

Sztirolműanyagok: jó ár/értékarány széles alkalmazási területen

A sztirol műanyagok fajtái és alkalmazásuk

A sztirolt alapösszetevőként tartalmazó különböző összetételű műanyagok gazdasági szempontból a legértékesebbek közé tartoznak. Kedvező tulajdonságaik – merevség, átlátszóság, keménység és hosszú élettartam – mellett kifejezetten jó a feldolgozhatóságuk. Ez utóbbi annak tulajdonítható, hogy amorf szerkezetüknek köszönhetően a részben kristályos polimerekhez képest széles hőmérséklet-tartományban alakíthatók. Az amorf sztirolpolimereknek – néhány típust kivéve – nincs olvadáspontjuk, azaz az olvasztáshoz nem szükséges plusz hőenergia, de a szerkezet az üvegesedési hőmérsékletük alatt szilárd, ami jó formatartást és állandó mechanikai tulajdonságokat eredményez.

A sztirolpolimerek legfőbb előnyös tulajdonságai: kis sűrűség, ebből adódóan jó fajlagos szilárdság, jó vízállóság, jó hő- és elektromos szigetelő képesség, könnyű reciklálhatóság.

A sztirolműanyagok csoportjába tartozó polimerek az alábbiak:

- Polisztirol (PS) – ez lehet homopolimer (standard PS vagy General Purpose PS), amely kristálytisza, merev, de rideg; valamint lehet ütésálló (High Impact PS) módosított változat is.
- Sztirol-akrilnitril kopolimer (SAN) – átlátszó hőre lágyuló műanyag, jó hajlítószilárdsággal és kiváló repedésállósággal.
- Sztirol-metil-metakrilát kopolimer (SMMA) – átlátszó, rideg polimer jó karcállósággal, amelyet sztirol-butadien kopolimerrel keverve használnak.
- Akrilnitril-butadién-sztirol kopolimer (ABS) – szívós, merev és opálos hőre lágyuló műanyag, amely alacsony hőmérsékleten is szilárd és szívós, jó a hő- és a vegyszerállósága. Széles hőmérséklet-tartományban dolgozható fel. Ez a legnagyobb mennyiségben használt sztirol kopolimer.
- Metil-metakrilát-akrilnitril-butadién-sztirol kopolimer (MABS) – átlátszó, az ABS-hez hasonló műanyag, amely az akrilnitrilt nem tartalmazó típusoknál jobban ellenáll a zsíroknak és az olajoknak.
- Akrilnitril-sztirol-akrilát kopolimer (ASA) – szintén az ABS-hez hasonló, de annál jobb időjárásállósággal rendelkezik, így elsősorban kültéren használandó alkatrészek gyártására használják.
- Sztirol-butadién blokk-kopolimer (SBC) – átlátszó merev és szívós sztirol kopolimer, amelyet speciális anionos polimerizációval gyártanak. Fő alkalmazási területe az élelmiszersomagolás.
- Sztirol-butadién-kaucsuk (SBR) gumyszerű tulajdonságokkal és ennek latex formája, amelyet bevonatként használnak papírra, textilre.

A fentieken kívül használják a sztirol polimereket más polimerekkel együtt keverékben (blendekben). Például homogén blend állítható elő polifenilénéterrel (PPE). Ebből a blendből

(Noryl) nagy hőállóságú, kiváló mechanikai tulajdonságú alkatrészek készülnek. Az ABS-t és az ASA-t polikarbonáttal és poliamiddal is keverik.

A sztírol polimerek jó ár/érték arányuknak köszönhetően egyre keresettebbek. Gyártásukra új kapacitások létesülnek és a fejlesztések eredményeképpen új típusok is megjelennek. A sztírol kopolimerek között az ABS-t használják a legnagyobb mennyiségben. Az ABS 40%-át a háztartási eszközök gyártásában használják, 26%-át pedig az elektromos és elektronikai (E&E) területen. E két területen az elmúlt öt évben a növekedés üteme 4,9, illetve 5,3% volt évente. Ezt a két területet a közlekedés és az építőipar követi. Földrajzilag a gyártó kapacitások több mint hárommegegyede, a felhasználás több mint kétharmada Észak-Kelet-Ázsiára, (ebből Kínára 37, illetve 57%) esik. A világ összes ABS felhasználása 2019-ben 9,3 millió tonna volt. Az előző öt év 4,4%-os növekedési üteme után a 2019–2024 közötti időszakra 3,6%-os növekedési ütemet jósolnak. Kína mellett Indiában és Dél-Kelet-Ázsiában is erős növekedést várnak. A legnagyobb európai gyártó, az **Ineos Styrolution** is Kínában épít 600 000 tonnás új üzemet. A világ legnagyobb gyártói a tajvani **Chi Mei Corporation** és a Dél-koreai **LG csoport**.

Az autóiparban a személygépkocsikon kívül a nehéz gépkocsik és a motorkerékpárok gyártásánál is használják a különböző sztírol kopolimereket, beleértve az elektromos gépkocsikat is. Az autóiparban az ABS az egyik leggyakrabban használt műanyag 100 °C-ig terjedő hőállóságának, az ütésállóság/merevség optimális arányának, jó optikai tulajdonságainak és feldolgozhatóságának, valamint jó ár/érték arányának köszönhetően. A sztírolpolimerek gyártásában vezető szerepet játszó német cég, az Ineos Styrolution *Novodur HH 112* típusa már több mint tíz éve játszik nagy szerepet az autógyártásban. Emellett azonban a német cég speciális, az egyes alkatrészekhez optimalizált tulajdonságú típusokat is fejleszt. Például a beltéri alkatrészekhez a *Novodur Ultra 4255* (ABS+PC blend) és a *Novodur Ultra H701* (ABS), kültérre a *Luran S* típusokat ajánlják.

Jelentős és növekvő az orvosi alkalmazás is. A német cég *Styroflex 4G80* (SBC) típusából komplett intravénás (IV) infúziós rendszert gyártanak. Ugyancsak orvosi célokra, a fecskendők Leuer-Lock csatlakozóihoz fejlesztették ki a *Terlux* (MABS) és a *Zylar* (MBS) típusokat. Ezek az anyagok jó mechanikai tulajdonságaik mellett teljesen átlátszók. Fontos tulajdonságuk, hogy nagyon jó a feldolgozhatóságuk a többüreges szerszámokban. Az ABS kopolimereket gyakran alkalmazzák a hordozható – többek között a háztartásokban használt – orvosi eszközökben, amelyek az orvos munkáját segítik a nyugati országokban már egyre nagyobb számban.

A csomagolásban is széles területeken alkalmazzák a sztírol polimereket. Készítenek belőle szilárd dobozokat, zsugor- és sztreccsfóliát. A szilárd csomagolóanyagok céljaira PS-t vagy SBC-t használnak. Zsugorcsoomagolásra a *Styroluxot* (SBC), raklapcsomagoló nyújtott fóliához a szintén SBC alapú *Styroflex PG 77* típust javasolják.

Az építőipari alkalmazások közül említhetők a krómozott műanyagalkatrészek, mint zuhanyfejek, ablakprofilok, távtartók. Extrudált PVC profilok hőstabilitásának fokozására fejlesztették ki a *Luran* és a *Novodur High Heat* típusokat. Előbbi alfa-metilsztírol-akrilnitril kopolimer (AMSAN), a másik ABS.

A sztírol műanyagokat főleg optikai tulajdonságaik miatt alkalmazzák a különböző kisebb és nagyobb háztartási készülékekben. Nagyobb elemek, alkatrészek gyártására fejlesztették ki a jó folyóképességű *Novodur P4XF* típust. Készítenek sztírol kopolimerből ivópoharakat is, mivel átlátszóságuk mellett alkohollal szemben is ellenállóak. Előny az üvegnél kisebb súly is. Az SMMA kielégíti az élelmiszerrel való érintkezés kritériumait, ezért használják a vízszűrők, víztartályok stb. gyártására. Az elektronikai eszközökben, mobiltelefonokban stb. főleg az ABS-t

használják jó feldolgozhatósága, ütésállósága és felületi minősége alapján. Jó időjárásállósága, kis nedvességfelvétele teszi alkalmassá az SAN és az ASA kopolimereket digitális antennák gyártásához. Elektronikai eszközök – routerek, monitorok, különböző perifériák, TV-k, játékkonzolok stb. – gyártásakor figyelembe kell venni, hogy a sztirolkopolimerek csak kismértékben nyelik el az elektromágneses sugárzást.

Fókuszban a fenntarthatóság

A fenntarthatóság a sztírol műanyagoknál is nyilván központi kérdés. A legnagyobb mennyiségben használt sztírol polimereknél, a PS-nél és az ABS-nél megoldott a reciklálás, és ezzel együtt a körkörös felhasználás. Az ABS-nél a legegyszerűbb fizikai reciklálás egyben a legalkalmasabb technológia. Ennek során a használat utáni hulladékot őrlik, majd regranolják. A K2019 kiállításon már nagy hangsúlyt kapott a fenntarthatóság. Ennek jegyében mutatta be az Ineos Styrolution cég új, reciklátumot is tartalmazó termékeit. Az új *Terluran Eco GP 22* nevű termékek nagy arányban tartalmaznak reciklált ABS-t. A *Terluran Eco GP 2 MR 50* és az *MR 70* 50 és 70% reciklátummal készül. A reciklálás megoldásában a német cég az osztrák **Bage Plastics** céggel kooperált.

Bár a polisztirol is reciklálható újraolvasztással, azonban a PS hulladékoknál mégis a kémiai reciklálás a legjobb megoldás, mivel viszonylag alacsony hőmérsékleten depolimerizálható. Jó kihozattal melléktermékek keletkezése nélkül állítható elő sztírol a PS hulladékokból, amely újra polimerizálható. A hulladékból nyert sztírolt a polimerizáció előtt desztillációval tisztítják. Ezáltal a reciklált PS eléri az élelmiszerrel való érintkezés kritériumait. A polisztirol reciklásának minél jobb megoldására és a körkörös gazdaság elterjesztésére az érdekelt cégek 2018-ban létrehozták a Styrenics Circular Solutions (SCS) szövetséget, amelynek tagjai a PS és az EPS (expandált PS) gyártói és feldolgozói, a hulladékfeldolgozók és a termékánc más szereplői. A szövetség tagjai közös projekteket valósítanak meg az egyes részfolyamatok optimalizálására. A résztvevő cégek és kutatóhelyek által elvégzett kísérletekben meghatározták az optimális technológiai paramétereket. Megállapították, hogy a legkönnyebben a kis súlyú csomagolóanyagok és az EPS hulladékok depolimerizálhatók, valamint azt is, hogy a poliolefin szennyeződés a folyamatot kevésbé zavarja. Az elektronikai és háztartási termékekben égésgátlóként gyakran használt hexabrom-ciklododekán (HBCD) a reciklásnál eltávozik, a kapott sztírolban a bróm csak nyomokban mutatható ki. Az SCS keretében elvégezték a depolimerizált sztírol életciklus számítását az ISO 14040 és 14044 szabványok szerint. A szövetség további célja a depolimerizáció megoldása a többi, különböző összetételű sztírol kopolimereknél is.

M. Cs.

- (1) Nießner, N., Weinkötz, P., Villegas, M.: Vielfältig in Form und Anwendung – Kunststoffe 110. k. 2020. 10. sz. p. 59–63.
- (2) Nießner, N., Jahnke, E.: Nachhaltigkeiten im Fokus – Kunststoffe 110. k. 2020. 10. sz. p. 38–44.