

Speciális kompaundálási eljárások

Műszaki műanyagok természetes szálakkal történő adalékolására elsősorban az autópárhban lenne igény, de ez számos technikai nehézségbe ütközik. Erre jelenthet megoldást a cellulózsálak impregnálása kaprolaktámmal (a PA6 monomerével), majd az ezt követő reaktív extrúzió. A folyamatos eljárás 15–20% száltartalmú, jó minőségű PA6 kompaundot eredményez. Egy másik érdekes kompaundálás, amikor alacsony móltömegű szénhidrogényantákat kevernek polimerekbe. Egy új módszerrel ezek közvetlenül is bekeverhetők a PP-be, ezáltal megtakarítható a mesterkeverék előállításának költsége.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; poliamid; polipropilén; HCR; természetes szálak; extrúzió; kompaundálás; reaktív extrúzió.

Kaprolaktám elegyítése cellulózsálakkal

A természetes alapú szálakat (pl. len, kender, faháncs) már régóta használják a hőre keményedő présporok erősítő adalékaként. A hőre lágyuló műanyagok közül eddig elsősorban csak a polipropilén adalékolására alkalmazták őket, mivel a műszaki műanyagok feldolgozási hőmérséklete a természetes szálak legtöbbje számára már túl magas érték. Ugyanakkor az ilyen kompaundok az üvegszál-erősítéshez, illetve az ásványi töltőanyagokhoz képest jóval alacsonyabb sűrűségük miatt jelentős alkalmazástechnikai potenciállal bírnak. A természetes szálak nedvszívóak, azaz a környező levegőből vizet (kb. 5%) vesznek fel, ezért bekeverésük előtt ki kell azokat szárítani. *Az ilyen szálakat tartalmazó műanyag-granulátumok is szárítást igényelnek feldolgozásuk előtt.*

Különösen az autópárhban lehet a természetes szálakkal erősített hőre lágyuló műanyagokat sikeresen felhasználni, mivel itt a tömegcsökkentés mellett a természetes szálak zérus szén-dioxid-mérlege, recikálhatósága és alacsony ára is javítja az esélyeiket. A természetes szálakkal erősített műanyagoknak jó a zajszigetelése és ellenállnak a vibrációnak. A természetes szálak gyakorlatilag korlátlan mennyiségben állnak rendelkezésre.

A természetes alapú szálak műanyagba keverését nehezíti, hogy a műanyagömlédek viszkozitása nagy, ezért nehezen lehet bennük a szálakat egyenletesen eloszlatni. Ezért fontos előrelépést jelent az a megoldás, amikor a szálakat a poliamid 6 (PA6) monomerébe (ϵ -kaprolaktám) keverik be kétszigás extruderrel, majd az extruderben végrehajtják az aktivált anionos (gyűrűfelnyitós) polimerizációs reakciót, és az így keletkezett száladalékolt polimert az extruderből kilépve hűtik és granulálják.

Erre a célra tiszta (0,5%-nál kisebb lignintartalmú) cellulózsálakat használtak, mivel ezek 250 °C-ig hőállóak, azaz nem bomlanak el sem a polimerizáció során, sem

pedig a PA6 feldolgozási hőmérsékletén. A monomer kis viszkozitása révén már kis nyíróerőkkel jól összekeverhető a cellulózsálakkal, és azokat impregnálva a polimerizáció során jó kapcsolódás jön létre a polimermátrix és a szálak között, amelyet tovább erősít a cellulóz és a poliamid hasonlóan poláros kémiai szerkezete is.

A reaktív extrúziós kompaundálási technológia során az ϵ -kaprolaktám monomert fogaskerék-szivattyúval juttatják a kétcsigás extruderbe. Az alaposan kiszáritott cellulózsálakat (a polimerizációs reakció nagyon érzékeny a nedvességre) gravimetrikus oldaladagoló juttatja az extruder keverőzónájába, ahol alaposan eloszlatják a mintegy 100 °C-os monomerben. A polimerizációs zónában kb. 230 °C-on játszódik le a polimerizáció. Ezt követi az atmoszferikus gáztalanító zóna, majd a kitolózóna. A soklyukú szerszámból kilépő polimerzsinórokat vízfürdőben hűtik, majd granulálják. A granulátum szabad monomertartalmát extrakcióval távolítják el.

A gyártási kísérletek során különböző hosszúságú cellulózsálakat használtak, ezek közül a közepes (30–100 μm) és a hosszú ($\geq 200 \mu\text{m}$) szálak egyaránt jó eredményeket szolgáltattak. A száltartalmat 0–20% között változtatták. Megállapítható volt, hogy:

- a száltartalom növelésével az anyag rugalmassági modulusa (merevsége) többé-kevésbé lineárisan (20% szálaránynál kb. 80%-kal) nő,
- a szakítószilárdság alig változik, azaz a szálak inkább töltő, mint erősítő hatást fejtenek ki,
- a hosszabb szálak merevítő hatása nagyobb,
- a reaktív extrudálással előállított kompaundok merevsége mintegy 10%-kal nagyobb, mint a hagyományos kompaundálással előállítottaké, azaz mint a polimerömlékbe bekevert szálakkal gyártott kompaundoké,
- az üvegszál-erősítésű PA6 alapanyagokhoz képest az azonos mértékben cellulózsálakkal adalékolt rendszerek vibrációcsökkentő tulajdonságai szignifikánsan jobbak, különösen a rövidebb szálakat tartalmazó mintáké,
- a cellulózsálakkal adalékolt PA6-ból fröccsöntött próbatestek törésfelületének vizsgálatával megállapítható volt, hogy a szálak egyenletesen oszlanak el a poliamidmátrixban, szignifikáns mértékű orientáció nem volt kimutatható,
- a cellulózszálak PA6 monomerrel történő impregnálásával a reaktív extrúziós eljárás alkalmas az ilyen kompaundok folyamatos, egyenletes tulajdonságokat biztosító gyártására.

Kis molekulatömegű szénhidrogényanta (HCR) tartalmú PP kompaundok

Az élet számos területén sikeresen alkalmazott polipropilén tulajdonságait lehet a *HCR gyantákkal* (angol nevén: *hydrocarbon resins*) javítani, amelyek fő forrása a kőolaj krakkolása során keletkező

- lineáris, telítetlen C5-ös szénhidrogének, mint pl. a piperilén és az amilén,
- a gyűrűs C5 frakció, mint pl. a ciklopentadién,
- az aromás C9 és C10 frakció, amely reaktív monomereket, mint pl. sztírolt tartalmaz.

Az ezekből polimerizált üvegszerű, kis molekulatömegű gyanták tulajdonságai, pl. szaguk, stabilitásuk, színük és kompatibilitásuk hidrogénezéssel javítható. E gyanták számos polimerrel jól összeférnek, azaz HCR kompaundok készíthetők.

Ha ilyen HCR gyantákat kevernek 15–20%-os koncentrációban polipropilénbe, akkor az jellemző mértékben javítja a PP gázzáró tulajdonságait, optikai tulajdonságait és merevségét.

A HCR gyanták alacsony lágyuláspontjuk és ömledékvizkozitásuk miatt nehezen bekeverhetők (általában az extrúziós folyamat instabil lesz, és csak egyetlen eloszlás érhető el) és ezért általában mesterkeverék formájában adagolják őket a polimerekhez. Speciális csigákkal felszerelt extruderekben azonban a HCR gyanták közvetlenül is bekeverhetők, ezáltal a mesterkeverék előállításának költségeit meg lehet takarítani.

A polipropilén homopolimert és HCR gyantákat tartalmazó keverékeket leggyakrabban fóliák és ezen belül is biaxiálisan orientált fóliák (BOPP) előállítására használják. Az ilyen fóliák az adalékoltalan PP-hez képest a következő tulajdonságokkal rendelkeznek:

- jobb optikai jellemzők, azaz kisebb homályosság, fényesebb felület,
- nagyobb merevség, jobb hajtogathatóság,
- nagyobb zsugorodás,
- alacsonyabb hegeszthetőségi hőmérséklet,
- 50–70%-kal jobb vízgőz- és gázzáró képesség,
- a feldolgozás során: alacsonyabb ömledékvizkozítás, kisebb nyújtási ellenállás, alacsonyabb feldolgozási hőmérséklet.

A HCR gyanták adagolásánál, kezelésénél figyelni kell arra, hogy granulátumai nagyon merevek, törékenyek és ennek következtében minden esetben több-kevesebb finom port is tartalmaznak, amely az etetőben kirakódhat és ragacsos réteget képezhet. Ezért csak speciálisan erre a célra kialakított, mechanikus szállítóberendezéseket célszerű használni.

Egy feldolgozási kísérletben a HCR gyanták bekeverésénél az extruder etetője előtt egy in-line szárazkeverőbe adagolták a komponenseket. A 63,5 mm-es (2,5") egycsigás extruder 30:1 L/D viszonyú csigával rendelkezett max. 140-es fordulatszámmal. A HCR alacsony olvadáspontja miatt a garatot hűteni kellett. Három csigakiképzéssel próbálkoztak: polipropiléncsiga, max. kihozatalú általános poliolefincsiga, kis sűrűségű polietilénből fűjt fóliákhoz használatos csiga.

A legjobb eredményt a PP csigával és a tiszta PP feldolgozásához hasonlóan magas zónahőmérsékletekkel érték el. A HCR adagolása csökkenti az ömledékvizkozitást, ezért a feldolgozás energiaigénye számottevően csökkent. A HCR egyetlenesen oszlott el a PP mátrixban.

Összeállította: Dr. Füzes László

Hopmann Ch.; Klünker E.: Naturfasern im Extruder imprägnieren = Kunststoffe, 102. k. 8. sz. 2012. p. 64–67.

Keung J.; Devorest, Y.; Levine, M.; et al.: Extrusion of PP and HCR Blends = Plastics Engineering, 67. k. 6. sz. 2011. p. 28–32.