

MŰANYAGOK ÉS A KÖRNYEZET

Fejlett újrahasznosítási technológiák a körkörös gazdasági modell szolgálatában

Az újrahasznosítás, tehát az anyagok körkörös életciklusának megvalósítása az egyik legfontosabb műanyagipari fejlesztési terület. A reciklált anyag felhasználását azonban a szín, a szennyezettség és egyéb minőségi problémák sokszor korlátozzák. Megoldást nyújthatnak az új vegyi üzemek, amelyek a hulladék kémiai tisztításával, illetve hasznosításával új lehetőségeket nyitnak.

Tárgyszavak: műanyag hulladék, kémiai újrahasznosítás, oldószeres tisztítás

Az újrahasznosított anyagok felhasználása egykor az önkéntes felelősségvállalás kifejeződése volt, mára azonban már az üzleti tevékenység fenntartásának egyik feltételévé vált. Az újrahasznosított termékekkel kapcsolatban azonban kérdéses, hogy lehet-e olyan kínálatot biztosítani, amely megfelel a keresletnek. Ebben a tekintetben mind a mennyiség, mind a minőség biztosítása aggodalomra adhat okot. A mennyiségi kérdés megoldása a begyűjtéshez kapcsolódó infrastruktúra, illetve a gyűjtési programok fejlesztésével valósítható meg, ám a legtöbb vállalat, amely lakosságtól származó hulladékot hasznosít, szembesül a fizikai újrahasznosításon átesett alapanyag korlátaival. A színezékekkel, adalékokkal és szennyezőanyagokkal kapcsolatos aggodalmak jelentősen korlátozzák az újrahasznosított műanyagtermékek alkalmazási területeit. Ezen problémák olykor további feldolgozási lépésekkel megoldhatóak, de nem minden esetben. Az újrahasznosított anyag felhasználási arányával kapcsolatos, 2025-re kitűzött nagyívű célok eléréséhez azonban átfogó megoldásokra van szükség.

Az elsődleges alapanyag gyártók felismerték, hogy üzleti veszteséget szenvednek, amennyiben nem ők biztosítják az újrahasznosított anyagot valamilyen módon. Ennek érdekében új technológiákat keresnek, amelyek túlmutatnak a hagyományos megolvasztáson és regranuláláson alapuló fizikai újrahasznosításon.

Az Amerikai Kémia Tanács (American Chemistry Council – ACC) a fizikai újrahasznosításon túlmutató technológiák egységes megnevezésére a „fejlett újrahasznosítás” kifejezés használatát javasolja, amit az alábbi módon definiál: „különböző feldolgozási eljárások, amely létező és fejlődő technológiákat alkalmaznak annak érdekében, hogy a fogyasztói használat utáni műanyagtermékeket alapvető kémiai építőköveikre bontsák le, ezzel új műanyagok, vegyszerek, üzemanyagok és más termékek alapanyagát létrehozva.” Az eljárásokat három kategóriába lehet sorolni, ezek a tisztítás, a lebontás (dekompozíció) és a konverzió.

Tisztítási technológiák

Olyan technológiák, amelyek oldószer vagy egyéb vegyszer segítségével csapják ki a polimert az oldatból, hátrahagyva a színezékeket, adalékokat és más szennyezőket. A két leggyakoribb tisztítási eljárás az oldószeres extrakció és a kromatográfia. Mivel a hulladék műanyag a folyamat során molekuláris szinten változatlan marad, a végtermék tulajdonságai nem lesznek ugyanolyanok, mint az eredeti polimernek, mivel hatással lesz rá – az akár többszörös – feldolgozásból származó termikus előélet (pl. degradáció). Ezen technológia legfőbb előnye az, hogy az összes

szennyezőanyag eltávolításával a polimerek – eredetüktől függetlenül – akár az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező területeken is felhasználhatók lehetnek, továbbá színezékek és töltőanyagok teljes eltávolításával az újrahasznosított műanyagok a széles termékportfólió gyártására alkalmazhatók, a szín nem jelent korlátozást. Az eljárás a fizikai reciklásnál nagyobb, de a kémiai újrahasznosításnál, illetve a depolimerizációnál kisebb energiaigényű. Alapvető ökölszabály a fejlett újrahasznosítási technológiák energiafogyasztását tekintve, hogy minél közelebb kerül a polimer az eredeti állapotához, annál több energiát igényel a folyamat.

Dekompozíciós technológiák

Ezek a technológiák azokat az eljárásokat jelölik, amelyekre általában kémiai újrahasznosításként utalnak. Olyan speciális technológiák tartoznak ebbe a kategóriába, mint a metanolízis, a hidrolízis vagy a glikolízis. A kémiai újrahasznosítás során a polimereket felépítő molekulalánccokat bontják fel, ennek során monomerek és egyéb kémiai építőkövek keletkeznek, amelyekből új polimerek szintetizálhatók. Az eljárás során az adalékanyagok és a színezékek eltávolításra kerülnek. A kinyert monomerek és egyéb kémiai komponensek visszaforgathatók az alapanyaggyártásba, és belőlük ismét eredeti műanyag készíthető polimerizációval. Mivel a keletkező termék tulajdonságai megegyeznek az elsődleges alapanyag beszállítók ellátási láncában szereplő anyagáéval, lehetővé válik az alapanyaggyártók bevonása a körkörös gazdaságba. Bár az életciklus elemzés alapján ezek a technológiák nagyobb ökológiai lábnyommal rendelkeznek a fizikai újrahasznosítási eljárásoknál – és gyakran a tisztítási technológiáknál is – nem szabad elfelejteni, hogy még mindig kisebb környezeti terhet jelentenek az eredeti polimerek előállításnál, mivel ez esetben megtakarítható a fosszilis energiahordozók kinyerésének energiaigénye.

Konverziós technológiák

A fejlett újrahasznosítási technológiák harmadik csoportját azok az eljárások képezik, amelyek a műanyag termékeket másfajta, eladható árucikkeké alakítják át. A végtermékek palettája a petrokémiai alapanyagoktól és üzemanyagoktól (például dízel), a nyersolaj termékeken és a könnyűbenzinen át az ipari viaszokig terjed. Míg a másik két kategória képviselőit egyértelműen az újrahasznosítás lehetséges módjai között tartják számon, addig a konverziós technológiák nem minden esetben tartoznak ide. Ezt a konverziós termékek kezelésének módja határozza meg, például egy olyan technológia, amellyel dízel üzemanyagot állítanak elő, nem tekinthető újrahasznosításnak. A csomagolóanyagok újrahasznosítását az ISO 18604:2 szabvány ugyanis az alábbi módon definiálja: „Használt csomagolóanyag újrafeldolgozása valamilyen feldolgozási eljárással, terméké, vagy egy termék összetevőjévé, vagy másodlagos (újrahasznosított) nyersanyaggá; ez alól kivételt képez az energiavisszanyerés és a termék üzemanyagként történő hasznosítása.” Tehát ahhoz, hogy egy konverziós technológia újrahasznosításnak számítson, alapos dokumentációra van szükség, amely bizonyítja, hogy a rendszer kimeneti termékeit további lebontásra vagy finomításra adták el és új műanyag termékek alapanyagaként kerülnek felhasználásra.

Bár ezek a technológiák laboratóriumi szinten már régóta léteznek, az alacsony olaj, illetve eredeti alapanyag árak, a kis kereslet és egyéb tényezők miatt az ipari léptéknövelés eddig nem minden esetben tűnt kedvezőnek. Az Európai Unió általa kitűzött 2025-ös újrahasznosítási célok azonban új hajtóerőt biztosítanak a technológiák elterjedésének és a kapacitásbővítéseknek. Néhány példa a kereskedelmi léptékű, fejlett újrahasznosítási technológiákat kifejlesztő vállalatokra:

PureCycle Technologies: a technológiát a **Procter & Gamble** fejlesztette ki, és alkalmazásával a PureCycle (Hanging Rock, Ohio) az egyik legjobb minőségű, újrafeldolgozott polipropilént

fogják gyártani a piacon. A módszer során oldószeres extrakción alapuló tisztítási technológiát alkalmaznak.

Regenyx: az **Agylix** és az **Americas Styrenics** által közösen létrehozott vállalat, amely a világ első, ipari léptékű kémiai újrahasznosítást folytató létesítményeként hirdeti magát. A Tigard (Oregon) központú vállalat a polisztirol és annak habosított kivitelének (EPS) sztirol-monomerré történő lebontásával foglalkozik, amit az Americas Styrenics termékeiben hasznosítanak. Az eljárásra *PolyUsable* újrahasznosításként utalnak, és a dekompozíciós eljárások közé sorolható.

Brightmark Energy: műanyagok széles skáláját alakítja át szénhidrogén termékekké. Az első létesítmény, amelyet Ashley-ben (Indiana) építenek, több, mint 90 kt műanyag hulladék feldolgozására lesz képes évente. Ebből 68 millió liter dízelolaj és mintegy 20 millió liter viasz készül majd. A Brightmark fejlesztése a konverziós technológiák közé tartozik.

Világszerte számos más példa létezik még a fejlett újrahasznosítással foglalkozó telephelyek létesülésére. Európában kiemelhető a **Borealis** (Ausztria), mint alapanyaggyártó cég, amely az elmúlt időszakban több stratégiai megállapodást kötött hulladékhasznosítási fejlesztések érdekében.

Az egyik új partnere a **Renasci** (Belgium) újrahasznosítási technológiákkal foglalkozó vállalat, a *Smart Chain Processing* (SCP) megalkotója (1. ábra). Az SCM egy olyan szabadalmaztatott egyedi eljárás, amely lehetővé teszi egy fedél alatt több hulladékarám feldolgozását különböző újrahasznosítási technológiákkal. Az újonnan épült Renasci SCP létesítményben Oostende-ben (Belgium) a vegyes hulladék – műanyagok, fémek és biomassza – első lépésben szétválasztásra és csoportosításra kerül. Válogatás után a műanyag hulladékot először fizikailag újrahasznosítják, majd egy további lépésben a leválasztott anyagokat kémiai újrahasznosítással pirolízis olajjává és egyéb frakciókká alakítják át, amelyeket a folyamat fenntartására használnak fel. A többi szétválogatott hulladék, mint a fémek és a szerves hulladék is feldolgozásra kerülnek más technológiákkal. A teljes kaszkádfolyamat végén a kiindulási hulladéknak csupán 5%-a marad vissza, de ez sem kerül hulladéklerakóba, hanem töltőanyagként hasznosítják építőipari alapanyagokban. Ennek a rendkívül hatékony feldolgozási eljárásnak köszönhetően a hulladékarámok teljes CO₂ lábnyoma nagy mértékben csökken.



1. ábra. Renasci SCP létesítmény Belgiumban.

A 10%-os kisebbségi részesedés megszerzésével a Borealis szorosan együtt fog működni a Renasci-val, hogy megvalósítsa a különleges SCP technológia méretnövelését. Ez magában foglalja olyan jövőbeli létesítmények fejlesztését, amelyek bemenőanyaga teljes egészében háztartási hulladék.

A Borealis együttműködést kötött a Reclay Csoporttal (Németország) is, amely egy környezetvédelmi és anyagvisszanyerési menedzsmentre szakosodott nemzetközi vállalat. Az együttműködés célja felgyorsítani a körforgásos műanyag gazdaságra való áttérést. A két vállalat együtt kívánja kezelni a műanyag csomagolások újrahasznosításával kapcsolatos kihívásokat, hogy megfeleljenek az újrahasznosított műanyagokból készült termékek iránti növekvő piaci igényeknek.

Az új megállapodás lehetővé teszi a Borealis számára a biztonságos és stabil hozzáférést a csomagolási hulladékhoz, amelyet a Reclay gyűjt össze a kiterjesztett gyártói felelősség keretében,

Németországban. A műanyag csomagolást ezt követően a Borealis újrahasznosító üzemében dolgozzák fel, tovább bővítve ezzel az újrahasznosított műanyagok felhasználási körét. Ez viszont lehetővé teszi a partnerek, az ügyfelek és a márkatulajdonosok számára a teljes értéklánc mentén, hogy teljesítsék újrahasznosítási kvótáikat, és bővítsék az újrahasznosított anyagok alkalmazási lehetőségeit.

Összeállította: Dr. Ronkay Ferenc

Recycling: Expanding ‘Circularity’ through Advanced Recycling Technologies – Plastic Technologies, 2020.

<https://www.ptonline.com/blog/post/expanding-circularity-through-advanced-recycling-technologies>

Borealis Partners with Renasci N. V. to Jointly Develop Recycling Technology – Plastic Technologies, 2021.

<https://www.ptonline.com/blog/post/borealis-partners-with-renasci-nv-to-jointly-develop-recycling-technology>

Borealis und Reclay schließen strategische Partnerschaft – Kunststoffe, 2022

https://www.kunststoffe.de/a/article-358180?etcc_cmp=Newsletter+KU-News&etcc_med=Newsletter