

KRITIČNA TOČKA V TEKOČEKRISTALNIH ELASTOMERIH

Brigita Rožič, prof. mat.

Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana, Nanoznanosti in nanotehnologije

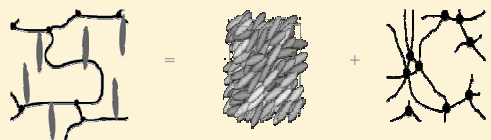
MENTOR: prof. dr. Zdravko Kutnjak

Inštitut Jožef Stefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

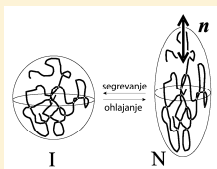


POVZETEK

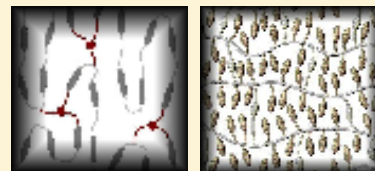
Tekočokristalni elastomeri (slika 1) so ena izmed vrst "pametnih" materialov, ki so zelo perspektivni za številne aplikacije kot so npr. umetne mišice. Kot že samo ime pove so to snovi, ki združujejo lastnosti tekočih kristalov in elastomerov. Tekoči kristali so snovi, ki imajo pri prehodu iz izotropne kapljevine v trdno stanje, dva ali več faznih prehodov. Elastomeri pa so materiali, ki se po prenehanju delovanja zunanje sile hitro vrnejo v približno začetno obliko in velikost. Gre za mreže prepletenih polimernih verig, ki so med sabo povezane z različnimi povezovalnimi elementi. Najzanimivejša in za uporabo potencialno najprivlačnejša lastnost tekočokristalnih elastomerov je termomehanski odziv, kar pomeni, da se s spreminjanjem temperature spontano raztezajo ali krčijo (slika 2). Predvsem obetaven se kaže fazni prehod iz nematske v izotropno fazo. Nas so zanimala lastnosti tega prehoda, ki smo ga preučevali s pomočjo kalorimetrije visoke ločljivosti na primeru "side-chain" ali stranskoverzičnih in "main-chain" ali glavnoverzičnih tekočokristalnih elastomerov (slika 3). Znano je, da lahko omenjen fazni prehod nadzorujemo preko gostote zamreževalcev in hkrati s tem spreminjamo njegovo naravo, od superkritičnega do prehoda 1. reda, preko kritične točke, za katero so ugotovili, da obstaja. Izkaže se, da lahko naravo faznega prehoda iz nematske v izotropno fazo nadzorujemo tudi preko zunanjega polja in temperature zamreževanja.



Slika 1 Tekočokristalni elastomer



Slika 2 Pri spremembi temperature se tekočokristalni elastomeri spontano raztezajo in krčijo; I...izotropna faza, N...nematska faza.



Slika 3 Dva tipa tekočokristalnih elastomerov (a) main-chain in (b) side-chain elastomer.

Preučevali smo

FAZNI PREHOD V TEKOČEKRISTALNIH ELASTOMERIH
NEMATSKA FAZA ↔ IZOTROPNA FAZA

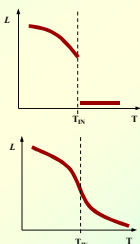
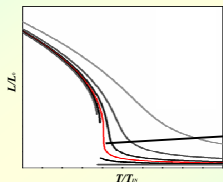
UMETNE MIŠICE



IZVEDBA EKSPERIMENTA

Fazni prehod

- snov preide iz ene faze v drugo
- spremembe različnih fizikalnih količin, npr. toplotne kapacitete C_p
- delitev:
 - fazni prehod 1. reda ali nezvezen prehod
 - fazni prehod 2. reda ali zvezen prehod



KRITIČNA TOČKA

CILJ

? lastnosti prehoda iz N v I fazo ?

Eksperimentalna metoda

KALORIMETRIJA VISOKE LOČLJIVOSTI

Naprava za izvedbo meritev



Kalorimeter na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani.

MERIMO

Toplotna kapaciteta

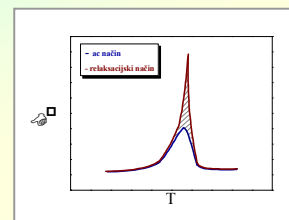
$C_p(T)$

Latentna toplota

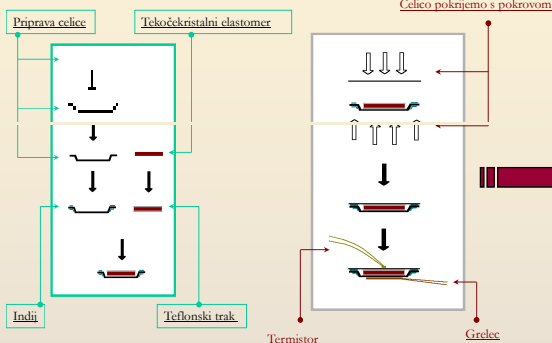
$$L = \int \Delta C_p dT$$

$L = 0 \Rightarrow$ fazni prehod 2. reda ali zvezen fazni prehod

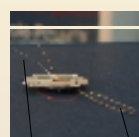
$L \neq 0 \Rightarrow$ fazni prehod 1. reda ali nezvezen fazni prehod



Priprava vzorca



Montaža vzorca



$T(t)$ $R(t)$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

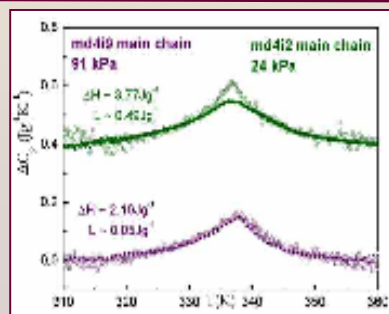
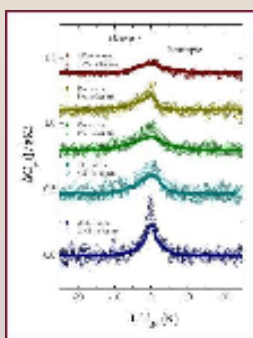
$$P(t) = C_p \frac{dT(t)}{dt}$$

$C_p(T)$

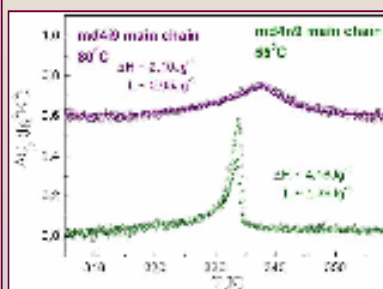
funkcijski generator napetosti

stabilizator temperature

REZULTATI MERITEV



(a)



(b)

Z zmanjševanjem gostote zamreževalcev preidemo preko kritične točke in nezveznemu faznemu prehodu ali prehodu 1. reda.

Z zmanjševanjem (a) zunanjega polja, (b) temperature zamreževanja preidemo preko kritične točke od superkritičnega obnašanja k prehodu 1. reda.