

Nagy teljesítményű műszaki műanyagok

A műanyagok „krémje” mennyiségileg még nem tűnik jelentősnek, azonban az anyagcsoport fontossága egyre nő, amit az is jelez, hogy egyes típusok gyártását bővítik. A nagy teljesítményű műanyagok fejlesztésével, az árak csökkenésével az alkalmazási területek bővülése várható az autóiparban és a nagy értékű, érzékeny termékek, pl. elektronikai alkatrészek csomagolásában.

Tárgyszavak: műszaki műanyag; PEEK; poliimid; polibenzimidazol; poliftálamid; fémek helyettesítése.

Kapacitásnövekedés a „high tech” műanyagok termelésében

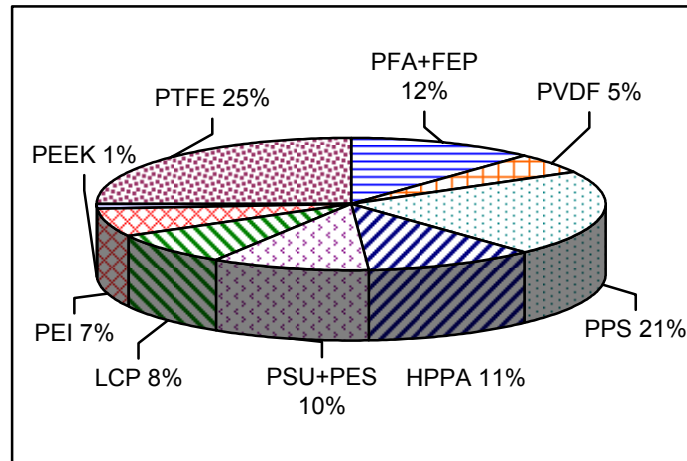
A nagy teljesítőképességű műanyagok gyártói néhány éve még érdekes külön-cöknök számítottak a műanyagiparban, mára azonban egyre biztosabb megélhetéshez jutnak a maguk piacán, amit az is mutat, hogy folyamatosan bővítik gyártókapacitásukat. A nagy teljesítményű műszaki műanyagok megkülönböztető jegye *a mechanikai és a környezeti terhelésekkel szemben mutatott rendkívüli ellenálló képesség:*

- nagy hőállóság, a tartós terhelhetőség maximális hőmérséklete meghaladja a 150 °C-ot,
- rendkívüli szilárdság és szívósság,
- nagy terhelhetőség besugárzás alatt is, beleértve a napsugárzást,
- adalékmentesen is lángálló,
- korrózióállóság,
- rendkívül jó csúszási tulajdonságok, tribológiai szempontból tartósak,
- kompatibilitás emberi szövetekkel, sterilizálhatóság sugárzással,
- önerősítés, molekuláris orientáció feldolgozás közben.

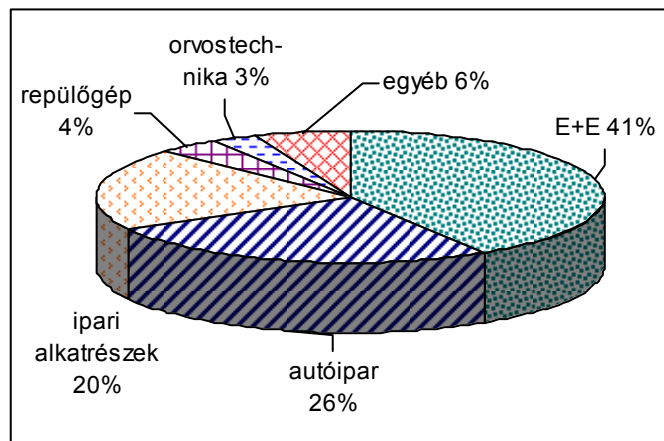
Mindezen előnyök ellenére a magas ár sokáig gátolta ezeknek a műanyagoknak az elterjedését. A kilogrammonkénti ár 5 és 80 USD között van, az átlag 15 USD/kg. 2006-ban a nagy teljesítményű műanyagok piaca 345 kt-t tett ki (1. ábra), amelynek értéke kb. 5 milliárd USD volt, a növekedés pedig elérte az évi 7%-ot. Ezek az anyagok sok új termékben és technológiában kulcsszerepet játszanak, ahol az értéknövekedés olyan nagy, hogy az elbírja az alapanyag magas árát is. Ilyen esetekben szoros együttműködésre van szükség az alapanyaggyártó, a kompaundáló, a feldolgozó és a felhasználó között.

A különleges tulajdonságok rendszerint valamilyen speciális szerkezeti egység vagy részlet következményei. Ilyenek lehetnek:

- teljesen vagy részlegesen fluorozott szénláncok, pl. a poli(tetrafluor-etilén)-ben (Teflon, PTFE), tetrafluor-etilén (TFE) kopolimerek/fluorozott etilén-propilén kopolimerek (FEP), perfluor-alkoxi-alkén kopolimerek (PFA)/, poli(vinilidén-fluorid) (PVDF),
- kéntartalmú poliaromás vegyületek, pl. poli(fenilén-szulfid) (PPS), poliszulfon (PSU), poli(éter-szulfon) (PES),
- aromás poli(éter-ke-ton)(PEEK),
- folyadékkristályos főláncot tartalmazó polimerek (LCP),
- merev láncú aromás poliamidok (HPPA).



1. ábra A nagy teljesítményű műszaki műanyagok világpiacának megoszlása mennyiség szerint (erősítő és töltőanyagokat is beszámítva) 2006-ban.
A teljes értékesített mennyiség 345 kt volt.



2. ábra A nagy teljesítményű műszaki műanyagok megoszlása felhasználási területek szerint

Főbb alkalmazási területek

A 2. ábrán látható a nagy teljesítményű műanyagok alkalmazási terület szerinti megoszlása. Az alkalmazási területeket mutatja be még az 1. táblázat, a főbb gyártókat és márkanéveket pedig a 2. táblázat. Főként a villamosgép-gyártásban, az elektronikában, a járműgyártásban, a gépiparban és a vegyiparban alkalmazzák őket. A műszer-gyártáson belül különösen fontos az orvostechika, ahol a *sterilizálhatóság döntő szempont*. Az utóbbi időben megjelentek a tömegcsökkentő megoldások, pl. a mikroporózus habok, az integrált habok, amelyek ezekből a speciális műanyagokból készülnek, de fontosak a különböző (pl. fémmel kombinált) hibrid elemek is. Látványosan nő a műanyag elemek mennyisége a repülőgépgyártásban is: az *Airbus 340* műanyagtartalma még 10% alatt volt, az új *Airbus 380*-é már 25%, a **Boeing** most fejlesztés alatt álló *Dreamliner 787*-ében pedig a műanyagtartalom az 50%-ot is meghaladhatja!

Az építőiparban kezdenek megjelenni speciális fluorpolimer fóliák, amelyek időjárásállóak, vízzáróak és átengedik a napfényt. Az üvegszállal kombinált fluorpolimerek pedig nagy épületek (bevásárló csarnokok, repülőterek stb.) átlátszó tetőburkolatának kialakítására is alkalmasak.

A nagy teljesítményű műanyagok iránti keresletet növeli a szenzorika, mert a nagy hőállóságot és alaktartóságot követelő szenzorok egyre jobban beépülnek a mindennapok tárgyaiba az autóktól kezdve a háztartási gépekig. Ezen a téren a folyadék-kristályos polimerek különösen jól alkalmazhatók, mert jól lehet belőlük vékony falú fröccstermékeket előállítani.

Az alapanyaggyártók továbbra is bíznak a növekedésben, ezért újabb és újabb gyártókapacitásokat helyeznek üzembe, és olyan műszaki központokat alakítanak ki, ahol a potenciális felhasználókkal együtt oldhatják meg a felmerülő problémákat. *A legnagyobb növekedés ezen a területen is Ázsiában: Kínában és Indiában várható.* A legfontosabb területek továbbra is a villamos/elektronikai ipar és a járműgyártás lesznek, de a hagyományosan gyakran alkalmazott fröccsöntés mellett a fóliagyártás és a szálgyártás is bekapcsolódik a feldolgozási módszerek sorába. A **Victrex** cég fóliagyártó sort helyezett üzembe, amellyel PEEK fóliákat képes előállítani. Az *Aptiv* márkanévű fólia nagy szilárdságú, hőálló és kitűnő a kopásállósága. Nőtt az igény olyan fóliák iránt, amelyeket stancolással, mélyhúzással lehet feldolgozni, vagy amelyeket laminálással, esetleg ragasztószalag alapréteggként lehet alkalmazni. Egy kb. 15000 tonnás piacról van szó, amely évi 15%-kal nő, és ahol jelenleg a poliimidek, poli(éterimid)-ek, fluorpolimerek, a PET és a PEN versengenek egymással. Az *Aptiv* fóliákat már engedélyeztették kábelszigetelésre, a félvezetőiparban, az autóiparban és a repülőgépgyártásban. A fólia gyártására egy hagyományos egycsigás extrudert tettek alkalmassá, és azon 1,5 m-es szélességben, 6–750 µm vastagságban állítják elő. A fólia felületét plazmával kezelik, ami a koronás felületkezelésnél nagyobb felületi energia előállítását teszi lehetővé.

A habosítással a tömeg és a drága anyagok mennyiségének csökkentése is elérhető. A nagy teljesítményű műszaki műanyagokból készült fóliákat, szálakat és habokat szívesen alkalmazzák különböző kompozitszerkezetekben is, többek között a repülő-

gépiparban, az űrhajózásban, az autóiparban és a hajóépítésben, de a szélerőművek gyártásában is.

1. táblázat

A nagy teljesítményű műszaki műanyagok típusai
és főbb alkalmazásai

Műanyag	Fontosabb alkalmazási területek	Alkalmazási példák
Fluorpolimerek	vegyipar, ipari alkatrészek, építőipar,	erősen korrozív közegekkel érintkező berendezések, korrózióvédő bevonatok, kábelszigetelések, időjárásálló fólia- és textilbevonatok
	háztartás	tapadásgátló bevonatok
PPS	villamosipar, elektronika	alátámasztások, csiphordozók
	autóipar	motoralkatrészek, üzemanyag-ellátó rendszer, hűtővízrendszer alkatrészei
	repülőgépgyártás	szerkezeti alkatrészek
LCP (folyadékkristályos polimerek)	villamosipar, elektronika	csatlakozások, konnektorok, szenzorok
	telekommunikáció	konnektorok
	orvostechika	adagolóegységek, sebészeti eszközök
Amorf műszaki műanyagok (PES, PSU, PEI)	villamosipar, elektronika	hordozó elemek, kijelzők
	autó és repülőgépgyártás	meghajtások, olajellátó rendszer, fényszórók reflektorai
	orvostechika	dializáló membránok, sebészeti eszközök
	élelmiszeripar	mikrohullámú edények
HPPA	Autóipar	motortérbeli alkatrészek, olajszűrők, beszívó csövek
	orvostechika	dializáló eszközök
	építőipar	vízvezetékek alkatrészei, vízmérő órák
PEEK	autó és repülőgépgyártás	olajellátó rendszer, hidraulika, kábelszigetelés
	ipari alkatrészek	fogaskerék
	gépgyártás	csapágy
	orvostechika	sebészeti eszközök, implantátumok

Fontosabb nagy teljesítményű műszaki műanyagok gyártói
és márkanevei

Műanyag	Gyártó	Márkanév
PTFE	DuPont	Teflon
	Dyneon	Hostaflon
PVDF	Arkema	Kynar
	Solvay	Solet
PPS	Ticona	Fortron
PPS-kompaundok	Chevron-Phillips	Ryton
	Albis Plastics	Tedur
LCP	Ticona/Polyplastics	Vectra
	DuPont	Zenite
	Sumito	Sumikasuper
	Solvay	Xydar
Amorf műszaki műanyagok (PES, PSU, PEI)	BASF	Ultrason E,S
	GE	Ultem, Extem
	Solvay	Radel/Udel
HPPA	BASF	Ultramid
	Degussa	Trogamid/Vestamid
	DuPont	Kevlar, Zytel
	EMS	Grilamid/Grivory
	Arkema	Rilsan, Torlon
	DSM	Stanye
PEEK	Victrex	Victrex
	Solvay	Ketaspire, Avaspire
	Degussa	Vestakeep

Még nagyobb hő- és vegyszerállóság

A nagy teljesítményű műanyagok családján belül (elsősorban marketing okokból) kezdenek megkülönböztetni egy „*ultrapolimer*” csoportot, amely még ezek között is rendkívüli tulajdonságokkal rendelkezik, pl. terhelés alatti behajlási hőmérséklete (HDT) meghaladja a 240 °C-ot. Az „ultrák” piaca egyelőre még nem nagy, 3300 tonna a fröccsöntés, 4400 tonna az extrúzió területén. A növekedés gyors, 15% feletti – annak ellenére, hogy az ilyen anyagok ára 40–200 USD/kg között mozog. Az igény gyors növekedésének egyik oka, hogy a tervezéssel és a feldolgozással kapcsolatos nehézségek nagyrészt megoldódtak. A magas ár ellenére keresettek az ilyen nyers-

anyagok, mert az egyre apróbb alkatrészek csak különleges anyagokból állíthatók elő, és egyre erősödik a tömegcsökkentés iránti igény a járműiparban is. Nagy kérdés az is, hogy mennyire jól és reprodukálhatóan dolgozhatók fel ezek a különleges műanyagok. A PEEK pl. jól kiállta az élet próbáját, míg egyes, utóérlelést követelő anyagok (pl. a **Solvay Torlon** márkanevű polimerje) kevésbé vonzóak a feldolgozók számára. A magas feldolgozási hőmérsékleten egyre romlik a hőátadás és nehéz állandó hőmérsékleten tartani az ömledéket. A hagyományos feldolgozóberendezéseket többletfűtéssel kell ellátni, általában kisebb változtatásokat kell eszközölni a csigageometrián, és többnyire módosítani kell a szerszámot is (szellőzés, alámetszések, rézsűszögek).

Éles verseny a PEEK polimerek területén

Korábban a **Vitrex** PEEK poli(éter-ke-ton) típusaival vitathatatlan vezető szerepet játszott az „ultra” polimerek területén, de manapság egyre több ismert és új versenytárssal kell megküzdenie. A **Degussa High Performance Polymers** és a **Solvay Advanced Polymers** részben saját fejlesztései, részben felvásárlások révén intenzíven bővíti saját hőálló polimer kínálatát. Megemlíthető ezeken kívül a **Mitsui Chemicals America** cég, amely *hőre lágyuló poliimid* gyártásába kezdett, vagy a **GE Plastics**, amely ugyancsak hasonló típussal jelenik meg a piacon a már korábban bevezetett PEI /poli(éter-imid)/ mellett.

A fenti cégek közül a **Solvay** rendelkezik a legszélesebb választékkal, pl. az *Udel* poliszulfon, *Torlon* poli(amid-imid) típusokkal, de az indiai **Gharda Polymers** megvásárlása révén belépett a PEEK gyártók közé, a **Mississippi Polymer Technologies** megvásárlásával pedig egy egészen különleges, önerősítő polifenilén (korábbi nevén *Parmax*) polimerrel bővítette kínálatát. Ezek a műanyagok képezik a *SolvaSpire* márkacsalád alapját. A Solvay stratégiájának lényeges eleme, hogy betöltse a *Vitrex* PEEK és az olyan „hagyományos” hőálló műanyagok közti piaci rést, mint amilyen a PPS. Sokan azért vásároltak PEEK-et, mert nem volt más, olcsóbb anyag, amellyel az adott alkalmazás igényeit kielégíthették volna. Az *AvaSpire* nevű módosított PEEK tulajdonságai nem mindenben versenyeznek a **Vitrex** anyagával, de pl. orvostech-nikai alkalmazásokban annál olcsóbb alternatívát kínál. *A töltetlen AvaSpire típusok 15-25%-kal olcsóbbak a hagyományos PEEK-nél.* Ütésállóságuk és hőállóságuk állja a versenyt a PEEK-vel, vegyszerállóságuk és szilárdságuk valamivel alacsonyabb. A *750-es sorozat* 40% üvegszálat tartalmaz, amely az erősített **Vitrex** típusok versenytársa. A **Solvay KetaSpira** néven is kínál PEEK-et, összesen nyolcfélét, amelyek közül egy típus választhatóan 30% üveg- vagy szénszálat tartalmaz. Ezek lényegében azonos eljárással készülnek, mint a *Vitrex* PEEK, és nagyon hasonló eljárást használ a Solvay poliszulfon polimerjeinek gyártására is. A felvásárolt indiai **Gharda** cég *Gatone* márkanevű PEEK-je kicsit eltérő kémiai felépítésű, sötétebb, és más a feldolgozhatósága is. A Solvay ezt a típust elsősorban Ázsiában kínálja eladásra. Az *AvaSpire* és *KetaSpire* típusok hagyományos fröccsgépeken és extrudereken feldolgozhatók. Ezeket az anyagokat jelenleg félüzemi körülmények között gyártják az USA-ban, de hamarosan indul egy évi 600 tonnás üzem Indiában.

A **Solvay** hamarosan új hőálló szulfontípusokkal jelentkezik *EpiSpire* néven, amelyek *HDT értéke 230–265 °C között* lesz. Ezek az új típusok más, hasonló Solvay típusokat fognak kiváltani (*Supradel HTS* és *Gafone PSS-B*). A *Torlon PAI sorozat* is ki fog egészülni kis súrlódású és kopású típusokkal. A korábbi *Parmax* polimert, amelynek nem nagyon van más rokona a piacon, *PrimoSpire* néven fogják a jövőben árusítani. Az önerősített, merev láncú polifenilénszerkezet rendkívül nagy szilárdságot biztosít (kb. 240 MPa), ami a hőre lágyuló műanyagok között az egyik legnagyobb ismert érték. Nedvességabszorpciója csekély, vegyszerállósága nagy, nagyon nehezen ég, szilárdsága és merevsége 60%-kal haladja meg a PEEK vagy a PEI hasonló értékeit. Rendelkezésre áll belőle fröccsönthető, extrudálható és préselhető típus. Csekély éghetősége annak tudható be, hogy inkább kokszosodik, mint ég, és védőréteget képez. Ára kb. 30 USD/kg, 20%-kal drágább a standard PEEK-nél.

Az eredetileg az **ICI** által szabadalmaztatott *Victrex PEEK* – amelynek gyártására hamarosan azonos néven önálló, független cég alakult – az erős verseny ellenére sincs aggasztó helyzetben. Ők ugyanis csak ezzel az anyaggal foglalkoznak, és óriási tapasztalatuk halmozódott fel vele kapcsolatban. 2006-ban 19%-kal tudták növelni az eladott polimer mennyiségét, 2007 első felében időarányosan 15%-os volt a növekedés. A nagyobb igények kielégítésére újabb üzemet indítanak Nagy-Britanniában, amivel a 3000 tonnás kapacitást kb. 4500 tonnára növelik.

A **Victrex** 2001-ben egy teljesen független leányvállalatot alapított **Invibio** néven, amelynek feladata a biokompatibilis és szervezetbe beültethető típusok kidolgozása és marketingje. A *Victrex T-sorozat* néven új, hőálló PEEK-PBI (polibenzimidazol) blendeket vezetett be olyan alkalmazásokhoz, amelyeknél rendkívüli hőállóságra, keménységre, kopásállóságra és csekély kúszási hajlamra van szükség. A PEEK/PBI ötvözeteket nem erősített, üvegszállal erősített és kopásálló változatban is kínálják, és hamarosan várható a szénszállal erősített típus megjelenése is. A *T-sorozat* tartós használati hőmérséklete 300 °C, amely jóval magasabb a nem módosított PEEK hasonló értékénél (260 °C). Az új anyagok egyik alkalmazása robotkarok készítése a félvezetőipar számára. Készülnek új PEEK ötvözetek is. Hamarosan megjelennek olyan, az eddiginél kétszer nagyobb folyóképességű típusok, amelyek kiválthatják a vékony falú LCP vagy PBT konnektorokat, sőt még csökkenthetik is a jelenlegi falvastagságot.

További „újonc” a PEEK gyártás területén a **JIDA Degussa** cég, amely a **Degussa High Performance Polymers** 80%-os és a kínai **Jinlin Egyetem** 20%-os tulajdonában van. Az egyetem már 15 éve dolgozik a PEEK gyártástechnológiáján, a Degussa pedig 2005-ben know-how-t vásárolt a **Ticona GmbH**-től poli(aril-éterketon)-ok (PAEK) gyártására. A *Victrex* és a *Solvay* által gyártotthoz hasonló kémiai összetételű *Vestakeep* márkanévű polimert, amelynek *HDT értéke 153 és 240 °C között* változik, Kínában gyártják. Jelenleg nyolc változat kapható fröccsöntéshez vagy extrúzióhoz. Van négyféle nem erősített típus (különböző viszkozitással), de vannak üvegszállal és szénszállal erősített, valamint szilárd kenőanyagot (grafit, PTFE) tartalmazó típusok is. Van egy különleges extrúziós típus kábelszigetelési célra, és a Degussánál is kísérleteznek az ötvözetekkel meg a koextrúzióval.

Nem saját gyártásra, hanem PEEK kompaundálásra rendezkedett be az **Oxford Performance Materials**, amely az *OxPekk* családban tízféle módosított típust kínál.

Poliimidek és polibenzimidazol

A **GE Plastics** a már ismert poli(éter-imid) (*Ultem*) típusok mellé újabb, nagyobb hőállóságú hőre lágyuló poliimidet (*TPI*) fejlesztett ki *Extem* márkanéven, amelynek üvegesedési hőmérséklete 311 °C, tartós használati hőmérsékletének maximuma pedig 230 °C. A nagy hőállóság az *Extem UH* típusoknál jó feldolgozhatósággal párosul, kiváló a vegyszerállósága (olyan halogéntartalmú olódszerekkel szemben is, mint a metilén-klorid). A nagy folyóképességű *Extem XH* típusok T_g -je valamivel alacsonyabb (267 °C), de ezek alkalmasak vékony falú termékek előállítására is. A GE a tulajdonában levő **LNP** nevű kompaundáló céggel azon fáradozik, hogy ötvözeteket alakítson ki az új *TPI* és hagyományos, részben kristályos vagy amorf hőálló polimerekkel, hogy bővítsék a kínálatot. A tervezett alkalmazási területek a félvezetőipar, a villamosipar és az elektronika, a kőolajbányászat és a gépipar (csapágyak, fogaskerekek). Ugyancsak kidolgozás alatt van az elektrosztatikus töltéseket elvezető (sztatikusan disszipatív) és a kopásálló típus. Jövőre jönnek ki a termékcsalád harmadik tagjával, az *Extem VH* típussal, amelynek ütésállósága jobb lesz a jelenleginél – anélkül azonban, hogy a folyóképesség vagy a hőállóság romlana. 2008-ban nyitnak Spanyolországban egy gyártóüzemet, amely ezeket a polimereket nagy léptékben fogja gyártani.

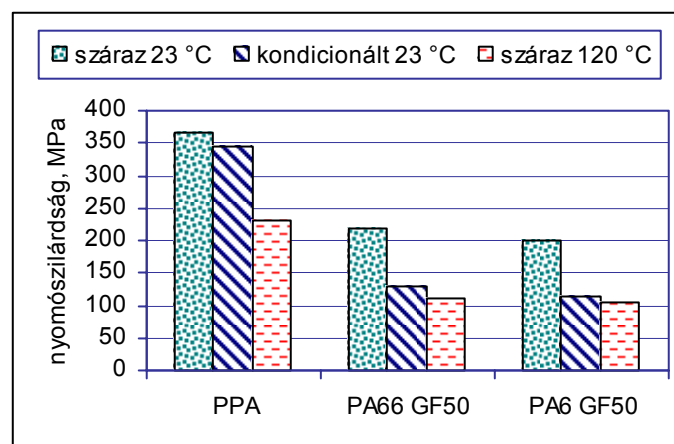
A **Mitsui Chemicals** már a 90-es évek elején megjelent a piacon egy *TPI*-vel, amely *Aurum* márkanéven ismert. Ennek tartós használati hőmérsékleti maximuma 250 °C, szakítószilárdsága 265 MPa, vegyszerállósága kitűnő. Jelenleg folyik még nagyobb hőállóságú típusok kifejlesztése, amelyek HDT értéke elérheti a 300 °C-ot is. A feldolgozott anyag amorf, de az utóhőkezelés hatására részben kikristályosodik, amire szükség is van a végső mechanikai jellemzők eléréséhez. A polimerből vékony (20–600 µm) fóliák, vékony falú csövek, sőt kábelszigetelés is készíthető.

Az amorf hőálló műanyagok területén a **Celanese Corporation** által 1983-ban kereskedelmi forgalomba hozott polibenzimidazol (*PBI*) egyedülálló. Üvegesedési hőmérséklete 427 °C, HDT értéke 435 °C (1,8 MPa terhelésnél). Rövid ideig 760 °C-ig is terhelhető, ugyanakkor tulajdonságait -196 °C-ig is megtartja. Gyakorlatilag nem ég, és még 500 °C fölött is alig bocsát ki gázlakú bomlástermékeket. *400 MPa-s nyomószilárdsága a legnagyobb a műanyagok között.* Mivel hagyományos értelemben nem olvad meg, por formában árusítják és vagy préseléssel, vagy oldatból öntéssel dolgozzák fel. A préselés extra körülményeket kíván: 475 °C-os hőmérsékletet és 56 MPa nyomást. Mint korábban említettük, a **Victrex** cég árusít *PEEK-PBI* ötvözeteket.

Fémek helyettesítése poliftálammal

Az **Ems** cég *Grivory HT* márkanévű félig kristályos poliftálsavamidja (*PPA*) rendkívüli tulajdonságokat mutat. Kiváló a vegyszerállósága, jó a mérettartóssága, kicsi a vetemedése. Emiatt más nagy teljesítményű műszaki műanyagokhoz hasonlóan

(pl. PPS, PEEK) *alkalmas fém alkatrészek kiváltására*. Ezen a téren a merevség és a szilárdság a legfontosabb szempontok. A *Grivory* a PEEK versenytársa lehet 120 °C-ig. A hagyományos poliamidokhoz (PA6, PA66) képest a *Grivory HT* víz- és nedveségfelvétele kisebb, ezért kevésbé változnak meg mechanikai jellemzői a nedves levegőben történő kondicionálás hatására. A 3. ábra például a nyomószilárdság értékeket hasonlítja össze szárazon, kondicionálás után és 120 °C-on háromféle poliamid esetében, amelyek mindegyike 50% üvegszálat tartalmazott. A polifitálsavamid nyomószilárdsága a nedveségfelvétel hatására mindössze 5%-kal csökken, a hagyományos poliamidoknál viszont 40%-os a romlás. A PPA hőállósága is sokkal jobb: a nyomószilárdság 120 °C-on is nagyobb, mint a másik kettő esetében szobahőmérsékleten. Hasonló eltérések mutatkoznak a húzási vizsgálatban is (4. ábra). Szárazon a PPA és a PA66 szakítószilárdsága még összemérhető (bár az utóbbinál a modulust jellemző merevedésség jóval kisebb), nedves kondicionálás után viszont nagyon nagy a különbség. A PA66 nem csak jóval kisebb feszültségnél szakad, de a linearitástól való eltérés is jóval hamarabb jelentkezik. Az 50% üvegszálat tartalmazó *Grivory HTV* felületi keménysége hasonló a fémekéhez, és a keménység tovább növelhető, ha az üvegszálatartalmat 65%-ra növelik.

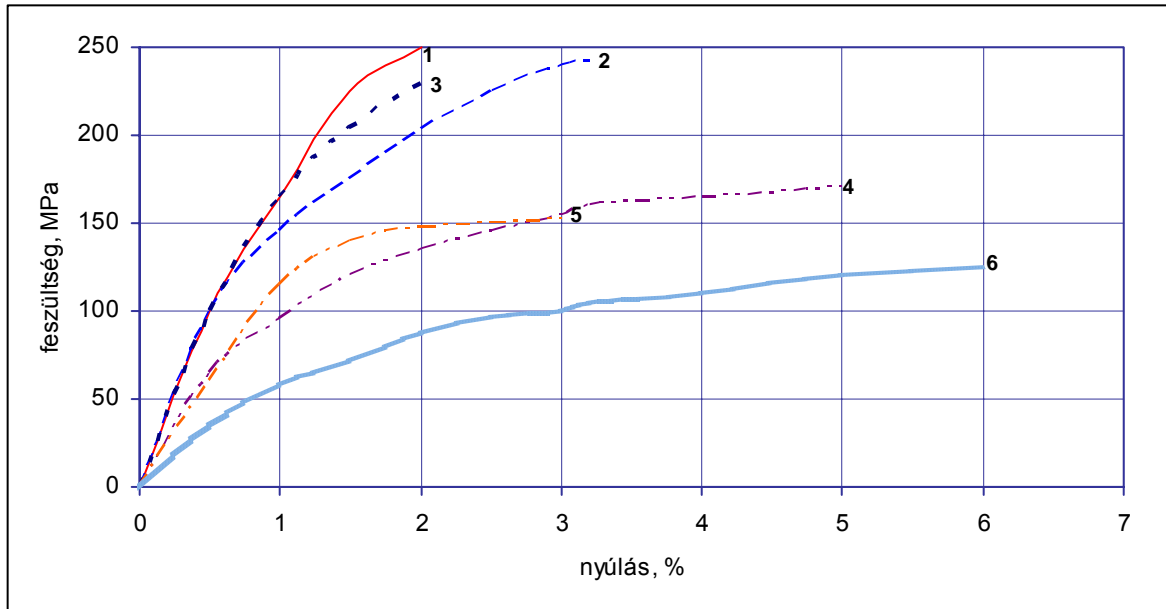


3. ábra A PPA (*Grivory HTV-5H1*), a PA66 és a PA6 nyomószilárdsága

A helyettesíthetőség érdekében kísérleteket és számításokat végeztek különböző poliamidokból és fémből készült csavarkulcsokban fellépő feszültségek meghatározására. A gyűrű formájú feszítő felület PA66 + 50% üvegszál esetében már 8 Nm-s nyomatéknál tönkrement, a *Grivory HTV 5H1*-ből készült eszköz azonban 18 Nm-ig bírta, amely értéknél a csavar szakadt el. A végeelem-számítások lehetővé tették a feszültségi állapot részletes feltérképezését. A PPA-ból készült eszköz a fémekhez hasonlóan majdnem a törésig nem mutat plasztikus deformációt.

A PPA olyan alkalmazásoknál tesz jó szolgálatot, ahol a munkadarabok tartós terhelésnek és nedvesség hatásának vannak kitéve magasabb hőmérsékleten. Ilyen esetekben a PEEK-nél vagy a PPS-nél olcsóbb megoldást nyújt a nagy teljesítményű aro-

más poliamid alkalmazása. Tipikus alkalmazások a vízórák, szivattyúalkatrészek, szelepházak. A PPA magas olvadáspontja (325 °C) jelentősen meghaladja a PA6 (222 °C) és a PA66 (260 °C) megfelelő értékeit, ezért a HDT értéke is magasabb (150 °C), de rövid ideig 250 °C-os csúcsokat is kibír.



4. ábra A PPA (Grivory HTV-5H1) és PA66 szakítási görbéi különböző kondicionálás után

1. Grivory HTV-5H1 (23 °C száraz); 2. PA66 GF50 (23 °C száraz); 3. Grivory HTV-5H1 (23 °C kondicionált); 4. PA66 GF50 (23 °C kondicionált); 5. Grivory HTV-5H1 (120 °C száraz); 6. PA66 GF50 (120 °C száraz).

A fémek műanyagokkal történő helyettesítése számos potenciális előnnyel jár:

- kevesebb gyártási lépés (fémeknél: sorjamentesítés, utómegmunkálás, korrózióvédelem, menetvágás, felületnemesítés),
- tervezési szabadság,
- integrált funkciók,
- szerelési lépések kihagyása, tömítések egy lépésben történő elkészítése,
- olcsóbb nyersanyag.

A fenti példákból is látható, hogy a nagy teljesítményű műanyagok egyre szélesebb választéka áll a tervezők és gyártók rendelkezésére, és nem árt bizonyos áttekinthetőséggel rendelkezni annak érdekében, hogy a legmegfelelőbb, ugyanakkor relatíve a legolcsóbb megoldás kerüljön kiválasztásra.

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

Wunderlich, W.: Hochleistungskunststoffe im Aufwind. = Kunststoff Trends, 7. k. 1. sz. 2007. p. 8–9.

PEEK films make commercial launch. = Plastics Technology, 53. k. 7. sz. 2007. p. 33.

Grande, J. A.: New contenders push limits of heat and chemical resistance. = Plastics Technology, 53. k. 6. sz. p. 58–63.

Jeltsch, T.: Bis an die Grenze des Machbaren. = Kunststoffe, 97. k. 8. sz. 2007. p. 144–147.

Röviden...

Vízakna PUR-ból

Amerikai mérnökök ötletére a Bayer MaterialScience Bayflex 110-50 anyagából föld alá beépített vízakna prototípusát dolgozták ki. A reaktív öntéssel (RIM) 2 perces ciklusidővel előállított 38 cm magas, 51 cm átmérőjű akna mind a szilárdság, mind a vegyszerállóság tekintetében kiállta a próbát. Tömege 7,25 kg, amely mintegy egy tízede a hagyományos öntöttvas aknának. A PUR aknákat egyelőre járdák, parkok, kisebb forgalmú helyek alá építették be, de kedvező tapasztalatok esetén várható további elterjedésük.

Plastics Technology, 53. k. 5. sz. 2007. p. 31.

O. S.