

Új extrúziós technológiák: direkt extrudálás és koextrúzió cirkuláris elosztású szerszámmal

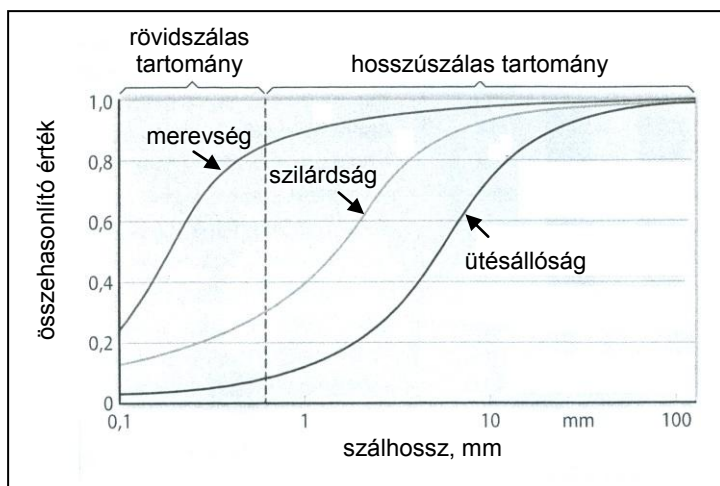
Német kutatók egy új technológiát dolgoztak ki erősítőszálas extrudált termékek előállítására. Az erősítő szálok hosszának növelésével kívánták javítani a termék mechanikai tulajdonságait. Egy másik fejlesztésben a többrétegű csöveket speciális, ún. cirkuláris szerszámmal állították elő. Ezzel a kialakítással az ömledék-hőmérsékletükben nagyon eltérő polimerek is feldolgozhatók.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; extrudálás; új technológia; kompaundálás; üvegszállal erősített kompaundok; többrétegű csövek.

Az erősítő szálat tartalmazó extrudált termékek is fontos szerepet játszanak a fémek műanyagokkal történő helyettesítésében. Ezek előállításának új módszerét dolgozta ki a hozzá szükséges berendezés kifejlesztésével együtt a német Arenz GmbH és a Kunststofftechnik Universität Paderborn. A fejlesztés célja kettős volt: a mechanikai tulajdonságok javítása az erősítő szál hosszának növelésével és a költségek csökkentése.

A szálerősítésű műanyagok mechanikai tulajdonságai az erősítő szálok ún. maradó hosszától erősen függenek, amint ez az 1. ábrán látható. Amennyiben elmarad a kompaund előzetes, külön lépésben történő előállítása, akkor a kisebb igénybevételnek köszönhetően kisebb a szálrövidülés a végső extrudált termékben. A költségcsökkenés alapja az, hogy kompaundból való kiindulásnál az erősítő szálat tartalmazó kompaundok ára 4 EUR/kg körül van, míg a direkt extrudálásnál a nyersanyag, az alapgranulátum és az üvegszál összesen nagyjából ennek a felébe kerül. Ez a megtakarítás rövid idő alatt kitermeli a berendezés szükséges átalakításának költségét.

A technológia megvalósítása érdekében az egycsigás extrudernél speciális geometriára van szükség. A szokásos csigafelépítésnél ugyanis a nyomás végig növekszik, és így nincs mód a szál bevezetésére. A csigát úgy módosítják, hogy a plasztifikálás után legyen egy ömledékkal csak részben feltöltött szakasz, ahová a szálat gravimetrikusan adagolják. A következő szakaszban a nyomás nő, ami biztosítja a szál elkeveredését az ömledékben. A homogenizálást az extruder végén kíméletesen dolgozó keverő elemek segítik. Az Arenz cégnél kifejlesztett extruderben a speciális, részben feltöltött zónának az üvegszáltartalma egyenletesen, egy adott értéken tartható.



1. ábra Különböző hosszúságú üvegszállal erősített PP mechanikai tulajdonságai a végtelen szállal erősített PP-hez viszonyítva

A technológia fejlesztéséhez szükséges kísérleteket a német LyondellBardell Polyolefine GmbH két PP típusával, valamint az ausztriai Borealis AG egy PE-HD típusával végezték. Az üvegszál gyártója az amerikai PPG Industries Inc. volt. A kísérletek során 45 mm hosszú üvegszálat használtak. Az extruder végén különböző keresztmetszetű szerszámokat építettek be, amelyek a keresztmetszettől függően különböző ellennyomást állítottak elő. Az extrudálás után mérték az üvegszál maradó hosszát. Egy ilyen kísérletsorozat eredménye azt mutatja, hogy *az ellennyomás növelése kedvezőtlen a szálak rövidülése miatt*. Jobb eredmények adódnak, ha a hőmérsékletet emelik. Az eredmények alapján megállapították, hogy *célszerű a lehető legmagasabb hőmérsékleten dolgozni*. Amennyiben a szálak arányát 20%-ról 30%-ra növelik, mintegy 20%-kal kisebb szálhosszt kapnak. Vizsgálták a fordulatszám hatását is 40, illetve 79 fordulat/min értékeknél. Magasabb fordulatszámnál kisebbnek mutatkozik a szálhossz rövidülés, mivel kisebb a tartózkodási idő az extruderben.

A szálhossz mellett a szálak eloszlása is nagy mértékben befolyásolja a termék mechanikai tulajdonságait. A különböző ellennyomás mellett kapott mintákat szemrevételezéssel vizsgálták. Homogénnek ítélték a szálak eloszlását, ha az extrudált próbatestek felületén nem lehet szálkötegeket, agglomerátumokat felismerni. Megállapították, hogy 30% üvegszáltartalomnál nagyobb ellennyomásra van szükség, mint 20%-nál. Utóbbinál nem találtak szálkötegeket a felületen, 30%-nál azonban csak a 14 bar ellennyomással készült mintánál lett homogén a felület.

Természetesen hatással van a szálak eloszlására a mátrix viszkozitása is. A két különböző PP-t összehasonlítva azt kapták, hogy bár a szálrövidülés mindkét típusnál nagyjából azonos, a homogén eloszláshoz azonban a magasabb viszkozitású típusnál nagyobb, 15 bar ellennyomásra van szükség. Még ennél is nagyobb, 30 bar nyomás mellett adott kielégítő eloszlást a PE-HD. *A szálak eloszlását adalékanyagokkal és a csigán külön nyíróelemekkel lehet javítani*. Adalékanyagok esetén a homogenitás eléréséhez kisebb nyomás is elegendő, ami kedvező a szálrövidülés megelőzése szempontjából. A nyíróelemek viszont mechanikai úton érik el a szálkötegek felbomlását, de hatásuk a szálhosszra negatív.

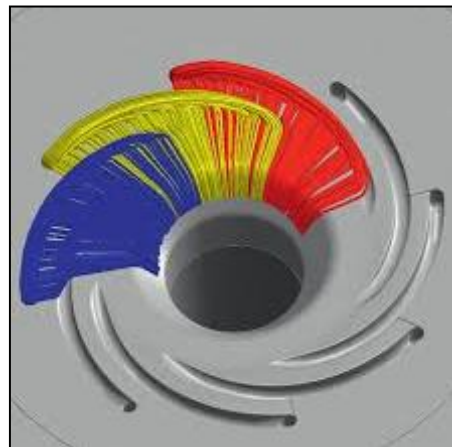
Többrétegű csövek gyártása koextrúzióval

A különböző alkalmazási területeken, az autóiparban, orvostechikában, kommunikációban, stb. gyakran használnak többrétegű, viszonylag kis átmérőjű (3–50 mm) csöveket, amelyeknél a különböző rétegek termikus tulajdonságai nagyon eltérőek lehetnek. A kombinálható alapanyagokat az elérni kívánt tulajdonságok – hő- és vegyszerállóság, vezetőképesség, barriertulajdonságok – alapján választják ki. Az ETA Kunststofftechnologie GmbH egyik specialitása az a csőszerszám, amely hét rétegig, körgyűrű keresztmetszetű koextrudált termékek gyártását teszi lehetővé egymástól eltérő, akár 50 °C-nál is nagyobb olvadáspont különböző polimerekből is.

A koextrúziós szerszámnak lehetőleg minden anyagkombinációra alkalmasnak kell lenni, és emellett az alábbi követelményeket kell kielégítenie:

- hosszú üzemelés tisztítás nélkül
- gyors anyag és színváltás
- igen vékony rétegek előállítása szűk toleranciával
- alkalmasság különböző kategóriák – pl. sima és bordás csövek – gyártására
- rugalmasság a rétegszámok változtatásában.

A szerszámnak két fő feladata van: A különböző anyagok ömledékáramainak cirkuláris elosztása, majd összevezetése a különböző anyagok számára optimális hőmérsékleti viszonyok mellett.



2. ábra A cirkuláris elosztás elve

a) A cirkuláris szerszámrész

b) Az ömledék mozgása a cirkuláris szerszámban

A cirkuláris elosztás során a szerszámba külön-külön betáplált ömledékáramokat mind körben egy síkon, mind pedig radiálisan elosztják, ahogy ez a 2. ábrán látható. Végül összevezetik az egyes rétegeket, amelyek a szerszámból kilépve a kívánt rétegfelépítést adják. A cirkuláris elosztás elvét alkalmazó szerszámokban lehetőség van az egyes rétegek egyedi termikus szabályozására és külön bevezetésére, ami lehetőséget ad a tervezőknek a követelményeknek legmegfelelőbb kombinációk kiválasztására. Mindazonáltal természetesen be kell tartani az egyes polimerekre a gyártók által megadott hőmérséklet-tartományokat, és így

meghatározni az összevezetés optimális termikus viszonyait. Ahhoz, hogy különböző hőmérsékletet igénylő polimereket lehessen használni, a szerszámok moduláris felépítésűek.

A cirkuláris elosztáson alapuló szerszámmal a közelmúltban számos többrétegű csövet fejlesztettek ki üzemanyag-vezetékek céljára. Az erre a területre szabadalmaztatott rétegfelépítésekben olyan polimerkombinációk szerepelnek, mint a különböző poliamidok (PA6, 12, 612), a poli(vinilidén-fluorid) (PVDF), az etilén-vinilalkohol kopolimer (EVOH), a ftálamid (PA9T és 10T) és a PE-HD. Szerepelnek továbbá a fluor polimerek (etilén-tetrafluoretilén) ETFE, vagy a tetrafluoretilén, a hexafluorpropilénből és vinilidénfluoridból álló terpolimer) és a módosított fluorozott etilén-propilén kopolimer (EEP) kombinációi is. Növekszik a belső rétegekben a vezetőképes kompaundok alkalmazása is.

A cikkben egy ötrétegű üzemanyagvezeték példáján mutatják be a cirkulációs elosztást és a termikus szétválasztást is alkalmazó *CV-T jelű koextrúziós szerszámok* működését. Az öt réteg ebben az esetben belülről kifelé: PA6, EVOH, majd három különböző PA 12. Az ömledék-hőmérsékletek a PA12 típusoknál sorban: 275, 220, és 240 °C. A különböző polimerek feldolgozását a szerszámban függőleges szétválasztás biztosítja, hogy az egyes elosztó modulok, illetve ezáltal a különböző polimerek hőmérséklete egyedileg legyen beállítható. A belső réteg optimális hőmérsékletét a központi csúcs belső fűtése teszi beállíthatóvá. A fenti esetben a szomszédos modulok hőmérsékletét úgy állítják be, hogy az 1. és a 3. modult fűtik, míg a 2. zónából a hőt levegővel elvezetik. Ezzel a megoldással akár 80 °C hőmérséklet-különbség is áthidalható.

A *CV-T szerszámokkal jelenleg hatrétegű csöveket lehet gyártani és négy különböző hőmérsékletű zónát lehet kialakítani*. Ezekre azonban nem minden esetben van szükség. Ezért fejlesztették ki a *CV-e típusjelű szerszámokat*, amelyekben bizonyos nélkülözhető elemeket elhagytak, de az egyszerűbb kombinációknál ugyanolyan magas minőséget eredményeznek, mint a *CV-T* szerszámok. Ezeknél a típusoknál nincsenek termikusan elválasztható zónák, és nem lehet velük bordás csövet gyártani. Nem alkalmasak ezek a szerszámok fluoropolimerek tartós feldolgozására sem.

Az ETA mind a *CV-T* mind a *CV-e* tervezésénél a *számítógépes folyadékdinamika (CFD)* módszerét alkalmazták. Mindkettőnél törekedtek a tartózkodási idő és az anyag igénybevételenek csökkentése, valamint a holt terek elkerülése érdekében az optimális keresztmetetű áramlási csatornák kialakítására. A Bellaform GmbH-val közösen kifejlesztettek egy laboratóriumi méretű, kísérleti berendezést, amelyen mindkét szerszámmal lehet kísérleteket végezni öt réteggel. Ez komoly segítség a mintatételek gyártásában, vagy új anyagok, kombinációk kipróbálásában.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Moritzer, E., Altendorf, F., Wittke, M.: Synergien aus der Schnecke = Kunststoffe, 108. k. 12. sz. 2018. p. 69–72.

Burmann, G., Weiß, P.: Coextrusion mit thermischer Kontrolle = Kunststoffe, 109. k. 9.sz. 2019. p. 160–163.