

Műanyagok vizsgálóberendezései, II.

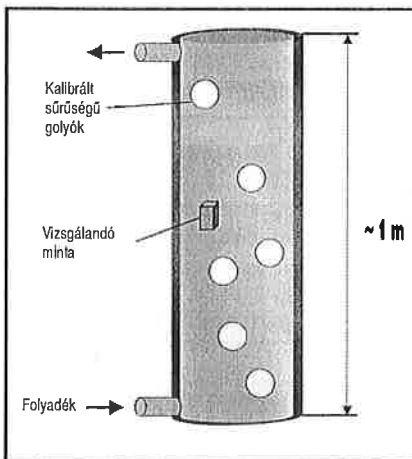
Tóth Péter*

Az előző számunkban cikksorozatot indítottunk, amelynek témája a műanyagipari vizsgálatok és azok berendezései. Az első rész a minta-előkészítéssel foglalkozott. Most pedig röviden áttekintjük a legfontosabb alakíthatósági és termikus jellemzők mérési módszereit és berendezéseit.

Az alakíthatóság vizsgálata

A műanyag-feldolgozás terén két igen lényeges alapadat használatos: a **sűrűség** és a **folyási index**. Az esetek nagy részében legalább ezen két adatot minden alapanyag-feldolgozóznak ismernie kell a felhasznált műanyagokról.

A **sűrűség szobahőmérsékleten** történő meghatározásához használhatjuk az 1. ábra szerint működő készüléket. A szabályozott, állandó hőmérsékletű (23 °C) folyadékkal feltöltött hengerbe különböző sűrűségű kalibrált gömböket helyezünk, amelyek a sűrűségüktől függően más-más magasságban fognak elhelyezkedni. A mérendő műanyag-darabot a folyadékba merítve megállapítható, hogy az mely gömbök között helyezkedik el a folyadékban. Leolvasva a szomszédos gömbök sűrűségét, elhelyezhető az etalonsorozatban a vizsgált minta. Az etalonsorozat sűrítésével egészen pontos eredményeket kaphatunk. Ehhez kb. 2-3 henger használata szükséges.

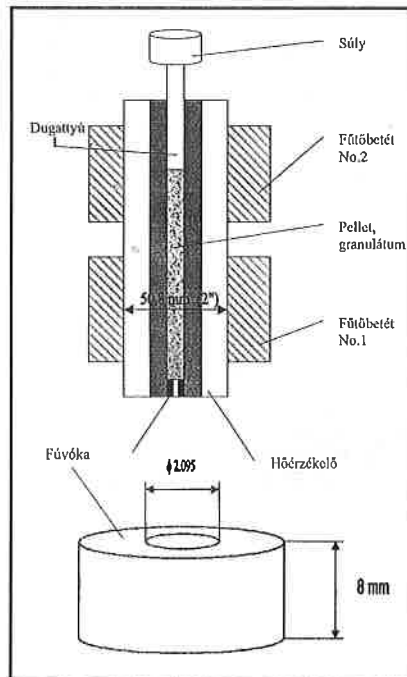


1. ábra. A sűrűségmérés elve

A folyási index mérése

A **folyási index mérőszám** azt mutatja, hogy időegység alatt hány gramm megolvastott ill. képlékeny anyag képes átfolyni a szabványban rögzített méretű, kialakítású fúvókán keresztül, az adott hőmérsékleten az állandó nyomóterhelés hatására. A mérés elrendezése

a következő (2. ábra): a vizsgálandó műanyag granulátum/por egy standard kialakítású fűthető hengerbe töltve felhevül, megolvad. Az előhevítési idő letelte után egy dugattyú kipréseli az ömledéket a hengerből a standard kialakítású fúvókán keresztül. A leggyakrabban használatos súlyterhelések tömege: 1; 2,16; 5; 10; 20; 21,6 kg. A szabvány szerint meghatározandó, hogy az előírt 10 perc alatt hány gramm anyag távozik a hengerből. A 10 perc elteltével egy vágóeszközzel levágják a „spagettiszzerű” mintát és megméri a tömegét mérleg segítségével. Ez a folyási index értéke (g/10 min) mértékegységben.



2. ábra. Készülék a folyási index méréséhez

A mérés folyamata tehát három szakaszra osztható:

- A minta felhevítése.
- A súlyterhelés alkalmazása.
- Az előírt idő (10 perc vagy rövidebb) alatt kipréselt anyagmennyiség tömegének a meghatározása g-ban.

A **folyásiindex-mérő** (melt flow tester) berendezés (3. ábra) fő része az 2. ábra vázlat szerinti – érintés ellen ráccsal védett – fűthető kamra. Mérés előtt beállítható a hevítés hőmérséklete, és az előfűtési idő, valamint a kifolyási idő, ha a várhatóan nagy folyási index miatt célszerű a szabványban rögzített 10 perc időtartamot pl. 1 percre csökkenteni, (de ez esetben is a 10 percre átszámított értéket adják meg). A beállítást követően a központi vezérlő egység (CPU) a vizsgálati ciklus szekvenciális lépéseit (előhevítés, terhelés alkalmazása, hevítés terhelés alatt, minta levá-



3. ábra. A folyásiindex-mérő Ceast-berendezés

gás stb.) végrehajtja. A mérési adatok tárolására több lehetőség is nyílik, a berendezéshez printer, PC is csatlakoztatható.

Amennyiben a vizsgált anyag sűrűsége a kifolyási hőmérsékleten ismert, nincs szükség a mérlegre. Ugyanis a dugattyú elmozdulását digitális encoder érzékeli, mely 40 mérési pontot tud szolgáltatni a dugattyú elmozdulásáról. Ismerve a dugattyú elmozdulását és a szabványban előírt átmérőjét, kiszámítható a kipréselt anyag térfogata. Ezt a sűrűséggel megszorozva megkapjuk a „spagettidarab” tömegét. (Fontos, hogy a kifolyási hőmérsékletre érvényes sűrűséggel számoljunk, mert pl. a polietilén sűrűsége 23 °C-on 0,93 g/cm³, de 190 °C-on már csak 0,76 g/cm³.)

Ha nem ismerjük a vizsgálandó anyag sűrűségét a kifolyási hőmérsékleten, akkor a folyási index meghatározása két lépésben történik. Az első ciklus végén megmériük a levágott és ismert térfogatú „spagettidarab” tömegét, – amely adatokkal a sűrűség már számítható –, majd a második mérési ciklus végén már megkapjuk a (g/10 min) mértékegységben kifejezett folyási index értékét.

Természetesen a mérésekhez légbuboréktól mentes anyagot kell biztosítanunk. Ezt a célt szolgálja a szabványokban előírt előhevítés és a súlyterhelés is.

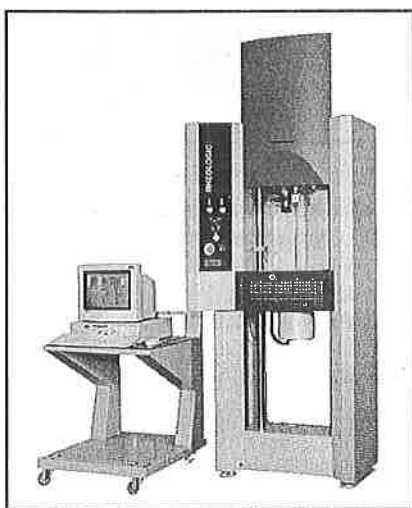
A Ceast-gyártmányú berendezések különböző felszereltséggel készülnek, de mindegyikük alkalmas a vonatkozó szabványok: az ISO 1133, az ASTM D 3364 és az ASTM D 1238 method A és B., a DIN 53735, a BSI 2782-720 A és ezekkel egyenértékűek szerinti vizsgálatra. A legegyszerűbb kialakítás esetén a minta vágása és a terhelőerő mozgatása is manuálisan történik. A legfejlettebb berendezéseknél pedig mind a súlyterhelés kiválasztása és

*Testor Bt.

KÉSZÜLÉKEK, BERENDEZÉSEK

aktiválása, mind a minta levágása automatikusan történik. A berendezésekkel meghatározható a kiválasztott hőmérsékletre tartozó folyási index elsődlegesen a $(\text{cm}^3/10 \text{ min})$ mértékegységben kifejezett MVR (melt volume rate), illetve a sűrűség ismeretében az $\text{MVR} \times \text{sűrűség} = \text{MFR}$ (melt flow rate) értéke $(\text{g}/10 \text{ min})$ mértékegységben.

Rheologic 1000 berendezés (4. ábra) hasonló elven működik mint a Melt Flow Indexer, de a mérés közben lehet változtatni a terhelés nagyságát, így felvehetünk egy terhelés-folyásindex görbét. Meghatározható vele a folyási index, a folyást megindító nyíró feszültség és annak megváltozása (shear stress, shear rate), a viszkozitás és egyéb reológiai mérőszámok. A vonatkozó szabványok: ASTM D 1238, ISO 11443, DIN 54811.



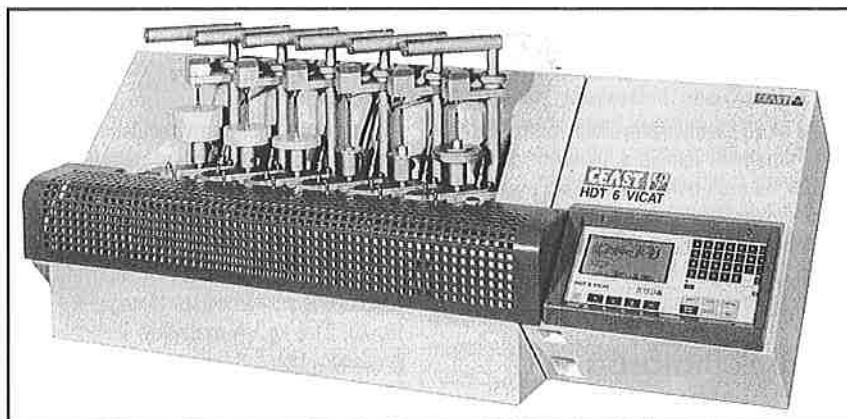
4. ábra. A Rheologic 1000 Ceast-berendezés

A berendezés elsősorban annak vizsgálatára illetve modellezésére alkalmas, hogy mi módon változnak a minta folyási jellemzői a különböző terhelési (nyomási) és hőmérsékleti viszonyok hatására. Ez igen lényeges információt adhat az extruder-sorok, a műanyag-feldolgozó fröccsöntő-gépek paramétereinek a beállításakor, illetve az ezeken feldolgozandó alapanyag megválasztásakor.

Termikus vizsgálatok

Műanyagok alaktartósságát az ún. HDT-hőmérséklettel (heat deflection temperature), illetve a Vicat-hőmérséklettel jellemzik. E mérőszámoknak a meghatározását ugyancsak szabványok írják elő.

Mindkét mérés egyazon Ceast-berendezéssel elvégezhető (5. ábra). A HDT 6 VICAT típusjelű berendezés lényegében egy ellenőrzött módon, – a vonatkozó szabványokban – előírt sebességgel felfűthető olajfürdőbe merülő és mérőérzékelőkkel ellátott hat terhelőkeretből áll. (Van hárommérihelyes változata is.) Az olajfürdő hőmérsékletének pontos és homogén beállítása céljából propellerrel

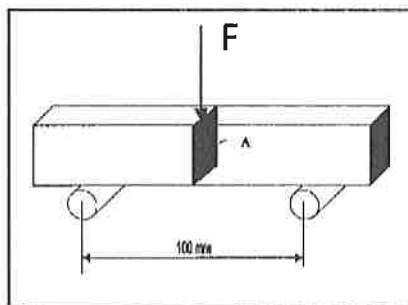


5. ábra. A HDT 6 VICAT Ceast-berendezés

kavarják a szilikonolaj hevítőközeget, amelynek fűtését elektromosan, hűtését vízzel oldják meg. Növelt hőmérsékletű vizsgálatok esetén (kb. $250 \text{ }^\circ\text{C}$ felett) nitrogéngáz-takarót hoznak létre a fürdő felett, amely kiszorítja az oxigént és így megakadályozza az olaj égését. A berendezés fölé általában elszívót célszerű szerelni a távozó gőzök és gázok eltávolítására.

A HDT-hőmérséklet mérése

Az olajfürdőbe merített hasáb alakú próbatestet kéttámaszú tartóként közepén állandó erővel (feszültséggel) megterhelik (6. ábra), majd az előírt sebességgel növelik a fürdő hőmérsékletét mindaddig, amíg a próbatest lehajlása el nem éri a szabványban előírt értéket. A mérés eredménye az a hőmérséklet ($^\circ\text{C}$ -ban), amelynél ez az előírt lehajlás bekövetkezik. Ez az ún. HDT-hőmérséklet.



6. ábra. A próbatest terhelése a HDT-méréskor

Az ASTM D648 szabvány előírása szerint:

- a próbatest mérete: $127 \times 12,7 \times 3,17$; $127 \times 12,7 \times 6,35$; $127 \times 12,7 \times 12,7 \text{ mm}$.
- a hajlítófeszültség: 455 kPa - 1820 kPa
- a hevítés sebessége: $120 \text{ }^\circ\text{C/h}$ vagy $50 \text{ }^\circ\text{C/h}$.
- a lehajlás: 0,25 mm
- a támaszköz szélessége: 100 mm

Az ISO 75 szabvány előírása szerint:

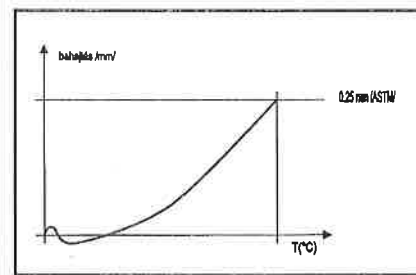
- a próbatest mérete: $120 \times 4 \times 10$; $80 \times 10 \times 4 \text{ mm}$.
- a hajlítófeszültség: 450 kPa - 1800 kPa
- a hevítés sebessége: $120 \text{ }^\circ\text{C/h}$
- a lehajlás: 0,25 mm vagy 0,35 mm
- a támaszköz szélessége: 64 mm

A Ceast-berendezések alkalmasak az ASTM D 648, az ISO 75, a DIN 53460 és a BSI 2782 szabványokban előírt feltételek szerinti vizsgálatok elvégzésére.

Hazánkban zömmel az ISO szabvány szerinti mérés az elterjedt, mivel egyszerűbb az alkalmazása az SI mértékegység-rendszer elterjedtsége miatt, valamint azért, mert ugyanaz a próbatest szükséges hozzá, mint az ültővizsgálatokhoz.

A szükséges súlyterhelést a készülékbe programozott szoftver kalkulálja az előírt hajlító feszültség és a próbatest keresztmetszete alapján, és megadja a felhasználó számára, mely súlyokat kell kiválasztani a rendelkezésre álló súlyszorozattól.

A 7. ábrán közölt lehajlás-hőmérséklet diagramon látható a HDT-hőmérséklet kijelölésének a módja. A görbe kezdeti szakaszán látható átmeneti csökkenés annak tudható be, hogy a hőmérséklet bár igen lassan, de növekszik, ám közben a próbatest térfogat is változik (természetesen az ábra eltúlzott a jobb láthatóság érdekében).



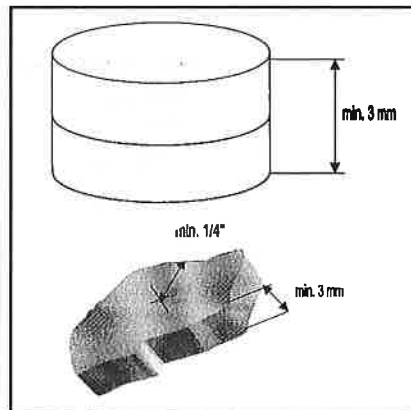
7. ábra. A HDT-hőmérséklet értelmezése

A Vicat-hőmérséklet mérése

Az olajfürdőbe helyezett próbatest felületére merőlegesen egy állandó súlyterhelésű, előírt méretű és végződésű acéltű támaszkodik, miközben az olajfürdő hőmérsékletét az előírt sebességgel növelik mindaddig, amíg a túlpenetrációja (benyomódása) el nem éri az 1 mm-t. Ez az értéke minden szabványban azonos. A vizsgálat mérőszáma az a hőmérséklet $^\circ\text{C}$ -ban, amelyen a benyomódás elérte az 1 mm-t. A minta méretére vonatkozólag néhány minimum követelményt ír elő a szabvány. Nem

alkalmazhatunk túlságosan kicsi vagy vékony próbatestet, hiszen ekkor a túl kicsi geometriai méret miatt előbb létrejön a várt deformáció mintsem azt az anyag tulajdonságai indokolják. A minimális mintavastagság 3 mm. Ha ennél vékonyabb a minta, lehetőség van több (de maximum három) réteg egymásra helyezésére, azonban a 3 mm öszvastagságot mindenképpen el kell érni. A szabvány rögzíti továbbá, hogy a terhelés támadáspontja bármely irányban minimum 1/4" távolságra legyen a minta szélétől (8. ábra). Szokásos terhelések: 1 kg ~ 10 N, 5 kg ~ 50 N. A vonatkozó szabványok: ASTM D 1525, ISO 306, DIN 53460, BSI 2782.

A Ceast-berendezés kialakítása olyan, hogy a mérőhelyek közvetlen környezetében van elhelyezve egy-egy hőérzékelő, mely pontosan méri a közeg tényleges hőmérsékletét a minta közelében. A lehajlást illetve a benyomódást nagy pontosságú LVDT-vel méri, amely az olajfürdőn kívül helyezkedik el. Az olajfür-



8. ábra. A Vicat-mérés geometriai feltétele

dőn átvezető támasztó rudak hőtágulása okozta hiba levonható a penetráció mért értékéből.

A Ceast-berendezés alkalmas számítógépes csatlakoztatásra, az adatok tárolására illetve a mérés paramétereinek számítógépes ellenőrzésére. A hatmérőhelyes berendezéssel

lehetőség van három mérőhelyen a HDT-, a másik három mérőhelyen a Vicat-mérés egyidejű végrehajtására.

A feszültségkorróziós érzékenység (stress cracking) kimutatása céljából a közepben bemetszett próbatestet meghajlítva feszültségnek teszik ki. Egyszerre több mintát helyeznek el egy mintatartóban, majd forró vizet fürdőbe merítve időről időre ellenőrzik nem képződtek-e repedések minta szélén.



Természetesen említést kell tennünk a műanyagiparban széles körben alkalmazott és ezért jól ismert **szakítóvizsgálatokról**, de éppen közismertsége miatt ennek ismertetésétől eltekinthetünk.

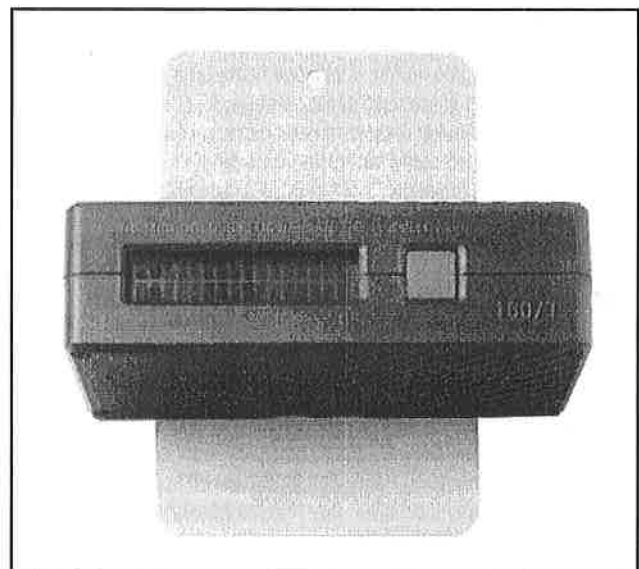
A sorozat következő részét elsősorban a dinamikus mechanikai vizsgálatoknak szenteljük, valamint szót ejtünk néhány ritkábban alkalmazott, de érdekes és bizonyos területeken nélkülözhetetlen mérési eljárásról is.

Fényesség és rétegvastagság mérése egy készülékkel

A Sheen Instruments Ltd. legújabb 160T Tri-Microgloss Plus μ kéziműszerével egyidejűleg mérhető és megjeleníthető a fém szubsztrátra (mágnesezhető és nem mágnesezhető) felvitt festék-, műanyag és egyéb bevonatok vastagsága és a felület fényessége. Ezeket a minőség-ellenőrzés szempontjából fontos jellemzőket eddig csak külön-külön lehetett megmérni. Az új 160T műszerrel tehát gyorsabb az ellenőrzés, ugyanakkor a mért adatokat a műszerbe beépített processzor statisztikailag – átlagérték és szórás – értékeli és eltárolja. A műszer normál tartozéka a QC szoftver és az RS232 interfész. Ezek segítségével az adatok egyszerűen átvihetők a műszerből a PC-re Windows alapú programba, vagy Exelbe konvertálva további információkkal kibővíthető jegyzőkönyvezés céljából, megfelelően az ISO 9000 szabványsorozatban a dokumentálásra előírt követelményeknek.

Az új 160T kéziműszer ún. háromgeometriás (20/60/85 fok) fényességmérésre alkalmas, azaz célszerűen megválasztva a megvilágítási szög értékét, a műszerrel egy egység pontosan megmérhető az alacsony, a közepes vagy a magas fényű felület fényessége. A műszer egy pontos kalibrálásához a beépített fényességetalon használható. A bevonatvastagság méréstartomány: 0 – 500 μ m. A Fe/NFe nulla etalon használva a mérés pontossága: $\pm 1,5 \mu$ m. A kéziműszer mérés technikailag mindenben megfelel az ISO 2813, a DIN 67530, az ASTM D523, illetve az ISO 22178, 2360, az ASTM B499 és D1400 szabványok előírásainak.

A mindössze 550 g tömegű kéziműszert 2 db 1,5 V-os Mignon AA



elem működteti. A műszer és az említett normál tartozékai a műanyag hordtáskában szállítható. A műszerhez hordozható nyomtató is rendelhető.

Mohácsi Gábor – Testor Bt.

Könyvismertetés

Hetényi Pálné (főszerkesztő): Környezetvédelmi kalauz CD melléklettel, 316 oldal; ISBN 963 593 225 1. OMIKK, 1998.

A modern társadalom egyik nagy problémája a környezetszennyezés. Az okok: az ipari termelés jelentős növekedése, a hulladék felelőtlenül növelt mennyisége. Sokan katasztrófát jósolnak, amit megelőzni a környezetvédelmi innovációs tevékenységgel lehet. Be kell építeni a környezetvédelem szempontjait egész gondolkodásunkba. Ez a kiadvány az EU-integrációs stratégiát próbálja szolgálni, segítséget kíván nyújtani a környezetvédelem területén dolgozó legkiválóbb szakemberek megismeréséhez. Jól használható információkkal bemutatja a környezetvédelmi technológiákat és szolgáltatásokat.

A könyv harmadik, igen hasznos része az EU-integrációt segítő jogi szolgáltatás: az Európai Unió környezetvédelmi jogszabályainak angol és magyar nyelvű bibliográfiája.

A mellékelt CD könnyebbé teszi az adatok kezelését. Jól tudják használni a kiadványt nemcsak a területen dolgozók, hanem a környezetvédelmi oktatásban és továbbképzésben, különösen a szakmérnök-képzésben résztvevők is. A közölt információk nagyban segítik a kapcsolatok felvételét, a tanácsadást, a tapasztalatszerzést.

Remélem, sokan látják majd hasznát a szépen szerkesztett kiadványnak, és nem csak a szakmabeliek.

Pólos László