

METALOGRAFİK MUAYENE

S. Karadeniz ve F. Kahraman

1. **DENEYİN AMACI:** Metalografik muayene ile malzemenin dokusu tespit edilir, malzemenin dokusuna bakılarak malzemenin özellikleri hakkında bilgi edinilir.

2. TANIMLAMALAR:

Parlatma: İnce aşındırıcılar kullanılarak yüzey pürüzlülüğünün azaltılması suretiyle, ışığı iyi yansıtan bir yüzey elde etmektir.

Dağlama: Parlatılmış yüzeye kimyasal enerji vererek metalin mikro yapısını mikroskopta görünür hale getirme işlemidir.

Metal mikroskobu: objektif, aküler ve aydınlatma sisteminden oluşan malzemenin iç yapısının incelenmesinde kullanılan optik mikroskoptur. Metal mikroskopları numune yüzeyinden yansıyan ışınları incelemektedir

3. DENEYİN ÖNEMİ VE KULLANILDIĞI ALANLAR:

Metalografik muayene malzemelerin iç yapısını inceleyerek özelliklerinin belirlenmesidir. Metalografik muayeneyle malzemelerin geçmişte gördüğü işlemler, sahip olduğu özellikler ve bu özellikleri değiştirmek için yapılması gereken işlemler belirlenir ve bu sayede imalatın hemen hemen her aşaması bu muayene yöntemiyle yönlendirilebilir. Bu muayene yöntemi ile üretilmiş olan malzemelerin ömrü, çalışma şartları gibi önemli özellikleri önceden tahmin edilebilir. Özellikle kalite kontrol aşaması olarak orta ve büyük ölçekli bütün imalathanelerde kullanılmaktadır.

4. TEORİK BİLGİ:

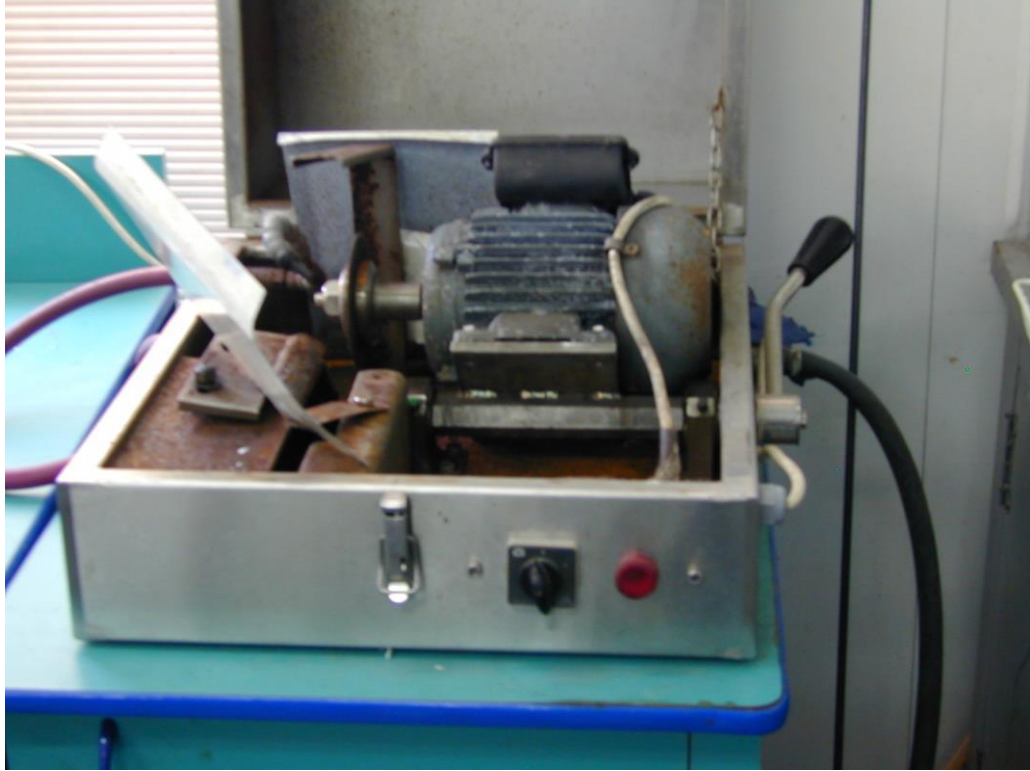
Makina mühendisliğinde %95 civarında metaller kullanılmaktadır.

Bu nedenle metalografik muayene de makina mühendisliğinde çoğunlukla metallere uygulanmaktadır. Metal atomları düzgün geometrik yapılar oluşturarak dizilirler. Aynı doğrultudaki geometrik yapılar tane adı verilen gruplar halinde bir araya gelirler. Atmosferik şartlar altında metal yüzeyinde kir, pas ve nem tabakaları oluşur. Bu tabakalar gerçek yüzeyin görülmesini engellerler. Bu yüzden muayene parçasının bir yüzü düzeltilir ve parlatılır. Düzleme işlemi SiC su zımparası ile zımparalanarak gerçekleştirilir. Daha sonra çok küçük boyutlardaki (0,01-1µm) alümina tozu (Al₂O₃) aşındırıcı olarak keçe üzerine dökülerek numune parlatılır. Parlatma işleminden sonra malzeme yüzeyine kimyasal enerji verilerek, ki buna dağlama işlemi denir, tane

sınırlarındaki yüksek enerjili atomlar koparılarak malzeme içerisi oluşturulan bu renk farklılığından dolayı görünür hale getirilmiş olur.

5. CİHAZ VE APARATLAR: Metalografik içyapı kontrolüne tabi tutulacak malzemelerden öncelikle numune alınmalıdır. Numune parçamızın içyapısını ve onun bütün özelliklerini gösteren en küçük malzeme örneğidir. Numune alma işlemi 3 kısımlıdır;

1. Numunenin kesilmesi (Metalografik Kesme): Küçük ebatlı parçalardan numune çıkarma işi direk olarak numune kesme tezgahlarıyla yapılır, ancak incelenecek olan parça ebadı büyüdükçe talaşlı imalat yöntemlerinden faydalanılır.



Kesme (Sulu kesme) cihazı

2. Numunenin Kalıplaması (Bakalite veya polyestere alma): Küçük ebatlı numuneler ve çabuk aşınan numunelerin düzgün (yüzeye paralel) bir şekilde zımparalanması ve mikroskop üzerine yerleştirilebilmesi için ya bakalite ya da polyestere alınır. Bakalite alma için bakalite alma cihazı kullanılır.



Bakalite alma cihazı

3. Numunenin Yüzeyinin Hazırlanması (Zımpara, Parlatma): Bütün zımparalama işlemleri ve parlatma işlemleri parlatma tezgahı adı verilen tezgahlarda gerçekleştirilir.



Parlatma Tezgahı

4. Mikroskop ile inceleme: Metalografik muayenede iki tip optik mikroskop kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi 50 büyütme oranına kadar büyütme yapabilen Stereo mikroskoplardır. Stereo mikroskop ile tane yapısından ziyade belirli bir bölge makro olarak incelenir. Özellikle kaynaklı imalat yapılmış parçalar Stereo mikroskop ile incelenir. İkinci optik mikroskop ise günümüzde 2500 büyütme oranına kadar çıkabilen metal mikroskoplarıdır. Metal mikroskoplar ile bir numunenin belirli bir bölgesinin iç yapısı mikroskobik olarak incelenir. Burada temel amaç o incelenen bölgenin dokusu hakkında bilgi edinmektir.



Stereo Mikroskop

Metal mikroskobu

6. **NUMENELER:** İncelenecek parça boyutları müsait olduğu takdirde kalınlığı 10-20mm arasında, yüksekliği 10mm olan numune metalografik muayene için idealdir. Eğer ki numune ebatları küçükse bakalite veya polyestere alınarak numune uygun ebatlara kavuşturulur. Numunenin şeklinin önemi olmamakla birlikte çoğunlukla kare ve dairesel numuneler hazırlanır.



Polyestere alınmış numune

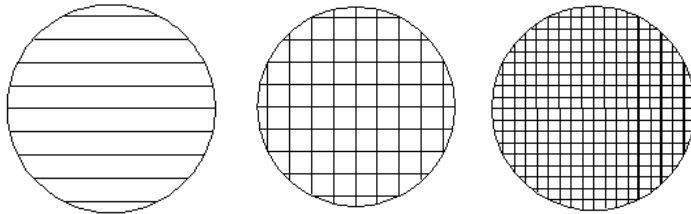
Bakalite alınmış numune

7. DENEYİN YAPILIŞI: Deney başlıca beş kademede gerçekleştirilir.

- Kesme
- Zımpara
- Parlatma
- Dağlama
- Muayene

Kesme: Metalografik içyapı kontrolüne tabi tutulacak numunelerin (Kesme) İncelenecek mikro yapı elemanlarına göre, malzemenin neresinden ne tür bir numunenin alınacağı tespit edildikten sonra kesilerek numune çıkarılır. Numune çıkarma işlemlerinde malzemede yapı değişikliğinin meydana gelmemesi için önlemler alınmalıdır. Uygun ebatlara sahip bir numune elle kolayca tutulabilir ve yüzey genişliği zımparaya oturacak kadardır. Eğer numune uygun ebatlara sahip değilse bakalite veya polyestere alınmalıdır.

Zımpara: Zımparalar üzerindeki birim alana düşen aşındırıcın miktarına göre adlandırılır mesela üzerinde birim alanda 80 tane aşındırıcı partikül varsa 80 numara, 1200 adet aşındırıcı partikül varsa 1200 numara zımpara olarak tanımlanır. Dolayısıyla 1200 numaralı zımpara çok daha ince zımparadır ve işlemin sonlarında kullanılır. Her zımpara işlemi bir önceki zımparanın izinin silinmesi veya gökadar yapılır



Zımparalamada bir önceki izin silinmesi için numunenin 90° çevrilmesi

Parlatma: Parlatma işleminin temel amacı, yüzey pürüzlülüğünü azaltmak suretiyle, ışığı iyi yansıtan bir yüzey elde etmektir. Parlatma işlemi ile de dson zımparalama işlemi sırasında yüzeyde bırakılan izlerin yok edilmesi hedeflenmektedir. Bu bakımdan, parlatma işleminde çok ince (0,01-1µm) alümina tozu (Al_2O_3) aşındırıcılar kullanılmaktadır. En son ince zımparadan sonra keçe üzerine dökülen aşındırıcı (çoğunlukla elmas olarak adlandırılır) ile numune parlatılır. Parlatmada sert parçalarda yüksek devir, yumuşak parçalarda düşük devir seçilmelidir.

Dağlama: Metalin mikro yapısını mikroskopta görünür hale getirebilmek için dağlama işlemi yapılır. Dağlayıcılar incelenecek numunenin malzemesine göre alkol, saf su, gliserin, asit gibi malzemelerin karışımlarından elde edilir. Dağlama süresi numuneye ve dağlayıcıya bağlı olarak değişir. Dağlama işleminden sonra kullanılan dağlayıcıya bağlı olarak numune yüzeyi ya su ya da etil alkol dökülüp kurutulur. Eğer mikroskopta detay görünmüyorsa numune biraz daha dağlanmalıdır.

Muayene: Malzeme içyapısının incelenmesinde optik mikroskop kullanılır. Bir optik mikroskop objektif, oküler ve aydınlatma sisteminden oluşur. Büyütme miktarı objektif ve okülerin büyütme değerlerinin çarpımı ile bulunur. Metal mikroskop ile numunedeki fazların özellikleri, dağılımları, tane sınırları, porozite, kalıntı ve çatlaklar gibi çeşitli yapılar incelenir. Stereomikroskop ile numunenin bir bölgesi veya tamamı daha düşük büyütme oranları ile incelenerek numunede imalat yöntemi ile meydana gelmiş (ısı tesiri bölgeleri, yönlenmeler, katmerler) olan yapısal değişiklikler, çeşitli makro hatalar (çatlak, gözenek, boşluk, cüruf kalıntısı vs.) incelenir.

8. İSTENENLER:

- İncelenen numunenin iç yapı resmi,
- Numunedeki tanelerin özellikleri
- Malzeme içerisinde mevcut olan hatalar

SERTLİK DENEYİ

S. Karadeniz ve F. Kahraman

1. DENEYİN AMACI: Malzemeler üzerinde yapılan en genel deney, sertliğinin ölçülmesidir. Bunun başlıca sebebi, deneyin basit oluşu ve diğerlerine oranla numuneyi daha az tahrip etmesidir. Deneyin diğer bir avantajı ise, bir malzemenin sertliği ile diğer mekanik özellikleri arasında paralel bir ilişkinin bulunmasıdır. Örneğin çeliklerde, çekme mukavemeti sertlik ile doğru orantılıdır; dolayısıyla, yapılan basit sertlik ölçmesi neticesinde malzemenin mukavemeti hakkında bir fikir edinmek mümkündür.

2. TANIMLAMALAR:

Sertlik ucu: Sertlik değerini ölçmek için kullanılan yük altında malzemede iz bırakan sertlik yöntemine göre şekli değişen uçtur.

Vickers Sertlik Değeri: Piramit şeklindeki dalıcı ucun belirli bir yük altında ve belirli bir süre uygulanması ile malzeme yüzeyinde meydana getirdiği izin büyüklüğü ile ilgili bir değerdir.

3. DENEYİN ÖNEMİ VE KULLANILDIĞI ALANLAR:

Vickers sertliği ölçüsü, geniş çubuklardan saçlara kadar her ebattaki ve türdeki malzemeye rahatça uygulanabilir. Sertliğin ölçülebilmesi için numunelerin alt ve üst yüzeyleri, yük bindiği zaman numune hareket etmeyecek veya kaymayacak şekilde düz olmalıdır. Kalınlık olarak da, piramit dalıcı ucun, numunenin öbür yüzeyinde bir çıkıntı meydana getirmeyecek derecede kalın olması yeterlidir.

4. TEORİK BİLGİ:

4.1. Makro Sertlik Deneyi

Vickers sertlik ölçme yöntemi, sertliği ölçülecek malzeme parçasının yüzeyine, tabanı kare olan piramit şeklindeki bir ucun belirli bir yük altında daldırılması ve yük kaldırıldıktan sonra meydana gelen izin köşegenlerinin ölçülmesinden ibarettir.

Vickers sertlik değeri, piramit şeklindeki dalıcı ucun belirli bir yük altında ve belirli bir süre uygulanması ile malzeme yüzeyinde meydana getirdiği izin büyüklüğü ile ilgili bir değerdir.

Meydana gelen iz taban köşegeni (d) olan kare bir piramittir ve tepe açısı dalıcı ucun tepe açısının aynıdır = (136°) . Vickers sertlik değeri, kg olarak ifade edilen deney yükünün (mm^2) olarak ifade edilen iz alanına bölümüdür.

Vickers sertlik değeri işareti ile beraber bazen uygulanan yük ve yükün uygulama zamanını belirten sayısal işaretlerde ilave edilir. Örneğin; VSD /30 /20, /30 kg.'lık yükün 20 saniye süre ile uygulanması sonucu elde edilen Vickers sertlik değerini gösterir.



Yükten sonra numune üzerinde oluşan piramit ucun izi

Deneyden sonra Vickers sertlik değerini bulmak için kare şeklindeki izin köşegenlerini hassas, bir şekilde ölçmek gerekir. Bu ölçme, alete ilâve edilmiş metalürji mikroskobu sayesinde yapılmaktadır; numune üzerinde meydana getirilen izin görüntüsü mikroskop yardımıyla ölçme ekranına aktarılır. Ölçme ekranındaki hareketli iki cetvel yardımıyla köşegenlerin uzunlukları hassas bir şekilde ayrı ayrı ölçülüp ortalaması alınır.

Vickers sertliği ölçüsü, geniş çubuklardan saçlara kadar her ölçüde malzeme çeşidine uygulanabilir. Genel olarak numunelerin alt ve üst yüzeyleri, yük bindiği zaman numune hareket etmeyecek veya kaymayacak şekilde düz olmalıdır. Kalınlık olarak da, piramit dalıcı ucun, numunenin öbür yüzeyinde bir çıkıntı meydana getirmeyecek derecede kalın olması yeterlidir.

4.2. Mikro - Sertlik Deneyi:

Bu deney, özellikle çok küçük numunelerin ve ince saçların sertliklerini ölçmede elverişlidir. Karbür ize, dekarbürize ve azotla sertleştirilmiş yüzeylerle, elektrolitik olarak kaplanmış malzemelerin sertlikleri de bu deney ile tespit edilebilir. Ayrıca, metalik alaşımlarda fazların sertliklerinin tespitinde, segregasyonların ve cam, porselen, metalik karbürler gibi çok sert ve kırılgan malzemelerin sertliklerini ölçmede de kullanılır. Deney malzemesinin sertliğine göre seçilen uygun yükler için, batıcı ucun malzemeye girdiği derinlik hiç bir zaman “1” mikronu geçmez.

Mikro - sertlik aleti hassas bir alet olup kontrolü otomatiktir. Diğer sertlik ölçme aletlerinden farklı olan yanı, aletin komple metal mikroskobunu ihtiva etmesidir.

Sertliği ölçülecek numune mikroskobun tablasına oturtulur ve okülerde net görüntü elde edilinceye kadar mikroskop tablası hareket ettirilir. Bundan sonra mikroskop tablası elle, sertlik ölçen kısmın altına getirilir ve düğmeye basarak sertlik ölçen ucun hareketi sağlanır. Uç, otomatik olarak numuneye batar ve 20 saniye sonra yine otomatik olarak geriye döner. Böylece numunenin üzerinde bir iz elde edilir. İzin boyutlarını ölçmek için mikroskobun tablası yine elle objektifin altına getirilir ve okülerden iz gözlenir. Oküler üzerindeki özel taksimat ile izin boyutları tespit edilir.

Mikro – sertlik deneyi için iki standart uç kullanılır. Birincisi 136°'lik tabanı kare olan piramit uç (vickers ucu)dur. Diğerisi ise knoop ucu diye bilinen 172° 'lik piramit ucudur.

5. CİHAZ VE APARATLAR: Makro-sertlik ve mikro-sertlik ölçümleri aşağıda resimleri ile gösterilmiş olan makro-sertlik cihazı (digital type vickers hardness tester HVS-50) ve mikro-sertlik cihazı (microhardness tester HVS-1000) ile yapılmaktadır.



Makro-sertlik Test Cihazı



Mikro-sertlik Test Cihazı

- 6. NUMENELER:** İncelenecek parça boyutları müsait olduğu takdirde kalınlığı 10-20mm arasında, yüksekliği 10mm olan numune metalografik muayene için idealdir. Eğer ki numune ebatları küçükse bakalite veya polyestere alınarak numune uygun ebatlara kavuşturulur. Numunenin şeklinin önemi olmamakla birlikte çoğunlukla kare ve dairesel numuneler hazırlanır.



Polyestere alınmış numune

Bakalite alınmış numune

- 7. DENEYİN YAPILIŞI:** Makine yan tarafında bulunan power düğmesi ile açılır. Böylece mercek üzerindeki ışık devreye girer. Numune üzerinde sertliği ölçülecek nokta tam olarak bu ışık noktasının altına, tablanın üzerine yerleştirilir. Cihazın klavyesi ve ekranı üzerinden uygulanacak yük (9.807 N) ve bu yükün süresi (10 s) ayarlanır. Daha sonra mercek ve elmas ucun üzerinde bulunduğu parça kullanılarak elmas uç numune üzerine çevrilir ve klavye kullanılarak yük uygulanır. Yük sertliği ölçülecek yüzeye 10 s uygulandıktan sonra otomatik olarak geri kalkar. Mercek tekrar numuneye çevrilir ve oluşmuş olan iz görülür. Bu izin köşegenleri cihaz üzerindeki ölçme aparatı yardımıyla iki çizgi arasına alınarak ölçülür. Cihaz sertlik değerini hesaplayıp ekranda verir. Deneyin yapılışı makro-sertlik ve mikro-sertlik için farklılık göstermez. Tek fark mikro-sertliğin daha ince tabakaların ölçülmesinde ve tane içi sertliklerin ölçülmesinde kullanılabilmesi, makro sertliğin ise birçok taneyi içine alarak daha geniş bir iz oluşturmamasından dolayı daha kalın tabakaların ve genel olarak bir bölgenin sertliğinin ölçülmesinde kullanılmasıdır.

8. İSTENENLER :

Malzemenin Vickers olarak makro-sertlik değeri

Malzemenin Vickers olarak mikro-sertlik değeri