

ÇELİKLERİN GENEL OLARAK SINIFLANDIRILMASI

Çeliklerin incelenmesini kolaylaştırmak ve daha yakından tanımak için bazı ortak özellikler göz önüne alınarak çeşitli sınıflandırmalar yapılır.

1) Çeliklerin üretim yöntemleri

Çelik üretiminde kullanılan başlıca önemli yöntemlerle , bu yöntemler sonucunda üretilen çelikler:

- a) Bassemer ve Thomas çelik yöntemleri.
- b) Simens – Martin çelik üretim yöntemleri.
- c) Elektrik ark ve elektrik endüksiyon çelik üretim yöntemleri.
- d) Pota içerisinde çelik üretim yöntemleri.
- e) Oksijenli konverter çelik üretim yöntemleri.
- f) Vakum çelik üretim yöntemleri.

2) Kullanılma alanlarına göre çelikler.

Tüm metalurji sanayiinde bugün için üretilen çelikler mutlaka belli bir amaçta kullanılmak için üretilmezler ancak yinede belli işlerde kullanılırlar. Burada yalnızca sayılmaya değer nitelikte kullanılmak olanlarından söz edilecektir.

- a : Yapı çelikleri
- b : Takım yapım işleri
- c: Soğuk ve sıcak işlerde: Soğuk iş
- d: Hızlı kesme işlerinde kullanılacak çelikler
- e: Yay yapımında kullanılacak çelikler
- f: Yüksek sıcaklıkların bulunduğu ortamlarda kullanılacak çelikler
- g: Dış etkilere maruz yerlerde ve deniz ortamında kullanılacak çelikler

3) Alaşım durumlarına göre çelikler

Çeliklerde alaşımsız demek onun sadece demir elementinden ibaret olduğu anlamına gelmez . Tüm çeliklerde demirle birlikte karbon elementi bulunur .Bunun dışında bir element yapıya girecek olursa alaşımlı çeliklerden söz edilir.

Alaşım durumuna göre çelikler üç'e ayrılır

- a) Sade karbonlu çelikler
- b) Düşük ve orta alaşımlı çelikler
- c) Yüksek alaşımlı çelikler

4) Ana katkı maddesine göre çelikler

Burada çeliğe ana kütle içerisinde miktarı en çok element adını verir.

- a) Karbonlu çelikler

b) Manganlı çelikler

c) Kromlu çelikler

d) Nikel çelikler

e) Krom Nikel çelikler

f) Volframli çelikler

g) Vanadyumlu çelikler

5) Dokusal durum ve metalografik yapılarına göre çelikler :

Burada ana kütleyi oluşturan yapı çeliğe adını verir

a) Ferritik çelikler

b) Ferritik ve Perlitik çelikler

c) Perlittik çelikler

d) Östenit çelikler

e) Mortenzitik çelikler

f) Ledeburitik çelikler

g) Beynitik çelikler

6) Kalite durumlarına göre çelikler

a) Kütle çelikler

b) Kalite çelikler

c) Soy(asal) çelikler olmak üzere üç çeşittir

7) Fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre çelikler

a) Isıya dayanıklı çelikler

b) Manyetik çelikler

c) Korozyona dayanıklı çelikler

d) Paslanmaz çelikler

8) Sertleştirme ortamlarına göre çelikler

a) Su çeliği

b) Yağ çeliği

c) Hava çeliği

ÇELİKLERLE İLGİLİ BAZI ÖNEMLİ BİLGİLER

1- SADE KARBONLU ÇELİKLER

Bunlar yapılarında az miktarda mangan silisyum oksijen azot ve kükürt gibi çelik üretim yöntemlerinde 3n gelen elementler bulunduran demir karbon alaşımlarıdır.

Sade karbonlu çelikler ucuz ve kolay şekillendirilebilirler. Mekanik özellikleri yapılarında bulunan karbon oranına bağlı olarak değişir. Bu gün için demir çelik endüstrisinde üretilen çeliklerin 10 da 9 una yakını sade karbonlu çeliklerdir sertleşme yetenekleri azdır, sertleştirme işlemlerinden sonra parçada çatlama ve çarpılmalar meydana gelir. Kalın kesitli parçalar ise istenilen düzeyde sertleştirilemezler. Korozyonik ortamlara dayanıksızdırlar ancak alevle ve indüksiyonla yüzey sertleştirilme yapılabilir. Yapılarındaki karbon oranlarına göre sade karbonlu çelikler 3 kısma ayrılırlar.

1) Düşük karbonlu çelikler : %0,05 - 0,3 karbon içerir.

2) Orta karbonlu çelikler : %0,3 - 0,8 karbon içerir .

3) Yüksek karbonlu çelikler : % 0,8 - 1,7 karbon içerir.

Yine aynı çelikler Ötektoit altı çelikler %0,05 - 0,8 ötektoit üstü çelikler % 0,8 - 1,7 olarak ta adlandırılmaktadırlar.

Az karbonlu çelikler sertleştirilemezler bunların uygun yöntemlerle yüzeylerin sertleştirilmesi mümkündür. Orta karbonlu çelikler ısı işlemlere oldukça yatkındır dayanımları az karbonlu çeliklere oranla daha iyidir yüksek karbonlu çeliklerin sünekliği azdır. Kesilmeleri ve işlenmeleri güçtür. Talaş kaldırma işlemine yumuşatma tavlama ile yatkınlık kazandırılabilir.

2- Alaşımlı çelikler

Sade karbonlu çeliklerin kullanılma alanları sınırlıdır. Buralarda derinliğine sertleşme ve korozyona dayanma özellikleri iyi değildir. Bu özelliklere ulaşabilmek için çeliklere alaşım yapılması gerekir. Çeliğe bazı alaşım elementlerinin katılması çeliğin çeşitli özelliklerini geliştirir

Örnek : çelikte sertleşme esnasında çatlama ve çarpılmalara mangan molipten katılarak azaltılır. Bu elementler sayesinde mukavemet özelliği artar. Korozyona karşı daha dayanıklı olurlar.

3- Su yağ ve hava çelikleri :

Burada hava ,su ve yağ kelimeleri ile o çelik için uygun olan sertleştirme ortamı kastedilmektedir. Sade karbonlu çeliklerle bazı cins çelikler, AC 3 (911 C') su ile soğutulursa sertleştirilirler. Aksi takdirde sertleşmezler.

Bu nedenle bu çeliklere su çelikleri adı verilir.

Örnek: %1 karbon ve %0,25 mangan' lı bir su çeliği ele alalım bu çelik ağaç matkapları, freze bıçakları el keskisi testere ve küçük makasların yapımında kullanılmaktadır.

Yapılarında %1 den fazla mangan bulunduran çelikler bazı özel çelikler. Aşırı soğutma hızlarına dayanamaz ve çatlaklar bunu önlemek için böyle çeliklere yağ ve su verilir.

Hava çelikleri adı altında genellikle yüksek alaşımlı (katkılı) çelikler anlaşılmaktadır. Bu çeliklerin sertleştirilmeleri çok iyi olup hava veya uygun gaz akımı ile soğutularak kolayca su verilebilirler."

4) Seri çelikleri : Yüksek kesme hızlarında çalışan kesici takımların yapımında kullanılan çeliktir. Hava çeliğinden farklı olarak kesme yeteneğine sahip bir çeliktir. Bu çeliklerle 50 m/dk hızda kesme işlemleri yapılabilir. Kesici uç tavlama sıcaklığına kadar, ısıtılsa bile kesmeye devam eder.

Hız çeliklerinin bileşimleri genellikle %0,6 -0,8 karbon %3-5 krom ve %14-20 wolframdan ibarettir. Bunların dışında yapıda vanadyum, kobalt ve molipten elementleri bulunabilir. vanadyum seri çeliklerin kesme özelliğini düzeltmek ve iyileştirmek havada sertleşme özelliğini arttırmak için katılır. Molibden çeliği kırılgan yapsa da çelik karbon elementi bakımından korunur. Bu element fazla aşındırıcı malzemelerin kesilmesine iyi gelir. Kobalt elementi üstün seri çeliklere katılır.

Seri çeliklerde ısıtılma işlemi 1150-1350 C gibi oldukça yüksek sıcaklıklarda yapılır. Parçalar 850 C ye kadar ısıtılırlar. Böylece oksitlenme engellenerek tavlama sıcaklığına ulaştırılırlar. Sonra soğutma ve serleştirilme işlemi yapılır. Soğutma havada ve yağda devam edebilir.

En çok kullanılan seri (hız çelikleri) türleri aşağıdaki tabloda vardır.

%C	%Cr	%W	%V	%Mo	%Co	Sertleştirme ortamı ve sıcaklık	Düşünceler
0,6	3-5	14	-	-	-	Su-Yağ 1250 C	Oldukça ucuzdur
0,6	3-5	18	1	-	-	Yağ-Hava 1280 C	Çok kullanılır
0,7	4,5	17	1,5	-	4	Hava 1298 C	Pahalıdır
0,7	4,5	20	1	-	10	Hava 1500 C	Sert malzeme olarak kullanılır
1,3	4	14	4	0,5	-	Hava 1250 C	Sert malzeme olarak kullanılır
0,8	4,5	6	1,5	6	-	Hava -Yağ 1250 C	Wollframli hız çelikleri yerine kullanılır

Paslanmaz çelikler:

Bunlar çevresel etkilere dayanıklı çeliklerdir bu özellikleri birleşimlerinde bulunan kromdan meydana gelir. Paslanmanın dışında başka özelliklerinde arzulandığı durumlarda kromla birlikte alaşıma başka elementlerde katılmaktadır. Bu elementler nikel molipten ve manganezdır.

Sertleşebilen paslanmaz çelik bileşiminde %13-14 krom bulundurulur. Krom alaşımlı çeliklerin korozyona dayanıklılığı krom elementinin varlığı ile çelik yüzeyinde ince bir oksit katının oluşması ile izah edilir. Bu kat demiri dış etkilerinden korur.

ÇELİKLERİN STANDARDİZASONU (NORMLAŞTIRILMASI)

Standardizasyon ; Belirli biçim, ölçü, kalite, bileşim ve şekillere bağlama anlamına gelir

Yapılacak her üretimin bu açılarından aynı özellik ve benzerlikte olması teknikte en çok istenilen hususlardandır. Bugün için endüstride üretilip' de standardizasyona girmeyen bir ürün yoktur. Çelikte bir endüstri ürünü olup standardizasyonu teknikte büyük önem taşır. Çeliklerin normlaştırılması çeliğin kimyasal bileşimi özellikleri ve kalitesinden hareket edilir.

ÇEŞİTLİ ULUSLARIN ÇELİK STANDARDİZASONLARI

Geliştirilmiş yada gelişmekte olan her ulus kendi bünyelerinde uygun belirli çelik standartları geliştirmişlerdir dolayısıyla dünya standartları ülkeden ülkeye büyük farklılıklar göstermektedir. Bunun dışında aynı ülkede birkaç ayrı standardında kullanıldığı durumlarda vardır.

Gelişme yolunda büyük atılımlar yapan kendi ülkemizde de hala endüstrimizin muhtelif kollarında kullanılmakta olan standarda rastlanılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olanlar (T.S.E. –M.K.E) ve ETİNORM (eti banka ait standardizasyon) ancak bunların içerisinde en önemlisi (T.S.E.) dır.

Önemli sayılabilecek çeşitli uluslardaki standartlar aşağıda verilmiştir.

1	Almanya	DIN. Normları
2	Amerika (USA)	AISI Normları SAE Normları
3	Avustralya	ONORK. Normları
4	Belçika	NBN .Normları
5	Çekoslovakya	ÇŞN .Normları
6	Fransa	AFNOR. Normları
7	Hollanda	NEN. Normları
8	İngiltere	BS. Normları
9	İspanya	IHA .Normları
10	İsveç	SIS .Normları
11	İtalya	UNI. Normları
12	Japonya	JIS .Normları
13	Macaristan	MSZ. Normları
14	Polonya	PN. Normları
15	Romanya	STAS. Normları
16	Rusya	GOST. Normları

Türk çelik standardı (TSE 1111) :

Türk çelik standardı ilk bakışta fazla ayrıntılı gibi görünse de gelişen endüstri ayrıntılı bilgi ve kavramlar gerektiğinden gelecek açısından sevindiricidir. Ülkemizde endüstrinin büyük bir kesimi ısrar derecesinde hala yabancı normları kullandığından bizim kendi normumuz olan T.S.E. ters gelmektedir. Aşağıdaki T.S.E. çelik normuna ait çelik normları verilmiştir.

1 -) T.S.E. çelik üretim yöntemlerine göre aşağıdaki çeliklere göre sıralanmış ve sembol' lendirilmiştir.

M : Siemens – Martin çeliği

E : Elektrik Ark çeliği

İ : Elektrik İndüksiyon çeliği

O : Oksijenli konvertör çeliği

Bunların dışında çelikler Bazik özellikli iseler (B). Asidik özellikli iseler (A) şekli ile belirtilirler.

2-) Çeliklerin ergitme ve dökülmüş şekillerine göre sembolleştirme

T.S.E. 'larında aşağıdaki biçimde yapılır.

S : Sakin dökülmüş çelik

Sy: Yarı sakin dökülmüş çelik

K : Kaynar dökülmüş çelik

Y : Yaşlanmayan dökülmüş çelik

3-) Isıl işlemler yönünden çelikler aşağıdaki şekilde sembolleştirilirler

SF : Sertleştirilmiş çelik

Me : Menevişlenmiş çelik

Nr : Normalleştirme tavlı görmüş çelik

Yt : Yumuşatma tavlama görmüş çelik

Gt : Gerginlik giderme tavlı görmüş çelik

İs : Islah tavlı yapılmış çelik

T.S.E. çelikleri grup tür ve sınıf yönünden aşağıdaki şekilde ayrılır

I. Grup : Kütle ve kalite çelikleri

II. Grup : Asal (soy) çelikler ki buda kendi arasında alaşımsız asal çelikler ve alaşımlı asal çelikler olmak üzere 2 ye ayrılır.

4-) I Kütle çeliklerin gösterilmesi :

(00) : Genel amaçlar için kullanılan adi çelikler.

(01) : Genel yapı çelikleri.

(02) : Genel yapı çelikleri dışında kalan çelikler

II Kalite çeliklerinin gösterilmesi

(03)-(04)-(05)-(06) : Sade karbonlu kalite çelikleri .

(07) :Otomat çelikleri.

(08) – (09) : bazı alaşımı kalite çelikleri

III Asal (soy) çeliklerinin gösterilmesi

a) Alaşımız asal çelikler için

(10) : Özel karakterli çelikler

(11)-(12) :**Makine yapım çelikleri**

(15-16-17-18-) : Takım çelikleri

b) Alaşımli asal çelikler için

(20.....29'e kadar) Takım çelikleri

(30.....39'a kadar) Çeşitli asal çelikler.

(40.....49'a kadar) Kimyasal etkilere dayanıklı çelikleri

(50.....85'e kadar) Makine yapı çelikleri

(86.....99'a kadar) Sert madenler

Çeliklerin T.S.E.'ye göre sembol ve sayılarla gösterilmesi

T.S.E. de çelikler 7 rakamla gösterilirler

İlk rakam : İlk rakam 1 olup çelik ile dökme çeliğin sembol numarasıdır.

Dört rakamlı ikinci bölüm :2. Ve 3. Rakamları oluşturan ilk bölüm çeliğin türünü 4. Ve 5. Rakamları oluşturan ikinci bölüm ise tür numaralarını verir.

Çift rakamlı sonucu bölüm : son iki rakamdan birincisi çeliğin üretim yöntemini ikincisi de ısıl işlem durumlarını verir

Çeliğin üretimi ve işlemleri (6,basamak sembolleri)

(0) Belirtilmeyen (Önemsiz)

(1-2) İlerde geliştirilecek çelikler için

(3) Kaynar dökülmüş çelik

(4) Sakin dökülmüş çelik

(5) Siemens martin çeliği (kaynar dökülmüş)

(6) Siemens martin çeliği (sakin durgun dökülmüş)

(7) Oksijen konvertör çeliği (kaynar dökülmüş)

(8) Oksijen konvertör çeliği (sakin durgun dökülmüş)

(9) Elektrik ark ocağı çeliği (sakin durgun dökülmüş)

Çeliğin ısıl işlemleri ve işlenme durumları (7. Basamak sembolleri)

(0) işlem görmemiş veya biçimlendirildikten sonra belirli bir ısı işlem gerektirmeyen çelikler.

(1) Normalleştirme tavlı görmüş çelik

(2) Yumuşatma tavlı görmüş çelik

(3) İyi talaş kaldırma özelliği kazandırmak için ısı işlem yapılmış çelik

(4) Yüksek sıcaklıklarda menevişlenmiş çelik

(5) Islah (düzeltme)tavlı görmüş çelik

(6) Menevişlenmiş çelik

(7) Soğuk biçimlendirilmiş çelik

(8) Yay sertliğinde soğuk biçimlendirilmiş çelik

(9) Özel koşullara göre işlem görmüş çelik

Örnek:

1011261:

1721494:

1 01 12 6 1

1 Normalleştirilme tavlı görmüş çelik

6 Siemens-Martin çeliği (sakin dökülmüş)

12 Genel yapı çeliklerinin 12'ncisidir.

01 Genel yapı çelikleri

1 Çelik

1 72 14 9 4

4 Yüksek sıcaklıkta menevişlenmiş

9 Elektrik ark ocağı çeliği (sakin dökülmüş)

14 Alaşımli asal çeliği.Makine yapı çeliğinin 14'ncüsü.

72 Alaşımli asal çeliğin makine çeliği

1 Çelik

TSE Çelik norm örnekleri

Kütle çeliği sınıfının kısa gösterilişi:

Bu sınıf çeliklerin gösterilmesinde önce Fe (demir) ibaresi yazılır. Sonrada bunu çeliğin çekme dayanımı takip eder.

Örnek:

Fe42: Çekme dayanımı 42 kg/mm² olan genel yapı çeliği

MB Fe 37: Çekme dayanımı 37 kg/mm² bazık Siemens – Martin yapı çeliği

MASy Fe 42 Nr : Çekme dayanımı 42 kg/mm² asidik Siemens – Martin yarı sakın dökülmüş normalleştirilme tavı görmüş genel yapı çeliği

Kalite Çeliklerinin Kısa Gösterilişi:

a) Sade karbonlu (C) kalite çelikleri:

Bu çeliklerde karbon "C" sembolünden sonra ortalama C oranını veren sayı gelir.

C15=%0,15 C'lu sade karbonlu kalite çelikleri

b) Mekanik :

Özelliklerin önemli ve esas olduğu hallerde; Mekanik işlemlerde belirtilir bunun için tablodan yararlanılır.

TANITIM SAYISI	AKMA SAYISI	KATLAMA VE ŞİŞİRME DENEYİ	VURMA DAYANIMI	AŞINMAYA ISIYA DAYANIKLIĞI	ELEKTRİK VE MANYETİK ÖZELLİĞİ
1	X				
2		X			
3			X		
4	X	X			
5		X			
6	X		X		
7	X	X	X		
8				X	
9					X

Örnek: Fe 60-2=Çekme duyanımı 60 kg/mm² katlama ve şişirme deneyi görmüş çelik

OSC 35-3:0,35 karbon oranlı %0,35 olan sakın dökülmüş vurma dayanımı görmüş oksijenli konverter çeliği

c) Otomat Çeliklerinin Kısa Göstergesi

Yapıların da Kükürt (S)elementi bulunan talaş kaldırmaya elverişli çeliklere otomat çelikleri denir. Bu çeliklerde kükürt dışında kurşun (Pb) ve mangan elementleri de bulunur.

Otomat çeliklerinin kısa gösterilmesi için C oranını veren ilk sayıdan sonra kükürt sembolü "S" daha sonra varsa diğer katık elementlerinin sembolleri ve nihayet kükürt miktarını belirten başka bir sayı kullanılır.

Örnek: C 45 S 20: % 45 C'lu % 20 S'li otomat çeliği

C15 S N B 23: %15 C'lu % 23 S'li az miktarda Mn ve Pb'li otomat çeliği

Alaşım kalite çeliklerinin gösterilmesi

Alaşım kalite çeliklerinin gösterilmesinde yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi C miktarını gösteren rakam sonra alaşım elementlerinin önem sırasına göre simgeleri ve en sonrada alaşım elementlerinin miktarlarını veren sayılar bulunur. Bu sayılar aşağıdaki tablodan yararlanılarak elde edilir.

Cr,Co,Mn,Ni,Si, W dörde bölünür.

Al,Be,Cu,Mo,Nb,Ta,Ti,Zr,V ona bölünür.

P,S,N,Ce,C 100'e bölünür.

B 1000'e bölünür.

C20 Mn5 alaşım kalite çeliği: %20 C'lu %1,25 Mn'li

Alaşımsız asal çeliklerin gösterilişi

a) Sade karbonlu çelikler:

C harfi önüne 100' ile çarpılmış C değeri konularak kısa formül elde edilir.

C100: C% 1

b) Alaşımsız asal çeliklerin bileşiminde fosfor(P) ve kükürt (S) oranları 0,035'in altında kalıyorsa C işaretinin yanına K harfi konularak bu çelik kısa şekilde sembolleştirilir.

Ck 35: C%35 olan 0,035 P ve S bulunan asal çeliktir.

c) Yüzeyi sertleştirilebilir çeliklerde :

C elementinin yanına F harfi konur

Örnek: Cf 60: C oranı % 0,60 olan yüzeyi sertleştirilebilen alaşımsız asal çelik

d) soğuk biçimlendirmeye elverişli:

çeliklerde C simgesinin yanına q simgesi konur

örnek: Cq 35 alaşımlı asal çelik: C oranı % 0,35 olan soğuk biçimlendirilmeye elverişli alaşımlı asal çelik.

e) Takım çeliklerinin türleri için:

C elementini gösteren simgeden sonra T1,T2,T3 simgeleri gelir.

örnek: C83 T2 =% 0,83 C'lu T2 türünde alaşımsız asal çelik.

Az alaşımlı asal çeliklerin gösterilmesi

Az alaşımlı asal çeliklerin kimyasal bileşimlerine göre adlandırılırlar. Kısa göstermelerde mutlaka tüm özelliklerinin belirtilmesi gerekmez. Ancak yanlışlığa yol açmamak için bir sıra takip edilmelidir. Önce üretim şeklini veren semboller, ikinci sırada C tanıma sayısı, üçüncü sırada alaşım elementlerini tanıma sayısı, dördüncü sırada işlem durumlarını gösteren semboller gelir.

Elementler alfabetik sıraya göre sıralanır.

Örnek: C25 Cr Mo 5 6 İs Gt 65 alaşımlı kalite çeliği

C oranı %25 olan 1,25 Cr'lu 0,6 Mo'lu ıslah edilmiş gerilim giderme tavlama görmüş alaşımlı kalite çeliği.

Yüksek alaşımlı asal çeliklerin gösterilmesi

Gösteriş itibarı ile az alaşımlı asal çelikler gibi olmakla beraber, burada sayıları 10 veya 100 ile bölümleri halinde olağan üstü küçük değerlere ulaşılacağından sembollerin başına (x) konularak elementlerin alaşım içerisindeki yüzde miktarları doğrudan doğruya verilir yalnız karbon için alınacak değerler yüze bölündükten sonra elde edilir.

Örnek:

Xc8cr 18 Ni 8 : 0,08 carbon 18 cr, 8 Ni

Xc10cr 18 Ni 9 ti 2 : 0,1 c 18 cr 9Ni 2 ti

Xc 60cr 21 Mng Ni 4W :0,6 c 21 cr 9 Mng 4 Ni az miktarda W

DEMİR KARBON DÖKÜM MALZEMELERİN GENEL OLARAK SINIFLANDIRILMASI

Döküm malzemelerin adlandırılmasında 13 hane kullanılır. Bu haneler sırası ile şunlardır:

1. Hane:Döküm şeklini gösterir
 2. Hane:Ergitme işlemini gösterir.
 3. Hane: Ergitme işlemi şeklini gösterir.
 4. Hane: Yüksek alaşımlı çelikleri tanıtmak için.
 5. Hane-8. Hane arası: Genel özellikler için.
 9. Hane: Garanti edilen özellikler ve alaşımsız takım çeliklerini tanıtmak.
 10. Hane: Isıl işlem durumunu belirtmek için.
 11. Hane: Isıl işlem ile sağlanan çekme dayanımını belirtmek için.
 12. Hane: Yüzey işlemini belirtmek için.
 13. Hane: Sürekli manyetik malzemeleri belirtmek için
1. Hane Sembolleri:

DÇ: Dökme Çelik

DDT: Temper Dökme Demir

DDTS: Siyah Temper Dökme Demir

DDTB: Beyaz Temper Dökme Demir

DD: Dökme Demir

DDB: Beyaz Dökme Demir

DDG: Grafitli Dökme Demir

DDL: Lamel Grafitli Dökme Demir

DDK: Küresel Grafitli Dökme Demir

DDÖ: Özel Dökme Demir

DDO: Ostenit Grafitli Dökme Demir

2. Hane Sembolleri

M: Siemens-Martin Çeliği

I: Elektrik indüksiyon Çeliği

E: Elektrik Ark Çeliği

O: Oksijenli Konverter Çeliği

3. Hane Sembolleri

A: Asidik

B: Bazik

4. Hane Sembolleri:

S: Sakin Dökülmüş Çelik

Sy: Yarı Sakin Dökülmüş Çelik

K: Kaynar Dökülmüş Çelik

Y: Yaşlanmayan Dökülmüş Çelik

5. Hane-8. Hane Arası Sembolleri

Genel özellikleri belirtmek için kullanılan hanelerdir.

9. Hane Sembolleri:

Garanti edilen özellikleri taşıyan sembollerdir.

T1: T1 Türü Alaşimsız Takım Çeliği

T2: T2 Türü Alaşimsız Takım Çeliği

T3:T3 Türü Alaşimsız Takım Çeliği

Tö: Özel Tür Alaşimsız Takım Çeliği

10. Hane Sembolleri

Sr: Sertleştirilme Tavı Görmüş

Me: Menevişlenme Tavı Görmüş

Yt: Yumuşatma Tavı Görmüş

Nr: Normalizasyon Tavı Görmüş

Gt: Gerilim Giderme Tavı Görmüş

İs: Islah edilme Tavı Görmüş

11. Hane Sembolleri

Çeliklere uygulanan işlemler sonucunda değişen özellikler.

Örneğin çekme dayanımı işlem sembolünden sonra belirtilir.

12-13. Hane Sembolleri

T.S.E Standartlarında bu semboller belirtilmemiştir.

Örnek: DDO-IB Sy C 24 Ni 6 Mn 4- 6 GT:

% 24 kromlu % 6 nikel % 4 mangan, Akma sınırı, Vurma dayanımı deneyi görmüş, Elektrik indüksiyon ocağında yarı sakın dökülmüş, bazik karakterli Gerilim giderme tavlaması görmüş, ostenit dökme demir.

Not: Yüksek alaşımlı döküm malzemelerini az alaşımlı döküm malzemelerinden ayırt etmek için döküm malzemesini belirten simgeden sonra X harfi konur.

ÇELİK ALAŞIMLARI

İçerisine "C" dışında istenilerek başka elementlerin özellikle metallerin katıldığı çeliklere alaşımlı çelikler denir. Katılan elemanın miktarına göre katıkl çelikler düşük, orta ve yüksek oranda katık elemanı içeren çelikler olmak üzere 3 gruba ayrılırlar.

Bunlardan düşük oranda katık elemanlı çeliklerde %5' e kadar

Orta oranda katık elemanlı çeliklerde % 5-10 arası ve

Yüksek oranda katık elemanlı çeliklerde %10'dan fazla katık elemanı bulunur.

Düşük oranda katık elemanlı çeliklerin özellikleri genellikle katıksız çeliklere benzer yada onlardan fazla farklı değildir. Sadece elemanın katık oranına göre, bu çeliklerde bazı özellikler iyileştirilir, bazı özelliklerde kısmen veya tamamen giderilir.

Alaşımlı veya katıkl çeliklerin en büyük avantajı yumuşak bir su verme işlemi ile kolayca sertleştirilebilmeleridir.

Yüksek oranda katık elemanlı çelikler çoğu kez kendilerine özgü özelliklere sahiptirler. belli kimyasal maddelere karşı korozyona dayanımı ,yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılığı son derece iyi Metallerin ve Alaşımların Üretimleri

Metallerin ve Alaşımların Üretimleri
Üretim konusuna giriş :

Her metal doğada bulunduğu şekliyle kullanılmaz zaten birkaç metalin dışında serbest halde rastlanılmaz. Ender olarak sadece altın ve bakıra serbest olarak rastlanılır. Başka bir deyişle tüm metaller doğada bileşikler halinde bulunurlar.

Metallerin doğal bileşiklerden çeşitli kimyasal yöntemlerle üretimleri mümkün olduğu gibi bazılarını eski hurda ve artıkların değerlendirilmesi yolu ile de üretmek mümkündür .Hurdalardan veya artıklardan metallerin üretimi yeryüzündeki doğal kaynakların azalması yada maden açıkların zamanla artan işletilme güçlükleri nedenleri ile gün geçtikçe daha büyük değer kazanmakta ve metal üretim sanayi elde olmayarak bu yolun seçimine itilmektedir. Malzeme bilimi ile üretim konusu ve dolayısı ile üretim metalurjisi arasında büyük bir ilişki bulunmaktadır. Çünkü malzemelerin bir çok teknolojik özellikleri ve farklı karakterleri tamamen yapıya üretimden gelen bir çok yabancı element yada bileşikler tarafından etkilenir. Bu gün için teknikte bilinen 75 metalin yalnız 25 kadarı normal miktarlarda yine bunlardan pek azı büyük miktarlarda üretilebilmektedir. Üretimi gerçekleştirilebilen metallerin çoğunda başka bir metalin üretimi esnasında yan üretim olarak kazandırılabilir. Saf halde büyük çapta üretimi yapılan metaller : Bakır, magnezyum, kurşun ,çinko,kalay, nikel,kobalt, al, kobalt, arsenik, bizmut, gümüş, altın, platin, nikel,Yine üretimi amaçlanan temel metaller ile birlikte kazanılan Gümüş ,Al ,platin ni, kobalt, sr, antimon bizmut, kalay, kadminyum metallerinin üretimleri en çok yapılan metallerden saymak mümkündür. Bu sıralamadan da anlaşılacağı gibi aynı metal hem doğrudan doğruya üretilmekte ve hem de yan ürün olarak kazanabilmektedir.

Demir çelik üretim tesislerine bir göz atacak olursak ; hemen her tesiste standart olmuşçasına en az bir yüksek fırın veya birkaç konverter bir siemens martin ocağı bir haddehane ve bir döküm ünitesi bulunduğu görülür. Kullanılan araç gereç hemen hemen aynıdır. Sonuç olarak demir ve demirli alaşımların üretimi hemen hemen aynıdır. Sonuç olarak demir veya demirli alaşımların üretimi demir dışı metallerin üretimleri yanında ayrı ve özel teknolojiye ulaşmıştır.

Üretimde metalurjik çalışma doğal bileşiklerin külçe yada saf metal üretebilmek için ham maddelerin pek çok değişik biçimlerde işlemlerden geçmesi gerekir üretimde izlenecek yol ve seçilecek yöntemlerle bunların uygulama şekilleri . doğal hammaddelerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin uygun olmalıdır. Örneğin üretimi arzulanan metalce zengin olan bir oksidik filiz doğrudan doğruya bir reaktör içerisinde ham yada külçe metale dönüştürülebileceği halde; aynı koşullarda bir sülfürlü filiz mutlaka bir kavurma işlemine tabi tutulur ve ancak ondan sonra dönüştürülmek üzere reaktöre verilir.

Zengin oksidik filizler parça halinde ise dogrudan toz halinde sinterleme yöntemi ile yüksek sıcaklıklarda birleştirilir ve reaktöre verilir.

Fakir oksidik filizlerin dogrudan dogruya külçe metal haline dönüştürülmesi oldukça yorucu ve pahalı bir iştir. Bu nedenle filizlerin önce belli kimyasal yöntemlerle saf oksitlere yada kimyasal çözeltilere (liçle) dönüştürülmesi gerekir.

Sülfürlü Filizler (Kükürtçe Zengin Filiz)

Sülfürlü Filizlerin hemen hepsi cevher hazırlama tesislerinde yabancı ve zararlı bileşiklerinden ayrılır .Daha sonra kavurma briketleme sinterleme peletleme gibi işlemlerden geçirilerek reaktörlere gönderilir.

Metallerin oksit ve sülfür bileşiklerinden ayrılarak serbest hale getirilmesi işlemine redükleme veya redüksiyon denir. Külçe metal üretimi tamamlandıktan sonra ulaşılan ürünün saflık derecesine göre ya bu ürün dogrudan dogruya ya da alaşım elemanlarından arınarak kullanılır.

Ayrıştırma Şekilleri :

Metaller filizlerinde daha öncede belirtildiği oksit veya sülfür bileşigi durumunda bulunurlar. Bu metaller bşrbirleriyle bir bileşik oluşturuken her metalin oksijen ve kükürde karşı göstermiş olduğu düşkünlük ki kimya dilinde buna ofinite adı verilir birbirinden farklıdır.Mevcut kimyasal bağı koparabilmek için dışarıdan enerji verilmesi gerekir verilecek enerjinin miktarının zayıf veya kuvvetli oluşuna göre az veya çok olabilir metalurjik işlemlerde başlıca 3 çeşit enerjiden yararlanılır;

1 Kimyasal enerji

2 Termik enerji

3 Elektrik enerjisi.

Termik ayrıştırma

Atomlar arası çekim kuvveti ve baglar artan sıcaklıklarla artan monakül hareketleri ile gittikçe zayıfladığından metalleri dışarıdan ısı vererek ayrıştırmak mümkündür. Termik ayrıştırmaya örnek olarak civa sülfür (hgs) filizini ele alalım bu bileşik 200 c üzerinde uçuculuk kazanır, bu arada kendisini oluşturan civa ve kükürt ayrıştırılır. Kükürt havadaki oksijenle birleşerek (ES02) dönüşür.

Yer değiştirme yoluyla ayrıştırma :

Eğer bir metalin diğer metale oranla oksijene,kükürde olan düşkünlüğü daha fazla ise; oksijene bağlı haldeki metali zorlar ve onun yerine geçmek ister .Ancak yer değiştirmenin mümkün olması için sıcaklık, madde halleri koşullarının tam olması gerekir. Termik redüksiyon teknikte redüksiyon denince akla herhangi bir metale bağlı oksijen elementinin başka elemente karşı bağlı elemente oranla daha büyük bir düşkünlük gösteren başka bir element tarafından bileşiklere ayrılmasıdır. Bu işten genellikle yüksek sıcaklıklarda cereyan edebildiğinden çoğu kez termik redüksiyon uygulamasından söz edilir.

ELEKTROLİZ

Eğer bir metalin bünyesine bağlı oksijenden başka bir element veya gazalar yardımı ile ayırmak olanaksızsa bu metalin üretimi için son çözüm elektrik enerjisinden yararlanmaktır.

Elektrolizle metallerin üretimi

Metallerin elektrolizle üretiminde iki temel elektroliz yöntemi kullanılır. Seyreltik tuz çözeltilerini elektrolizi ile yapılan elektroliz işlemi ergimiş metal tuz ve oksit bileşiklerini yüksek sıcaklıklarda yapılan elektrolizi.

Seyreltik tuz çözeltilerinde yapılan elektroliz işleminde üretim işlemlerinde kullanılış ve uygulanış şekillerine göre iki alt grupta toplanır.

A: çözülmez anotlarla yapılan elektroliz işlemleri

B :Çözünür anotlarla yapılan elektroliz işlemleri

KAVURMA

Her ne kadar sülfürlü bileşikler doğrudan doğruya metale dönüştürmek mümkünse de bu işlem ekonomik olmadığından yapılmaz. Sülfürlü bileşiğin metale dönüştürülmesi için diğer bir metali sarf etmek gerekmektedir dolayısı ile bu metal kaybolmaktadır.

Doğal sülfürlü bileşikler sadece metal üretimleri için değil aynı zamanda kimya sanayinin vaz geçilmez elementleri arasındadır. Bu elementler kükürt dioksit(SO_2) ve (H_2SO_4) kurşun ,bakır, çinko ve nikel üretim tesislerinde sülfürik asitten yararlanılır.hemen her kavurma işleminde oluşan (SO_2) gazınının çevreye verilmesi bitki örtüsü tarım ürünleri ve sağlığa zararlı olduğundan kavurma işlemi yasalarca yasaklanmıştır.Kavurma kimyasal amaçlarına göre başlıca 3 çeşittir.

1) oksitleyici kavurma 3) klorlayıcı kavurma

2) Sülfatlayıcı kavurma

1) Oksitleyici Kavurma

Esas itibarı ile redüksiyon işlemine hazır gözenekli bir oksidik yapı elde etmek ve katı gaz fazları arasında gerçekleşecek olan reaksiyonu kolaylaştırmaktır. Sülfatlayıcı ve klorlayıcı kavurmalarda amaç oksitleyici kavurmada biraz daha farklıdır. Burada malzeme katı sıvı reaksiyonlara hazırlanırken kimyasal açıdan su ile oksitlerle amonyumhidrooksit'le kolayca çözülebilen metal sülfat veya metal klorür bileşikleri elde edilmeye çalışılır.

2) Sülfatlayıcı kavurma

Kavurma işlemleri sürerken kavurma ürünü olarak açığa çıkan (SO_2) gazları çevrede mevcut taze hava ile birleşerek (Fe_2O_3)—(Fe_3O_4) ve (SiO_2) kimyasal reaksiyon oluştururlar. Klorlayıcı kavurma bazı hallerde doğal sülfür bileşiklerinde oksit veya sülfat bileşiği yerine klorür bileşikleri elde etmek yararlı olabilir özellikle kimyasal maddelerle güç çözünebilir.ürün veren veya diğer kavurma türlerinden az etkilenen metal sülfür bileşikleri sodyum klorür, kalsiyum klorür, potasyum klorür (kcl) ve magnezyum klorür($MgCl_2$)gibi kolayca klor verebilen bileşiklerin yardımı ile klorürlere dönüştürülürler. Kavurma işlemlerinde hammadde durumları ve amaçlarına göre döner tepsiler sipirlet fırınlar – humboldt çok katlı fırınları troil süspansiyon kavurucuları fırınları kullanılmaktadır.

Briketleme

Üretim tekniginde genellikle ince taneli hammaddeler ve baca tozlarını redüksiyon işlemine hazırlamak için bir bağlayıcı kullanılarak veya bağlayıcısız preslemek suretiyle iri parçalar haline getirilir. Bağlayıcı olarak zift, asfalt,kireç, sülfürik asit gibi maddeler kullanılır.

Briketlemede kullanılan presler genellikle baskı presleridir.Briketleri sert ancak gözenekli bir yapıya sahip olması istenir.

Sinterleme

Hammadde ön hazırlama tesisleri bünyesinde çok ince toz halindeki metal filizleri baca tozları, kireçli artıklar ile iyice karıştırılır. Sinterlemenin kalitesi açısından sinterlemenin yapıldığı bant veya zemin üzerinde düzenli dağılması gerekmektedir.

Teknikte en çok kullanılan sinterleme türü daha çok kavurma ile sinterlemenin bir arada yapıldığı sinterleme yöntemidir. Yapılışı bant üzerindeki hammadde tabakası tutuşturulduktan sonra üzerine basınçlı hava gönderilir, veya tabakanın sürekli olarak üzerindeki hava emilir. Bu şekilde hammadde içinde istenmeyen kükürt tabakadan ayrılır. Sinterleme esnasında sıcaklık 1300 c civarındadır. Malzeme bu işlemlerden geçtikten sonra gözenekli ve sağlam bir sinter ürününe dönüşür.

Peletleme

Peletleme işlemi ince toz halindeki hammaddelerin yuvarlak kürelere dönüştürülmesidir. Burada istenmeyen hammaddelerden baca tozu katılarak giderilir.

Curuflar

Metalurjik çalışmalar sonucunda minerallerden ve ayrıca çeşitli amaçlarla karışıma katılan bazı maddelerden oluşan ergime sıcaklıkları oldukça yüksek sıvı haldeki oksit karışımlarına curuf adı verilir.

Metallurjik curuflar kalsiyum oksit, silisyum oksit (so2) ,feo3,feo2,faryum oksit çinko oksit gibi oksit ve bileşimlerinin karışımları şeklindedir. İyi bir curufta aşağıda belirtilen fiziksel özellikler aranır.

1-Curuf amaçlanan termik reaksiyonun yeterince hızlı ve problemsiz bir şekilde ceyran edebileceği bir sıcaklıkta oluşmaktadır.

2- Çalışma sıcaklıklarında curuf yeterince akışkan olmalıdır. Aksi halde curuf serbest halde akamaz. Ve metaller yeterli derecede iyi ayrılma olmaz.

3- Curuflar oluşturulduktan sonra bünyelerine hammaddelerle birlikte gelen metal fazına karışabilir. Nitelikli bileşikleri kabul edebilmelidir.

4- Curuf özgül ağırlıkça metal fazına oranla çok daha hafif olmalıdır. Böylece curufla metalin ayrıştırılması kolay olur.

5- Curuf ucuz olmalı mümkünse ileride başka amaçlarla kullanılmamalıdır.

ÇELİK ÜRETİMİ VE ÇELİK ÜRETİM YÖNTEMLERİ BESSEMER VE THOMAS ÇELİK ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Çelik üretim teknolojisinde sıvı çelik üretimi daha yoğundur. Hava, oksijenle zenginleştirilmiş hava veya saf oksijen verilerek dışarıdan herhangi bir ısıtma yapmaksızın;si,ma,p,c,s elementlerinin yanma reaksiyonu ısılarından yararlanılarak bu elementlerin uzaklaştırılması esasına dayanılarak yapılan çelik üretim yöntemidir. Bessemer ve thomas tipi konvertörlerde çeliğe konvertör tabanında basınçlı hava verilir. üfleme esnasında hammaddenin bileşiminde bulunan si,c,p,mn ve s yanarak daha öncede açıklandığı gibi curufa geçer. Yanma esnasında oluşan ısı soğuk hava katkı maddelerinin ergimeleri için oluşan ısı kayıplarını dengelerken bir yandan da ham demirin döküm sıcaklığının 350-400 C üzerine yani çeliğin döküm sıcaklığı olan 1600C ya ulaşmasını sağlar.

Hava üfleyerek veya oksijen verilerek yapılan çelik üretimlerinde asidik ve bazik olmak üzere iki ayrı yol seçilmiştir. Bunlardan asidik çalışma işlemi bessemer konvertörlerinde, bazik olanı da bessemer konvertörlerini gelişmiş şekli olan bessemer thomas konvertörleri ile uygulanmaktadır.

Siemens martin çelik üretim yöntemleri

Çelik üretim yöntemleri arasında değerini yitirmeyen eski bir yöntemdir burada banyo kuvvetlerini andıran bir ocaktan oluşan alev fırını kullanılır. Siemens martin fırınlarının bir avantajı hem demirden başka hurdaları ergitmek sureti ile çelik üretimi yapmak mümkündür. Üretilen çelik burada da konvertörlerde olduğu gibi akıcı bir sıvı haldedir fırın çatılarının silikat tuğlalardan yapılır bu şekilde fırını 1600 c- 1700c sıcaklıklara kadar çıkmak mümkündür siemens martin fırınları fırın ısıtma işlemlerinde taş kömürü, linyit kömürü, jeneratör gazı ve türlü petrol ürünleri kullanılır. Kok kömürü veya fueloil kullanılması durumunda fırının ön ısıtmaya gereği yoktur. Bu tür fırınların genellikle ısıtılması 5 ila 250 ton arası değişir. Siemens martin fırınlarının çalışma süreleri 5 ila 15 saat arasındadır ve 10 ayda bir bakım yapılır.

Pota çeliği yöntemi

Sıvı çelik üretimde bilinen en eski yöntemdir. Pota çeliklerden genellikle karbonca zengin takım çelikleri imalatı yapılır. Pota çeliğinde potaya 30-50kg yüksek değerlikli fosfor ve kükürtçe fakir hurdalar odun kömürü ve alaşımları ile birlikte alınır. Kapakla kapatılan pota sıcak odalarda kıpkırmızı kesilinceye kadar ısıtılır ve bu şekilde uzun süre bekletilir ,daha sonra dışardan ısıtılmalı odalara alınır. Ve burada sıcaklık belirli bir dereceye düşene kadar bekletilir. Pota çelik yönteminde curuf asidik karakterli olup çeliğe dönüşüm tamamen bünyedeki karbon sayesinde gerçekleşir. İşlem süresi 3-4 saat uygulanan sıcaklık ise 1500-1570 c arasında seçilir. Üretilen çelik oldukça saftır ancak miktarca az ve maliyetçe yüksektir.

Çelikte alaşım elemanlarının özel etkileri

Kimyasal açıdan saf demir çelik üretim tesislerinde hiç üretilmez aksine çeliğin yapısında istenmeyerek yada dışarıdan istenilerek katılmış belli oranda alaşım elemanları bulunur bunlardan her birinin çeliğin özellikleri üzerine olan etkisi diğerlerinden farklıdır. Bu etkilere çeliğin ergitilmesinden başlanılarak. Dökümü biçimlendirilmesi ve ısıl işlemleri kullanılmasına varıncaya kadar her an dikkat edilmesi gerekir.

Çeliğin yapısına girerek önemli özellik değişimleri neden olan bazı elementler aşağıya verilmiştir.

Karbon (c)

Çelik alaşımlarının yapısına giren en önemli elementtir. Çeliklerin C içerikleri çok duyarlı biçimde ayarlanmalı ve çeliğin türüne göre %1,72yi aşmamalıdır. Karbon içeriğinin her %0,01 karbon artışı ile çeliklerde çekme mukavemeti 9 kg/mm² artma gösterir bu arada karbon elementinin artması ile uzama, çentik darbe dayanımı soğuk biçimlendirilme kaynak edilebilme ve talaş kaldırma işlemlerinde azalma gösterir.

Mangan (Mn)

Mangan % 0,8'i aşan oranlarda çeliğe katıldığında çeliğe manganlı çelik adı verilir. Çekme dayanımı ve akma sınırı %7 mangan değerine çıkıncaya dek uzamada fazla bir düşüş olmadan artma gösterir. Az oranda mangan içeren çeliklerde çentik darbe mukavemeti olumlu yönde etkilenir manganın çelikte artması ile çeliğin atomik yapısında irileşme meydana gelir. Eğer çeliğin yapısında %1 karbonlu ve %12 manganlı içeren çelikler aşınmaya karşı dayanıklı olur. %0,9-1,4 manganlı çelikler boru ve kazan sacı yapımında kullanılır ve ayrıca aşınmaya dayanıklı ray yapımında bu tür manganlı çeliklerden faydalanılır.Mangan silisyumla birlikte çeliğe verildiğinde üstün dayanımlı inşaat çeliğikrom ve vanadyumla birlikte veya ayrı ayrı yada krom ve molibdenle (mo) yüksek değerli takım çeliği veya ıslah çeliği olarak kullanılır.

Mangan çeliğinin dövülebilme ve kaynak edilebilme özelliklerine olumlu etkide bulunur. Ayrıca paslanmaya , aşınmaya, ve az oranda ısıya karşı olan dayanıklılığını iyileştirir.

Molibden

Karbür oluşumuna kromdan daha yatkın bir elementtir aşınma dayanıklılığı, derinliğine serleşme kaynak edilebilme, ısı ve tavlama ortamlarına dayanıklılık kesme yeteneğini düzeltme gibi özellikler arandığı yerlerde molibden alaşımlı çeliklerden söz edilir. Aynı zamanda wolframlı vanadyumlu ve nikelli çeliklerde katkı elemanı olarak molibden kullanılır. Sıcakta çalışan çeliklerde ve seri çeliklerde wolframın dışında %6-9 molibden katılmalıdır. Korozyona dayanıklı krom nikelli çeliklerde sülfürik asitlere karşı dayanıklılığı yine molibden artırır pek çok çelik özelliklerini molibden katığı iyileştirilebilirken biçimlendirme yeteneği üzerinde olumsuz bir etkide bulunur. çeliğe yüksek miktarlarda molibden katıldığında dövülme oldukça güçleşir.

Vanadyum

Çelikte karbür bileşiği oluşturması sebebi ile malzemenin ısıya dayanıklılığını artırır. Takım çeliklerinde kesici uçların uzun süre kesici kalmalarını sağlar yine takım çeliklerindeki vanadyum oranı %4,5'e kadar vanadyum katılabilir böylece 540-580 c derecelerine kadar ısıl işlem yapabiliriz vanadyum bir başka özeliği de aşınmaya karşı üstün dayanımlarıdır böylece malzeme uzun süre kullanılsa da aşınmaya karşı garanti edilebilir.

Wolfram (W)

Takım çeliklerinin en önemli alaşım metalidir esas etki alaşım elemanları ile birlikte kullanıldığında çeliğin yapısında karbür oluşturmaktan kaynaklanır. Çeliğin karbür oluşturmaları demek uzun süre yüksek sıcaklıkta çalışması ve kesici uçların uzun süre körelmemesi sağlar. Ayrıca aşınmaya karşı dayanımları da artar sıcak iş çeliklerinde %3,5-9 hız (seri çeliklerde) %18 e kadar w. Katılabilir. Çeliklerde %5 e kadar W. katılması ile yapısında değişikliklerden söz etmek mümkündür. W. eskiden mıknaş yapımında kullanılmaktaydı bugün ise bu özelliğini yitirmiştir .W. takım çelikleri dışında hava ıslah çeliklerinde de başarılı bir katık elemanı olarak kullanılmaktadır.

Kobalt (co)

Alüminyum (al) Hız çeliklerinde %3,5-10 ve 15 oranlarında katıldığında sertleşmeyi ve sıcakta akışkanlığı artırdığı için önemli bir rol oynar özel sıcak iç çeliklerinde aynı nedenlerden dolayı %3 dolayında co. katılır. Temel kullanım yeri mıknaş sanayiidir kalıcı mıknaş yapımında cr veya co veya al-co-ni karışımları ile mıknaş yapımında bu tür mıknaşlardaki kobalt içeriği %30 dolaylarındadır.

Sıvı çelik üzerinde rahatlatıcı bir etki gösterir %0,1 e kadar olan katkıda malzemenin atomik yapısını inceltir. Azot ile birleştiği zaman yaşlanmayı ve serleşmeyi önler. Aynı zamanda malzeme yüzeyinde yırtılmayı önler. Silisyum ve kromla birlikte yanmaya dayanıklı çelikler ni-co ile birlikte mıknaş yapımında kullanılır.

Titanyum (ti) Niamyum (nb) Tantal (ta)

Karbon oranına bağlı olarak yüksek oranlarda krom nikelli çeliklere katılır böylece korozyon engellenebilir.

Bakır (cu)

Hemen her alaşımda %0,15 oranında bakır mevcuttur Eğer bakır oranı isteğe bağlı olarak yukarılara çıkartılırsa açık havada paslanmayı azaltır. %1 ve üzerindeki bakır çeliğe katıldığında kazan çeliği olarak kullanılır. Ayrıca çeliğe bakır katıldığında asitlere karşı özellikle sülfürik aside karşı dayanımı artar.

Nikel (ni)

Ender durumlarda tek başına katık metali olarak kullanılır ekseriye kromla birlikte kullanılır. Yine kromla birlikte çeliğe katıldığında sertleşmeye ısıya dayanıklılığı sağlar korozyona dayanıklılığı ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılığı nikel krom katınca meydana gelir.