

Cső- és profilgyártás a közelmúltban és a közeljövőben

A műanyag csövek iránti kereslet növekszik, elsősorban a fejlődő országok, közöttük első helyen Kína igényei következtében. A csőgyártás fejlesztése folyamatos, a fejlesztés fő hajtóereje a teljesítmény növelése, a költségek csökkentése.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; extruder; szerszám; csőgyártás; növekedés; felhasználás; fejlesztés; L/D arány; töltött rendszerek; PVC-O; távfűtő csövek.

Csőpiac alakulása

A műanyag csövek iránti igény világviszonylatban növekszik, ami elsősorban a fejlődő országok, közöttük mindenekelőtt Kína fokozódó felhasználásának köszönhető. A **Freedonia** csoport (USA) becslései szerint 2010-ben a világon kb. 7,7 milliárd méter csőre lesz szükség. Az éves igénynövekedés a 2000–2005 közötti időszak 2,7%/év növekedésével szemben 2010-ig évente kb. 4,4% lesz. Ezen belül Kína igénynövekedése a leglátványosabb: 10,5%. Ebben az országban a felhasznált csövek mennyisége lineárisan nő, 2005-ben 600 millió méter volt, 2010-ben várhatóan 1,1 milliárd méter lesz.

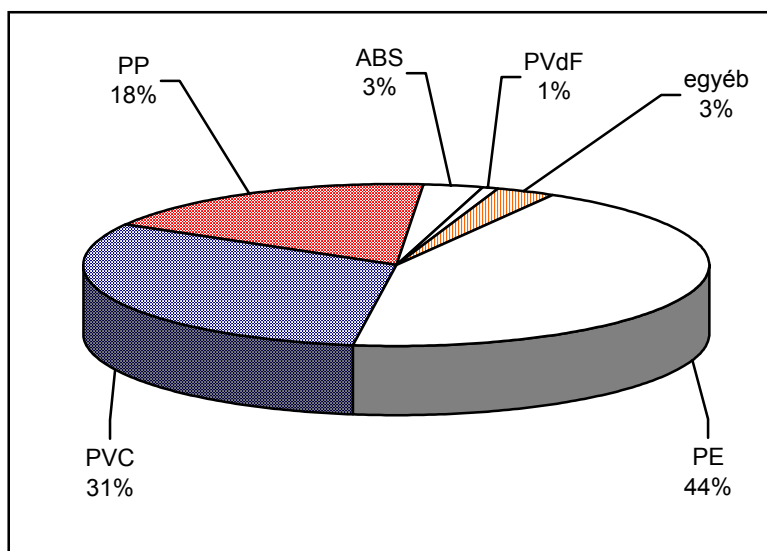
Abszolút mennyiségben azonban változatlanul a fejlett országokban használják fel a legtöbb csövet a vizsgált időszakban. Észak-Amerikában ugyan csak 2,9% lesz az éves növekedés, de a teljes igényt 2010-ben 2,3 milliárd méterre becsülik. Nyugat-Európa piaca kicsit szűkült a 2000–2005 közötti időszakban, a következő 5 évben azonban 2,8%-os bővülésre és 2010-ben 1,4 milliárd méter felhasználására számítanak.

Egy műanyag-feldolgozó gépeket gyártó cég, a **Cincinnati Extrusion** és egy piacutató cég, az **Applied Market Information (AMI, Egyesült Királyság)** adatai szerint az Európában jelenleg hideg és meleg víz vezetésére egy év alatt beépített 1,6 milliárd méter csőből 777 millió méter (48,6%) volt a műanyag cső. A meleg vizet szállító csövek legnagyobb részét a radiátoros és a padlófűtő rendszerekbe, a hideg vizet szállítókat az ivóvízelosztó rendszerekbe építették be. A padlófűtő csövek 96%-a készül műanyagból, 70%-uk térhálós polietilénből. A radiátoros fűtés vezetékai és a fürdőszobai használatra szánt meleg vizes csövek 60%-ának anyaga azonban változatlanul réz.

Egy svájci gépgyártó csoport, a **Millefer** véleménye szerint a műanyag csövek iránti megnövekedett érdeklődés oka a *réz árának meredek növekedése*. A Kínában, Indiában és Oroszországban gyorsan bővülő fémfelhasználás és a rézfinomítók elhasznált kapacitásbővítésének eredményeképpen a *réz jelenlegi ára tonnánként több mint 7400 USD, ami 2006-hoz képest 68%-os növekedést jelent*.

Ugyancsak a Millefer cég szerint Nyugat-Európának vezető szerepe van a térhálós polietilén és a társított polimer/alumínium csövek gyártásában, és az ilyen típusú csövek gyártókapacitását bővíti, hogy kielégítse a növekedő számú háztartások és az exportpiac igényeit. Kelet-Európa országaiban vannak kezdeményezések a helyi gyártás megteremtésére, de az adminisztratív és pénzügyi nehézségek miatt ezek még nem vezettek eredményre. Észak-Amerikában a legjobbak a kilátások az ilyen csövek gyártásának beindítására.

Az **AMI** úgy gondolja, hogy a *közeljövőben felgyorsul a műanyag csövek ipari célú alkalmazása, ahol részarányuk ma mindössze 5%, ami 132 ezer tonna műanyagot jelent*. Ezt a piacot az acél- és a rozsdamentes acélcsövek uralják, amelyek ára azonban háromszorosa a hőre lágyuló műanyag csövekének. Az AMI a műanyag csövek ipari felhasználásában a következő öt évben évi 6%-os növekedésre számít. Legjobban a polietilén csövek iránti igények fognak nőni, amelyek jelenleg is a legnagyobb részarányt képviselik ezen a területen (1. ábra). A cég a vízelosztó és gázelosztó hálózatban, a technológiai vizek csőrendszerében, továbbá a tűzvédelmi rendszerekben várja a műanyag csövek nagyobb arányú részvételét. A műanyag csöveknek az iparban is számos előnyük lehet: könnyűek, egyszerűen szerelhetők, nem korrodeálódnak. A legjobb esélyeik a 200–500 mm átmérőjű polietilén csöveknek és esetleg a többrétegű, záróréteget tartalmazó csöveknek vannak. Föld feletti vezetékként szóba jöhetnek kis átmérőjű speciális vezetékként, pl. szupertiszta víz vezetésére félvezetőket vagy gyógyszereket, élelmiszereket előállító üzemekben, ill. savas oldatok vezetékeként. Nagyon alkalmasak lehetnek agresszív vegyipari szennyvizek elvezetésére is.

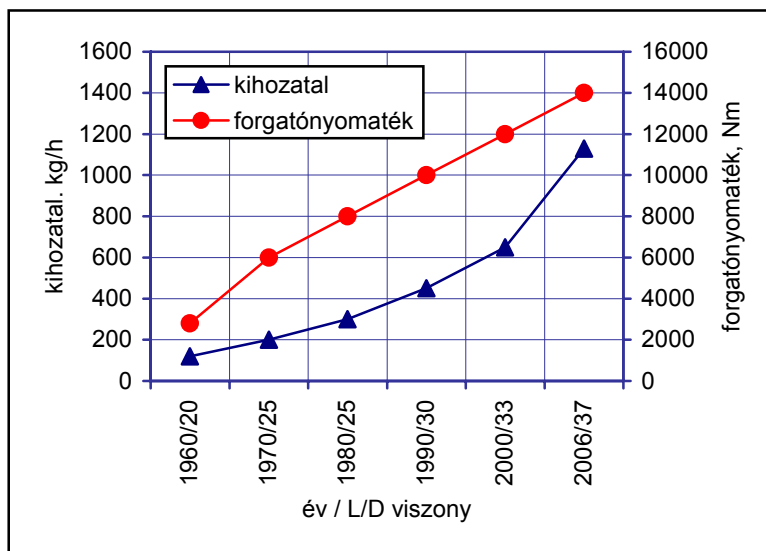


1. ábra
Az ipari célokra használt műanyag csövek megoszlása műanyagfajta szerint

A cső- és profilgyártás műszaki fejlesztése

A teljesítmény növelése az extruder hosszának növelésével

Polietiléncsövek extrudálására általában hornyolt behúzózával ellátott egycsigás extrudereket használnak. Az extrudereket folyamatosan fejlesztik, és elsősorban a nagyobb teljesítményre (kihozatalra) töreksenek. Egy 90 mm-es egycsigás extruder példáján, a 2. ábrán látható, hogy az extruderek teljesítménye az elmúlt 50 évben sokszorosára nőtt. Ezt elsősorban a gépek meghosszabbításával, az L/D arány megnövelésével érték el. Ezzel együtt járt természetesen a motor teljesítményének és a csiga forgatónyomatékának növekedése is.



2. ábra
Az anyagkihozatal és a forgatónyomaték növekedése a polietiléncsövek extrudálásában 1960 óta (csigaátmérő 90 mm)

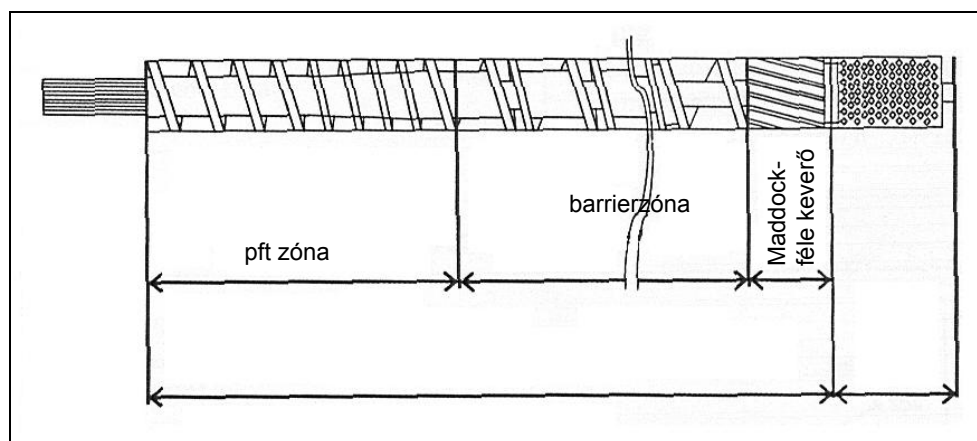
A mai egycsigás csőgyártó extrudereknek alkalmasaknak kell lenniük arra, hogy a világpiacon kapható valamennyi PE 100 és PE 80 típusú csőanyagból kívül sima falú víz- és gázcsövet, bármilyen PP homopolimerből, blokk-kopolimerből vagy random kopolimerből sima vagy hullámos falú csövet, bármilyen PE 80 típusból hullámos falú szennyvízelvezető csövet gyártsanak. *A beruházáskor és a gazdaságossági számításokban döntő jelentősége van a csigaátmérőre vetített maximális anyagkihozatalnak. Ugyanilyen fontos az optimális ömledék-hőmérséklet és a homogenitás.* A feldolgozók megkövetelik a feldolgozási folyamat alatti konstans fajlagos kihozatalt akkor is, ha a szerszámban változik a nyomás (extrém esetben akár 700 bar-ig is nőhet). Az extrudernek széles feldolgozási tartományban a csigacsúcsnál mindenkor kifogástalanul plasztikált ömledéket kell adnia, hogy a legkülönbözőbb alakadó szerszámokat lehessen az extruderre szerelni.

A feldolgozókra nagy nyomással nehezedik a gyártási költségek csökkentésének kényszere. Ezért *igyekeznek nagy E-modulusú poliolefineket és erősen töltött polimereket használni.* A magas E-modulus miatt az extruderben megváltoznak a feldolgozá-

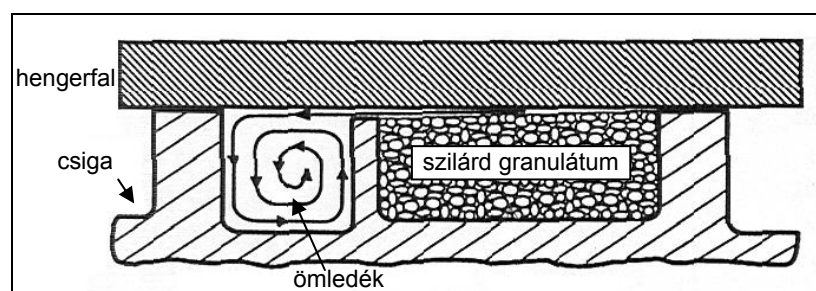
si körülmények, ami kihat a termék tulajdonságaira. A nagy töltőanyag-tartalom pedig jobban koptatja a gépet.

A mai követelményeknek minden szempontból megfelelnek a **Cincinnati Extrusion GmbH** (Bécs) *Monos* típusú egycsigás extruderei, amelyek csigahossza 37-szerese a csigaátmérőnek. Az első szakaszban alkalmazott speciális hornyok (Nutbuchsenskonzept; pft = power force feed technology) gondoskodnak arról, hogy a fajlagos anyagkihozatal különböző granulátumforma mellett is konstans legyen. A cégnél széles körű feldolgozási kísérleteket végeztek a 37D sorozat gépeivel, és meggyőződtek arról, hogy a legkülönbözőbb alakadó szerszámokkal – közöttük hullámos falú csövet gyártóval is – 400 bar ellennyomásig a csigafordulatszám teljes tartományában állandó fajlagos kihozataalt kaptak.

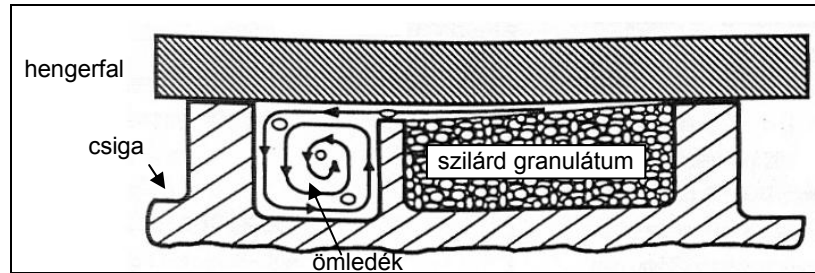
Annak érdekében, hogy a csigát bármilyen PE- vagy PP-típushoz vagy regránulátumhoz is „testre szabottan” lehessen összeállítani, azt három zónára osztották és modulszerűen lehet összerakni. A három zóna: a *pft-zóna* a maga különleges kialakításával; a *barrierzóna*, ahol szétválasztják a még szilárd anyagot a már megömlöttől; és a *keverőzóna* egy Maddock-féle keverőelemmel (3. ábra). A homogenizálás vagy diszpergálás igényétől függően további csigahosszabbító elemek is beépíthetők.



3. ábra A Monos 37D típusú extruderek modulokból felépíthető csigája



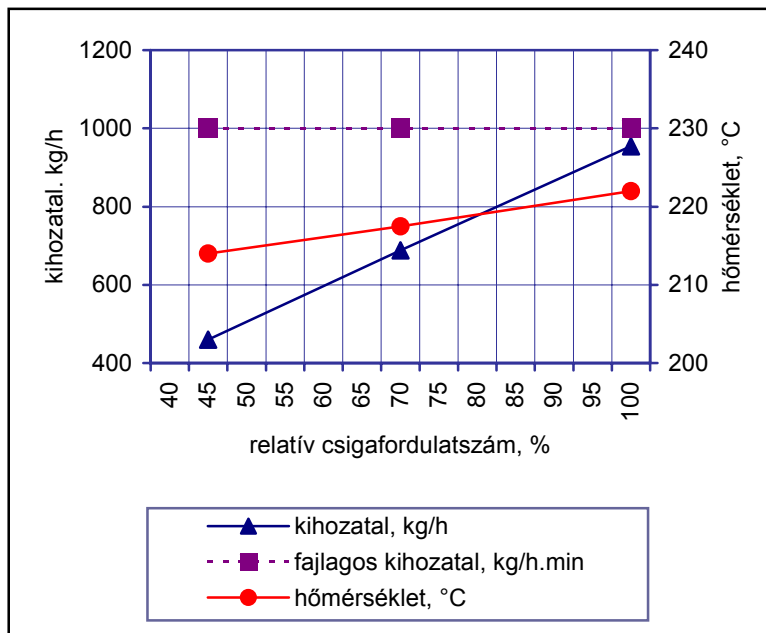
4/a ábra A Monos 37D extruder barrierzónája (kis réssel)



4/b ábra A „jégkockahatás” elvén működő, nagyobb réssel kialakított csiga

A barrierzóna lényege, hogy itt külön csatornában halad előre a már megömlött polimer és a még szilárd anyag. Ez úgy érték el, hogy a csigaszárnnyak és a henger fala között nagyon keskeny rést hagytak, amelyen csak a folyékony anyag tud áthatolni (4/a ábra). Ilyen módon nagyon homogén ömlédeket kapnak.

Ezzel az elvvel ellentétben néha tudatosan hagynak nagyobb rést a csigaszárnny és a henger fala között (4/b ábra), hogy egy-egy összenyomódott granulátumszemcse is bekerüljön az ömladékba, mert annak megolvadása kicsit hűti a folyékony fázist („jégkockahatás”). Ezt a hatást gyakran használják ki az extrúziós fűvóformázáskor. Hátránya, hogy a ömladékben tökéletlenül megolvadt részecskék maradnak, mert pl. egy 90 mm-es extruderben 1000 kg/h kihozatal mellett a tartózkodási idő kb. 16 s. Ha egy részecske átréseli magát a csigaszárnny és a henger közötti résen, kb. 6 s alatt eljut a szerszámig, és ezalatt nem képes tökéletesen megolvadni.



5. ábra

Az anyagkihozatal, a fajlagos anyagkihozatal és az ömladék-hőmérséklet a csiga fordulatszám függvényében. (Csőanyag: Boreco BA 212E PP, extruder: Monos 90-37. Az ábrában a csiga fordulatszáma a maximális fordulatszám %-ában szerepel)

A termék ára akkor csökkenthető a legeredményesebben, ha csökken a benne lévő alapanyag ára. Ha nagyobb E-modulusú anyagból készítik a csövet, ugyanolyan

mechanikai tulajdonságokat kisebb falvastagsággal lehet elérni. A „merev” PP-ből extrudált cső ezenkívül fényesebb, tetszetősebb. Az ilyen anyagból készített csöveknek – szabványosításukat követően – várhatóan nagy sikere lesz. A szokásos PP blokk-kopolimereknél jóval nagyobb modulusú, erősen kristályos polimerek feldolgozásához a csigát másképpen kell összerakni, és a hajtómotornak is erősebbnek kell lennie, a forgatónyomatéknak kell hogy legyen „tartaléka”, különösen a gép indításakor. Ilyenkor is nagyon előnyös a meghosszabbított extruder. Egy feldolgozási próba keretében a **Borealis** cég *Boreco BA 212E* jelű merev PP-jéből készítettek 90 mm átmérőjű csövet. A feldolgozás alatt a fajlagos anyagkihozatal a csiga fordulatszámától függetlenül konstans maradt, az ömledék-hőmérséklet pedig nem lépte túl a gyártó által optimálisnak tartott 210–230 °C-os tartományt (5. ábra). A hőmérsékletelhatárok betartása fontos, mert túlmelegedéskor bomlás vagy térhálósodás következik be, a szükségesnél alacsonyabb hőmérsékleten tökéletlen lesz az olvadás, inhomogén az ömledék.

Költségcsökkentés töltőanyagokkal

A költségeket töltőanyagok (kréta, talkum, bárium-szulfát, üvegszál) adagolásával is lehet csökkenteni. Nagy mennyiségű töltőanyag bekeveréséhez nagyobb plasztikáló teljesítmény szükséges; a meghosszabbított plasztikáló szakasz – a 37D-s extruder – ilyenkor is előnyös. Az erősen töltött műanyagok feldolgozásához megfelelő kopásvédelemmel ellátott gépek – nitridált és kemény fémréteggel bevont alkatrészek az erős igénybevételnek kitett részeken – szükségesek.

A töltőanyagok alkalmazása különösen költségkímélő eljárás, ha azokat közvetlenül az extruderbe lehet adagolni. Egy hollandiai csőgyártó cég, a **Rollepaal** az ásványi töltőanyagokat gyártó svájci **Omya** céggel együtt nagyon erősen töltött PVC keveréket állított elő *kalcium-karbonát direkt adagolásával*. Ezt a keveréket felhabosítva egy kívül-belül tömör PVC-rétegből, középen habosított PVC rétegből álló cső extrudálásához használják fel. Az előkeveréshez és az adagoláshoz szükséges gépi berendezést az **Enschede Maschinenfabrik** gyártotta. Egy bemutatón 40% CaCO₃-ot keverték K67-es habosítható PVC-hez. Az alapkeverék 10 phr *Omyalite 50H* töltőanyagot (part per hundred, 100 rész PVC porra számítva 10 rész töltőanyag) tartalmazó szárazkeverék („dry blend”) volt, az extruderbe közvetlenül 30 phr *Omyalite 90T* kalcium-karbonátot adagoltak. Feldolgozási segédanyagot nem alkalmaztak, csak a megfelelő hőstabilizátort. A bemutatón 200 mm átmérőjű háromrétegű csövet extrudáltak T-REX 90-30 típusú extruderen, a cső középső rétegét alkotta a habosított töltött keverék. A cső falvastagsága 5,9 mm, sűrűsége 1,0–1,1 g/cm³ volt. A Rollepaal cég egy másik alkalommal ugyanezzel a technológiával 160 mm átmérőjű, 4 mm vastag falú csőbe 45 phr *Omyalite 50H-t* tartalmazó réteget épített be úgy, hogy a 15 phr töltőanyagot tartalmazó szárazkeverékhez az extruderben direkt adagolással 30 phr további töltőanyagot vitt be.

A **Cincinnati Milacron** cég a *farosttal töltött műanyagok* extrudálására alkalmas berendezések legnagyobb gyártója a világon, jelenleg 280 extrudere dolgozik a különböző üzemekben. A cég legutóbbi fejlesztése a „*plug and play*” rendszer, amely

„kulcsrakész”, a vásárló megveszi, felállítja és bekapcsolás után már üzemeltetheti. A rendszer a cég TC86-os extruderére épül. Ez kónuszos kétszigás gép (a csiga átmérője az egyik végén 176, a másik végén 86 mm, L/D aránya 27), amelyben *a nagy kompresszió kis nyíróerővel végzett keveréssel társul*. A behúzózóna felé elkeskenyedő csigapár nagy szabad teret ad a nagy térfogatú, laza farost befogadására, és ahogy a keverék előrehalad, egyre nagyobb nyomás alá kerül, ezért a polimer jól „átnedvesíti” a töltőanyagot, mielőtt az az illékony anyagokat elszívó szakaszba érkezne. A berendezésen *akár 70% falisztt tartalmazó polimert is fel lehet dolgozni*. A gépet az érintőképernyős *Cincinnati Milacron Mosaik szabályozórendszerrel* lehet irányítani.

A cég az új berendezést elsőként 2007 májusában a Chinaplas kiállításon mutatta be és Kínában kezdte forgalmazni, de megjelent vele Düsseldorfban, a K'2007-en is. Egy bemutatón 635 kg/h kihozatalt ért el vele, de a cég szerint el lehet vele érni az óránkénti 1–2 tonna kihozatalt is. A falisztt kezdeti nedvességtartalma legfeljebb 8% lehet, ez a tömörítés alatt 3%-ra csökken, és amikor extrudálásra kerül, már nem tartalmaz többet 1% víznél. A Cincinnati Milacron szerint a falisztes keverékek feldolgozásához általában használt berendezések 1,45-1,80 millió EUR árával szemben egy hasonló teljesítményű „plug-and-play” rendszer beruházási költsége 545 ezer EUR alatt van.

A farosttal erősített műanyagtermékek iránt Európában is kezdenek érdeklődni. Az ausztriai **Kunststoff Cluster** nevű műanyagipari egyesülés három tagja üreges profilt fejlesztett ki ilyen alapanyagból. A főképpen csöveket extrudáló **KE Kelit Kunststoffwerk** az extrudereket gyártó **Technoplast** céggel közösen dolgozta ki a profilgyártás technológiáját az ágyrendszereket forgalmazó **Sembella** cég számára.

Hírek a Battenfeld Extrusionstechnik háza tájáról

A németországi **Battenfeld Extrusionstechnik** Európában is be akarja vezetni észak-amerikai testvérvállalatánál, az **American Maplan Corporation**-nál (AMC) kifejlesztett *ikerszálas profilhúzást*, amelyet ott koextrudált PVC kerítésprofilok gyártására alkalmaznak. *Az USA-ban a kerítések cölöpeinek és léceinek 8%-a már ma is műanyag profilokból készül, és 2010-ig kétjegyű növekedésre számítanak*. Az AMC-nél az ikerszálas profilhúzáshoz olyan tápblokkot fejlesztettek ki, amely egy főextruder és egyetlen koextruder ömledékáramát oszja el a profilok magja és a fedőréteg között úgy, hogy két teljesen azonos felépítésű profil jön létre. Ez a megoldás csökkenti a beruházás költségét és a gyártórendszer helyigényét.

Három különböző megoldást alkalmaznak az extruderfejben. Ha egy szimpla vagy dupla „pók” típusú extruderfejet (spider pipe head) kombinálnak a szokásos szerszám/maggal és maggal ellátott teflon előformázóval, ez olcsó megoldás kis teljesítményű rendszerekhez, és kevésbé igényes esztétikai követelményekhez. Egy hagyományos csőgyártó fej szögletes szer számmal és maggal sokkal egyenletesebb vastagságú külső réteget ad, különösen a sarkokon. A szokásos száraz kalibrálás a legjobb eljárás, ha bonyolult szerkezetű kerítésprofil gyártanak, beleértve az üreges profilokat is, vagy ha nagyon jó minőségű felületet kell elérni.

Visszatérve a csőextrudáláshoz, a Brabender Extrusionstechnik legújabb, oldalról táplált csőszerszáma csökkenti a tartózkodási időt a gépben, javítja a falvastagság-eloszlást és versenytársa lehet a spirálosztatású, maggal ellátott szerszámoknak, amelyekkel többretegű, hőérzékeny réteget is tartalmazó csöveket gyártanak. Az új szerszám központjában kettős csőkarmantyú előtt ruhafogas formájú elosztócsatorna van. Ha az ömledék ilyen csatornán halad át, elveszíti a benne felhalmozott mechanikai energiát, és a szerszám mentén körbe haladva automatikusan központosítja a magot.

A Battenfeld Extrusionstechnik rövid idővel ezelőtt *1600 mm átmérőjű* távfűtő csövek gyártására szolgáló gépsort szállított a moszkvai, angol nevén **MosFlowline** cégnek, és úgy gondolja, hogy jelenleg *ez a legnagyobb csőgyártó berendezés Oroszországban*. A cég egyúttal az ország vezető csőextrudálója, amely évente kb. 600 km távfűtő csövet állít elő. Ezeknek a csöveknek a belseje acél, külseje polietilén, a két réteg között poliuretán ragasztó- és szigetelőréteg van. A PUR-t injektálással viszik be a fém- és a polietiléncső közötti részbe a távolságtartókon keresztül. *Az ásványgyapottal hőszigetelt acélcsövek 40%-os hőveszteségével szemben az ilyen csövek hővesztesége mindössze 2%*. Az orosz cég korábban legfeljebb 800 mm átmérőjű csöveket tudott gyártani.

Berendezés PUR hőszigetelő réteg felviteléhez

A **Krauss-Maffei** cég is szállított Oroszországba gépi berendezést távfűtő csövek gyártásához, de ez a poliuretán ragasztó- és hőszigetelő réteg elkészítését segíti. A megrendelő nevét nem hozták nyilvánosságra, de annyit lehet tudni róla, hogy 12 m hosszú csöveket állít elő, amelyek maximális átmérője 1200 mm. A berendezés másodpercenként 6,6 kg PUR-keveréket képes előállítani és szállítani, ami rekorddöntő teljesítmény. A berendezés keverő- és elosztóegységből áll. Két szivattyút tartalmaz, egyiket a poliolt, a másikat az izocianát továbbítására. A négykomponeszes MKE-28-4/44 típusú keverőfej 100:150 arányban keveri össze a poliolt az izocianáttal.

A cég szerint *a távfűtő csövek fő piaca Kelet-Európa, Oroszország és Kína, de poliuretánnal szigetelt csöveket a olaj- és a gázipar is használ*. A technológia a hűtőipar számára is hasznos lehet, de olyan speciális célokra is alkalmas, mint pl. a hőágyúk gyártása.

Orientált PVC (PVC-O) cső

A PVC feldolgozásában nagy tapasztalatokat szerzett spanyol **Molecor** cég egy *molekulaorientációs technológiát* dolgozott ki PVC csövek tulajdonságainak javítására. A PVC-O csöveknek nagy az ütésállósága, jobb a merevsége és ellenállnak a fásrasztásnak. Az orientálást végző berendezés legújabb változata lehetőséget ad a csőgyártóknak arra, hogy növeljék csöveik hidraulikus kapacitását, csökkentsék a bennük fellépő nyomásvesztést, mérsékeljék a csövek falvastagságát – ezáltal könnyebbé tegyék őket, ami mind a szállításban, mind a szerelésben sok előnnyel jár. A tulajdon-

ságokat úgy lehet javítani, hogy egyúttal csökkentik az anyagfelhasználást. A PVC-O csöveket elsősorban víz szállítására ajánlják.

Összeállította: Pál Károlyné

Growth in the pipeline. = European Plastics News, 34. k. 8. sz. 2007. szept. p. 15.

Industrial pipes. = Macplas International, 4. sz. 2007. dec. p. 10.

Häder, W.: Ausstoß unter Leistungsdruck. = Kunststoffe, 97. k. 8. sz. 2007. p. 110–113.

Performance in extrusion. = European Plastics News, 34. k. 8. sz. 2007. szept. p. 17.

Vink, D.: Wood-plastic-composite line cheaper than comparable system, says company. =

PRW.com – Plastics Industry News (a European Plastics News alapján). = www.prw.com

Orienting system for PVC pipes. = European Plastics News, 35. k. 1. sz. 2008. p. 20.