

Fa töltőanyagú műanyag kompozitok és termékek gyártása II.

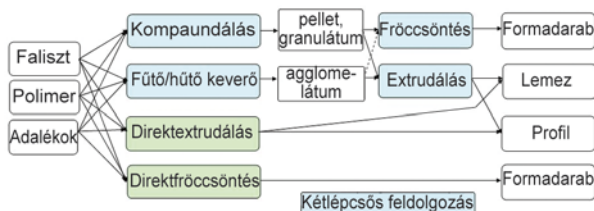
Garas Sándor* műanyagipari szakértő

Extrúziós gyártástechnológia

A fa-műanyag kompozit termékeket egy- (pl. közvetlen profilextrudálás) vagy kétlépéses eljárással lehet gyártani (pl. a kompozit anyag létrehozása, majd profil-extrudálás vagy fröccsöntés). A kétlépéses eljárás nagyobb gyártási stabilitást és magasabb olvasztási homogenitást biztosít, így a végtermékek optimalizált mechanikai és fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek.

A két lépésből álló folyamat kompaundálási részére általánosan három különböző módszer a szokásos: a fűtő-hűtő keverő, az egyirányban forgó és az ellentétes irányban forgó ikercsigás extruder. Mindegyik rendszer alkalmas különböző fa-műanyag kompaundok előállítására, amelyek azonban eltérőek lesznek a szemcseméret és a portartalom vonatkozásában, ami befolyásolja a további feldolgozási viselkedést is. A kompaundálási megoldások jelentősen különböznek energiafogyasztásban is.

A kétlépéses extrúziós feldolgozáskor először pellet, illetve granulátum készül, amelyben már minden komponens benne található, és amely a következő feldolgozási eljárásban jól adagolható, akár fröccsöntésről, akár profilextrudálásról van szó (1. ábra).



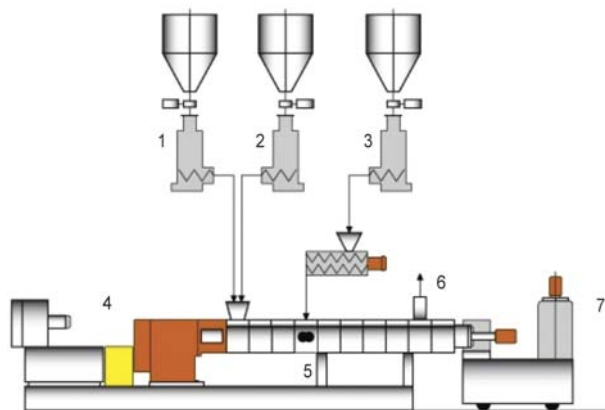
1. ábra. Főbb feldolgozási eljárások

Az olasz ICMA SAN GIORGIO extrudergyártó cég úttörő szerepet vállalt a WPC termékek gyártásához szükséges extruderek kifejlesztésében: már 1974-ben szabadalmaztatott egy eljárást, amellyel faliszt töltésű műanyag lemezeket lehetett előállítani, főként az autóiipar részére. Az akkori berendezés lényegében egymásba forgó ikercsigás extruder volt, a falisztet és a szükséges adalékokat extrudálás előtt összekeverték a polimer porral, majd a keveréket adagolták az extruder garatjába. Ennek a kez-

detleges módszernek a berendezés egyszerűsége és a stabil extrudernyomás elérése volt a fő előnye [1].

A változó piaci igényeknek megfelelően sokkal fejlettebb megoldást szabadalmaztatott 1992-ben az ICMA: egyirányba forgó ikercsigás extruder az alapgép, és az egyes komponenseket gravimetrikus adagolók juttatják az extruderbe, de nem egy garatba, hanem a fő garatba a polimermátrixot, majd egy ettől távolabbi ponton egy másik garatba a falisztet. Így a faliszt már polimerömlékbe kerül, ami számos előnnyel jár: nagyobb termelékenység, jobb diszperzitás és kisebb degradáció a rövidebb tartózkodási idő miatt [1].

A 2. ábra ezt a rendszert szemlélteti: az (1) jelű tartály adagolójából a polimer, a (2) jelűből az adalék (többféle adalék esetén több önálló adagoló van elhelyezve), a (3) jelűből a faliszt kerül az ikercsigás extruderbe (4) oldaladagolón keresztül (5). A (6) jelű csonkon át távolítják el a gázokat és a vízgőzt, a (7) jelű egység darabolja az extruderből kilépő ömléket. Ez az ún. fejgranulálás vízzel közvetlenül vagy közvetetten hűtött térben, ahova különböző számú lyuksorozaton áramlik az anyagkeverék, és kellően megszilárdulva forgó kések vágják méretre. A granulálás után a víz/granulátum elegy a centrifugában szétválik, majd a granulátum egy vibrációs rendszerben tovább hűl, szárad és szemcseméret szerint osztályozásra kerül.



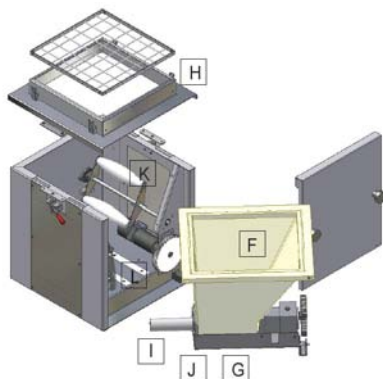
2. ábra. ICMA rendszer [2]

*sandplast48@gmail.com

Az egyes kompozit összetevők adagolására alkalmazhatók a hagyományos polimer adagolók, de ha bármelyik komponens por vagy a szokásos granulátumhoz képest kisebb és szabálytalan formájú szemcse, ráadásul egyenetlen méreteloszlásban, akkor ahhoz speciális adagoló szükséges, amelyet az adagológyártó cégek próbák során fejlesztenek ki. A faliszt szemcseméretének egyenetlensége, száltartalma vagy kifejezetten szálas formája szintén adagolási problémák forrása lehet.

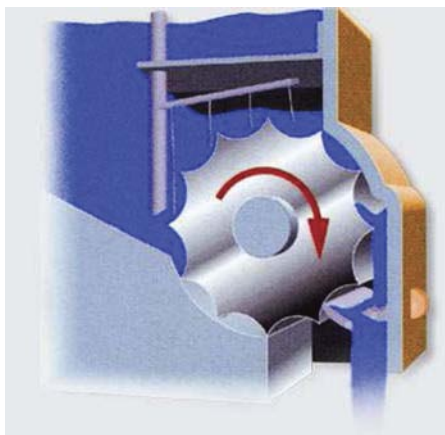
A problémás esetekben pl. az adagoló tartályban keverőket alkalmaznak, vagy a rugalmas falú adagoló tartály falát folyamatosan „deformáló” henger(ek) mozgatják, lazítják, és így akadályozzák meg a falon való kirakódást, letapadást, az anyag felboltozódását.

A MOTAN-COLORTRONIC cég *C-flex* nevű adagolójánál a flexibilis tartály két oldalánál hengeres rudak (K) mozognak folyamatosan, felváltva alul és felül, és így a tartály falát deformálva, mozgatva („masszírozva”) akadályozzák az anyagok megtapadását (3. ábra).



3. ábra. Colortronic *C-flex* [3]

Porszerű komponensek továbbítására speciális csigakialakítások szükségesek speciális anyagból, hogy ne tapadjon fel a por, így ne szorulhasson meg a csiga. Van olyan poradagoló is, amelyeknél meghatározott tér-



4. ábra. A Koch szisztéma [4]

fogatú fészkeket tölt ki a por, biztosítva az előírt összetételt (4. ábra).

A többféle adalékhoz, az adagolandó anyag fizikai jellemzőitől (méret, alaki tényezők, „folyékonyság”, sűrűség stb.) függően, többféle azonos vagy különböző adagolóegységet építenek össze (5. ábra) [5].



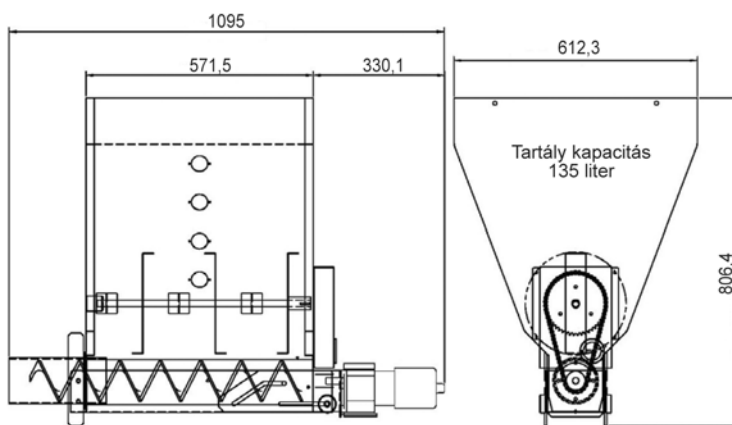
5. ábra. Maguire gravimetrikus rendszerek [5]

A MAGUIRE cég tartályában külön lapátok akadályozzák meg a faliszt felboltozódását (6. ábra) [5].

A gépgyártók az extrudercsiga meneteinek, szakaszainak megtervezéséhez számos elméleti és gyakorlati szempontot és tapasztalatot vesznek figyelembe, de a legjobb megoldás a szegmensekből álló csiga, amely a tényleges kompaundálás tapasztalatai alapján változtatást tesz lehetővé. Óvni kell a fatartalmat a túlzott nyírástól, hogy ne melegedjen túl, így ne „égjen” meg, illetve ha szálas, rostos a faanyag, akkor minél kisebb mértékben roncsolódjanak a szálak. A már említett polimer ömledékbe történő bevezetés ezért is kedvező.

A kompaundáló extruderek kétcsigás rendszerűek, a csigák forgásiránya lehet összeforgó, szétforgó, a csigák lehetnek párhuzamosak és kúposak is, gyártótól függ, hogy milyen megoldást választott, milyen rendszerben van tapasztalata.

Bár a farost, faliszt szárított állapotú, egy gáztalanító szakasz mindenképpen szükséges a még fában lévő víz-



6. ábra. Maguire faliszt adagoló [5]

nek gőz formájában való kivezetésére, elszívására, valamint a farészecskék között bevitt levegő eltávolítására (a még esetlegesen keletkező gázokról nem is beszélve).

Egy másik gépgyártó, az M-A-S MASCHINEN UND ANLAGENBAU SCHULZ GMBH adagolórendszere látható a 7. ábrán.



7. ábra. A MAS adagolórendszer elhelyezése [6]

A 8. ábrán egy egylépcsős komplett ICMA gépsor látható, ahol a kompaund összetevőinek adagolása, a kompaundálás és az extrúziós termék gyártása egyetlen gépsoron valósul meg.



8. ábra. Komplett ICMA WPC gyártósor [2]

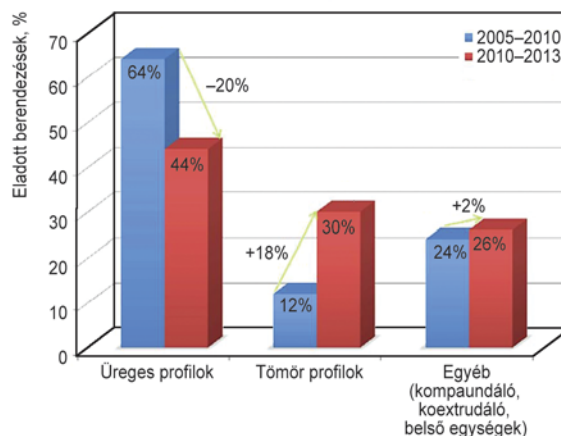
A BATTENFELD-CINCINNATI AUSTRIA GMBH évek óta neves gyártója a WPC extrudereknek, többféle teljesítményű extrudert gyárt a labormérettől (9. ábra) a nagy teljesítményekig.

Adataik szerint, a 2005–2010-es időszakhoz képest a jelenlegi (2010–2013) periódusban csökkenő az üreges profilok aránya (–20 %) a tömör profilokhoz viszonyítva (10. ábra) a német piac ösztönző hatására [8].

A tömör profilok gyártása miatt a termékek métersú-



9. ábra. FibrexT 80 WPC extruder [7]



10. ábra. Csökkenő üreges profil iránti igény [8]

lya jelentősen nő, ezért az extruder kinyomó teljesítményének növelése szükségessé vált, egyrészt az extruder-csiga egyes zónáiban levő szegmensek áttervezésével, másrészt a csigafordulatszám növelési lehetőségével. A kétfajta változtatást, illetve a technológiai paramétereket összhangban kellett tartani, hogy a faliszt tartalmú kompozit kíméletesen, de optimális összetétellel és egyenletes hőmérsékleten kerüljön ömledékállapotba. Az adagoló zónánál nagyobb szabadterfogatra volt szükség, amennyire ez elméletileg és szilárdságilag elérhető volt. A csiga anyagának és felületkezelésének megválasztásával nagyobb kopási ellenállást kellett elérni, pl. wolframkarbidos felületkezeléssel.

A plasztikáló zónában is nagyobb és kellően homogén olvadáktömeget kellett továbbítani, kellően ki kellett szellőztetni a nagyobb tömegű ömledékből a nedvességet és az egyéb gáznemű anyagokat. Ehhez a csiga itteni nyíró és keverő elemeinek számát, formáját, valamint a szellőző nyílások alakját és méretét is át kellett tervezni [8].

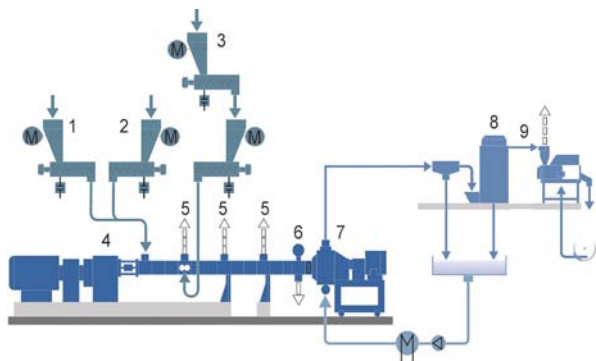
A BATTENFELD-CINCINNATI AUSTRIA GMBH a 2013. februári bécsi WPC konferencián működés közben mutatta

be legújabb *fiberEX 114*-es párhuzamos, ikercsigás extruderét, amely 34D hosszúságú csigával kb. 500 kg/óra kinyomó teljesítményt biztosít (11. ábra). A gyártott tömör profil anyaga 50/50 százalékban PVC/faliszt kompozit volt a belga BEOLOGIC N.V. cégtől. A profil mérete 160×25 mm, az extrudálási sebesség 1,6 m/perc volt [8].



11. ábra. Az új fiberEX 114 extruder [8]

A COPERION cég WPC kompaundáló rendszerében (12. ábra) az alappolimert az (1) jelzésű, az adalékanyag(oka)t a (2) jelzésű adagoló táplálja az extruderbe. A (3) jelzésű adagoló pár a falisztet az ömledékszónába továbbítja. Több helyen is lehetséges a gázmentesítés (5). A kompaundáló gép végéhez a granuláló fej (7), a vízleválasztó (8) és a granulátum (pellet) szárító (9) egység csatlakozik [9].



12. ábra. Coperion kompaundálási rendszer [9]



13. ábra. Coperion ZSK 82 Mc 18 kompaundáló extruder [9]

A 13. ábra az egyik erre a célra ajánlott alapgépet mutatja.

A LEISTRITZ cég *MAXX* extrudercsigája a plasztikálás során a szokásosnál nagyobb ömledékfelületet hoz létre, ezáltal hatékonyabb a gázتانítás, amely különösen fon-

tos pl. ABS, PS, PET és a faliszt töltésű kompaundok feldolgozásánál.

A REIFENHÄUSER cég mind az egylépéses, mind a kétlépéses gyártáshoz ajánl gépeket. A legfrissebb hírek szerint, kifejlesztettek egy új tömör profilt és az azt gyártó szerszámfejet, amely kb. 50 százalékkal olcsóbb, szabványnak megfelelő teraszburkolatot eredményez (*Reiwood*). A megtakarítás a kevesebb anyagból, a nagyobb gyártási sebességből származik. Ezenkívül a szerelés és a karbantartás is kedvezőbb. Az új profil gyártását októberben mutatják be a K 2013 alkalmával a saját technológiai centerükben (14. ábra).



14. ábra. Reifenhäuser BiTrudex 115 direkt extruder

További neves gyártók szintén kifejlesztették a saját egycsigás és kétcsigás extrudereiket: WEBER, BAUSANO (15. ábra), CINCINNATI MILACRON, KRAUSSMAFFEI BERTORFF GMBH.

MD 75



15. ábra. Bausano MD 75 [10]

A koextrudált WPC profilok és lemezek esetében a magrészt a gyengébb minőségű fa-műanyag kompozitból készüli, a héj pedig a felhasználási célra legmegfelelőbb

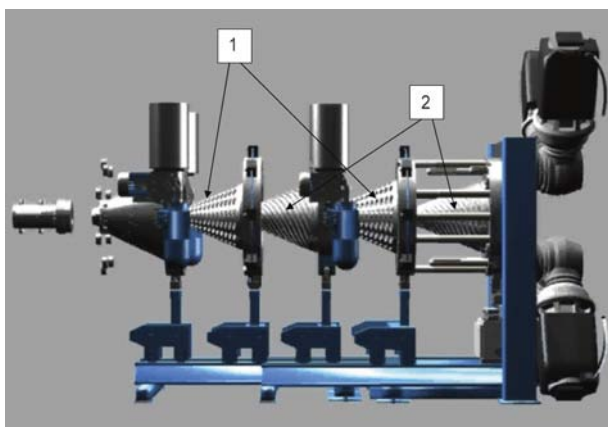
mátrixanyagból, így pl. kiváló időjárás-állóságot, vízállóságot, stabil szint, fényes felületet lehet biztosítani. A habosítással még tovább lehet csökkenteni a termékek súlyát.

A CONENOR LTD. egy speciális extrudert fejlesztett ki (16. ábra), amely a MAILLEFER EXTRUSIONS OY (Finnország) céggel együttműködésben egy komplex gyártósorra bővítve többretegű síklemezt tud gyártani pl. mag-héj variációban. A háromrétegű lemez két külső rétege eredeti anyag vagy kisebb százalék falisztet tartalmazó kompaund (50%), míg a belső magrész akár 70–75% fa-tartalmú. A magrész polimer tartalmát hulladékból biztosítják, így a kész lemez árát még ez is csökkenti. Sőt, habosítással további súlycsökkenést lehet elérni.



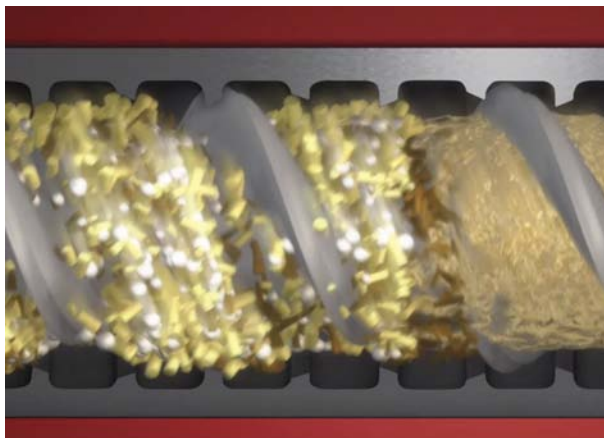
16. ábra. Conex extruder egységei összeráva [11]

Az extruder teljesen eltérő szerkezetű, kialakítású és bonyolultságú a hagyományos extruderekhez képest. A 17. ábrán látható szétnyitott állapotban egy Conex Wood Extruder CWE 500-2 típus. A két forgó kúpos rotor (1) felülete csavarvonal alakban lyuggatott, és minden rotor mindkét oldalán (előtte és mögötte) rögzített kúpos állórészek (sztatorok) (2) helyezkednek el hornyolt felülettel. Ezen elemek teleszkópszerűen összetolhatók, így a forgás révén állandóan változó, bonyolult geometriájú



17. ábra. A Conex extruder elemei szétnyitott állapotban [11]

keverőtér alakul ki. Minden rotor egyéni adagolócsigákkal (18. ábra) van összeépítve, amelyek a kompaundokat táplálják a rotorba. A rotorok forgása egyedileg szabályozható.



18. ábra. Az adagolócsigákban keveredik és megömlik az anyag

Az egyes rotorokhoz tartozó két-két adagoló vízszintesen van elhelyezve a rotor két oldalán (3 és 9 óra irányban). Az adagolók temperálását olajkeringetéssel biztosítják. Az adagolás során az adagolócsigák továbbítják és megömlesztik azt az anyagösszetételt, amelyet az extruder feletti anyagtartályokból hozzájuk vezetnek (19. ábra), majd a rotorokba nyomják. Az anyagreceptúrák rotorokhoz való hozzávezetésétől függ, hogy egy- vagy többretegű lesz a síklemez.



19. ábra. Anyagtartályok és anyagelosztás

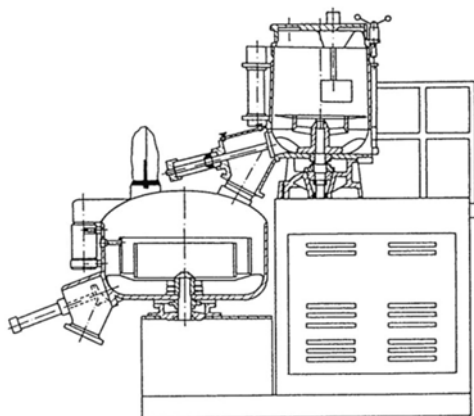
Az anyag nedvesség mentesítése már az adagolóknál megtörténik, az extruderbe lépés előtt. A rotorok a sztatorokkal összezárt állapotban, a köztük levő résekben tovább kevernek, az anyagrészecskéket „örlik”, majd a homogenizált ömledéket szélesrésű fejbe nyomják, ahon-

nan az ömledék szétterülve, „síklemez” formában kerül a vastagságkalibráló egységbe. Innen már a lemezgyártó sor egységei következnek (20. ábra).



20. ábra. Folytatódik a gyártósor [11]

A kétlépcsős feldolgozási eljárás első lépése lehet egy fűtő-hűtő keverő is, amely hasonló a PVC por feldolgozásakor használt keverőhöz (örvénykeverő, 21. ábra) [12].



21. ábra. Fűtő-hűtő örvénykeverő

A PLAS MEC S.R.L továbbfejlesztett fűtő-hűtő keverői többféle párosításban készülnek a mátrixanyagtól függetlenül (Combiwood). A 22. ábrán lévő berendezésnél fekvő elrendezésű a hűtőtartály. A 23. ábra a keverőelemek jellegét mutatja a fűtő- és a hűtőkeverőben, a 24. ábra a hűtőkeverő belsejébe enged bepillantást [13].

A PALLMANN cég WPC feldolgozási technológiája három lépésből áll (P-LINETM). Az első lépés a PalltrusionTM technológia, amelynek során a WPC összetevőket (falaszt, polimer, adalékok) az ún. Palltruder®, mely lényegében egy turbókeverős csiga, összekeveri és a frikciós hő, valamint a nyomás hatására „összeáll” keveré-



22. ábra. Plas Mec fűtő-hűtő keverő [13]



a)



b)

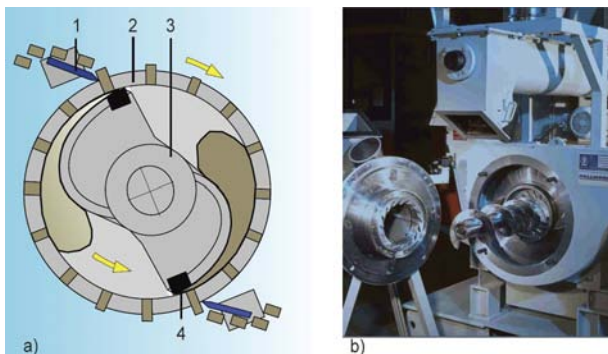
23. ábra. Plas Mec keverőelemek [13]



24. ábra. A Plas Mec hűtőegység belseje [13]

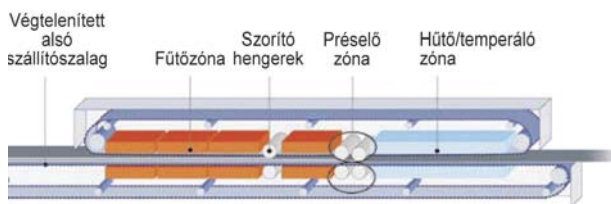
ket speciális fejbe nyomja (25. ábra). A gép a fejből (2), a külső kerületén (paláston) elhelyezkedő lyukakon préseli ki a keveréket és forgó késpárral (1) méretre vágja (Pallwood®). Az így kapott szemcsék fröccsöntésre, extrudálásra alkalmasak, de a P-LINETM eljárásban préssel dolgozzák fel tovább terméké [14].

A szemcséket elterítik egy kettős (alsó-felső) szállítószalag alsó szalagján (P-SCATTM). A szállítószalag három szakaszán először felmelegítik a szemcséket, majd „szorító” hengerek között összepréselik (ikerszalagos



25. ábra. Palltruder®-es méretrevágás [14]

préselési technológia; double belt press technology; *P-FIX™*) (26. ábra), végül lehűtik az így képződött lemezt és méretre vágják.



26. ábra. Ikerszalagos préselési technológia

A fűtő-hűtő keverők variációit kínálja a HENSCHEL és a ZEPPELIN REIMELT, amelyek ma már egy cégcsoportot képeznek.

Források

- [1] Farost/faliszt töltésű kompozitok (WPC): bővülő piac, új gyártók és új berendezések, Műanyagipari Szemle, 6 (2007).
- [2] http://www.icmasg.it/p_prod.php?prod_cat_id=5&prod_id=25
- [3] <http://www.motan-colortronic.com>
- [4] <http://www.koch-technik.com/en>
- [5] <http://www.maguire.com>
- [6] <http://www.mas-austria.com/en/Applications>
- [7] <http://www.battenfeld-cincinnati.com/en/products/extruder/fiberex/>
- [8] Solid decks conquer Europe resulting in high performance extrusion and new challenges for machine manufacturers. Dipl.-Ing. Sonja Kahr, Product Manager Division Construction, Battenfeld-Cincinnati Austria GmbH, AMI Conference, Vienna, 27.02.2013.
- [9] <http://www.coperion.com/en/compounding-extrusion>
- [10] <http://www.bausano.com/en/>
- [11] <http://www.conenor.com/>
- [12] <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch06.html>
- [13] <http://www.plasmec.it>
- [14] <http://www.pallmann.eu>