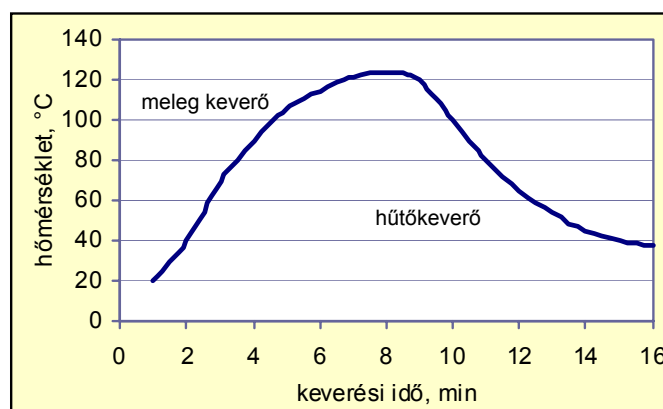


## PVC szárazkeverék előállításának korszerűsítése – már faliszttal is

A por alakú PVC és por alakú adalékai nem táplálhatók be közvetlenül az extruderbe kemény PVC profilok (pl. ablakprofilok) gyártásakor, hanem előzőleg szabadon folyó, szemcsés szárazkeveréket, angol nevén dry blendet kell készíteni belőle. Ez a technológia egyidős a PVC-vel, fejlesztése – mindenekelőtt teljesítményének javítása, energiafelhasználásának csökkentése – azonban ma is aktuális. Újdonság viszont a faliszttal töltött PVC szárazkeverék előállítása

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; ablakprofil; PVC; szárazkeverék; keverékkészítés; gyártástechnológia; farostos keverék; WPC.*

A lágyítómentes, ún. kemény PVC feldolgozásakor a PVC-porból és adalékaiból meleg, majd hűtött keverőben készítik el az agglomerálódó anyagokból szemcsékké rendeződött, pormentes szárazkeveréket, amelyben a komponensek egyenletesen oszlanak el. *A PVC-por szemcséi benne nem olvadnak meg, az ömledékképződés csak az extruderben következik be.* A meleg/hűtőkeverő rendszer alapvetően két tartályból áll, amelyekben gyűrű vagy propeller alakú keverőelemek vannak. Ezeket elektromotorok hajtják többnyire 16–60 m/s kerületi sebességgel.



1. ábra A hőmérséklet-változás jellege a meleg/hűtőkeverőben

A PVC-keverék hőmérsékletének alakulását a meleg/hűtőkeverőben az 1. ábra mutatja. A PVC-por és adalékainak betöltése után megindítják a keverőt, amely

frikciós energiát visz az anyagba, ettől megindul a felmelegedés. Az adalékok többsége 70 °C körül megolvad, a por ettől összetapad, elveszti szórhatóságát. A további keverés folyamán a megolvadt adalékok rátapadnak a PVC-por szemcséire, és a keverék ismét könnyen folyóssá, szórhatóvá válik. Ha elérte a kb. 120 °C-t, átkerül a hűtőkeverőbe, ahol kb. 45 °C-ig hűtik le.

Mint minden bejáratott folyamatot, a szárazkeverék előállítását is lehet korszerűsíteni. A gépgyártók és a feldolgozók a folyamat minden lépésében találhatnak optimalizálható elemet, amelynek révén csökkenthetik a ciklusidőt a termék minőségének romlása nélkül.

## A PVC szárazkeverék folyamatainak elemzése

### *Egy- vagy kétlépcsős keverés?*

A keverési folyamat lehet egylépcsős vagy kétlépcsős. Az egylépcsős eljárásban valamennyi komponenst egyszerre töltik be a keverőbe, majd frikcióval 120–130 °C-ig melegítik, ezután kerül az anyag a hűtőkeverőbe. A kétlépcsős eljárásban kezdetkor csak a PVC-port, a folyékony és megolvadó adalékokat viszik be a meleg keverőbe, és csak akkor adják hozzá a töltőanyagot (pl. krétát és titán-dioxidot), ha szükséges, a módosító anyagot pedig akkor, ha a keverék elérte a 80 °C-t. A TiO<sub>2</sub> késői adagolásával a berendezés kopását és a termék szürkülését előzik meg. A későbbi adagolást az is indokolja, hogy a PVC-por szemcsemérete a 100 µm-es mérettartományba esik, a TiO<sub>2</sub>, a kréta és a módosító anyagoké mindössze néhány µm. A PVC-por fajlagos felülete kb. 0,04 m<sup>2</sup>/g, amelyen a stabilizátoroknak és a viaszoknak kell egyenletesen eloszolni olvadáspontjuk elérése után. Mivel a TiO<sub>2</sub> fajlagos felülete 12,1 m<sup>2</sup>/g, a krétáé 4,2 m<sup>2</sup>/g, ennek megfelelően egy ablakprofil receptúrája szerinti keverékben 100 kg PVC teljes felülete 4000 m<sup>2</sup>, 4 kg TiO<sub>2</sub>-é 48 000 m<sup>2</sup>, 8 kg krétáé 34 000 m<sup>2</sup>. *Egy ilyen keverékben a szabad felületek 90–95%-át a töltőanyagok birtokolják*, és magasabb hőmérsékleten ezek szívják fel a folyékony komponensek túlnyomó hányadát.

Nem tökéletesen feltárt stabilizátorok (amelyeket kis préselt hengerek formájában szállítanak) vagy töltőanyagok néha agglomerátumokat képeznek, amelyek rontják a profilok felületminőségét. A keverőkben fellépő nyíróhatás következtében ezek általában szétesnek. Ennek érdekében gyakran megnövelik a kerületi sebességet vagy nyírófelületeket építenek be. Túl erős nyírás hatására azonban sérülhetnek a pigmentek, ami színeltérést okozhat.

### *Miből tevődik össze a ciklusidő?*

A szárazkeverék előállításának ciklusideje a betöltésnek, a felmelegedésnek, a *meleg keverő* kiürítésének és az anyag hűtőkeverőbe vezetésének, a hűtésnek és a hűtőkeverő kiürítésének időtartamából tevődik össze. Ez régebbi keverőkben összesen kb. 10 perc, újabbakban kb. 8 perc. Az elméleti határ 4 perc körül lehet, ami óránként 15 ciklust jelentene, de ezt még senki nem próbálta ki. A keverők hajtásának szokásos energiaigénye 0,5 kW/kg, ezzel a keverék kb. 5 perc alatt melegíthető fel 120–130 °C-ra. 0,6–

0,7 kW/h teljesítménnyel a felmelegedés időtartama feltehetően 4 percre csökkenne. A felmelegedés azonban nem lineáris, függ a keverőelemek formájától és a keverő fordulatszámától. Változtatható fordulatszámmal csökkenthető a viaszok megolvadásakor fellépő áramfelvétel csúcserőtelje. Ez egy lehetősége az eljárás optimalálásának.

Léteznek gyorsabb keverők – az egymással ellentétes irányban forgó keverőelemeket tartalmazó keverőkkel 3,5 perc, csigás keverőkkel 2 perc, keverőturbinákkal néhány másodperc alatt lehet a keverést elvégezni – ezek a gyakorlatban azonban nem terjedtek el. A felmelegedés időtartamát ugyanis nem célszerű túlságosan lerövidíteni. Az adalékok csak 80 °C-on olvadnak meg, és ezután kell diszpergálódniuk és a PVC por felületén egyenletesen eloszolniuk. Megrövidíthető azonban az adalékok eloszlásának és a keverék felmelegítésének folyamata, ha a ciklusidőt a következő szakaszból építik fel:

- bemérés,
- keverés/előkeverés,
- felmelegítés/készre keverés/nedvesség eltávolítása,
- lehűtés.

Ha emellett a betöltés és a kiürítés idejét nagyméretű nyílásokkal 20 s alá csökkentik, jelentősen növelhető a keverőrendszer teljesítménye.

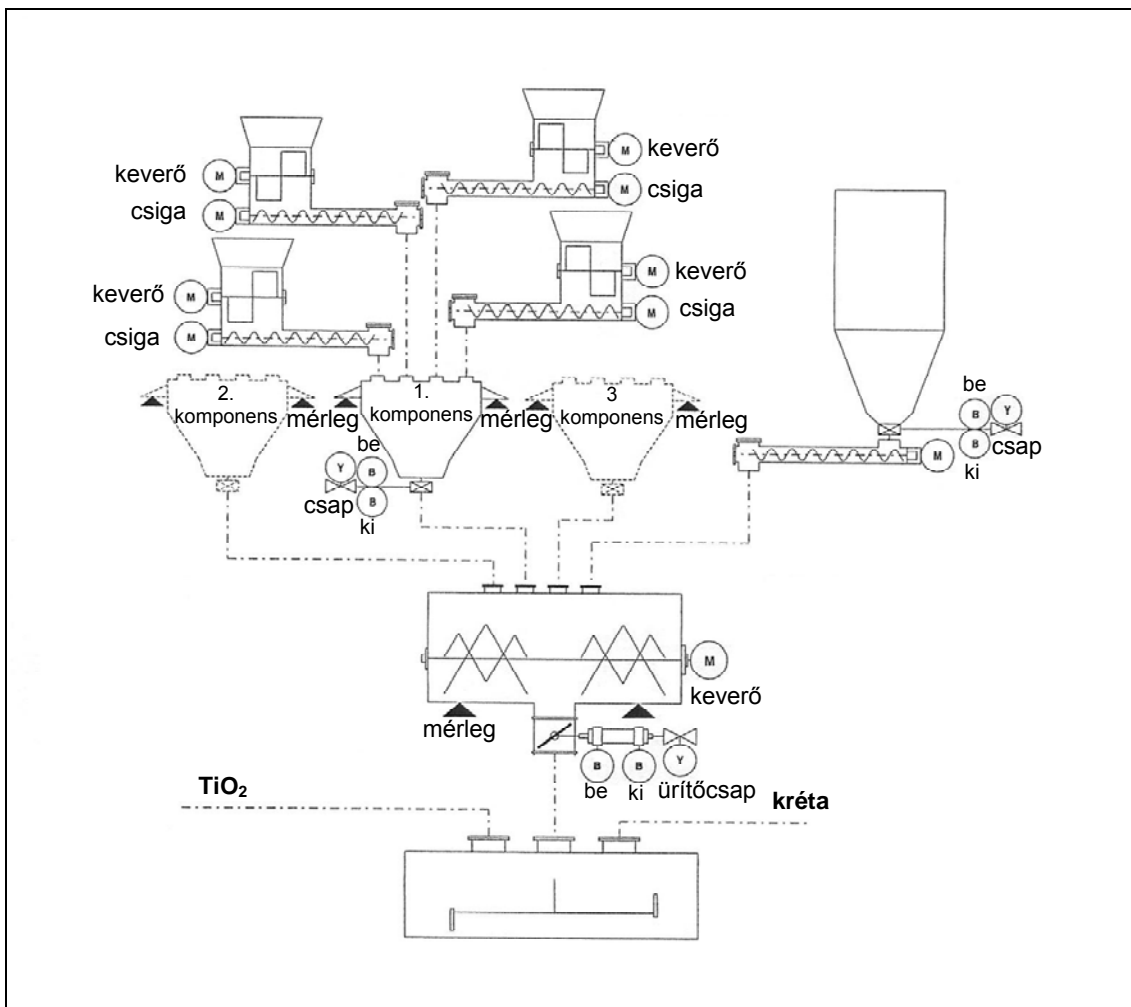
A korábban alkalmazott függőleges *hűtőkeverők* hűtőfelülete korlátozott volt. A vízszintes hűtőkeverők hűtőfelületének növelése nem igényel túlságosan bonyolult műszaki beavatkozást, de szükség esetén akár két hűtőkeverő is alkalmazható. Amíg a hűtőkeverő hűtőkapacitása korlátozott, nincs értelme a betöltés, a felmelegedés és a kiürítés folyamatát optimalni.

### *A komponensek hozzáadása*

A régebbi meleg keverőkön általában egyetlen kisméretű töltőnyílás volt, és valamennyi előre kimért anyagot ezen keresztül vitték be a keverőbe. A töltögetés akár 60 s-ig is eltartott. Az újabb keverők fedőlapján már több és nagyobb méretű töltőnyílás található. Az **Emde Industrie-Technik GmbH** egy ügyfele számára 1200 literes meleg keverőből és 1600 literes hűtőkeverőből álló rendszert állított fel. A meleg keverő fedelén a hajtóműtől az óramutató járásának irányában a következő funkciójú (lezárható) nyílások, ill. szerelvények találhatók: folyékony stabilizátorok befecskendezése (Ø50 mm), PVC-por és töltőanyagok bevitele (Ø300 mm), belső ütköző szerelvénye, adalékanyagok bevitele (Ø250 mm), friss levegő bevezetése (Ø80 mm), színezékek, esetleges habosítók, kenőanyagok bevitele (Ø200 mm), TiO<sub>2</sub> bevitele (Ø200 mm), tartaléknyílás (Ø150 mm), a fedél közepén: nyílás a gőz elszívására (Ø175 mm). A 300 mm átmérőjű töltőnyíláson keresztül 20 s alatt zúdítható be a keverőbe a PVC-por. A keverés első szakaszában lényegében egy előkeverék képződik, ezalatt keverő funkciója mellett a berendezés egyben fel is melegíti az anyagot. A sok nyílás lehetővé teszi, hogy a különböző adalékokat optimális, ha szükséges, azonos időben vigyék be a rendszerbe. Az ilyen berendezések feleslegessé tehetik a külön előkeverő alkalmazását, bár annak több előnye van.

## Az előkeverés

„Tökéletes” előkeveréket akkor lehet kapni, ha egy mechanikai előkeverő rendszer a felmelegedés időtartama alatt egyenletesen oszlatja el egymásban a megfelelő komponenseket. Egy ilyen előkeverő rendszert mutat a 2. ábra, amely az előre kimért mennyiségű anyagokat külön-külön vagy egymással összekeverve a megfelelő időben juttatja be a szárazkeveréket készítő meleg keverőbe. Az egytengelyű csigás keverők jól beváltak az előkeverésre, az Emde cég rendszerében a keverőelemek a hajtómotorral együtt sínen kihúzhatók a keverőtérből, ami lehetővé teszi a gyors tisztítást és ezáltal a gyors termékváltást. A rendszer további előnye a keverőhöz tartozó mérleg is. A rendszer állványra szerelhető a meleg keverő mellett, de felépíthető a meleg keverő fölé is.



2. ábra Egytengelyes csigás keverőrendszer a PVC és adalékai előkeverésére a meleg keverőbe vitel előtt

## *A keverés folyamata*

A meleg keverő kiképzésében fontos szerepe van egy elemnek (Trombe), amely a keverő fenekétől a fal mentén a fedél felé mozog, lekaparja az oda tapadt port, majd a mélybe hullik. Kiképzése a tartály és a keverőelemek formájától függ. Amikor leválik a fedélről, közepén egy üres anyagmentes kúp képződik, innen elszívható a felmelegedés alatt elpárolgott gőz.

A keverőtengelyre szerelt keverőelemek formája is sokat fejlődött. Magát a tengelyt meghosszabbították, és erősebb csapágyazást kapott. Ezáltal a keverőszárnyak elhelyezéséhez több hely áll rendelkezésre. Így jobban szabályozható az energiabevitel és a fedél letisztítása is alaposabb lett. A keverőszerszám tartozéka a propellerre emlékeztető fenéktisztító elem (Bodenräumer), ez veszi fel az energia 40–60%-át. A nagyobb átmérőjű keverőtartályokban kisebb a fenéktisztáshoz szükséges energia, mint a kisebb átmérőjűekben. A kerületi sebesség 25 m/s vagy valamivel nagyobb. A korábban előforduló 50 m/s sebességet ma már nem alkalmazzák. Az energiaszükséglet finom hangolását a fenéktisztító dőlésszögével, a keverőelemek számával és a köztük hagyott távolsággal végzik el.

A keverők méretének és teljesítményének növekedésével megnőtt a szíjhajtás jelentősége. A motoroldal és a keverőoldal szíjtárcsáinak kétoldalú csapágyazása ideális megoldásnak bizonyult. A hajtómotor csatlakozása rugalmas, és teljes mértékben mentesül a sugárirányú terheléstől.

A frekvenciával vezérelt aszinkron motorokkal változtatható fordulatszám része a mai technikának. Előre beprogramozott fordulatszámmal úgy lehet a viaszok megolvadásakor az áramfelvétel csúcsát elkerülni, hogy közben folyamatosan növekszik a hőmérséklet.

## *Légtelenítés és víztelenítés*

A nagyobb mennyiségű por betöltésekor a meleg keverőbe és a szárazkeverék átvitelekor a hűtőkeverőbe mindig kerül a keverőbe levegő, amelyet gyorsan el kell szívni és meg kell tisztítani a magával ragadott porrészecskéktől. Erre szolgálnak a keverőtartályokba beépített porszívó-szűrők (jet filterek).

A keverék melegedése következtében a meleg keverő tartályában vízgőz is képződik, ezt a fedél közepén található szűrőn keresztül szívják el. A fedélen lévő szelepen keresztül annyi friss levegőt engednek a tartályba, hogy a gőz felhígítása révén a szűrő ne válhasson túl nedvessé. A 120–130 °C eléréséig a maradék nedvesség elpárolg, a rendszer kiürítésekor pedig a rátapadt por lehullik, a szűrő megtisztul.

## *Hűtővíz és hűtőfelület*

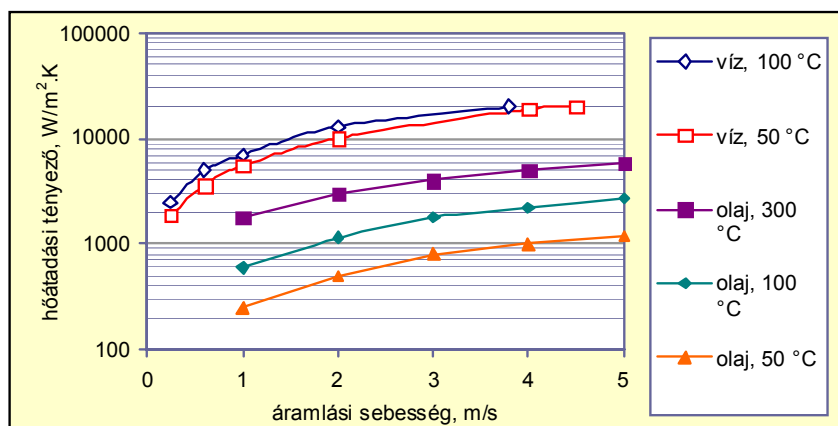
A hűtőkeverőben kb. 120 kJ/kg hőmennyiséget kell elvezetni; ennyi a PVC entalpiája 120 °C-on. Ez a hőmennyiség a keverő falán hatol keresztül, a fal külső oldalán a keringő hűtőközeg veszi fel. A keverékből a falba jutó hőmennyiség a keverék és

a fal közötti hőátadási tényezőtől, a hűtőfelület méretétől és a keverék és fal közötti hőmérséklet-különbségtől függ. A falon keresztül a hővezetést a fal vastagsága és az acél hővezetési tényezője, a hűtőfelület nagysága és a hőmérséklet-különbség határozza meg. A keverő külső felületén az acél és a víz közötti hőátadási tényező, a hűtőfelület, a külső fal és a víz közötti hőmérséklet-különbség játszik szerepet. A keverék és a fal közötti hőátadási tényezőt csak kísérleti úton lehet mérni, a többi tényezőt ki lehet számítani.

Magától értetődik, hogy a hűtőfelület mérete döntő fontosságú a hő elvezetésében, ennek növelése viszont növeli a beruházási költségeket. A hőátadás javítása a keverő falának mindkét oldalán kevésbé növeli a beruházási kiadásokat, jelentősen befolyásolja azonban az ún. élettartamköltségeket. A hőmérséklet-különbség a kondenzátumképződés és a víz erőteljesebb hűtésigénye miatt csak korlátozottan növelhető. A gyártás folyamán célszerű ugyanolyan hőmérsékletű hűtővizet használni, a hűtőkeverő és a profilgyártás hűtővizének ugyanaz – 15–16 °C – a hőmérséklete.

A hőátadás a keverő falán keresztül javítható, de nem bármilyen mértékben. A nagy kerületi sebesség szükségtelen felmelegedést okoz. A sebességet úgy kell megválasztani, hogy a keverék forgatás közben a falhoz nyomódjék. A sugárirányú hőmérséklet-gradiens a gyűrűréteg intenzív keverésével mérsékelhető. Eközben nem szabad újabb hőt termelni.

A hűtővíz mennyiségét két tényező határozza meg: a hűtővíz acél és víz közötti jó hőátadását lehetővé tevő áramlási sebessége, ill. a hűtővíz megengedett felmelegedése. A gyakorlatban a 2 m/s sebesség vált be, ezzel a csövek belső felületén a bevonatképződés is elkerülhető. Ilyen sebesség mellett a hőátadási tényező 10 000  $W/m^2 \cdot K$  körül van (3. ábra). Számos hűtőkeverőben a hűtőközeg áramlási sebessége 1 m/s alatt van, pedig ebben az esetben a hőátadási tényező erősen csökken. A hűtővíz mennyiségét a hűtés kezdeti szakaszának körülményeire kell kiszámítani, amikor a hűtőközeg a legnagyobb hőmennyiséget veszi át. A példaként felhozott keverőrendszerben az 1200 literes hűtőkeverékbe 480 kg meleg szárazkeverék kerül be. 20  $m^3/h$  sebességű vízzel a víz 10 °C-os felmelegedése mellett az első percben 30 kJ/kg hőt lehet elvezetni, ami a keverék 20 °C-os hőmérséklet-csökkenésével jár.



3. ábra  
Különböző temperáló  
közegek hőátadási  
tényezője az áramlási  
sebesség függvényében



Ha a szükséges vízmennyiséget meghatározták, a következő lépés a hűtőcsatornák méreteinek kiszámítása, hogy azokban a víz optimális sebességgel áramoljék. A csövekben elég nagy a nyomásesés, ami korlátozza a csatornák hosszát. Formájuk kialakításával meg kell gátolni a pangó víz kialakulását, mert az rontja a keverő hűtésének egyenletességét.

A rövidebb ciklusidő nagyobb hűtőfelületet igényel. A vízszintes hűtőkeverők előnyösebbek a korábban használt függőleges keverőknél. A legnagyobb mai hűtőkeverők kb. 8000 literesek. Ha ez nem elegendő, célszerű két hűtőkeverőt egymás után kapcsolni; ez kevesebbe kerül, mint a méretek növelése.

#### *A szárazkeverék-készítés költségei*

Az ablakprofilok gyártásában nagyméretű berendezésekben, nagy tételekben, kevés személyzettel állítják elő a PVC szárazkeverékeket. A vezérlőhelyiségen kívül csak az anyagok utántöltését (silóból, óriás zsákból) és a labormunkát végzik emberi beavatkozással. A munkabér 10–15 EUR/t között van, ez magában foglalja a beérkező anyagok fogadását és ellenőrzését is. Az alapanyagokat és a szárazkeverékeket tároló silók beruházási költsége – az automatizálás fokától függetlenül – ugyancsak 10–15 EUR/t. A szükséges javítások költsége kb. 5 EUR/t, ehhez jön 2–3 EUR/t munkabér. Ez a költség erősen változhat, ha pl. súlyos kopást kell kijavítani. Az épületek, az ottani javítások és energia ára kb. 10 EUR/t. A gyártás energiaigénye 60–70 kWh/t. Ezek az adatok csak irányszámok, és üzemenként változnak. *Egy jól vezetett keverőüzemben azonban összesítve 40–50 EUR/t-val lehet számolni.* Kis tételek gyártásakor a költségek erősen eltérőek lehetnek.

#### **Falisztes PVC szárazkeverék**

A farost, amelyet korábban a hőre keményedő gyanta alapú sajtolóanyagok töltőanyagaként széles körben alkalmaztak, hosszú időre kikerült a műanyaggyártásból. Az elmúlt évtizedben azonban ismét népszerűvé vált, az autógyártásban elsősorban poliolefinnek – mindenekelőtt polipropilén, esetenként polietilén – erősítésére használják. Kitűnő időjárás-állósága miatt PVC nagyon jól bevált a szabadtéri alkalmazásban, főképpen ablakprofilként. Ezért gyártóik azzal próbálkoznak, hogy *ásványi töltőanyag helyett farosttal erősített PVC profilokat állítsanak elő, amelyek jobban emlékeztetnek a hagyományos fakeretekre.*

A profilgyártás ebben az esetben is szárazkeverék készítésével kezdődik. Az ásványi töltőanyagokkal ellentétben azonban a farost nedvességet tartalmaz, és csak kevés tapasztalat van arról, hogy jelenlétében hogyan zajlik le a PVC plasztifikálása, mennyi adalékot szívnak fel a farost részecskéi, milyen hatása van az elpárolgó nedvességnek és a kondenzálásnak, milyen lesz az agglomerálódás, homogén lesz-e a keverék, megfelelő mértékben tapad-e a farost a PVC mátrixhoz, sikerül-e szórható szárazkeveréket előállítani és mennyire könnyen lehet azt feldolgozni.

A felsorolt kérdésekre a Délnémet Műanyagközpont (**SKZ, Süddeutsches Kunststoff Zentrum**, Würzburg) több erre szakosodott vállalattal közösen meleg/hűtőkeverőkben végzett szisztematikus kísérletekkel kereste a választ.

#### *A vizsgált anyagok és a vizsgálati körülmények*

A keverékek receptúrájának összeállításakor figyelembe vették, hogy a mátrixanyag 200 °C alatt olvadjon meg, mert elfölött sérülhet a fa töltőanyag. Gondosan választották ki a farostfajtát és az adalékokat is. A kiinduló receptúrában egy 57-es K-értékű PVC-t, a **Rettenmaier & Söhne GmbH** (Rosenberg) *Arbocel C 100* típusú, közepes (70–150 µm) szálhosszúságú farostját és az ausztriai **Chemson Polymer – Additive AG** (Arnoldstein) *One Pack Nafosafe GHX* adalékcsoomagját alkalmazták. Az adalékcsoomag kifejezetten természetes szálakkal erősített PVC-hez kifejlesztett Ca/Zn-alapú stabilizátor/csúsztatókeveréket tartalmazott. A meleg keverőben a PVC keveréket 120 °C-ig melegítették fel, a hűtőkeverőben 45 °C-ig hűtötték le. A keverékeket a **Zeppelin Reimelt GmbH** (Rödermark) *FML10-KM23* típusú laboratóriumi meleg/hűtőkeverőjében, ill. egy tartályos keverőben készítették el.

A kísérletek során készítettek farost mellett krétát is tartalmazó keverékeket, kipróbáltak más típusú és más szálhosszúságú farostokat; vizsgálták a farost nedvességének és a csúsztató típusának és mennyiségének a hatását; változtatták a keverés paramétereit.

A farostos PVC keverékeket (WPC, wood plastic compound) optikailag fénymikroszkóp (LIM) és rászter-elektronmikroszkóp (REM) alatt vizsgálták, mérték a rázóttömeget, a szórhatóságot, a nedvességtartalmat, a plasztifikálhatóságot, a feldolgozhatóságot. A keverékekből profilokat extrudáltak, majd meghatározták ezek mechanikai tulajdonságait, nedvességfelvételét és méretállóságát. Vizsgálták, hogy a laboratóriumi eredmények átvihetők-e az üzemi gyártás nagyobb méreteire.

#### *A vizsgálatok tapasztalatai*

Az azonos receptúrával de eltérő mennyiségben elkészített szárazkeverékek azonos minőségűek voltak. Az előkeverékek optimalizálásához ezért kisebb keverőkamrát használtak, a profilextrudálásra szánt keverékeket nagyobb méretű keverőkamrában készítették el.

A kísérletek alapján megállapították, hogy nagyobb K-értékű PVC alkalmazása nem befolyásolta szignifikánsan a szárazkeverék tulajdonságait, a feldolgozhatóságot, a profilok mechanikai tulajdonságait, nedvességfelvételét. Ha a farosttartalmat 50%-ról 60%-ra növelték, csökkent a szárazkeverék rázóttömege. Erre számítottak, mert az *Arbocel C 100* 0,140–0,180 g/ml körüli rázóttömege sokkal kisebb (0,575 g/ml) a PVC-énél. A magasabb farosttartalom nehezebbé tette a feldolgozást és negatív hatással volt a profil mechanikai tulajdonságaira és nedvességfelvételére.

10% kréta hozzáadása a keverékhez növelte a hővezető képességet és megkönnyítette a feldolgozást, de feldolgozás közben a profilban krétaagglomerátumok képződtek. A kréta nem befolyásolta szignifikánsan a keverék rázóttömeget, ill. a profilok mechanikai tulajdonságait és nedvességfelvételét.

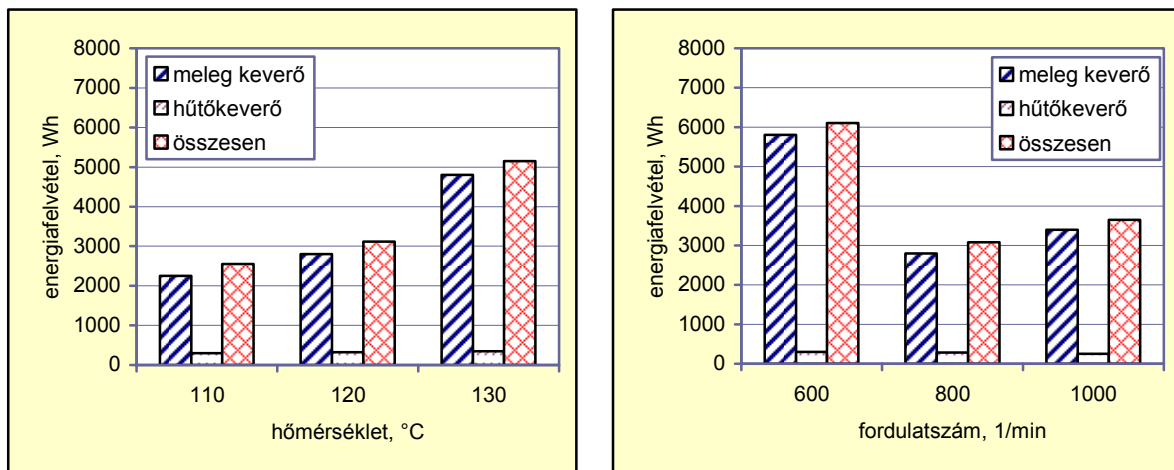


A *belső és külső csúsztatók variálásakor* az előbbieket csökkentették profilgyártás-kor a forgatónyomatékokat az extruderben; de nem változtatták meg a szárazkeverék tulajdonságait, a profilok mechanikai jellemzőit az alapreceptúrához képest.

Ha a *farost nedvességtartalma 2–10% körül volt*, a nedvességtartalom nem rontotta a profilok mechanikai tulajdonságait (a profilban nem képződtek buborékok), ha extrudáláskor elszívták a vízgőzt. Mindenesetre célszerű a farostot feldolgozás előtt jól kiszárítani, és gondoskodni a maradék nedvességtartalom elszívásáról az extrudálás alatt. Agglomerátumképződést a keveréskor nem észleltek.

A *különböző típusú és szálhosszúságú farostok* bekeverése elsősorban a szárazkeverékek rázóttömegét változtatta meg. Ha a keverékhez *Arbocell ZZ40* típusú cellulózsálat adtak, gondok merültek fel a feldolgozásnál, mert csökkent a szárazkeverék rázóttömege, a gravimetriás adagoló emiatt nagyobb térfogatú anyagot szállított az extruderbe, amellyel az nem tudott megbirkózni. Rövid szálú *Arbocel CW630* típusú farosttal gyengébb mechanikai tulajdonságú profilokat kaptak, a hosszú szálú cellulóz megnövelte a profilok ütőszilárdságát, csökkentette viszont merevségüket és hajlítószilárdságukat. A rövidebb szálú farostok és cellulózok kedvező hatással voltak a nedveségfelvételre és a méretállóságra.

A *keverés paramétereinek változtatásakor* azt tapasztalták, hogy általuk jelentősen változtatható a keverés időtartama és energiafelvétele. A keverés időtartama megnövekedett a meleg keverőben a vég hőmérséklet növelésekor és a keverő fordulatszámának csökkenésekor, ill. ha a hűtőkeverőből alacsonyabb hőmérsékleten engedték ki a keveréket. A keverés időtartamával arányos energiafelvételeket a 4. ábra mutatja. A gazdaságosság érdekében törekedni kell a lehetséges rövidebb keverési időkre, de ügyelni kell arra, hogy a túl nagy fordulatszám miatt ne sérüljön az anyag, ill. hogy túl alacsony hőmérsékleten az adalékok esetleg nem olvadnak meg és nem tapadnak rá kellőképpen a PVC szemcsékre. A keverési paraméterek változtatása nem változtatta meg jelentősen a kapott szárazkeverékek tulajdonságait, a feldolgozhatóságot, a profilok mechanikai tulajdonságait és nedveségfelvételét.



4. ábra A meleg keverő, a hűtőkeverő és az összesített energiafelvétel a meleg keverő vég hőmérséklete (A kép) és a keverő fordulatszáma (B kép) függvényében

Ha a meleg keverőbe *töltés előtt* adták a farostot a többi anyaghoz, a tartályos előkeverőben a sűrűség csökkenése és a farost nedvességtartalmának elpárolgása okozta lehülés miatt meghosszabbodott a keverési idő és nagyobb volt az energiafelvétel, mintha a kész szárazkeverékhez keverték hozzá azt. Az előkeverő energiafelvételének és a keverési időnek a növekedése a meleg keverőéhez hasonlóan arányos. A PVC szemcsék tapadását a faroston sem az előzetesen, sem az utólag végzett bekeveréskor nem észlelték.

Amikor a laboratóriumi keverőben korábban készített keverékeket üzemi méretű keverőben állították elő, azt tapasztalták, hogy a keverési idő a laboratóriumi keverőhöz képest megrövidíthető a nagyobb energiabevitel következtében. Ha a farostot a meleg keverőbe vitel előtt adagolták, a profílextrudálás jobban megterhelte a feldolgozógépet, de valamivel jobb mechanikai tulajdonságú profilokat kaptak. Egyértelmű volt az a megfigyelés, hogy a laboratóriumi eredmények érvényesek a nagyobb méretek mellett is.

Meg kell jegyezni, hogy a kísérletek során előállított szárazkeverékek – a receptúrától és a gyártás paramétereitől függetlenül – *egyetlen esetben sem voltak szórhatóak*. Mivel a szórhatóság a rázótömeg mellett fontos tulajdonsága a szárazkeverékeknek a további adagolhatóság miatt, ezt a tényt figyelembe kell venni.

Az SKZ öt partnerével közösen végzett kísérletei során sok tapasztalatot szerzett a farosttal töltött PVC szárazkeverékek előállításáról, kifejlesztett néhány új vizsgálati eljárást az ilyen keverékek gyors bevizsgálására és jellemzésére. Ezeknek a tapasztalatoknak a birtokában tovább fogja javítani a farostot tartalmazó PVC szárazkeverékek minőségét.

Összeállította: Pál Károlyné

Martin, G.A.: Prozessreserven in Heiz-Kühlmischern = Kunststoffe, 101. k. 10. sz. 2011. p. 168–175.

Hirt, Ch.; Kretschmer, K. stb.: Von der Rezeptur bis zum Produkt = Kunststoffe, 102. k. 6. sz. 2012. p. 40–45.

## Röviden...

### PUR gyors térhálósítása

A **Henkel AG & Co. KG** és a **KraussMaffei Technologies GmbH** sikeresen együttműködött, hogy a Henkel által gyártott *Loctite Max 2* típusú poliuretán (PUR) térhálósodási idejét 1 percre csökkentse. Ilyen rövid kikeményedési időt először sikerült nagynyomású adagológéppel elérni. További előny, hogy a szálát az alappolimer kis viszkozitása miatt könnyű injektálni.

A PUR-t a magyar **Zoltek** által gyártott szénszállal erősítve az autóiparban könnyűszerkezetként fogják alkalmazni.

O. S.

K-Zeitung, 43. k. 19. sz. 2012. p. 21.