

A műanyagok kipárolgásának csökkentése

A poliolefinek feldolgozáskor bekövetkező bomláskor illékony vegyületek keletkeznek, amelyek később kidiffundálnak a termékekből és egyrészt kellemetlen szagot árasztanak, másrészt szennyezik a környezetet. A gyártók ezért erőfeszítéseket tesznek a kipárolgás csökkentésére vagy megakadályozására.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; környezetvédelem; VOC-csökkentés; adalék; adszorpció; bevonás.

A műanyagokban gyártásuk és feldolgozásuk közben *kis molekulatömegű, illékony vegyületek* – angol nevük (volatile organic compounds) után VOC-k – képződhetnek. Ezek a késztermékből később kipárolognak. Szaguk – pl. a repülőgépek zárt terében, ahol egyre több a műanyagból fröccsöntött elem – kifejezetten zavarhatja az utasokat. A levegőbe kerülő vegyületek irritálhatják a nyálkahártyákat, és egészségkárosító hatásuk sem zárható ki. A granulátumgyártók és a reciklátumfeldolgozók ezért olyan adalékokat próbálnak gyártmányaikhoz keverni, amelyek csökkentik vagy teljesen megszüntetik a kipárolgást.

Illékony anyagok kerülhetnek a levegőbe akkor is, amikor fröccsöntött műanyagokat esztétikai vagy egyéb célból bevonattal látnak el (festés, karcálló bevonat felvitele, krómozás stb.). Itt is törekszenek az emissziószegény vagy emissziómentes technológiák fejlesztésére és alkalmazására.

A kipárolgás csökkentése adalékanyagokkal

A műanyagokat gyártásuk és feldolgozásuk alatt erőteljes mechanikai és termikus hatások érik, ezek bizonyos mértékű molekulabomlást váltanak ki, és a bomlás-termékek között vannak nagyon kis molekulatömegű, könnyen gázfázisba menő vegyületek is. Hogy milyen vegyületek képződnek, és milyen mennyiségben, az függ a polimerizációs folyamattól, a bekevert adalékanyagoktól, a feldolgozás előtti szárítás és az alakadás paramétereitől (hőmérséklet, tartózkodási idő), a feldolgozógép és a csiga kialakításától, és attól, hogy alkalmaztak-e feldolgozás közben vákuumos elszívást. A kész és beépített formadarab kipárolgását a környezeti hatások (hőmérséklet, napfény) is befolyásolják.

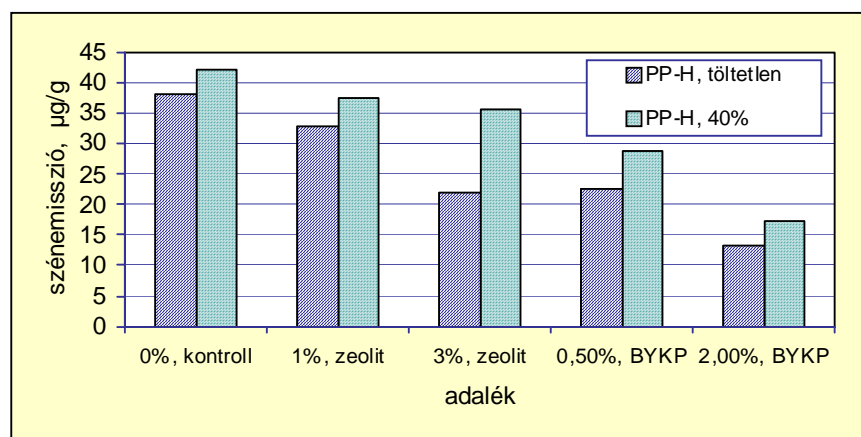
A mai gyakorlat szerint a műanyagokhoz mikropórusos adszorbenseket – aktív szen, zeolitot (alumínium-szilikátot) – kevernek, amelyek felületükön fizikai erővel (Van-der-Waals erővel) kötik meg a kis molekulatömegű vegyületeket. Kedvezőtlen körülmények között – pl. a nyári melegben egy gépkocsi akár 70 °C-ra felmelegedő

utasterében – ezek a gyenge kötések megszűnnek, a kellemetlen szagú vegyületek pedig kidiffundálnak a légtérbe. *Az adszorbensek tehát nem szüntetik meg, csupán mérséklik, ill. késleltetik a kipárolgást.* Másik hátrányuk az adszorbenseknek, hogy rontják a műanyagok mechanikai tulajdonságait.

Próbálkoznak azzal is, hogy a plasztikálás hőmérsékletén illékony vagy gáznemű anyagokat (vizet, szén-dioxidot, nitrogént) nyomnak az ömledékbe, és ezek a gázmentesítő szakasznál (amely lehetőség szerint vákuum alatt van) kilépnek az ömledékből, és magukkal sodorják az egyéb illékony komponenseket is. Ennek az eljárásnak a hátránya a bonyolult technikai megoldás és az ezzel együtt járó magas beruházási költség.

A **Byk-Chemie** (Wesel) ezzel szemben granulátum formájú, könnyen kezelhető adalékanyagot fejlesztett ki polietilén és polipropilén VOC-mentesítésére. Ennek hatóanyaga magához köti a plasztikáló hengerben áramló ömledékben lévő illékony bomlástermékeket, majd a vákuumos gázmentesítő szakaszhoz érve – maga is illékony lévén – kipárolog a rendszerből, de egyúttal magával ragadja, „kisöpri” a nemkívánatos bomlástermékeket is. (Ez a jelenség németül „schleppen”, angolul „stripping”).

A **BYK-P 4200** jelű adalékanyag granulátum formájú mesterkeverék, amelynek hordozóanyaga polipropilén. Feldolgozáskor beadagolható a feldolgozandó granulátummal együtt a etetőtölcsérbe, de bevezethető az ömledékbe közvetlenül egy oldalágon is. Az adalék két lépésben fejt ki hatását. A plasztikáló szakaszban fellépő nyíró és termikus hatás következtében a PP hordozóanyag megolvad és elegyedik a feldolgozandó polimerrel, a hatóanyag pedig szabaddá válik és ugyancsak diszpergálódik az ömledékben, ahol magához vonzza az illékony komponenseket. A hengerben uralkodó nyomás megakadályozza az idő előtti expandálást. A második lépésben, amikor az ömledék eléri a vákuum alatt álló gázmentesítő szakaszt, a hatóanyag gázbuborékokat képez, felhabosítja az ömledéket, ami által nagyon erősen megnövekszik a belső határfelület. A nedves és felületaktív hatóanyag csökkenti a kis molekulájú vegyületek oldhatóságát, ezért azokat könnyen el lehet szívni a gáz alakú hatóanyaggal együtt.



1. ábra A PP keverékek szénemissziója
VDA 277 szabvány szerint mérve

Egy kísérletsorozatban egy 25 cm³/10 min folyási számú PP homopolimerbe keverték különböző mennyiségű zeolitot, ill. BYK-P 4200-at. A kísérletet 40% talkumot tartalmazó PP-vel is elvégezték. A keverékeket egy irányba forgó kétcsigás extruderen hajtották át, a csigák fordulatszáma 600/min, az elszívó vákuum 50 mbar, a kihozatal egységesen 25 kg/h volt. Azoknak a töltetlen és a töltött PP-knek a szaga sokkal enyhébb volt, amelyek BYK-P 4200 adalékot tartalmaztak. Ezzel a szubjektív vizsgálattal jó egyezést mutattak a VDA 277 szabvány szerinti szénemissziós vizsgálatok (1. ábra). A kísérletek igazolták, hogy a kifejlesztett adalék erőteljesen csökkenti mind a töltetlen, mind a töltött PP kipárolgását.

Bevonatok felvitele csökkentett VOC-emisszióval

A fröccsöntött formadarabok felülete sok esetben nem elégíti ki az igényeket, ezért felületükre valamilyen bevonatot visznek fel. A kijelző ernyőknek pl. a karcállóságát kell növelni, bizonyos termékekre fémbevonatot kell felvinni, másoknak a színét kell fedőréteggel beállítani. Ez a tevékenység néha tetemes mennyiségű illékony vegyülettel szennyezi a környezetet.

Az *optikai eszközök* klasszikus alapanyaga az üveg. Az üvegből gyártott optikai elemek helyét azonban egyre jobban kiszorítják az átlátszó műanyagból készített eszközök, amelyek előnye a nagyobb ütésállóság, a kisebb sűrűség, a könnyebb formakialakítás, az olcsóbb ár. Ezek azonban csak akkor lesznek teljes értékű helyettesítők az üvegeszközöknek, ha növelik karcállóságukat, kopásállóságukat, csökkentik fényvisszaverő képességüket és könnyen tisztíthatóvá teszik őket.

Átlátszó és villamosan vezető oxidréteget (transparent conductive oxide, TCO) alkalmaz a **North American Coating Laboratories, NACL** (Mentor, Ohio, USA) pénzfelvevő automaták ma még legtöbbször üvegből készített érintőképernyőjén, kis méretű elektronikus eszközök, katonai és védelmi eszközök kijelzőjén, de a cég műanyagfelületre is fel tudja vinni a védőréteget. A *bevonat legtöbbször indium/ón-oxid*, amelynek nagyon jó a villamos vezetőképessége, emellett megőrzi optikai tisztaságát.

Karcálló, visszaverődés-mentes bevonattal látják el a gépkocsik műszerfalának kijelzőit, a GPS navigációs készülékeket, a kézzel működtetett elektronikus eszközöket. A karcállóságot és tisztíthatóságot polisziloxánba mártással és ezt követő térhálósítással érik el. A fényvisszaverődés csökkentésére vákuumban szervesetlen dielektromos anyagot visznek fel vékony rétegben, amely interferencia révén oltja ki a visszaverődő fényhullámokat, ezáltal 8%-ról 1%-ra csökkenhet a reflexió. A polisziloxánrétegre felvitt antireflexiós réteg a NACL cég szerint nagyon tartós.

Ilyen védőrétegekkel azonban nem lehet bármilyen polimert ellátni. Az üveg jól tűri a 200–300 °C-os hőmérsékletet, a műanyagokkal azonban kíméletesebben kell bánni. A polisziloxán pl. már 90–125 °C-on térhálósítható. Gondot okozhat az amorf polimereken, pl. a ciklikus poliolefinen a védőréteg tapadása. Ilyenkor koronakisüléses vagy plazmás felületkezeléssel kell a tapadást javítani.

Fémbevonatot is gyakran alkalmaznak műanyagokon. Ennek gyakran csak esztétikai célja van, az emberek szeretik, ha bizonyos tárgyak a környezetükben úgy néznek

ki, mintha fémből készültek volna. Lehet azonban a fémbevonatnak funkcionális célja is, pl. vezetőképesség, árnyékolás stb.

A műanyagfelületre felvitt fémréteg anyaga legtöbbször króm. A meglehetősen elterjedt árammentes (autokatalitikus) eljárás erősen savas vegyszereket, palládium-katalizátort igényel, amelyek környezetszennyezőek. A szükséges vegyszerek mennyiségét úgy lehet csökkenteni, hogy a katalizátort magába a polimerbe keverik. Kétkomponensű fröccsöntéssel elérhető, hogy a katalizátortartalmú polimert másodikként fröccsöntik rá az elsőre, ezáltal a krómréteg csak a szükséges felületet borítja be.

A savas oldat teljesen elhagyható, ha a krómot *vákuumgőzöléssel* (physical vapor-deposited, PVD) viszik fel a műanyagfelületre. A krómréteget UV-fénnyel térhálósítható átlátszó réteggel védik. A **Red Spot Paint & Varnish Company, Inc.** (Evansville, Indiana, USA) új bevonata megvédi a fémbevonatú gyártmányt a karcólástól, az oldószerektől, a nedvességtől. Felhordható szórással, öntéssel, mártással. Felhordása és alkalmazása alatt nagyon kicsi a VOC-emissziója, és semmiféle káros anyagot nem bocsát ki a levegőbe. Az új PVD/UV eljárással krómoznak egy új *Ford Taurus* gépkocsinhoz hátsó lámpákat és a *Jeep Compass* és a *Patriot* modell számára néhány utastéri elemet. Ez az eljárás ugyanolyan fényes fémfelületet ad, mint a katalizátoros krómozás, de kevesebb munkaműveletből áll, rövidebb a ciklusideje, és nem alkalmaz mérgező hatértékű krómvegyületet.

Krómozott hatású felületet a „szerszámban díszítés” technológiájával is elő lehet állítani. A **Hyundai Verna Sedan** gépkocsi rácsának szerszámba fröccsöntés előtt a **Soliant LLC** (Lancaster, Dél-Karolina, USA) *Fluorex* márkanevű, igen magas fényű fóliájából kivágott hat betétet helyeznek el, majd elvégzik a fröccsöntést. Így egyetlen munkaműveletben tudják elkészíteni a bonyolult formájú „krómozott” rácsot.

A *porbevonást* legtöbbször fémekhez alkalmazzák, de felhasználható fröccsöntött formadarabok színének, A osztályú felületi minőségének, UV-védelmének kialakítására is. Ennek előnye, hogy egyáltalán nem jár illékony anyagok kibocsátásával. Mivel fémekre és műanyagokra is felvihetők a porok, ezzel az eljárással könnyen megvalósítható pl. egy gépkocsi elemeinek a színharmóniája. A **Wright Coating Technologies** cég (Kalamazoo, Michigan, USA) ezt a *Classic Kote* nevű technológiát irodabútorok, utastéri elemek és más műanyagtermékek gyártásához alkalmazza. A porbevonatok azonban csak poliamidra és más műszaki műanyagokra vihetők fel, mert a polimernek el kell viselnie a porbevonatok alapanyagát adó epoxi- és poliésztergyanták térhálósításához szükséges 180-200 °C-os hőmérsékletet.

Összeállította: Pál Károlyné

Garlinsky, J.: Abgeschleppt = Plastverarbeiter, 60. k. 4. sz. 2009. p. 44–45.

New concept helps reduce odor and VOC = Modern Plastics Worldwide, 86. k. 9. sz. 2009. p. 24.

Tolinski, M.: Coating alternatives for plastics. Optical coatings and VOC-free technologies are becoming clearer options = Plastics Engineering, 65. k. 5. sz. 2009. p. 6–8.