

Új technológiák a reciklásban

A recikláló berendezéseket gyártó cégek folyamatos fejlesztésekkel próbálnak megfelelni a partnerek igényeinek és követelményeinek, valamint a műszaki kihívásoknak. Az optikai elven működő válogató rendszerek a szín és a kémiai azonosítást használják a minőség javítására és a kapacitás növelésére. Az aprítógépek a megbízhatóságot a könnyebb karbantartással és a funkcionalitással ötvözik. Az újrakompaundálás a reciklálást és a keverést integrálja egy folyamatba.

A mechanikus újrahasznosítás olyan műveletekre vonatkozik, amelyek a műanyag hulladékokat mechanikai folyamatok (őrlés, darálás, aprítás, mosás, szétválasztás, szárítás, újragranulálás és keverés/kompaundálás) révén nyerik vissza, és olyan reciklátumokat eredményeznek, amelyek új műanyag termékké alakíthatók át, gyakran helyettesítve a szűz anyagokat. A mechanikus reciklás csak hőre lágyuló polimerekre vonatkozik, mert ezek újra megömleszthetők és -feldolgozhatók, például fröccsöntéssel vagy extrudálással. A hőre keményedő polimereket nem lehet újra feldolgozni ilyen módon, de kémiai módszerekkel igen, így alapanyagként vagy hordozóanyagként ismét felhasználhatók.

A hőre lágyuló műanyagok különböző fizikai és mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. A mechanikus újrahasznosítás egyik legfőbb akadályát az jelenti, hogy ezek az eltérő polimerek általában nem elegyednek vagy nem kompatibilisek egymással. Ezért a különböző polimerek keveréke gyengébb mechanikai tulajdonságokkal bírhat, ami számos felhasználás esetén alkalmatlanná teszi az újrahasznosítást. Ennek következtében a műanyag hulladék mechanikus reciklálása általában csak homogén, egyetlen polimeráram esetén vagy olyan polimerek meghatározott keverékeinél végezhető el, amelyek hatékonyan szétválaszthatók.

Mindezeket figyelembe véve, a recikláló berendezéseket gyártók folyamatos fejlesztéseik révén igyekeznek megfelelni a kor technológiai kihívásainak.

OPTIKAI VÁLOGATÓ RENDSZEREK

Az eredetileg az élelmiszeriparban használt optikai válogatási technológia már jól ismert a műanyag újrahasznosításban is. Míg a vizuális válogatással a színes polimerek és a címkék különíthetők el, a közeli infravörös technológia (NIR) fejlődése ma már lehetővé teszi a műanyag elválasztását a különböző típusú kémiai anyagok hullámhossza alapján. A válogatási technológiák folyamatos fejlesztése növeli a műanyag reciklás pontosságát és sebességét, biztosítja a jobb minőségű újrahasznosított műanyagokat, valamint erősíti azok újrafelhasználását a műanyagiparban.

Számos kérdés van hatással a válogatási technológia fejlesztéseire. Először is, a nagy fogyasztói márkák által bevezetett új csomagoló- és címkézési anyagok jelentik jelenleg a legnagyobb hajtóerőt ahhoz, hogy a meglévő hardvereket és szoftvereket javítsák, módosítsák, vagy új érzékelési technológiát fejlesszenek ki. Ez magában foglalja a teljes felületén címkézett új PET-G palackokat vagy az új nyomjelző anyagokat a PET-ben és más csomagolóanyagokban, amelyek az érzékelők, szenzorok frissítését igénylik. A kisebb részecskék és a kis méretű flakonok válogatásánál is jobb és nagyobb felbontású érzékelő technológiára van szükség. Ugyanakkor, a fekete műanyagok szortírozásának is megfizethetőbbé kell válnia.

Az MSS, a CP GROUP optikai válogatással foglalkozó divíziója, legújabb termékeit az iparág igényeinek megfelelően fejlesztette ki, ezek közé tartoznak a közeli infravörös és



Az MSS Cirrus PlasticMax berendezés képes a palackokat anyag és szín szerint válogatni.

színérzékelő *Cirrus PlasticMax* és *PurePlasticMax*. A független intézetek által végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy a legjobb válogatási teljesítményt a PET és HDPE palackokon lévő új címkeanyagok detektálása adta. Mindkét platform egy nagyfelbontású érzékelőből áll, amely képes kezelni a kis részecskéket a pelyhek és a granulátumok mérettartományában.

2016-ban az UPM RAFLATAC által gyártott, új típusú, poli-olefin alapú címkéket tesztelték annak megállapítására, hogy ha a címkéket PET palackra zsugorítják, akkor forgalomba lehet-e hozni a meglévő infrastruktúrával, és megfelelően elkülöníthető-e polimer és szín szerint. Ezt a vizsgálatot egy független, műanyag újrahasznosítási alkalmazásokra szakosodott cég végezte el. A *Cirrus* a legnagyobb értékű, 88,2%-os átlagos pontszámot érte el a hat gyártótól származó, címkézett PET palackok ellenőrzött vizsgálatában a NIR+szín érzékelő/azonosító hardver és szoftver használatával. A *Cirrus PlasticMax* és a *PurePlasticMax* válogató egységek 1600, 2000, 2400 és 2800 mm szélességűek lehetnek, egyaránt képesek a palackokat anyag- és szintípusok szerint rendezni. Opcionális lehetőségként, fémérzékelővel felszerelve a fémszennyezők is ki-válogathatók.

Egy másik érdekes terület a lézerspektroszkópia. Az UNISENSOR által kifejlesztett *Powersort 360* a különféle típusú műanyagokat választja el egymástól – színüktől függetlenül – akár 10 t/órás átbocsátással. A fő alkalmazási terület a nagy mennyiségű fekete műanyagot tartalmazó, aprított frakciók feldolgozása. A fekete és a sötét műanyagok elválasztása a legmagasabb követelményeket támasztja a válogatás során, ugyanis a hagyományos technológiák csak korlátozottan használhatók erre a célra. Ezek az anyagok általában megtalálhatók az elektronikai hulladékban és az autóiipari alkatrészekben.

A *Powersort 360* egy rugalmas válogatórendszer minden típusú műanyaghoz 15–75 mm-es szemcseméret tartományban. A műanyagot bármely hulladékáramban érzékeli. Ez biztosítja, hogy a kevert anyagáramok ABS, PS, PC/ABS és PP frakciókra bonthatók, vagy a nem kívánt műanyagok, például a PVC, eltávolíthatók. A szennyezőanyagok, mint a fa, a gumi, az üveg, a kő és a fémek is elkülöníthetők. A fekete anyagokat nem kell elválasztani a színes anyagoktól, és az anyagáramot sem kell más módon előválogatni.

A *Powersort 360* az anyagáramokat lézerefénnyel analizálja. Intenzív lézersugarat használ a műanyag molekuláinak gerjesztésére. Ezután elemzi az egyes részek által kibocsátott fény spektrumot. Minden anyagnak egyedi spektruma van, amely egyedi azonosítóként működik. Az erős lézerefényforrással ellátott optikai kialakítás és a rendkívül magas jelfeldolgozási sebesség biztosítja, hogy egymillió spektrumot tud generálni és értékelni másodpercenként. A rendszer geometriája nyolc nagy teljesítményű osztályozó egységet egyesít egyetlen gépben, amely a lézerrendszer és az érzékelő technológia legjobb kihasználását teszi lehetővé. A nyolc szegmens együttesen 4 m hatékony szkennelési szélességet eredményez. E szegmensek használatával egyidejűleg legfeljebb nyolcféle válogatási feladat végezhető el. Alternatív megoldásként a műanyag áram mind a nyolc szegmensben párhuzamosan is futhat.



Az Unisensor Powersort 360 intenzív lézersugárral gerjeszti és analizálja a műanyag molekuláit.

A kompakt, forgásszimmetrikus kialakítással a berendezés kevesebb mint 20 m² területet foglal el. A potenciális nedveség, a por, a különböző szemcseméret, az egyes műanyag-típusok és színek változó anyagsűrűsége nincs hatással a hatékonyságra. A rendszer jó válogatási minőséget és hatékonyságot, valamint nagy áteresztési teljesítményt kínál. Nagyon jól konfigurálható és pontosan alkalmazható a vevőspecifikus válogatási feladatokhoz.

MŰANYAGHULLADÉKOK APRÍTÁSA

A műanyag hulladékok méretcsökkentése területén működő vállalatok alkalmazkodnak az újrahasznosítással foglalkozók növekvő igényeihez. A nagyméretű fogyasztói és ipari hulladékok méretének csökkentéséhez a reciklási folyamat kezdetén használt aprítógépeknek megbízhatóan kell működniük, hogy elkerülhető legyen az in-line folyamat megszakítása. A hulladék aprítógépeket gyártók szembesülnek ezekkel a kihívásokkal és arra törekednek, hogy megbízhatóbb, könnyebben karbantartható és a funkcionalitást növelő berendezéseket állítsanak elő.

Az aprítógépeknek általában egyetlen tengelyük van, vagy ha nehezebb hulladékárammal kell megbirkózni, akkor két- vagy négy-tengelyesek. Sokan multi-technológiás gépekkel állnak elő, például egyesítik az aprítót és a darálót. Az új fejlesztések az újrahasznosítók változó szükségleteihez alkalmazkodnak. A vevők számára fontos a nagyobb energiamegtakarítás és a jó homogenitás, mivel ez hozzájárul a jobb feldolgozáshoz. Az egyedi igények az aprítóberendezések egyéni méretezéséhez vezettek.

A VECOPLAN aprítási technológiával foglalkozó vállalat által kifejlesztett V-ECO gépcsalád tagjai különböző méretű

műanyag hulladékokat tudnak kezelni, például üreges testeket (palackok, hordók, csövek és profilok), valamint fóliákat és szálakat. A legújabb típusok közé tartozik a V-ECO 1700 1670×2030 mm-es adagolónyílással. A CTR MEDITERRANEO spanyol cég ezzel a berendezéssel nagy méretű polipropilén zsákokat aprít 2,5 t/óra kihozattalal.

Egy másik új fejlesztés, közösen a DREHER GRANULATORS céggel, a VD 1100, amely egy kombinált aprító és granuláló berendezés nagy méretű alkatrészek üzemben belüli újrafeldolgozásához. Az egység tetején lévő aprítót egy 37 kW-os motor hajtja, míg az alján lévő granuláló 15 kW-os motort használ. Ez a kombináció azt jelenti, hogy a granuláló alacsonyabb teljesítménybevitt igényel, mintha önálló egység lenne. Az energiatartó mellett az egyéb előnyök közé tartozik a kisebb beruházási költség és a 70%-os helymegtakarítás, szintén a különálló egységekhez képest.

Az UNTHA számos műanyag aprítógépet gyárt: az LRK egytengelyes, a kompakt S25 két-tengelyes, az RS négy-tengelyes és a vállalat legújabb termékét, a QR Class berendezéseket. A QR család nagy teljesítményű, egy-tengelyű aprítógépekből áll, amelyek sokoldalúan felhasználhatók. Ez utóbbiak két éves fejlesztési program eredményei, nagyon megbízhatóak és alacsony karbantartási költségűek.

Egyedülálló fejlesztés a karbantartás-mentes tolólapos technológia. A tolólap egy belső, hermetikusan zárt rendszer, amelynek meghajtója a gép testén kívül helyezkedik el. A profilozott nyomópadozat megakadályozza, hogy a toló elakadjon. A QR másik innovációja egy nagy, multifunkcionális hidraulikus terelőlap az aprítógép elején. A lap gyors és könnyű hozzáférést biztosít a vágókamrához a garat hatékony kihasználása és az idegen tárgyak eltávolítása érdekében. A vágók vizsgálata és cseréje kényelmes és biztonságos. A bolygókerék hajtóművet a rotorrendszerbe integrálták.



Az Untha QR családot úgy tervezték, hogy a hidraulikus terelőlap könnyű hozzáférést biztosítson a vágókamrához.



A Vecoplan és a Dreher együttműködéséből született VD 1100 az aprítást és a granulálást kombinálja.

A QR család tagjai 22–180 kW közötti névleges kapacitással és 800, 1000, 1200, 1400, 1700, 2100 mm vágóegység szélességgel rendelkeznek. Az aprítógépeket hosszú karbantartási időközökkel tervezték. Az egész innovációs folyamatban az ügyfelekkel való szoros együttműködés alapvető fontosságú volt a projekt sikere szempontjából. Minden technikai jellemzőt a gyakorlati tapasztalatokkal rendelkező felhasználók kívánalmi és igényei inspirálták, ezért kínálnak kézzelfogható hozzáadott értéket.

ÚJ IRÁNYVONAL: ÚJRAKOMPONDÁLÁS

Az újrakompondálás az egyik lehetséges módja az értékötlettel bíró reciklátumok (angolul upcycling) előállításának. Számos gyártó fedezte fel ezen kompondált termékek gyártásának és értékesítésének előnyeit, szemben a „sima” reciklátumokéval. A „feljavított” termékek piaca nő, ugyanolyan vagy nagyobb értékű termékekben használják ezeket, mint az első alkalmazás során. Ez a piac vonzó az újrahasonosítók számára is, mivel értéket adnak az általuk értékesített anyagoknak azért, hogy az ügyfelek igényeihez igazítják jellemzőiket. A gépgyártók figyelemmel kísérik a tendenciákat, és olyan rekompandáló sorokat fejlesztenek, amelyek folyamatos, in-line eljárásban kombinálják a reciklálást és a keverő extrudálást.

A műanyag kompondálásban a KRAUSSMAFFEI BERSTORFF ikercsigás extrúziós technológiája jól ismert. Az egyik legújabb fejlesztése, az *EdelweissCompounding* rendszer újrahasonosított alapanyagok előállítására irányul. A BERSTORFF 2016 óta az EREMA partnere a rekompandálás területén. A műanyag újrahasonosítás gazdasági előnyeit és potenciálját a vállalatok magasabb értékű termékek előállításával tudják realizálni. Egyre többen ismerik fel a keverési lépés szükségszerűségét, hogy az anyag megfelelően feldolgozott legyen. Az *EdelweissCompounding* koncepció, amely egy EREMA recikláló extruderből és egy BERSTORFF kétcsigás extruderből áll, is ezt a célt szolgálja.

BERSTORFF először 2003-ban működött együtt az EREMA céggel egy PA recikláló rendszer kialakításában a holland DUPONT részére. A megoldás egy kaszkád eljárás volt, amelyben a recikláló és a keverő extruderek sorbakapcsolva működtek, így nem volt szükség az ömledék hűtésére és újramelegítésére, mint a szakaszos folyamatnál. Az *Edelweiss* mögött is álló kaszkád elv határozottan az egyik leginnovatívabb megközelítése a jövőbeli újrahasznosításnak, a cég állítása szerint.

A BERSTORFF technológiáját gyakran használják az üzem belüli hulladékok újrafeldolgozásához, ahol a kétcsigás extruderek alkalmasak nagyobb mennyiségű hulladék adagolására, például a fröccsöntésnél. Az egycsigás extruderek a fólia és a fogyasztás utáni (post-consumer) hulladékok kezelésére szolgálnak a recikláló sorokban. A kétcsigás extruderek előnyei közé tartoznak a mérsékelt nyíróerő, a jobb gáztalanítás és a keverés lehetősége.

Az *Edelweiss* technológia a kompaundáláshoz az EREMA egycsigás *Intarema* extruderét és a BERSTORFF kétcsigás *ZE* extruderét használja. Azonban lehet gondolkodni két kétcsigás extruderben is (twin-twin megoldás), ha nagy térfogatsűrűségű, kemény frakciót kell feldolgozni nagyon nagy kihozattal. Az egy-kétcsigás (single-twin) kombinációt főleg poliolefin, szálak vagy fóliák rekompauálásához ajánlják.

A kaszkád eljárás költséghatékonyabb és kevesebb energiát használ, mint a reciklási és keverési lépések független végrehajtása. Kisebb a keverék hőterhelése, mivel nincs hűtés és újramegömlésztés. Ugyanakkor, az eljárásnak speciális követelményei vannak. Pontos adagolás szükséges az első és a második szakasz között a minőség megőrzése érdekében. Ehhez folyamatos ömledékszűréssel kombinált adagoló ömledésszivattyúkat használnak.

A szűrési szakaszban a szűk keresztmetszetek leküzdése az egyik kihívás, amellyel szembe kell nézni, mivel a feldolgozók nagyobb mennyiségben próbálnak kompaundált reciklátumot előállítani. Egy másik fontos kérdés, hogy az újrahasznosítóknak saját recepteket kell kifejleszteni, mivel ezek piaci előnyöket biztosítanak számukra. Ugyanakkor a rekompauálás hasznát hozhat az értéknövelt termékek és a növekvő mennyiségek értékesítése révén. Az *Edelweiss* technológiában az első szakaszban a kapacitás 300–3500 kg/óra, míg a második szakaszban 500–6000 kg/óra közötti.

A reciklálással foglalkozó kisebb méretű vállalkozások nem élhetnek túlságosan azzal a lehetőséggel, hogy csak kis mennyiségű újrahasznosított termékeket kínáljanak. A termelés növelése fontos lépés, ha komoly piaci szereplőként szeretnék elismertetni magukat. A hagyományos polimer gyártásban olyan vállalatok, mint a BOREALIS 2000 kg/óra vagy annál nagyobb kapacitású keverő extrudereket használnak, ez a mennyiség miatt ne lehetne elfogadható az újrahasznosításban is?

A standard reciklátumok sok alkalmazásban nem elegendők. A műanyag újrahasznosításának következő szintje a reciklátumok további fejlesztése a kompaundáláson keresztül, hogy olyan tulajdonságokkal rendelkezzenek, amelyek egyedi alkalmazásokhoz igazodnak. Az EREMA 2012-ben indította útjára a *Corema* újrahasznosítási és keverési rendszert. A *Corema* első szakasza az EREMA *Intarema* technológiájára épül, amely tökéletesen „felkészíti” az ömledéket. A koextruderhez egy előkondicionáló egység is csatlakozik. Ez az első lépés azért fontos, mert a jó minőségű keverékekhez jó minőségű reciklátum ömledékre van szükség az első szakaszban, és amelyet az *Intarema* technológia képes biztosítani. Az ömledék



Az Erema Corema műanyag hulladék feldolgozó sorok a világ számos helyén működnek.

ezután a kétcsigás keverő extruderbe kerül egy ömledékszivattyú segítségével.

A *Corema* sorokat az alábbi helyeken, nem nevesített vállalatoknál telepítették már: Kelet-Ázsiában PP domináns vegyes fólia feldolgozására (gyártásközi hulladékból), amelyek ásványi töltő- és erősítőanyagot tartalmaznak fröccsöntési célra, építőipari alkalmazásokhoz; Dél-Közép-Európában ipari PA szálak feldolgozására erősítő- és különböző adalékanyagokkal kombinálva; Észak-Amerikában kommunális hulladékból származó PP pelyhek feldolgozására különböző töltő- és erősítőanyagokkal fröccsöntéshez. A *Corema* rendszerek kihozatala 300 és 4000 kg/óra között konfigurálható az alkalmazástól és a reciklátum jellemzőitől függően.

Az új technológiákkal gyártott reciklátumok és reciklált termékek közül is megemlítünk néhányat.

A BOREALIS szintén elindult a kompaundált reciklátumok felé. 2016-ban az osztrák poliolefin gyártó megszerezte az újrafeldolgozással foglalkozó német MTM két telephelyét. Az MTM két terméke a *Dioplen* poliolefin blend, valamint a *Purpolen* PP és HDPE. Még az MTM megszerzése előtt a BOREALIS elkezdte gyártani saját újrahasznosított anyagait. A *Daplen PCR* 25% és 50% PP reciklátumot tartalmazó, talkummal töltött PP keverék, amelyet autóipari belső, külső és motortéri alkatrészek előállításához használnak.

A VEOLIA POLYMERS, amely Európa egyik legnagyobb PP újrahasznosítója, a Hollandiában található vroomshoopi üzemében a 2010-es 22 500 tonnáról 2016-ban 40 000 tonnára növelte a termelést. Az ügyfelek igényeinek kielégítésére, a fogyasztási cikkek, az áruszállító csomagolások és az autóipar területén, a VEOLIA számos reciklátum keverését végzi. A vállalat partnerkapcsolatban áll a PHILIPS-SZEL, amelynek újrahasznosított anyagokat szállít különböző termékeihez, például olyan porszívó modellekhez, amelyek 1,2–1,4 kg rPP-t tartalmaznak.

A német ALBA GROUP tagja, az INTERSEROH is foglalkozik már upcycling újrahasznosítással. A cég két újrahasznosított műanyag márkája a *Recythen* és *Procylen*. A *Recythen* alapanyaga a fogyasztás utáni csomagolások, amelyek többnyire PE-ből és PP-ből állnak, ezeket granulátumként hasznosítják újra, így olyan termékek előállítására használhatók, mint a kábeldobok, kerti bútorok, vízelvezető csövek és kábelvezetékek. A *Procylen* kétlépcsős eljárással készül, amely egy egycsigás recikláló extrudert és egy kétcsigás keverő extrudert foglal magában. A receptúra szabályozásával a *Procylen* az ügyfelek követelményeihez illeszkedik a fluiditás, a stabilitás, az UV- és hőállóság, valamint a színezés tekintetében. A *Procylen* alkalmazások közé tartozik az *AlmaWin* természetes mosószer gyártó flakonja, amely közel 100% HDPE csomagolási hulladékból készült.

FORRÁS:

Plastics Recycling World, www.plasticsrecyclingworld

Plastic Recyclers Europe, www.plasticsrecyclers.com

Dr. Lehoczki László