

Igényes termékek nem nélkülözhetik a műszeres vizsgálatokat

Sokan még ma is úgy tekintenek a termoanalitikai műszeres vizsgálatokra, mintha azok kizárólag a tudományos kutatásban lennének alkalmazhatók. Az alábbi összefoglaló röviden ismerteti ezekkel a műszerekkel nyerhető információkat, amelyek bizonyítják a termoanalitika hasznosságát az ipari problémák megoldásában. A kapilláris reometria a fröccsöntés optimalizálásában nyújt hasznos segítséget.

Tárgyszavak: termoanalitika; reometria; röntgentomográfia; fröccsöntés; minőségbiztosítás; autóipar; poliamid.

Műanyagvizsgálatok az autóiparban

A 2007-ben 50 éves Trabant a drága fém műgyantákkal való helyettesítésének korai példájaként vonult be az ipartörténetbe. Manapság persze másképpen és más okokból terjednek a műanyagok az autóiparban. *A karosszériában, a motortérben és a belső térben egyaránt találkozunk műanyagokkal. A jövőben szinte minden lemezt, az orrlemez kivételével műanyagból fognak gyártani.* Manapság az autók tömegének 15–20%-a műanyag, vagyis tonnánként 150–200 kg műanyagot tartalmaznak. A gépkocsik tömegcsökkenésének eredményeként az EU-ban évente mintegy 12 millió tonnával csökken az üzemanyag-felhasználás és ennek eredményeként a CO₂ emisszió is. A műanyagok autóipari felhasználása nemcsak környezetkímélő, hanem abból a szempontból is előnyös, hogy nem rozsdásodik és sok esetben reciklálható. Az utasbiztonságot javító alkatrészek (pl. biztonsági övek, légzsákok, gyermekülések) jó része is műanyagból készül. Az 1. táblázat néhány műanyagot és a belőlük készülő alkatrészeket mutatja be. Megfelelő töltő- és erősítőanyagokkal (pl. üvegszálak, szénszálak), ill. többféle műanyag összekeverésével nyert kompaundokkal a termékek tulajdonságai kívánság szerint beállíthatók. A motortérbeli alkalmazásoknál a hőállóságon kívül nagyon fontos az olajállóság és más vegyszerekkel szemben mutatott ellenállás, ezért használnak szívesen poliamidokat.

A minőségbiztosítás fontossága

Annak érdekében, hogy a minőség állandó maradjon, a bejövő anyagoktól a végtermékig a teljes gyártási folyamat során számos jellemzőt ellenőrizni kell. A hibás darabokból származó visszahívás nemcsak nagyon költséges, hanem az autógyártóról kialakult összképet is rontja. A minőségellenőrzésben fontos szerepet játszanak a kor-

szerű termoanalitikai módszerek, amelyekkel gyorsan, széles körben lehet tájékozódni az alapanyagok állapotáról. A legegyszerűbb esetben az üvegesedési hőmérséklet vagy az olvadáspont/olvadáshő meghatározására használják, de a modernebb hőmérséklet-modulált kalorimetriás módszerek jelentős többletinformációval szolgálnak. A 2. táblázat röviden összefoglalja a leggyakrabban használt termoanalitikai módszereket és azok alkalmazását.

1. táblázat

Az autóiparban felhasznált néhány műanyagfajta és ezek alkalmazása

Alkatrész (példa)	Műanyag fajtája	Üvegesedési hőmérséklet, °C	Olvadáspont, °C	A 100%-ban kristályos anyag olvadáshője, J/g	Alkalmazás
Polcok, konzolok	PC/ABS	145/100			dekoratív
Hűtőrács	ABS	100			dekoratív
Szellőző	PP	0–20	160–165	207	dekoratív
Világítóablak	PMMA	80–90			dekoratív
Ütköző	PP/EPDM	0–20/–53	160–165	207	funkcionális
Tartály a motor-térben	PA6	(78)	225–235	230	funkcionális
Fejtámla	PUR	típusfüggő			funkcionális
Hátsó ajtó	SMC	típusfüggő			funkcionális/ dekoratív
Fényszóró ablaka/ hátsó világítás	PC	145			funkcionális/ dekoratív

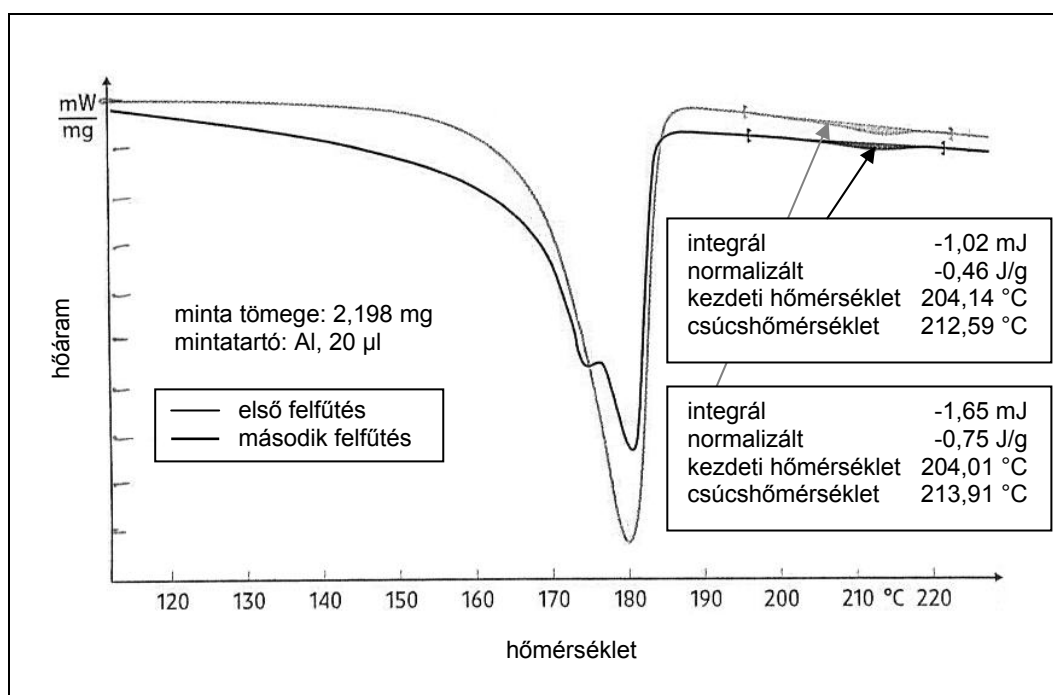
2. táblázat

A termoanalízis négy alapvető módszere és az általuk szolgáltatott információk

Módszer	Információ
Dinamikus pásztázó kalorimetria (DSC)	műanyagok azonosítása kristályossági fok térhálósági fok hőre keményedő polimerek térhálósodási kinetikája üvegesedési hőmérséklet lágyítók és egyéb adalékok hatása termikus előtörténet hőkapacitás és annak változásai
Termogravimetria (TGA)	nedvesség- és lágyítótartalom polimer-, korom- és töltőanyag-tartalom bomlási reakciók kinetikája
Termomechanikai analízis (TMA)	hőtágulási együttható üvegesedési hőmérséklet
Dinamikus mechanikai analízis (DMA)	viszkoelasztikus jellemzők üvegesedési hőmérséklet csillapítási jellemzők térhálósági fok vulkanizációs folyamat szerkezeti változások

Pasztázó kalorimetria

A DSC segítségével az állandó sebességű melegítés során azt vizsgálják, hogy az anyag vesz-e fel vagy ad-e le hőt, vagyis hogy zajlanak-e benne endoterm, ill. exoterm folyamatok. Sokszor ez önmagában is elegendő az anyag azonosításához, és további hasznos adatokkal szolgál a feldolgozáshoz. A módszer használhatóságát legjobb példával szemléltetni. Egy PA12-ből készült hidraulikavezeték felületén hiba jelentkezett, amelynek színe eltért a termék többi részétől. Kérdés, hogy idegen anyag keveredett bele, vagy a PA12 mátrix tulajdonságai változtak meg? A DSC görbe tanúsága szerint (1. ábra) mind az első, mind a második melegítés során a PA12-re jellemző olvadási endoterm csúcs mellett egy második is jelentkezett 205 °C körüli induló hőmérséklettel. Gyanítható, hogy a PA12 a gyártási folyamat során PA6-tal szennyeződött.

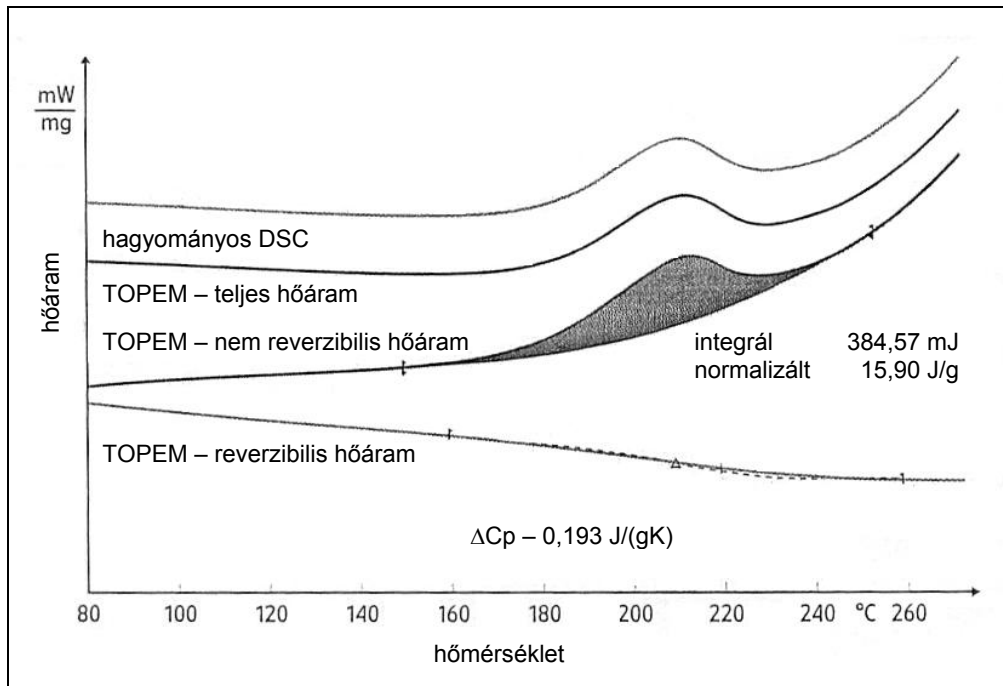


1. ábra Egy hibás (szennyeződést tartalmazó) PA12 alkatrész differenciális pásztázó kalorimetriás (DSC) görbéje

Hőmérséklet-modulált DSC

Az autóipar szívesen használ szénszállal erősített hőre keményedő műanyagból készült kompozitokat karosszériaelemek előállításához, mert még az alumíniumhoz képest is harmadával csökken az alkatrészek tömege. A szénszálak négyszer-öttször akkora energiát vesznek fel ütközéskor, mint az alumínium vagy az acél, ezért a kompozitok alkalmazása biztonsági szempontból is kedvező. A többfrekvenciás modu-

lált hőmérsékletű DSC készülékekkel többet lehet megtudni ezekről a bonyolult szerkezetű anyagokról, mint a hagyományos készülékekkel. A 2. ábrán hagyományos és hőmérséklet-modulált DSC felvételek láthatók. Míg a hagyományos görbe csak a teljes hőáramot mutatja, a többfrekvenciás, modulált hőmérsékleti programmal dolgozó (ún. TOPEM) DSC lehetővé teszi, hogy megkülönböztessék az utótérhálósodásból származó (nem reverzibilis) hőeffektust az általa elfedett üvegesedési átmenettől (reverzibilis hőeffektus), amely a már kitérhálósodott anyagból származik.



2. ábra Egy szén-szál-erősítésű műanyagkompozit DSC görbéi hagyományos és több frekvenciás hőmérséklet-modulált (TOPEM) üzemmódban felvéve

[Minta tömege: 19,326 mg (hagyományos DSC-ben); 24,188 mg (TOPEM).

Fűtési sebesség: 2K/min.

Üvegesedési hőmérséklet: 188,64 °C (kezdeti); 219,25 °C (középpont).]

Termogravimetria (TGA)

A TGA egy fűtési program során az anyag tömegében fellépő növekedést, ill. csökkenést detektálja a hőmérséklet függvényében. Egy konkrét alkalmazási példa lehet pl. az illékony alkotórészek (pl. a lágyító) mennyiségi meghatározása gumi tömítőanyagokban. A tömítésekben használt gumikhoz gyakran adnak különböző adalékanyagokat: lágyítókat a rugalmasság növelésére (és az üvegesedési hőmérséklet csökkentésére), valamint ásványi töltőanyagokat az ár csökkentésére. Ugyancsak gyakran használják a TGA-t gumiabroncsok koromtartalmának meghatározására. Problémát jelenthet, hogy a pirolizált műanyagból is részben pirolíziskorom keletkezik, de meg-

felelő hőprogram és megfelelően megválasztott atmoszféra segítségével ez megkülönböztethető a töltőanyagként használt koromtól. Általában úgy mérnek, hogy először felhevítik a mintát 600 °C-ra, majd visszahűtik 250 °C-ra és az addigi inert atmoszférát oxidáló atmoszférára cserélik. Ez utóbbiban a pirolíziskorom elég, a töltőanyagkorom megmarad.

Termomechanikai analízis (TMA)

A TMA vizsgálat során az anyag tágulását és/vagy zsugorodást mérik egy lineárisan növekvő hőmérsékletprogram mellett. *A legkorszerűbb készülékek akár nanométeres méretváltozást is követni tudnak.* Ezzel a módszerrel könnyen meghatározható a lineáris hőtágulási együttható vagy az üvegesedési hőmérséklet, ahol hirtelen megváltozik a hőtágulási együttható. Alkalmazási példa a fékbetétek vizsgálata, amelyeknek magas hőmérsékleten is stabilnak kell maradniuk, olyan kis hőtágulási együtthatóval, amilyen csak lehetséges. A fékbetéteket rendszerint erősen töltött hőre keményedő gyantából készítik, és mivel igen kicsi a polimerkomponens mennyisége, nagyon érzékeny műszerre van szükség az üvegesedési átmenet kimutatására. Ilyen esetekben a TMA érzékenyebb, mint a DSC.

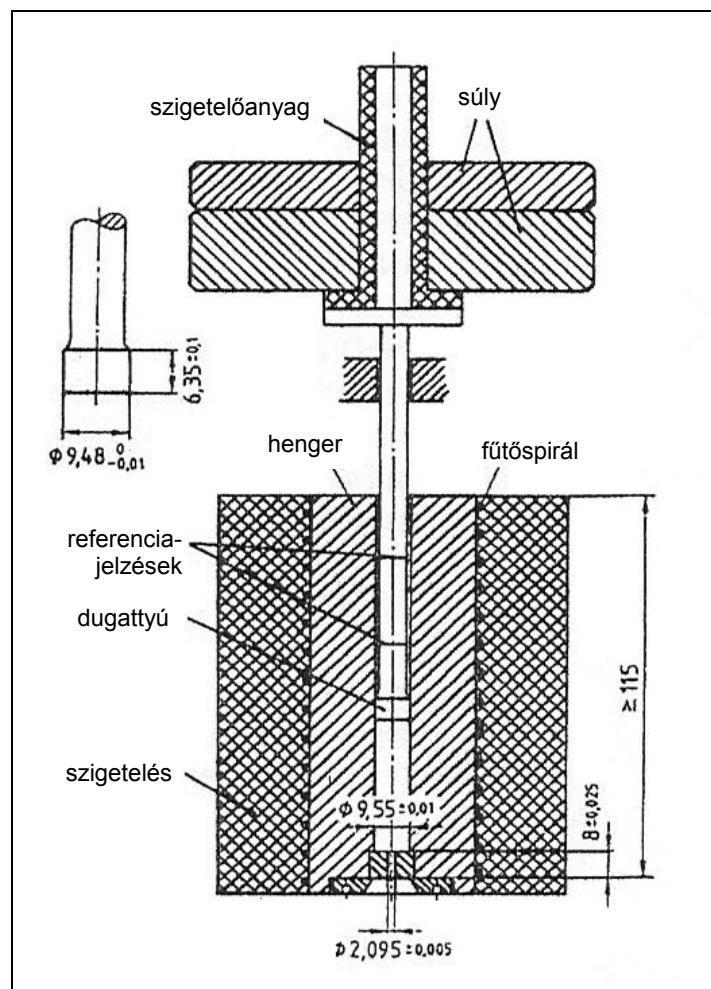
Dinamikus mechanikai analízis (DMA)

A dinamikus mechanikai analízis során periodikusan változó erő hat a próbatestre, mérik az ugyancsak periodikus alakváltozást, és ebből határozzák meg a viszkolelasztikus jellemzőket. A modern mérőeszközökben a szenzorokat közvetlenül a próbatestre helyezik rá és több frekvencián (néhány Hz-től 1 kHz-ig) végzik a mérést. A hőmérséklet függvényében meghatározható a mért modulus valós része, az ún. tárolási modulus, az E' , amely a deformációnak az erővel fázisban lévő komponensét írja le és képzetes része, az E'' , az ún. veszteségi modulus, amely a deformációnak az erőhöz képest 90°-os fáziskésést mutató részét ábrázolja. Az E'' és az E' hányadosa az ún. $\tan \delta$ érték. Az üvegesedési hőmérsékletet (amely jelen esetben, mivel elasztomerről van szó, kb. -50 °C) az E'' vagy a $\tan \delta$ görbe maximumából szokták megállapítani. Az üvegesedési hőmérséklet feletti modulus a térhálósűrűségről ad információt, az üvegesedési hőmérséklet alatti modulusból pedig a töltőanyag mennyiségére és alakjára lehet következtetni.

A fröccsöntés optimalizálása kapilláris reometriával

A hőre lágyuló anyagok fröccsöntésének megtervezésekor figyelembe kell venni a polimerek szerkezeti viszkozitását, vagyis azt, hogy a folyóképesség függ nemcsak a hőmérséklettől, hanem a nyírófeszültségtől, ill. a nyírósebességtől. *A viszkozitás általában csökken a nyírósebességgel.* Minél bonyolultabb alakú és minél nagyobb méretű a szerszám, annál nehezebb biztosítani a viszkozitás állandóságát az egész fröccsöntési folyamat alatt. A *Smart* gépkocsi tetőpanelje egy polikarbonátból (PC) és PC/ABS

ötvezetből készülő alkatrész. A megfelelő optikai minőség és a komponensek közti megfelelő kapcsolat kialakítása érdekében nagyon pontosan ismerni kell mindkét műanyag folyási jellemzőit. A fröccsöntés során a belépéskor és a szűkebb keresztmetszeteknél a nyírósebesség általában nagy, a folyási út végén és a nagyobb keresztmetszeteknél pedig többnyire csökken. A hőmérséklet állandósága sem biztosítható a szerszám egészében, ami ugyancsak lényegesen befolyásolja a lokális viszkozitást. Tovább bonyolítja a helyzetet az, hogy az anyag előtörténete (a szárítás foka, a plasztifikáló egységben eltöltött idő hossza, a szűk keresztmetszeten fellépő mechanikus degradáció, a forrócsatornás beömléseken fellépő termikus degradáció) ugyancsak befolyásolja a folyóképességet.



3. ábra A folyási szám méréshez használt eszköz vázlata

Az alapanyag-jellemzők reprodukálhatóságának hatása

A tökéletes illeszkedés miatt a *Smart* tetőpaneljét kétkomponensű fröccsöntéssel állítják elő. Már a termékfejlesztés során kiderült, hogy mindkét komponens viszkozi-

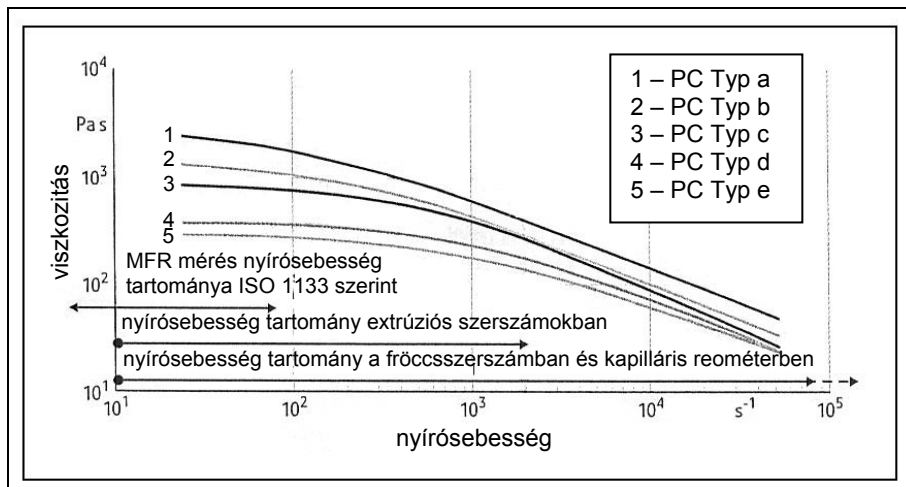
tása nagy hatással van a termék minőségére, mert az ún. „feldolgozási ablak”, vagyis az a paramétertartomány, ahol az anyag feldolgozható, elég szűk. Azt tapasztalták, hogy az alapanyag sarzsonkénti változása, a szárítás és a csigában való tartózkodási idő ingadozásai olyan eltérésekhez vezettek, amelyek szükségessé tették a feldolgozási paraméterek folyamatos utánállítását – ha el akarták kerülni a selejtes darabok képződését. A felelősséget nem lehetett az alapanyag-szállítóra hárítani, mivel az ingadozások a specifikáción belül maradtak. *Valószínű volt azonban, hogy a feldolgozási hibák oka a folyóképesség (viszkozitás) ingadozása.*

A műanyagok folyóképességét számos módszerrel lehet mérni. A kapilláris és rotációs viszkoziméterekben különböző paramétereket lehet beállítani, más esetekben viszont (pl. az ún. folyási index vagy folyási szám mérésekor, ISO 1133, ld. a 3. ábrát) arra törekszenek, hogy a körülményeket minél inkább standardizálják, és a különböző polimertípusokat hasonlítják össze egymással. A folyási szám mérésekor a műanyagot egy fűtött hengerbe helyezik, és egy súllyal terhelt dugattyú segítségével átpréselik egy meghatározott átmérőjű kapillárison. A mérés hőmérsékletét és az alkalmazott terhelés nagyságát a szabvány írja elő. A tömeg szerinti folyási számot (MFR) a 10 perc alatt a kapillárisból kifolyó műanyag tömege, a térfogati folyási számot pedig (MVR) annak térfogata határozza meg. Ez azonban csak egyetlen pont az ún. folyásgörbén, ezért nem használható arra, hogy minden körülmények között megjósolják belőle a polimer folyóképességét. Az érték elméleti használhatóságát korlátozza az a tény, hogy az MFR mérés során használt kapilláris meglehetősen rövid, és az, hogy a mérés során kialakuló nyírósebesség nagyságrendekkel kisebb annál, mint ami a fröccsöntő gépben kialakul. Az MFR célja nem több, mint a polimerek vagy polimertípusok egymással való durva összehasonlítása a folyóképesség szempontjából (pl. az adott feldolgozási módszerhez megfelelő polimer kiválasztása).

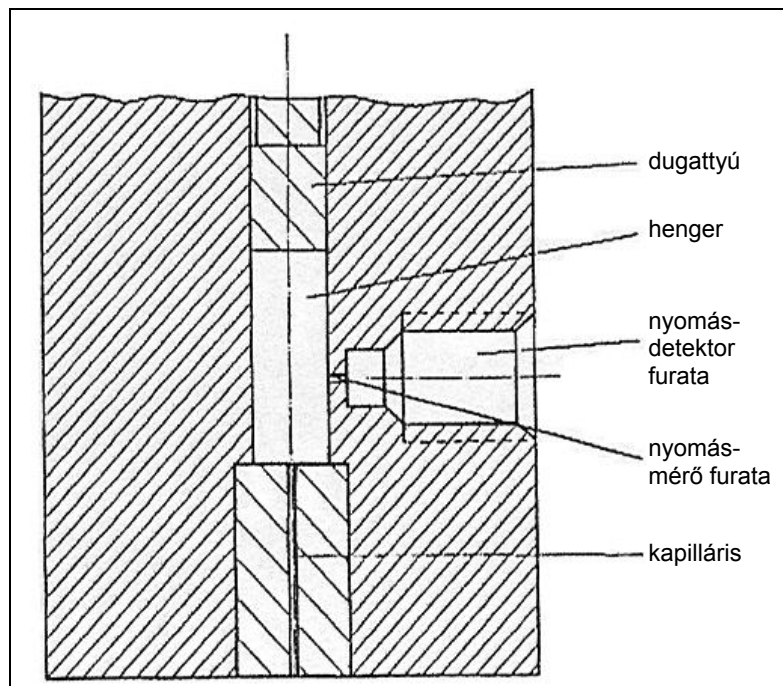
Kapilláris reometria

A szerkezeti viszkozitás feltérképezéséhez a viszkozitást a nyírósebesség széles tartományában kell megvizsgálni. A nyírósebesség egy extruderben tipikusan 10^3 s^{-1} , fröccsöntésben azonban 10^5 s^{-1} -nél is nagyobb lehet (4. ábra). Ehhez képest a folyási szám mérésekor legfeljebb 10^2 s^{-1} nyírósebesség érhető el. Kapilláris reométerekkel azonban elérhetők akár a fröccsöntésre jellemző értékek is. A kapilláris reométer (5. ábra) felépítése bizonyos mértékig emlékeztet a folyási szám meghatározására használt készülékéhez, csak a dugattyút nem konstans terhelés, hanem egy szabályozott sebességgel mozgó meghajtás mozgatja, ezért *az ömledéket előre meghatározott sebességgel lehet keresztülpréselni a kapillárison.* A konstans sebességű ömledékáram fenntartásához szükséges nyomást egy szenzor méri. A belépési nyomásvesztés (amely az ömledék viszkoelasztikus tulajdonságaiból ered) empirikus formulákkal figyelembe vehető. A dugattyú sebességének és a kapilláris átmérőjének változtatásával a fröccsöntésre jellemző teljes nyírósebesség-tartomány feltérképezhető. A rotációs viszkoziméterek nem alkalmasak nagy nyírósebességű vizsgálatra, mert a forgó alkatrészek között az anyag erősen felmelegszik és degradálódik. A kapilláris reometriában

a nagy tömegű termosztált test elvezeti a súrlódási hőt, ezért nem lép fel az anyag károsodása.



4. ábra Különböző polikarbonáttípusok folyásgörbéi 280 °C-on



5. ábra Kapilláris reométer működési vázlatja

A folyási szám mérése és a kapilláris reometria esetében az anyagot a készülékben felmelegítik a mérés hőmérsékletére, majd maga a mérés nagyrészt automatikusan zajlik. Az MFR mérés rábízható egy jó technikusra, de a kapilláris reometriás eredmények feldolgozásához és interpretációjához szakemberre van szükség. A nagyobb készülékár és a nagyobb szakismeretet követelő feldolgozás azonban bőségesen kifizető-

dik, ha a kapilláris reométer működtetője a kapott eredményeket eredményesen fel tudja használni fröccsszerszámainak és feldolgozási ciklusainak tervezésekor (pl. kisebb selejtszázalék, takarékosabb anyagfelhasználás, gyorsabb ciklusidő stb.). Ez történt a *Smart* tetőpaneljének előállításakor is. Régebben a nyersanyag-szállítványokat szűrőpróbaszerűen vizsgálták meg. A kapilláreometriás vizsgálatok kimutatták, hogy az azonos folyási számú gyártási tételek folyásgörbéinek nagy sebességű szakaszai gyakran eltérőek voltak, ami szükségessé tette a feldolgozási paraméterek utánállítását. A nyersanyagszállítóval együttműködve sikerült kiküszöbölni a reprodukálhatósági problémát.

Röntgentomográfia a műanyag-feldolgozás szolgálatában

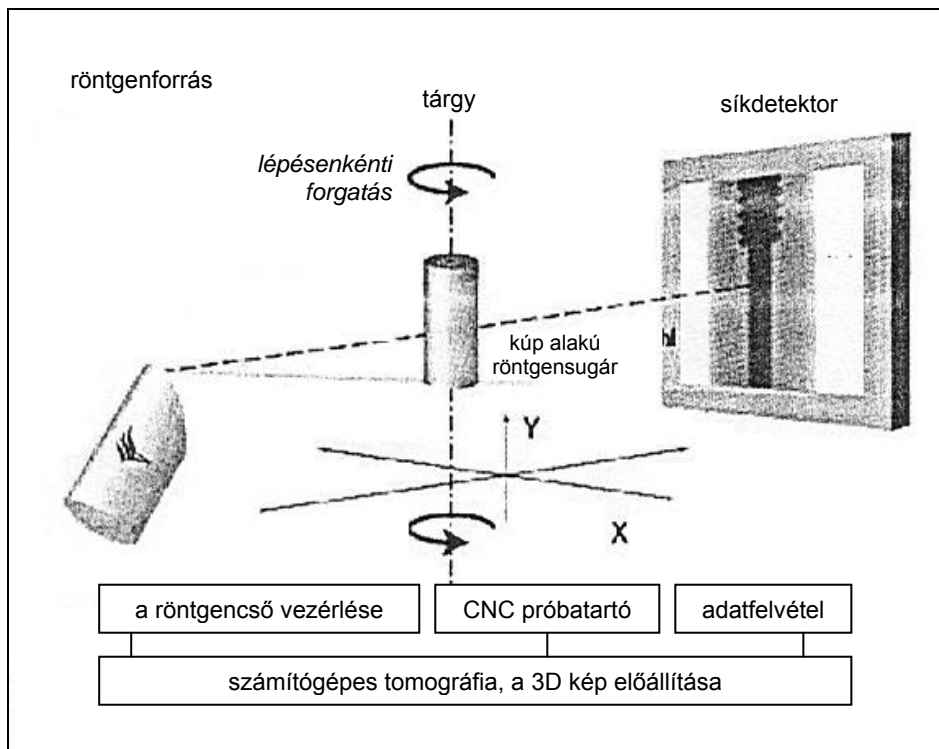
A műanyag-feldolgozás egyik érzékeny területe a finom elektronikus csatlakozók, konnektorok gyártása. A tervezéstől és fejlesztéstől a gyártáson keresztül a végtermék ellenőrzéséig számos esetben van szükség részletes, nagy felbontású szerkezeti információra olyan helyekről is, amelyek nem férhetők hozzá a közvetlen vizuális megfigyelés számára. A körülötte érintkezők, kábelek üregmentessége, jó illeszkedése, a forrasztások folyamatossága mind nagyon fontos a későbbi felhasználás szempontjából, de ezeket többnyire csak szűrőpróbaszerűen, roncsolásos vizsgálatokkal lehetett felismerni. Ilyenkor jó szolgálatot tesz az eredetileg orvosi célokra kifejlesztett röntgentomográfia (CT), amellyel viszonylag egyszerűen és gyorsan részletes információt lehet kapni egy komplex tárgy belső szerkezetéről. Jól láthatók és vizsgálhatók a kontaktusok, a kapcsolatok minősége, az esetleges rövidzárok és kábeltörések. A roncsolásos (vágással járó) vizsgálatok csak egy-egy keresztmetszetet fednek fel, *a CT-felvétel számítógépes feldolgozás segítségével pedig vagy 3D modellt építhetnek fel, vagy tetszőleges számú és irányú keresztmetszetet vizsgálhatnak meg.* Minél hamarabb fedeznek fel valami hiányosságot, annál gyorsabban tudnak beavatkozni a gyártási folyamatba, hogy elkerüljék a hiba reprodukcióját. Olyan cégeknek, amelyek sokféle, bonyolult alakú és szerkezetű alkatrészt (pl. konnektorokat) gyártanak, szükségük lehet saját CT berendezésre, másoknak elég együttműködniük egy megfelelő szolgáltatóval.

Nagy felbontás, 2D és 3D leképezés

A **GE Phoenix X-ray** cég *vtomex s* márkanevű berendezése 2D metszetek és teljes 3D felvételek elkészítésére is alkalmas. Rendkívül stabil, mikrofókuszos röntgensöveinek maximális feszültsége 225 kV, ami lehetővé teszi, hogy még az erősen abszorbeáló fém alkatrészeket is teljesen átvilágítsa. A rendkívül jól fókuszált sugár és az érzékeny digitális detektor *segítségével a felvételek mikrométeres felbontással készülhetnek.* A 16 bites detektor segítségével 65 000 szürkeségi árnyalatot lehet megkülönböztetni, ami sokkal több annál, mint amit az emberi szem meg tud különböztetni. Ez lehetővé teszi, hogy az anyagminőségben, ill. a sűrűségben mutatkozó eltéréseket

érzékenyen detektálni lehessen. A detektor még egy független tengely mentén is mozgatható, ami tovább növeli a felbontást.

A módszer előnye, hogy a komplex berendezésekben a műanyag alkatrészekről a forrasztás minőségéig minden egyszerre vizsgálható. A 2D ábrák kivetíthetők a képernyőre és az egér mozgatásával kiválaszthatók és felnagyíthatók a vizsgálatot végző szakembert érdeklő részletek. A segédprogramok lehetővé teszik beprogramozott méretek mikrométeres pontosságú meghatározását – ami még optikai vagy érintkező detektorokkal sem egyszerű, gyakran nem is lehetséges. Megfelelő makroprogramozással teljes automatikus ellenőrző rutinok is írhatók a termékek minőség-ellenőrzésére. A CT felvétel elkészítése időigényesebb, mint egy egyszerű átvilágítás, de információtartalma is sokkal nagyobb. A felvétel készítésének vázlatát a 6. ábra mutatja. A 3D képet több száz, elforgatás közben felvett 2D ábrából rekonstruálják. Részletes információt kapnak az anyagok elhelyezkedéséről és elnyelőképességéről. Az utóbbit a szűrkeségi skálán való elfoglalt hely szerint lehet jellemezni. Az egyfajta anyagból álló alkatrészek teljes geometriája kivetíthető a képernyőre. Mivel az elnyelés az anyagfajta mellett a sűrűségtől is függ, mindenfajta porozitás, repedés stb. is kimutatható. Noha a 3D rekonstrukció számításgényes, a modern számítógépek és az a tény, hogy a kép-rekonstrukciót már a felvétel során el lehet indítani, lehetővé teszik, hogy a 3D rekonstrukció nem sokkal a mérés befejezése után rendelkezésre álljon.



6. ábra A röntgentomográfias felvétel elkészítésének módja.

A vizsgált tárgyat forgatják a röntgensugár előtt és a 2D ábrákból számítógép segítségével rekonstruálják a 3D képet

A bemutatott példák is jól mutatják, hogy a modern műszeres technológiák milyen sokoldalú segítséget jelentenek a műanyagtermékek tervezésekor, gyártásakor és a termékek minőség-ellenőrzése során.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György
www.polygon-consulting.ini.hu

Benzler, B.; Neff, D.: Thermoanalytik für hochwertige Fahrzeuge. = Kunststoffe, 98. k. 3. sz. 2008. p. 112–116.

Boss, M.; Wodke, T.: Kapillarrheometer perfektioniert Spritzgiessprozess. = Kunststoffe, 97. k. 11. sz. 2007. p. 139–141.

Neuber, D.: Verborgenes sichtbar machen. = Plastverarbeiter, 58. k. 10. sz. 2007. p. 212–215.

MŰANYAG ÉS GUMI	
a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Kémikusok Egyesülete és a magyar műanyag-és gumiipari vállalatok havi műszaki folyóirata	
2008. november: csomagolástechnika	2008. december: kompozitok és nanokompozitok
<p><i>Buzási L-né: A műanyag csomagolóanyaggyártás helyzete Magyarországon 2007-ben</i></p> <p><i>Dr. Orbán S.: Csomagolástechnika – nagyméretű és igényes piac</i></p> <p><i>Dr. Lehoczki L.: Műanyag fóliák a csomagolástechnikában</i></p> <p><i>Grieger E., Kupai J., Major N., Velki I.: Eljárás matt műanyag termékek gyártására alkalmas, térhálósított vinil-klorid kopolimerek előállítására</i></p> <p><i>Kiss R.: Gomb a ruhán – címke, címkegyártás, címkézés</i></p> <p><i>Schreiner, H., Brettlich, T.: A német-japán energiatakarékossági flotta útra kel</i></p> <p><i>Állandó rovatok: iparjogvédelmi hírek; műanyagipari újdonságok; kiállítások, konferenciák; szakmai közélet.</i></p>	<p><i>Handó V.: Hogyan őrizhetjük meg műanyag ablakaink fehérségét?</i></p> <p><i>Izer A., Kmetty Á., Dr. Bárány T.: Környezetbarát önerősítéses polimer kompozitok</i></p> <p><i>Molnár K., Dr. Moczó J., Dr. Pukánszky B.: A határfelületi kölcsönhatások jellemzése politejsav/kalcium-szulfát kompozitokban</i></p> <p><i>Morlin B., Dr. Czigány T.: A cseppelhúzó mérési módszer továbbfejlesztése szál/mátrix határfelületi adhézió vizsgálatához</i></p> <p><i>Szájli B., Mészáros L., Dr. Bárány T.: Reciklált gumiőrlemény és LDPE alapú hőre lágyuló elasztomerek fejlesztése</i></p> <p><i>Imre B., Dominkovics Z., Dr. Pukánszky B.: A feldolgozási körülmények hatásának vizsgálata rétegszilikát/polipropilén nanokompozitokban</i></p> <p><i>Állandó rovatok: egyesületi hírek; gumiipari hírek; iparjogvédelmi hírek; műanyagipari újdonságok; kiállítások, konferenciák; szakmai közélet.</i></p>
<p>Szerkesztőség: 1371 Budapest, Pf. 433. Telefon: +36 1 201-7818, 201-7580 Fax: +36 1 202-0252</p>	

Röviden...

Új fröccsöntési technológia végtelen szállal erősített polimermátrix és rövid szállal erősített kompaund együttes feldolgozására

Annak érdekében, hogy még jobb minőségű terméket és rövidebb ciklusidőket lehessen elérni egy adott formadarab előállításánál, új technikát dolgozott ki az **Erlangeni Egyetemen** belül működő műanyag-technológiai részleg együttműködve a **Siebenwurst** szerszámgyártó céggel és a **DST Drexlmaier Systemtechnik** autóiipari beszállítóval. Az eljárást szerszámban formázásnak (*In-Mould-Forming – IMF*) nevezték el, mivel egy fröccsszerszámon belül két alakadási műveletet végeznek el: először a végtelen szállal polimermátrixot formázzák, majd erre, ugyanabban a szerszámban ráfröccsöntik a rövid szállal erősített kompaundot.

Korábban a fenti két alakadási műveletet térben és időben teljesen szétválasztva végezték: első lépésben egy félkész, textillel erősített terméket formáztak a megfelelő szerszámban, majd az így készített darabra fröccsöntötték – egy külön fröccsszerszámban – a rövid szállal erősített polimerkompaundot.

Az IMF eljárással igen merev, nagy szilárdságú kompozittermékeket is elő lehet állítani, méretre szabott erősítési lehetőségekkel és a funkciók egyesítésével. A gyártott termékek javasolt felhasználási területei például az autó-motor sportban használt könnyű borítóelemek, ugyanígy a repüléstechnika egyes alkatrészei. Az IMF technika kombinálható más speciális technológiákkal is, például többkomponensű vagy gázzásegítéssel, ami tovább növeli az előállítási lépések összevonását. Ugyanígy lehetséges habosítással kombinálni vagy IMD-vel (dekoratív fóliázás szerszámban) első osztályú felületi minőség létrehozása céljából.

Az IMF technológia első, nagy szériás üzemi alkalmazása a Mercedes SL kormányoszlopjának borítóeleme. A gyártás ciklusideje egy percnél kevesebb, a kiindulási anyag 46% végtelen üvegszálat tartalmazó PP lemez (gyártó **Bond Laminates**), a ráfröccsöntött PP kompaund pedig a **Sabic Stamax PP-GF30** anyaga.

A fenti új megoldással szemben eddig szénszállal erősített, hőre keményedő formadarabot használtak PU habbal kombinálva, ami sokkal hosszabb ciklusidőt igényelt.

Az új termék tervezése során *Moldflow programot* használtak, amellyel optimalizálták a fröccsöntési időt. Az alakadási művelettel egy időben a szerszám elvégzi a kivágási (leszélézési) műveletet is. Ez lényeges, mivel végtelen szállal töltött kompozitlemezből indultak ki, így nem szükséges külön stancolási művelet beiktatása.

Az *LKT technika* alkalmas az üvegszálon túl aramid- és szénszállal erősített rendszerek feldolgozására is, mátrixként PA, TPU és PPS egyaránt szóba jöhet.

Összeállította: Csutorka László

Vink, D.: Formed within the mould. = European Plastics News, 35. k. 2. sz. 2008. p. 20.