

Nyomdafestékek eltávolítása műanyag csomagolásról az újrafeldolgozás során

A közleményben egy sor piacvezető cég új megoldásait ismertetjük, amelyek az eddiginél kisebb környezeti terhelés és energiafelhasználás mellett olyan reciklátumokat képesek előállítani, amelyek szín és műanyagtípus szerint válogatottak, és amelyekből akár élelmiszeripari műanyag csomagolóanyagokat is lehet gyártani. A műszaki megoldások között vannak hasonlóságok, de egyedi vonások is.

Tárgyszavak: kevert műanyag hulladék, HDPE, PP, PET, (frikciós) mosás, NIR szenzoros elválasztás, mechanikai osztályozás, élelmiszeripari minőség

Új üzemek és technológiák csomagolási műanyag hulladék feldolgozására

Az egyre fontosabbá váló újrafeldolgozási technológiák mindegyikében fontos szerepet játszik a mosás és a szárítás. Különösen fontos azonban a nyomtatott csomagolások esetében, ahol a festékek eltávolítása nélkül csak erősen csökkentett értékű reciklátumot lehet kapni. A **Sorema-Previero** cég kidolgozott egy olyan mosó-modult, amely képes a térhálós festékréteget eltávolítani a csomagolóanyagtól. A festékek és bevonatok integrális részét alkotják a csomagolásnak, de a modern ipar olyan jó minőségű reciklátumot igényel, ahol mind a lágyfalú, mind a merev csomagolóanyagoknak csak a műanyagtartalma szerepel. A festékeket egészen apró méretig el kell távolítani, különben nemcsak a reciklátum színét, de fizikai tulajdonságait is negatívan befolyásolja (szag, gázképződés, migráló bomlástermékek). A festék nem kielégítő mértékű eltávolítása gyakran lehetetlenné teszi a műanyag reciklátum eredeti alkalmazásban történő felhasználását (különösen, ha élelmiszer-csomagolásról van szó), a megtisztított műanyag viszont korlátozás nélkül használható. A jelenleg használt legtöbb technológia arra épül, hogy a festéket az extrúzió során termikusan degradálják, majd a kigázosítás és ömledékszűrés folyamán eltávolítják a bomlástermékeket. Ezek a módszerek ugyan hatékonyak, de nem működnek megfelelően, ha viszonylag sok a festékanyag a reciklátumban. A Sorema olyan, az extrúzió utáni lépést vezetett be, amely minimálisra csökkenti a festékmaradékot.

A tinta-eltávolító modulban a bejövő anyagot súly vagy térfogat szerint adagolják, a vegyszerek egy független, ugyancsak ellenőrzött adagolórendszeren keresztül érkeznek. Az anyagkeveréket forró vízben nagy súrlódású kezelésnek teszik ki, amelynek idejét hozzáigazítják a festékhez és a feldolgozott anyaghoz. Ez lehetővé teszi mind merev, mind lágy anyagok tisztítását. A folyamatot még



1. ábra. Rugalmas falú nyomtatott kis sűrűségű polietilén hulladék a Soerma cég által fejlesztett festékeltávolítási eljárás alkalmazása előtt (bal oldalon) és után (jobb oldalon).

egy mosási és szárítási lépés zárja. Az eljárást elsősorban gyártásközi hulladéokra optimalizálták, de felhasználás utáni (post consumer) hulladéokra is alkalmazható. A módszer sok esetben nagyon jó eredményeket ad, de nem minden festék teljes eltávolítására képes, ezért a cégnek van egy külön kísérleti üzeme, ahol az új bejövő anyagokat kisebb léptékben lehet tesztelni és beállítani a szükséges paramétereket. A kísérleti üzemben extruderek is vannak, amelyek segítenek ellenőrizni, hogy mennyire volt hatékony a tisztítás. A Soerma cég komplett mosó- és recikláló üzemeket is tud szállítani, amelyben benne van a tinta-mentesítő berendezés tisztítása is, sőt a keletkező szennyvíz kezelésére is képes. Ez utóbbinak része a szűrőrendszer (nagysebességű centrifugák segítségével), egy vegyi adalékokat alkalmazó ülepítő rendszer, valamint egy ózon-kezelő és aktív szén szűrőegység.

A spanyol **Cadel Deinking** cég ugyancsak nyomtatott műanyag tisztításával foglalkozik, amely az **Erema** céggel együttműködve terjeszti megoldásait világszerte, és együtt működtetik a Cadelnél levő kísérleti üzemet is, ahol folyamatosan továbbfejlesztik és új rendszerekre próbálják ki a technológiát. A **Dow Packaging**, **HP Indigo** és a **Reifenhauser** cégekkel együttműködve olyan recikláló rendszert fejlesztettek, amely az utántöltőknél használt tasakokat ugyanolyan alkalmazásra képes újra hasznosítani. A tasakok zömmel polietilén alapú, záróréteget is tartalmazó csomagolóanyagok, amelyeket élelmiszerek, tisztítószeres vagy kozmetikai termékek csomagolására használnak. Ha maga a műanyag rendszer úgy van megtervezve, hogy lehetővé teszi a reciklálást, akkor csak a festékeltávolításra kell koncentrálni. Az ilyen, teljes mértékű visszaforgatás esetén különösen fontos, hogy a műanyag alapanyagának se a feldolgozhatósága, se az esztétikai jellemzői ne romoljanak.

A japán **Toyo Ink** cég nyomtatott, többrétegű csomagolóanyagokra fejlesztett reciklási technológiát, amelyben egy tinta-eltávolító bevonatot és egy delaminálódó ragasztót használnak a gyártáskor. Használat után a csomagolóanyagot lúgos kezelésnek vetik alá, amelyben a bevonatot, a delaminálódó ragasztót és a festék tisztán elválik a műanyagtól. A cég bemutató kísérleti üzemét épített a technológia népszerűsítésére.

A **Herbold Meckesheim** cég kemény PP darabolására és tintától való megtisztítására fejlesztett ki technológiát, amely nagy teljesítményű, tiszta terméket ad, robusztus és könnyen automatizálható. Óránként 2 tonna tisztított daralék állítható elő, folyamatosan (24 órában) működtethető, a maradék nedvességtartalom kisebb, mint 1% és a lemezdaralék mérete 12 mm alatti. Az üzemben a bejövő darabolt anyagot a big bagból egy 0,5 m³-s tölcserbe öntik, ahonnan egy csigás szállítóegység egy futószalagra továbbítja egy 2 m³-s átmeneti tárolóba, amely aztán biztosítja az egyenes betáplálást a durva törmelékeket eltávolító egységbe. Ez kiszűri a nagyobb idegen anyag darabokat (fémeket, követ, üveget), hogy a további darabolás és frikciós mosás során nem sérüljön a berendezés. A



2. ábra. A durva anyagot leválasztó egység, a frikciós mosó- és a nedves őrlőberendezés a Herbold Meckesheim technológiájában.

PP veszteség csökkentése érdekében egy szivattyú fel-felé szállítja az anyagot. Egy őrlő berendezés a PP palackokat kb. 30 mm nagyságú darabokra vágja. Az erős súrlódás és víz egyidejű alkalmazása erős tisztító hatású, ugyanakkor a víz csökkenti a kések kopását. A kések és a súrlódó elemek cserélhetők, ami védi a berendezést a kopástól.



3. ábra. A Herbold Meckesheim technológiájában a PP darálék felülúszóként kerül tovább a mechanikai szárítóba.

A következő lépésben egy frikciós mosóegység tovább tisztítja a PP darálékot. Ennek során a piszkos vizet, a finom részecskéket és a papírból származó szálalast rostokat leválasztja és a terméket továbbítja egy szeparátor tartályhoz. A cserélhető kopóelemek miatt a mosó forgórésze viszonylag kevés karbantartást igényel. A szeparátorban a vizes közegben sűrűség szerinti elválasztásra kerül sor, a felül úszó részeket egy csiga vízmentesíti, majd egy mechanikai szárítóegységbe kerülnek.

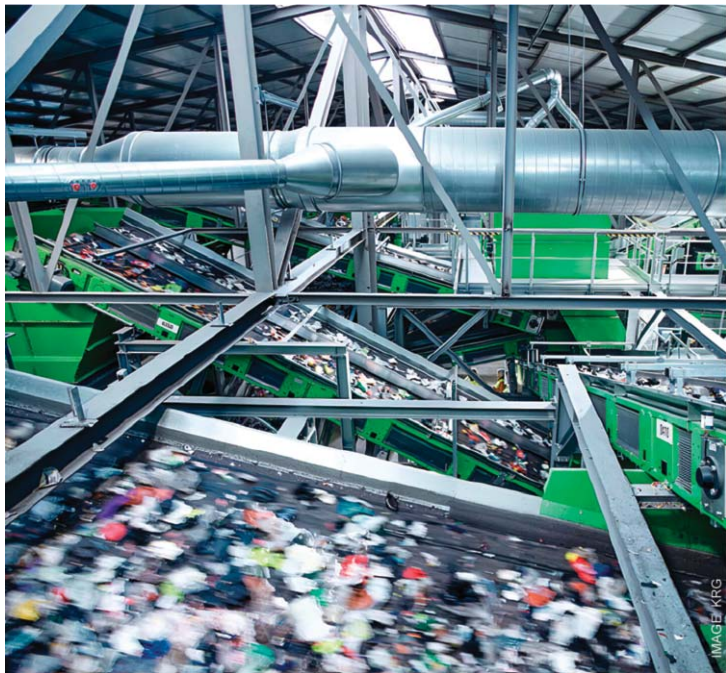
Az 1 g/cm³-nél sűrűbb komponenseket (pl. a PVC, PET) eltávolítják, hogy ne keveredjenek a tisztított PP-vel. A mechanikus szárító eltávolítja a nedvességet a mosott PP-ből, valamint egyéb szennyező maradványokat is, mint amilyenek a papírrostok. A tisztítóegység felülete tűzihogyanzott és van benne egy pneumatikusan működtetett mechanikai tisztító- és öblítő egység a hulladék eltávolítására. Egy pneumatikus szállítóegység továbbítja a feldolgozott anyagot egy osztályozóba, ahol a cikkcakkos mozgás kiszűri a könnyű szennyezéseket (fóliamaradványok, textilek, rostok és por). Az így már két frakcióra szűkülő terméket (a tisztított PP őrléményt és a könnyű frakciót) big bagekbe csomagolják. Az egész üzem egy érintőképernyős panelről lehet irányítani, az anyagáram fluktuációját az elemek összehangolt szabályozásával ellensúlyozzák.

A **Stadler** és a **Krones** cég közösen hozott létre a mosó- és osztályozó üzemet a **Kunststoff Recycling Gröndstadt (KRG)** számára, amely a műanyagiparnak nyújt szolgáltatásokat. Az üzem felhasználás utáni (post consumer) HDPE és PP hulladékot dolgoz fel. Rendkívül tiszta válogatott hulladékot állít elő, amely az eredeti (akár élelmiszer) csomagolási célra is felhasználható. Éves kapacitása 30 000 tonna. A rendszer célpiaca az igényes FMCG szektor (gyorsan forgó fogyasztási cikkek). Ennek követelményeit a szokásos HDPE/PP újrafeldolgozási módszerek nem tudják kielégíteni, mert azok nem túl esztétikus színes végterméket szolgáltatnak. A rendszer első komponense egy óránként 10 tonna feldolgozására képes válogató rendszer, amelybe a nyers hulladék érkezik, és működése kissé eltérő attól függően, hogy PP vagy HDPE anyaggal táplálják. Az előválogatás célja a fóliahulladék és a mágneses fémek kiszűrése, az előbbit levegőáramos osztályozással, az utóbbit örvényáramokkal és mágnessel. Hét közeli infravörös (NIR) érzékelő segítségével az anyagokat szín szerint hat frakcióba válogatják szét. A frakciók egy részét két Krones feldolgozó egységbe táplálják, amely ugyanabban a csarnokban helyezkedik el, más részüket további feldolgozás céljából bálázzák. A Krones egységek, amelyek egyenként 2 tonna/óra kapacitásúak, az adott frakciót aprítják és permetező előmosást végeznek

a forró vizes tisztítás előtt. A folyamat végén mosott, szín és műanyag-típus szerint osztályozott daralékot eredményez, amely az eredeti célra felhasználható. Az eredeti célra történő felhasználást (pl. HDPE samponos flakon, vagy PP alapú margarin doboz) eddig csak PET csomagolóanyagok esetében sikerült megoldani.

A **Pla.to Technology** nevű cég HDPE mosószeres flakonok teljes körforgásos feldolgozására fejlesztett ki technológiát. A bimodális HDPE samponos és zuhany géles flakonokból készült regranolátum 100%-ban (tehát friss anyag hozzáadása nélkül) visszavezethető volt az eredeti termelésbe anélkül, hogy bármilyen minőségi romlást szenvedett volna. Az új módszer nemcsak fenntartható, de kevesebb vizet is használ, mint a korábbi technológiák. A rendszerint extrúzióval vagy fúvással feldolgozott HDPE jól hasznosítható a reciklálás után, de el kell választani a többnyire PP-ből készült kupakoktól és a ráragasztott címkéktől. A PP kupakot a színe alapján különítik el a HDPE-től. A mosószermaradványokat száraz módszerrel távolítják, az erősen tapadó szennyeződések pedig frikciós áztatási eljárással és forró vízzel. Ez után távolítják el a címkét, majd mechanikusan és hővel szárítják. A legkönnyebb frakciót cikkcakkos légáram segítségével különítik el, a PP kupak-frakciót a HDPE frakciótól pedig NIR szenzorok segítségével. A Pla.to cég már 20 000 flakon legyártásával igazolta módszere sikerességét, amelyek minden teszten átmentek, méretpontosság, stabilitás, szagtalanság és hibamentesség szempontjából. A zárási tulajdonságok és a címkézhetőség ugyanolyan jó, mint az eredeti terméken.

Az ausztráliai **Amut Recycling Technology** az egyik legnagyobb PE újrafeldolgozó hazájában, a kontinensen, amelyben két mosógépsor is működik. A cég technológiáját alkalmazó



4. ábra. A Stadler és Krones cég által kifejlesztett PP/HDPE válogató és tisztító egység.



5. ábra. A Pla.to Technologies zárt ciklusú HDPE és PP újrahasznosító rendszere, amely képes a papírcímke maradványainak eltávolítására és nem termel szennyvizet.

üzem hulladéklerakókból származó anyagokat dolgoz fel jó minőségű rHDPE és rPP granulátummá. A cég kulcsra-kész megoldásokat tud szállítani, amelynek fontos eleme az előválogatás és a szabadalommal védett mosási eljárás. Az előválogatásra



6. ábra. Az Amut cég felhasználás utáni PET hulladék mosó- és recikláló üzem.

azért is nagy szükség van, mert az üzem nemcsak különféle színű és anyagú műanyag palackokat fogad, hanem tálcákat, egyéb, nem csomagolási célú műanyagokat, sőt vas és színesfém hulladékot is. Évente 20–24 000 tonna hulladék feldolgozására tervezték. A válogatás során elkülönítik a színtelen és színes HDPE, valamint a PP flakonokat. Az előválogatott hulladékból a színtelen HDPE egy óránként 2 tonna kapacitású feldolgozó egységbe kerül, a színes HDPE és a PP frakció pedig két, hasonló kapacitású egységbe. Akár két tisztító egység is futtatható színtelen HDPE hulladékon, amely élelmiszeripari minőségű terméket eredményez. A szabadalmazott tisztítási eljárás maximális mértékben gondoskodik a szerves és szervetlen szennyezők, valamint a címke és ragasztómaradványok eltávolításáról. Az Amut cég már egy PET újrahasznosító sorral is bizonyította technológiája alkalmasságát, amely kis működési költségével és víz-, valamint energiafelhasználásával tűnt ki.

Az Amut cég Nagy Britanniába is szállított egy kevert műanyag újrahasznosító üzem, amelynek energiaszükségletét részben az ugyanazon a telephelyen folytatott energetikai újrahasznosítás fedezi. Az üzem évi 90 000 tonna PET, HDPE és PP feldolgozására képes, a termékek élelmiszeripari felhasználásra is alkalmasak.

PLASTDEINK – egy EU projekt a nyomtatott műanyag csomagolóanyagok tinta-mentésére

Egy 2019-ben indult és 2021-ben zárult EU projekt, amelynek neve PLASTDEINK volt, és projektvezetője a **Cadel Deinking** cég volt. A projekt célja az olyan élelmiszeripari csomagolóanyagokra koncentrált, mint a húsparban használt polietilén vagy az üdítőcsomagolásra használt PET.

Ezek közül a PET feldolgozási olvadáspontja 240 °C, a kis sűrűségű polietiléne nem sokkal több 100 °C-nál, ezért a PET esetében sokkal nagyobb esélye van, hogy a feldolgozás során a kórokozók elpusztulnak. A polietilén esetében ez nem mindig elegendő, itt nehezebb az élelmiszeripari újrahasznosítás. Ha nem akarjuk, hogy az újrahasznosított anyagot csak alacsonyabb rendű alkalmazásban lehessen használni (pl. szemeteszák), akkor gondoskodni kell többek között a tartalom megjelölésére szolgáló festékek eltávolításáról. Mivel a festék és a polietilén fólia közti adhézió véges, olyan vizes technológiát fejlesztettek, amely megbontja a festék és a

fólia közti adhéziót és ennek eredményeként tiszta fólia marad vissza. Az elv megtalálását követte a kísérleti üzem felépítése, mert a potenciális vevő csak azt hiszi el, amit lát. A fejlesztő cég egy vezető recikláló üzemmel kötött szerződést a technológia bevezetéséről. Kimutatták, hogy ezen a módon 45%-os költségcsökkenés érhető el ahhoz képest, mint ha friss anyagot használnának. Természetesen az élelmiszeriparban történő újrahasznosításhoz többre van szükség, mint a festék eltávolítására, hiszen más szennyezők is jelen lehetnek, ezért a kapott anyagot az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatósághoz nyújtották be kiértékelésre.



7. ábra. A PLASTDEINK projekt keretében kifejlesztett berendezés, amellyel nyomtatott műanyag felületekről a tinta eltávolítható

Az oldószer alapú nyomdafestékek segítik a PET újrafeldolgozását

A Sun Chemical *SunSpectro Solva Wash* nevű oldószer alapú festéke jobb minőségű reciklált PET palacskok előállítását teszi lehetővé.

A SunSpectro SolvaWash GR (gravírozó) és FL (flexo) festék kristályos PET zsugorfóliák reverz nyomtatására lett kifejlesztve, amely a darálék és a mosóvíz szennyezése nélkül távolítható el újrafeldolgozás során, annak forró lúgos mosási fázisában.

Az EPA szerint a PET palacskok újrahasznosítási arány csak kb. 29%, részben a címkék és a festékek nehéz eltávolíthatósága miatt. Ha a lúgos mosási fázisban a festék kioldódik, szennyezi a vizet és az újrahasznosítandó darálékot is.



8. ábra. A SolvaWash festék (balról) nagyobb szemcsék formájában távolítható el a vizes mosófolyadékból, mint a hagyományos festék (jobbról), ezért könnyebben szűrhető.

Összeállította: dr. Bánhegyi György

Holmes, M.: De-inking raises quality of packaging recyclate, *Plastics Recycling World*, 2022. július-augusztus, p. 31–36

Water based process for the delaminating and deinking of surface printed plastic

<https://cordis.europa.eu/project/id/859179>

Caliendo, H., Solvent-Based Inks Boost PET Recycling, 2022. március,

<https://www.ptonline.com/articles/solvent-based-inks-boost-pet-recycling>