

Alapanyag-szárítók összehasonlítása

A feldolgozók a különböző szárítóberendezésekről általában a készülékek gyártóinak prospektusai és adatlapjai alapján tájékozódnak, és korlátozott a lehetőségük az összehasonlításukra. Egy szárítókat forgalmazó cég nemrég a saját berendezéseivel végzett szárítási vizsgálatokat, amelyek eredményei rávilágítottak a különböző technológiákat alkalmazó szárítóberendezések összehasonlításának nehézségeire.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; szárítás; berendezés; költségcsökkentés; hatékonyság; alapanyag-kezelés.

A szárítóberendezések kiválasztásának szempontjai

A műanyag-feldolgozók jelenleg mintegy fél tucat különböző alapanyag-szárítási technológia közül választhatnak, az ezeket gyártó cégek száma pedig meghaladja a húszat. A régi nedvszívó és forró levegős eljárások mellett mára megjelentek a szárítókerekes, a nedvszívó membrános sűrített levegős, a vákuum- és infravörös-szárítók (ez utóbbiak még csak PET-hez alkalmazhatók). Ezek hatékonyságának és gazdaságosságának összevetése nehéz feladat, hiszen az elérhető adatok különböző körülmények között végrehajtott mérések és vizsgálatok eredményeiből származnak, ezért a felhasználóknak a kiválasztás során többnyire mások szubjektív tapasztalataira kell támaszkodniuk.

Az alapanyagok és feldolgozási technológiák sokfélesége miatt a szárítás mindig is sok fejtörést okozott a feldolgozóknak, az alapanyagokkal kapcsolatos problémák zöme a szárításra vezethető vissza. A villamosenergia-fogyasztás csökkentése érdekében minden feldolgozó igyekszik a leginkább energiatakarékos berendezéseket kiválasztani, napjainkra ez vált az egyik legfontosabb szemponttá. Az utóbbi időben jellemző a gyártási sorozatok csökkenése és a gyakori anyagváltás, amelyek a szárítás sebességével szemben támasztanak új követelményeket.

Minden egyes típusnak megvannak a maga előnyei az alkalmazási terület függvényében. Így például a szárítás sebessége elsősorban azon feldolgozók számára lehet lényeges szempont, akiknél rövid gyártási sorozatok és ebből fakadóan a gyakori anyagváltások a jellemzőek. *A fent vázolt összehasonlítás során a vákuumszárító kiemelkedett versenytársai közül, ugyanakkor vételára a legmagasabb és nem alkalmazható minden anyaghoz: a Novatec vákuumszárítóiban csak olyan anyag szárítható, amelynek üvegesedési hőmérséklete (T_g) meghaladja a 100 °C-ot. Ilyen a PC, az ABS és a PET. Ezzel szemben a PETG T_g -je nem haladja meg a 71 °C-ot, ezért a granulátumszemek összetapadnak a szárítás során. Poros anyagok szárításához sem*

lehet vákuumszárítót alkalmazni, mert a por beszennyezi a tömitéseket. A membrános szárító magas energiafogyasztását ellensúlyozza a karbantartás egyszerűsége és alacsony költsége, mivel ez sem mozgó alkatrészeket, sem nedvszívó anyagot vagy más érzékeny elemet nem tartalmaz. További előnye, hogy a négy típus közül a membrános szárító foglalja el a legkisebb alapterületet.

A 100 kg/órát meghaladó átbocsátású és központi rendszerek számára a hagyományos nedvszívó és kerekesszárítók ajánlottak. A kerekesszárító működési költsége alacsonyabb, mint a nedvszívóé, vételáruk pedig közel egyenlő és viszonylag alacsony. Szárítási sebességük között nincs jelentős különbség. A jelenleg legelterjedtebb nedvszívó szárítókat sokan azért választják, mert jelentős tapasztalat áll rendelkezésre velük kapcsolatban, illetve könnyen illeszthetőek a meglévő berendezések közé, nem beszélve a tartalék alkatrészek tárolásáról, amelyet jelentősen megkönnyít az egyféle típusú berendezések alkalmazása. Várhatóan a kerekesszárítók fokozatosan átveszik a nedvszívók helyét, hiszen kisebb területet foglalnak, egyenletesebb szárítást biztosítanak és – egyes vizsgálatok szerint – kevesebb energiát fogyasztanak.

Most egy gyártó cég – az amerikai **Novatec** (Baltimore, USA) – különböző elven működő szárítókkal és különböző alapanyagokkal összehasonlító vizsgálatokat végzett a szárítás sebessége, az energiatakarékosság és hatékonyság alapján.

Összehasonlító vizsgálatok eredményei

A vizsgálati eredmények ismertetése előtt le kell szögezni, hogy ezek a mérések nem adnak választ valamennyi, a szárítók teljesítményével kapcsolatos kérdésre, illetve egyetlen gyártó különböző típusainak az összehasonlításáról van szó, amiből nem lehet általános következtetéseket levonni más gyártók hasonló elven működő berendezéseivel kapcsolatban.

A vizsgálatsorozatban *ABS és PC szárítását hasonlították össze négy különböző eljárással:*

1. Kéttornyos nedvszívó szárító: a napjainkban legelterjedtebb típus, több mint egy tucat gyártó készíti, és -40 °C alatti harmatpontot lehet elérni a segítségével. Alapvetően mindenfajta szárítási feladat elvégzésére alkalmas.
2. Kerekesszárító (méhsejtkerekesszárító): az ipar más területein már több mint 50 éve alkalmazzák ezt az elvet, a műanyagiparban a **Matsui** vezette be 20 évvel ezelőtt. Ez is képes -40 °C -os harmatpont elérésére.
3. Nedvszívó membrános sűrített levegős (röviden membrános) szárító: képes a -40 °C alatti harmatpont elérésére. Elsőként a **Fasti** dobta piacra a 90-es évek közepén. Ma már 9 gyártó kínál membrános szárítókat különböző fajta membránokkal.
4. Vákuumszárító: jelenleg kevés gyártó forgalmazza, de többen dolgoznak a fejlesztésén. A műanyag-feldolgozók számára kialakított típusok 1999-ben váltak elérhetővé.

Az alapanyagok kezdeti nedvességtartalma 600–800 ppm volt. A PC és az ABS feldolgozásához megfelelő 50–200 ppm nedvességtartalmat mindegyik szárító 180

percen belül elérte. *Mindkét anyagnál a vákuumszárító biztosította a megfelelő nedvességtartalmat a legrövidebb idő alatt.* Az összehasonlítás másik fő szempontja az energiafogyasztás volt. Mindegyik szárító más és más átbocsátással működött, ezért az energiafogyasztást 100 font/óra (44 kg/óra) fajlagos átbocsátásra számították ki. A szárítóknál a fűtőberendezések és a villamos motorok felelősek az energiafogyasztásért. A vákuumos és a membrános szárítók emellett külső forrásból származó sűrített levegőt is igényelnek, ami szintén energiafogyasztással jár. A sűrített levegő a vákuumszárítónál az energiafelhasználás 20%-áért felelős, míg a membránosnál ez az arány 40%. Az ABS-nél a kerekesszárító biztosította a legalacsonyabb energiafogyasztást. Ezt követte a vákuumszárító és a nedvszívó szárító, míg a membrános szárító üzemeltetése bizonyult a legdrágábbnak. A PC-nél a vákuumszárító magasan kiemelkedett a versenytársai közül, utána a kerekesszárító és a nedvszívó szárítók következtek, míg a membránoszárító volt a legköltségesebb.

Az eredmények visszhangja

A Novatec vizsgálatok eredményeinek közzétételét megelőzően számos szárítóberendezés- és alapanyaggyártó lehetőséget kapott az eredmények kommentálására. Sokuk szerint az eredmények megalapozottak és megbízhatóak, míg mások a tesztet elfogultnak tartják, és kihangsúlyozták, hogy csak több különböző gyártótól származó berendezések párhuzamos vizsgálata adna helytálló eredményt. Általános az a nézet, mely szerint laboratóriumban rendkívül nehéz a gyakran változó ipari körülményeket szimulálni. Üzemi körülmények között ugyanezek a vizsgálatok feltehetően egészen más eredményeket adnának. Ezzel szemben a Novatec továbbra is kitart amellett, hogy megfelelő karbantartás esetén üzemi körülmények között se születnének a jelen vizsgálatától lényegesen eltérő eredmények. Egyes gépgyártók szerint a kísérletekkel az a fő probléma, hogy a vizsgálatba bevont anyagok – a PC és az ABS – a kevésbé problémásak közé tartoznak, legtöbbször forró levegővel is könnyen száríthatóak. PA, PBT vagy PPS felhasználásával érdekesebb és relevánsabb eredményeket lehetett volna kapni.

Más források szerint az ABS és más higroszkopikus anyagokat az egyszerű forró levegős szárítókkal is meg lehet szárítani, de a PC-hez már nem javasolják a forró levegőt. A Novatec szakemberei szerint ugyanakkor *semmilyen anyagnál sem ajánlatos a forró levegős szárítókra hagyatkozni*, mert – különösen a nyári hónapokban és páradús környezetben – a maradó nedvesség szín- és méretbeli eltéréseket okozhat a termékeken.

A kommentárok összegzése azt mutatja, hogy a Novatec vizsgálati eredményei egyesek körében egyetértést, míg másoknál véleménykülönbséget idéztek elő a szárítóberendezések értékelését és rangsorát illetően.

A membrános szárítókat általában speciális, meghatározott körülmények között történő használatra – kisméretű feldolgozógépekre és kisszámú gépet tartalmazó üzemek számára – tartják alkalmasnak. Más esetekben a sűrített levegő előállításából származó költségek hamar az egékbe szöknek. A membrános szárítóknak az alábbiak a fő előnyei:

- kompakt felépítésű, kis alapterületű berendezések, amelyeket kisméretű feldolgozógépekhez is adaptálni lehet,
- áruk viszonylag alacsony,
- felépítésük egyszerű, minimális karbantartást igényelnek (ez utóbbi lényegében a membrán időszakos cseréjére korlátozódik; szűrő alkalmazásával minimálisan 3, szűrő nélkül 1 évenként kell a membránt cserélni),
- a membrános szárítók gyakran alkalmazzák tisztateres eljárásoknál; a gyógyászati eszközök gyártóinak körében nagyon kedvelt,
- a membrános szárítók igen hatékonyan szárítanak, különösen az alacsony hőmérsékletű szárítást igénylő anyagoknál használhatók célszerűen, mint például a PETG és a **DuPont Surlyn** ionomerje.

Sajnálatos módon a sűrített levegő megdrágítja a membrános szárítók üzemeltetését, ezért többnyire a 2–12 kg/órás átbocsátással rendelkező gépekre korlátozódik az alkalmazásuk.

A Novatec eredményei közül az egyik legvitatottabb az a megállapítás, miszerint a kerekesszárító energiatakarékosabb, mint a hagyományos nedvszívó berendezés. Ez, és a kerekesszárító kompakt felépítése a közel azonos szárítási sebesség ellenére a kerekesszárító gyors elterjedéséhez vezethet hosszú távon. A **Conair** felhagyott a hagyományos nedvszívó berendezések gyártásával. A **Comet Automation**, a **Bry-Air** és a **Matsui** kizárólag kerekesszárítókat gyárt. A **Wittmann** és a **Novatec** kerekesszárító és nedvszívó berendezéseket egyaránt készít. Az **ACS Group**, a **Dri-Air**, a **Motan**, az **UnaDynes** a **Walton/Stout** pedig kizárólag nedvszívó szárítókat gyárt.

A **Bry-Air**, a **Conair** és a **Novatec** szerint a kerekesszárító elsősorban azért energiatakarékosabb, mert sokkal kisebb mennyiségű nedvszívó anyagot kell felmelegíteni és újra lehűteni. Emellett a kerekesszárítóban a nedvszívó rotor lényegesen kisebb áramlási ellenállást fejt ki, ezzel is hozzájárulva az alacsonyabb energiafogyasztáshoz.

Egy hosszú ideje nem használt nedvszívó berendezésnek sok esetben 24 órás regenerációra van szüksége, mielőtt használatba lehet venni, ezzel szemben egy kerekesszárító 10 percen belül használatra kész. A kerekesszárító berendezések legfontosabb előnye egyenletes működésük, közel állandó hőmérsékletet és harmatpontot biztosítanak. A nedvszívó berendezések sokkal nagyobb harmatpont-ingadozásra hajlamosak. Egyes gyártók véleménye szerint azonban ez a harmatpont-ingadozás a gyakorlati felhasználás szempontjából nem jelent problémát, ha az alapanyag által megszabott tartományon belül marad.

Élénk viták tárgyát képezi a karbantarthatóság. Sokan ódzkodnak a kerekesszárítóktól, mert attól tartanak, hogy a kerék kicserélése hosszadalmas és bonyolult feladatot jelent. A gyártók igyekeznek megfelelni ennek a kihívásnak. A **Wittmann** a rotort, a motort és a tömítést egy szerkezeti egységbe, ún. kazettába építette, amelyet 20 perc alatt ki lehet cserélni. Ennek hátránya, hogy a kazetta cseréje drágább, mint ha csak a rotor kerülne pótlásra. Mind a nedvszívók, mind a rotorok élettartama 2–5 évet tesz ki, és többnyire elszennyeződésük miatt szorulnak pótlásra. A **Novatec** 5 év garanciát kínál a rotorokra és minden berendezéshez egy tartalék rotort ad. Abban általános az

egyértékes, hogy nagy központosított rendszerekben a kerekesszárítók alkalmazása alacsonyabb karbantartási költséget eredményez.

A nedvszívó berendezések gyártói és elkötelezettjei, mint az **ACS**, a **Dri-Air**, a **Motan**, az **UnaDyn**, a **Walton/Stout** és a **Wittmann** jelentős fejlesztésekkel és újításokkal igyekeznek készülékeiket az élvonalban tartani. Ezek egy része a használat és karbantartás egyszerűsítését szolgálja, mások pedig a szárítás hatékonyságát igyekeznek javítani. A fent említett gyártók mindegyike kínál elektronikus vezérlőrendszereket, amelyek segítik az energiatakarékosságot, valamint meggátolják az alapanyag túlmelegedését azáltal, hogy nem a szárítás időtartama, hanem a harmatpont és a hőmérséklet figyelembevételével szabályozzák a készülék működését. Egyes vélemények szerint a Novatec vizsgálatai merőben más eredményt hoztak volna, ha nedvszívó szárítók ilyen vezérléssel lettek volna felszerelve.

Egyes gyártók a kerekesszárítók és membrános szárítók is ilyen „aktív” vezérlést alkalmaznak. A Novatec álláspontja szerint viszont, ha a szárítók folyamatosan teljes kapacitással működnek, a korszerű vezérlőrendszerek előnye elvész.

Napjainkban az összes technológia közül a *vákuumszárító a legkevesébé ismert*, jelenleg mindössze két gyártó kínálatában szerepel. A Novatec vizsgálatainak egyik célja éppen az volt, hogy ezt a technológiát elhelyezze a már ismert eljárások között. Az elvégzett vizsgálatokból az alábbi következtetéseket lehet levonni: a vákuumszárító fogyasztja a legkevesebb energiát és rendelkezik a legnagyobb szárítási sebességgel, de ennek a legmagasabb a vételára és csak kis méretekben elérhető. Alacsony üvegesedési hőmérsékletű és poros anyagokhoz nem alkalmazható. A **Matsui** hasonló adatokat tett közzé saját vákuumszárítójáról: energiatakarékos, a legtöbb anyagot 1 órán belül kiszárítja, a víz mellett minden más illó, párologó anyagot eltávolít a polimerből, ezzel segít tisztán tartani a fröccsöntőszerszámot. Ugyanakkor átbocsátása mindössze 15 kg/óra, ára rendkívül magas, és tömítései érzékenyek a porra. A Matsui és a Novatec konstrukciója alapvetően eltér egymástól: a Matsui készüléke egy vákuumpumpával kiegészített szigetelt kamrában fűti az anyagot, miközben a nyomás 0,07 barra csökken. A Novatec három tartályt alkalmaz, amelyekben sorban felmelegítik, vákuum alá helyezik és leürítik az anyagot, a nyomás értéke itt 0,03–0,07 bar.

A Novatec rendszerének legfőbb hátrányaként bonyolultságát szokták megjelölni, a három különálló tartály miatt nagyon sok fedelet és tömítést tartalmaz. A vákuumszárító általános hátránya, hogy a szárítástól a felhasználásig fűtés és vákuum nélkül, környezeti atmoszférában tárolják az anyagot, ennek során esetenként részben visszanyerheti a nedvességet. Ezt a kiszárított alapanyag minél gyorsabb felhasználásával lehet kiküszöbölni, ehhez jól össze kell hangolni a vákuumszárító és az általa kiszolgált feldolgozó gép átbocsátó képességét. Mindazonáltal a vákuumszárításban jelentős potenciál rejtőzik, hiszen például ezzel az eljárással a poliamid szárítása 180 °C-on 20 perc alatt elvégezhető a megszokott 80 °C-hoz és 6 órához képest, és ez segít csökkenteni a szárítás közben fellépő degradációt és sárgulást. Az **Eastman Chemical** vizsgálatai szerint a vákuumszárító PC, ABS és PET alapanyaghoz egyaránt használható.

Összeállította: Deák Tamás

Naitove, M. H.: How to compare dryers? = *Plastics Technology*, 53. k. 6. sz. 2007. p. 64–75.
Naitove, M. H.: NPE 2006 news wrap-up. Materials handling: a host of retirements and updates = www.ptonline.com/articles/200610fa1.html

Röviden...

PP habok – akár érzékeny termékek csomagolásához

A **LyondellBasell** cég egy közelebről nem meghatározott különleges PP-jének márkanéve *Higran RSI684*. Ennek a polimernek a jellemzője a nagy ömledék-szilárdság, kúszószilárdság és szívósság. Üreges testek extrúziós fűvására, keverékek alkotójaként is alkalmazható, elsősorban azonban extrudált hablemezek előállításához ajánlják. A kis és közepes sűrűségű hablemezekből hőformázással lehet tálcákat és más csomagolóeszközöket készíteni. Feldolgozásához a szokásos berendezések alkalmasak. A polimer reológiai tulajdonságai révén habosításkor egyenletes a cellanövekedés, ezért finom pórusú kellemes fogású hab képződik. A hab sűrűsége „közönséges” PP hozzákeverésével csökkenthető.

A habosított *Higran*ból előállított csomagolóeszközök nem érzékenyek zsírokra, olajokra; sokkal rugalmasabbak, mint a legtöbb habosított műanyag; lezárásukhoz általában nincs szükség hegesztőrétegre. *A hablemezek alkalmasak FFS (formázd-töltsd meg-zárd le) típusú feldolgozásra; a csomagolóeszközök melegen tölthetők, sterilizálhatók, mikrohullámú sütőbe helyezhetők.* Ezért nagyon alkalmasak friss élelmiszerek, készételek forgalmazására. A *Higrant* a 2002-ben alapított (és Magyarországon is képvisellel rendelkező) **Ultrapolymers** cég Európában (Törökországot is beleértve) és Dél-Afrikában forgalmazza.

Egy svájci cég, a **W.Dimer GmbH** (Laufenburg) *DIM 40/130* jelzésű, térhálósítás nélküli PP habjait elsősorban csomagolási célokra kínálja. *Ezek a habok –40 °C és +130 °C között alkalmazhatók, ellenállnak az oldószereknek, a benzinnak, a kenőanyagoknak.* Nem tartalmaznak fluor-klór-tartalmú szénhidrogént, 100%-ban újrafeldolgozhatók, fiziológiailag közömbösek. Mechanikai szilárdságuk nagy, rugalmasak, jól elnyelik az energiát. Zárt cellaszerkezetük miatt nedvességet nem vesznek fel. 40, 100, 130 és 300 kg/m³-es sűrűséggel állítják elő őket. Kényes termékek (pl. világítótestek, elektronikus készülékek), hűtést igénylő kozmetikai szerek és gyógyszerek, mélyhűtött élelmiszerek csomagolására különösen alkalmasak. A cég megrendelőinek kívánságára a habanyagból tetszőleges formájú csomagolóeszközök elkészítését is vállalja.

P. K-né

Resistent gegen Temperaturen. Verpackungsschaumstoff. = *Kunststoffe*, 97. k. 5. sz. 2007. p. 66.

Geschäumtes Polypropylen. = *Kunststoffe*, 97. k. 1. sz. 2007. p. 77–78.