

PASLANMAZ ÇELİK İÇİN TEKNİK BİLGİLER:

- ❖ 304 Kalite Paslanmaz Çelik
- ❖ 316 Kalite: Bir Basamak İleri
- ❖ Düşük Nikel İçeren Paslanmaz Çelikler
- ❖ Karbon İçeriği

304 Kalite Paslanmaz Çelik

ASTM 304 (Kalite 304) en büyük paslanmaz çelik başarı hikâyesidir. Tüm paslanmaz çelik üretiminin %50 'sini ve paslanmaz tüketiminin yaklaşık yarısını oluşturarak, hemen hemen tüm endüstriyel uygulamalarda kullanılır.

304 sadece her uygulamaya uyabilen bir paslanmaz çelik değildir; aynı zamanda 304 'ün niteliklerini anlamak, istenilen bir uygulamada paslanmaz çeliğin uygunluğunu tanımlamada pratik bir temel ve östenitik paslanmaz çelik grubunun malzemelerini karşılaştırmak için mükemmel bir temel sağlar. 304 'ün kullanımıyla ilgili tatmin edici bir tecrübeye ve derin çekme özellikleriyle ilgili bilgiye hepimiz sahibizdir. Çatal-bıçak takımlarınız, (18/10 ve 18/8 işaretlemelerine bakınız), düdüklü tencereleriniz, lavabolarınız ve hatta disketlerde kullanılan metalik kısım 304 paslanmaz çeliğindedir.

Bileşenleri:

Kalite 304L (Lütfen Tablo-1 'e bakınız), kaynakla tutturulmuş parçalarda mümkün olabilecek korozyon hassasiyetini önlemek amacıyla ara sıra kullanılan düşük karbonlu bir 304 'tür.

Kalite 304H (Lütfen kimyasal değerler tablomuza bakınız), dayanımı artırır, (özellikle 500 °C üzerindeki sıcaklıklarda) 304L 'e göre daha yüksek bir karbon içerir. Hassas korozyon ihtimali olan uygulamalar için bu kalite kullanılmaz.

Tablo-1: 304 'ün Bileşenleri ve İlgili Kalite 'ler

| Standard Adı | Kalite | %C | %Si | %Mn | %P | %S | %Cr | %Ni |
|--------------|--------|-----------|------|------|-------|------|-----------|----------|
| ASTM 304 | 304 | 0,08 | 1,00 | 2,00 | 0,045 | 0,03 | 18,0-20,0 | 8,0-10,5 |
| ASTM 304 | 304L | 0,03 | 1,00 | 2,00 | 0,045 | 0,03 | 18,0-20,0 | 8,0-12,0 |
| ASTM 304 | 304H | 0,04-0,10 | 1,00 | 2,00 | 0,045 | 0,03 | 18,0-20,0 | 8,0-12,0 |

Not-1: Aralık olarak verilmeyen % oranları maksimum oranları göstermektedir.

Not-2: Bu değerler ASTM A240 'da, plaka, sac ve rulo için tanımlanmış değerlerdir. Diğer bazı ürünler için tanımlama bu değerlerden biraz farklı olabilir.

304L ve 304H 'ın her ikisi de plaka (yassı ürün) ve boru için uygundur, fakat 304H stok öncesi daha az bulunabilir. 304L ve 304H bazen standart 304 gibi stoklanır. (Test sertifikaları bunun "L" 'mi "H" 'mı olduğunu teyit eder)

Korozyon Dayanımı:

304 Kalite çok geniş bir alanda mükemmel bir korozyon dayanımına sahiptir. Birçok mimari inşaat uygulamalarında paslanma yapmaz. Ayrıca, birçok gıda üretimi ve prosesi yapılan çevrelerde, kolayca temizlenip, organik kimyasallara, çok geniş bir alanda inorganik kimyasallara ve renkli boya maddelerine karşı dayanıklıdır.

304 Kalite, orta sıcaklık da ki klorit ortamlarda, 50 °C üzerindeki sıcaklıklarda çekme kuvvetinin uygulandığı stres korozyonu kırılması ve çekirdeklenme ve çatlama korozyonuna

maruz kalır. Bunun yanında, kısa süreli aralıklarla ve temizliğin düzenli yapılıp, uygulandığı (örneğin tencerelerde ve bazı yat bağlantılarında) yerlerdeki ılık klorit ortamlarda başarıyla uygulanabilir.

Isı Dayanımı:

304 Kalite 870 °C 'de ki kısa süreli aralıklarla çalışıldığı ve 925 °C 'de ki sürekli çalışıldığı yerlerde iyi bir oksitlenme dayanımına sahiptir. 304 'ün 425 – 860 °C aralığında, eğer takip eden uygulama oda sıcaklığındaki sulu ortamlardaki çalışma ise, tavsiye edilmez. Fakat bu sıcaklık aralığının üzerinde veya altında değişen ortamlarda bazen iyi performans gösterir. 304L kalitesi karbür çökmesine karşı daha dayanımlıdır ve yukarıda bahsi geçen sıcaklık aralığında kullanılabilir. Yüksek sıcaklıkta malzeme dayanımının önemli olduğu yerlerde, yüksek karbon değerlerine ihtiyaç duyulur. Örneğin AS1210 basınç kapları kodu 304L 'nin kullanım operasyon sıcaklığını 425 °C ile sınırlar ve 304 kalitenin kullanımı, 550 °C sıcaklığın üzeri için, karbon değeri %0,04 ve daha yüksek değerlere kısıtlanır.

304 Kalite sıvılaştırılmış gazların düşük sıcaklıklarda mükemmel bir tokluğa sahiptir ve bu sıcaklıklarda uygulaması da bulunur.

Fiziksel ve Mekanik Özellikleri:

Tablo-2: 304 Kalitenin ASTM A240m 'de verilen Mekanik Özellikleri (Tavllanmış Olarak)

Çekme Mukavemeti Min. 515 MPa

%0,2 Akma Mukavemeti Min. 205 MPa

Uzama % Min. %40

Sertlik (Brinell) Maks. 201 HB

Sertlik (Rockwell) Maks. 92 HRB

Sertlik (Vickers) Maks. 210 HV

Not: Diğer standartlarda özellikler çok az farklı olarak verilmektedir.

❖ 304 Kalitenin Fiziksel Özellikleri (Tavllanmış malzemenin tipik özellikleri)

Yoğunluk 8.000 Kg/m³

Akma Modülü 193 GPa

Ortalama Termal Uzama Katsayısı 0 – 100 °C 17,2 µm/m/ °C

Ortalama Termal Uzama Katsayısı 0 – 315 °C 17,8 µm/m/ °C

Ortalama Termal Uzama Katsayısı 0 – 538 °C 18,4 µm/m/ °C

Termal İletkenlik 100 °C 'de 16,2 W/m.K

Termal İletkenlik 500 °C 'de 21,5 W/m.K

Spesifik Isı 0 – 100 °C 500 J/kg.K

Elektrik İletkenliği 720 nOhms.m

Diğer östenitik kaliteler gibi, tavllanmış şekildeki 304 de neredeyse manyetik değildir. (çok düşük manyetik özellik). Fakat soğuk haddelendikten sonra, önemli ölçüde manyetik özelliğe sahip olabilir. (Tavlamayla tersine çevrilebilir)

Diğer östenitik çeliklerde olduğu gibi, 304 de ancak soğuk haddeme ile sertleştirilebilir.

1.000 MPa 'ı aşan kopma mukavemet değerlerine ulaşılabilir ve talep edilen miktar ürün şekline bağlı olarak da özel soğuk haddelenmiş, mukavemeti yüksek bir sipariş de verilebilir. (Bakınız ASTM A666 veya EN 10088-2)

Tavlama işlemi 304 kalitede uygulanan ana ısıl işlemdir. Bu 1.010 – 1.120 °C 'ye kadar ısıtılıp, hızlı bir şekilde soğutmayla –genelde suya daldırma- gerçekleştirilir.

Üretilirlik:

304 Kalite mükemmel bir şekillendirilebilme özelliğine sahiptir. Isıl işleme ara yumuşatma operasyonu yapmadan derin çekme işlerinde kullanılabilir. Bu özelliği derin çekmenin (sıvama halk dilinde) üretiminde kullanıldığı kaplar, tencereler gibi ürünlerin üretiminde, bu malzemenin tercih edilmesine neden olmaktadır. Kolayca kesilip, endüstriyel, mimari ve taşımacılık alanlarındaki diğer parça çeşitlerine şekillendirilip, kullanılabilir.

304 kalite kaynaklanabilirlik açısından da uygun olup tüm standart kaynak teknikleri kullanılabilir. (Oxyacetylene normalde kullanılmamasına rağmen) Kaynak sonrası uygun şekilde yapılmış temizleme tavsiye edilmesine rağmen, kaynak sonrası tavlama, 304 'ün korozyon dayanımını koruması açısından bazen gerekli değildir. 304L kaynak sonrası tavlama işlemi gerektirmez ve ağır ölçü üretimlerinde geniş yer bulur.

304 'ün işlenebilirliği birçok karbon çeliklerinden daha düşüktür. 304 gibi standart östenitik çelikler, yavaş hızlarda ve ağır beslemeyle, sert ve keskin uçlar ve soğutma sıvısı kullanarak kolayca işlenebilirler.

❖ 316 Kalite: Bir Basamak İleri

Eğer bir uygulama 304 kalitenin sağlayacağı korozyon dayanımından daha yüksek bir dayanım gerektiriyorsa, 316 kalite bir basamak ilerisidir. 316 Kalite görsel olarak 304 kaliteyle eşdeğer bir mekanik, fiziksel ve üretilirlik karakterine sahip olmakla birlikte, özellikle klorit ortamlarda ki çekirdeklenme paslanmasına karşı 304 kaliteden daha iyi bir korozyon direncine sahiptir.

316 kalite paslanmaz çelik ailesinde ikinci en popüler kalitedir. Tüm üretilen paslanmaz çelik ürünleri arasında %20 'lik bir tüketim oranına sahiptir.

Bileşenleri:

Tablo-1 316, 316L ve 316H kalitelerinin karşılaştırmasını göstermektedir.

316L kalite düşük karbonlu bir 316 'dır ve kaynaklı parçalardaki hassas korozyona karşı kullanılır.

316H kalite 316 L 'ye göre daha yüksek oranda karbon içerir ve mukavemeti yüksektir.(özellikle 500 °C üzerindeki sıcaklıklarda) Fakat hassas paslanmanın görülebileceği yerlerde kullanılmamalıdır.

Tablo-1 316 Kalite Bileşenleri

| Kalite | C% | Mn% | Si% | P% | S% | Cr% | Ni% | Mo% |
|--------|-----------|------|------|-------|------|-----------|-----------|--------------|
| 316 | 0,08 | 2,00 | 0,75 | 0,045 | 0,03 | 16,0-18,0 | 10,0-14,0 | 2,0-3,0 0,10 |
| 316L | 0,03 | 2,00 | 0,75 | 0,045 | 0,03 | 16,0-18,0 | 10,0-14,0 | 2,0-3,0 0,10 |
| 316H | 0,04-0,10 | 2,00 | 0,75 | 0,045 | 0,03 | 16,0-18,0 | 10,0-14,0 | 2,0-3,0 - |

Korozyon Direnci:

316 Kalite, geniş bir kullanım alanında mükemmel bir korozyon direncine sahiptir. 304 Kaliteyle karşılaştırıldığında esas avantajı, ılık klorit ortamlardaki çekirdeklenme ve çatlama korozyonlarına karşı artırılmış direnme gücüdür. Tüm mimari uygulamalarda oluşabilecek paslanmalara karşı dirençlidir ve hatta deniz gören yapılar, köprü bağlantıları ve kirişleri gibi çok zor şartlar içinde bazen kullanılır. Gıda prosesi yapılan çevrelerde, çok kolayca temizlenme özelliğiyle, çok dayanımlıdır ve organik kimyasallara, boyalara ve geniş bir inorganik kimyasallar grubuna dayanım gösterir.

Sıcak klorit ortamlarda, 316 kalite çekirdeklenme ve çatlama korozyonu ve 50 °C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda çekme stresine maruz kaldığı durumlarda stres korozyon kırılmaları görülür.

Bu tür zor koşullarda 2205 (UNS S 31803) veya %6 molibden içeren yüksek alaşımlı östenitik kaliteler (UNS S31254) gibi dubleks kaliteler uygun seçim olur. 316 Kalitenin yüksek veya düşük karbon içeren alt sürümlerinin (316L ve 316H) korozyon dayanımları standart 316 gibidir. Bu alt sürümler genelde kaynaklamada daha iyi bir dayanım göstermesi sebebiyle (316L) veya yüksek sıcaklıkta yüksek mukavemet için (316H) tercih edilirler.

Isı Dayanımı:

304 kalite gibi, 316 kalite de 870 °C 'deki aralıklı uygulama şartlarında ve 925 °C 'deki sürekli uygulama şartlarında iyi bir oksitlenme dayanımına sahiptir. 316 kalitenin 425 °C ile 860 °C arasında sürekli bir çalışma ortamına maruz kalması, eğer uygulama sonrası oda sıcaklığında sulu bir ortam olarak devam ediyorsa, tavsiye edilmez. Fakat bu kaliteler bazen bu belirtilen aralığın üstünde veya altında değişen sıcaklıklarda iyi performans da gösterebilirler.

316L kalitesi karbür çökmesine karşı standart 316 kaliteden ve 316H 'dan daha dirençlidir ve yüksek sıcaklık aralığında kullanılabilir. Yinede, yüksek sıcaklık mukavemetinin önemli olduğu yerlerde yüksek karbon değerlerine ihtiyaç duyulur. Örneğin, basınçlı kaplar standardı 316L 'nin operasyon sıcaklığını 450 °C ile sınırlar ve 550 °C sıcaklıklar için 316 kalitede karbon değerinin %0,04 veya üstü bir değerde olmasına izin vermez. 316H veya titanyum içeren sürümü 316Ti yüksek sıcaklık uygulamaları için uyarlanabilirler.

Diğer östenitik paslanmaz çelikler gibi, 316 da sıvılaştırılmış gazların düşük sıcaklıklarında mükemmel bir tokluğa sahiptirler ve genelde cryogenic kaplar için 304 gibi daha düşük maliyetli kalitelerin tercih edilmesine rağmen, bu sıcaklıklarda uygulamaları vardır.

Fiziksel ve Mekanik Özellikler:

Kopma Mukavemeti 515 MPa min. Yoğunluk 8.027kg/m³

0.2% Akma Mukavemeti 205 MPa min. Elastik modülüs 193 GPa

Uzama 40% min. Ortalama termal genişleme katsayısı

Brinell Sertlik Değeri 217HB maks. 0 - 100oC 15,9 µm/m/oC

Rockwell Sertlik Değeri 95HRB maks. 0 - 315oC 16,2 µm/m/oC

Not: Diğer standartlarda çok ufak farklı değerler verilebilir. 0 - 538oC 17,5 µm/m/ oC

0 - 649oC 18,6 µm/m/ oC

0 - 815oC 20,0 µm/m/ oC

Termal iletkenlik

100oC 'de 16,3 W/m.K

500oC 'de 21,5 W/m.K

Spesifik Isı 0 - 100oC 500 J/kg.G

Elektrik Direnci 20oC 740 nOhm.m

Diğer östenitik kaliteler gibi, 316 'da hemen hemen manyetik değildir. (çok düşük manyetik geçirgenlik gibi) 304 kalite soğuk haddeleme ile önemli ölçüde manyetikleşirken, 316 kalite hemen hemen hiç etkilenmez. Bu özelliği bazı uygulamalarda tercih edilmesinde bir sebep olabilir.

316 kalitenin diğer östenitik kalitelerle ortak özelliği de sadece soğuk haddeleme ile sertleştirilebilmesidir. 1.000 MPa 'ı aşan kopma mukavemetine, talep edilen ürün ve miktarın şekline bağlı olarak ulaşılabilir. Özel olarak tanımlanmak kaydıyla soğuk haddeleme mukavemetine göre sipariş de verilebilir. (ASTM A666 veya EN 10088-2 'ye bakınız) Tavlama (çözüm işlemi olarak da adlandırılabilir) 316 kalitelerde uygulanan ana ısıl işlemdir.

Bu 1010 -1120 oC sıcaklığa ısıtarak hızlı soğutmayla (genelde suya daldırarak) gerçekleştirilir.

Üretilebilirlik:

Diğer östenitik kaliteler gibi 316 'da mükemmel bir şekillendirilebilme özelliğine sahiptir. Lavabo, tencere gibi, derin çekme paslanmaz parçalarının üretiminde olduğu gibi ara ısı yumuşatma işlemine tabii tutmadan derin çekme yapılabilir. Yinede, normal uygulamalar için 316 kalitenin ekstra korozyon direnci gerekli değildir. 316 kalite endüstride ve mimari uygulamalarda birçok parça çeşidi üretiminde kolayca bükülerek ve haddelenerek kullanılabilir. 316 kalitenin uygun bir kaynaklanabilme özelliği vardır ve bütün standart kaynaklama teknikleri uygulanabilir. (oxyacetylene normalde uygulanmamasına rağmen) Kaynak sonrası tavlama, 316 'nın korozyon dayanımını korumak için bazen gerekli olmasa da, ağır ölçülü üretimlerde onu daha uygun kılar; uygun bir kaynak sonrası temizleme tavsiye edilir.

316 'nın işlenebilirliği birçok karbon çeliğinde daha düşüktür. Standart östenitik kaliteler gibi 316 da, eğer yavaş bir besleme yapılırsa, düşük hızlarda ve soğutma sıvısı kullanarak, sert ve keskin uçlarla kolayca işlenebilir. 316 'nın işlenebilirliği iyileştirilmiş sürümleri de mevcuttur.

Düşük Nikel İçeren Östenitik Paslanmaz Çelikler

Özellikle östenitik mikro yapının neden olduğu mükemmel bir korozyon dayanımı, mekanik ve fiziksel özellikler ve üretim kolaylığı gibi özelliklerinin bileşimleri nedeniyle popüler olan 304 ve 316 kaliteler, paslanmaz çelikler arasında en fazla tanınan kalitelere sahiptir.

Östenitik yapı yaklaşık olarak %8–10 'luk bir nikel ilavesiyle oluşur. Nikel östenitik yapıyı oluşturan tek element değildir. Bu amaçla kullanılan diğer elementler, mangan, nitrojen, karbon ve bakırdır.

Nikel 'in Maliyeti ve Paslanmaz Çeliğe İlavesi:

Genelde paslanmaz çeliğin maliyeti içeriğindeki bileşen alaşımların maliyetleriyle belirlenir. Paslanmaz çeliğin temel bileşen ve korozyona karşı yüzeyde krom oksit tabakası oluşturup korozyonu önlemede temel etken olan kromun maliyeti yüksek değildir, fakat korozyon dayanımını artıran (özellikle molibden) veya üretim kolaylığı sağlayan (özellikle nikel) gibi elementlerin ilavesi maliyeti çok artırır. Nikel 'in maliyeti 2001 yılında 5.000 – 6.000 \$/ton seviyesindeydi. Mayıs 2007 'nin sonunda bu rakam 50.000 \$/ton seviyesine yükseldi. Aynı şekilde molibden 'in fiyatı da 2001 yılında 8.000 \$/ton seviyesindeyken şu anda 40.000 \$/ton seviyesine fırlamıştır.

Bu maliyet artışları direkt olarak bu iki kalite üzerinde etkili olmuştur: 304 (18%Cr, %8 Ni) ve 316 (%17Cr, %10 Ni, %2 Mo). En fazla etkilenen kalite de tabii ki 316 kalite olmuştur. Bunun yanında 2205 (%22Cr, %5Ni, %3Mo) dubleks kalite gibi yüksek oranda alaşım elementi içeren diğer paslanmaz çelikler de etkilenmiştir. Alaşım elementlerinin rolü esas olarak korozyon dayanımı için belli başlı değişimleri veya mekanik ve üretim özelliklerini etkileyecek olan mikroyapısını değiştirmektir. Korozyon dayanımını belirlemek amacıyla kullanılan genel bir yaklaşım da Çekirdeklenme (Çukurcuklaşma) Direnci Eşdeğer Katsayısıdır (PRE). $PRE = \%Cr + 3,3xMo + 16x\%N$ 'dir. PRE katsayısı kalitelerin çekirdeklenme korozyonuna karşı direncini gösterip onları bu amaçla bir sıralamaya koymak amacıyla kullanılır. Herhangi bir korozyona etki eden şartı ortaya koymak amacıyla kullanılamaz. Görüldüğü üzere krom 'un yanında molibden ve nitrojenin de bu korozyon türüne karşı etkin bir direnç verme özelliği vardır. Nitrojen molibden ve nikel 'e oranla çok daha ucuza mal edilebilmesine karşın çelik içindeki çözünürlüğü 0,2% ile sınırlı olduğu için korozyon direncine de etkisi sınırlıdır. Çeliğin mikro yapısı ferrit oluşturucu ve östenit oluşturucu elementleri arasındaki dengeye bağlıdır. Östenit yapıyı oluşturucu elementler olarak, karbon, mangan, nitrojen ve bakır elementleri nikel 'e

alternatiftir. Bütün bu elementler nikel 'den daha düşük maliyetlidirler. PRE formülasyonunda görüldüğü üzere, her element farklı şekillerde etki eder ve östenitik kalitelerde nikel 'i tamamen kaldırmak mümkün değildir. Mangan, nikel kadar etkili olmasa da östenitik yapıyı kararlı kılıcı bir elementtir ve Cr-Mn çelikleri, Cr-Ni çeliklerini göre daha yüksek bir haddeleme sertleştirilmesi özelliğine sahiptir. PRE formülünde belirtilmese de nikel, manganın etkisinden çok daha fazla korozyona sebep olan şartlarda olumlu etkiye sahiptir. Ayrıca elementler arasında da oluşan bir sinerji mevcuttur. Nitrojen östenitik yapıyı kararlı kılmada çok etkin, mangan 'ın kendisi östenitik yapıyı kararlı kılmada çelik içinde nitrojen çözülmesini de artırıcı bir etki gösterir.

200 Serili Paslanmaz Çeliklerin Yükselişi:

Mangan küçük ilavelerden, büyük oranda yerini almaya kadar nikel 'e önemli bir alternatiftir. Yüksek manganlı östenitik çeliklerin geliştirilmesi yaklaşık olarak 60 yıl önce, nikel fiyatlarının aşırı arttığı dönemlerde olmuştur. Bu zamanlarda 201 (%17 Cr, %4 Ni, %6 Mn) ve 202 (%18 Cr, %4 Ni, %8Mn) gibi Cr-Mn-Ni kaliteler, krom-nikel kaliteleri olan 301 ve 302 'ye alternatif olarak AISI 'de yerini almış ve halen de üretilip kullanılmakta olan kalitelerdir. Tüketimleri Cr-Ni eşdeğerleriyle karşılaştırıldığında son dönemlerde daha düşüktür. Bu kalitelerin düşük talebinin nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Yüksek haddeleme sertleştirilmesi oranı (bu bazı uygulamalarda avantaj olabilir)
- Çok daha düşük yüzey kalite özellikleri bazı uygulamalar için uygun bulunmamaktadır.
- Ek üretim maliyetleri, ergitme esnasındaki yüksek refrakter aşınması
- Korozyon direnci Cr-Ni kalitelerle karşılaştırıldığında, bazı çalışma ortamlarında daha düşüktür.

Bir başka konuda, Cr-Ni ve Cr-Mn-Ni östenitik kaliteler manyetik değildir, hurdacılar ise hurda değerini içerdiği yaklaşık nikel değerine göre belirlemektedir.

Son Gelişmeler:

Son zamanlarda Cr-Mn-Ni östenitik kalitelerinin geliştiğini görmekteyiz. En önemli gelişme Hindistan 'da olup, mutfak eşyaları ve pişirici ekipmanlardaki kullanımı artmaktadır. Düşük nikel-yüksek mangan kalitelerinin yüksek haddeleme sertleştirilmesi özelliğine uygun olması bu uygulamalarda kabul edilebilir sınırlarda olup, bakır ilavesi de bu problemi azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Yerel ekonomik faktörlerden dolayı Hindistan bu uygulamalarda ki gelişme ve üretimlerde uygun sonuçlar almaktadır. Aynı şekilde Asya ülkeleri de bu kaliteler açısından güçlü bir piyasaya sahip olup, son zamanlarda üretimlerini artırmışlardır. Özellikle Çin piyasasında güçlü bir talep bulan bu kalitelerin üretimi ve kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bu kalitelerin Tayvan, Brezilya, Japonya gibi ülkelerde de üretimleri yapılmakta olup, nikel içerikleri %1 ile %4 arasında ve mangan içerikleri %9 'a kadar değişebilmektedir. Bunların hiçbirisi henüz ASTM veya diğer uluslararası standartlarda yer almamıştır. Düşük nikelli östenitik kalitelerin üretimindeki artış çok hızlı seyretmektedir. 2003 yılındaki ISSF verilerine göre bu kalitelerin üretimi 1,5 milyon tonla toplam dünya paslanmaz çelik üretiminin %7,5 'ini oluşturmaktadır. Bu kalitelerin 2004 yılı Çin 'deki üretim oranının %25 olduğu tahmin edilmektedir. Bu rakamlar özellikle 2006 yılından itibaren fırlayan nikel fiyatları nedeniyle günümüzde çok daha fazla bir üretim oranını teşkil ettiği sanılmaktadır.

Karbon İçeriği

304 ve 316 gibi genel östenitik paslanmaz çelikler de, "L" ve "H" olarak bilinen kontrollü düşük ve yüksek karbon içeriğiyle üretilirler. Düşük karbon veya "L" kaliteler paslanmaz çeliğin yüksek sıcaklıklardaki hassasiyet seviyesini azaltmak ve korozyon oranını azaltmak için veya önlemek için kullanılırlar. Kaynaklama veya özel uygulamalarda karşılaşılan problemleri sıcaklık aralığı 450 – 850 °C arasındadır. "L" kaliteler genelde, 5 mm 'nin üzerindeki yassı mamul kalın malzemeler şeklinde bulunur.

Yüksek karbon, “H” kaliteleri daha yüksek mukavemet gerektiren uygulamalarda kullanılır. “L” ve “H” kalitelerinin birbirinin yerine kullanımı sıkça karşılaşılan bir durumdur.

“L” Kaliteler Nelerdir ve Nerelerde Kullanılır?

“L” kaliteler, orta ve büyük derecedeki malzemelerin kaynağı da dâhil olmak üzere yüksek sıcaklık uygulamasının olduğu yerlerde kullanılır. Düşük karbon, korozyona müsait ortamlardaki taneler arası korozyona neden olabilecek taneler arası karbür çökmesini (sıkça “hassasiyet” olarak bahsedilir) engelleyici veya geciktirici yollardan biridir. 450 – 850 °C sıcaklık aralığında karbürlerin çökmesinin bir kuluçka dönemi vardır. Çökmenin oluşabilmesi için gerekli zaman büyük oranda karbon içeriğine bağlı olduğundan dolayı düşük karbon içeriği bu problem karşısında dayanımı artırır. Uygulamaları nedeniyle “L” kaliteler, plaka, sac, boru ve sıkça yuvarlak çubuk olarak bulunur. Yüksek sıcaklık uygulamasının veya ağır kaynak ihtiyacının olmadığı durumlarda, “L” kaliteler genelde diğerleriyle özdeşler.

“H” Kaliteler Nelerdir ve Nerelerde Kullanılır?

“H” Kaliteler standart kalitelerin yüksek karbonlu sürümleridir ve özellikle yüksek sıcaklıklarda (genelde 500 °C ‘nin üzerinde) artırılmış mukavemete sahiptirler. Uzun dönem uygulanan yüklerle oluşan “sürünme mukavemeti” değerleri yüksektir. “H” kaliteler esas olarak plaka ve boru olarak üretilirler. Genelde uygulandığı kaliteler 304H ve 316H ‘in yanında, ASTM A240/A240M ‘de tanımlandığı gibi 309, 310, 321, 347 ve 348 ‘in yüksek karbonlu sürümlerinde de bulunur. Bu kaliteler, eğer 450 – 850 °C sıcaklık aralığında tutulurlarsa “hassasiyet” olarak nitelendirilen karbür çökmesinden çok etkilenirler. “Hassasiyet” problemi oluşursa, normal sıcaklıktaki süneklikleri ve toklukları düşer ve korozyon dayanımları önemli ölçüde kaybolur.

Bu İki Sürüm Arasındaki Fark Nedir?

1. 304 ve 304L kalitelerin bileşenleri karbon içeriği haricinde eşdeğerdir. Teorik olarak 304L kalitede nikel içeriğine maksimum %12 ‘ye kadar izin verilirken, bu oran standart 304 kalitede maksimum %10,5 dir. Fakat nikel fiyatlarındaki yüksek seyir nedeniyle genelde nikel bu iki kalite içinde alt limit olan minimum %8,5 oranında kullanılır. Her iki kalitede de karbon alt limiti tanımlanmamıştır. %0,02 karbon içerikli bir malzeme hem 304 kalitenin hem de 304L kalitenin gerekliliklerine uygundur.

2. 304H kalite karbon içeriğinin %0,04 – 0,10 olarak sınırlandırılması haricinde (karbon içeriğinin minimum tanımlanmasına dikkat ediniz) ve 304H kalitenin nitrojen içeriğinde standart ve “L” kalitelerde olduğu gibi %0,1 maksimum limiti olmaması haricinde standart 304 kalitenin kimyasal bileşenlerinden farkı yoktur. Bunlara ilaveten, tüm östenitik “H” kaliteler ASTM tane genişliği olarak minimum No:7 veya daha büyük tane genişliğine sahip olmaları gerekmektedir.

3. 316, 316L ve 316H kaliteleri arasındaki ilişki de 304 kalitede olduğu gibidir. Bu kaliteler arasında sadece karbon içeriği, nitrojen içeriği ve tane büyüklüğü konusunda sınırlamalar vardır. Tablo–1 ‘de ASTM A240/A240M ‘den alınan kalitelerin karbon içeriklerini görebilirsiniz. Özellikle boru ve tüp şartnameleri gibi diğer bazı ürün şartnamelerinde 304L ve 316L için karbon üst limit sınırlaması maksimum %0,035 veya %0,040 ‘dır. Şartnamelerin diğer özellikleri aynıdır.

| Kalite | UNS Numarası | Tanımlanan Karbon İçeriği (%) |
|--------|--------------|-------------------------------|
| 304 | S30400 | Maksi. 0,080 |
| 304L | S30403 | Maksi. 0,030 |
| 304H | S30409 | 0,040 – 0,100 |
| 316 | S31600 | Maksi. 0,080 |
| 316L | S31603 | Maksi. 0,030 |
| 316H | S31609 | 0,040 – 0,100 |

4. Tablo – 2 ‘de ASTM A240/A240M ‘den alınmış mekanik özelliklerinin şartnamesini bulabilirsiniz. Pratik olarak, çelik haddeçileri genelde “L” kalite üretimlerinin standart kalite gerekliliklerini karşılayacak şekilde üretmeye özen gösterir. Örneğin, tüm 304L kalitelerin kopma ve akma mukavemeti değerleri 205 ve 515 MPa ‘ın üzerinde olur. Böylece standart ve “L” kalite gerekliliklerinin her ikisini de karşılayan geniş bir piyasaya hitap eden malzemeler üretirler.

Tablo – 2: Mekanik Özellikler Şartname Farkları (ASTM A240/A240M)

| Kalite | UNS No | Kopma Mukavemeti mini. (MPa) | Akma Mukavemeti mini. (MPa) | Uzama mini. (%) | Sertlik Brinell maks. (HRB) | Sertlik Rockwell (HB) maks. |
|--------|--------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 304 | S30400 | 515 | 205 | 40 | 201 | 92 |
| 304L | S30403 | 485 | 170 | 40 | 201 | 92 |
| 304H | S30409 | 515 | 205 | 40 | 201 | 92 |
| 316 | S31600 | 515 | 205 | 40 | 217 | 95 |
| 316L | S31603 | 485 | 170 | 40 | 217 | 95 |
| 316H | S31609 | 515 | 205 | 40 | 217 | 95 |

5. Standart, “L” ve “H” kaliteler için ölçü ve diğer gereklilikleri ayırdır.

6. Basınç kabı şartnamesi ve boru basıncı şartnamesi gibi şartnameler her bir kalite için yüksek sıcaklıklarda çalışılabilir basınç aralığı sınırı getirmektedir. Bu şartnameler “L” kalitelerin 425 °C üzerindeki yüksek sıcaklıklarda kullanımına izin vermemektedir. Ayrıca bu şartnameler 550 °C üzerindeki sıcaklıklardaki kullanımında en az %0,040 karbon içermesi şeklinde sınırlama getirmektedir. Bu nedenle, bu şartnameler “L” olup olmamasına bakmaksızın %0,020 karbon içeren 304 ve 316 kalitelerin bu uygulamalarda kullanımına izin vermemektedir. Standart ve “L” kaliteler şartnamelerde belirtilen kimyasal bileşen ve mekanik özelliklerine uyduğu sürece oda sıcaklığından “L” kalitelerin sınırlı sıcaklığına kadar olan aralıkta kullanılabilir.

7. Basıncılı kap şartnamesi “H” kalitelere, istenilen mukavemet değerlerine uyduğu sürece standart kalitelerle birlikte kullanılmasına izin vermektedir.

Alternatif Kalite Kullanımı:

Şartların gerektirdiği durumlarda standart, “L” ve “H” kaliteler birbirlerinin yerine kullanılabilirler. Bu durum aşağıda belirtilen şartlara bağlıdır:

a) “L” kaliteler mekanik özelliklerinin uyması halinde ve yüksek sıcaklık mukavemeti gerektirmeyen uygulamalarda standart kalitelerin yerini alabilir. “L” kaliteler genelde standart kalitelerin gerekliliklerini karşılarlar. Fakat üretici sertifikası her bir özellik için titizlikle kontrol edilmeli ve uygunluğu teyit edilmelidir. Üreticilerin standart kalite siparişine karşı “L” kalite üretmesi veya vermesi çok sık karşılaşılan bir durumdur. Pratikte şartnamelerine uygun bir kullanım olduğu ve parça üreticisi ve son kullanıcının problem yaşamadığı sürece herhangi bir problem olmayacaktır.

b) Standart kaliteler, karbon içerikleri “L” kalitelerin karbon içeriği sınırlamasına uyduğu sürece “L” kalite olarak kullanılabilirler.

c) Özellikle plaka, sac, boru ve çubuklarda çift sertifikalı ürün olması gün geçtikçe artan bir uygulamadır. Bu malzemeler 304/304L veya 316/316L kalitelere tam olarak uymaktadır. Çift sertifikalı ürünlerin kullanımı “L” kaliteler için kullanılırken, “H” kaliteler için böyle bir uygulama söz konusu değildir. Eğer bir uygulama “H” kalite gerektiriyorsa, bunun sipariş aşamasında özellikle belirtilmesi gerekir. Standart kaliteler de, karbon içeriği “H” kalitelerin gerekliliklerine uyduğu sürece, “H” kaliteler yerine kullanılabilirler. Mikro yapı tane büyüklüğü belki de fazladan yapılacak muayenelerle karşılanabilir. Malzeme ve sertifikası “standart”

olarak belirtmesi gerekir, aksi takdirde bu malzeme "H" kalite olarak üretilmiştir. Test sertifikasının detayları kalitenin gerekliliklerine uyacaktır.

d) "H" kaliteler karbon içerikleri %0,080 'i geçmediği ve nitrojen içerikleri maksimum %0,10 olduğu sürece standart kaliteler olarak kullanılabilir. Genelde bunu karşılar, fakat yine de sertifikasının kontrol edilmesi gerekir.

Paslanmaz Sac Nedir?

Paslanmaz çelik , % 10 un üzerinde (çoğunlukla %12-20 aralığında) krom içeren demir - karbon alaşımıdır. Krom, malzemeyi yenime ve ısıya karşı dayanıklılık kazandırır. Özel nitelikli paslanmaz çelik türleri elde etmek amacıyla alaşıma başka elementler de katılabilir. Bu özel türlerin içinde en önemlisi, nikel eklenmesiyle hazırlanan 18- 8 paslanmaz çeliğidir (yüzde 18 krom yüzde 8 nikel) Paslanmaz çeliğe katılan öteki önemli bileşenler niyobyum, manganez, molibden, fosfor, selenyum, silisyum, kükürt, titan ve zirkon dur. Paslanmaz çelik üretiminde yüksek sıcaklıklara ve duyarlı kimyasal denetime gereksinim olduğundan bu alaşımlar uzun süre elektrik fırınlarında hazırlanmıştır. Bu yöntemde fırınlara çoğunlukla, yalnızca son üründe bulunması istenen elementleri içeren hurda malzeme yüklenir. Son dönmelerde ise, malzemenin önce elektrik fırınında eritilmesi ve daha sonra bir başka potaya alınarak oksijenle işlenmesine dayalı bir teknik geliştirilmiştir. Tepkimeyi normalleştirmek için argonla seyreltilen oksijen gazı malzemeye üstten hamlaçla ya da potanın dibindeki bir delikten püskürtülür.

Paslanmaz çelikler kimyasal bileşimlerine ve ısıl işleme tepkilerine göre sınıflandırabilir: sertleştirilemeyen ve yüzde 15- 30 krom ile yüzde 0,2 den daha az karbon içeren ferritik çelikler; su verme yoluyla sertleştirile bilen ve yüzde 10-18 krom ile değişen oranlarda (bazı alaşımlarda yüzde 1`in üzerinde) karbon içeren martensitli çelikler; yüzde 16-26 krom, yüzde 6-22 nikel ve yüzde 0,25 ten daha az karbon içeren ostenitli çelikler. Su vermeden sertleştirilebilen ostenitli çelikler yenime karşı dayanımı en yüksek malzemelerdir.

Paslanmaz Sac Nerelerde Kullanılır?

Paslanmaz çeliklere ilişkin teknik bilgilere aşağıdaki listelerden ulaşabilirsiniz.

. Paslanmaz çelikler de içyapıyı belirleyen en önemli alaşım elementleri önem sırasına göre krom nikel molibden ve mangandır. Bunlardan krom ve nikel içyapının ferritik veya östenitik olmasını belirler.

PASLANMAZ ÇELİK GRUPLARI TABLOSU

| İç Yapı | Ana Alaşım Elementleri |
|-------------|--|
| Ferritik | Cr |
| Östenitik | Cr, Ni , Mo |
| Martensitik | Cr, C veya Ni |
| Duplex | Cr, Ni , Mo (Östenitik çeliklere göre yüksek krom, düşük Nikel) |

Östenitik :

Paslanmaz çeliğin en çok kullanılan türüdür. Bu grup en çok kullanılan 304, 316 kalite çelikleri ve yüksek alaşımlı 310S kalite çelikleri ihtiva eder.

İçerisinde min. % 7 oranında bulunan nikel çelik yapıyı tamamen östenitik yapar. Nikel malzemeye süneklik, geniş sıcaklık aralığında çalışma olasılığı, manyetik olmayan özellikleri ve iyi kaynaklanabilirlik kazandırır. Östenitik paslanmaz çelik uygulamaları Zücaciye, konteyner, endüstriyel borulama ve kaplar, mimari cephe ve inşaat yapılarını içerir.

Ferritik :

Bunlar düşük karbonlu ve % 12 - % 18 krom içeren paslanmaz çelik türüdür. En çok kullanılan türü 430 kalite çeliklerdir. Yapı itibariyle yumuşak çeliklere benzerler, ancak korozyon dayanımları yüksektir.

Ferritik çeliklerin başlıca kullanım yerleri ; mutfak gereçleri, çamaşır makinaları, iç mekan dekoratif uygulamalar, otomobil şasi parçaları, egzoz elemanları, sıcak su tanklarıdır.

Östenitik-ferritik (Duplex) :

Östenitik ve ferritik fazlardan oluşan içyapısı nedeniyle dublex paslanmaz çelik adını alırlar. Alaşımda yüksek oranda krom % 18-28 ve orta miktarda Nikel (% 4,5 -8) içeren çeliklerdir. İçerikte % 8 nikel olması tam östenitik yapı için yetersizdir. Dupleks yapısı hem kuvvet ve süneklik sağlar.

Duplex çelik çoğunlukla petrokimya, kağıt ve gemi inşa sanayinde kullanılır.

Martensitik :

% 0,1 karbon ve % 11-13 krom ihtiva eder. Orta derece korozyon dayanımına sahiptirler. Isıl işlem uygulanabilir ve sertlikler elde edilebilir.

Bu çelik çoğunlukla türbin kanatları ve bıçaklar ameliyat aletlerin de kullanılır

Paslanmaz Çelik Yüzeyleri

Paslanmaz Çelik Yüzey Standartları

| ASTMEN | DIN | AÇIKLAMA | |
|--------|-----|----------|--|
| 1 | 1D | c2/IIa | Sıcak çekilmiş, tavlanmış, mat yüzey |
| 2D | 2D | h/IIIb | Soğuk çekilmiş, tavlanmış, mat yüzey |
| 2B | 2B | n/IIIc | Soğuk çekilmiş, tavlanmış, mat yüzey, temizlenerek hafifçe parlatılmış |
| 3 | 2G | o/IV | Soğuk çekilmiş, tavlanmış, mat yüzey, satine işlemi uygulanmış (Kaba) |
| 4 | 2J | p/V | Soğuk çekilmiş, tavlanmış, mat yüzey, satine işlemi uygulanmış (İnce) |
| BA | BA | m/IIId | Soğuk çekilmiş, tavlanmış, parlak yüzey |
| | HL | | Scotch Brite (Fırçalanmış yüzey) |