

Minnesmetaller

Art.nr: 73002

Varning!

Om minnesmetallerna hanteras felaktigt kan de förstöras.
Läs förslagen till experiment innan du testar metallerna.

Värma minnesmetallerna

För att värma metallerna kan man t.ex. doppa dem i hett vatten. Ska man visa experimenten för en stor elevgrupp, är det en fördel att ställa vattenskålarna på overheaden och projicera försöken på en duk.

Det går även att värma metallerna med en varmluftspistol. Använd t.ex. en degeltång för att hålla materielen.

Alltför höga temperaturer kan förstöra minnet hos metallerna.

Fjäder med envägsminne

5 mm diameter x 20 mm

Fjädern är gjord av en nickel-titanlegering och den kommer ihåg sitt inställda utseende.

Fjädern kan dras ut till ca 150 mm längd. Den behåller detta utseende tills den värms till 70°C. Vid denna temperatur drar den ihop sig igen med en kraft av cirka 5 N.

Testa fjäderns kraft genom att dra ut den och häng en vikt i ena änden. Värm sedan fjädern och se om den orkar lyfta upp vikten.

Den här fjädern kan man även värma genom att skicka ström igenom den med hjälp av 2 AA-batterier. OBS. Fjädern har låg resistans och drar snabbt ur batteriet.



Fjäder med tvåvägsminne

10 mm diameter

Denna fjäder är tillverkad av koppar-zink-aluminiumlegering och kommer ihåg att öppna sig vid 90 °C och att sedan dra ihop sig igen när den kyls. Doppa fjädern i hett vatten och den öppnar sig sekundsnabbt. Lika snabbt stänger den sig när den doppas i kallt vatten.



Minnestråd

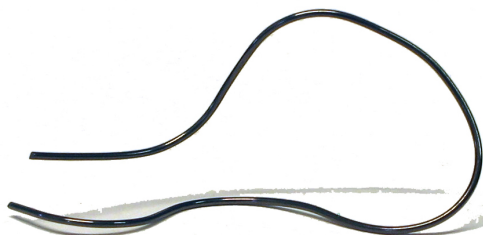
Vid leverans minns tråden att den ska vara absolut rak. Böj den i olika former. När tråden värms (90 °C) blir den snabbt rak igen.

Tråden kan tränas att komma ihåg nya former. Den böjda tråden låses i sin position och placeras sedan i 500 °C under fem minuter.

En enkel demonstration av principen kan göras med hjälp av ett stearinljus. Böj tråden exempelvis till ett "L".

Håll den stadigt i position och värm den över ett brinnande ljus. När spänningen upphör har tråden lagt in den nya formen i sitt minne. Låt svalna.

Forma om tråden igen. Vad händer om du nu håller ned tråden i det heta vattnet?



Användning av minnesmetaller

- Värmestyrda reglerdon av minnesmetall finns för t.ex. växthus och brödrostar. Sådana används också som överhettningsskydd i olika elektriska apparater.
- Inom industrin finns värmestyrda regulatorer och detektorer för många syften. Exempel på sådana är vätskeventiler och ventilationsanordningar.
- Vid titthålskirurgi använder man redskap av minnesmetall. Redskapet trycks ihop och förs in i kroppen genom "titthålet". När det värms av kroppsvärmen vecklar det ut sig till avsedd form. För att få ut redskapet igen har man antingen ett rör i titthålet och drar ut redskapet med våld eller någon anordning, som kyler ner redskapet, så att det återtar sin krympta form.
- Då någon fått brott i småben t.ex. i handen är det svårt att fixera brottet med traditionella metoder. Man har då tagit fram en liten märkla vars ändar sätts ner i borrarade hål på vardera sidan av brottet. Märklan har dragits i sär i kallt tillstånd, och när den värms upp av kroppsvärmen krymper den igen och drar ihop brottytorna.
- Paraboliska radioantennerna på satelliter tillverkas av tråd av minnesmetall med envägsminne. Antennen knyckas ihop i kallt tillstånd, för att ta liten plats under uppskjutningen. När satelliten är på plats i banan värms antennen upp och vecklar då ut sig till sin korrekta form.
- Minnesmetaller, vars återgående rörelse hindras, utvecklar mycket stor kraft. Stavar av minnesmetall, som utvidgar sig vid uppvärmning, används för att spräcka berg, då vanlig dynamit inte är lämplig att använda.
- För att snabbt koppla rör används muffar av minnesmetall, som krymper då den värms upp. Muffarna förvaras i flytande kväve i utvidgat tillstånd. När de trätts på rören värms de upp av omgivningen och återgår till sitt krympta tillstånd. Kraften blir så stor att kopplingen blir absolut tät utan att några tätningssringar behövs.
- I konstruktioner där man inte kommer åt att nita på baksidan kan man använda nitar, som är kluvna på längden. Niten är utvikt i varmt tillstånd, men rak i kallt. Niten placeras i sitt hål i kallt tillstånd. När den blir varm viker den ut sig själv på baksidan och fäster med stor kraft.
- Även värmemotorer har utvecklats, men de används för närvarande inte så mycket, eftersom de oftast inte är ekonomiskt konkurrenskraftiga.
- Det har forskats på att använda minnesmetaller för att hjälpa hjärtmuskeln att pumpa runt blodet i kroppen.
- Blodkärlsutvidgning – en nättub kyls och förs in i ådern – av kroppstemperaturen sväller den och vidgar blodkärlet.
- Vingklaffar på flygplan kan ändra form på beställning.
- Textilier med invävda minnestrådar ändrar form och storlek när de värms till kroppstemperatur.

Hur fungerar minnesmetaller?

Sammanfattning:

Minnesmetallerna är legeringar. Vanliga legeringar är Ni-Ti, Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni och Fe-Mn-Si.

Minnesmetallerna har två olika kristallstrukturer. När temperaturen eller belastningen ändras kan de byta kristallstruktur. Om en deformation inte är för stor, är det energimässigt fördelaktigt för metallen att återgå till exakt samma form, som den tidigare haft, när den byter kristallstruktur. På så sätt "minns" metallen sitt tidigare utseende.

Beroende på legering, temperaturbehandling, kallbearbetning m.m. kan transformationstemperaturen fastläggas med en precision av 2-3 grader inom ett intervall av -150 °C till +700 °C

Utförligare beskrivning:

För att beskriva minnesmetallernas två kristallstrukturer används de från stål välkända beteckningarna martensit och austenit.

Karaktäristiskt för en fastransformation från austenit till martensit är att

- den kubiska austenitkristallen transformeras till linsformade eller plattliknande regioner.
- atomer inte behöver diffundera långa sträckor i kristallen när fasbytet sker. Vid transformationen omarrangeras atomerna i stället samtidigt till en ny kristallstruktur.
- den strukturella förändringen innebär att enhetscellen ändrar form och storlek, och att den makroskopiska formen ändras.

Det är i första hand temperaturen, som avgör vilken kristallstruktur, som är energimässigt fördelaktigast. Om man kylv en legering i austenitfas börjar den vid en viss temperatur, T_m , spontant att omvandlas till martensit. Under ytterligare avkylning fortsätter omvandlingen tills den vid en annan, lägre temperatur är fullbordad.

Om man värmer martensiten börjar den vid en viss temperatur, T_a , övergå till austenit. ($T_a > T_m$). Under ytterligare uppvärmning fortsätter omvandlingen till austenit, tills den vid en viss temperatur är fullbordad.

Envägsminne: När minnesmetallen kyls ner så bildas ett 20-tal varianter av martensit med olika orientering. Om man deformerar metallen vid en låg temperatur så växer vissa varianter på bekostnad av andra. Till sist återstår endast den, som möjliggör störst töjning. När denna martensitkristall värms upp, finns det endast en möjlig återgång till austenit. Metallen "minns" därför sin ursprungliga form.

Tvåvägsminne: Vissa minnesmetaller kan "tränas" så att endast en bestämd variant av martensit bildas, när temperaturen sänks. "Träningen" kan innefatta både mekaniska påfrestningar och värmebehandlingar. Eftersom endast en martensitvariant bildas "minns" dessa legeringar även sin form i kallt tillstånd.

De får då två minneslägen - martensitfasen vid låg temperatur och austenitfasen vid hög temperatur.