

**UNIVERZITET U ZENICI**  
**Mašinski fakultet**



**MEHANIČKE OSOBINE TERMOSTABILNIH MASA**  
**- Seminarski rad -**

**Student:**  
Nezo Nermina

**Mentor:**  
V. prof. dr.Nadžija Haračić

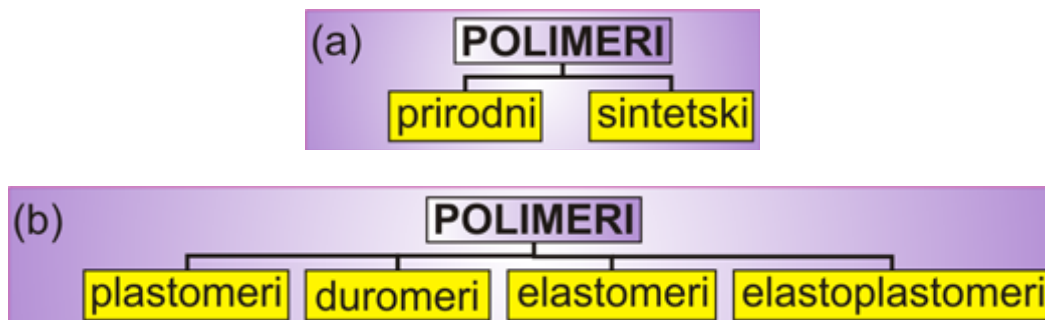
Zenica, 2006/2007

## 1. UVOD

Danas se u svijetu proizvodi mnogo vrsta plastičnih masa različitih osobina, a njihove klasifikacije vrše se na osnovu nekoliko važnih tačaka kao npr.:

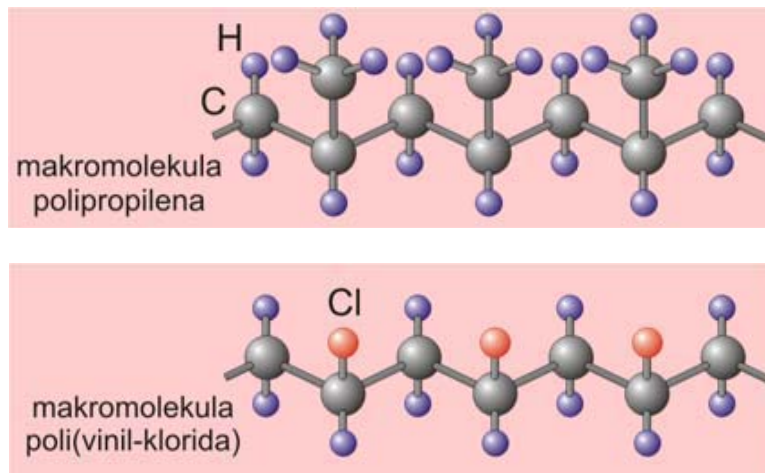
- prema porijeklu polimera,
- prema hemijskom sastavu,
- prema postupku polimerizacije,
- prema kriteriju ponašanja pri povišenim temperaturama.

Podjela polimera s obzirom na (a) formiranje te (b) ponašanje pri zagrijavanju i elastičnim svojstvima prikazana je shematski na sl.1.



**Slika 1. Podjela polimera s obzirom na porijeklo i ponašanje pri zagrijavanju[4]**

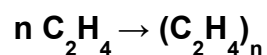
Prirodnim polimerima pripadaju: proteini, enzimi, škrob i celuloza. Oni su biljnog (kaučuk, pamuk) i životinjskog porijekla (koža, svila). Danas se prirodni polimeri, ali i polimeri koji ne postoje u prirodi, sintetiziraju spajanjem jednostavnih malih organskih molekula (monomera). Najčešće se koriste sintetski polimerni materijali: polietilen i poli(vinil-klorid).



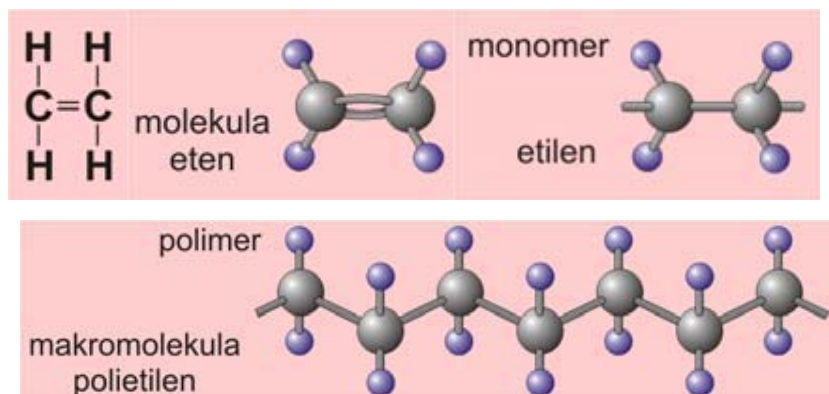
**Slika 2. Primjeri makromolekula polimera [4]**

Riječ polimer je složenica koja potječe od grčkih riječi: πολυ (poli) – mnogo i μέρος (meros) – dio.

**Polimerima** se nazivaju materijali formirani od organskih makromolekula, koji se dobivaju uspostavljanjem hemijskih veza jednostavnijih molekula organskih spojeva – monomera. Na primjer, makromolekula polietilena dobiva se spajanjem molekula etena (etilena):



- n molekula etena formira makromolekulu polietilena.



**Slika 3. Razvoj makromolekule polietilena [4]**

## 2. TERMOSTABILNI MATERIJALI

Polimeri se na nivou makromolekula mogu različito oblikovati, pri čemu se postižu različita svojstva.



**Slika 4. Različiti tipovi vezivanja kod polimera [4]**

Kada su dugi lanci molekula u polimeru unakrsno povezani u 3D rasporedu, struktura prilikom djelovanja postaje jedna gigantska molekula sa jakom kovalentno vezom. Kao što smo prethodno izjavili ovi polimeri se nazivaju termostabilne plastike ili termostabilni materijali zbog toga što u toku polimerizacije mreža se kompletira i oblik dijela je trajno deformisan. Ova reakcija otvrdnjavanja za razliku od termolastičnih je nepovratna. Možemo usporediti reakciju termostabilnih plastika na temperaturu pečenja kolača ili kuhanja jajeta. Jednom kad je kolač pečen i ohlađen ili jaje skuhanu i ohlađeno ponovim zagrijavanjem neće promijeniti svoj oblik.

Neki termostabilni materijali kao epoksili, poliesteri i uretan se suše na sobnoj temperaturi. Iako se otvrdnavanje dešava na sobnoj temperaturi.

Termostabilni polimeri nemaju izrazito definiranu staklenu promjenu temperature. Polimerizacijski proces za termostabilne polimere se dešava u dvije faze. Prva je u hemijskom postrojenju gdje su molekule djelimično polimerizovane u linijski lanac.

Druga faza je u dijelu za proizvodnju dijelova gdje se unakrsno vezivanje završava pri toploti (zagrijavanju) i pritisku za vrijeme modeliranja i oblikovanja dijela. Zbog prirode njihovih veza, čvrstoća i tvrdoća termostabilnih polimera za razliku od termoplastičnih ne utiče štetno od strane temperature ili rasporeda deformacije. Tipični termostabilni materijal je fenolin koji je produkt reakcije između fenola i formaldehida. Uobičajeni proizvodi koji se prave od ovog polimera su ručke i dugmad na loncima za kuhanje i tavama te komponente svjetlosnih prekidača i ispusnih otvora. Termostabilne plastike generalno posjeduju bolje mehaničke, termičke i hemijske osobine, električnu otpornost, stabilnost u pogledu dimenzija za razliku od termoplastika. Kako god, ako je temperatura dovoljno povećana termostabilni polimeri počinju izgarati, razgrađivati se i pougljenjivati.

Termostabilne plastične mase mogu biti:

- slojasto-armirane termostabilne plastične mase,
- kompozicione termostabilne plastične mase

Slojasto-armirane termostabilne plastične mase su plastični materijali koje se armiraju paralelno raspoređenim slojevima. Zbog slojasto postavljene armature ove materije imaju oštro izrađenu anizotropiju mehaničkih, fizičkih i dielektričnih osobina. Fizičke i dielektrične osobine zavise od polimernih veza, kao veziva koriste se razno razne smole.

Kompozicione termostabilne plastične mase, su plastične mase na osnovu određenih smola i sa određenim puniocima ili punilima.

Ova grupa materijala zavisno od primjene može se podijeliti na :

- opšte tehničke,
- elektroizolacione,
- elektrootporne,
- materijali otporni na vlagu i
- materijali sa posebnom namjenom.

U odnosu na druge konstrukcijske materijale polimeri imaju niz prednosti i nedostataka koji su prikazani u tabeli 1.

**Tabela 1. Prednosti i nedostaci polimera u odnosu na druge materijale [ 4 ]**

Prednosti	Nedostatci
mala gustoća - $\rho$	mali modul elastičnosti - $E$
mala toplotna provodljivost - $\lambda$	mala tvrdoća
deformabilne su pri povišenim temperaturama	mala toplotna provodljivost - $\lambda$
dobro gušenje vibracija	velike $\alpha$
dobra hemijska postojanost	utjecaj prerade na svojstva
mali faktori trenja	ovisnost svojstava o vanjskim utjecajima
dobra otpornost na trošenje	podložnost starenju
ekonomična serijska izrada proizvoda	neekonomična izrade manjeg broja proizvoda

Termostabilne polimere možemo podijeliti na [2]:

1. aldehidne plastične mase
  2. poliestre
  3. epoksidne smole
  4. silikone.
- **Aldehidne plastične mase** spadaju u najstarije vještačke materije. Dobivaju se kondenzovanjem formaldehida sa fenolom ili krezolom - fenoplasti, kondenzovanjem formaldehida sa proteinom, ureom, melaminom ili anilinom-aminoplasti, dok reagovanjem karbamida i formaldehidom nastaju karbamidne plastične mase. Danas je poznat veliki broj aldehidnih smola koje se koriste kao ljepila koja se rastvaraju u vodi, ljepila za izradu laminata, smole za lakove i premaze te kao prah za presovanje ili livenje.
  - **Poliestri** su visokomolekularna jedinjenja kod kojih esterske grupe povezuju lance molekula. Dobivaju se polikondenzacijom polikarbonskih kiselina sa polivalentnim alkoholima. Postoje dva osnovna tipa i to: zasićeni linearni poliestri i nezasićeni linearni poliestri. Zasićeni poliestri se mogu prerađivati isključivo u vlakna i nemaju veću primjenu u konstrukcijama. Nezasićeni poliestri kombinovani sa odgovarajućim puniocem spadaju u mehanički najjače plastične mase. Mogu se upotrebljavati na temperaturama do 150 °C. Najveću primjenu imaju nezasićeni poliestri ojačani staklenim vlaknima ili biljnim vlaknima u vidu tkanine. Koriste se izradu podnih i stropnih ploča za izolaciju od vlage, automobilskih karoserija, komponenata čamaca i brodova, rezervoara za gorivo itd.
  - **Epoksidne smole** dobijaju se iz epihlor-hidrina bisfenola. One mogu biti u čvrstom i tečnom stanju. Čvrste smole imaju ograničenu primjenu i služe uglavnom za izradu pojedinih vrsta laminata i antikorozivnu zaštitu metala. Epoksi-smole ojačane staklenim vlaknima ili metalnom mrežom daju laminate čija čvrstoća premašuje čvrstoću mnogih metala. Ovi laminati imaju i dobra elektroizolaciona svojstva i toplotnu otpornost do 170 °C. Zbog osobine da odlično prijanjaju za metale koriste se kao ljepila u raznim metalnim konstrukcijama.
  - **Silikoni** predstavljaju grupu visoko molekularnih vještačkih materija koje stoje na granici između organskih i neorganskih jedinjenja. Po građi su slični staklu, azbestu i liskunu jer im je kostur sastavljen od naizmjenično vezanih atoma silicija i kisika sa organskim grupama na silicijumu.

### 3. ADITIVI [1]:

Polimeri su uobičajeno sastavljani sa aditivima. Ovi aditivi modificiraju i dokazuju pouzdane karakteristike polimera, kao što je njihova ukočenost, čvrstoća, boja, otpornost na vanjske uticaje, zapaljivost, itd. lučni otpor za električnu primjenu i laku kasniju obradu.

### **3.1. Punila**

Kao punila koriste se općenito brašno od drveta (dobra piljevina), silicijsko brašno (fini silicijski prašak), ilovača, praškasti liskun, kratka vlakna od celuloze, staklo i azbest. Zbog njihove niske cijene, punila su bitna za smanjenje ukupne cijene polimera. Zavisno od tipa, punila poboljšavaju čvrstoću, tvrdoću, žilavost, otpornost na abraziju, stabilnost u pogledu dimenzija ili čvrstoću plastike. Ove osobine su najveće zbog različitih udjela različitih tipova kombinacija polimer-punila. Kao u ojačivaću plastika, punila efikasno ovise od prirode veze između punila materijala i polimernih lanaca.

### **3.2. Plastifikatori**

Plastifikatori se dodaju nekim polimerima da daju djelimičnu fleksibilnost i mekoću tako da snize njihovu temperaturu kristalizacije. Plastifikatori imaju malu molekularnu težinu, otopina sa visokom tačkom ključanja (neeksplozivna).

One smanjuju čvrstoću dodatnih veza između dugih lanaca molekula tako praveći polimer mekanim i fleksibilnim. Najčešća upotreba plastifikatora je u polivinil hloridu (PVC) gdje ostaje fleksibilan za vrijeme ponovnog korištenja. Druga primjena plastifikatora su u tankim pločama, filmu. Cjevima, zavjesama za tuširanje, materijalima za odjeću. Većina polimera su izloženi negativnom djelovanju ultraljubičastog zračenja (sunčeva svjetlost) i kisika koji oslabljuje i razaraju prvobitne veze, dajući rezultat u vezanju (kalanju) dugih lančanih molekula. Polimer se onda raspada i postaje krt, tvrd. Na drugu stranu razgradnja može biti korisna kod raspoređivanja plastičnih tijela izlažući ih udarima okoline.

Tipični primjer zaštite protiv ultraljubičastog zračenja je smjesa od gume sa crnim ugljikom (čađi). Crni ugljik apsorbuje visok udio ultraljubičastog zračenja. Zaštita protiv raspadanja od oksidacije posebno na povišenim temperaturama je urađena dodavanjem antioksidanata u polimeru. Različite obloge su drugi naziv za zaštitu polimera. Velika raznolikost raspolagajućih boja kod plastika postiže se dodavanjem sredstava za obojenje.

Oni su ili organski (boje) ili neorganski (pigmenti) materijali. Izbor sredstava za obojenje zavisi od održavanja temperature i izlaganja svjetlosti. Pigmenti koji su raspršene čestice, općenito imaju veću otpornost na povišenu temperaturu i svjetlost, nego boje. Ako je temperatura dovoljno visoka, većina polimera će se zapaliti. Zapaljivost (sposobnost da podrži sagorijevanje), polimera značajno varira zavisno od njihovog sastava (kao što je hlor i primjena flaura). Zapaljivost polimera se može reducirati bilo da ih pravimo od manje zapaljivih sirovina ili sa dodavanjem topitelja.

### **3.3. Lubrikanti**

Lubrikanti (sredstva za podmazivanje) se mogu dodati polimerima da smanje trenje tokom faza njihove proizvodnje u korisni produkt i da spriječe dijelove od zbijanja pa do oblikovanja. Lubrikacija ("podmazivanje") je također bitna da se spriječi zbijanje tankih polimernih filmova jednih uz druge.

## 4. OPĆE OSOBINE I PRIMJENA TERMOPLASTIKA

U ovom dijelu dat je kratak pregled općih karakteristika i osnovnih primjena zastupljujućih termoplastika, posebno koje se odnose na proizvodnju plastičnih proizvoda i njihov vijek trajanja. Opće preporuke za različite primjene plastika su date u tabeli 2.

**Tabela 2. Opće preporuke za plastične proizvode**

Dizajnerski zahtjev	Primjena	Plastike
Mehanička čvrstoća	Zupčanici, bregovi, valjci, ventili, ventilatorske lopatice, rotor, klipovi,.	Acetal, najlon, fenol, polikarbonat,.
Funkcionalnost i dekorativnost	Kvake, izbočine, fotoaparati i baterijsko kućište, kalupiranje, cijevni priključci,.	ABS, akril, celuloza, fenol, polietilen, polipropilen, polistiren, polivinilhlorid,.
Kućišta i šuplji oblici	Elem.snage, pumpe, kućišta, sportska kaciga, telefonske kutije,.	ABS, akril, celuloza, fenol, polietilen, polipropilen, polistiren, polivinilhlorid,.
Funkcija i prozirnost	Leće, zaštitne naočale, zaštitne prevlake, znakovi, oprema za preradu hrane, laboratorijski hardver,.	Akril, polikarbonat, polistiren, polisulfat,.
Otpornost na trošenje	Zupčanici, trake, brodski ležajevi, čahure, valjak koturače, točak, grede opter.	Acetal, najlon, fenol, polimid, poliureten, ultravisoko molekularno opterećenje polietilena,.

### 4.1. Acetali

Acetali (od acetala i alkohola) imaju obodnu čvrstoću, krutost, i otpornost na puzanje, abraziju, vlagu, temperaturu i hemikalije. Tipična primjena su mehanički dijelovi i komponente gdje je visoko izvođenje zahtjevano kroz dugi period : ležajevi, zubci, zupčanici, čaure, cilindri, lopatice, noseće površine, cijevi, ventil, tuševi i kućišta. Njihovo zajedničko ime na tržištu je DERLIN.

### 4.2. Akrili

Akrili (polimetilmetakril, PMMA) posjeduju umjerenu čvrstoću, dobre optičke osobine i otpornost na vrijeme. Oni su providni ali mogu biti napravljeni kao neprozirni, obično su otporni na hemikalije i imaju dobru električnu otpornost. Karakteristične primjene su kod sočiva, svjetlećih znakova, displeja, prozora, staklenih krovova, sapunski mjehurići, automotivne leće, vjetromotorni, rasvjeta i namještaj. Njihova zajednička tržišna imena su Plexiglas i Lucite.

### 4.3. Akril-nitril-butadien-stiren (ABS)

Akrilnitril-butadien-stiren (ABS) je stabilan u pogledu dimenzija i krut je, i ima dobru udarnu, abrazivnu i hemijsku otpornost, čvrstoću i žilavost, niska temp.

svojstva i električnu otpornost. Karakteristične promjene su kod cijevi, priključaka, hromom obložena voodoprema, kacige, alati, automobilske komponente, brodovi, telefoni, koferi, kućišta, aparati, frižideri, i dekorativna drvena oprema.

#### 4.4. Celuloza

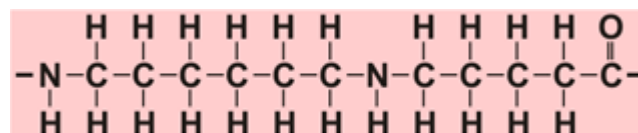
Celuloza ima široko područje mehaničkih svojstava, ovisno od kompozita. Mogu biti napravljeni kao kruti, jaki, i žilavi. Ipak, oni slabo reaguju na vremenske uslove a na njih djeluje toplota i hemikalije. Karakteristične primjene su kod ručnih alata, olovaka, dugmadi, okvira za naočale, sigurne vrteške, alatni strojevi, kacige, cjevovodi, cijevi, rasvjeta, sigurnosne naočale, volani, pakiranja za film, znakovi, novčanice, igračke i dekorativni dijelovi.

#### 4.5. Fluorokarbonati

Fluorokarbonati posjeduje dobru otpornost na povišenu temperaturu, hemikalije i vrijeme. Oni također imaju jednostavnu neadhezivne (ne prijanjajuće) osobine i nisko trenje. Karakteristične primjene su obloge za hemijsku opremu, obloge pribora za kuhanje, električnu izolaciju žica i kablova na visokoj temperaturi, plinski štednjaci, nisko trenje površina, ležajevi, zaptivači. Njihovo zajedničko ime je teflon.

#### 4.6. Poliamidi

Poliamidi (riječ nastala od poli-više, amine i karboksilne kiseline) su dostupni u dva glavna tipa: najloni i aromidi. Najloni (riječ nastala od kovanice) imaju dobre mehaničke osobine i otpornost na abraziju. Oni su samo-podmazujući i otporni su na većinu hemikalija. Svi najloni su higroskopni (upijaju vodu) apsorpcijom vlage smanjuju se mehaničke osobine i povećavaju dimenzije tog dijela. Izgled makromolekule polimera formirane od monomera dat je na sljedećoj slici.



*Sl. Strukturna formula makromolekule polimera*

Karakteristične primjene su za zupčanike, ležajeve, utičnice, cilindre, spona (veze), zatvarače, električne dijelove, kliješta, epruveta, na mjestima povećane otpornosti na habanje, vođice, i hiruršku opremu.

#### 4.7. Aramidi

Aramidi (aromatski poliamidi) imaju veoma visoku zateznu čvrstoću i krutost. Karakteristične primjene uključuju i vlakna za pojačavanje plastika (kompozitni materijal) neprobojni prsluci, kablovi i radijalne gume. Njihovo zajedničko ime na tržištu je Kevlar.



#### 4.8. Polikarbonati

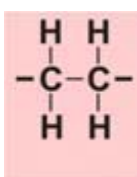
Polikarbonati su raznovrsni i imaju dobre mehaničke i električne osobine. Oni također imaju visoku udarnu otpornost i mogu biti otporni na hemikalije. Karakteristična primjena su kod sigurnosnih kaciga, optičkog sočiva, neprobojnog stakla, znakova, flaša, opreme za preradu hrane, vjetrobrani, elektro komponente koje nose mašinske komponente, zaštita za mašineriju, i dijelove koji zahtijevaju stabilnost dimenzija. Njihova zajedničko ime na tržištu je Lexsan.

#### 4.9. Poliesteri

Poliesteri ( termoplastični materijali) imaju dobre mehaničke, električne i hemijske osobine, dobru abrazivnu izdržljivost i nisko trenje. Karakteristična primjene su kod zupčanika, zubaca, cilindara, elemenata koje nose opterećenja, pumpe, i elektromehaničke komponente. Njihovo zajedničko ime na tržištu je Dacron, Mylar i Kodel.

#### 4.10. Polietileni

Polietileni posjeduju dobru električnu i hemijsku osobinu. Njihove mehaničke osobine zavise od sastava i strukture. Tri zastupljene klase su: niske gustoća (LDPE), visoka gustoća (HDPE) i ultravisoka molekularna težina ( UHMWPE). Makromolekule polimera formirane od monomera dato je na predhodnoj slici.



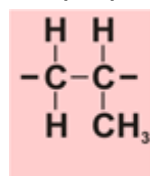
Karakteristična primjene za LDPE su kućanski aparati, flaše, kante za smeće, cijevi, amortizeri, prtljag, igračke, cjevovodi, materijal za pakiranje, za HDPE: mašinski dijelovi, remenovi, kaiševi, sanke, kanui, kampovi, i za UHMWPE dijelovi koji zahtijevaju izuzetno veliku čvrstoću i otpornost na abrazivno trošenje.

#### 4.11. Poliimidi

Poliimidi imaju strukturu kao kod termoplastičnih materijala, a neotapajuće karakteristike kao kod termostabilnih materijala.

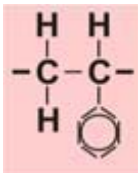
#### 4.12. Polipropileni

Polipropileni imaju dobru mehaničku, električnu, i hemijske osobine i dobru otpornost na kidanje. Makromolekule polimera formirane od monomera dato je na predhodnoj slici. Karakteristična primjene su kod automotivnog obrubljivanja komponenata, medicinski uređaji, dijelovi aparata, izolacije od žica, TV kutija, cijevi, priključaka, čaša za piće, mliječni proizvodi, tetrapak, prtljag, konopci i klimatska izolacija.



#### 4.13. Polistireni

Polistireni imaju osobine koje zavise od kompozicije. Jeftini su, imaju općenito prosječne osobine i donekle su kruti. Makromolekule polimera formirane od monomera dato je na predhodnoj slici. Karakteristična primjene uključuju slobodne spremnike, pakiranja, poslužavnici za meso, kolače, i slatkiše, plastična



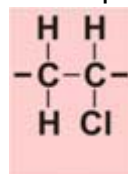
izolacija, sprave- automotive i radio (TV komponente, kućišta, i igračke, i dijelove namještaja (kao drvena zamjena).

#### 4.14. Polisulfoni

Polisulfoni imaju odličnu otpornost na temperaturu, vodu, i paru, imaju visoku otpornost na neke hemikalije, ali ne razaraju od organskih otapala. Karakterističnu primjenu su kod pegle na paru, aparata za pravljanje kafe, termos boca, medicinska oprema koja zahtjeva sterilizaciju, alati za prijenos snage, i primjena kućišta, unutrašnjost kabine kod aviona i električna izolacija.

#### 4.15. Polivinil-hlorid (PVC)

Polivinil-hlorid (PVC) ima široko područje primjene, jeftno je i vodootporan, može biti napravljen kao krut i fleksibilan. Nije prikladan za primjene koje zahtjevaju



otpornost na čvrstoću i toplotu. Kruti PVC je žilav i tvrd. Makromolekule polimera formirane od monomera dato je na predhodnoj slici. Karakteristične primjene kod krutog PVC su za konstr., industriju kao što su cijevi i vodovodi, šoferšajbe kod automobila, znakvi, a fleksibilni PVC je za postavljanje žica i kablova, cijevi fleksibilne na niski pritisak, obuće, vještačke kože, namještaja, gramofonske ploče, konopci za jedro, pečati, zaptivači, filmovi, limovi i odjeća. Njihovo zajedničko ime na tržištu je Saran i Tygon.

### 5. OPĆE OSOBINE I PRIMJENA TERMOSTABILNIH PLASTIKA

U ovom dijelu dat je pregled općih karakteristika i tipične primjene glavnih termostabilnih plastika.

#### 5.1. Alkidi

Alkidi (riječ nastala od akril-alkohol i akid) posjeduje dobre električne izolacione osobine, otpornost na udar i stabilnost u pogledu dimenzija i niske opsorpcije vode. Karakteristična primjene su kod električnih i elektroničkih komponenata.

#### 5.2. Aminosi

Aminos (urea i melamin) imaju osobine koje zavise od sastava. Općenito, aminosi su čvrsti i kruti, otporni na abraziju i puzanje i elektrolučenje. Karakteristične primjene su kod malih kućišta, kasa, prekidačkih kola, ručke i razvodne kapice. Urea se koristi za električne i elektroničke sustave, a melamin za "špajz" servise (kućanski servisi).

#### 5.3. Epoksi

Epoksi imaju dobre mehaničke i električne osobine, stabilnost u pogledu dimenzija, jake adhezivne osobine i dobru otpornost na temp., i hemikalije. Karakteristične primjene su kod električnih komponenata koje zahtjevaju i mehaničku otpornost i visoku izolaciju, alati i kalupi za livenje i ljepci. Pojačano vlakno epoksi smole ima odlične mehaničke osobine i koriste se za kućišta raketnog motora, rezervoara i slične strukturalne komponente.

#### **5.4. Fenoli**

Fenoli iako su kruti, kruti su i dimenzionalno stabilni, imaju visoku otpornost na temperature, vodu, elektricitet i hemikalije. Karakteristične primjene su kod dugmadi, ručke, plastično okviri, telefoni, vezni materijal koji drži zajedno abrazivna zrnca, kod točkova za mljevenje i električne komponente kao što je uređaj od žice, priključci i izolatori.

#### **5.5. Poliesteri**

Poliesteri (termostabilni materijal) imaju dobre mehaničke osobine, hemijske i električne osobine. Poliesteri su obično pojačani sa staklom ili drugi, vlaknima. Karakteristične primjene su kod čamaca, prtljaga, stolica, automotivnih tijela, bazena, materijala za impregniranu odjeću, papir i ukrasi. Također su dostupni i kao neke smole.

#### **5.6. Polimidi**

Polimidi posjeduju dobru mehaničke, fizičke i električne osobine na povišenoj temperaturi. Također su otporni na puzanje i nisko trenje i imaju karakteristiku habanja. Polimidi imaju neotapajuće karakteristike kod termostabilnih ali strukturu kao kod termoplastičnih materijala. Karakteristične primjene su kod pumpnih komponenata (ležajevi, nosači ventila, navrtke, klipni prstenovi) električni priključci za upotrebu na visokoj temperaturi, visoka čvrstoća udarno otporne strukture, sportske opreme i zaštitni prsluci.

#### **5.7. Silikoni**

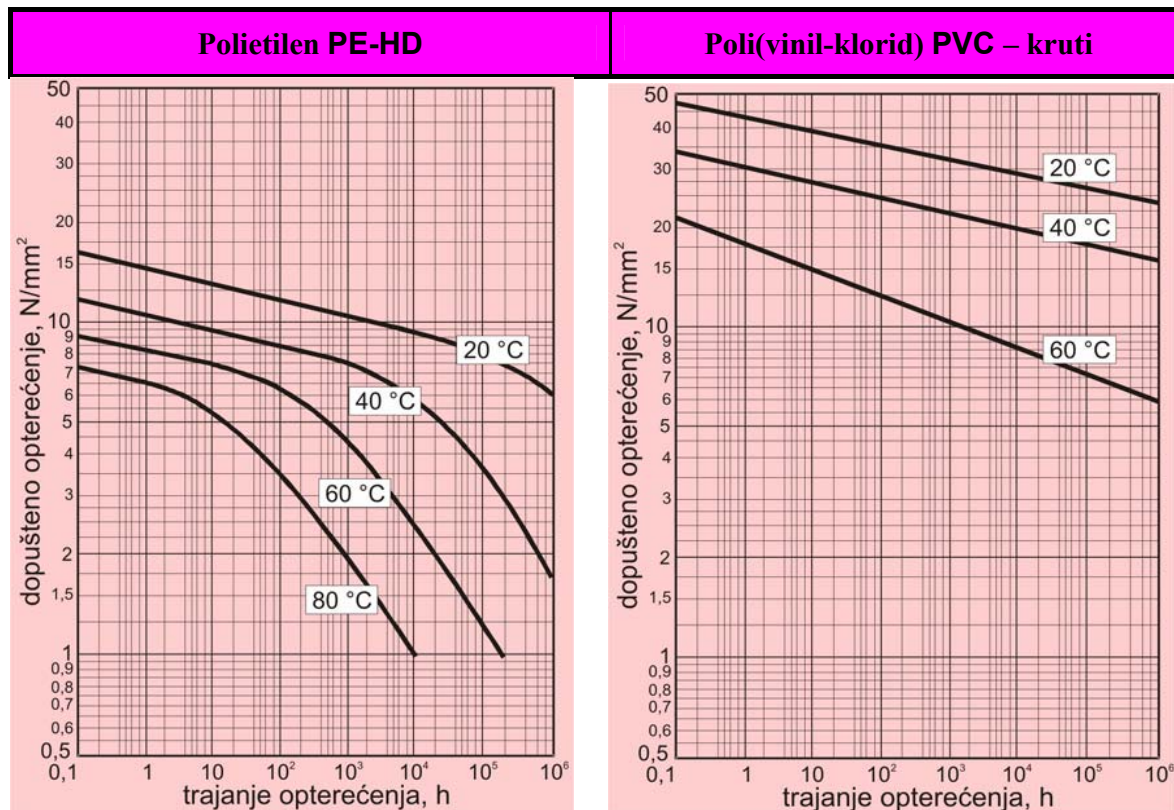
Silikoni imaju osobine koje su zavisne od sastava. Općenito, oni posjeduju odlične električne osobine na cijelom nizu vlažnosti i temperature, dobra vremenska otpornost i odupiranje hemikalijama i povišenoj temperaturi. Karakteristične primjene su električne komponente koje zahtjevaju otpornost na povišenoj temperaturi, plinski štednjaci, zaptivači toplotom i vodootporni materijali.

### **6. STARENJE POLIMERA**

Kao što pod utjecajem okoline metali korodiraju, tako i polimeri **stare**. Tijekom korišćenja proizvoda dolazi do nepoželjnih promjena svojstava polimernih materijala. Starenje polimera obuhvaća različite fizikalne i kemijske procese:

- bubrenje,
- otapanje,
- raskidanje kovalentnih veza.

Zbog složene građe polimera mehanizmi starenja nisu potpuno razjašnjeni. Tijekom uporabe mijenjaju se mehanička svojstva polimera, a dinamika ovisi o vrsti i tipu materijala.



**Slika 5. Promjena mehaničkih osobina polimera**

Polimeri se sve više primjenjuju umjesto klasičnih konstrukcijskih materijala i za izradu prozorskih okvira, stolova, stolica, ormara i policā, umivaonika, kada, tuš-kabina, bojlera itd. Pored niske cijene, i estetski izgled predmeta od polimera igra vrlo važnu ulogu za ovakvu primjenu.

## 7. ZAKLJUČAK

Polimerni materijali se koriste ne samo kao dopuna već kao i zamjena za metalne materijale u mašinstvu i drugim važnim granama industrije. Prednost ovih materijala za razliku od drugih se ogleda u tome što su nepropustljivi (guma i plastične mase), dobra otpornost na koroziju (plastične mase), visoka tvrdoća i otpornost na temperaturu (keramika), manja gustoća i niska cijena.

Na kraju treba reći da iako metali predstavljaju jedan ogroman potencijal prednosti u razmjeri gdje su tehnologija i istraživanja snažno razvijeni sa osnovnim ciljem zadovoljenja potreba korisnika, prema nekim naučnicima metali će na kraju biti potpuno zamijenjeni.

Posebno se zahvaljujem asistentici Aidi Tarabar, mojoj profesorici engleskog jezika, na pomoći i korisnim savjetima prilikom izrade ovog seminarskog rada.

## LITERATURA

[1.] Kalpakjian S.: Manufacturing processes for engineering materials – second edition , Addison-Wesley Publishing company, 1991.

[2.] Čatović F.: Nauka o materijalima – novi materijali , Mostar 2001.

[3.] Haračić N.: Inženjerski metalni i nemetalni materijali, Mašinski fakultet, Zenica 2005.

[4.] [http:// www.ffri.hr/~zvonimir/07%20Polimeri.pdf](http://www.ffri.hr/~zvonimir/07%20Polimeri.pdf)