

A PET palackok oxigénzáró képességének növelése

A PET palackok hátránya, hogy kis falvastagságnál viszonylag nagy az oxigénáteresztő képességük, amely korlátozza alkalmazási lehetőségeiket. A záróképesség növelésének egyik módja a falvastagság növelése, amely a gazdaságossági szempontok miatt csak szűk határok között mozoghat. Egy új szimulációs módszerrel a záróképesség mértékét előre ki lehet számítani és ezzel a palacktervezést megbízhatóbbá, gyorsabbá lehet tenni. Másik lehetőség a PET O₂ záróképességének növelésére egy igen vékony szilíciumbázisú bevonat felvitele. Ehhez a megfelelő berendezések rendelkezésre állnak.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; PET palack; oxigénzáró képesség; szilícium-oxid.

A poli(etilén-tereftalát) (PET) palackok 93%-kal könnyebbek és gyártásuk során 23%-kal kevesebb CO₂ szabadul fel az üvegpalackokhoz képest. *A PET palackok hátránya, hogy kis falvastagságnál viszonylag nagy az oxigénáteresztő képességük.* Annak érdekében, hogy az oxigénre érzékeny italok töltésére egyre nagyobb mennyiségben lehessen felhasználni a PET palackokat, különböző technológiai módosításokkal javítják a csomagolás záróképességét. A legfontosabb módszer szerint plazmakezeléssel külön záróréteget visznek fel a palackra, vagy a gyártás során több réteget alakítanak ki. A záróképesség javítható a nyújtás mértékének változtatásával is.

Az oxigénzáró képesség számszerű előrejelzése

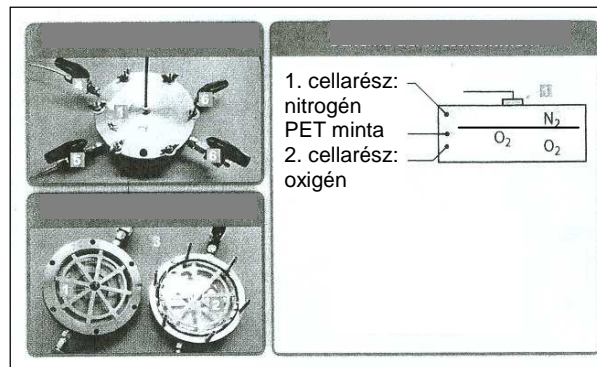
Az italok tárolására használt palackok fejlesztése és tervezése során fontos szempont az oxigénnel szembeni záróképesség pontos beállítása úgy, hogy a szükséges védelem meglegyen, de ne keletkezzenek felesleges költségek. A fejlesztések általános menete szerint különböző paraméterekkel elkészítik a palackokat, majd viszonylag költséges mérésekkel állapítják meg az oxigénnel szembeni záróképességet. A német Gazdasági és Energiaügyi Minisztérium ipari K+F tevékenységet segítő programja támogatott egy olyan projektet, amelyben a palackok záróképességének szimuláción alapuló előrejelzését dolgozták ki. Ezzel a módszerrel gyorsabban és kisebb költséggel végezhető el a palackok megfelelő kialakítása egy adott feladatra.

Az oxigén áthatolását a műanyagban a diffúziót leíró Fick törvény és a gázok oldhatóságára vonatkozó Henry törvény kombinálásával lehet leírni:

$$P = S \cdot D = J/A \cdot dx/dp$$

Az egyenletben P a permeációs koefficiens, S az oldhatóság, D a diffúziós koefficiens, J/A a vizsgált gáz (O₂) diffúziós áramsűrűsége, dx a falvastagság, dp pedig a

nyomásesés. Az oxigénáteresztést a PreSens Precision Sensing GmbH permeációs céljában vizsgálták, amelynek felépítése az 1. ábrán látható. A mérőcella két részből áll, a vizsgálandó anyagot – ez esetben egy PET lemezt – a kettő közé rögzítik, természetesen megfelelően tömítve. A vizsgálat kezdetén a cella egyik részében 100% oxigén, a másikban 100% nitrogén van. A nitrogént tartalmazó részben az oxigéntartalom növekedését optikai szenzorral mérik. A vizsgálatra kerülő palackokat laboratóriumi nyújtva-fúvó berendezésen (Contiform LB1, gyártó: Kronos AG, Neutraubling, Németország) állították elő. A vizsgálat folyamán különböző átmérőjű, tehát különböző mértékben nyújtott palackformákat állítottak elő. A szerszám hőmérséklete 80 °C körül volt, amivel elkerülték a feszültségek keletkezését a palackban. A gyártott palackok melegen töltésre alkalmasak.



1. ábra Permeációs cella a PET lemezen áthatoló oxigén mérésére
(bal oldalt fenn: mérőcella kívülről, bal oldalt lenn: mérőcella nyitott állapotban)

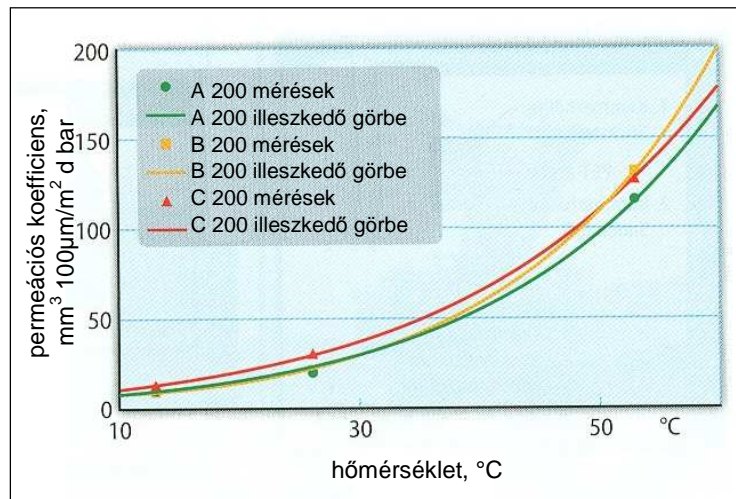
A palackok falvastagságának és a vastagság egyenletességének vizsgálata azt mutatta, hogy a vastagabb, tehát kevésbé nyújtott részeknél nagyobb a standard eltérés (szórás). Általában a szórás 5% alatt volt. A nagymértékben nyújtott mintáknál a próbatesteken egészen kis mikrorepedéseket találtak, amelyek nagyobb permeációt okozhatnak.

A kísérletsorozatban mérték a minták permeációs koefficiensét, vagyis azt az oxigénmennyiséget, amely egy 1 m²-es, 100 μm vastagságú fólián áthatol 1 bar nyomásesés mellett. A mérést három hőmérsékleten, 10, 23 és 50 °C-on végezték három különböző nyújtással előállított mintán:

- A200: nyújtási arány: 14, átmérő: 7 cm
- B200: nyújtási arány: 16, átmérő: 8 cm
- C200: nyújtási arány: 18, átmérő: 9 cm

A 2. ábrán részint a mérési adatokból a fenti egyenlet szerint kiszámolt permeációs koefficienseket (P), részint az Arrhenius egyenlet szerint kiszámolt P értékeket ábrázolták. Az ábra bizonyítja, hogy a permeációra érvényes a reakciókinetika általános törvénye, azaz az Arrhenius-törvény.

Az ábrán megfigyelhető hogy 30 °C alatt az O₂ permeációja először csökken a nyújtási arány növelésével, de a 18-as nyújtásnál már nő. Ez arra mutat, hogy ennél a nyújtásnál már mikrorepedések léphetnek fel. 30 °C felett viszont a permeáció a nagyobb nyújtásoknál nagyobb. Ez valószínűleg a kristályosodással függ össze, de az eredmények értelmezéséhez további vizsgálatokra van szükség.



2. ábra A vizsgált minták permeációs koefficiense a hőmérséklet függvényében

A PET palack záróképeségét szimulációval állapították meg. A gyártási folyamatot *Abaqus* véges elem szoftverrel szimulálták. A szimuláció kiterjed a felmelegedési fázisra és a fűvásra is. A 3D szimuláció eredményeképpen egy virtuális palackot „állítottak elő”. Ennek a palacknak a számított falvastagsága és a valóságos palack mért falvastagsága jó egyezést mutatott, kisebb eltérések csak a palack aljánál és vállrészénél adódtak.

A *P* permeációs koefficiens, illetve a palack felületén átáramló O₂ mennyiség kiszámításához a szimuláció során kapott értékeket használták. Ezeket a palack elemeire egy, a projekt során kifejlesztett szoftver számítja ki és összegezi a palack teljes felületére. A projekt során kidolgozott szimulációs és számítási eljárást egy gyümölcsle palacknál próbálták ki. Az oxigénáteresztés számított és mért értékei – 75,8393 µg, illetve 60,3439 µg – között 20% különbség adódott. Ez a közelítés elegendő ahhoz, hogy a fejlesztésnél a szimuláció segítségével kevesebb kísérleti lépéssel lehessen megtervezni a kívánt tulajdonságú palackot.

A PET záróképeségének növelése bevonatolással

A PET zárótulajdonságai bevonatolással javíthatók. Az egyik ilyen megoldás a KSH Plasmax cég eljárása, amelynek során 0,0001 mm vastag tiszta szilícium-oxid

(SiO_x) réteget visznek fel a palack belső felületére. Az eljárást 2003-ban a KSH Plasmax cég elődje, a SIG vezette be, amelyet a KSH Plasmax továbbfejlesztett. A Plasmax+ eljárásban a palack külső és belső felületét is bevonattal tudják ellátni. A bevonatot plazmatechnológiával, a PICVD (plasma impulse chemical vapour deposition = gőzfázisú kémiai bevonatolás pulzáló plazmával) eljárással viszik fel a felületre. A Plasmax cég kifejlesztette a megfelelő technológiai berendezéseket, amelyek a gép mérete szerint óránként 12 000–48 000 palackot képesek ellátni a bevonattal.

A Plasmax+ technológiával gyártott palackokra bevezették a *Fresh Safe PET* márkanévet. Az első sörgyártó cég, amely az eljárást alkalmazta, a belgiumi Martens csoport volt. Őket a lengyelországi Van Pur sörfőzde követte, amely 2014-ben helyezett üzembe egy *InnoPET Plasmax 12D* gyártósort műanyag söröspalackok gyártására. Az üvegbevonatú PET palackok jól recikálhatók egy lúgos kezelés után, amellyel a bevonat leválasztható.

Az aacheni egyetem műanyag-feldolgozási intézetének (IKV) idei kollokviumán a KSH Plasmax cég további fejlesztésről számolt be. Az új eljárásban egy vékony, szervesetlen szilánbázisú (SiOCH) „puffer”réteget visznek fel a PET és a szilícium-oxid bevonat közé, amely javítja a záróréteg adhézióját a PET-hez, és ezáltal növeli a záróképességet, különösen mechanikai igénybevétel esetén. Kísérletek során megállapították, hogy a pufferrétegnek pozitív hatása csak 21 nm vastagságig jelentkezik. Ennél vastagabb közbülső réteg esetén az eredmény romlik, amelyet azzal magyaráznak, hogy csak a kis vastagságnál alakul ki elegendően homogén felület. Nagyobb vastagságnál a pufferréteg kevésbé lesz egyenletes, és így a felette levő záróréteg is hibahelyeket tartalmazhat. A várakozásokkal szemben az sem adott jobb eredményt, ha ilyen esetben újabb záróréteget vittek fel. Az újabb kutatások alapján megoldás lehet az oxigénzáró réteg egyenletességének növelése, amelyet a pulzáló plazmát használó PICVD eljárás helyett a lassabb PECVD technikával érhetnek el.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Hopmann, Ch., Twardovsky, B.: Barriereigenschaften numerisch berechnen = Kunststoffe 106. k. 9. sz. 2016. p. 122–126.

Vink, D.: KSH Plasmax looks at buffer layers in barrier coating = Plastics News Europe, 5. sz. 2016. p. 22.

A Goodyear bezárja egyik németországi üzemét

Teljesen váratlanul érkezett a Goodyear bejelentése, miszerint bezárják a Philippsburgban (Hessen) lévő gyárat. Az üzemmel szomszédos logisztikai központ megmarad. A gyár 2017 év végén zár be végleg, ám az első munkavállalókat már 2017 elején elbocsátják.

A lépésre azért van szükség, mivel a gumiabroncsok szegmense lassú növekedést, esetenként enyhe csökkenést mutat. A németországi gyár pedig az olcsóbb munkaerővel rendelkező országokból származó abroncsokkal nem tud versenyezni. Az amerikai cég a philippsburgi üzemén kívül még öt másik német városban rendelkezik telephellyel.

J. P.

www.autopro.hu, 2016. október 26.