

## A minőség „megteremtése” a kompaundálásban

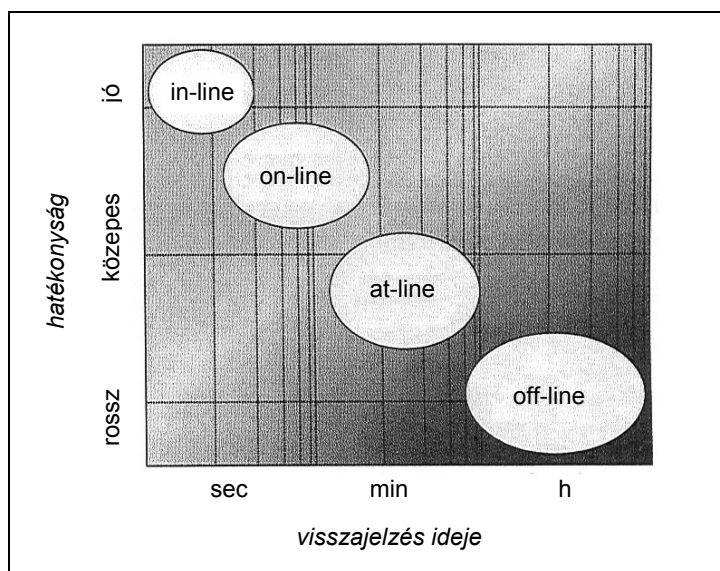
A kompaundok választéka egyre bővül és egyre nagyobbak a teljesítendő követelmények is. A kompaundok gyártását korszerű mérési módszerekkel kell követni a megfelelő minőség elérése céljából. Ezek közül az on-line és az in-line mérési módszerek kerülnek előtérbe.

*Tárgyszavak: kompaundálás; minőség; folyamatszabályozás; spektroszkópia.*

Az autóipar, az E+E ipar a műanyag-feldolgozókkal, azaz a műanyagtermékek beszállítóival szemben egyre magasabb követelményeket támaszt. A beszállítói lánc elején álló kompaundálók hosszú ideig nem szembesültek közvetlenül ezekkel az elvárásokkal, az egyre szigorodó követelményrendszerekkel. Ez a helyzet azonban változóban van, egyre inkább előtérbe kerül az alapanyagok, s így a kompaundok minősége, és a költségek csökkentése érdekében a hulladék minimalizálása. Ezeket a célokat a kompaundgyártásban a *folyamatszabályozás és a technológia optimalizálása* révén lehet elérni.

## In-line folyamatellenőrzés a kompaundálásban

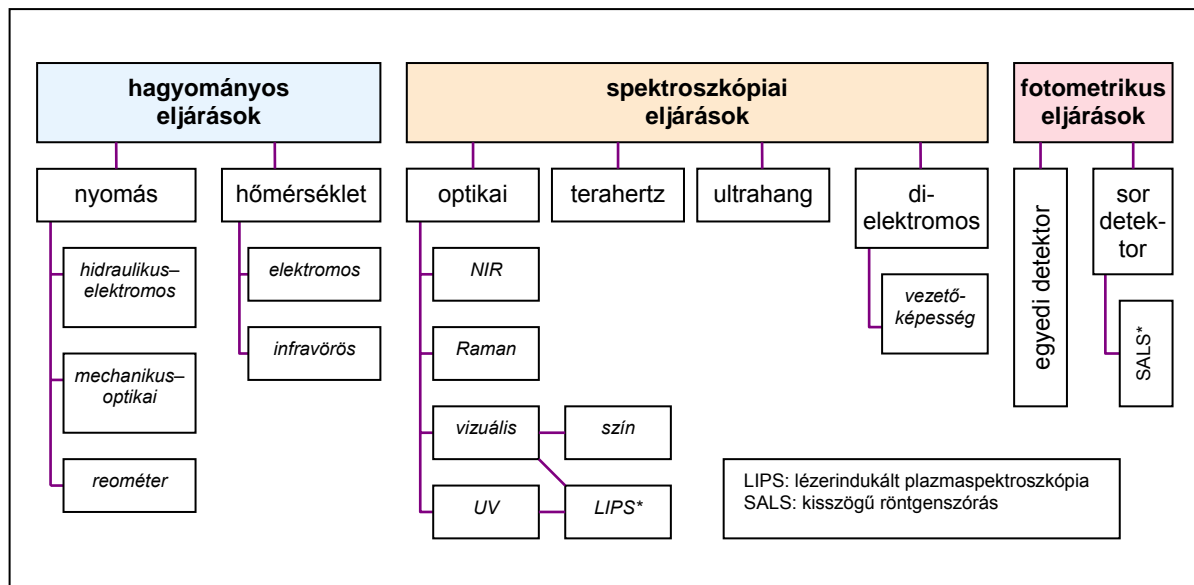
A kompaundálásban a folyamatellenőrzés szerepe a kívánt minőség biztosítása és a hibás anyag keletkezésének megakadályozása, de legalább minimálisra csökkentése. A szabályozás hatékonysága közvetlen összefüggésben van a mintavétel, a mérés és az azt követő beavatkozás idejével. A folyamatszabályozás különböző módszereit és az azokhoz tartozó beavatkozási időtartamot az 1. ábra mutatja.



1. ábra Folyamatellenőrző módszerek összehasonlítása

Az off-line és az at-line ellenőrzésnél a kompaundból mintát vesznek és vagy egy külön laboratóriumban vagy közvetlenül a gyártósornál végzik el a szükséges analízist, pl. színmerést. Az on-line mérésnél egy kerülő vezetéken áramoltatják át az ömledéket és ott vizsgálják, pl. egy beépített on-line viszkoziméterrel. Az in-line mérésnél a mérés magában a technológiában történik mintavétel nélkül. Az utóbbi évek során számos in-line, közvetlenül a technológiába illesztett folyamatellenőrzési módszert fejlesztettek ki. Az in-line mérési rendszer minimalizálja a hulladék mennyiségét, gyorsítja az indítást, óvja a gépet, javítja a minőséget és folyamatos dokumentálást tesz lehetővé. Bár az in-line mérések már a gyakorlatban is bizonyították alkalmasságukat, széles körű elterjedésüket információhiány akadályozza. A cikkben a témával foglalkozó **Süddeutsches Kunststoff-Zentrum – SKZ** (Dél-német Műanyagközpont) mutatja be az in-line mérések teljes spektrumát és előnyeit a többi módszerrel szemben.

A kompaundálásban is használható jelenleg ismert és iparilag már kipróbált in-line mérési lehetőségeket a 2. ábra foglalja össze. A felsorolt lehetőségek között legfontosabbnak az ultrahangos rendszereket, a fényspektroszkópiát és a fotometrikus eljárást tartják.



2. ábra A kompaundálás in-line folyamatellenőrzési módszerei

Az *ultrahangos rendszernél* piezoelektromos ultrahangszondák hanghullámokat bocsátanak az ömledékbe, és az átmenő, illetve a visszaverődő jelből következtetnek az anyag tulajdonságaira. A hangsebesség és a csillapítási koefficiens ugyanis összekapcsolható a reológiai tulajdonságokkal. Ezt az eljárást már több cégnél (pl. **DuPont, Dow Chemical, Kimberly Clark**) alkalmazták. Ultrahanggal nemcsak a reológiai tulajdonságokat ellenőrzik, hanem pl. a tartózkodási időt, a nem tökéletesen megolvadt

polimert, a degradálódást, az ömledék homogenitását, a diszpergálás minőségét is. A sokoldalú alkalmazási lehetőségnek és az eljárás viszonylagos érettségének köszönhetően a *következő években várható az ultrahangos mérések növekvő elterjedése.*

*Fényspektroszkópiai mérőrendszereket* már több szállító is ajánl az in-line folyamatszabályozásra. Egy ilyen mérőállomás induló ára a szondával és a szoftverrel együtt 35 000 EUR. Az extruder technológiára speciálisan kifejlesztett mérőszondákat fényforrással kötik össze egy üvegszál kábelon keresztül. Az alkalmazandó fény hullámhossza a közeli infravöröstől a láthatón keresztül az ultraibolyáig terjedhet. Az olvadékon áthaladó fény abszorpciós spektrumát egy másik szonda detektálja. Az ún. Raman-spektroszkópiában monokromatikus fényforrást használnak. A Raman-effektus rugalmatlan szóródásban nyilvánul meg, és ennek eredményeképpen a spektrumban új frekvenciák jelennek meg, amelyek jellemzőek a vizsgálandó anyagra.

A közeli infravörös- és a Raman spektroszkópia különösen alkalmas a blendék és a töltött kompaundok összetételének ellenőrzésére. Az adalékok legkisebb mennyiségét is ki lehet mutatni ezzel a módszerrel és a jövőben várható, hogy ezt a módszert a nanokompozitokban a nanorészecskék diszpergálásának ellenőrzésére is fogják használni.

Az in-line színmérés az olvadékban hasonló elven működik, de a termokróm effektus miatt az olvadékban történő színmérésből nem lehet megállapítani a késztermék végső színét. A színegyenletesség ellenőrzésére azonban jól lehet használni. Így például bevált a módszer a PVC padlók színének beállítására, ellenőrzésére. A méréshez használhatók az egyszerűbb, tehát olcsóbb spektrométerek.

*A fotometrikus módszernél* az olvadékot egy fényforrással világítják meg, majd az áthaladó fény extinkcióját (abszorpcióját és szóródását) mérik fotoelemekkel. A mérés eredménye pontos adatokat szolgáltat az olvadékban levő részecskékről, szennyeződésekről. Az ilyen rendszereket több szállító is ajánlja 25 000 EUR-tól felfelé. Ezt a módszert ipari méretekben elsősorban a tömegműanyagokból készülő termékek-nél, pl. kábelszigetelő bevonatok vagy orvosi célú kompaundok tisztaságának ellenőrzésére használják. A fotometrikus módszer alkalmazható ezenkívül a diszpergálás, a habképződés ellenőrzésére, a töltőanyagok koncentrációjának mérésére kb. 15%-ig.

A fenti, már iparilag is bevezetett eljárások mellett további módszereken dolgoznak a kutatóhelyeken. Foglalkoznak a *dielektromos spektroszkópiával*, amelyben a külső elektromos mező és az olvadékban található részecskék dipólmomentumai közötti kölcsönhatást mérik. A mérőeszköz egy mérőkondenzátor, amelynek a dielektrikuma az olvadék maga. Az SKZ-ban az utóbbi időben *terahertz-spektroszkópos* módszert dolgoztak ki a kompaundálás in-line ellenőrzésére. A műanyagok ebben a frekvenciatartományban általában átlátszóak, így a bevitt töltőanyag mennyisége, eloszlása jól ellenőrizhető. Ennek az eljárásnak a költsége egyelőre jóval magasabb a többi módszernél, de dolgoznak a módszer olcsóbbá tételén.

Egy másik kutatásban a morfológia in-line vizsgálatára egy monokromatikus fényforrásból kapott fény kisszögű szórásának mérését használják. Amennyiben egy kompaundban valamely anyag csak nyomokban van jelen, ennek analizésére a *lézerindukált plazmaspektroszkópia (LIPS)* lehet eredményes. Ennél a módszernél egy lézer-

impulzussal nanogramm mennyiségű anyagot távolítanak el a műanyagból, és ez az anyag gerjeszti a plazmát. Az emittált fény analízise alapján a minta atomi összetételére lehet következtetni. Az első vizsgálatok szerint az ezzel a módszerrel kapott in-line mérésrel a ppm nagyságrendű szennyeződések is kimutathatók. Ez a módszer az újrahasznosított műanyagoknál a nehéz fém szennyeződések kimutatására lehet hasznos.

## **Természetes szálakat tartalmazó kompaundok előállítása**

A természetes szálak alkalmazása műanyagokban nem teljesen új keletű, hiszen a *Trabant* karosszériája már évtizedekkel ezelőtt pamuttal és farosttal erősített fenolgyantából készült. A természetes szálak alkalmazásának fő előnye a fenntartható fejlődés figyelembevétele, illetve az, hogy áruk nem függ az olaj árártól. A természetes szálakkal erősített kompaundok mechanikai tulajdonságai kisebb tömeg mellett az ütésállóság kivételével a szokásos műszaki műanyagok szintjén vannak. Jellemző, hogy az ilyen szálakkal készített szerkezetek kevésbé anizotrópák, mint az üvegszálakkal gyártottak. Az autóipari alkalmazásoknál további fontos előny a jobb akusztikai tulajdonság.

A természetes szálakat tartalmazó kompaundoknál *mátrixként a hőre lágyuló műanyagok kerültek előtérbe, ezen belül leginkább a polipropilén*. A PP részesedése ezekből a kompaundokból 80%. Mellette szóba jön még a nagy sűrűségű polietilén, a PVC és újabban a politejsav (PLA), illetve ezen anyagok reciklált változatai. Az ezekenél magasabb feldolgozási hőmérsékletet igénylő polimerek erre a célra nem alkalmasak, mivel a *természetes szálak a magasabb hőmérsékletre érzékenyek*.

Erősítő- és töltőanyagként a természetes szálak teljes skálája, valamint a farost, sőt a használt papír rostjai is felhasználásra kerülhetnek. A természetes, megújuló nyersanyagokat tartalmazó – a német elnevezésből (*nachwachsende Rohstoffe*) származó *Nawaro* elnevezésű kompaundokban a szálak, rostok aránya 30%-tól egészen 80%-ig terjedhet. A tapadás fokozására sok esetben használnak tapadásfokozó adalékot, leggyakrabban maleinanhidrid származékot.

A *Nawaro kompaundokat* legtöbbször extruder technológiával dolgozzák fel profilokká, vagy egyszerű formájú termékeké, a fröccsöntéshez pedig granulátumot állítanak elő. A hatékony, jó minőségű feldolgozáshoz figyelembe kell venni a természetes szálakkal összefüggő feldolgozási tulajdonságokat: a szálak, illetve a rostos töltőanyag hatására bekövetkező viszkozitásnövekedést és az ebből adódó nagyobb nyomásszükségletet, a koptató hatást (amely ugyan kisebb az üvegszálénál), valamint a természetes anyagok higroszkóposágát. Ez utóbbi miatt vagy szárítani kell a szálakat a beadagolás előtt, vagy intenzív gáztalanítással kell eltávolítani a nedvességet az extruder megfelelő zónájában. Ez azért is fontos, mert a polimer és a szálak felületén elkerülhetetlenül keletkeznek kis üregek, amelyekbe a nedvesség behatolhat.

A természetes szálakat tartalmazó kompaundok iránt egyre növekvő kereslet új követelményeket jelent a granulálásnál is, amelyeket figyelembe kell venni a granuláló berendezések kialakításánál, mind a szárazon történő, mind a víz alatti granulálásnál. Nehezítheti az ilyen kompaundok granulálását a zsinór törékenysége, amely vágáskor

porképződéshez vezet. A sikeres granuláláshoz fontos, hogy a képződő zsinór elegendően szilárd legyen a granuláláshoz. A zsinórt úgy kell vezetni, hogy a lehető leghamarabb kilépjen a vízből. Ezzel lehet elérni, hogy a kilépéskor a zsinór saját hője elegendő legyen a felületi víz eltávolításához.

A *Nawaro* kompaundoknál általában kisebb a zsinór szilárdsága a szokásos termoplasztokhoz képest. A nagyon kis szilárdságú, nagy töltőanyag tartalmú és a nagyon higroszkópos zsinórokhoz fejlesztették ki az *EBG rendszert*, ahol a szerszámból kilépő zsinórokat műanyag vagy fém szállítószalagra vezetik, és levegővel, vagy vízpermettel lehűtik. A zsinórok csak ezután kerülnek a vágófejbe. Ahhoz, hogy így is zavartalan legyen a granulátumgyártás, a száraz vágásnál célszerű az automatikus *JSG rendszert* (gyártó: **Automatik Plastics Machinery**) alkalmazni. Ezzel a rendszerrel a zsinór szakadásánál az újrafűzés automatikus. A JSG rendszer használata esetén viszonylag nagy lehet a granulátum nagyság szerinti inhomogenitása. Amennyiben ezt a felhasználó nem tolerálja, víz alatti granulálásra lehet szükség.

A víz alatti granulálás (az *Automatik* cégnél a *Sphero rendszer*) jó minőséget ad alacsonyabb költségek mellett. A higroszkópos kompaundok víz alatti granulálásához a berendezést optimalizálni kell. Az első változtatás az, hogy a szokásos sugárirányú zsinórvezetés helyett tangenciálisan vezetik be és ki a vágófejből, miáltal lényegesen csökken és egyenletesebbé válik a tartózkodási idő, és a porképződés is csökken. Nagyon rövid hűtőszakaszt iktatnak be a vágófej és a szárító közé. A hűtést magasabb vízhőmérséklettel végzik, hogy a szárítóba magasabb hőtartalommal kerüljön a granulátum, ami segíti a szárítási folyamatot. A granulátum szárítása különösen kritikus lépés a törékeny természetes szálakat, rostokat tartalmazó kompaundoknál. Ezeknél a porképződés csökkentése érdekében a szokásos centrifugálszáritó helyett a kéméletesebb szárítást megvalósító szalagos szárítót (*Duro* típus) építik be a rendszerbe.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Hochrein, T., Kretschmer, K., Bastian, M.: Wie man „Qualität“ produziert = *Plastverarbeiter*, 60. k. 9. sz. 2009. p. 92–94.

Mueller, H.: Mix it natural! = *Plastverarbeiter*, 60. k. 9. sz. 2009. p. 68–70.

---

---

## Leeresztett abroncsnál segít a műanyag

A műanyag abroncs néhány éve még a furcsa találmányokhoz tartozott. Friss hír, hogy a **BASF** poliuretán (PUR) technológiáit az USA katonai járműveinél be fogják vezetni: a járműveket olyan speciális abroncsokkal látják el, amelyekbe PUR elasztomert és PUR habot tartalmazó cellákat építenek. Ezek az abroncs sérülése, leeresztése esetén is stabilan tartják a járművet, amíg az eléri a legközelebbi javítóműhelyt.

www.mrc.com

O. S.

[www.quattroplast.hu](http://www.quattroplast.hu)