

HATIRLAYAN METALLER

Sıcaklığın değişimi ile şekillerini
değiştiren alaşımların yapılması.

James Hansen

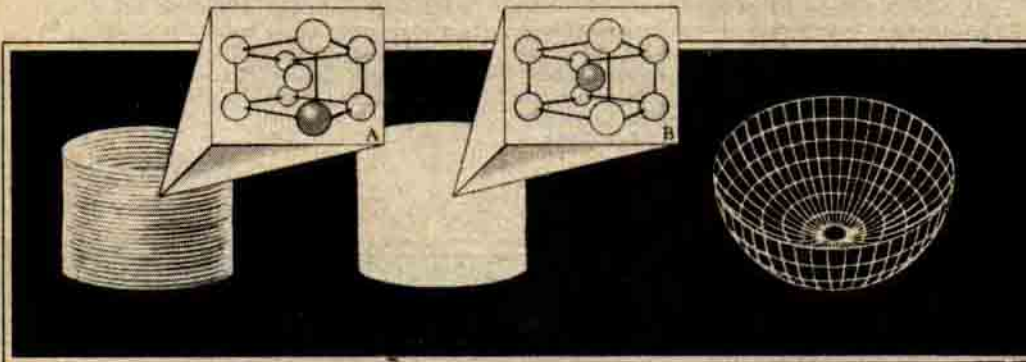
Tunç Devrinden beri insanlar, metalin, bükme, kalıplama, dövme ve ısıtma ile şeklinin değiştirilmesine olanak sağlayan üstün özelliklerinden yararlandılar. Şimdi metalurjistler, bir adım daha ileri giderek, bir simyacıyı kuskandırabilecek metalik karışımlar (alaşımlar) elde ettiler. Bu alaşımlar, yalnızca sıcaklıktaki bir değişim sonucu, birbirini izleyen, tümüyle farklı ve kararlı iki şekil olarak, biçimlerini değiştirmektedirler. Bunun da ötesinde inanılmaz bir şekilde, bu alaşımların çoğu, önceki şekillerini "hatırlı-yabilmekte" ve uygun bir ısıtma veya soğutma ile eski şekillerine (boyutlarına) dönebilmektedirler.

Hafızalı metallar diye adlandırılan bu alaşımlardan yapılmış malzemeler, şekillendirilir, tavlânır ve soğutulur. Sonra, başka bir şekle bükülür veya preslenirler. Fakat ısıtıldıklarında, yine eski şekillerine dönerler. Soğutulduklarında da, yeniden yeni şekillerine dönerler. Bu döngü, alaşımın kritik sıcaklık aralığı aşılmadıkça, sonsuz devam eder.

Bir süre önce geliştirilen alaşımlardan bazıları, bu beceriyi oda sıcaklığında veya yaklaşık sıcaklıklarda gösterebilmektedir. Bu durum, şartıcı teknik sonuçlara olanak sağlayan bir dizi uygulamaların başlamasına yol açmıştır. İlk hafızalı metal alaşımı, Nitinol, yaklaşık on yıl önce kullanıma hazır duruma getirilmiştir. Bu kısa süre içerisinde Nitinol,

bir çok kullanım alanları bulmakla kalmayıp, bu kullanım alanlarının daha da artması umudunu yaratmıştır. Bank motoru-güneş ısısını kullanarak Nitinol telin şeklini değiştirerek güç üreten cihaz- belki de en gelişmiş olanıdır. Bir kan pıhtısının gidişini önleyici süzgeçler ve kalp pompaları gibi hayat kurtarıcı cihazların dizaynı, bu alaşımın biotıp-daki uygulamalarına örneklerdir. Endüstride, benzer alaşımlar kaplin olarak, birbirleriyle bağlantısı zor olan parçaların birleştirilmesinde kullanılmaktadır. İşçi tasarrufu sağlayan termostat şalterler, pencere açıcılar ve otomotiv parçaları bu alaşımların hayret verici, bir şekilden diğer bir şekle girme özelliklerinden oluşmuşlardır.

Şekil değiştirme yeteneği, metallerde yeni bir durum değildir. Bazı metallar, martensit diye adlandırılan özel bir kristal yapısı gösterirler. Bu yapı, belirli bir alaşımın yüksek bir sıcaklığa ısıtılıp, sonradan hızla soğutulmasıyla ortaya çıkar. Bu metal alaşımından çoğu, örneğin çelik, ortaya çıkan bu kristal düzenini sürekli olarak korur. Yeni alaşımlar ise, bir kristal düzleminin diğeri üzerinde kayması nedeniyle, daha fazla elastik değişmeye uğrarlar. Bu alaşımlar yeniden ısıtıldıklarında, iç kristal düzlemleri ilk durumlarına geri döner. Metallerin birleşme oranlarına bağlı olarak, sıcaklıktaki değişimi önceden ayarlamakla, tam bir şekil değişimi-



nin oluşması sağlanabilir.

Şekil-hafıza olayı ilk kez 1938 de, bir bakır ve çinko alaşımı olan adı princiğe ortaya konuldu. Bu princiğe alaşımı-150 ° C'da şekil değiştirmekteydi ve bu özellik yıllar boyu teknik bir gariplik olarak benimsendi. 1960'ların başında Amerika Birleşik Devletleri, Deniz Kuvvetleri Mühimmat Laboratuvarında çalışan William Buekler, Nitinol diye adlandırılan ve şekil-hafıza olayını inanılmaz bir şekilde gösteren, Nikel-Titanyum alaşımını geliştirdi.

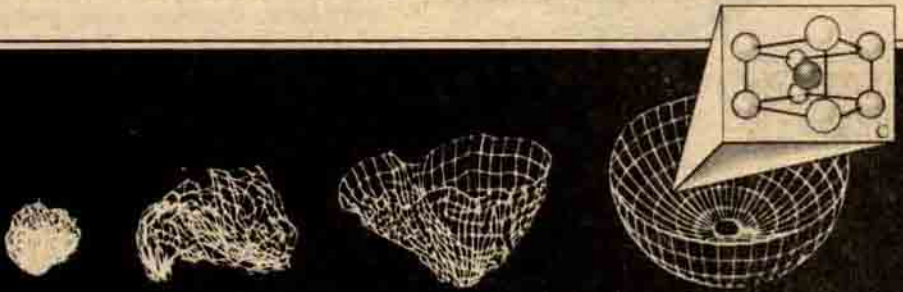
Bir biyotip aleti Nitinolun çalışma tarzını mükemmel basitlikte göstermektedir. 1971 yılında patenti alınmış olan bu spiral doğum kontrol aleti düzgün bir tel olarak kolay ve acı yaratmadan yerleştirilecek şekilde dizayn edilmiştir. Vücut sıcaklığı teli ısıttığında, tel rahim içinde spiral şekline kıvrılmaktadır. Ne yazık ki, bu aletin daha fazla geliştirilmesi uygun bir Nitinol alaşımını ortaya çıkarmak için yapılan harcamalar nedeniyle ertelenmiştir.

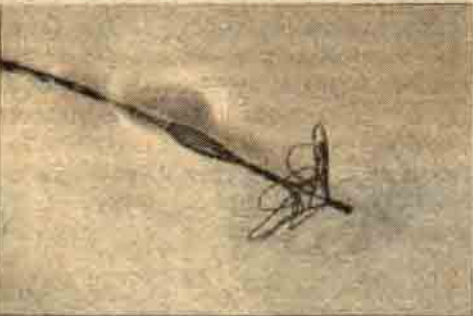
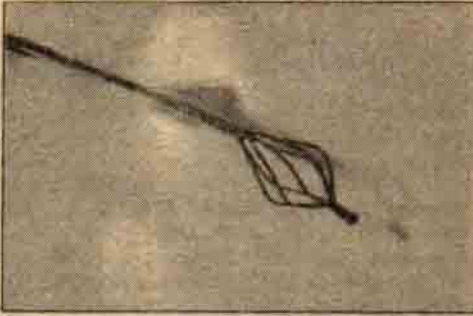
Alaşımın gerçek bileşimine bağlı olarak Nitinol, şekil - hafıza özelliğini - 237 ile 100 ° C arasında gösterir. Örneğin, % 50 Ni, % 50 Ti karışımı, şekil değişimini, alçak sıcaklık 112 ° C ve yüksek sıcaklık 126 ° C da gösterecek bir alaşımı meydana getirecektir. Nikel miktarındaki artış bu iki dönüşüm sıcaklık noktalarını düşürecektir.

İstenilen alaşımın doğru oranını bulmak, zaman harcıyıcı ve pahalı bir işlemdir. Alaşım, biyotip uygulamaları için yapıldığında özellikle güçlüklükler oluşmaktadır. Çünkü, biyolojik yerleştirmede şekil değişimi için yüksek sıcaklık, vücut sıcaklığı olmalı ve yerleştirme sırasında fiziksel bir rahatsızlığa veya zarara yol açacağından, düşük sıcaklık çok alt düzeyde olmalıdır.

Boston Beth İsrail Hastanesinde ve Harvard Tıp Okulunda çalışan Morris Simon, sağlık hizmetinde, Nitinolun şekil-hafıza yeteneğinin başarıyla uygulanabileceğini gösterdi. Kan dolaşım sisteminde hareket eden kan pıhtılarının, kalbe veya akciğere ulaştıklarında büyük rahatsızlıklara hatta ölüme yol açtığı, bilinen bir durumdur. Bu pıhtılaşmaları önleyici ilaçlar bulunmakla birlikte, iç kanamaya maruz bir çok hastalarda, kullanılmamaktadır. Simonun buluşu, ince Nitinol tellerden yapılmış bir süzgeci filtre olarak kalbe veya akciğerlere giden damar içerisine yerleştirilip, pıhtının bu organlara gitmesini önlemektir. Aletin akan kan içerisinde bir sonda vasıtasıyla yerleştirilmesi, Nitinol kullanımını için bir nedendir. Alaşım vücut sıcaklığına ulaştığında, tel ilk şeklini hatırlamakta ve damar içinde süzgeç şekline dönüşmektedir. Diğer tip damar süzgeç aygıtları, cerrahi yerleştirilmeleri, gerektirirler. Fakat Nitinoldan yapılmış süzgeçlerin yerleştirilmeleri Simona göre kolay bir incelemeden sonraki tанда, hemen uygulanabilir.

Bir uzay anteninin iç yapısal durumu, sıcaklığın, şekil-hafıza olayı üzerindeki rolünü göstermektedir. Nitinol teli ısıtılır ve sonra soğutulur. Tel kısa boylarda kesilir ve anten yapmak için kaynak edilir. Anten sıkıştırılıp ezilir ve ısıtma ile ilk şekline tekrar geri döner. İçteki şekiller kristal yapısındaki değişiklikleri göstermektedir. A şeklinde, atomların kristal içerisinde rastgele yayıldığı, yüksek sıcaklıktaki düzensiz atomik dağılım görülmektedir. B şeklinde atomların istenilen yerleri aldığı, soğutma durumundaki düzenli dağılım izlenmektedir. Kritik düşük sıcaklıktaki, karmaşık martensit yapısı şeklinde gösterilmemiştir. Bu düşük sıcaklıkta tutulan madde, şekillendirilir ve ezilir. Tekrar ısıtıldığında, kristaller, kararlı bir kübik düzenlemeye geri giderler.





İnce Nitinol telinden yapılmış bu küçük filtre, kandaki pıhtıları tutmak için kalbe veya akciğerlere giden damarın içine yerleştirilmektedir. Tümüyle düz olan tel bir sonda aracılığıyla damarın içine sokulmakta ve vücut sıcaklığı telli ısıtıldığında, daha önceki şekli olan samsiye biçiminde açılmaktadır.

Bu teknik, insanlar üzerinde henüz uygulanmadıysa da köpekler üzerinde yapılan çalışmalar oldukça başarılı ve ümit vericidir. Simonun böyle bir aleti taktığı köpek, beş yıl yaşamış ve operasyondan sonra da iki defa doğum yapmıştır. Nitinol aletlerinin insanlara yerleştirilmeleri, ABD Gıda ve İlaç İdaresinin, alaşımın insanlara uygunluğu üzerindeki kararına kadar gecikecektir.

Nitinol diğer birçok biotip uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu alaşımdan yapılmış plakalar ve kısıkaçlar takma kol ve bacak eklemlerinin birleştirilmesinde, kötü bir şekilde kırılmış kemiklerin takviyesinde ve çarpılmış omurilik düzeltimine yardımcı kullanılabilir. Bu alaşımdan yapılmış alet soğuk iken yerleştirilmekte ve vücut ısı ile yeterli derecede ısınıp şekil değiştirmektedir. New York State Üniversitesinde çalışan Philip Seuwyer, sol kalp karıncığının işlevini gören, büzülme kaslarında Nitinol kullanan bir yapay kalbin patentini almıştır. Nitinol aynı zamanda bir çok yararlı endüstriyel uygulamaların başarılmasında da kullanılmıştır. İlk kullanım yerlerinden biri F-14 Jet uçaklarındaki yüksek basınç hidrolik boruları için özel bir kaplin idi. Bu borular, bağlantı yapmak için standart kaynak tekniklerinin kullanımına izin vermeyecek şekilde, uçağın alüminyum gövdesine çok yakın bulunmaktaydılar.

Şu anda, Nitinol işlenmesi zor ve oldukça pahalıdır. Özel uygulamalar haricinde kullanılamamaktadır. Son zamanlarda geliştirilen, hafıza özelliğine sahip pirinç alaşımları, Nitinolden daha ucuz, işlenmesi ve seri üretimi daha da kolaydır. Bu alaşım, şimdiden geniş bir uygulama potansiyeline sahip bulunmaktadır.

Şekil-hafıza özelliğine sahip pirinç, Leuven'deki Katholieke Üniversitesi, Belçikadaki Proteus Metal Kurumu, İngilteredeki Delta Metal Firması ve Fulmer Araştırma Enstitüsü, Amerika'da Fulmer ile ortaklaşa çalışan Raychem Firmasında yapılan çalışmalarla geliştirilmiştir. Bu alaşım, bakır, çinko, alüminyum ve bazı bilinmeyen metalik iz elementlerinden oluşmuştur. - 64 ° C ile 100 ° C arasında bir yerde şekil değiştirme sıcaklığını vererek, bileşim kullanılır.

A.B.D.,de Raycham, küçük boruları ve tüpleri birbirine bağlamak için, şekil- hafıza

Genç bir araştırmacının ilginç başarısı :

EVDE YAPILAN MOTOR

Nitinol'ü eline almadan çok önce, 17 yaşındaki Davit Mitzi, bu ilginç alaşımın kullandığı bir motorun tasarımını için boş zamanlarından 1000 saat harcamıştı.

Hurdalıktan topladığı parçalarla evinin bodrumunda gerçekleştirdiği ilk uygulamaların başarısızlıklarından sonra, sürekli onarım ve düzeltmelerle, motorunu çalıştırdığı geçen kışa kadar ikinci bir 1000 saat daha geçti.

Sonuçta, ilginç Nitinol ısı motorunun yarattığı başarı genç araştırmacıya büyük bir tanınma olanağı sağladı. Mitzi, ABD'deki çeşitli kuruluşlardan bilim adamları ve diğer genç araştırmacılarla görüşmek üzere Hawai, Tokyo ve Londra gezilerinin dışında çeşitli ödüller kazandı.

Genç araştırmacı, şekil-hafıza alaşımları hakkında bir yazıyı okuduktan sonra, liseyi bitirmeden bir yıl önce nitinol motorunu yapmayı tasarladı. Mitzi'nin motorunda, nitinol teller tıpkı bir tekerleğin parmakları gibi, bir göbekten dışarıya doğru yayılmış, uzayabilen kollarından aşağı doğru sarkmış olarak kullanılmaktadır. Nitinol kolların uzamasını özel bir buluş olan küçük kaldıraçlar sağlamaktadır. Teller oval bir tankin çevresinde sıra ile sıcak ve soğuk suya dalmaktadır. Sıcak su ile temasta, teller doğrulmakta ve kaldıraçta bir güç yaratarak, uzayabilen kolların dışarıya doğru açılmasına neden ol-



maktadır. Uçlarında küçük roletler olan kollar, tankin yan yüzeylerine baskı yaparak tekerleği tankin çevresine itmektedir. Tankin daraldığı, iki 1/4 lük kısımında soğuk su bulunmakta ve nitinol teller, dönüp suyun içine girdiğinde tekrar kıvrılmaktadırlar.

Bir öğretmenin kendinde uyandırdığı bilimsel uğraşları sürdürülecek olan Davit Mitzi, yeni bir nitinol motorunu da tasarlamaktadır. Genç araştırmacı, bu yıl girdiği Princeton Üniversitesi'nde fizik ve mühendislik öğrenimi görecek.

özelliğine sahip pirinç manşonları yaptı. Bir Propan alevi ısı altında, bu manşonlar, çekilerek, bir boru kadar güçlü sızdırmaz bağlantılar oluşturmaktadır.

İngiltere'de, Delta, diğer bir şekil-hafıza özelliğine sahip pirinç üreticisi, sıcaklık kontrol uygulamalarında kullanılmak üzere, bu tip pirinçten yapılmış, yay şeklinde tellerin büyük çapta üretimini üzerine almıştır. İlk bakıldığında, bir yay öyle ilginç görünmemektedir. Deltanın yaptığı da, başkasının yaptığından daha farklı değildir. Fakat bunlar, bazı zekice şeyler yapabilecek özelliktedirler. Şimdiki uygulaması, seralarda kullanılan bir donanımı içermektedir. Bu cihaz, hava sıcaklığına göre otomatik olarak sera pencerelerini açıp, kapatabilmektedir.

Diğeri, elektriksel anahtar sistemi kullanmadan, bağımsız sıcak su ısıtılmalı radyatörlerin kontrolünü yapan termostatik valflerdir. Bu yaylar aynı zamanda araba motorlarının radyatörlerini soğutmak için ısıya duyarlı, kavramalı pervanelerin çalıştırılmasında da kullanılmaktadır. Bu durum, bir galonda 1,5 millik yakıtın tasarrufunu sağlayabilmektedir.

Bu pirinç alaşımındaki şekil-hafıza özelliği çok kuvvetli olduğundan, bütün bu uygulamaların hepsi tümüyle olasıdır. Şekil-hafıza özelliğindeki pirinç, dışardan bir yardım olmaksızın normal bir radyatörün valfini kapatabilecek kadar yeterli güçtedir.

Şekil-hafıza özelliği gösteren metallerin ısıdaki farklılıkları fiziksel kuvvete dönüdü-

MARSTAKI BUZ AKINTILARI

Viking uzayaracı Mars'ın ekvator bölgesinde çapraz, boş uzun kanalları varlığını ortaya koyduğu zaman, jeologlar bu olukların çok büyük tufanlar sonucu ortaya çıktığını sandılar. Arazi Washington Eyaleti'nin sel baskınlarıyla oluşan yer kabuğuna benziyordu. Fakat şimdi Mars'dan alınan resimler yeryüzünün uydulardan çekilen fotoğraflarıyla karşılaştırıldı. Birçok jeolog, sel sularının, bazıları 100 mil genişliğinde ve bir mil derinliğinde böylesine muazzam izler bırakamayacağından kuşkuландılar.

Jeologların yeni bir teorileri var: eski Mars buzulları,



Jeologlara göre Mars'ın ekvatoruna çapraz uzun kanallar buzullar tarafından oyuldu.

Arizona'daki V.S. Geological Survey'den Baerbel K. Lucchita ve iki mesektaşı, kanalların Alaska, Kanada ve Antartika'da olduğu gibi, hareket eden buzullar tarafından oyulduğunu söylüyorlar. Diğer bilim

adamları Mars kutuplarındaki buz tabakalarının yerlerinde donduğunu ileri sürüyorlar ama Lucchita geçmişteki iklim koşullarının, buzulların ekvatora paralel hareketine neden olduğuna inanıyor.



Şekil-hafıza özelliğindeki pirinçten yapılmış bu ısı motoru modeli, su pompalayabilmektedir. Güneş veya bir ısı kaynağından alınan ısı, kanatların şeklini değiştirerek, krank milinin hareketini sağlamaktadır.

bildiklerinden, aynı zamanda bir enerji kaynağı olarak kullanılabilinmeleri, bu yeteneğin iş yapabileceğini de ortaya koymaktadır. İlk şekil-hafıza ısı motoru düşüncesi, 1968 yılında ABD'de, Nitinolun bulucusu William Buehler ve David Goldstein tarafından patentlendi. Ridgeway Banks, 1970 li yıllarda Lawrence Livermore Laboratuvarında böyle bir motoru yaptı. Ucuz şekil-hafıza özellikli pirinçlerdeki son gelişmeler, ekonomik açıdan da böyle bir cihazın yapılabileceğini göstermiştir. Delta firması, bir pirinç alaşım ısı motorunun yapımına başlamış bulunmaktadır.

Böyle bir cihazın teorik verimliliği düşüktür. Katholieke Üniversitesinde bir araştırmacı, bunun sadece % 4-5 olduğunu hesaplamıştır. Fakat bu makinenin çekiciliği, sadece bir kaç derecelik sıcaklık farklılığı ile çalışabilmesidir. Bu cihazın, güç santralleri tarafından atık ısı olarak atılan, sıcak sularındaki ısı enerjisinin tekrar kazanılmasında kullanılmasına öne sürülmüştür.

Mekanik ve bilimsel harikalarla dolu olan bir dünyada, hafızalı metal olağan bir şey olarak görünebilir. Fakat, kusursuz metalleri gerektiren ideallik düzeyi, metalurjinin çalışmasını özendirilmekte ve çok karmaşık elektrik ve mekanik çözümler için gerekli olan isteklere, şimdiden kolayca ulaşma olanağını yaratmaktadır.

Science 81'den
Çeviren: Feridun Görgülü