XIII. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2008. március 14-15.

MŰSZAKI MŰANYAG KOMPOZITOK FEJLESZTÉSE

Andó Mátyás, Kalácska Gábor, Czigány Tibor

Abstract

Cast polyamide 6 engineering plastic material is often used at many places of technical activity. This unique and strategic polymer has been being developed for special applications, too. At our research programme we focus on four main areas: improved tribological behaviour, electrically antistatic, fire-safe, and mechanically improved by nano carbon tubes versions. The compositions of additives are followed by many casting technological research steps. At this article we introduce the potential additive materials and different points of selection and composition aspects. (INNOCSEKK, GVOP 3.3. OTKA NI 62729)

Összefoglalás

A műszaki élet számos területén már használt poliamid 6-ot (PA6) folyamatosan fejlesztik, hogy speciális területeken is megjelenhessen. A magnézium katalizálású PA6-nak négy fő fejlesztési irányvonalát jelöltük ki: 1. javított tribológiai tulajdonság, 2. antistatikus tulajdonság, 3. égésállóság fejlesztése, 4. szén nanocsövekkel javított mechanikai tulajdonságok. A megfelelő adalékanyagok kiválasztása után a kísérleti öntések következnek. Az elvégzett anyagvizsgálatok eredményei alapján fejlesztjük ki az adalékok pontos receptúráját és a hozzá tartozó öntéstechnológiát. A cikkben bemutatjuk a felhasználható adalékanyagokat, és a kiválasztás szempontjait.

1. Bevezetés

A magnézium katalizálású poliamid 6 (PA6) gyártástechnológiáját az 1990-es években dolgozták ki Magyarországon. A fejlesztési folyamat következő lépése, hogy olyan speciális tulajdonságú műanyagokat tudjunk előállítani, mely piaci alapokon ki tudja elégíteni a különleges igényeket is. Így a fejlesztési irányvonal a mezőgazdasági igények felé fordult. Ezen a területen jellemző kihívás az anyagokkal szemben a jobb kopásállóság, mely hosszabb élettartamot jelent, vagyis egyik fejlesztési terület a javított tribológiai tulajdonságokkal rendelkező műanyagok létrehozása. A különböző gabonák mozgatása, tárolása során por keletkezhet, mely robbanásveszélyes közeget hozhat létre, így az antistatikus tulajdonságú műanyagokra is igény van. Az égésgátolt műanyagok a mezőgazdaság azon területén használhatóak, melynél a tűzveszélyesség miatt követelmény a fokozottan tűzálló anyagok használata. Az általános használatot a mechanikai tulajdonságok javításával lehet elérni, például szén nanocsövek adalékolásával.

2. Adalékanyagok

A tribológiai tulajdonságok javítására a következő anyagokat általánosan használják: grafit, szilícium-dioxid, politetrafluor-etilén, polietilén, molibdén-diszulfid, ólom, olajok, ásványi olajok, foszfátok, kalcium-szilikát (kalcium-metaszilikát), viaszok, fémporok, szilikon. A poliamidoknak kent (nedves)

közegben súrlódási tényezőjük igen alacsony, akár a PTFE-nél (közismert neve a teflon) is jobb. Száraz körülmények között, amikor csúszás és tapadás során erős felületi adhézió is felléphet, a súrlódási tényező értéke igen magas lehet. Az üzembiztonság érdekében szükséges olyan adalékanyagok használata, mely száraz körülmények között is csökkentik a súrlódási tényezőt. A molibdén-diszulfidot (MoS_2), és a PTFE-t régóta használják a műanyagiparban ilyen jellegű adalékként. A grafit és a MoS_2 szilárd kenőanyagok, melyeknek használata csökkenti a szívósságot, és a szilárdságot is [2].

A műanyagiparban számtalan adalékanyagot használnak arra a célra, hogy az alapmátrix elektronvezető képességét növeljék, ilyen anyagok [3]: korom, grafit, szénszál, porok, vezetőképes pelyhek-, lemezkék-, szálak, fémbevonatú grafit-, üvegszálak, fémbevonatú üveggyöngyök. Az ilyen anyagok használata esetén azonban csak akkor érünk el tulajdonság változást, ha egy bizonyos koncentrációnál több adalékanyagot használunk, mert ekkor folytonos vezetőképes szerkezetet tudnak kialakítani az anyagban. A feltöltődés elkerülésének másik módja, hogy antisztatikumot használnak, ekkor az alapmátrixhoz keverik az adalékot, ami tartós védelmet nyújt a feltöltődés ellen, de a polimer nem lesz vezetőképes. A különböző grafitporokat viszonylag könnyen és eredményesen lehet használni, azonban ezek az adalékok is rontják a mechanikai tulajdonságokat [4]. A szén származékok közül használják még a habosított grafitot, a kormot és a szén nanocsöveket is; utóbbit már mesterkeverékben is forgalomba hozták célzott felhasználási területre [5].

A műanyagok égésállóságának növelése alapvető cél, melyhez a következő adalékokat elterjedten használják: krómozott vegyületek, brómozott vegyületek, kristályvizet tartalmazó anyagok, alumínium-hidroxid, magnézium-hidroxid, kokszos felhabosodó védőréteget képező anyagok. Az égésgátlás egyik új anyaga a montmorillonit, melynek hatására az égés során tapasztalható hőfejlődés jelentősen megváltozik. Akár egy százalék montmorillonit hatására a csúcsérték jelentősen csökken, ennek köszönhetően az égés időben elhúzódik. Emellett a montmorillonit jelentősen csökkenti a kompozit nyúlását, az alapanyagéhoz képest akár több mint egy nagyságrenddel [1].

A szén nanocsövek szerkezete igen jellegzetes, gyakorlatilag egy tökéletes hengerré tekert, egyetlen atomvastagságú grafitréteg. Problémát jelent, hogy a szén nanocsöveknek nagy az aggregációs hajlama, így az alapmátrixban csoportokba ágyazódnak be, ennek hatására nem érvényesülnek kíváló mechanikai tulajdonságaik, ráadásul még feszültséggyűjtő helyeket is képeznek. Ennél az adalékanyagnál az eloszlási probléma így fokozottan jelentkezik.

3. Anyagkiválasztás

Az első öntési sorozat elvégzése után több mint 100 fajta minta állt rendelkezésünkre. A fejlesztés további lépéseként a minták egy jelentős részét ki lehetett zárni, mert szabad szemmel látni lehetett a kiválásokat. A maradék 61 fajta mintán a következő vizsgálatokat végeztük el: szakítóvizsgálat, Charpy-féle ütővizsgálat, tribológiai vizsgálatok, elektromos vizsgálatok.

Az anyagfejlesztés egyik alapelve, hogy az adalékolás nem csökkentheti jelentősen a mechanikai tulajdonságokat. Vagyis a minták közül kiválasztjuk azokat, melyek mechanikai szempontból értékesek, majd vizsgáljuk, hogy mennyire hatásos volt az adalékolás a saját nemében (például mennyire növelte a kopásállóságot). Így a következő szempontok szerint választhatóak ki az ígéretes anyagok:

- legnagyobb szakítószilárdsággal rendelkező minták;
- legnagyobb nyúlással rendelkező minták;
- legnagyobb ütőmunkával rendelkező minták;
- arányosan jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkező minták.

Az első táblázat tartalmazza a fejlesztési alapanyag mechanikai tulajdonságait.

1. táblázat *DOCAMID 6G-H alapmátrix tulajdonságai [6]*

Húzószilárdság	85 MPa	Rugalmassági modulus	3300 MPa
Szakadási nyúlás	60%	Ütésállóság (Charpy)	>8 kJ/m ²

A kísérleti öntések során a minták közül az öt legnagyobb szakítószilárdsága 75-85 MPa között volt. Ezek az értékek jónak mondhatóak, mert az adalékok ellenére csak kis mértékben csökkentek a szakítószilárdságok, azonban speciális tulajdonságokat kaptak. Ezekben a mintákban PTFE és grafit adalékok találhatóak, melyek főként a tribológiai és antisztatikus tulajdonságokat befolyásolják. A legtöbb minta szakítószilárdsága 40-60 MPa-ra csökkent ami 30-50%-os csökkenést jelent. Az ilyen arányú csökkenés azonban már jelentősen csökkentheti a felhasználhatóságot.

A szakadási nyúlás a műanyagoknál igen fontos tulajdonság, ugyanis a műanyagok szívósságát jól szimbolizálja az alakváltozási képesség is az ütőmunka mellett. A minták mérési eredményei között szerepelnek igen kis- (1%), és igen nagy (200% felett) nyúlások. Az alapanyaghoz képest négy mintának nagyobb a szakadási nyúlása. Két mintának a nyúlása 70-80% között van, ahol a fő adalékanyag MoS₂, vagyis a tribológiai tulajdonságaik javítása a cél. Két minta szakadási nyúlása 180% felett van, ami igen nagynak mondható a poliamidokhoz képest.

Az ütőmunka értékek is igen széles tartományt ölelnek fel 2000-12000 J/m². 8000 J/m²-nél nagyobb értéket 7 mintánál mértünk. 4 minta 8000-9000 J/m² között volt, ezek közül háromnak PTFE, egynek viasz tartalma volt. Ezeknél a mintáknál is a tribológiai tulajdonságok javítása volt a cél. A PTHF (politetra-hidrofurán) adalékot mechanikai tulajdonságok javítására használtuk a szakirodalmi tapasztalatok alapján, és ennek köszönhetően két mintának is 11000 J/m² fölött volt a fajlagos ütőmunka értéke.

A fajlagos mérési eredményeket (alapanyaghoz viszonyítva) összeszorozva, a legnagyobb értékeket a PTHF, MoS₂ minták kapták. Egy speciális PTFE-garfit keverék is viszonylag nagy értéket kapott. Általánosságban elmondható hogy a minták 75%-ának a szorzat értéke 0,1 alatt van (gyári mintának 1), vagyis a minták nagy többsége jelentősen veszít a jó mechanikai tulajdonságaiból. Ez az alacsony érték nem meglepő a szakirodalmi források tükrében.

6. Összefoglaló

Az első öntési sorozat alapján ki tudjuk választani azokat a mintákat, amelyek a legjobban szerepeltek a célzott tulajdonságok szempontjából, továbbá a mechanikai tulajdonságuk sem csökkent jelentősen. Az adalékolás miatt a mechanikai tulajdonságok általában erőteljesen változnak. Ha azonban a minták elsődleges feltételeként bizonyos mechanikai tulajdonságok túrésen belüli megőrzését prioritásként kezeljük, akkor ki lehet választani azokat az anyagokat, amelyekkel a speciális tulajdonságokon túl az általános mechanikai használhatóság megmarad. Megállapítottuk, hogy a magnézium katalizálású PA6-hoz adalékanyagként MoS₂ és a PTHF mindenképpen használható. Bizonyos feltételek mellett a PTFE és a grafit és szén nanocső sem okoz túl nagy csökkenést az alapanyag mechanikai tulajdonságaiban. A további kutatási feladatunk az adalékok pontos arányának definiálása az öntéstechnológiai lépések optimalizálása mellett. Ennek köszönhetően a végtermékek olyan kompozit fejlesztést eredményeznek a korábbi vegyipari termékekkel ellentétben, ahol a speciális igényeknek való megfelelés nem jelenti az alaptulajdonságok – és felhasználhatóság – szignifikáns változását, hanem valóban műszaki fejlesztésként a felhasználhatóság kiterjesztését jelenti a súrlódó és mechanikailag terhelt rendszerekben.

Irodalom

- [1] Chow, W., S., Mohd Ishak, Z., A.: *Mechanical, morphological and rheological properties of polyamide 6/organo-montmorillonite nanocomposites*, eXPRESS Polymer Letters, 1 (2), 2007, 77–83 oldal.
- [2] Jaklewicz, M., és mások: *Friction and scratch resistance of polyamide 6 modified with ionomeric ethylene/methacrylic acid copolymer*, Journal of Applied Polymer Science, 91 (6), 2004, 3866-3870 oldal.
- [3] Kalácska, G., (szerk.): *Műszaki polimerek és kompozitok a gépészmérnöki gyakorlatban*, 3C-Grafika Kft., Gödöllő 2007, 235-236 oldal.
- [4] Novák, I., Krupa, I.: *Electro-conductive resins filled with graphite for casting applications*, European Polymer Journal, 40 (7), 2004, 1417-1422 oldal.
- [5] Pásztor, M., Orbán, S.: *Fénystabilizálás, színezés, antisztatizálás, antibakteriális adalékok*, Műanyagipari Szemle, 3 (2), 2006, 13-19 oldal.
- [6] Quattroplast Kft., „Anyagjellemzők”, 2008, www.quattroplast.hu/anyagjellemzok.php.

Andó Mátyás, Ph.D hallgató

Munkahely: Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépipari Technológiai Intézet

Cím: 2100, Magyarország, Gödöllő, Páter K. út 1.

Telefon / Fax: +36-28-522-949

E-mail: Ando.Matyas@gek.szie.hu