

## A kompaundálás és a kompaundálás eszközeinek fejlődése

Amikor a reaktorból kikerül a polimer, az nem alkalmas sem a feldolgozásra, sem az alkalmazásra. Ezért különféle adalékokat – stabilizátort, csúsztatót, színezéket, töltőanyagot stb. – kevernek hozzá. A kompaundálás alapvetően határozza meg a műanyag tulajdonságait, ezért nagy szakértelmet igényel. A technológiát és a szükséges gépi eszközöket is folyamatosan fejlesztik. Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül erről adunk rövid áttekintést.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; anyagelőkészítés; kompaundálás; extrudálás; együttforgó kétcsigás extruderek; reaktív extruderek; granulálók.*

Amikor a reaktorból kikerül a polimer, az nem alkalmas sem a feldolgozásra, sem az alkalmazásra. Ezért különféle adalékokat – stabilizátort, csúsztatót, színezéket, töltőanyagot stb.– kevernek hozzá. Ezekkel az adalékokkal alapvetően befolyásolják a felhasznált műanyagok tulajdonságait a majdani alkalmazásuk igényei szerint. Maga az alapanyaggyártó is kompaundálja polimerjeit, és ezek ebben a formában is sokféle célra alkalmazhatók. Az ilyen típusok azonban nagyon gyakran nem elégítik ki a felhasználó követelményeit, ilyenkor újabb kompaundálással és újabb adalékokkal hoznak létre speciális összetételű és tulajdonságú keverékeket. Ennek az eljárásnak köszönhető a műanyagok szinte végtelen számú változata. Az alapanyag módosító kompaundálását néha a feldolgozó végzi el, de számos kisebb-nagyobb kompaundáló üzemben is gyártanak saját márkás keverékeket vagy a megrendelő által kívánt összetételű keverékeket. A kompaundálás speciális hozzáértést és tapasztalatot igényel.

A kompaundálás sikere a jó összetétel (receptúra, formulázás) mellett nagymértékben függ azokról az eszközöktől, amelyekkel a keverést végzik. Ezek legtöbbször egyirányba forgó kétcsigás extruderek. A feldolgozógép-gyártók szorosán együttműködnek a kompaundálókkal, és ma már egészen speciális igényeket is ki tudnak elégíteni.

### A kompaundálás

#### *A kompaundálás fejlődése*

A kompaundálás (ami mechanikai erővel, gyúrással végzett keverést, összedolgozást jelent) a 19. és 20. század fordulóján a németországi *Werner & Pfleiderer* (W&P) és az angliai *Banbury* cégnél gumikeverékek gyártásával kezdődött. A hőre

lágyló műanyagok kompaundálását a II. világháború alatt elsőként a *Union Carbide* alkalmazta szintetikus gumik gyártására, a természetes gumi pótlására.

A modern kompaundáló technológia az 1950-es években a Bayer cégnél a háromszárnyú együttforgó ikercsigás keverő feltalálásával született meg. Ennek a keverőnek az elemei tökéletesen öntisztulók. Ilyen típusú keverőket elsőként a W&P cég kezdett gyártani. (A W&P 2001-ben beolvadt a *Coperion* csoportba, és a cég ma csak az utóbbi nevet használja.) A korábbi egycsigás, ill. Bunbury típusú extruderek és a kétszigás extruderek között a fő különbség az, hogy az utóbbiak csigái különböző csigaelemekből tetszés szerint („lego”-ként) rakhatók össze, ami nagyon rugalmassá teszi a berendezést. A csiga célnak legjobban megfelelő felépítéséhez szaktudás és tapasztalat kell.

A *DuPont* cégnél az 1970-es években folytatott kutatás eredményeképpen meghatározták a csigák öntisztulásához szükséges optimális geometriáját és felderítették az ömledék mozgásának törvényszerűségeit a kétszigás extruderben. A W&P-nél pedig kétszárnyas csigákkal gyártottak kétszigás együttforgó extrudert.

A kétszigás extrudereket általában két adattal jellemzik:  $D_0/D_1$  (intermeshing ratio) a csigák külső és a belső átmérőjének hányadosa,  $M_d/A^3$  pedig a fajlagos forgatónyomaték, forgatónyomaték-sűrűség vagy forgatónyomaték-faktor (specific torque, Drehmomentdichte, Drehmomentfaktor), a forgatónyomaték és a csigatengely közepvonalától mért távolság harmadik hatványának hányadosa. Az elmúlt években az utóbbi érték 3-ról 20-ra növekedett. A csigák sokkal gyorsabban forognak; egy 45 mm-es csigákkal dolgozó mai extruder maximális teljesítménye annyi, mint az 1970-es években egy 160 mm-es csigákat tartalmazó volt.

Az 1990-es években az akkor Krupp Werner & Pfleiderernek nevezett cégnél különleges modellező technikát fejlesztettek ki a kétszigás extruderekben áramló ömledék fluidtulajdonságainak tanulmányozására. Ez a szimulációs eszköz lehetővé tette, hogy egy adott kompaundálási feladathoz optimális gépi eszközöket tervezzenek. A kompaundáló berendezés összeállítása még ezzel együtt is kemény feladat maradt.

### *Töltőanyagok és adalékok hatása a keverék tulajdonságaira és árára*

A töltött és erősített műanyagok iránti igények növekedése megsokszorozta a kétszigás extruderek iránti igényeket is. A töltőanyagokat kezdetben por alakban a granulátummal együtt adagolták a gépekbe, hasonlóan, mint korábban a Banbury típusú keverőkbe. Hamarosan rájöttek arra, hogy célszerűbb ezeket oldalról a már megömlesztett polimerbe vezetni, mert így kisebb a koptató hatásuk, jobbak lesznek a keverék fizikai tulajdonságai és kisebbek a keverékben maradó feszültségek. A különböző töltőanyagokkal készített keverékek megnövelték a műanyagok választékát, hozzáférhetővé váltak olyan típusok is, amelyek az alapanyaggyártó kínálatában nem szerepeltek.

Töltőanyagokkal javítani lehetett a műanyagok fizikai tulajdonságait, és nagyon gyakran csökkenteni lehetett az árát is. Ha a töltőanyag hosszúságának és átmérőjének hányadosa ( $L/D$ , alaktényező, „aspect ratio”) 10/1 körül van, növekszik a hajlítómódulus. Magasabb  $L/D$  arányú töltőanyag a szakítószilárdságot is növeli. A töltő-

anyaggyártók talkumból és kalcium-karbonátból is igyekeztek ilyen magas alaktényező termékeket előállítani.

A nagy kompaundálók talkumot,  $\text{CaCO}_3$ -at, cellulózt, üvegszálat tartalmazó műanyagokat óriási extruderekben nagy mennyiségben és igen nagy választékban gyártanak, hogy ki tudják elégíteni a fröccsöntő üzemek igényeit. Nagy a választék a természetes szálakkal (farost, kenderrost, rizshéj stb.) erősített műanyagokból is, amelyek „zöld” jellegük miatt váltak divatossá. Az utóbbiak bedolgozása és egyenletes elosztása a polimerekben komolyabb szakértelmet igényel. Keresettek a nanotöltőanyagot (nanoagyag, nanotalkum, nanoszéncső) tartalmazó kompaundok is, mert ezek javítják a polimerek fizikai tulajdonságait, de kevésbé növelik sűrűségüket, mint a hagyományos ásványi töltőanyagok. Bedolgozásuk azonban valamennyi töltőanyag közül a legnagyobb kihívás.

### *Kompaundáló vállalatok*

A nagy kompaundáló vállalatok különböző műanyagból, sokféle töltőanyaggal, adalékkal és összetételben saját termékeket állítanak elő, amelyekkel igyekeznek ki elégíteni a feldolgozók igényeit. Néha egy-egy vállalat számára speciális termékeket gyártanak, pl. az autógyárak számára ütköző fröccsöntésére alkalmas anyagot. Ezek nem kerülnek kereskedelmi forgalomba, a kompaundáló üzemből közvetlenül a felhasználóhoz szállítják őket. A nagy kompaundálók mesterkeverékeket, pl. színező keverékeket is kínálnak, amelyeket a fröccsöntő üzemekben használnak fel.

Vannak *szolgáltatást nyújtó kompaundálók*, amelyek megrendelésre „hozott anyagból”, a megrendelő receptúrája szerint készítik el a keverékeket, vagy segítenek a megrendelőnek a keverékkészítésben. Az ilyen vállalatok, megbízások alapján néha a nagy kompaundálók számára is dolgoznak.

A szolgáltatónál előállított keverék ára függ az összetételtől, az alkalmazott berendezés kihozatalától és a tétel nagyságtól. 45–4500 kg/h kihozatal mellett az óradíj általában 200–600 USD között van. Az árat befolyásolja a berendezés felépítése és a kompaundálás nehézsége. Egy 30% üvegszálat tartalmazó PP-t nagy extruderen 2700 kg/h kihozattal gyártva a gyártási költség 0,29 USD/kg, egy speciális fluorpolimeré, amelyhez különleges (Inconel) bevonatú csigákat kellett használni, 2,2–6,6 USD/kg között volt.

A *speciális kompaundálóknak* van olyan berendezésük, amellyel nehezebben elosztható adalékot (üvegszálat, koromdiszperziót) is be lehet keverni a polimerekbe. (Ilyen lehetőséget gyakran a kétcsigás extrudereket gyártó vállalatok nyújtanak.) A kompaundálók általában szorosán együttműködnek a kétcsigás extruderek gyártóival annak érdekében, hogy berendezéseiken optimális munkát tudjanak végezni.

A dinamikus gyártás és az új termékek iránti igény szükségessé teszi, hogy a kompaundáló üzemen belül is legyen olyan szakember, aki módosítani és optimalizálni tudja a csiga felépítését. Az állandóan változó feladatok miatt egy speciális kompaundálónál dolgozó szakember óriási tapasztalatokkal rendelkezik.

Előfordul, hogy az átlagos kompaundáló (anyaggyártó) maga is igénybe veszi a speciális kompaundáló segítségét egy-egy nehezebb feladat megoldásához. A speciális kompaundálók gyorsabb szolgáltatást nyújtanak, mint a kiterjedt menedzsmenttel dolgozó nagy kompaundálók. Kisebb tételek (20–450 t) gyártásakor ez a könnyebben járható út.

## A kompaundálás eszközei

### *Kompaundáló extruderek*

Az együttforgó kétcsigás kompaundáló extruderek gyártói folyamatosan fejlesztik gépeiket, hogy kielégítsék vásárlóik igényeit, akiknek egyre bonyolultabb, egyre speciálisabb keverékeket kell előállítaniuk, néha egészen kis mennyiségben is, ami nagyon rugalmas, könnyen átalakítható gépi berendezést igényel. Erőfeszítéseik arra irányulnak – mivel köztudomású, hogy az ördög a részletekben rejlik – hogy a gyártórendszerek minden egyes elemét optimalizálják, és ezáltal növeljék azok rugalmasságát, hatásfokát és termelékenységét.

A KraussMaffei Berstorff GmbH (Hannover, Németország) a 2013-as düsseldorfi kiállításon mutatta be először *ZE BluePower* márkanevű kétcsigás extrudercsaládját (1. ábra), amelyet 42, 52, 65 és 80 mm átmérőjű csigával kínál a korábbi *ZE-UTX* típusú extruderek helyett. Az új géptípus optimalizált  $D_o/D_i$  hányadosának értéke 1,65, a forgatónyomaték-sűrűség  $16,0 \text{ Nm/cm}^3$ , 30%-kal nagyobb a korábbi gépekénél; kihozatala is 23%-kal több. A hajtás korszerűsítése, a csigatengely alapanyagának erősebb terhelhetősége mellett a cég fejlesztői különösen a csiga reprodukálható felépítésére és előfeszülésére koncentráltak. A gépbe beépítettek egy hidraulikus előfeszítő berendezést, amely meghatározott húzóterhelést fejt ki a csiga tengelyére torziós terhelés nélkül. Ez megakadályozza, hogy az ömledék behatoljon a csigaelemek közé, ami megkönnyíti és meggyorsítja a csiga szétszerelését és tisztítását. Megnövelték az oldaladagolót is, hogy megkönnyítsék a nagyobb méretű töltőanyagok adagolását. Kopató hatású töltőanyag alkalmazásához ovális védőperselyt (2. ábra) lehet a hengerbe építeni. Ha erőteljes a kopás, nem kell az egész hengert kicserélni, csupán a perselyt. A persely ovális formája emellett csökkenti a hűtő- és fűtőpatronok távolságát, ezáltal pontosabban lehet szabályozni a műanyagömledék hőmérsékletét.

A Coperion GmbH (Stuttgart, Németország) *ZSK Mc<sup>18</sup>* jelű gépcsaládjában a korábbi változat  $13,6 \text{ Nm/cm}^3$ -es fajlagos forgatónyomatékát  $18 \text{ Nm/cm}^3$ -re növelték. Ennek köszönhetően kisebb energiafelhasználás mellett jelentősen növekedett a csiga feltölthetősége, következésképpen az extruder kihozatala. A cég ennek a géptípusnak két változatát, a *ZSK 45 Mc<sup>18</sup>*-at és a *ZSK 119 Mc<sup>18</sup>*-at forgalmazza, emellett megrendelhető egy laboratóriumi változata, a *ZSK 26 Mc<sup>18</sup>* is. Ezekben a gépeken egy új betáplálási technológiát (*FET, Feed enhancement technology*) alkalmaz, amelynek lényege, hogy a behúzó zónába beépített gázáteresztő falon keresztül vákuumot hoznak létre, amely elszívja a por alakú töltőanyagok vagy a laza fóliavagdalcék levegőtartalmát; ez összetömörödve könnyebben továbbítható és nagyobb arányban keverhető be. A ki-

sebb forgatónyomatékot igénylő anyagok kompaundálásához a Coperion  $D_o/D_i = 1,8$  arányú *ZSKMEGAvolumePlus* extruderét ajánlja. A *ZSK43 MvPlus*-tól *ZSK119 MvPlus*-ig terjedő sorozatot a *ZSK27 MvPlus*-szal egészítette ki. Standard gépeit is felújította. Az *STS Mc<sup>11</sup>* sorozat gépeinek fajlagos forgatónyomatékát  $11,3 \text{ Nm/cm}^3$ -re, a csigák maximális fordulatszámát 800-ról 900/min-re emelte. A moduláris csiga hossza 24–68 D között változtatható. A *Coperion K-Tronnál* gyártott etetőrendszerekkel és a Coperion granulálórendszerrel nagy határfokú gyártósorokat lehet összeállítani.



1. ábra A KraussMaffei Berstorff cég kétcsigás *ZE Blue Power* kompaundáló extrudere



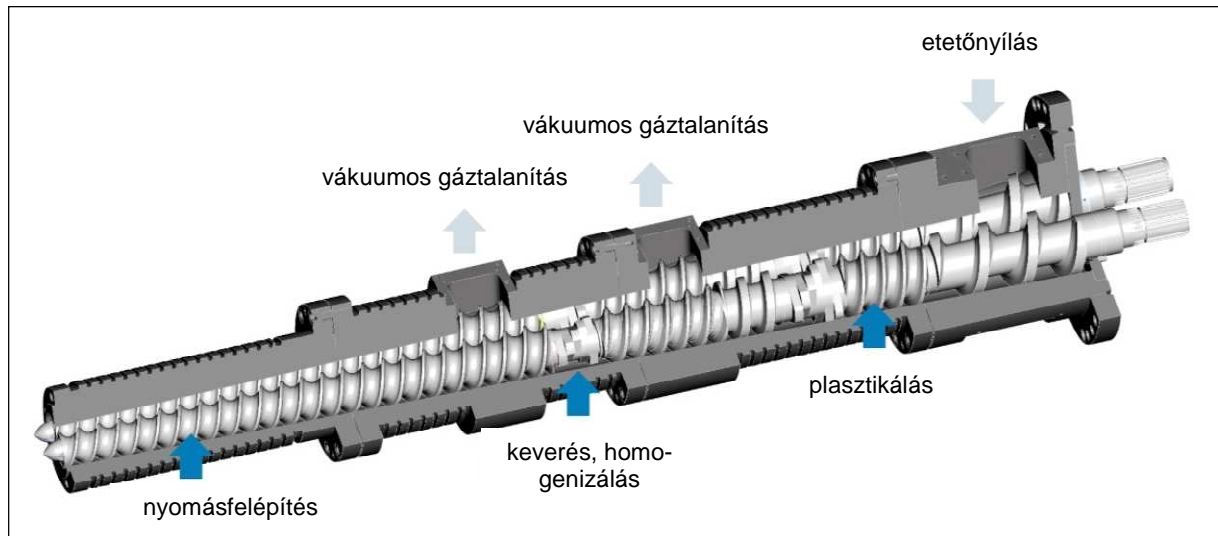
2. ábra A KraussMaffei Berstorff cég extruderébe építhető kopásgátló persely

A Leistritz Extrusionstechnik GmbH (Nürnberg, Németország) a legutóbbi düsseldorfi kiállításon mutatta be *ZSE 27 iMaxx* extruderét, amelyet receptúrafejlesztéshez és nagyüzemi gyártáselőkészítéshez ajánl. A korábbi *ZSE 27 Maxx* géppel szemben az *iMaxx* vezérlőpultja nem különálló egység, hanem be van építve az extruder alsó részébe a vízzel hűtött frekvenciaátalakítóval együtt, ezért ez a berendezés sokkal kevesebb helyet foglal el és könnyebben mozgatható. A hajtást a korábbinál kisebb, de azonos teljesítményű vízhűtésű Siemens-motor végzi. További újdonság a zárt kétkörös temperálórendszer, amelynek oda- és visszaáramlását és a koaxiális szelepet a médiacsatornában helyezték el. A víz zárt rendszerben forgatása révén vizet takarítanak meg és függetlenítik a gépet a vízminőségtől. A gép porlakkos bevonata megkönnyíti a tisztán tartást. Ezt a gépet a gyártó elsősorban kutatóintézetek, egyetemek vagy kis mennyiségeket gyártó kompaundálók figyelmébe ajánlja.

A MAS Maschinen- und Anlagenbau Schulz GmbH (Pucking, Ausztria) a hulladékhasznosítást akarja segíteni együttforgó kónuszos ikercsigás (3. ábra) extruderével, amellyel az üzemi fóliahulladék könnyen visszadolgozható, egyúttal kompaundálható. A gépet 6 méretben, 20–1600 kg/h teljesítmény között forgalmazzák. Ezek az extruderek ugyanolyan jól plasztikálnak és homogenizálnak, mint a párhuzamos csigákkal dolgozók, de nagy etetőnyílásuk és hosszú behúzó zónájuk miatt sokkal könny-



nyebben etethetők, a laza fóliahulladékot is problémamentesen befogadják. Az adalékokat is itt lehet betáplálni, oldalbevezetésre nincs szükség. A plasztikálás kíméletes, és kevés energiát igényel. Emiatt a polimer megőrzi eredeti mechanikai tulajdonságait. Ezek az extruderek alapját adhatják egy kaszkárendszerű hulladékhasznosító-kompaundáló-granuláló gépsornak. Egy ilyen gépsorhoz a MAS extruderbe folyamatos szűrőt építenek, a gépsorba gáztalanító egycsigás extrudert illesztenek, amely a kompaundot a granulálóba hordja. A cégnél egy ilyen gyártósoron 60% PP fóliahulladékot 40% por alakú töltőanyaggal dolgoztak össze 0,24 kWh/kg fajlagos energiafelhasználással.



3. ábra A MAS cég együttforgó kónuszos csigáival fóliahulladékot lehet visszadolgozni és kompaundálni

Az Erema Engineering Recycling Maschinen und Anlagen GmbH (Ansfelden, Ausztria) ugyancsak a műanyagok újrafeldolgozásához fejlesztette ki *Corema* márkanevű berendezéseit, amelyekkel egy lépésben lehet a reciklálást és a kompaundálást elvégezni. A hulladékból specifikált és a tervezett feldolgozáshoz optimált tulajdonságú alapanyagokat lehet gyártani; a változó minőségű hulladék tulajdonságait töltő vagy erősítő adalékkal egyenlítik ki. Gépeik teljesítménye 300 kg/h és 4 t/h között van.

#### *Reaktív extruderek*

A kompaundálás fejlesztésének egyik eredménye a reaktív extrúzió, amelynek folyamata alatt a polimerben kémiai reakciók játszódnak le, és ez lehetőséget ad a műanyagok tulajdonságainak kiterjesztésére és az alkalmazási területek bővítésére. A reaktív extrúzióhoz az extrudereket ki kell egészíteni erre alkalmas előkészítő aggregáttal.

Az Extricom GmbH (Lauffen, Németország) továbbfejlesztette az együttforgó kétcsigás extrudereket és *RingExtruder RE* típusú gépeiben már 12 csiga forog együtt egy kör mentén (4–5. ábra). Ezek folyamatosan fenntartják a kémiai reakciót a viszkozus fázisban. A kétmenetes csigák minden fordulaton kétszer törlik le a csigaszárnyakról a rajtuk lévő ömledéket és keverik be az anyagtömegbe, ezért a szárnyakon megtapadt anyag a teljes tartózkodási idő töredékét tölti itt, ennek következtében a teljes anyagtömeg állapota a gépben nagyon kiegyenlített. A kémiai reakciónak meghatározott reakcióideje van, amely a reaktív extruderben nem feltétlenül azonos a szakaszos eljárás reakcióidejével. A *RingExtruderben* 20 percnél is hosszabb reakcióidőt lehet hagyni az anyag számára, ez a keverőszakasz hosszától és az egyéb paramétereiktől függ. A kémiai reakció gyakran nagyon szűk hőmérséklet határok között megy végbe és a reakciónak melléktermékei is képződhetnek. Az anyag tömegéhez viszonyított nagy hőcserélő felület megkönnyíti a pontos hőszabályozást és a gázmentesítést. A keveréshez alkalmazott ún. Z-technológia révén a gépben soha és sehol nem stagnál az ömledék, az anyag állandó helyváltozásra kényszerül, ami jó keveredést biztosít és a gázmentesítést is segíti. A *RingExtruder RE* jól bevált PET palackok anyagának újrahasznosítására. A cég 2011-ben egy kelet-európai országban adott el egy 3500 kg/h teljesítményű *RingExtruder 7 XPV* típusú gépet, amellyel évente 680 millió 1 literes palack anyagát, 27 500 tonna PET-et lehet visszaforgatni.



4. ábra A *RingExtruder ER*-ben 12 csiga forog azonos irányban egy körgyűrű mentén



5. ábra A *RingExtruder RE*

A kompaundálás egyik legnagyobb kihívása a nanotöltőanyagok, pl. a nanoszénecsövek bekeverése a polimerbe. Ezek a különleges töltőanyagok csak akkor fejtik ki elvárt hatásukat, ha nem agglomerálódnak, és egyenletesen oszlanak el a mátrixban. A *Gneuß Kunststofftechnik GmbH* (Bad Oeynhausen, Németország) gyűrközött

neki a feladatnak. Egy reaktív extrúziós eljárással sikerült szuszpenziókat és emulziókat különböző műanyagokba (PP, PC, PET) bekeverni úgy, hogy az adalékok agglomerálódás nélkül egyenletesen eloszolva kötődtek a műanyagok molekuláris szerkezetéhez. Az eljárás lényege, hogy kaszkárendszerben két extrúziós technológiát kapcsolnak össze. Ezzel az eljárással >10 nm méretű részecskékből álló anyagot nagy részarányban közvetlenül dolgoztak be a műanyagokba. A keverékek tulajdonságai (hővezető képesség, folyóképesség, kopásállóság) sokkal jobbak voltak a bármely más technológiával előállított keverékekénél. Az eljárás lényege, hogy az első lépésben a szuszpenzióban oldott adalékot kétcsigás extruderben keverik be a polimerbe, a második lépésben a keveréket nagy teljesítményű MRS típusú gázmentesítő extruderen hajtják át. Itt elszívják a szuszpenziót, az adalék pedig visszamarad a polimerben. Az MRS extruder egycsigás gép, de a gázmentesítő zónában a multicsigás szakasz (6. ábra) megsokszorozódott felületéről az illékony anyagok könnyen elszívhatók, és ennek a szakasznak intenzív keverő hatása is van.



6. ábra A Gneuß cég egycsigás MRS extruderének multicsigás gázmentesítő szakasza

### Granulálók

Az elkészült keveréket granulálni kell, hogy be lehessen tölteni a fröccs-gépbe. A zsinór alakúvá extrudált anyagot hidegen vagy melegen vágják apró szemcsékre. A víz alatti granulálást a meleg aprításhoz sorolják. Ezt az eljárást erősen automatizálták, és előnye az is, hogy kevésbé helyigényes. A granulálást zárt rendszerben végzik, a végeredmény lencse formájú szemcsék halmaza. A granulálásnak ez a módja nemcsak az üzemben, hanem a laboratóriumokban is jól alkalmazható.

Az Econ GmbH (Weißkirchen, Ausztria) *EUP10* típusú kis granulálóját eredetileg csak kiállításokra szánta, de olyan nagy volt iránta az érdeklődés, hogy 2016 májusától kezdve már raktár-

ról tudja szállítani a megrendelőknek. A kompakt kialakítású asztali gép teljesítménye anyagtól és beállítástól függően 1–30 kg/h, de bizonyos anyagokkal elérhető az 50 kg/h is. A gép teljes tömege 80 kg, és kis méretei ellenére a cég szabadalmaztatott hőszigetelő eljárása révén a nagyobb gépekhez hasonlóan itt sem történhet meg, hogy az ömledék „befagy”. A cég egy másik újdonsága az *EWA* (*Econ water and air pelletizer*), amely víz alatt és levegőben is tudja aprítani a zsinórt. Ez a gép is hasznos lehet a laboratóriumokban, mert egy berendezésen kétféle technológiát lehet alkalmaz-



ni. Levegőben elsősorban az erősen nedvszívó műanyagokat, pl. a farosttal töltött kompaundokat granulálják, ami által megtakarítják a szárítást.

A Gala Kunststoff- und Kautschukmaschinen GmbH (Xanten, Németország) *Eflex* granulálórendszere rugalmas és jó hatásfokú, a cég kompaundálóknak és mesterkeverék-gyártóknak szánja. Kis mennyiségek és gyakori termékváltás esetében is gazdaságosan működik, mert tisztítása és üzembe helyezése mindössze néhány percet igényel. A rendszerben különféle szűrési lehetőségek vannak, ezért nem szükséges minden termékváltáskor vizet cserélni.

Összeállította: Pál Károlyné

Rosen, M.; Arash Kiani: The role of plastics compounding for injection molding = *Plastics Engineering*, 72. k. 1. sz. 2016. p. 24–28.

Adamy, M.: Mischung nach Rezept = *Kunststoffe*, 105. k. 10. sz. 2015. p. 78–83.

ZE Blue Power twin-screw extruders boosting power and volume = [http://www.kraussmaffeiberstorff.com/media/files/kmdownloadlocal/en/EXT\\_FL\\_BluePower\\_EN.pdf](http://www.kraussmaffeiberstorff.com/media/files/kmdownloadlocal/en/EXT_FL_BluePower_EN.pdf)

Press release from MAS–Maschinen- und Anlagenbau Schulz GmbH Pucking near Linz / Austria = <http://www.nca-europe.com/medias/press-release-mas-recycling-and-compounding-e266211.pdf>

RingExtruder = [http://www.extricom.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=12&lang=en](http://www.extricom.de/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=12&lang=en)

The RingExtruder RE [http://www.zwnordic.se/pdf/2\\_RingExtruder\\_EN.pdf](http://www.zwnordic.se/pdf/2_RingExtruder_EN.pdf)

Welcome to gneuss We look forward to meeting you = [http://www.bmsfrance.eu/wp-content/fichiers/extrusion/processing\\_eng.pdf](http://www.bmsfrance.eu/wp-content/fichiers/extrusion/processing_eng.pdf)