



ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIMLAR

Pınar Sakoğlu, Tuğrul Özbecene

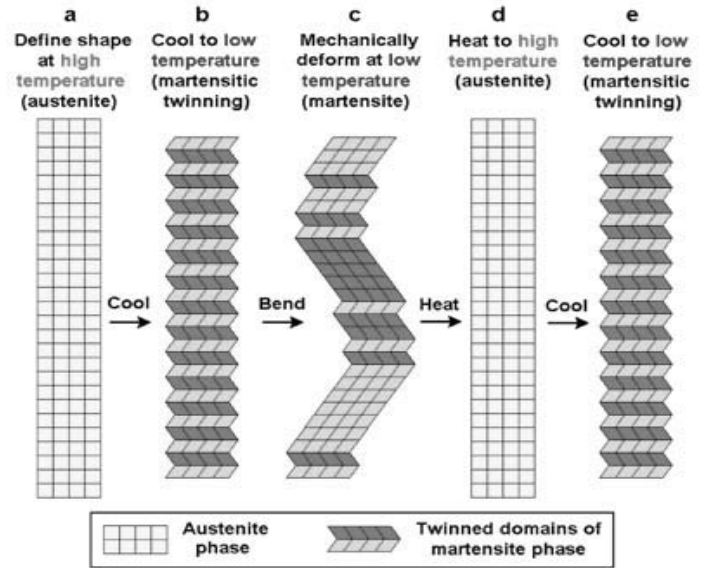
İstanbul Teknik Üniversitesi

Gerçek şekline veya boyutuna geri dönebilme yeteneğine sahip metalik malzemeler, şekil hafızalı alaşımlar olarak adlandırılırlar, şekil hafızalı alaşımlar ısı değişimlere duyarlıdır. Kritik dönüşüm sıcaklıklarının üzerinde ve altında iki farklı kristal yapıya sahip olabilirler. Düşük sıcaklıklarda rahatça deforme edilebilen malzemeler yüksek sıcaklıklarda eski hallerine dönebilirler. En çok kullanılanlar nikel-titanyum alaşımları ve bakır esaslı alaşımlardır çünkü bu alaşımlar şekil değişimi esnasında önemli büyüklükte kuvvet üretebilmektedirler. Bugün şekil hafızalı alaşımlar, eş zamanlı algılayıcılar ve eyleyiciler olarak kullanılırlar ve büyük ilgi çekerler.

Endüstride en çok kullanılan şekil hafızalı Ni-Ti alaşımları ve bakır esaslı alaşımlardır. Daha fazla ısıl karalılığa sahip olan NiTi alaşımları, korozyona karşı hassas olan bakır esaslı alaşımlarla karşılaştırıldığında mükemmel bir korozyon direncine ve çok daha yüksek sünekliğe sahiptir. Fakat bakır esaslı alaşımlar daha ucuzdur, eritmeleri daha kolaydır, daha geniş potansiyel dönüşüm sıcaklık aralığına sahiptirler. Sonuçta her iki alaşım sisteminde de kullanılacağı ortama göre gözönünde bulundurulması gereken avantaj ve dezavantajları vardır.

NiTi alaşımları ikili alaşım sistemidir. Bu tür bir bileşik, kabul edilir sınırlar içerisinde fazlardan nikel veya titanyum çözebilir ve alışlagelmiş alaşımlarla mukayese edilebilir derecede sünekliğe sahiptir. Bu aşırı çözebilme yeteneği

sayesinde alaşım sisteminin hem dönüşüm özelliklerini hem de mekanik özelliklerini istenilen tarzda değiştirmek için diğer elementler katılabilir. Yaklaşık %1 oranında nikel ilavesi bile alaşım sisteminin özelliklerini etkiler. Oksijen ve karbon gibi safsızlıkların, dönüşüm sıcaklığını değiştirdiği ve mekanik özellikleri zayıflattığı için bünyede bulunması istenmez.



Bakır esaslı alaşımlar, CuZnAl ve CuAlNi alaşımlar şeklinde üçlü alaşımlar olabileceği gibi ayrıca manganezde içeren dördü modifikasyonunda mümkündür. Bor, seryum, kobalt, demir, titanyum, vanadyum ve zirkonyum gibi elementler ince taneli yapı elde etmek için bünyeye eklenir. Ayrıca mangan hem CuZnAl, hem de CuAlNi alaşımların dönüşüm sıcaklıklarını

düşürür ve yüksek alüminyum içerikli alaşımların ötektoid noktasını değiştirir. Daha iyi süneklilik için alüminyumun yerine katılır. Uzun süreli ısıtma çinko buharlaşmasına ve tane büyümesine neden olduğundan kaçınılmalıdır. Su verme sertleştirme işlemi olarak kullanılır. Açık havada soğutma işlemi bazı yüksek alüminyum içerikli CuZnAl ve CuAlNi alaşımları için yeterli olabilir. Sadece soğutulmuş parçalarda dönüşüm sıcaklıkları genellikle kararsız olduğundan dönüşüm sıcaklıklarını kararlı hale getirmek için Af sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda soğutma sonrası yaşlandırma yapılmalıdır. Bakır esaslı alaşımların ısıl kararlılığı ayrışım kinetikleri ile sınırlıdır. Bu nedenle CuZnAl ve CuAlNi alaşımların sırasıyla 150~200°C üzerindeki sıcaklıklarda uzun süreli maruz bırakılmamasından kaçınılmalıdır. Daha düşük sıcaklıklarda yaşlandırma, dönüşüm sıcaklıklarını değiştirir. Beta fazında yaşlandırma durumunda da benzer sonuçlar doğar. Martenzitik halde yaşlandırılmış alaşımlar yaşlanma kaynaklı martenzit stabilizasyon etkisi gösterir. CuAlNi alaşımları yüksek sıcaklıklarda CuZnAl alaşımlarından daha kararlıdır. Bu yüzden dönüşüm sıcaklıklarının sıkı kontrolünün istenildiği farklı sıcaklık uygulamalarında bu faktörleri dikkate almak gerekir.

ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIMLARIN KULLANIM ALANLARI

Genelde şekil hafızalı alaşım elemanı, martenzitik durumdayken deforme edildiğinde serbest enerjiye sahip olur ve ısıtıldığı zaman bünyesinde bulundurduğu bu serbest enerjiyi kullanarak minimum iş yaptığı önceki şekline geri döner. Bu fonksiyonel davranıştan yararlanılarak biyomedikal uygulamalarda kullanılan damarlar içindeki kan pıhtılarını yakalayan bir filtre geliştirilmiştir. NiTi alaşımlı telden yapılmış çapa şeklindeki filtre damar içine sokulmadan önce düz bir tel haline getirilir. Damar içine yerleştirildikten sonra tel, vücut ısısı ile harekete geçerek filtre fonksiyonu sağlayacak orijinal şekline döner ve toplardamarın içinden geçmekte olan pıhtıları tutar. Çapları, malzeme martenzitik fazda iken genişletilir, montajı yapılır ve daha sonra ısıtılarak ostenit faza getirilir. Böylece çap yeniden daralır eski bo-

yutuna dönmeğe çalışır ve sıkı bir şekilde metal tüpe montelenir. Metal tüp kaplinin orijinal çapına dönmesini engeller ve yaratılan gerilme sayesinde kaynak işlemi ile elde edilen bir bağlantıya eşdeğer üstün bir birleşme sağlanmış olur.



Ortamın sıcaklığına göre gömleğin kollarının uzunluğu, hafızalı alaşımlar sayesinde değişebiliyor.

Bazı uygulamalarda şekil hafızalı eleman, düşünülen hareket sınırları çerçevesinde güç üretmek amacıyla tasarlanır. Elektrikle çalışan sistemde şekil hafızalı eyleyici, rabita ısındığında bir yayı açmak için kuvvet yaratmak amaçlı kullanılır. Aynı prensibe dayanarak, CuAlZn şekil hafızalı alaşımların bu alanda birçok uygulamaları mevcuttur. Yine bunlardan biri, yangın durumunda yanıcı ve zehirli gazların çıkışını kapatacak şekilde dizayn edilmiştir. CuZnAl eyleyicilerden oluşan yangın güvenlik valfleridir. Dönüşümün belirli bir sıcaklık aralığında meydana gelmesinden yararlanarak seçilen belirli bir geri kazanım miktarıyla kesin bir mekanizma hareketi sağlamak için şekilsel geri kazanımın bir kısmı kullanılabilir. Bunu sağlayan düzenek, bir valfi istenilen miktarda kapatmayı veya açmayı sağlayan bir tertibattır.



Şekil hafızalı alaşımdan yapılmış yay sıcaklığa duyarlı olduğundan boyutlarını değiştirerek çıkış akışkanının sıcaklığı ayarlar. Alaşımın duyarlı olması istenilen sıcaklık değeri manuel ayarlanır.

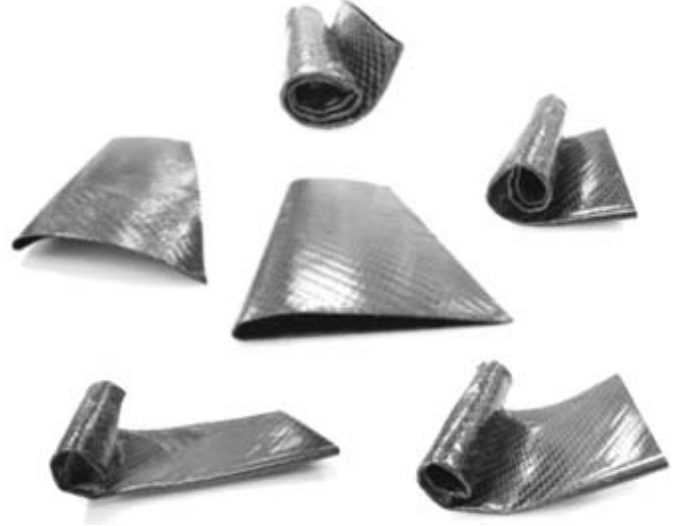
Şekil hafızalı alaşımların sahip oldukları elastik ya da süperelastik özelliklerinden faydalanılarak tasarlanmış ve piyasaya sürülmüş birçok ürün vardır. Çok büyük deformasyonları dahi absorbe ederek zarar görmeyen süperelastik NiTi alaşımdan imal edilmiş gözlük çerçeveleri üretilmektedir. Canlının vücudundaki damarlara yerleştirilen NiTi kılavuz tellerden ibaret kontrol edilebilir kateterler yapılmıştır. Ayrıca dişlere geniş bir hareket imkanı sağlayan ve yıllardır kullanılan ortodontik düzeltme işlevli kavisli teller şeklinde NiTi ürünler vardır.

NiTi alaşımlar, korozyona karşı son derece dayanıklı olup mükemmel bir biyouyumluluk gösterirler bu nedenle sahip oldukları üstün özellikler sayesinde özellikle biyomedikal uygulamalarda geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Ayrıca havacılık alanında mevcut klasik sistemlerle aşılamaayan birçok problemin geliştirilmekte olan akıllı malzemelerin maliyet ve ağırlık açısından kullanılabilir hale gelmesiyle çözüleceği düşünülmektedir. Akıllı malzemelerin ilk etapta kullanılması planlanan yer kontrol yüzeyleridir. Mevcut menteşeli sistemin yerine şekil hafızalı alaşımlar kullanılarak menteşesiz, kanadın devamı olarak gelen kontrol yüzeyleri geliştirilmektedir. Bu sayede uçağın hava direnci düşürülerek performans artışı sağlanacaktır. Bunun bir sonraki adımı ise tümüyle akıllı malzeme kullanılarak yapılmış kanatlar olacaktır. Bu sayede uçağın uçuş şartlarına göre aerodinamik kayıpları minimize ederek en verimli kanat profiliyle uçması mümkün olacaktır. Uçaklarda ve helikopterlerde rotor titreşimi, gürültü ve verim kaybı gibi sıkıntılar şekil hafızalı malzemelerin kullanımı ile engellenebilecektir.

Sonuç olarak, yaşamımızda şekil hafızalı alaşım kullanılarak üretilmiş birçok ürün olmasına karşın bu alaşımların gelecekte hayatımızda

ne derece yer alacağını önceden söylemek zordur. Çünkü bu tip alaşımların fiyatı şu an için oldukça yüksek değerlerdedir. Fakat kulla-



nım alanlarının artmasıyla maliyetleri de git-tikçe azalmaktadır. Nitelikli alaşımların özelliklerini geliştirmek için çeşitli üçlü alaşım sistemleri üzerinde çalışmalar halen yapılmaktadır. Son zamanlarda demir esaslı şekil hafızalı alaşımlar üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu tip alaşımlarda görülen uzun aralıkta düzenlenen termoelastik martenzitik dönüşüm şekil hafıza etkisi için gerekli koşulları sağlamaktadır. Bu tip alaşımlar henüz ticari bir potansiyele sahip değildirler. Fakat yeni ve istenilen özellikleri karşılayabilen şekil hafızalı alaşımlar ile ilgili bilimsel araştırmalar devam etmekte olup bu araştırmaların çoğu beta-Ti alaşımları ve Fe-esaslı alaşımları kapsamaktadır.

Derlenen Siteler

http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2003/haziran/makale_sekil_hafi.htm

http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2003/mart/yeni_urun.htm