



A3

Változat: 7

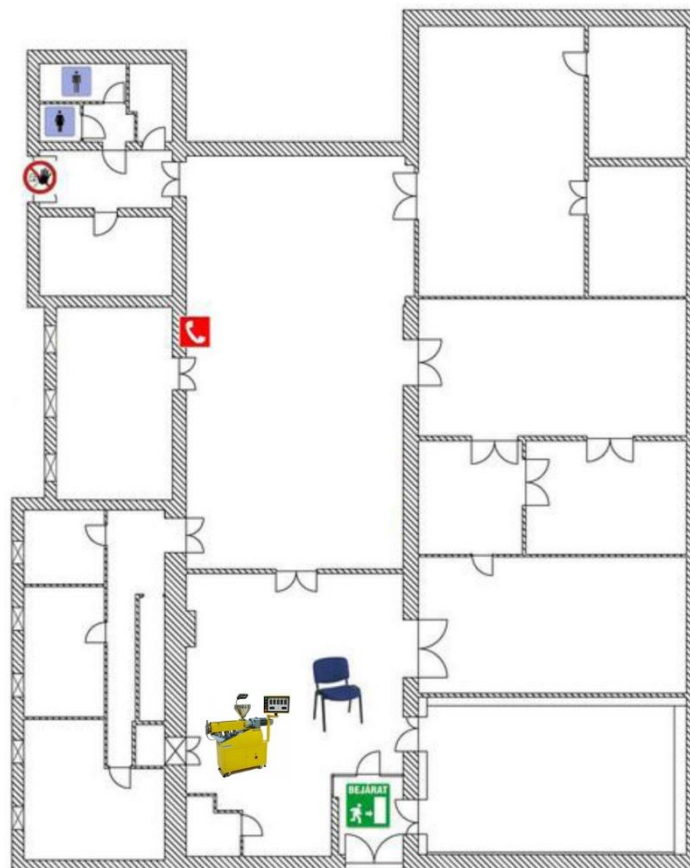
Kiadva: 2016. február 18.

**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
POLIMERTECHNIKA TANSZÉK**

Extrúzió

**A JEGYZET ÉRVÉNYESSÉGÉT A TANSZÉKI WEBOLDALON KELL ELLENŐRIZNI!
WWW.PT.BME.HU**

A LABORGYAKORLAT HELYSZÍNE AZ MT ÉPÜLET!



TARTALOMJEGYZÉK

1.	A GYAKORLAT CÉLJA	3
2.	ELMÉLETI HÁTTÉR	3
2.1.	BEVEZETÉS	3
2.2.	AZ EXTRUDERCSIGA SZAKASZAI	5
2.3.	AZ EXTRUDER SZÁLLÍTÓ-TELJESÍTMÉNYE.....	7
2.4.	EXTRUDERSZERSZÁMOK	10
3.	A MÉRÉS LEÍRÁSA, ELVÉGZENDŐ FELADATOK.....	17
4.	A MÉRÉS SORÁN HASZNÁLT GÉPEK, BERENDEZÉSEK, ESZKÖZÖK.....	17
5.	A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ FONTOSABB SZAVAK ANGOLUL, NÉMETÜL	18
6.	AJÁNLOTT IRODALOM.....	18
	MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV	19

1. A gyakorlat célja

Az extrúziós technológia megismertetése hőre lágyuló polimerek esetében. A gyakorlaton egyféle alapanyagból kiindulva **rúd alakú** előgyártmányt készítünk, illetve aprítunk (granulálunk). A gyártás során vizsgáljuk az extrudálási paraméterek változtatásának hatását az extruderből kijövő anyag tömegáramára.

2. Elméleti háttér

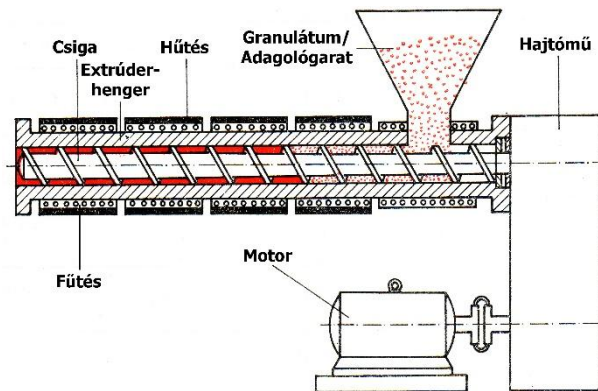
2.1. Bevezetés

Az *extrúzió* a polimerfeldolgozás egyik leghatékonyabb, legjelentősebb technológiája, amelynek során a (tipikusan hőre lágyuló) polimert az extruder

- **képlékeny** állapotba hozza, majd a viszkózus ömledéket
- **nyomás alá helyezi** (komprimálja),
- **homogenizálja**
- adott, változatlan keresztmetszetű, nyitott **szerszámon keresztülsajtolja**, a továbbiakban a követőberendezésekkel
- méretállandóságot biztosítva (kalibrálva) **lehűti**, s így
- állandó keresztmetszetű polimer terméket gyárt tetszőleges hosszúságban, **folytonos üzemben**.

A polimerekből készülő termékek közel 40 %-a extrúziós eljárással készül. Az eljárás egyik lényeges tulajdonsága, hogy a termék 3 dimenziós kiterjedése az egyik dimenzióban végtelen, ami lehet cső, síklemez, profilos hasáb, fólia, stb. A feldolgozás utolsó fázisában mindig tekerceslés vagy darabolás történik. Az alapanyag por vagy granulátum formájú lehet, amelybe plusz adalék anyagokat keverhetünk bele. Ilyen adalékok lehetnek a hőstabilizátorok, amelyek csökkentik a degradációs hajlamot, UV stabilizátorok, amelyek a természetes fény elleni védelmet biztosítják, lágyítók, amelyek a feldolgozást segítik elő, lángállóságot biztosító adalékok, csúsztató szerek, amelyek a csigasúrlódást csökkentik. Az első extrudereket az élelmiszeriparban a pékek használták tésztagyártáshoz. Könnyűipari felhasználásra 1845-ben került H. Bewley és R. A. Brooman által, azonban az első extrudert M. Gray szabadalmaztatta. Ezeket az extrudereket elsősorban a gumiiparban használták. Kifejezetten termoplasztikus, azaz hőre lágyuló polimer feldolgozására

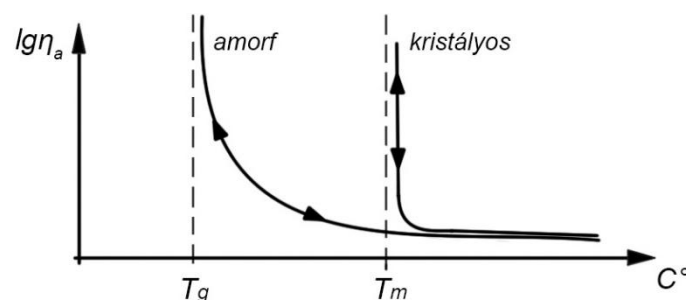
készült extruder 1935-ben jelent meg. A mai modern extruderek (1. ábra) felépítésükben nem sokban térnek el a korai típusoktól, azonban a termoplasztikus polimerek feldolgozásához alkalmazott csiga geometriája jelentős módosításokon ment keresztül.



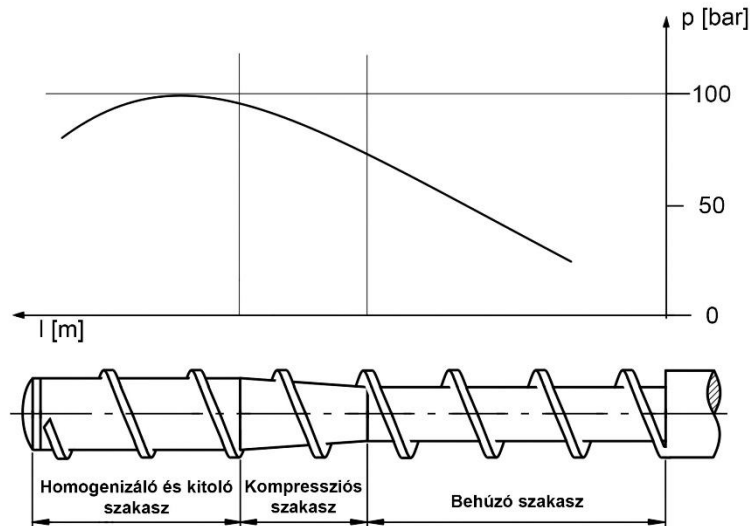
1. ábra Az extruder felépítése

A változtatás elsősorban a csiga méretét érintette. A hőre lágyuló anyagok esetén ugyanis kell egy bizonyos tartózkodási idő, hogy a polimer teljes mértékben ömledék állapotba kerüljön. A csiga méretét jellemző hossz/átmérő, azaz l/d arány a korai extruderekben 3-5 körül alakult, mára ez az érték **20** körüli érték egycsigás extruder esetén (ikercsigás keverékkészítő extrudereknél ez az érték jellemzően >40). A kellő hőmennyiséget fűtőpalástokkal biztosítják a hengerfal körül. A fűtéssel párhuzamosan hűtésről is gondoskodni kell a kis hőingadozás (feldolgozáshoz optimális hőmérséklet) biztosításához. Az extrudereknél ez a hűtés történhet levegővel, vagy valamilyen folyékony közeggel, jellemzően vízzel. Az extrúziónál alkalmazott hőmérséklet alacsonyabb, mint a fröccsöntésnél, ezt a hosszabb tartózkodási idő, és a további feldolgozhatósághoz szükséges magasabb ömledék-viszkozitás magyarázza (2. ábra). A létrejövő nyomás is általában egy nagyságrenddel kisebb, mint a fröccsöntésnél, és jellemző minden csigakialakításra egy nyomáseloszlási görbe (

3. ábra).



2. ábra Amorf és részben kristályos hőrelágyuló polimerek látszólagos viszkozitása hőmérséklet függvényében



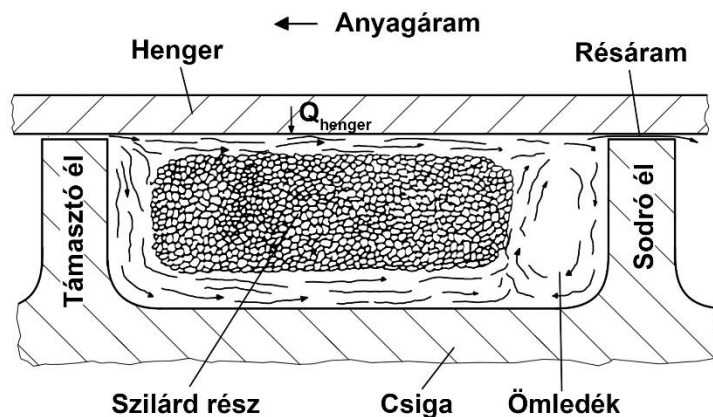
3. ábra A nyomás változása egycsigás extruderben, az extrudercsiga szakaszai

2.2. Az extrudercsiga szakaszai

Az extrudercsiga alapvetően három szakaszra bontható: behúzó, kompressziós, valamint a homogenizáló szakasz. Különleges igények esetén további szakaszok is elképzelhetők (pl.: gáztalanító szakasz).

A **behúzó szakasz** feladata a szilárd anyag szállítása a kompressziós szakasz felé. Egycsigás extruderek esetén ennek alapvető feltétele, hogy a csiga és polimer között kisebb legyen a súrlódás, mint a henger és a polimer között. A nagyobb homogenitás biztosítása érdekében kifejlesztett ún. kétszigás extruderek esetén – amennyiben a csigák menetszárnyai egymás menetárkába nyúlnak (egymásba hatolóak), forgásirányuk menetenként ellentétes (szemben forgó) – zárt térfogatban továbbítják az anyagot, azaz kényszerszállítást végeznek. Amennyiben a csigák forgásiránya azonos (együtt forgó), nem alakul ki menetenként zárt térfogat, ám a szállítóteljesítmény így is megfelelő.

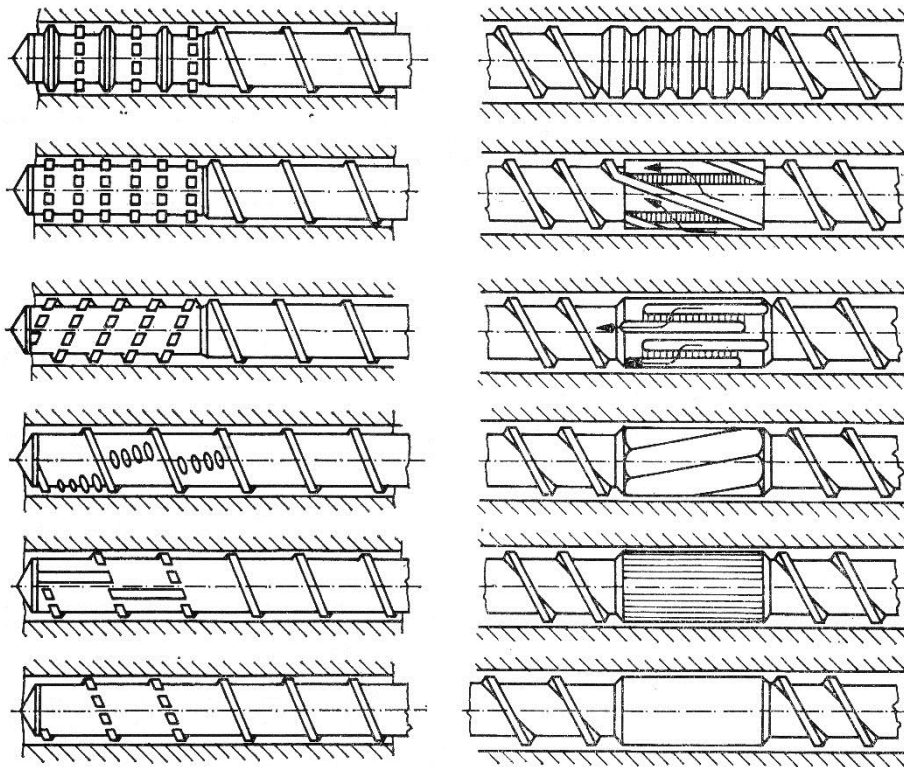
A **kompressziós szakasz** kettős funkcióval bír. Az egyik az anyagnak a megömlesztése (4. ábra), a másik a megfelelő nyomás (30-100 bar) biztosítása az anyag extruderszáron történő átsajtolásához. A megömlés folyamata a melegebb hengerfallal érintkező anyagrészecskékkal kezdődik, majd a nyomás és a csigaforgás következtében a csiga menetárkában cirkulációs áramlás jön létre, amely gyorsítja a polimer megömlesztését.



4. ábra A megömlesztés folyamata

A kompressziós zóna másik feladatát, a nyomás növelését háromféle módon érik el. Az egyik eset, amikor a csiga magját növelik (magprogresszív), a másik eset, amikor a menetemelkedést csökkentik (szögdegresszív). Egy harmadik, ám nem elterjedt megoldás, amikor a menetszárny szélességét növelik meg. Az így létrehozott nyomás nemcsak az anyag szerszámon történő átsajtoláshoz szükséges, de legtöbb esetben ez biztosítja az anyagrészecskék között lévő levegő eltávolítását is. Amennyiben a feldolgozástechnológia szempontjából ez nem elég, akkor külön erre a célra kifejlesztett, úgynevezett gáztalanító extruder alkalmazása javasolt.

A harmadik szakasz az ún. **homogenizáló, vagy kitoló** szakasz. Homogenizálásra nemcsak akkor van szükség, ha valamilyen adalékanyagot, vagy erősítő anyagot keverünk el a polimer anyagban, hanem akkor is, ha „tisztá” polimert extrudálunk. Ennek az oka, hogy a megömlesztés után a hőmérséklet az anyag hengerrel érintkező felületének (ahol a hőátadás történik) közelében nagyobb, attól távolabb kisebb. Ha ezt a problémát nem küszöböljük ki, az a termék minőségét ronthatja. A homogenizáló szakaszban a csigát gyakran különféle keverő elemekkel látják el. Ezek felépítésével, különféle kényszeráramlásokat hoznak létre és megtörik az ömledék útját ezáltal nagyobb keverő hatást fejtenek ki. Bizonyos esetekben ilyen keverőelemek nemcsak a csiga végén, hanem más szakaszán is előfordulhatnak(5. ábra).

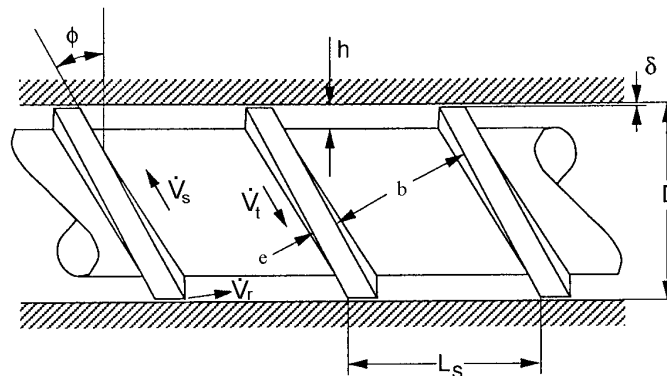


5. ábra Keverő- és nyíróelemek az extrudercsigán

2.3. Az extruder szállító-teljesítménye

Az extrudercsiga főbb méretei, illetve a benne kialakuló áramlási komponenseket az 6. ábra szemlélteti. Az extruder szállító-teljesítménye a térfogatárammal kifejezve a következő:

$$\dot{V}_e = \dot{V}_s - \dot{V}_t - \dot{V}_r \quad (1)$$



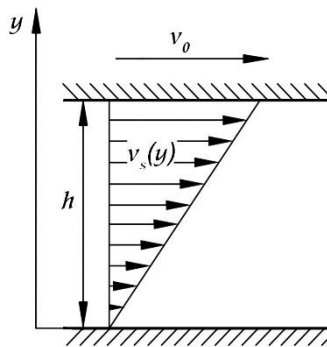
6. ábra Az extrudercsiga főbb méretei és az eredő térfogatáram komponensei

Ahol \dot{V}_e az összes (eredő) térfogatáram (m^3/s), \dot{V}_s a sodróáram, amely a szállítást végzi, és a csigaforgásból adódik, \dot{V}_t a torlóáram, amely a sodróárammal ellentétes irányú és a fojtásból ered,

ami a szerszámon való átsajtolásból következnek. \dot{V}_r a résáram, ami az illesztési hézagból ered, és csökkenti a szállítóteljesítményt.

Az extrudercsiga és a henger közötti rés, a „játék” eléggé csekély: tipikusan $0,002 D$ és $0,005 D$ közötti, amelyet a viszkózus polimer ömledék tömít, illetve ken a forgás közben. Ezért első közelítésben a résáramot el is hanyagolhatjuk. A másik két összetevőt a legegyszerűbb egyirányú áramláson keresztül elemezzük izotermikus körülményeket és newtoni közeget feltételezve.

A sodró áramlás modellje (7. ábra) a következő: az áramlás két síklemez (a csigamag, illetve a henger belső felülete) között jön létre annak hatására, hogy az egyik lemez (a csigamag) v_0 (kerületi) sebességgel mozog. Ellenállás, illetve nyomáskülönbség nincs az áramlás irányában (nyitott csatorna).



7. ábra A sodró áramlás sebességeloszlása

A sodróáramlás tehát a csigamag és a hengerfal között jön létre úgy, hogy a csigamag v_0 kerületi sebességgel forog.

$$v_s(y) = v_0 \frac{y}{h} \quad (2)$$

Így a \dot{V}_s térfogatáram egyszerűen számítható:

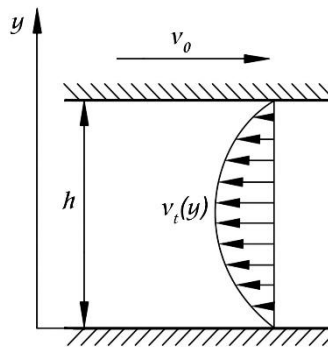
$$\dot{V}_s = v_s(y) dA \quad (3)$$

$$dA = b dy \quad (4)$$

$$\dot{V}_s = \frac{bv_0}{h} \int_0^h y dy = \frac{bv_0}{h} \left[\frac{y^2}{2} \right]_0^h = bh \frac{v_0}{2} \quad (5)$$

$v_0 \frac{y}{h}$ mivel v_0 arányos a csiga n fordulatszámaival, ezért $\dot{V}_s \approx b \cdot h \cdot n \sim h \cdot n$. Tehát a sodróáramlás elsősorban a csigacsatorna méretétől és az extruder fordulatszámtól függ, azaz nagyobb csatornaméretnél és nagyobb fordulatszámnál nő a kihozatal.

A torlóáramlás elsősorban az extruderen lévő fojtásból ered, amit a szerszám, valamint a többi az áramlás útjában lévő alkatrész okoz (8. ábra).



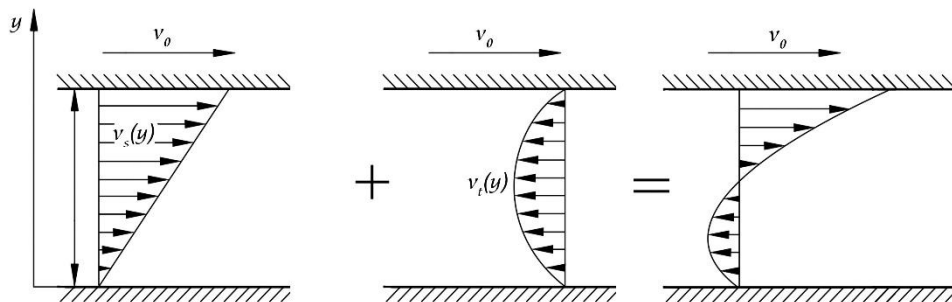
8. ábra A torlóáramlásból eredő sebességeloszlás

Számítását az ömledékek résben való áramlására jellemző Hagen-Poiseuille összefüggésből tudjuk származtatni:

$$\dot{V}_t = \frac{1}{12} \cdot \frac{bh^3}{\eta} \cdot \frac{\Delta p}{l} \quad (6)$$

ahol a b és h ismert (6. ábra) η anyagjellemző, l a vizsgált szakasz hossza és Δp a nyomásesés. A résáramlást általában el szoktuk hanyagolni és nem kopott csigánál a polimer film jó tömítése miatt valóságban is elhanyagolható. Kopás esetén azonban a rés δ méretének harmadik hatványával kezd el növekedni.

Az eredő sebességeloszlás a két komponens összege lesz (9. ábra)



9. ábra A sodróáramlásból és a torlóáramlásból eredő sebességeloszlás

A két sebesség viszonyára a csiga ún. zártsági foka (a) a jellemző, ami a torló és a sodró áramlások hányadosa. Az ömledékáramlás nagymértékben függ az alapanyag viszkozitásától.

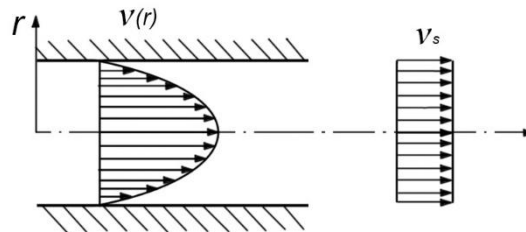
$$a = \frac{\dot{V}_t}{\dot{V}_s} \quad (7)$$

2.4. Extruderszerszámok és segédberendezések

Az extrudercsiga végső pontja után kialakuló, a legtöbbször kör-keresztmetszetű polimer anyagáramot elvileg bármilyen szabályos vagy szabálytalan keresztmetszetű anyagárammá alakíthatjuk, majd lehűtése után féltermékké, szerkezeti elemként szolgáló csővé, lemezzé, profillá stb. dolgozhatjuk fel. A végtermék formájának kialakítását az extruderszerszám végzi. A szerszám és az extruder között azonban még kiegészítő alkatrészeket is találhatunk. Az extrudert elhagyó ömledék egy távtartó tárcsán vagy egy úgy nevezett törőtárcsán (breaker plate) és az esetlegesen hozzá kapcsolódó ömledékszűrőkön halad át. A távtartó tárcsa funkciója, hogy az extruder szerszámot pozícionálja az extruder hengerhez, hogy az ömledék szerszámba történő átáramlása egyenletes legyen. A törőtárcsa egy plusz nyíró igénybevételt jelent az ömledékre nézve, amellyel még jobb homogenizálást érhetünk el. Amennyiben az esetleges szennyeződések eltávolításának céljából ömledék szűrést is meg kívánunk valósítani az ömledékszűrőket minden esetben a törőtárcsa támasztja meg. Ömledékszűrő alkalmazása esetén törekednek olyan kialakításra, amely akár gyártás közben lehetővé teszi ennek a szűrőnek a cseréjét.

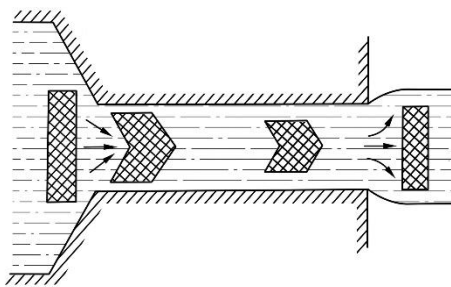
Egyes extruder szerszámok esetén szükséges lehet plusz nyomásfokozásra, egyenletes nyomásprofil kialakítására (pl. síkelemes extrúzió) is. Ezt legtöbbször fogaskerék szivattyú segítségével segítik elő, amely megfelelő kompresszió kialakítására képes kisebb viszkozitású ömledékek esetén is. A szerszámalkakítás során különös tekintettel kell lenni a polimerek viszkoelasztikus karakterére, hiszen ez „szabálytalan” áramlási jelenségeket eredményeznek amelyek, korlátozzák a profilkialakítás szabadságát. Tehát a valós polimer ömledékben annak felépítéséből (hosszúlánú molekulák) fakadóan a newtoni folyadékoktól eltérő áramlási viszonyok lépnek fel. Egyfelől a túlságosan nagy keresztmetszet változás esetén az ömledék nyírószilárdságát átlépve ömledék törés jöhet létre, ez a törés a szerszámüregen végigfutva elérheti annak végét és instabil kiáramláshoz vezet, jellemzően a kilépő ömledéknek spirális alakja lesz. A polimer ömledék esetén is felléphet a szerszám falánál az akadozva csúszás (stick slip) jelensége, amely szintén a szerszámot elhagyó ömledék instabilitását eredményezi. A cábabőrösödés jelensége már gyakrabban tapasztalható. A kilépéskor a szerszám fala és az ömledék között megszűnik a kapcsolat. a szabadsugarban a sebesség profil megváltozik az keresztmetszet mentén a sebesség egyenletessé válik (10. ábra). Ez a folyamat a keresztmetszet külső részén sebesség növekedést

jelent, amely az ömledékben húzó feszültség kialakulását eredményezi. A sebesség profil nagy különbségei esetén ez a feszültség az ömledék felületének felszakadozásához, pikkelyesedéséhez vezet amit „cápbőrnek (sharkskin) nevezünk.



10. ára: Ömledék sebességprofilja a szerszámban és a kilépett szabadsugárban

A szerszámot elhagyó ömledék esetén még figyelembe kell venni, hogy a newtoni folyadékokhoz képest a szabadsugár átmérője nem csökken, hanem növekszik köszönhetően a polimer rugalmas viselkedésének még ömledék állapotában is. Ez egy dugóval szemléltethető (11. ábra) amely a középső zónában csúszik, a szűkületben deformálódik és rugalmas nyírófeszültség ébred benne, ez előrehaladás közben relaxálódik, majd a kilépve a csatornából a feszültség feloldódik és részben visszanyeri alakját a dugó. Ez a növekedés tehát a létrejött termék keresztmetszetének a változását eredményezheti. Ez a duzzadás csökkenthető a hőmérséklet, a csatorna hosszának és a tartózkodási idő növelésével, valamint a moltömeg csökkentésével.



11. ábra Ömledék duzzadásának szemléltetése kifolyásnál

Fontos, hogy ehűtéskor az extrudált termékbe, profilokba esetlegesen befagyott feszültségek később, a tartós igénybevétel során helyileg eltérő relaxációs jelenségeket, méretváltozást, torzulást, feszültségi repedezést, korai tönkremenetelt okozhatnak. Ezek jó része az extruderszerszám tervezése során elkerülhető. Célszerű tehát áttekintenünk a polimer extrúzió szerszámainak bevált alaptípusait.

Az extruder végére illesztett szerszámok közös vonása, hogy az anyagáramot a következő szakaszokon átvezetik:

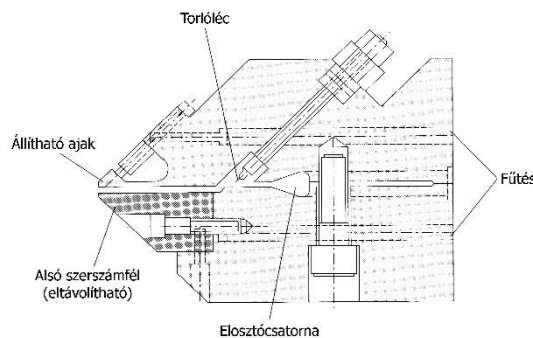
- - átmeneti szakasz
- - alakadó szakasz
- - simító („vasaló”) szakasz

Az átmeneti szakasz a kör-keresztmetszetű viszkózus anyagáram átvezetését biztosítja. Az alakadó szakasz már a kívánt adott keresztmetszet képét alakítja ki. Ezt a keresztmetszetet a következő vasaló szakaszban valamelyest még szűkíteni érdemes: a profilt ebben a szakaszban stabilizálják: a helyi nyomás enyhe növelésével még „kivasalják”.

A szerszámból kilépő polimer anyagáram még nem teljesen szilárd. A végső megszilárdulás az extrudert követő *kalibráló* egységben következik be, amelyben a kívánt méretpontosságot biztosítjuk.

A lemezgyártás szerszáma

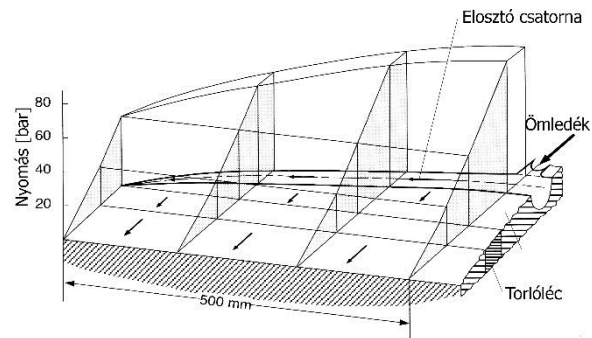
Lemeznek a műanyagiparban a 0,5 mm-nél (sőt: a leggyakrabban 1 mm-nél) vastagabb síklemezt nevezik. A vékonyabb termék, a néhány tized mm vastag, vagy annál is vékonyabb fólia ugyanis alkalmazástechnikájában eléggé elkülönül, és jellemzően azokat fóliafúvással állítják elő. A síkfólia/lemez elsősorban rövidtávú célra (csomagolóstechnika, agro-fólia stb.) használatos, tekercsben forgalmazott termék. Tipikus gyártószerszám, az úgynevezett szélesrésű szerszám a következő ábrán (12. ábra) látható.



12. ábra Szélesrésű szerszám

Az alapvető feladatot az jelenti, hogy egy kör-keresztmetszetű anyagáramot kell egyenletesen, síkban szétterítenünk, akár 2000 mm-nél is szélesebb 15 mm-nél is vastagabb lemezzé. Az ömledék először egy „vállfa” (coat-hanger die) alakú **elosztócsatornába** jut, majd az egyenletes anyagáram megvalósításában kulcsszerepet játszó **torlóléc** útjába kerül, amely az anyag egyenletes elosztásán túl, megtörve az anyagáramot, a keresztmetszet mentén egységesebb áramlási sebességet alakít ki. Torlólécet jellemzően 1 mm-nél nagyobb termékek gyártásához szükséges

szerszámba építenek be. A szétterített anyagáram leginkább egy delfin vagy egy cápa farkához hasonlít (13. ábra) Az anyagáram egy **állítható ajakon** keresztül hagyja el a szerszámot, amely még egyenletesebbé teszi a termék vastagságát.

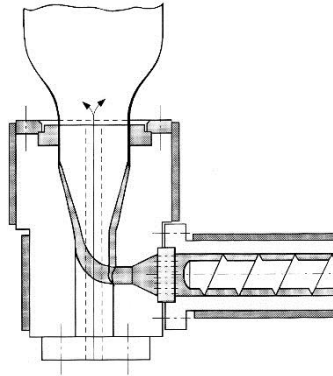


13. ábra Szélesrésű szerszám nyomásviszonyai

Az ilyen módon előállított lemezt egy hengerson vezeték keresztül, amely a végső lemezvastagság, a felületi érdesség beállítását, valamint az anyag hűtését végzi.

A fóliafúvás szerszáma

A csomagolástechnika leheletvékony tasakjaitól a mezőgazdasági hajtatóházak 0,2 mm vastag és akár 16 m szélességű agrofóliáig a vékony PE filmek nagy része tömlő extrúzió technikájával készül. A tömlőfúvás (fóliafúvással) technológiájának elve jól hasznosítja a polimerek viszkoelasztikus állapotban megfigyelhető jelentős nyújthatóságát és az ezzel együtt megjelenő szilárdságnövekedést. A tömlőfúvás technológiáját kifejezetten az LDPE típusokra optimálták, de hasonló módszerrel fel lehet dolgozni HDPE-t, LLDPE-t. Az extrúzió során az anyagáramot egy un. pinolén típusú szerszámra vezeték rá, ahol ezt 90°-ban elforgatják és cső alakú előgyártmányt állítanak elő, majd belső túlnyomás alkalmazásával ballont képeznek és az így gyártott polimer ballont hajtogatják, tekerceslik (14. ábra).

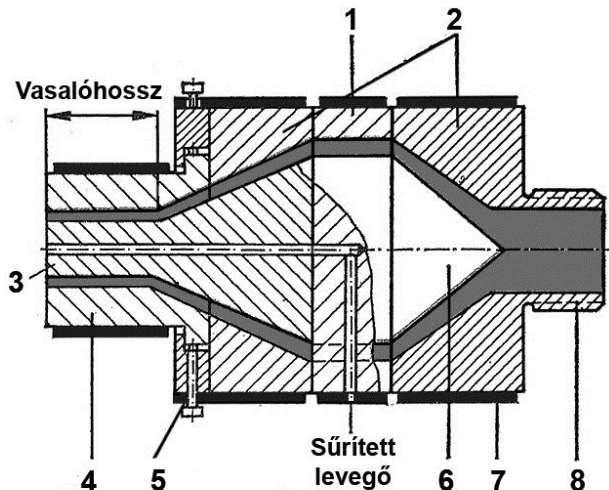


14. ábra Főliatömlő extrúziója

A csőgyártás szerszáma

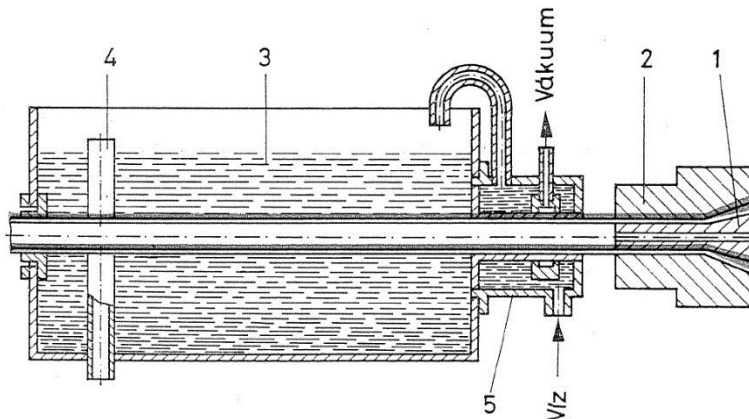
A szintetikus polimerek építőipari, épületgépészeti alkalmazásai között a legfontosabb a műanyag-csőgyártás. A csőszerszám egy példája látható a következő ábrán (

15. ábra). Az ömledékáram egy körszimmetrikus magot (torpedó) kerül meg, majd a végső méretre szűkítve hagyja el a szerszámot.



15. ábra Csőgyártó-szerszám: 1, magtartó; 2, szerszámház; 3, mag; 4, csőszerszám; 5 központosító; 6, kúp; 7, fűtőszalag; 8, menetes csatlakozó az extruderhez

Ezután következik a cső kalibrálása, amely rendszerint vákuum, vagy túlnyomásos levegővel történő kalibrálás lehet. A vákuumkalibrálás vízzel hűtött kalibrációszerkezettel történik (16. ábra). Az extruder szerszámból kilépő cső, gumitömítésen keresztül belép egy csökkentett nyomású tartályba, ahol vízfürdőbe merülve egyre szűkebb belső átmérőjű kalibráló lemezek között hűl le. A vákuumkalibrálás a cső külső méretét rögzíti a kívánt pontosságban.



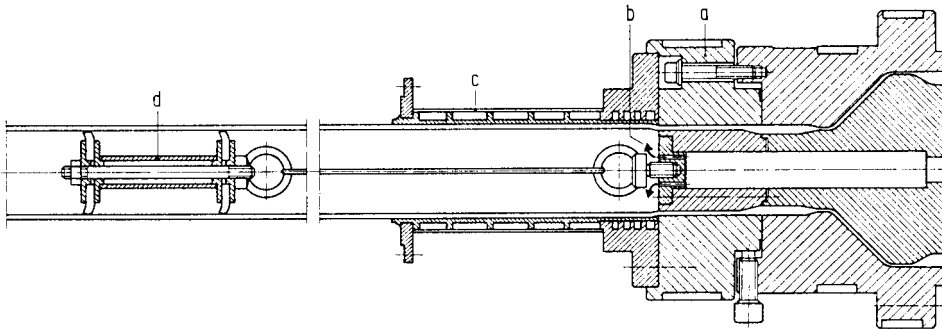
16. ábra A cső külső méretének kalibrálása vákuumkalibrálóval

1, tüske; 2, csőszerszám; 3, hűtővíz; 4, túlfolyú; 5, vákuumkalibráló

A kalibrálás másik lehetősége, ha túlnyomást hozunk létre a még képlékeny csőben, és azt a külső kalibráló falához szorítjuk (17. ábra). A sűrített levegő bevezetése a szerszám felől történik

(

15. ábra). A vonszolt dugó feladata, hogy megtartsa a csőben a nyomást. Ha a cső belső méretét kell kalibrálni, akkor a csövet egy hosszabb, hűtött vonszolt dugón húzzák át.



17. ábra A cső külső méretének kalibrálása belső túlnyomással

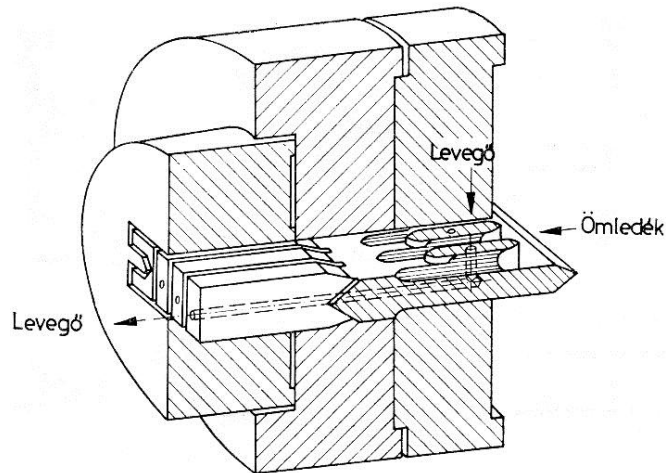
a, a csőszerszám kilépő része; b, sűrített levegő bevezetés; c, hűtött kalibráló szerszám; d, vonszolt dugó

Profilszerszámok

Az extrúzió technikája sokféle bonyolult alakú, többszörösen üreges profilok gyártását is lehetővé teszi. A kPVC-ből készült mérettartó és viharálló ablakprofil jó mechanikai „tartását”, merevségét és hőszigetelő képességét többszörösen összetett üreges (szekrényes) szerkezetének köszönheti.

A szerszámkonstruktor előtt álló feladat hasonló, mint a csőszerszámnál vagy a tömlőszerszámnál: az alapanyag ömledékáramát meg kell osztani, hogy körbejárhassa a szerszám magjait, majd újra egyesülve kialakítsa a profilokat (

18. ábra).



18. ábra Egy profilszerszám metszete

Ebben az esetben a kalibrációt rendszerint vákuummal végzik, a belső nyomással történő kalibráció nem megvalósítható, hiszen ahhoz több, akár igen bonyolult formájú vonszolt dugót kellene alkalmazni.

3. A mérés leírása, elvégzendő feladatok

A mérés menete:

- Az extruder indítása
- Az adott paraméterek változtatása mellett az anyag tömegáramának meghatározása.
- Kiértékelés

4. A mérés során használt gépek, berendezések, eszközök

- Labtech scientific 25-30C egycsigás extruder
 - Henger hossza: 30 L/D
 - Maximális extrúziós hőmérséklet 300°C
 - Csigá maximális fordulatszáma: 300 1/perc
 - Csigáátmérő: 25 mm
- Szállítószalag
- Mérleg
- Gyártott extrudátumok újrahasznosítási célból történő granulálása

5. A témához kapcsolódó fontosabb szavak angolul, németül

Magyar	Angol	Német
csiga	screw	e Schnecke
deformáció komponens	deformation component	e Deformation komponente
extrúzió	extrusion	e Extrusion
fólia	foil	e Folie
viszkózitási tényező	coefficient of viscosity	r Viskositätsfaktor
szerszám	die	s Werkzeug / e Form
ömladék	melt	r Schmelz

6. Ajánlott irodalom

1. Czvikovszky T., Nagy P., Gaál J.: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000
2. Schwarz O., Ebeling F. W., Lüpke G., Schelter W.: Műanyagfeldolgozás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

Név:

Minősítés:

Neptun kód:

Dátum:

Ellenőrizte:

Gyakorlatvezető:

1. Feladat

Az extruder kihozatalának meghatározása, különböző extrudálási paraméterek mellett.

2. Alapadatok, mért és számított eredmények

A vizsgált anyag típusa:

Fordulatszám [1/perc]						
Feldolgozási hőmérséklet [°C]						
Mért tömeg [g]						
Mérési idő [s]						
Kihozatal [g/perc]						

3. A mért eredmények ábrázolása

