

## 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.

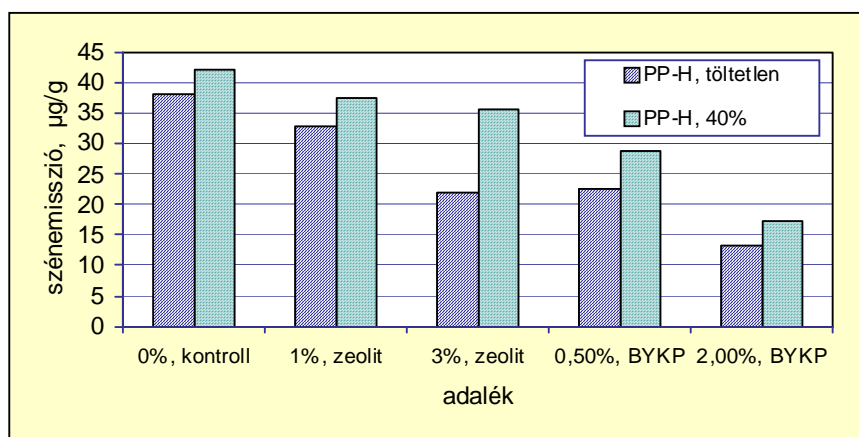
A mai gyakorlat szerint a műanyagokhoz mikropórusos adszorbenseket – aktív szenet, zeolitot (alumínium-szilikátot) – kevernek, amelyek felületükön fizikai erővel (Van-der-Waals erővel) kötik meg a kis molekulatömegű vegyületeket. Kedvezőtlen körülmények között – pl. a nyári melegben egy gépkocsi akár 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 cm<sup>3</sup>/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* gépkocsizhoz 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 színharmoníája. 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.