

XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

C60 MEGERESZTÉSÉNEK VIZSGÁLATA DMTA BERENDEZÉSSEN

DUGÁR Zsolt, SZÚCS András, dr. BELINA Károly, dr. VÉGVÁRI Ferenc

Abstract

The viscoelastic properties of solid polymeric materials can be studied by dynamical mechanical analysis. The sample is driven by a sinusoidal mechanical force and the deformation is measured. The mechanical properties of a heat treated sheet steel sample were studied as function of temperature and frequency. It was found that the mechanical properties depend on either the temperature or the frequency, therefore structural change of the material can be easily detected by dynamic mechanical thermal analysis.

Key words:

DMTA, material testing, modulus, steel, annealing

Összefoglalás

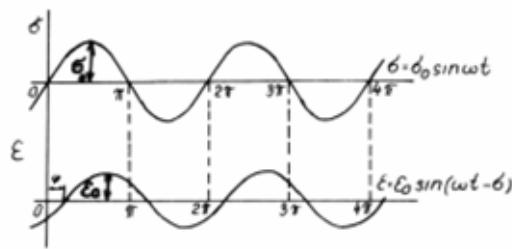
A műanyagok viszkoelasztikus tulajdonságainak tanulmányozására az úgynevezett dinamikus mechanikai termoanalízist (DMTA) használják. A mérés során szinuszos mechanikai erővel gerjesztjük az anyagmintánkat, és mérjük a válaszként adott deformációt. Kutatásom során egy edzett acéllemez mechanikai jellemzőit határoztam meg a hőmérséklet és a frekvencia függvényében. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a mechanikai jellemzők mindkét esetben változnak, azaz a megeresztés során létrejövő szerkezet változások, ha kis mértékben is, de mérhető mechanikai tulajdonság változást eredményeznek.

Kulcsszavak:

DMTA, anyagvizsgálat, modulus, acél, megeresztés

1. Bevezetés

Műanyagok időfüggő mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára számos technika létezik. Az egyik legmegbízhatóbb a dinamikus mechanikai analizátor (DMTA) mérőberendezés. Kezdetben szabadlengéses, majd kényszerített rezgéses gépek terjedtek el [1]. A műszer alkalmas hőmérséklet- és frekvenciafüggő mechanikai tulajdonságok mérésére. A mérési módszer nagy előnye, hogy a mért mechanikai jellemző (veszteségi- és tárolási modulus) kapcsolatba hozhatók az anyag szerkezetének változásával. A szilárd polimerek viszkoelasztikus anyagok, így mechanikai feszültség hatására rugalmas és maradó alakváltozást is elszenvednek. A méréseinkhez a Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Műanyag- és Gumiotechnológiai Szakcsoportjának laboratóriumában található TA Q 800 típusú berendezést használtuk. A befogott próbatestet dinamikusán és periódikusán változó feszültséggel gerjesztjük, és a deformációt mérjük szintén az idő függvényében. Az 1. ábrán látható egy tipikusan viszkoelasztikus anyag feszültség - deformáció összefüggése, ahol a deformáció δ szögeltolódással van elmaradva a feszültséghez képest [1].



1. ábra Szinuszosan gerjesztett jel (feszültség) és válaszjel (alakváltozás)

$$E'_{\text{tárolási}} = \frac{\sigma_o}{\epsilon_o} \cdot \cos \delta = |E^*| \cos \delta$$

$$E''_{\text{vesztési}} = \frac{\sigma_o}{\epsilon_o} \cdot \sin \delta = |E^*| \sin \delta \quad (1)$$

A berendezésben lehetőség van húzó, kétpontos hajlító, kompressziós, nyíró vizsgálat elvégzésére. A műanyagok dinamikus mechanikai jellemzőit már több mint 30 éve ismerik és vizsgálják kutatók. A kutatásunk célja, hogy a fémek mechanikai tulajdonságait hőmérséklet, frekvencia függvényében, a terhelés módjának változtatása mellett meghatározzuk. A mechanikai tulajdonságok és a szerkezeti változások között kapcsolatot teremtsünk. Ezen kiadványunkban egy edzett fémlemez megeresztését tanulmányoztuk.

2. Kísérlet

A kísérletekhez C60 anyag minőség jelű, 0,5 mm vastagságú lemezből készített próbatesteken használtuk. Ez az anyag egy ötvözetlen acél, kézi szerszámok, tengelyek anyagának alkalmazzák. Széles felhasználási területű, nemesíthető acél. A vizsgálat megkezdése előtt a vizsgálati próbatesteket Foundry Master Pro asztali spektrométerrel vizsgáltam az eredményeket táblázatba foglaltuk.

1. táblázat C60 alapanyagának vegyi összetétele

| Kémiai összetétel [%] | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------|
| Elem | C | Mn | Si | S | P | Cr | Mo | Ni | Cu | Ti |
| Minta | 0,63 | 0,764 | 0,131 | 0,005 | 0,005 | 0,236 | 0,006 | 0,0346 | 0,01 | 0,02 |

Anyag előkészítése, próbatestek elkészítése

A lemezből 10× 40× 0,5mm-es próbatesteket vágunk ki lemezollóval. Ezután a darabokat az előre edzési hőmérsékletre állított kemencébe helyeztük. Hőkezelés körülményei, paraméterei a 2. táblázatban foglaltuk össze [3,4].

2. táblázat Hőkezelés paraméterei

| Hőkezelés paraméterei | | |
|-----------------------|----------------|-----------|
| Edzési hőmérséklet | Hőntartási idő | Hűtémódja |
| 850°C | 2 min | víz |

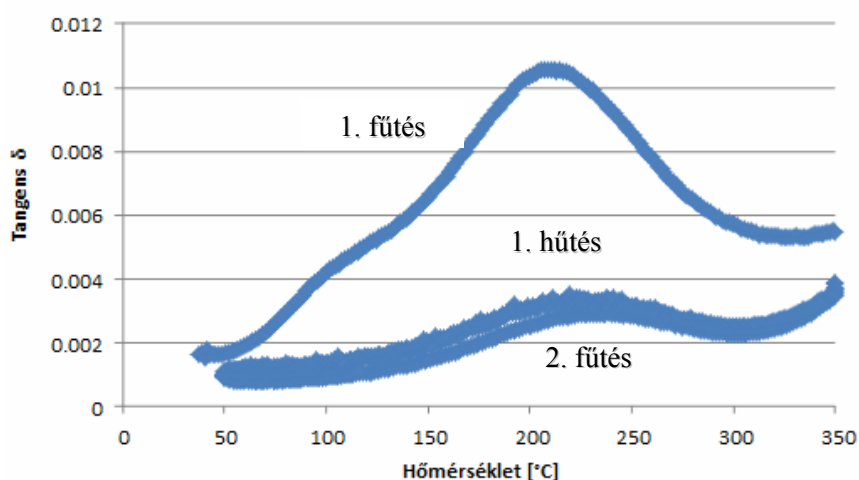
A hőkezelés után keménységméréssel ellenőriztük a hőkezelés eredményességét. A darab keménységének átlaga 780HV1-re adódott.

Keménységmérést követően a darabokat DMTA berendezésben megeresztettük és a megeresztés folyamata alatt mértük a mechanikai jellemzők változását.

A mérésünkhöz egyoldali befogást használtunk. A veszteségi és a tárolási modulusának hőmérsékletfüggését mértük. Ezek a mennyiségek a viszkoelasztikus anyagoknál, mint pl a műanyag egyértelműen definiálhatók. A fémek elvileg egy adott tartományban ideálisan rugalmas anyagok, ezért a rugalmassági modulusuk nem függ a deformáció sebességétől, azonban méréseink során sebességfüggés is mérhető volt.

3. Eredmények

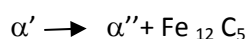
Az 1. ábrán folyamatos, 1°C/perces fűtés és hűtési sebesség mellett mért veszteségi tényező (tangens δ) görbe látható. Az első felfűtés során mért modulus alacsonyabbnak bizonyult, mint az azt követő hűtés és a második felfűtés során mért. Az eredmény alapján azt mondhatjuk, hogy az első felfűtés alatt irreverzibilis folyamatok zajlódhatnak le. A hűtés és a második fűtés görbéje között kismértékű különbség, hiszterézis látható, ez azzal magyarázható, hogy a minta hőmérséklete kismértékben elmarad a kemence hőmérsékletétől.



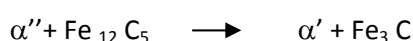
1. ábra. Fém minta tangens δ hőmérséklet függése.

A mérések egyértelműen bebizonyítják, hogy a mért jel valamilyen átalakulást jelez az acél próbatestben. A méréseket ugyanezek és más paraméterek mellett is megismételtük. Az eredmények minden esetben reprodukálhatóak voltak.

Szakkönyvek szerint maradék ausztenit és



átalakulás játszódik le az anyagban 100-150°C között, magasabb hőmérsékleten



karbiddá alakul [5]. Ezzel a méréssel azt szeretném igazolni, hogy DMTA berendezéssel átalakulást vagy szerkezet változást tudunk mérni. A megeresztést követően a minta keménysége 650 HV1, ami a minta szerkezetváltozásával magyarázható.

A mérés során 350°C-ig vizsgáltuk az átalakulást, a felfűtési sebességet 1°C/min, a frekvencia 10; 3, 2; 1 Hz-en változott a vizsgálati idő alatt. A mérés közben mindvégig rugalmas tartományban volt az anyag. A vizsgálat menete 2 felfűtésből állt. Az elsőben a vizsgált próbatest előéletére kapunk információt (irreverzibilis folyamatok nyomon követése), a másodikban az anyagra jellemző görbét kapjuk meg.

A mért eredmények jól mutatják, hogy a vizsgálati próbatest valamilyen szerkezetváltozáson ment keresztül.

4. Következtetések

A műanyag iparban használt berendezés nagy valószínűséggel mondható, hogy a fémek esetében is használható a szerkezetátalakulás mérésére. Pusztán a mechanikai tulajdonságok változásának méréséből, ki tudjuk mutatni az anyagban történt változásokat. Keménységmérés segítségével kijelenthetjük, hogy valamilyen átalakulás történt a munkadarabom szerkezetében a megeresztés során. Ezt a szerkezetváltozást a mechanikai tulajdonságok változásából meg tudjuk határozni DMTA berendezés segítségével.

Irodalom

- [1] Szűcs András, dr. Belina Károly: *Hőre lágyuló mátrixú kompozitok vizsgálata DMTA berendezéssel*, Műanyag és Gumi folyóirat, 2010
- [2] dr. Marossy Kálmán: *A műanyagfeldolgozás gyakorlati útmutatója*, Kézirat, Kazincbarcika 1985, 32-35 oldal
- [3] dr. Smóling Kálmán: *Szerkezeti acélok kézikönyve*, Szabványkiadó, Budapest, 1988, 78-80. oldal
- [4] Jürgen Orlich, Hans-Joachim Pietrzeniuk: *Atlas zur Warmebehandlung der Stähle*, Verlag Sahleisen M.B.H., Düsseldorf, 1976, 109-160 oldal
- [5] dr. Verő József, dr. Káldor Mihály: *Vasötvözetek fémtana*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1971, 133-134 oldal

Szűcs András (főiskolai adjunktus), **Dugár Zsolt** (műszaki ügyintéző)

Munkahely: Kecskeméti Főiskola Gépipari Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar Műanyag- és Gumiotechnológiai Szakcsoport

Cím: H-6000, Magyarország Kecskemét Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36-76-516300

E-mail: szucs.andras@gamf.kefo.hu; dugar.zsolt@gamf.kefo.hu