir. Boyun verme noktasında numune çekme gerilmesine dayanamayıp herhangi bir noktadan daralmaya başlar. Kırılma noktasında bu daralma kopma ile sona erer. Her malzemenin çekme gerilmeleri karşısında seyri farklıdır.

Çekme dayanımının takım çeliği kullanıcı açısından önemi şudur: Çekme kuvvetlerinin olduğu bazı kalıplarda veya parçalarda sadece sertliğe bağlı olarak gözlem yapmak yanıltıcı olur. Bir malzemenin analizinin ve sertliğinin uygun olması çekme dayanımının da uygun olacağı anlamına gelmez. Çünkü aynı sertliğe sahip olup da farklı çekme dayanımları olabilen bir çok çelik cinsi vardır. Sertlik deneyinden sonra en çok baş vurulması gereken deney çekme deneyidir.

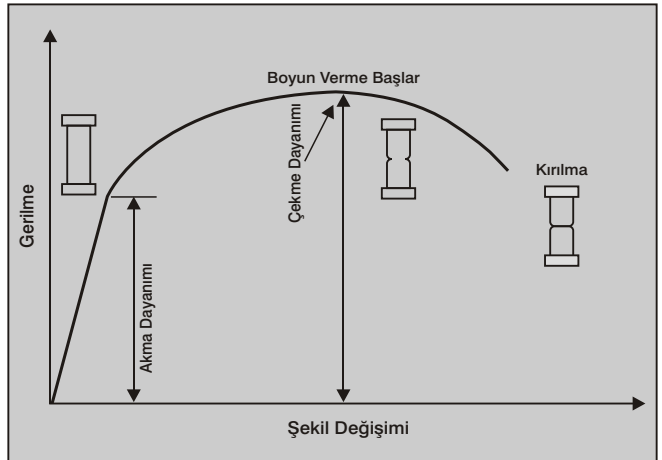
ÇEKME DENEYİ (Tensile Test) : Çeliğin çekme gerilmelerine karşı dayanımını belirlemek için yapılan deneydir. Yalnız çekme dayanımını değil, aynı zamanda çeliğin uzama oranını dolayısıyla sünekliğini, akma dayanımını (çeliğin, kalıcı şekil değiş-tirmeye başladığı noktadaki gerilme), kırılma noktası gibi verilerin de elde edilebildiği bir deneydir.



55 RC sertlikteki bir çelikte
Beynit yapısının görünümü



Çekme deneyi aygıtı



Gerilme - Şekil değişimi eğrisi

ÇELİK (Steel): Her türlü istenmeyen elementlerden ve bileşimlerden arındırılmış, % 1.5'den daha az karbon (C) içeren demir alaşımıdır. Farklı üretimlerle, alaşımlama ile veya uygun ısıtım işlemi sayesinde istenilen niteliklerde çelik elde edilebilir. Yüksek dayanıma sahip olduğundan ve ucuza üretilbildiğinden imalat teknolojisi genel kullanıma sahip bir malzemedir. Su verme ile sertleştirilebilmesi özelliği çok iyi bilinir.

Çelik içerdiği karbon ve alaşım elementlerine göre 2 ana gruba ayrılır.

Karbon Çelikleri (Carbon Steels) : İnşaat demirleri, profiller, teller, saclar daha çok St ile anılırlar. Orta ve yüksek karbonlu olanlarda kükürt daha düşüktür. Rahat işleme, temiz yüzey, belli ölçülerde bulunabilme, ısıtım işlemi elverişlilik, eğilme, bükülme, derin çekilebilme gibi özelliklere sahiptir.

Düşük Karbonlu Çelikler % C 0 - 0.25	Orta Karbonlu Çelikler % C 0.25 - 0.55	Yüksek Karbonlu Çelikler >% C 0.55
Süneklik, şekillendirilebilirlik		
Kaynak kabiliyeti		
Mekanik dayanım		
Aşınma dayanımı		

Alaşımlı Çelikler (Alloyed Steels) : Yüksek nitelikli makina imalat ve takım çelikleridir.

Düşük Karbonlu % C 0.25	Orta Karbonlu İmalat ve Takım Çelikleri	Yüksek Karbonlu Takım Çelikleri
Sementasyon ile sertleştirilebilir		Direk sertleştirilebilen çelikler
Tokluk		
Aşınma dayanımı		

DARBE DAYANIMI (Impact Strength) : Çeliklerin çekme, basma ve burulma yükleri altındaki davranışları, çarpma veya darbe gibi yükler altındaki davranışlarından tamamiyle farklıdır. Darbe dayanımı, çeliklerin darbe yükleri altında kırılmaya karşı gösterdikleri dirençtir. İzod Testi veya Charpy Testi ile ölçülür. Darbe altında çalışan çeliklerin darbe dayanımının yüksek olması istenir.

ELASTİSİTE (Elasticity) : Artan veya azalan yükler karşısında malzemenin doğru orantılı olarak şekil değiştirme kabiliyetidir. Çekme deneyi ile tespit edilir. Örnek olarak, sıcak iş çeliklerinden yapılan kalıplarda, sürekli ısıtım değişiminden dolayı meydana gelen gerilmelerin kırılma yaratmaması için çeliğin elastisitesinin yüksek olmasına dikkat edilir.

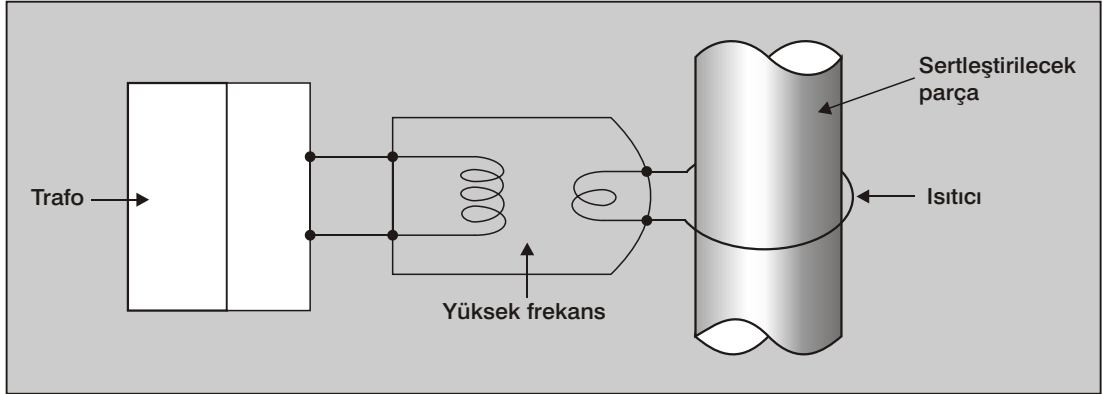
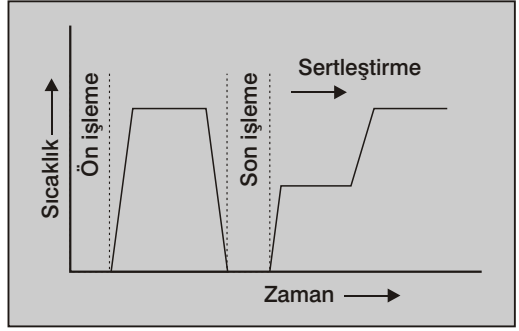
GERİLİM GİDERME TAVLAMASI (Stress Relieving) : Kalıpların işlenmesi sırasında oluşan gerilmeler, tavlama işlemi ile giderilmezse, bu gerilmeler sertleştirme esnasında çarpılmalara yol açar. Özellikle karışık şekilli kalıplarda 600 - 650 °C' de en az 2 saat süreyle ısıtım işlemi öncesi gerilim giderme tavlama mutlaka yapılır. Kalıp fırında soğutulur.

Isıl işlem sonrası çarpımların yaşandığı sıcak iş ve soğuk iş çeliğinden yapılan kalıplarda tavsiye edilir. Ayrıca, belli bir baskı sayısına ulaşmış alüminyum enjeksiyon kalıplarının gerilim giderme tavlaması ile kalıpta birikmiş gerilimlerin alınması kalıbın ömrünü artırır.

GERİLME (Stress) : Birim alana düşen "çekme" veya "basma" yüküdür. Çeliklerde genellikle 1 mm² ye düşen yük (kg) olarak ifade edilir. Birim, Kg/mm² dir. Çekme deneyinde uygulanan kuvvetin, numunenin kesitine olan oranı gerilmeyi verir.

GEVREKLİK (Brittleness) : Malzemenin kalıcı bir şekil değişimi almadan önce çatlama veya kırılma özelliğidir. 1.2080 soğuk iş çeliğinin çok gevrek bir çelik olduğu kalıpcılarca iyi bilinir. Bu sebeple bu çeliğe alternatif olarak daha esnek çelikler geliştirilmiştir.

İNDÜKSİYONLA SERTLEŞTİRME (Induction Hardening) : Yüzeyin indüksiyon ile hızla ısıtılmasını takiben su verilmesidir.



KADEMELİ SOĞUTMA (Interrupted Quenching) : Kalıbın ostenizasyon sıcaklığında bir süre tutulduktan sonra, su verme için daldırıldığı sıcak banyodan (150-200°C) çıkarılıp havada soğutulmasıdır. Böylelikle kalıp içerisindeki ısı dengelenir ve gerilmeler azaltılır. Bu işlemde sıcak banyo olarak tuz banyosu kullanılıyorsa, işlem martemperleme olarak adlandırılır.

KALINTI OSTENİT (Retained Austenite) : Ostenitin martensite dönüşmeyen kısmına kalıntı ostenit denir. İstenmeyen bir yapıdır. Çeliği gevrekleştirir. Su verme sıcaklığı oda sıcaklığının altına düşürülürse, ostenitten martensite dönüşüm devam eder. Bu işleme sıfır altı işlemi (Sub-Zero Treatment) denir. Kalıntı ostenit kesme yapan kalıplarda veya ezme kalıplarında, taşlama sırasında kılcal çatlamlar oluşturur. Gevrek dökülmeler de kalıntı ostenitin habercisidir. Darbe mukavemetini düşürdüğünden kırılmalara sebep olur.

KARBÜR (Carbide) : Metaller ve karbondan meydana gelen bileşiklerdir. Çeliğin içerisindeki mevcudiyetleri, çeliğin aşınma dayanımını artırır. Cr, Mo, V ve W gibi elementler çelik içerisinde karbür yapıcı elementlerdir.

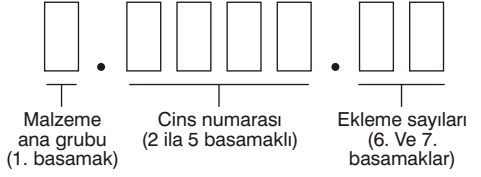
MALZEME NUMARALARI : Malzeme numaraları veri işlenmesine elverişli olan malzemeler için bir düzenleme sistemini ortaya koyar.

Yedi basamaklı malzeme numaraları, malzeme ana grubu için sayı, özel işaretleme için dört basamaklı cins numarası ve iki ilave sayıdan meydana gelmiştir.

Malzeme Ana Grupları : Malzeme ana grupları 0 ila 9 tanıma sayı ile gruplandırılır. Cins numaraları 0 ve 1 ana gruplarına ait cins numaralarında, ilk iki basamak cins sınıfını tanıtır. Cins numaralarının her iki tarafa genişleyen basamakları, sayısal numaralardır. Cins numaraları önemli ölçüde malzemenin kimyasal bileşimine veya asıl kaynağına göre düzenlenir.

Ergime ve döküm cinsi ve ayrıca ısı işleme durumu gibi özel karakteristiklerin ifade edilmesi için, ekleme sayıları öngörülmüştür. Ekleme sayılarına ait ayrıntılı ifadeler, uluslararası bir malzeme numaralama sistemi üzerinden yapılan işlemlerin sonucuna göre belirlenmelidir.

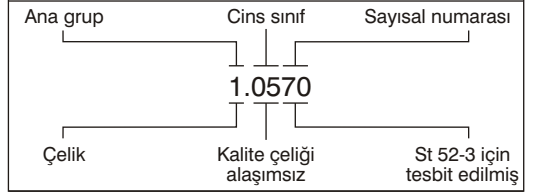
Malzeme numaralarının düzenlenmesi



Malzeme - ana gruplar

Tanım Sayısı	Ana Gruplar
0	Hamdemir, ferro alaşımları, dökme demir
1	Çelik ve çelik döküm
2	Demir dışındaki ağır metaller
3	Hafif metaller
4 t-8	Metal olmayan malzemeler
9	Dahili işletme işareti için serbest sayı

Örnek : St 52-3 Malzeme numarası



Çelik döküm dahil bütün çelikler bu grup kapsamına girer.

Çeliklerin Gruplandırılması Ve Kullanılması :

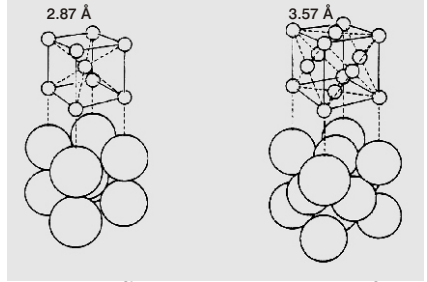
Çelik ve Çelik Döküm İçin Cins Sınıfları

Cins Sınıfları	Çelik Cinsleri	Cins Sınıfları	Çelik Cinsleri
Temel ve Kalite Çelikleri		Temel ve Kalite Çelikleri	
00	Ticari ve temel kalite	20...28	Takım çelikleri
01...02	Genel yapı çelikleri	32...33	Yüksek hız çelikleri
03...07	Alaşımsız kalite çelikleri	34	Aşınmaya dayanıklı çelikler
08...09	Alaşımlı kalite çelikleri	35	Hadde çelikleri
90...99	Özel cinsler	36...39	Özel fiziksel nitelikleri olan demir malzemeler
Alaşımsız Yüksek Vasıflı Çelikler		40...45	Paslanmaz çelikler
10	Özel fiziksel nitelikleri olan çelikler	47,48	Yüksek ısıya dayanıklı çelikler
11	Yapı çelikleri	49	Yüksek sıcaklık çelikleri
12	Yapı çelikleri	50...84	Yapı çelikleri
15...18	Takım çelikleri	85	Nitrürlenme (Azotlu) çelikleri

MARTENSİT (Martensite) : Çeliğin ostenizasyon sıcaklığından su verilip, sertleştirildiğinde iç yapısında elde edilen yapı türlerinden biridir. Hacim merkezli tetragonal yapı demir içerisinde hapsolmuş karbon atomlarına aşırı doymuş katı ergiyiktir. İstenilen bir yapıdır.

Demirin atomik yapıları

- a - Kübik Hacim Merkezli
- b - Kübik Yüzey Merkezli

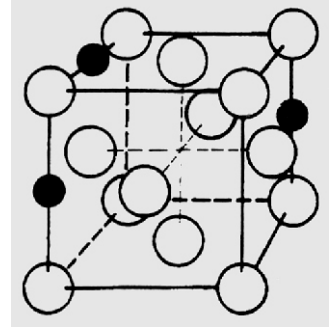


NİTRASYON (Nitriding) : Çalışma sıcaklıkları 600 °C'yi geçmeyen kalıp ve takımlarda başvuru, yüzeye azot (N) emdirmeye yoluyla yapılan yüzey sertleştirme işlemidir. 450 °C civarında yapıldığından kalıp veya takımlarda çarpılma olmaz.

NORMALİZASYON (Normalizing) : Çeliğin dövme veya haddeleme sonrasında, kabaca sertleştirme sıcaklığına ısıtılması ve bu sıcaklıkta 10 - 20 dakika tutulması ve sonra havada soğutulması işlemidir. Takım çelikleri, normalizasyonu yapılmış olarak kullanıcıya sevk edilir. Ancak kullanıcı tarafından yanlışlıkla ısıtma işlemi görmüş veya taneleri kabalaşmış çeliklerin tanelerini inceltmek için de yapılabilir. Karbonlu çeliklere, az alaşımlı çeliklere ve nadiren takım çeliklerine uygulanır.

OSTENİT (Austenite) : Çeliğin ısıtma işlemi görmüş önceki tavlı halinin yapısıdır. Su verme ile bu yapı martensite dönüşür. Yüzey merkezli kübik demir kafesi içindeki karbon veya alaşım elementlerinin meydana getirdiği bir katı ergiyiktir.

Yüzey Merkezli Ostenitte siyah atomlar karbon, beyaz atomlar demir atomlarıdır.



PERLİT (Pearlite) : Ostenitin beyaz ile bölgenin üzerindeki sıcaklıklarda dönüşümünden oluşan ferrit ve sementit'in lameller tabakalarından meydana gelen yapıdır. Kötü bir işleme kabiliyeti vardır. Yumuşak tavlama ile sementit lamelleri küresel hale gelir ve işlenmeleri kolaylaşır.

Perlit genellikle haddeleme sonrasında oluşan bir yapıdır.



SEMENTASYON (Carburizing) : İçerisinde karbon verici gazların veya tuzun olduğu fırında çelik yüzeyine (C) karbon emdirilmesi işlemidir. Karbürizasyon olarak da anılır.

Yüzeysel sertlik kazandıran yöntemlerden biridir.

SERTLEŞEBİLİRLİK (Hardenability) : Bütün çelik cinsleri için fiziksel bir ölçüdür. Bir kesitteki sertlik derinliğini ve yüzey sertleşebilirliğini ifade eder. 50 mm çaplı çeşitli soğuk iş çeliklerinin yüzeyden merkeze doğru sertlik dağılımı yandaki şekilde gösterilmiştir.

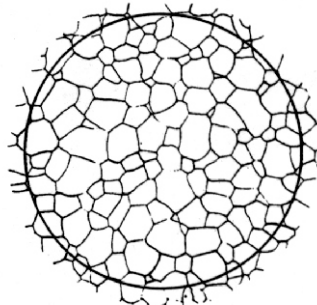
SERTLEŞTİRME - SU VERME (Hardening) : Çeliğin cinsine bağlı olarak, belli bir sertleştirme sıcaklığında yapıyı ostenite çevirip; su, yağ veya tuz banyosunda su vererek daha gergin bir yapı olan martensite geçmek sertleştirmenin prensibidir. Yapısal değişim neticesinde karbon atomu hücre içerisinde hapsoldüğünden sertlik artışı olur.

SERTLİK (Hardness) : Metallerin özellikle çentik etkisiyle kalıcı şekil değişimine karşı direncidir. Takım çeliği kullanıcıları tarafından çeliğin mekanik özelliklerini belirtmek için kullanılan ilk ölçüdür. Diğer özellikler ile birlikte değerlendirilmesi gerekir. Örneğin, iki farklı çeliğin sertliklerinin 60 RC olması, aynı mekanik özelliklere sahip oldukları anlamına gelmez. Brinell, Rockwell, Vickers gibi sertlik ölçme testleri ile ölçülür. Bu testler arasında çevrim mümkündür. Ancak her sertlik biriminin ayrı ayrı uygulama alanları olduğu unutulmamalıdır. Örneğin, bakır ve alüminyum alaşımları için HB veya HV, takım çelikleri için RC idealdir. Her sertlik ölçeğinin bir geçerlilik aralığı vardır. Örneğin, 20 RC'nin altında RC ölçeği geçersiz ve anlamsızdır.

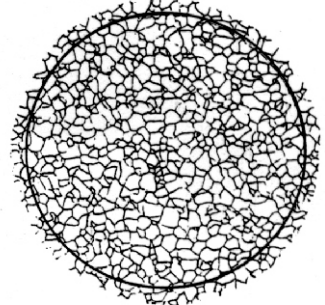
SÜNEKLİK : Bir metalin yük altında kırılmadan şekil değiştirme kabiliyetidir. Örneğin 1.2379 soğuk iş çeliğinin sünekliliği, 1.2738 plastik kalıp çeliğine göre daha düşüktür.

TANE BÜYÜKLÜĞÜ (Grain Size) : Metalleri meydana getiren en küçük hücre - birim yapı taşlarının çeşitli düzenlerde birleşerek meydana getirdikleri tanelerin büyüklüğü malzemenin mekanik özelliklerine doğrudan etki eder. ASTM standardı ile anılır. ASTM'ye göre tane büyüklüğü 5 olan malzemede inç karedeki tane sayısı 16, tane büyüklüğü 7 olan malzemede inç karedeki tane sayısı 64'tür.

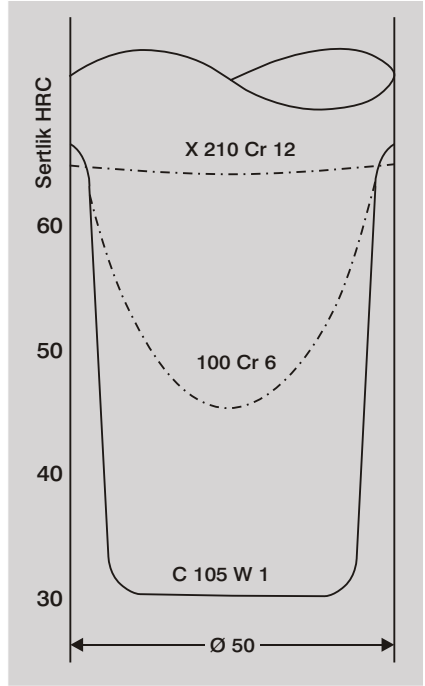
Malzemenin tanelerinin küçük olması, mekanik özelliklerini artırır. Tanelerin büyük olması malzemeyi gevrekleştirir, daha kırılgan yapar.



ASTM No. 5



ASTM No. 7 1/2



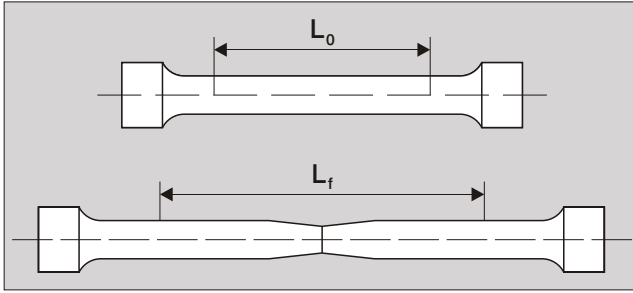
Çeşitli çeliklerin
sertleşebilirlik eğrileri

TAVLAMA (Annealing) : Metalik malzemelerin sertliğinin düşürülmesi için, tavlama sıcaklığına kadar ısıtılan malzemenin bir süre tutulmasını takiben, uygun bir hızla soğutulması işlemidir. Bu işlem ile çeliğin daha iyi işlenebilmesi ve soğuk işlem görmesi hedeflenir. Önsertleştirilmiş takım çelikleri dışındaki çelikler yumuşak tavllanmış olarak kullanıma sunulur.

TOKLUK (Toughness) : Çeliğin, aldığı darbe enerjisini kırılmadan absorbe edebilme kabiliyetidir. Çentikli darbe deneyi adı verilen, çentik açılan bir numuneye vurulan darbe ile ölçümü yapılır. Zor kırılan, yani çarpma dayanımı yüksek olan çeliğin tokluğu yüksek, kolay kırılan, yani çarpma dayanımı düşük olan çeliğin tokluğu ise düşüktür. Çeliğin tokluğu yüksek; ise sünektir, çarpma yükleri altında kolay kırılmaz. Tokluğu düşük çelikler ise gevrekler.

UZAMA (Elongation) : Metalik numune her iki ucundan çekildiğinde, kırılmadan önce uzar. Uzama oranı her çelik için farklıdır.

Uzama, orijinal uzunluğun yüzdesi olarak aşağıdaki gibi ifade edilir. Genellikle % uzama ne kadar yüksek olursa, çelik o kadar sünektir; kopmaksızın şekillendirilebilir. Tek haneli değerlerde kalırsa çeliğin şekil değiştirebilme özelliği çok düşük olur.



$$\% \text{ uzama} = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$$

L_f Deneyden sonraki uzunluk

L_0 Orijinal uzunluk

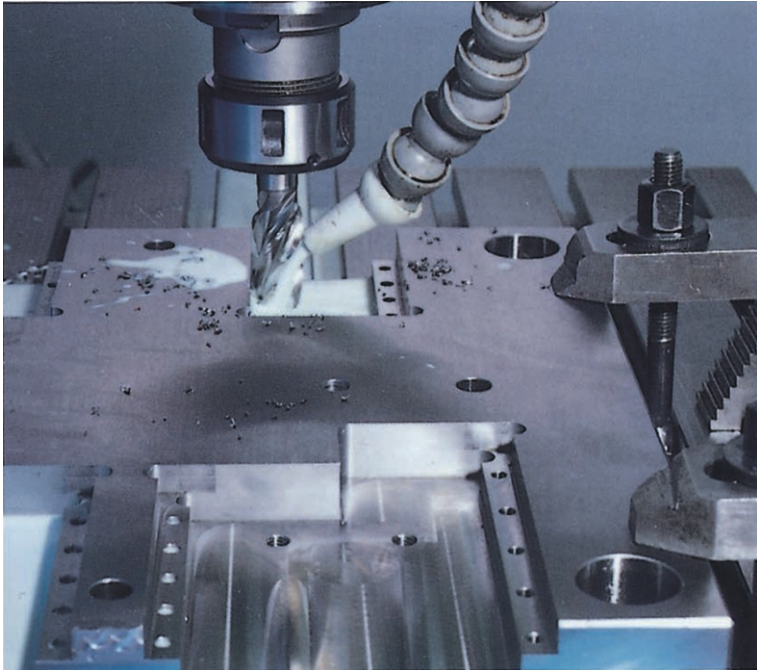
YORULMA (Fatigue) : Peryodik yüklerin sebep olduğu çatlak oluşumu anlamına gelir. Yorulma çatlama, genellikle ya yüzey düzgünlüğünü bozan çentik, keskin köşe girinti gibi yüzey kusurlarında ya da iç yapıda inklüzyon, kılcal çatlak gibi hataların ilerlemesi ile başlar. Önce bir kılcal çatlak oluşur. Kılcal çatlak hemen kırılmaya yol açmaz. Uygulanan her çevrim ile çok yavaş olarak ilerler. Çatlak yüzeyi bir ağaç gövdesindeki büyüme halkalarına benzeyen işaretler gösterir. Kırılma genellikle çok az veya hiç deformasyon olmadan, gevrek bir şekilde oluşur. Karbon kaybına uğramış, aşırı ısınmış yüzeylerin yüksek miktarda kalıntı ostenit ve iri tanelerin oluşumu sebebiyle yorulmaya karşı dirençleri azdır. Karbürizasyon yapılmış, nitrasyon olmuş, alev veya indüksiyon ile sertleştirilmiş yüzeyler ise, daha yüksek yüzey mukavemeti ve basma mukavemeti sağladığından, yorulmaya olan dirençleri fazladır. Yüzeyi ne kadar düzgün olursa, yorulma dayanımı o kadar yüksek olur.

Çekme dayanımı 900 N/mm² olan çeliğin, çeşitli yüzey durumuna göre yorulma dayanımları:

- Ayna gibi parlamış yüzey ise çekme dayanımının % 50 si yorulma dayanımıdır: 450 N/mm²
- Taşlanmış yüzeyde bu değer % 12 daha azdır. 450x0.88=396 N/mm²
- Haddelenmiş ise bu değer % 53 daha azdır. 450x0.47=212 N/mm²
- Korozyif bir ortamda çalışılıyorsa % 73 daha azdır. 450x0.27= 122 N/mm²

Bölüm 2

KALIBIN TASARIMI ve İŞLENMESİ



TASARIM

Kalıp ve takımların tasarımı, ekonomik olarak üretilmesi ve kullanılması çok önemlidir. Üretilcek parçanın şeklinden başlayarak, mümkün olduğu kadar fazla üretime imkan verecek şekilde bir tasarımı yapılmalıdır. İdeal bir takım çeliğinden yapılmış, uygun ısıl işleminden geçmiş bir kalıp, tasarım hatalı ise ısıl işlem sırasında bile kırılabilir. Zaman kaybını önlemek ve maliyetleri düşük tutmak için iyi bir tasarım şarttır.

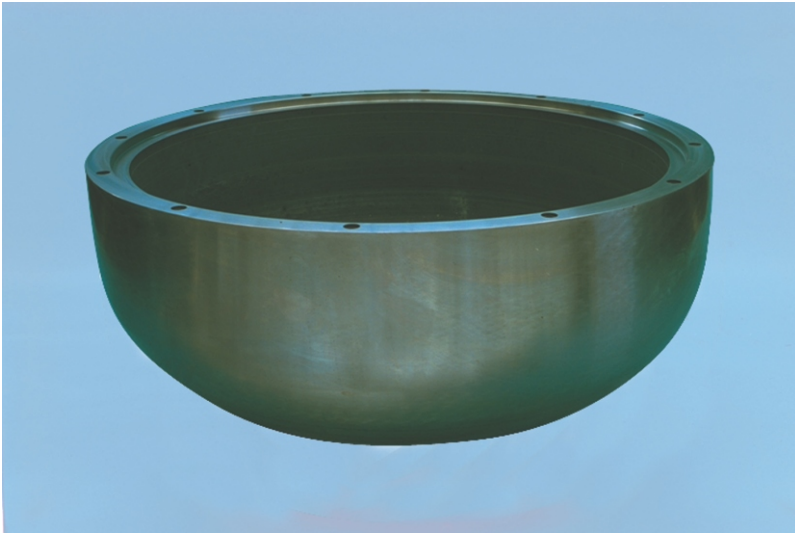
Kalıbı oluşturan parçalar, çalışma koşulları göz önünde bulundurularak ayrı ayrı değerlendirilir. Tasarım yapılırken, aşağıdaki soruların yanıtları önemlidir.

- Hangi parçalar esnek olmalıdır ?
- Korozyon dayanımlı olması gereken parçalar hangileridir ?
- Parçada aşınma mı, yoksa darbe mi ön plandadır ?
- Keskin köşeler var mı ? Nasıl sakınabiliriz ?

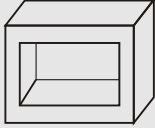
Kalıp Dizaynında Yüksek Performans İçin Tavsiyeler :

Isıl işlem veya kullanım sırasındaki kırılmaları önlemek için aşağıdaki tavsiyelere uyunuz.

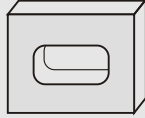
- Kalıbın temel dayanımı ve destekli olması için ölçüleri yeterince büyük tutunuz.
- Keskin köşelerden kaçınınız. Yeterli radyüsü her zaman düşününüz.
- Kalıpta mümkün olduğunca ağır ve hafif kesitlerden kaçınınız.
- Karışık kalıplar, her zaman kenarlardan başlayarak yapılır. Böylelikle ısıl işlemleri daha emniyetli olur. Taşlanmaları ve değişimleri kolay olur.
- Delikleri ve plaka kenarları arasında yeterli et kalınlığı bırakınız.
- Gizli, gerilme yükseltici, izlerden kaçınınız. Örneğin soğuk damga, kaba işleme izleri.



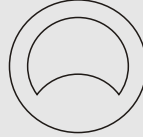
Isıl İşlem Açısından Tasarım : Isıl işlem sırasında, gerek çeliğin içerisindeki yapısal dönüşümlerden kaynaklanan gerilmeler, gerekse de çeliğin yüzeyi ile merkezi arasındaki sıcaklık farklılıkları iç gerilmeler oluşturur. Bu gerilmeler çeliğin çatlama veya kırılma riskini artırır. Eğer "gerilim giderme tavlaması" yapılmadı ise, bu risk daha da artar. Tasarımcı mümkün olduğunca simetrik bir şekil çıkarmaya özen göstermelidir. Üretilecek parçanın hacmi arttıkça, kalıpta bir alt parça oluşturmanın gerekliliği üzerinde düşünülmelidir. Böyle bir tasarım aşınan veya hasar gören parçaların hızlı bir şekilde değiştirebilme avantajını ortaya çıkarır.



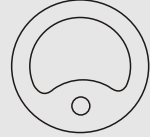
Yanlış: Kesitler çok ince ve iç köşeler çok keskin



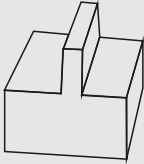
Doğru: Daha kalın kesit ve radyüslü köşeler



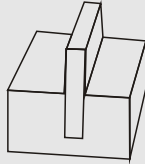
Yanlış: Büyük kesit farklılıkları ve keskin köşeler



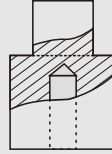
Doğru: Uygun kesit dağılımı ve radyüslü köşeler



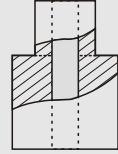
Yanlış: Büyük kesit farklılıkları



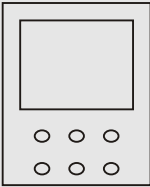
Doğru: İki parçalı ve uygun kesit dağılımı



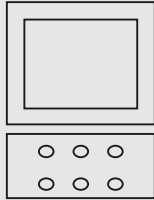
Yanlış: Kör delik



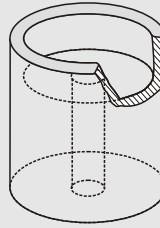
Doğru: Tüm boyda delik



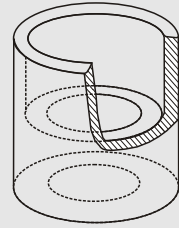
Yanlış: Büyük kesit farklılıkları



Doğru: İki parçalı ve uygun kesit dağılımı



Yanlış: Büyük kesit farklılıkları ve keskin köşeler



Doğru: Uygun kesit dağılımı ve radyüslü köşeler



Yanlış: Dış dibinde kama kanalı



Doğru: Dış altında kama kanalı



Yanlış: Tek taraflı ve keskin köşeli kanal



Doğru: Radyüslü köşeleri olan çift tarafta kanal

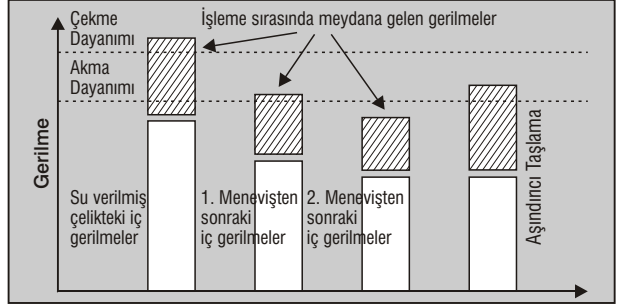
Tasarım sırasında ısıl işlem açısından dikkat edilecek ayrıntılar

İŞLEME

Çelikler tornalama, frezeleme, planyalama ve taşlama gibi talaş kaldırma yöntemleri ile işlenirken; işleme yüzeylerinde kesici ucun sürtünmesi ve yüksek sıcaklıklara ulaşılması yüzünden gerilmeler meydana gelir. Kalıbın şekline ve işlemenin miktarına bağlı olarak bu gerilmelerin miktarı değişir. Gerilim giderme tavlamaasının amacı bu gerilmeleri yok etmek içindir.

Kesme sırasında, mekanik olarak uygulanan hemen hemen tüm kesme kuvvetleri ısıya dönüşür. Bu yüzden mekanik işleme sırasında açığa çıkan ısı yayılımı ve kesici takımın ucundaki sıcaklık işlemede çok önemli etkenlerdir.

Talaşlı imalattan doğan gerilmeler ve ısı işlem sırasında meydana gelen iç gerilmeler malzemenin çekme dayanımını aşarsa, bükülme veya şekil değişikliği halinde çarpılmalar meydana gelir.



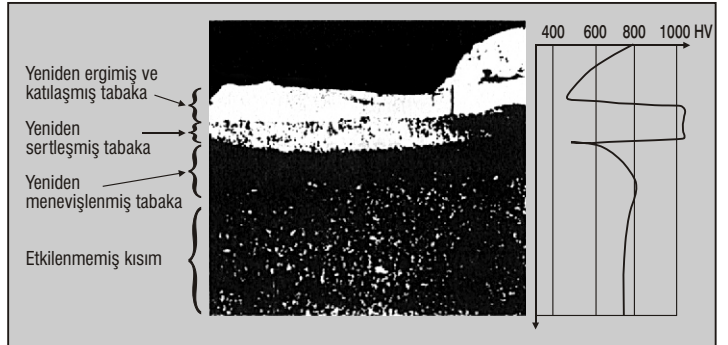
Çeşitli işlem kademelerine göre gerilmelerin dağılımı

Yukarıda bahsedilen geleneksel işleme yöntemlerinden başka, sıkça kullanılan yöntemler de vardır. Bunlardan biri erozyon ile işlemedir.

Erozyon ile İşleme :

Bu yöntem, bir elektrodan ark etkisiyle çıkan kıvılcımın, işlenecek olan parçanın yüzeyindeki metali yakarak uzaklaştırmasıdır. Erozyon ile şekillendirmenin avantajı, çok miktarda aynı şekil verilecek takım veya kalıplarda veya sertleştirilmiş çeliklerin şekillendirilmesinde ortaya çıkar.

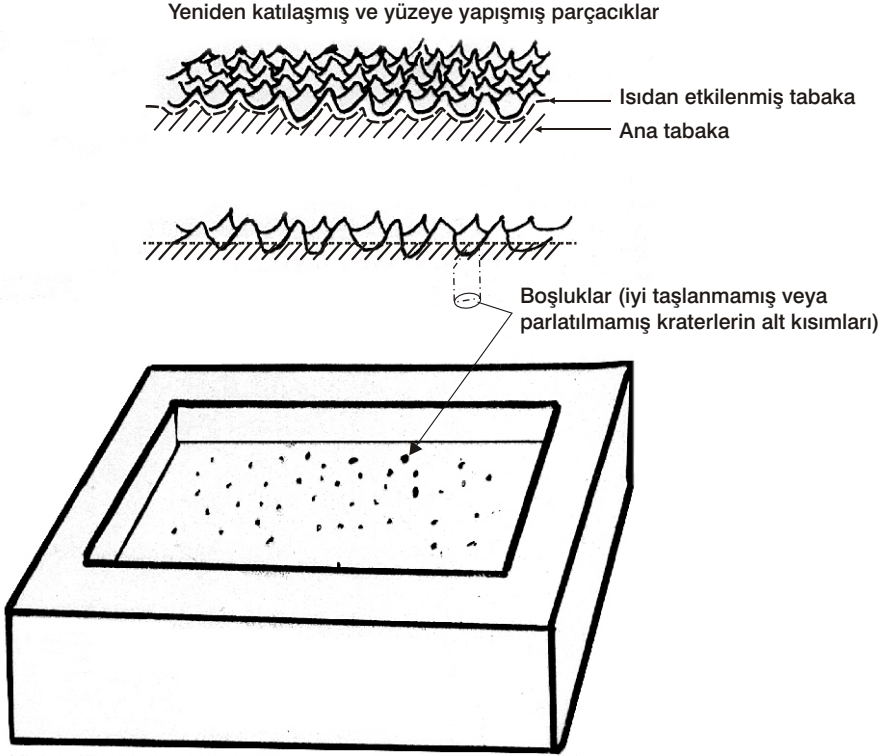
Ancak erozyon ile işlemenin ekonomik avantajlarının yanısıra, parça yüzeyindeki olumsuz etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Şekilde, erozyon sonrası bir çeliğin yüzey kesiti görülmektedir. Görüldüğü gibi yüzeyden başlayarak; sıcaklığın etkisiyle çeşitli tabakalar meydana gelmiştir. Bu tabakaların toplam kalınlığı 30-50 μ arasındadır. Özellikle üstteki beyaz tabaka içerisinde mevcut mikro çatlaklar ve boşluklar takımın veya kalıbın erken kırılmasına yol açabilir. Akım yoğunluğu ve dielektrik ortam, yüzeydeki gerilmelerin ve yeniden sertleşen tabakanın derinliğine doğrudan etki eder. Yüzeydeki gerilmeler, çeliğin orjinal menevişleme sıcaklığının 30°C altında yapılan bir gerilim giderme tavlamaası ile azaltılabilir.



Erozyon sonrası yüzeyde oluşan tabakalar ve sertlik değişimleri

Erozyonun zararlı etkisini azaltmak için, işlem mümkün olduğunca düşük akımla bitirilmelidir.

Yüzeydeki zararlı tabakalar gaz taşı veya ince taneli bir taş ile mutlaka alınmalıdır. Aşağıdaki şekilde, erozyondan çıkmış yüzeyin taş ile yetersiz alınmasından kaynaklanan yüzey boşlukları görülmektedir. Bunların, çoğu kez çeliğin yapısından kaynaklanan boşluklar olduğu sanılır. Oysa iyi bir taşlama ve parlatma ile bu boşluklar giderilebilir.



Boşluklar tüm yüzey boyunca yayılır, fakat parlatılması güç olan bölgelerde görülür.

Erozyon elektrodu olarak elektrik iletkenliği yüksek olan bakır elektrotlar seçilmelidir. Elektrolitik bakırlar tercih edilmemelidir. Çünkü içerisinde herhangi bir alaşım elementi olmadığından, mekanik özellikleri son derece düşüktür. Oysa Cupromax (zirkonyumlu bakır) bakır alaşımının hem sertliği yüksektir, hem de elektrik iletkenliği yeterlidir. Çok gözlü kalıplarda tecrübeye bağlı olarak 4, 5, 6 adet elektrolitik bakırdan yapılan elektrodun yaptığı işi bir, Cupromax'dan yapılmış bir adet elektrot gerçekleştirebilmektedir.

Tel Erozyon ile Kesim : Kesme kalıplarında çok kullanılan bir işleme yöntemidir.

"Sulu Kütük" olarak isimlendirilen çok sayıda zımbanın tel erozyon ile çıkarılabileceği kütüklerde, yukarıdaki şekilde gösterilen kalıntı gerilmeler çatlak oluşumuna neden olur. Bunun sebebi sertleştirmeden sonra kütüğün içinde ostenitten martensite dönüşümden kaynaklanan kalıntı gerilmelerin varlığıdır. Tel erozyon kütüğünün ısıl işleminde menevişlemenin yüksek sıcaklıklarda ve uzun süreler yapılması gerekir. Bir de kütüğün içi sertleştirme öncesinde şekilde gösterildiği gibi bir kaba kesim ile içi boşaltılabilirse bu durumda kalıntı gerilmelerin çatlak oluşturma eğilimi en aza iner.

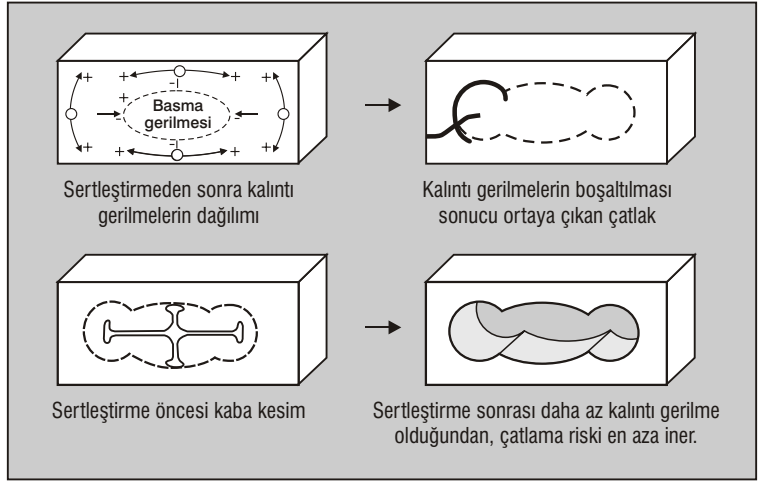
1.2379 çeliği tel erozyonda kütük olarak kullanılacaksa, 1050 - 1080 °C'de ostenizasyon, 550 - 570 °C'de menevişleme (en az 2 defa) yapılmalıdır.

Tel erozyondan sonra çatlama riskini azaltmak için neler yapmalıyız?

1- 3 defa da kesmeliyiz. Bu maliyeti arttıracaktır ama yüzeydeki çatlakların daha küçük ve daha az olmasını sağlar.

2- Zımparalama veya parlatma ile. Yüzeyde oluşan, zararlı beyaz tabakayı almamız, 9µ - 6µ - 3µ (parlatma kademeleri)

3- Gerilim giderme yapmalıyız. Örneğin 1.2379 çeliği için 450 °C'de, PMD M4 için 480 °C'de.



Tel erozyon sonrası çatlak oluşumu riskini azaltmanın bir yolu

Süre: 2 saat fırında soğuma veya başka bir kural olarak, meneviş sıcaklıklarının 30 - 40 °C altında gerilim giderme sıcaklığı tavsiye edilir.

2080, 2436 ve 2842 gibi düşük meneviş sıcaklıkları olan çelikler, tel erozyon kütüklerinde tercih edilmemelidir. Çünkü bu çeliklerin meneviş sıcaklıkları düşüktür. Tel erozyon sırasında oluşan ısıdan daha çok etkilenirler. Çatlak oluşumu ve şekil değişimi ihtimalleri çok yüksektir.

Tel erozyonda çıkartılan zımbaların hadde yönüne paralel yönde çıkarılması çok önemlidir.



Taşılama :

Çok iyi bir yüzey ve yüksek ölçü hassasiyetinin elde edilebildiği bir yöntemdir. Dikkatsizce yapılan bir taşılama işlemi sertleştirilmiş kalıp veya takımın çatlamasına veya sertliğinin düşmesine sebep olabilir. Taşılama çatlakları taşılama yönüne dik olarak ortaya çıkar.

İyi bir taşılama yapmak için uygun taş seçimi yapılmalı, yağlı taşlar kullanılmamalı, soğutucu sıvı yeterli miktarda ve kalitede olmalıdır.

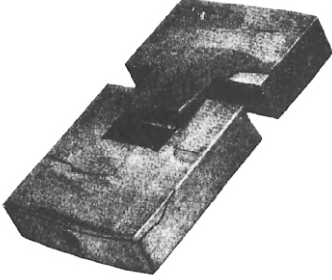
Çeliğin sertliği yüksek ise, daha yumuşak taşlar seçilmeli ve daha düşük basınçla taşılama yapılmalıdır. Bol soğutucu sıvı ile taşılama yapılsa bile, taşın yanlış seçimi veya yüksek basınçlı taşılama, taşılama çatlaklarına yol açabilir. Yüzeydeki aşırı ısınmadan dolayı yumuşak bir yüzey de ortaya çıkabilir. Taşılama sonunda, yüzeyde meneviş renkleri veya yanmış tabakalar bulunmamalıdır. Yanmayı engellemek için aşırı basınç uygulanmamalıdır.

Genel kurallar :

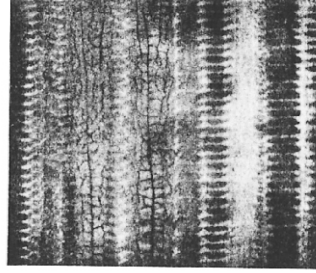
- Taşlanacak tabaka kalın ise : Kuru taşlamayı takiben yağ taşılama tavsiye edilir.
- Taşlanacak tabaka çok hızlı bir şekilde alınacaksa : Açık gözeli, kaba taneli taşlar tercih edilmelidir.
- Daha düzgün bir yüzey isteniyorsa : Daha küçük taneli fakat daha yoğun yapıda taşlar kullanılmalıdır.
- Geniş alanları taşlamak için : Daha yumuşak ve daha kaba taneli taşlar seçilmelidir.
- Küçük alanları taşlamak için : Daha sert ve daha küçük taneli taşlar seçilmelidir.
- Sertliği düşük metalleri taşlamak için : Daha sert ve kaba tane taşlar seçilmelidir.
- Sert metalleri taşlamak için : Daha yumuşak ve daha ince taneli taşlar seçilmelidir.
- Taşlamayı takiben gerilim giderme menevişi yapılmalıdır.



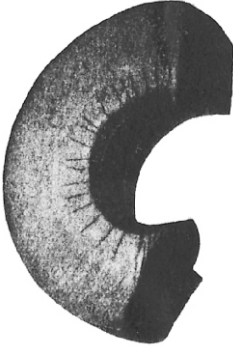
Taşılama Hatalarından Kaynaklanan Çatlamalar



Hız Çeliği Kesme Kalıbı : Taş iş yüzünü yemiştir.



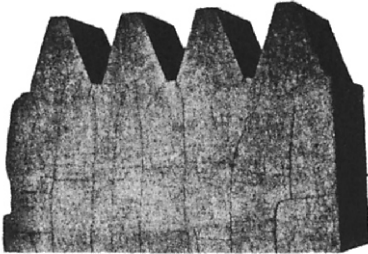
Soğuk Sac Silindiri : Taş iş yüzünü yemiştir ve iş yüzeyini hatvelemiştir. *Sebebi* : 1-Yataкта boşluk var. 2-Makina dengesizdir.



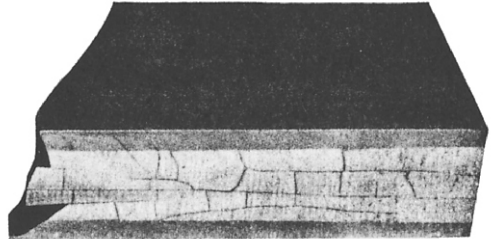
Tel Çekme Yüzüğü : Taş temas yüzeyinin delik üzerinden geçerken karşı direncin azalması nedeni ile taşın dalması artar, sıcaklık artar bu da aniden soğuduğundan çatlaklar.



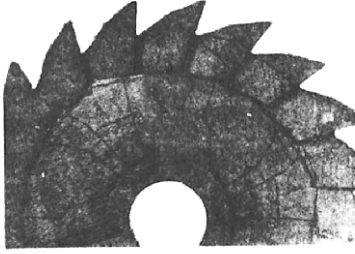
Soğuk Sac Silindiri : Taş iş yüzünü yemiştir ve iş yüzeyini hatvelemiştir. *Sebebi* : 1-Yataқта boşluk var. 2-Makina dengesizdir.



Dişli Çark Açma Tarağı :
HSS'ten yapılmış, hatalı taşılama nedeni ile çatlamıştır.



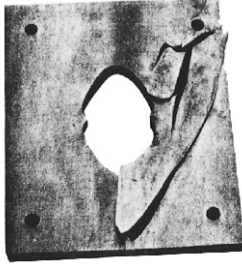
Makas Ağzı :
12 kromlu çelikten yapılmıştır.



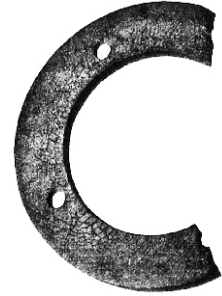
Sertleştirmeden doğan gerilim çatlakları :
Nedeni : Ya hızlı ısıtılmıştır veya
çok hızlı soğutulmuştur.



Verilen sertleştirme sıcaklığının üst sınırının
üzerinde sertleştirilmiştir.



Yüksek Kromlu Takım Çeliği : Çatlaklar yanında plaka halinde kabuklar
kalkmıştır. **Sebebi** : Taşlama hatası 1-Taş çok sert olabilir. 2-Paso
çok derin olabilir. 3-Taş kör olabilir. 4-Taş ince taneli olabilir.
5-Soğutma maddesi kesintili verilmiş (yetersiz hızda) olabilir.



Daire Makas : yanlış taşlama nedeni ile
yüzeysel çatlamlar meydana gelmiştir.

		NK				36				P				5		V	
AŞINDIRICI TÜRÜ		TANE İRİLİĞİ				SERTLİK					DOKU		BAĞLAYICI TÜRÜ				
		Kalın	Orta	İnce	Ç.İnce	Ç.Yum.	Yum.	Orta	Sert	Ç.Sert							
NK	Normal Korund (Gri)	8	30	70	220	E	H	L	P	T	Doku Sayıları 0 14	Seyrek doku ↑ Sıkı doku ↓	V	Seramik			
EKR	Asil Korund (Pembe)	10	36	80	240	F	I	M	Q	U			B	Sentetik Reçine (Bakalit)			
		12	46	90	280	G	J	N	R	V			MG	Magnezit			
EKW	Asil Korund (Beyaz)	14	54	100	320	-	K	O	S	W			R	Kauçuk			
HK	Yarı Asil Korund	16	60	120	400								BF	Sentetik Reçine (Elyaf takviyeli)			
SC	Silisyum Karbür (Siyah)	20		150	500								RF	Kauçuk (Elyaf takviyeli)			
		24		180	600								E	Şellak			
SCG	Silisyum Karbür (Yeşil)				1200								S	Silikat			