

KALIP HATALARI ÜZERİNE TASARIMIN, MALZEMENİN VE YAPILAN ISIL İŞLEMİN ETKİSİ

İrfan AY*

Sare GÜLAÇ**

Ö Z E T

GİRİŞ

Üretimde kullanılan kapıları genel olarak, soğuk şekil vermek için ve sıcak şekil vermek için kullanılan kalıplar olarak sınıflandırabiliriz. Piyasadaki üretim sahasında da en fazla kesme delme, dövme, çekme, ekstrüzyon ve haddeleme işlemlerinde vazife görürler. Kalıplar, diğer metal parçalarından iki özellikleri sebebiyle ayırt edilirler. Birincisi, pek çok ürünün üretilmesinde direkt ya da indirekt yer alırlar. Bu açıdan bakıldığında, kalıpta oluşacak bir hata, üretimde sapmaya ve ürün maliyetinin artmasına neden olur. İkincisi ise, kalıpların sertlikleri diğer metal parçalarının sertliklerinden daha fazladır. Çoğunlukla 60 RC veya biraz daha fazla değerlerdedir. Bu durum ise, ani ve gevrek kırılmanın her an olabileceğinin habercisidir (1).

Kalıplardan uzun bir ömür elde etmek ve hataları minimuma indirmek için;

- Uygun bir tasarım,
 - Uygun bir malzeme,
 - Uygun bir ısıl işlem ve bu işlemin kontrolü
- zorunludur. Ayrıca, ısıl işlem sonrası yapılan işlemlerin de (taşlama, elektro makinasi ile işlem vs.) dikkatlice yapılması gerekmektedir.

Yukarıda sayılan şartların yerine gelmemesi halinde çatlama, anormal bir aşınma, oyulma, pullanma, deformasyon ve kazanma gibi hatalar kaçınılmazdır.

Bu makalede her çeşit kalıbı kapsayan genel kalıp hatalarından malzeme ve ısıl işlem parametreleri üzerinde durulacaktır.

TEHLİKELİ OLABİLECEK HATA KAYNAKLARI

Tasarımdan Doğan Hatalar

İyi yapılmış bir tasarım, kalıp parçalarının hasarını (parçanın iş göremez hale gelmesi) önlemede önemli bir faktördür. Kalıp tasarımının doğurduğu hatalar;

- Isıl işlemlerle,
- Kalıbın çalışma koşulları ile ilgili olur.

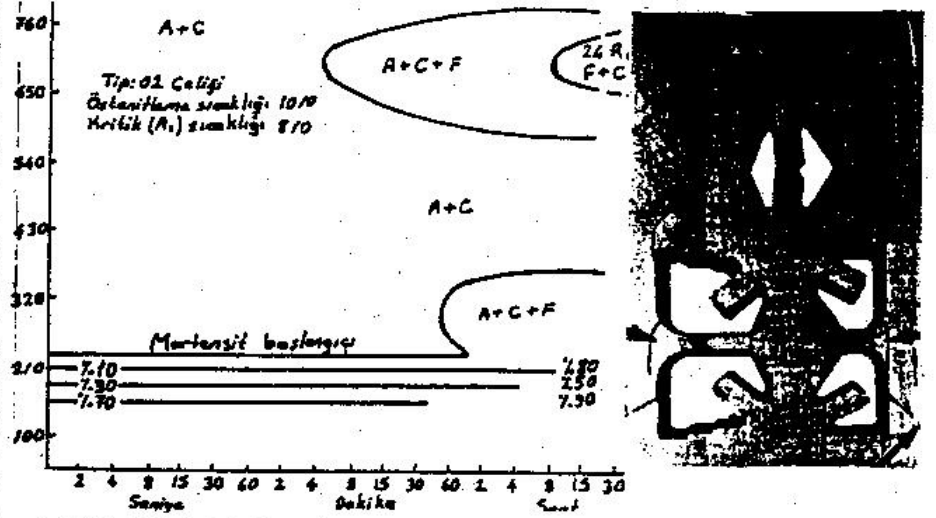
Isıl işlem esnasında ortaya çıkacak tasarım hataları, keskin köşe ve radyüsler, marka-mühür vurulan kısımlar, kör delikler, hafif kütleli kesintilerin ağır kütleli kesitlerle birleşme yerleridir. Çalışma anında ortaya çıkabilecek tasarım hataları ise, ince cidarlar, bölümler arası kalınlık farklılıkları, kertik ve çentiklerdir. Kalıp malzemelerinin sert metallere yapılmaları sebebi ile kalıp tasarımında tasarımın çok iyi bilenen keskin radyüsler, çentikler gibi kendine has kuralları çok büyük önem kazanır.

Genellikle kalıp hataları, tasarımılamadan, malzemenin kendisinden ve ısıl işlemlerden kaynaklanır. Bu makalede, hatalara örnekler verilip tavsiyeler yapılmaktadır.

Failures of dies generally derive from design, material and heat treatment. In this paper we have shown examples belong to these failures and recommended.

* Yrd. Doç. Dr. BAÜ Müh. Mim. Fak. Balıkesir
** Öğr. Gör. BAÜ Müh. Mim. Fak. Balıkesir

Örnek olarak, Şekil 1'de 01 tipi (%0.90 C, %1 Mn, %0.5 Cr, %9.5 W) yağda sertleşen takım çeliğinden yapılmış bir kesme kalıbı ısı işlemi esnasında keskin köşelerin olması sebebiyle çatlamıştır (3). Bu tip kompozisyona sahip kalıp malzemelerinin temel özellikleri, boyut değiştirmeyen çelikler olarak bilinmektedir. Kalıp tasarımında çentik zorunluluk ise, çatlamaya neden olmak için martenzitlenme (iki kademe soğutma, bu takım çeliği için 810-840 °C'de önce ostenit sıcaklığından yağ banyosunda M_s 'in az üstüne kadar soğutma ikinci kademe ise sıcaklık her tarafta eşit (225-250 °C) olduktan sonra çıkartılıp havada soğutma ile martenzit yapı) yapılmalıdır (4). Böylece elde edilecek mikroyapı su ile elde edilmiş



Şekil 2. a) Taslak kalıbının ince cidar ve deliklerin yakın olması nedeniyle çatlaması b) D2 tipi takım çeliğinin sıcaklık-zaman (TTT) dönüşüm diyagramı

değerler elde edilir. Ancak bu tür bir değişme tasarım hatasını önleyemez. Tasarım hatalarının en iyi çözümü, bölgeler arası cidar kalınlık dengesinin iyi yapılmasıdır.

Isıl İşlem Sonucu Doğan Hatalar

Kalıp hataları üzerine yapılan araştırmalardan görülmüştür ki, bu hataların %70'i ısı işlemi esnasındaki düzensizliklerden doğmaktadır. Bu oranında %40'ı çelik malzeme yüzeyindeki alaşım kontrolünün eksikliği, %20'si çok düşük sıcaklıklarda su verme veya etkisi olmayan temperleme yapmaktan, geri kalan %10'u çok yüksek sıcaklıklarda ostenit bölgesinde fazla tutmaktır (1).

Yüzeydeki alaşım kontrolsüzlüğü

İdeal düşünülürse kalıp malzemelerinin ısı işlemleri nötr ortamlarda yapılmalıdır. Nötr ortamlarda ne "C" ilavesi olur ne de "C" azalması söz konusudur. Ancak bu gerçek, pratikte yapılan işlemlerde olası değildir.

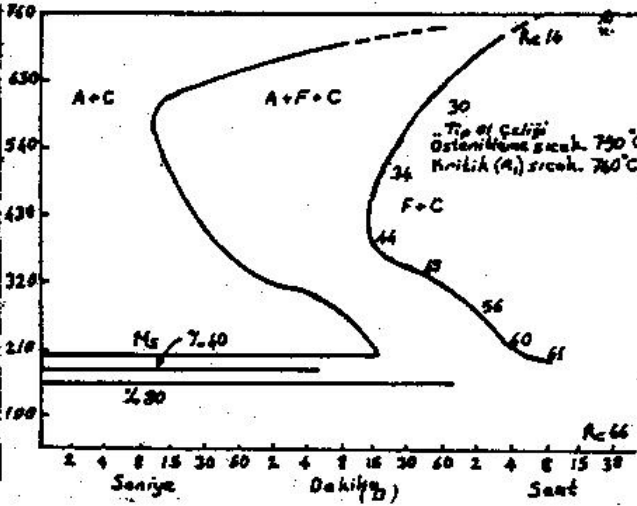
Örnek vermek gerekirse, A2 tipi (%1.0 C, %5 Cr, %0.3 V, & 1.0 Mo) tokluğu yüksek, aşınmaya dayanıklı takım çeliğinden yapılmış bir dövme kalıbı atmosfere açık bir fırında ostenitlenmiş, 204 °C'deki tuz banyosuna daldırılmış ve burada 480-540 °C soğuyana kadar bekletilmiştir. (Şekil 3). Daha sonra da oda sıcaklığına kadar havada soğutulmuş ve iki kez 204°C'de temperlenmiştir. Fakat kalıpta çalışmaya başlanıp da iki parça dövüldükten sonra kalıp çatlayarak kırılmıştır (3,1).

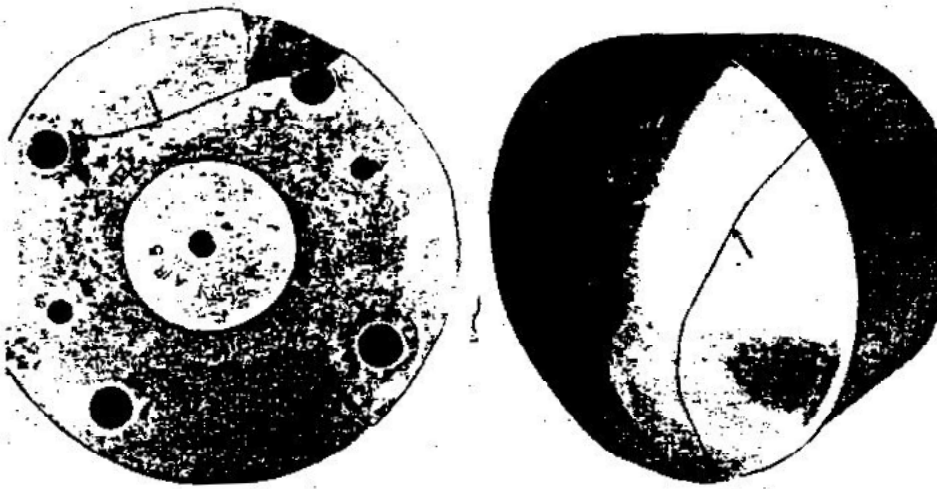
Yapılan inceleme sonunda kalıbın ön ve arka

martenzite benzeyecek, ancak içinde daha fazla "artık ostenit" bulunacak. Dolayısıyla da çok az "artık gerilme" ihtiva edeceğinden kalıp çatlamayacaktır.

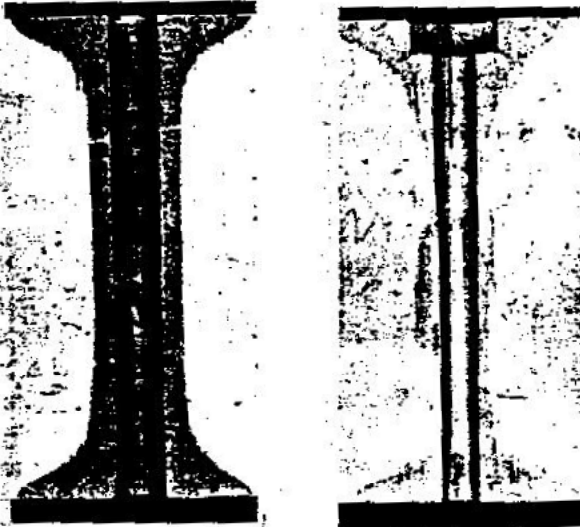
İkinci bir örnek olarak, Şekil 2'deki parça taslağı, kalıbın çalışma esnasında ince cidar içermesi ve delikler arası mesafenin çok yakın tasarlanması neticesinde bozulmuştur. Bu örnekteki kalıp malzemesinin kompozisyonu (%1.52 C, %0.34 Mn, %0.12 S, %0.46 Si, %11.6 Cr, %1.1 V, %0.29 Mo) olan D2 tipi havada soğutma ile sertleştirilen bir çeliktir. Bu çeliğin kendi kompozisyonu sebebiyle ısı işlemi uygulayarak sertliğini değiştirmek mümkündür. Zira içersinde fazla olan "artık ostenit", ikinci bir temper işlemi (427.540 °C) ile karbüre dönüştürülebilir. Dolayısıyla sertliklerinde değişik

Şekil 1. a) Kesme kalıbında ısı işlemi esnasında keskin köşelerden oluşan çatlama b) 01 tipi kalıp malzemesinin sıcaklık-zaman (TTT) dönüşüm diyagramı





Şekil 3. a) A2 tipi takım çeliğinden yapılan kalıbın ön yüzü
b) Kalıbın arka yüzü



Şekil 4. a) Ünitorm sertleştirilmiş perçin kalıbı
b) Ünitorm sertleştirilmemiş perçin kalıbı

yüzlerinde farklı %C değerleri bulunmuştur. Arka yüzde %2.24-1.06 C'a rastlanmıştır. Bu karbonu fazla yüzeyin kalınlığı 1.52 mm kadar ölçülmüştür. Ön yüz ve yan kenarlarda aşırı karbonlu tabaka yoktur. Çalışma anında deliklerde ve kenar kısımlarındaki gerilim birikimi, gerilim farklılıklarından dolayı, bu tabakanın olduğu kısmı çatlak merkezi olarak yapmıştır.

Sonuç olarak tokluğu yüksek olan bu malzemenin fırın atmosferindeki kontrolsüzlük ve kalıbın son işlenmesinden sonra karbonu fazla kısmının alınmaması nedeniyle hasar gördüğü açıktır.

Homojen olmayan sertleştirme ve etkisi olmayan temperleme

Su verme ortamı, su vermenin uygulanması, çe-

liğin sertleşebilirliği, kesit kalınlıkları ve tasarım birbiri ile bağlantılı parametreler olduğundan çok dikkat edilmelidir. Her kalıp için su verme, sertleşebilirliğe ve tasarıma uygun olmayabilir. Örneğin Şekil 4'de Wo esashi takım çeliğinden yapılmış perçin başı kalıplarının içinden basınçlı su geçirilerek sertleşen kısımları dağlanmış halde görünmektedir (Şekil 4a). Bu kalıp uzun ömürlü olmuştur. Şekil 4b de ise, benzer kalıp aynı şekilde sertleştirilmesine rağmen düzensiz sertleşme bölgelerinin varlığı sebebi ile kısa ömürlü olmuştur.

Kalıplarda temperlemenin amacı artık gerilmeleri gidermektir. Bu yapılmazsa kalıp kısa sürede bozulur. Kalıplar su verildikten hemen sonra oda sıcaklığına düşmeden temperlenmelidir. Temperleme öncesi, temper sıcaklığı kalıbın her tarafına işlemelidir. Bazı dönüşümlere sonradan fırsat tanınmamalıdır. Bazen iki veya üç kez temperleme, kalıbın bozulmamasını garantiye almak içindir. Takım çelikleri içerisinde D, M, T tipi takım çelikleri, birinci temperleme sonunda martenzite dönüşebilecek önemli miktarda ostenit içerirler. Bu sebeple en azından bir kez daha temperlenmeleri gereklidir. (3).

Ostenitleme sıcaklığının etkisi

Kalıp çelikleri ostenit bölgesinde aşırı ısıtmaya karşı hassastırlar. Çünkü aşırı ısıtma, tane büyümesine, kaba martenzit oluşumuna ve önemli miktarda kalıntı ostenit birikmesine yol açar. Şekil 5'de yağda sertleştirilen O6 takım çeliği grubundan yapılmış bir zımbanın kısa süre çalıştıktan sonra ortaya çıkan çatlağı görülmektedir. İnceleme ile önce çatlaklı bölgede önce temper rengi bulunup bulunmadığına bakılmıştır. Temper renginin görülmemesi bu çatlamanın ostenit sıcaklığında yapılan su verme işleminden kaynaklanan bir çatlama olmadığı anlamına gelir. Daha sonra zımbanın içinden ve yüzeyinden sertlik ölçümleri yapılmıştır. Zımbanın sıvı azot içerisinde soğutulmasından sonra bu ölçümler tekrarlanmıştır. Soğutma sonrası sertlik artışlarının fazla olması, zımbanın önemli miktarda kaba martenzit ve karbid parçacıkları içerdiğinin delilidir (1).

Sonuç olarak, zımba ostenit bölgesinde fazla ısıtılmış, bu ısı kaba ve gevrek bir mikroyapı oluşturmuştur. İçteki yumuşak bölgeler ise kalıntı ostenit bölgeleridir. Çalışma anında oluşan gerilmeler kalıntı ostenit-kaba martenzit sınırında yo-



Şekil 5. Zimbada ostenit bölgesinde aşın ısıtma sonucu oluşan çatlak

gunlaşarak zimbabanın kırılmasına neden olmuşlardır.

Isıl İşlem Sonrası Yapılan İşlemlerden Doğan Hatalar

Taşlama

Kalıpların taşlanması sonucunda bölgesel olarak aşın ısınma ve yüksek yüzey gerilmeleri oluşur. Bu durum kalıplar için sakıncalıdır, çatlamalara neden olur. Taşlama esnasında taş sabit tutulup, metal hızlı hareket ettirilirse yanma olur. Buna "taşlama yanması" denir. Bu durum çoğu zaman renk değişimi ile belli olur. İnce cidarlı ve kör bir taşla taşlama yapmak hatalıdır. Doğan taşlama çizgilerinin, özellikle dövme ve derin çekme kalıplarında kalıp ömrünü etkilediği bilinmektedir. Özellikle yüksek C'lu, Cr'lu ve hız çelikleri taşlanmaya karşı hassastırlar. Bu malzemeler düşük alaşımli çeliklerin taşlanmasında kullanılan taşlarla da taşlanamazlar, çatlayabilirler.

EDM (Elektro Deşarj Makina)'den doğan hatalar

EDM, iletken malzemelerden elektrik akımının ısı etkisinin kontrolü olarak kullanıldığı bir talaş kaldırma makinasıdır. özellikle kalıp yapımında son talaş kaldırma işleminin EDM ile yapılması bir ihtiyaç olmuştur (2). Bu metodla parça işlenmesinin prensibi, pozitif yüklü iş parçası ile negatif yüklü takım (elektrot) arasındaki boşluktan saniyede 1000-1500000 Hz frekanslı kıvılcım boşalmasıdır. Kıvılcımlar elektrodun tam modelini verecek şekilde iş parçasını yerler.

Sertleşmiş bir çelikte EDM kullanımı sonucu, parça yüzeyinde sığ temperlenmemiş martenzitin yeniden sertleşmiş bir tabası meydana gelir. Bu ta-

bakaya "beyaz tabaka" adı verilir. EDM bu tip çeliklere uygulandığında artık gerilmelere ilave olarak yüzey gerilmeleri de oluşturur. Bu nedenle bu kalıplardaki iç gerilmeler maksimum temper sıcaklığının hemen altında temperlenerek giderilmesi gerekir. Ya da EDM yüksek frekansla çalıştırılarak hassas işlemlere beyaz tabaka kalınlığı azaltılmalıdır. Çünkü bu tabaka, kullanım esnasında ciddi çatlamalara neden olabilecek çatlaklar içerebilirler.

SONUÇ

Bu makede kastedilen saç ve plastik malzeme kalıpları, imalat aşamasında dikkat edilmeyen nedenlerden dolayı pek çok hasara neden olmaktadır. Kalı ömrünü arttıran sebepler arasında yukarıda belirttiğimiz parametreler çok önemli rol oynarlar. Kalıplarda hem dar toleransla çalışma, hem de ömrün yüksek olması isteği, çok dikkatli çalışma ile gerçekleşir.

Yazının içeriğinden de görüleceği gibi tasarımda gerilim birikmesine neden olabilecek en küçük radyüs ve benzeri olumsuzluklar çok büyük problemdir. Hem tasarım hem de uzun ömürlü bir kalıp için uygun malzeme seçmek önemli gözükmektedir. Çünkü uygun olmayan malzemede ısıl işlem sorunları çok fazla olacaktır. Uygun seçilen malzemede bile ısıl işlem kurallarına riayet etmek gerekmektedir. Ancak bu sayede kalıp hataları minimuma inebilir. Kalıp imalatı "iğne ile kuyu kazma" tabirine çok uygun olduğundan her kalıp imalatçısının kendi bütçesini düşünerek çok titiz çalışma mecburiyeti vardır.

KAYNAKÇA

1. Metals Handbook "Failure Analysis and Prevention" ASM, Vol. 10, pp 500-507, 1975.
2. J. Stanislaw, M. H. Richman, "EDM (Elektro Erozyon) ile Kalıp Yapımı", Mühendis ve Makina Dergisi, cilt 19, sayı 227, sayfa 235-239, Aralık 1975.
3. E. Selçuk, "Malzeme Seçimi ve Uygulaması" Mühendis ve Makina Dergisi sayfa 264-279, cilt 21, sayı 247, Ağustos 1977.
4. A. Tekin, "Çelik ve Isıl İşlemi" Bofors El Kitabı, K. E. Thelning 1984.
5. M. Bağcı, İ. Sezgin, F. Ercan, "Temel Kalıp Yapımı" ve "İleri Kalıp Yapımı" 1970.