

MŰANYAGOK TULAJDONSÁGAI, VIZSGÁLATOK

Ütésállóság javítása

A műanyagok alkalmazási területeit szélesíti, hogy ütésállóságukat sokféle módszerrel lehet növelni. A fejlesztések motorja az autóipar, amelynek az acél alkatrészek műanyagokkal történő cseréjéhez kiváló minőségű és mechanikai tulajdonságú polimerekre van szüksége.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; műanyagok tulajdonságai; ütésállóság; poliolefin elasztomerek; sztírol blokk-kopolimer.

A műanyagok használat közbeni teljesítményét számos fizikai jellemző korlátozhatja, és ezek közül kiemelhető az ütésállóság. Az ütésállóság javítása kompenzálja a törékenységet, a nulla fok alatti ridegedést, a bemetszéssel szembeni érzékenységet vagy a rossz repedésterjedési tulajdonságokat. Általában ezt egy olyan másodlagos komponens adagolásával érik el, amely fizikailag vagy kémiaiilag kötődik az elsődleges polimermátrixhoz, és amely az ütés energiáját elnyeli vagy eloszlatja. Az ütésállóság módosítása mellett még fontos a kiváló feldolgozhatóság és a modulus értékek megtartása is.

A Kraton cég sztírol blokk-kopolimer módosító anyagai megnövelik a szívósságot, így a polisztirol és poliolefin termékek könnyebbek és tartósabbak lesznek. Ezek az adalékanyagok költségkímélőbbek a poliolefin elasztomereknél, így kevesebbet kell adagolni belőlük, ami elősegíti, hogy ne romoljon a modulusuk. A kompozit szerkezetekben ezáltal az erősítőanyagok aránya növelhető. A kiváló folyóképességű típusok – például a *Kraton MD1653* vagy *MD1648* – csökkentik a ciklusidőt és növelik a kihozataalt. Az *MD1653* élelmiszerekkel érintkezhet és orvosi célra is alkalmazható. A funkcionális, 30% polisztirol tartalmú *FG1901* típussal a szemikristályos poliamid (PPA) és a poli(fenil-szulfid) (PPS) ütési tulajdonságai és feldolgozhatósága javítható.

A Kraton ütésállóság javító adalékai szerepet játszanak a fenntartható, „körforgásos” kompaundok fejlesztésében is. Adagolásukkal a műanyag újrahasznosításban növelhető a reciklált tartalom mennyisége, javítják a reciklátumot tartalmazó termékek tartósságát, és lehetővé teszik a vegyes vagy szennyezett hulladékáramok használatát, mert kompatibilisek a különböző polimerekkel. Ezeknek az előnyös tulajdonságoknak köszönhetően, a reciklátum élelciklusának végéig akár ötször is újrafelhasználható.

A fenntarthatóság kiterjed az autóiparra is, ahol a könnyebb, ütésállóbb alkatrészek használata csökkenti az üzemanyag-fogyasztást és a szén-dioxid kibocsátást. A nagyméretű, fröccsöntött, bonyolult formatervezésű autóalkatrészek – vékony fallal és hosszú folyási úttal kombinálva – speciális molekulaszervezetet igényelnek. A *Kraton MD1648* biztosítja a kívánt ütési szilárdságot, miközben növeli a feldolgozás hatékonyságát. A 230 °C-on nagyjából 220 g/10 min folyásindexű polimer az egyetlen hidrogénezett sztírol blokk-kopolimer (HSBC) a

piacon, amely ezt nyújtani tudja. Alkalmas nagymértékben töltött mesterkeverékek gyártására is.

A Mitsui Chemical *Tafmer* nagyteljesítményű poliolefin elasztomerjei közül két típust kifejezetten ütésállóság növelésére fejlesztettek ki. A propilén alapú *Tafmer PN* ellenőrzött nanokristályos szerkezettű, és elsősorban PP polimerekhez adagolják. A *Tafmer M* egy savmódosított olefin elasztomer, amely olcsó megoldás a poliamidok ütésállóságának javítására.

A Clariant Masterbatches ütésállóság-módosítói a műanyag csomagolások újrahasznosítását segítik. A *CESA-mod* adalékanyagok megfelelő mértékben csökkentik a törékenységet és növelik az ütési szilárdságot ahhoz, hogy a kommunális hulladékok újrahasznosításából készült palackok és tartályok jobban megfeleljenek a felső terhelési és ejtési vizsgálatok szabványos követelményeinek. Kihívást jelent a hulladékok megfelelő válogatása a kiváló minőségű reciklátumok előállításához, valamint a színezéssel, stabilizálással, termékbiztonsággal és a folyamat stabilitásával kapcsolatos kérdések megoldása.

Élelmiszercsomagolások

A fagyasztott élelmiszerek csomagolóanyagainak rendkívül alacsony hőmérsékleten is ütésállóknak kell lenniük. A *Kraton GI657 VS* 13% polisztirol tartalmú kopolimer port polipropilén fagyaltos doboz fedelek gyártásához használják, lehetővé téve a -40 °C -on történő tárolást és szállítást, a 13%-os súlycsökkentést és a 7%-os anyagmegtakarítást a plasztomerekhez képest.

A Milliken *DeltaMax Performance Modifiers* termékcsaládjával erősebb élelmiszercsomagolások fröccsenhető hatékonyabb gyártási paraméterekkel és szélesebb alapanyagválasztékkal. A *DeltaMax 5000A* kiszélesíti a termékportfólió teljesítményét és növeli a reaktorok kapacitását. A polipropilén termékek fröccsöntésekor általában kiváló ömledékfolyásra van szükség. A *DeltaMax* növeli az ömledék áramlási sebességét, optimalizálja az ütési tulajdonságokat és fenntartja a megfelelő merevséget, mindezt szélesebb alkalmazási lehetőségekkel és költséghatékonyabb módon. A nagy ömledékfolyású polimerekkel termelékenyebben gyárthatók összetettebb alkatrészek, miközben a hulladék csökkentésével és a kevesebb energia felhasználásával csökken a szén-dioxid lábnyom.

A *DeltaMax* technológia hatékonyan használható a kommunális és ipari reciklátumok módosításában is. A szűz anyagok szintjére növeli az ütésállóságot és az ömledékáramlást, ami lehetővé teszi akár 100%-ban újrahasznosított PP használatát a feldolgozás során, mindezt a teljesítmény romlása nélkül. FDA (amerikai Élelmiszer- és Gyógyszer-engedélyeztetési Hivatal) és európai jóváhagyással a Milliken új módosítóanyaga várhatóan használható lesz egyes élelmiszercsomagolásoknál, pl. kupakoknál, záróelemeknél és vékonyfalú termékeknél.

Könnyű újrahasznosíthatóság

A Milliken technológiát használó amerikai Aaron Industries *JET-FLO Polypro* polipropilén kompaundja, a *DeltaMax* módosítószerrel használatával, rendkívül magas folyási mutatószámmal (MFI 50–70 g/10 min) és jó ütésállósággal (bemetszett Izod 1,5–2,0) rendelkezik, ezért jó választás tartós, vékonyfalú termékekhez, például háztartási cikkekhez. A nagy mennyiségben hozzáadott, újrahasznosított PP-vel segíti a szűz PP polimer fenntartható alternatív-

váinak szélesebb körű használatát. A nagy ütésállóság és MFI elengedhetetlen a vékonyfalú termékek fröccsöntéséhez és a nagyobb kihazatalhoz.

Korábban az Aaron peroxidot használt az újrahasznosított PP MFI-jének növelésére. A peroxid azonban csökkenti az ütőszilárdságot. A *DeltaMax* technológia biztosítja az újrahasznosított polipropilének megegyező vagy jobb teljesítményét és feldolgozhatóságát a szűz típusokkal összehasonlítva, ötszörösére növeli az MFI-t, miközben nem romlik az ütesi szilárdság. A *JET-FLO* fekete és szürke pellet formájában áll rendelkezésre. Az újrahasznosítással foglalkozók számára kulcsfontosságú kérdés a reciklált tartalom nagy aránya, amely egyszer használatos termékekből, például csomagolásokból származik. Ezeknél az anyagáramoknál hiányozhatnak a robusztusabb fizikai tulajdonságok, amelyek szükségesek a legtöbb újrahasznosított PP alkalmazásában, így a tartós cikkeknel is. Ugyanakkor figyelembe kell venni az alapanyagok különbözőségét is.

Hőállóság

A SABIC *Xenoy HTX* poliészter alapú, nagy hőállóságú anyagát ütésálló, nagy teljesítményű szerkezeti elemek gyártásához használják az autóiparban. Ezeknek a polimereknek ellen kell állni az e-bevonat gyártósorok 180 °C felett működési hőmérsékletének. Az alkalmazási területek az elektromos járművek gyártásában a body-in-white (csupasz karosszéria) alkatrészek, a szerkezeti megerősítéseket és az akkumulátor védőrendszerek. A HTX töltetlen (*HTX 950*) és üvegszállal töltött (*HTX 975*, *HTX 575*) változatai jelentős súlymegtakarítást kínálnak az acélhoz és az alumíniumhoz képest. A töltetlen változatot úgy módosították, hogy jelentős energiát nyeljen el és ütközés esetén ellenálljon a plasztikus alakváltozásnak. A könnyű, fémpótló megoldások biztonsági alkalmazásokban való használatának egyik célja, hogy az elektromos járművek alvázára szerelt akkumulátor modulokat védjék.

A Lanxess új poliamidjai ütésálló, hővezetők és könnyen feldolgozhatók. Jók a deformációs jellemzőik, jobb folyást és kisebb szerszámkopást kínálnak. A *Durethan TC* (hővezető) termékcsalád új típusai a *BTC67ZH3.0EF* és a *BTC77ZH3.0EF*. Mindkét anyag lényegesen jobban teljesített az ütő-, szakító- és hajlító vizsgálatokban a többi TC típusnál, ezért ideálisak ütésálló rögzítőelemekhez, csatlakozókhoz, hűtőbordákhoz, hőcserélőkhöz és az elektronikus alkatrészek rögzítőlapjaihoz.

Az új kompaundok 67–77% (m/m) szervesetlen, funkcionális, nagy hővezető képességű töltőanyaggal adalékoltak. A hővezetőképeségük közel izotróp, gyakorlatilag azonos minden irányban. Ez az áramlás irányában 1,1 vagy 1,8 W/m K (Nanoflash eljárás). Mindkét anyagot az áramlás szempontjából optimalizálták, és kevésbé koptatják a szerszámot a feldolgozás során. A szívóosság mellett jók a többi mechanikai tulajdonságaik is. A *BTC77ZH3.0EF* szakadási nyúlása kondicionált állapotában több mint kétszerese a 75% (m/m) hővezető ásványi anyaggal töltött *BTC75H3.0EF* értékének. Ez azt jelenti, hogy az anyag több energiát képes elnyelni a deformáció során, ami megakadályozza, hogy az alkatrész terhelés közben gyorsan eltörjön.

Termoplasztikus olefinek

A *Catalloy* eljárás alkalmazásával a LyondellBasell „fázis-inverz” struktúrát hozott létre a *Hiflex TPO* polimerjeiben, ahol az elasztomer mátrixként, míg a polipropilén (PP) módosítóként szolgál a jobb ütésállóság érdekében. A *Hiflex TPO* típusok egyesítik a korábbi *Hifax*

és *Adflex TPO*-k tulajdonságait, ideértve az egyszerű feldolgozást, az újrahasznosíthatóságot, a rugalmasságot, az időjárás-állóságot, a kisebb súlyt, a nagy hőállóságot, a kis felületi fényességet, valamint a jobb ütésállóságot, merevséget és zsugorodást. Alternatívái a drága flexibilis polimereknek, műszaki műanyagoknak vagy a metallocén poliolefin elasztomereknek (C_2C_4 vagy C_2C_8). Közvetlenül vagy kompaundok építőelemeiként használhatók a különféle alkalmazásokban. Különösen a *Hiflex CA7600A*-nak jó a kompatibilitása más poliolefinekkel és számos hőre lágyuló műanyaggal. Használható ütésállóság módosítóként, de javítja a merevséget és a zsugorodást is. Granulátum formában jól áramlik az anyagfelszívó rendszerekben és adagolóknban.

A LyondellBasell javította a TPO-k ütésállóságát alacsony hőmérsékleten. Ellentétben a hagyományos TPO-kal, amelyek az elasztomerek vagy plasztomerek mechanikai keverékei polipropilén mátrixban, a cég terméke gumi és polipropilén ötvözet, amelyet szimultán állítanak elő a polimerizációs reaktorban. Ez a gumi jobb diszperzióját eredményezi az anyagban, ezért közvetlen hatással van a feldolgozás konzisztenciájára és a végső felhasználási jellemzőkre. A Catalloy TPO technológia lehetővé teszi a kulcsfontosságú tulajdonságok – például a merevség és ütésállóság egyensúlya, a kis relatív sűrűség, hőállóság, alacsony hőmérsékletű rugalmasság, optikai jellemzők, méretstabilitás, lágyság, kompatibilitás poliolefinekkel, egyszerű feldolgozás – szabályozását.

Morfológia módosítása

A személygépkocsik és a könnyű haszongépjárművek az EU teljes CO_2 -kibocsátásának kb. 14%-át adják. A nemrégiben bevezetett *2019/631 számú EU rendelet* CO_2 -kibocsátási követelményeket ír elő ezekre a járművekre. Az autógyártók egyik lehetősége, hogy elérjék ezeket az új célokat, a járművek súlyának csökkentése, viszont az acél alkatrészek műanyagokkal történő cseréjéhez kiváló minőségű és mechanikai tulajdonságú polimerekre van szükség.

Az ütésálló PP kopolimer (ICP) ötvözi a PP merevségét és az EPR (etilén-propilén-elasztomer) szívósságát. Használható önmagában vagy egy keverék fő alkotóelemeként. Az Unipetrol az ICP mechanikai tulajdonságainak javításán dolgozik morfológiájának módosítása révén. Az EPR részecskék mérete és diszperziója a PP-mátrixban kritikus paraméter, amely befolyásolja a szívósságot és más tulajdonságokat. Az optimális részecskeméret a két alapkötőanyag, a gumi és a PP homopolimer viszkozitás arányának beállításával érhető el. A részecskeméret az etilén-propilén kopolimer összetételével is szabályozható. Az ICP merevsége megfelelő gócképzők alkalmazásával is növelhető. A nagyobb számú góc csökkenti a szferolitok méretét és javítja a PP homopolimer mátrix morfológiáját, a nagyobb kristályosodási sebesség a gócok számának növekedéséhez vezet. Egyes gócképzők nem csak a merevséget, hanem a szívósságot is befolyásolják.

A projekt eredményeit az Unipetrol nagy merevségű, szívósságú és ömledékfolyású új ICP polimer kifejlesztéséhez használta fel, az új anyag ezen tulajdonságai jobbák a korábbi ICP anyagokkal összehasonlítva, különösen a vékonyfalú termékek fröccsöntésében.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Holmes, M.: Making an impact = www.compoundingworld.com, April 2020. p. 51–58.

Burán, Z.: Morphological modification as an enabler for impact copolymer PP = www.compoundingworld.com, April 2020. p. 59.