

# MŰANYAGOK TULAJDONSÁGAI, VIZSGÁLATOK

## A hőmérséklet hatása a polimerek viselkedésére

**Hivatkozás:** M. Sepe: The Effects of Temperature, *Plastics Technology*, 2022. július 4.  
<https://www.ptonline.com/articles/the-effects-of-temperature>

**Tárgyszavak:** 1. Vizsgálat 2. 3.  
 4. Mechanikai tulajdonság 5. Hőmérsékletfüggés 6.

A polimereket alkotó molekulák nagyon hosszúak és láncszerű alakkal rendelkeznek, ami összegabalyodott szerkezetet eredményez. Ez bizonyos szempontból előnyös, a polimerek viszonylag nagy nyúlást érhetnek el, legtöbbször törés nélkül, viszont korlátozza molekuláris szinten a kristályszerkezet kialakulását. Következésképpen normál feldolgozási körülmények között egyetlen polimer sem lehet teljesen kristályos. Egyes polimerek csak részben kristályosodnak, úgynevezett szemikristályos szerkezetűek, kristályos és amorf részekből állnak.

A polimerek molekuláris szerkezetének köszönhetően a hőmérséklet változása mindig befolyásolja mechanikai tulajdonságaikat. Ezt a jelenséget úgy lehet nyomon követni, hogy különböző hőmérsékleteken végzik a mechanikai vizsgálatokat. Az anyag teherbíró tulajdonságainak széles hőmérséklet-tartományban történő mérésének egyik módja a dinamikus mechanikai analízis (DMA) néven ismert módszer, például ezzel a technikával mérhető az anyag rugalmassági modulusának változása a hőmérséklet függvényében.

A DMA mérés alapján az amorf polikarbonátnak csak egy átmeneti hőmérséklete van, az úgynevezett üvegesedési hőmérséklet ( $T_g$ ). Szerkezetileg ez a lágyulási hőmérséklethez hasonlítható, amely felett az anyag elveszíti teherbíró tulajdonságait. A szobahőmérséklet és az üvegesedési átmenet kezdete ( $135^\circ\text{C}$ ) között a polikarbonát modulusa viszonylag konzisztens, körülbelül 20%-kal csökken. Az üvegesedési átmenet után pedig szinte nulla MPa lesz (ha a polimer ömledékké alakul).

A szemikristályos poliamid 6 viselkedése némileg eltér az amorf polikarbonáttól. A hőmérséklet emelkedésével az amorf régiók mozgékonyabbá válnak, ezt a mobilitást jelzi az üvegesedési átmenet. Ez  $50$  és  $100^\circ\text{C}$  között jelentkezik, középpontja  $70$ – $75^\circ\text{C}$ . Ebben a tartományban a modulusz a szobahőmérsékleti értékének körülbelül 20%-ára csökken, de nem esik nullára, mint a polikarbonátnál, a kristályszerkezet jelenléte miatt, és csak a poliamid kristályok olvadáspontján (körülbelül  $220$ – $225^\circ\text{C}$ ) csökken nullára. Minden amorf polimer a polikarbonáthoz hasonló hőmérsékleti viselkedést követ, míg a poliamid 6 az összes szemikristályos polimer hőmérsékletfüggő viselkedéséhez szolgál modellként. Minél kristályosabb a polimer szerkezete, annál kisebb a modulusz csökkenése az üvegesedési átmenetkor.

Fontos hangsúlyozni, hogy a  $T_g$  és az olvadáspont ( $T_m$ ) minden polimer alapvető tulajdonsága. Töltő- és erősítőanyagok hozzáadásával csökkenthető a  $T_g$  hatása a szemikristályos polimer rugalmassági moduluszára. Hasonló előnyök érhetők el az amorf polimerekben a  $T_g$  alatti hőmérsékleten is.

Míg a DMA teljes képet ad a modulusz viselkedéséről a hőmérséklet függvényében, az anyag tényleges szilárdságának megállapításához különböző hőmérsékleteken kell megvizsgálni a feszültség és az alakváltozás közötti kapcsolatot (feszültség-nyúlás görbék).

**Cikk nyelve:** angol

**Készítette:** dr. Lehoczki László