

TERMOELASTICKÁ MARTENZITICKÁ PREMENA

V. Girman

*Katedra fyziky kondenzovaných látok, UPJŠ, Košice
vladimir.girman@upjs.sk*

Abstrakt

Cieľom tohto príspevku je vysvetliť podstatu termoelastickej martenzitickej premeny. Vzhľadom na orientáciu stránky www.materialing.whian.net predovšetkým na študenta je tento výklad maximálne zjednodušený. V skutočnosti je problematika termoelastickej martenzitickej premeny veľmi zložitá a vyžaduje pokročilé znalosti z fyziky tuhých látok.

1. Úvod

Tento typ martenzitickej premeny sa uplatňuje v zliatinách s tvarovou pamäťou a je nutnou podmienkou pre existenciu samotného pamäťového efektu. Jej najzákladnejšou črtou je kryštalografická vratnosť, čo danej zliatine teda poskytuje pamäťový efekt.

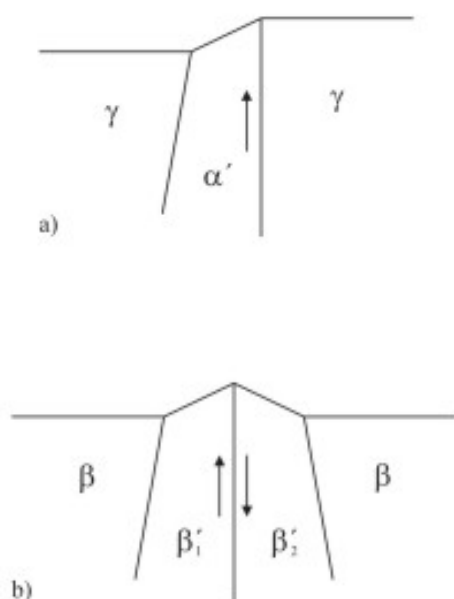
V netermoelastických materiáloch prebieha spätný ohrev martenzitu do oblasti austenitu cez rozpad martenzitu na stabilnejšie fázy, a ich premenou na austenit. V prípade termoelastických zliatin prebieha premena martenzitu priamo na austenit, bez rozpadu martenzitu na stabilnejšie fázy. Súčasné predstavy o termoelastickej martenzitickej premene začali rozvíjať Kurdjumov a Khandros v roku 1949. Na zliatine CuAlNi pozorovali kontinuálny rast martenzitu pri znižovaní teploty pod M_S , a jeho zmršťovanie pri ohreve nad A_S . Pre termoelastickú martenzitickú premenu je potrebné splniť viaceré podmienky.

2. Podmienky pre termoelastickú martenzitickú premenu

1.) Prvou z nich je prekursor. Faktorov, ktoré môžeme označiť ako prekursor je niekoľko. Najdôležitejší z nich je pravdepodobne znižovanie hodnôt elastických konštánt mriežky. Zliatiny, ktoré transformujú termoelasticky vykazujú silnú teplotnú závislosť elastických konštánt. Elastické konštanty ovplyvňujú premenu dvoma spôsobmi. Redukujú chemickú hnaicu

energiu potrebnú pre nukleáciu a teda hnaicu silu pri M_S , a uľahčujú elastickú akomodáciu deformačných napätí.

- 2.) Nevyhnutnou podmienkou pre termoelastickú martenzitu je, že rozhranie austenit / martenzit musí byť typu „glissile“. To znamená, že dislokácie, ktoré toto rozhranie tvoria, sa musia pohybovať bezdifúznym mechanizmom, a bez toho, aby pri svojom pohybe produkovali ďalšie defekty. Energia takého rozhrania je nízka.
- 3.) S premenou mriežky počas martenzitickej transformácie je vždy spojený rozvoj veľkých deformačných napätí, ktoré ovplyvňujú okolitý austenit. Tento austenit je nútený vznikajúce napätia akomodovať, a to buď plasticky alebo elasticky. Pre termoelastickú je potrebná elastická akomodácia, konkrétne mechanizmom „back – to – back“ (obr. 1b), podobne ako je to pri tvorbe variantov widmannstättenových dosiek v oceliach. Obidva varianty martenzitu rastú paralelne vedľa seba, čím sa deformačné napätia spojené s tvorbou martenzitických dosiek takmer úplne anihilujú. V „nepamäťových“ materiáloch je v počiatočnom raste martenzitickej dosky akomodácia napätí vždy elastická. Avšak krátko po započatí rastu, nastávajú také zmeny v chemickej voľnej energii, že dochádza aj k zmene akomodácie austenitu na plastickú.



Obr. 1: Schematický náčrt tvorby martenzitických dosiek elastickou akomodáciou a) v oceliach, kde α' je jedna doska (variant) martenzitu, a γ je oblasť austenitu b) v zliatinách s tvarovou pamäťou mechanizmom „back – to – back“. $\beta'1$ a $\beta'2$ sú vytvorené varianty martenzitu. β je oblasť austenitu.

3. Dôsledky a povaha termoelastickej martenzitickej premeny

Výsledkom toho je, že termoelastická martenzitická premena vykazuje nízku hysteréziu transformačných teplôt. V prípade zliatin na báze Cu je to rádovo v 10 °C. V zliatine NiTi je to dokonca len 1 až 2 °C. Vnútoraná energia takéhoto martenzitu je porovnateľná s vnútornou energiou austenitu, z čoho vyplýva, že hnacia sila termoelastickej premeny je výrazne nižšia v porovnaní s klasickou martenzitickou premenou. Premena je riadená zmenou chemickej voľnej energie a elastickej energie. To poskytuje regulovateľný pohyb fázového rozhrania v závislosti na teplote. Naproti tomu u konvenčných martenzitických premien, ktoré poznáme napr. z ocelí sa k celkovej

zmene energie musí započítať ešte plastická deformácia matrice a vysoká energia rozhrania. Významnými črtami termoelastickej martenzitickej premeny sú aj nízke hodnoty strihových a dilatačných deformácií a malá objemová zmena vzorky (okolo 0,3 % a menej) [1].

Použitá literatúra

- [1] GIRMAN V.: Morfologická a kompozičná variabilita zliatin CuZnAl s tvarovou pamäťou. Dizertačná práca, Košice, SR, 2008