



POLIMERTECHNIKA

NGB_AJ050_1

Polimer kompozitok technológiái

DR Hargitai Hajnalka

2011.11.30.

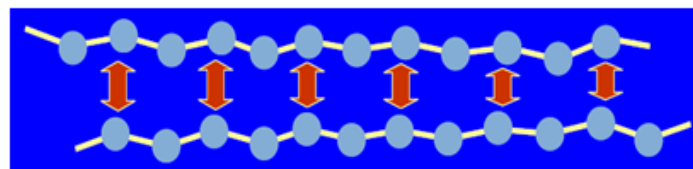
A **kompozitok** két vagy több összetevőből álló **társított anyagok**, ahol az alkotók között jó az együttműködés (**erős határfelületi tapadás / jó adhézió**), és ez az igénybevétel magas szintjén is tartósan fennmarad.



Hőre lágyuló műanyagok

Kristályos: LDPE, HDPE, PP, PA, PET

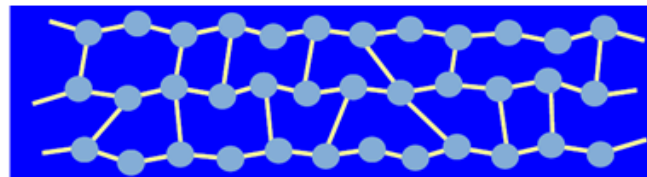
Amorf: PVC, PS, PMMA, PC



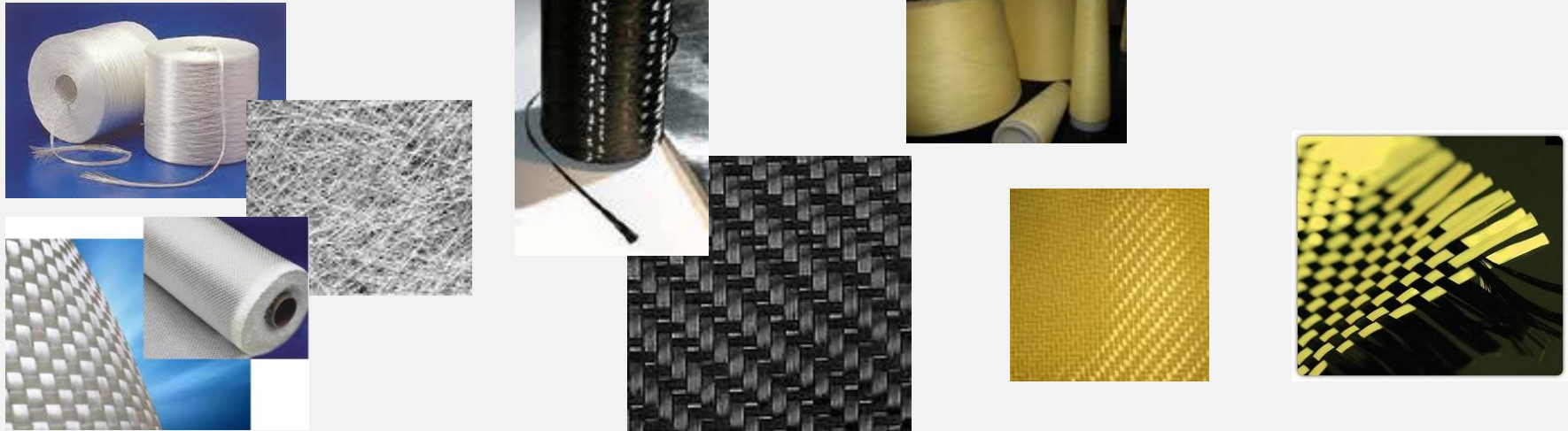
Hőre nem lágyuló (térhálós) polimerek

Ritka térhálós elasztomerek: TPE, PUR

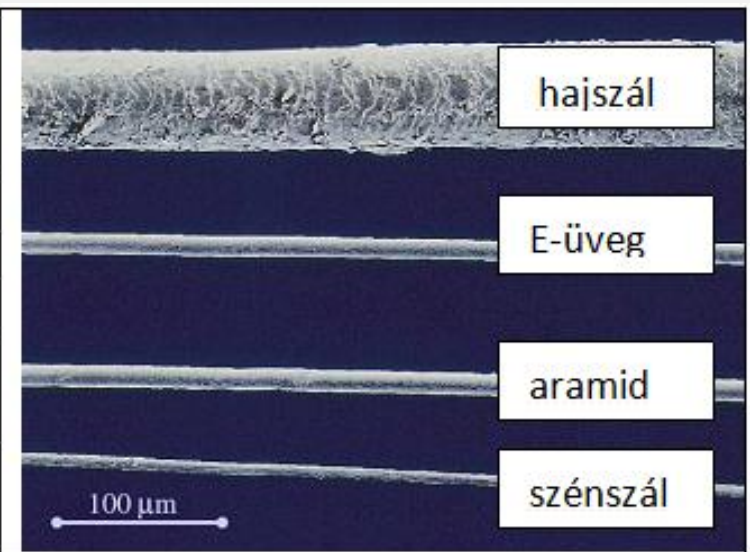
Sűrű térhálós duromerek: UP, EP



Erősítő szál/-struktúra



	Sűrűség [g/cm ³]	Rugalmassági modulus [GPa]	Szakító- szilárdság [GPa]
E-üvegszál	2,5	73	3,5
<u>Aramidszál</u>	1,45	130	2,7
Szénszál	1,8	544	2,6
Polietilénszál (Spectra)	0,97	73-120	2,3-3,6
<u>Eutektoidos acélhuzal</u>	7,8	240	4,0



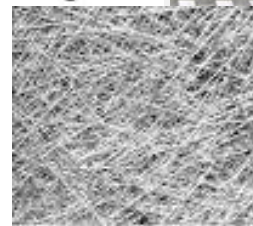
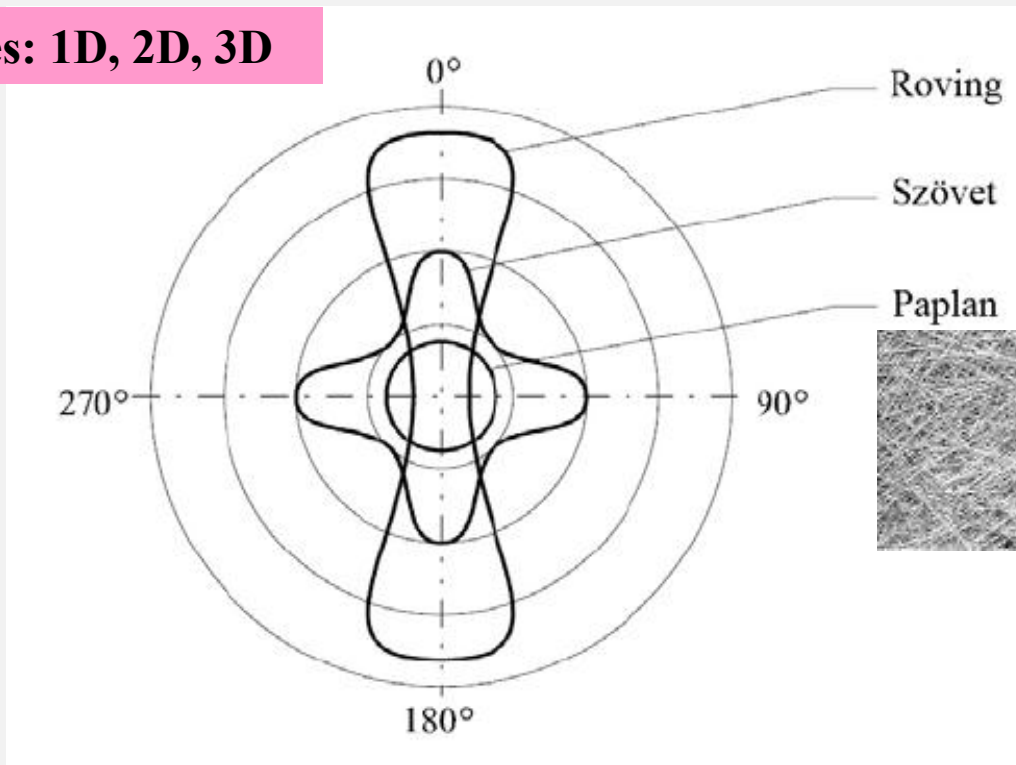
Az erősítőanyag kiserelési formák mechanikai tulajdonságai

Húzószilárdság és rug. modulusz jellege a terhelési szög függvényében



POLÁRDIAGRAM

Kiserelés: 1D, 2D, 3D



Hőre nem lágyuló mátrixú

- **Kézi laminálás**
- **Prepreg gyártás (impregnált rétegek folyamatos eljárással)**
- **Vákuum injektálás**
- **stb.**

Hőre lágyuló mátrixú

- **Ömledékkeverés extruderben**
- **GMT, Hibrid flisz technológia**
- **Fröccsöntés**
- **stb.**

Hőre nem lágyuló kompozitok

Mátrix anyagok:

- általában epoxi, vinilészter és poliészter gyanták

Erősítőanyagaik

- elsősorban az üvegszál, szénszál és aramidszál.

Alkalmazás:

- autóipar,
- repülőgépgyártás,
- hajógyártás
- Építészet,
- Stb.

Hőre keményedő kompozit termékek gyártási technológiái

- Fő műszaki előny: Réteges felépítés



- Termék mechanikai tulajdonságainak optimalizálása minimális önsúly mellett az igénybevétel erővonalai mentén

A konstrukciós feladat lépései

- A fő terhelési irányok meghatározása
- A rétegek méretezése
- A rétegrend kialakítása
- Egyéb gyárthatósági paraméterek:
költségek, szériaszám, technológia



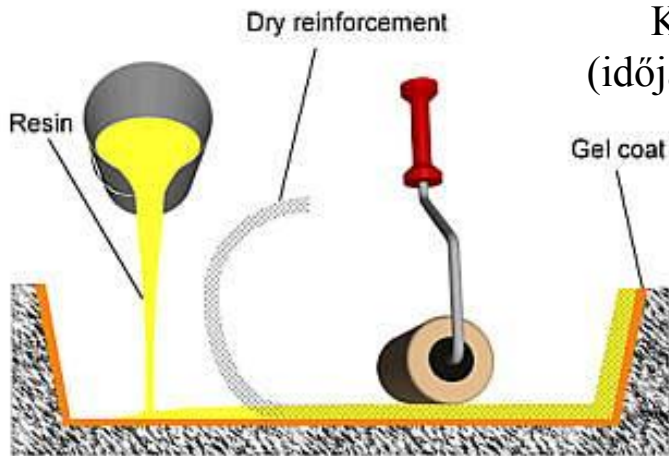
Gyártástechnológia
kiválasztása

A hőre nem lágyuló kompozitok legfontosabb gyártási technológiái

- Kézi laminálás
- Szórás
- Vákuum-injektálás
- Sajtolás (BMC, SCM, GMT)
- SMC
- BMC
- Pultrúzió

1. Kézi laminálás

- Prototípus, kis sorozatgyártás
- Formaleválasztó alkalmazása, akár több 10 réteg erősítőanyag
- Légzárvány kigörgőzése
- Beépíthetők bordák, fémbetétek, megvastagítások, stb.
- Szendvicsszerkezet is készíthető
- Utólagos emelt hőfokú térhálósítás ajánlott



Környezeti hatásoknak
(időjárás, mechanikai behatás)

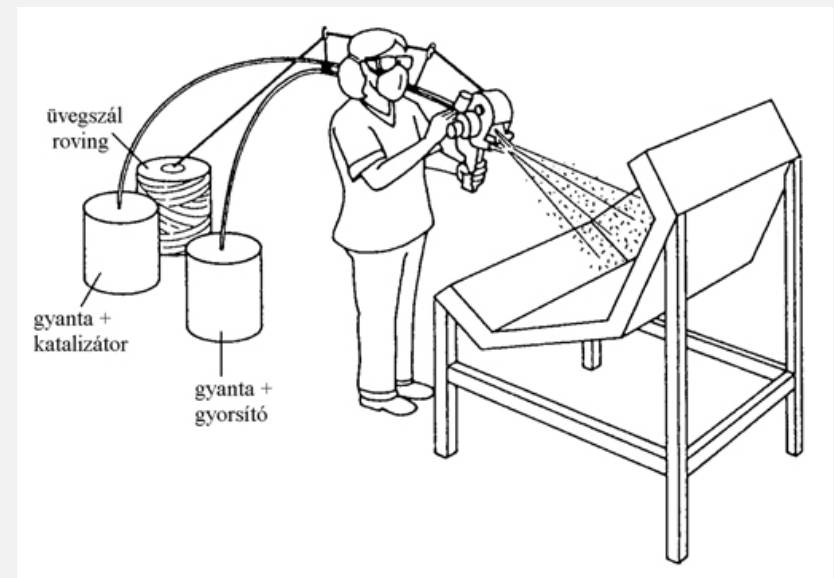


1. Kézi laminálás

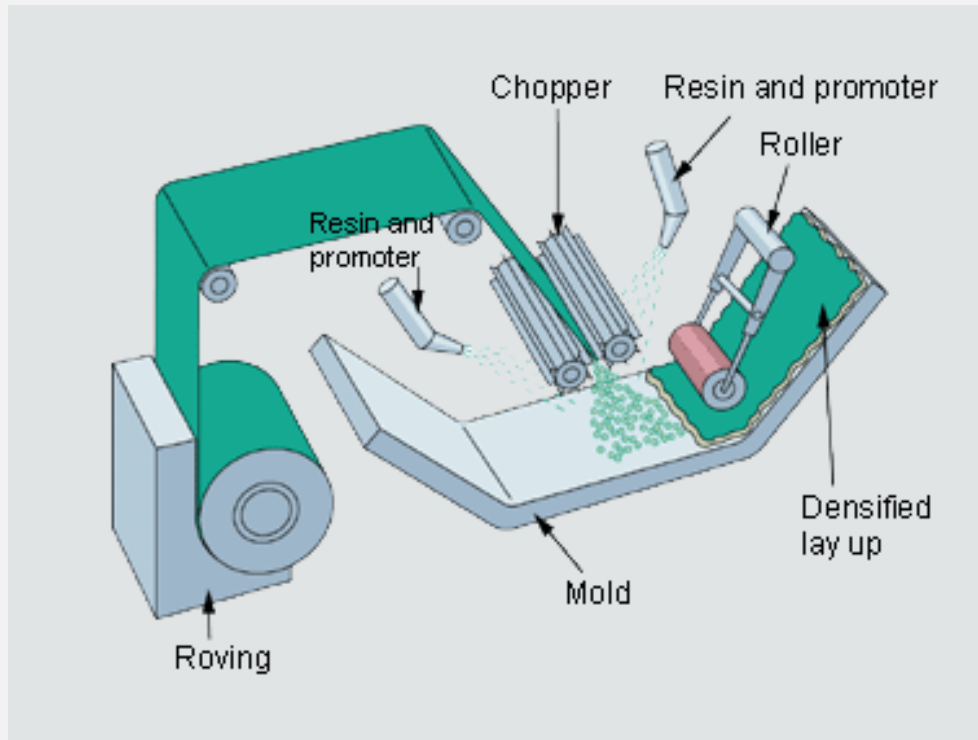
- berendezés, és szerszám, alapanyag: olcsó
- Munkaerő: drága
- Kis, közepes széria
- Hosszú ciklusidő
- Egészségkárosító hatás: magas
- Tetszőleges geometria, szép felület, közepes pórustartalom
- Gyenge, közepes mechanikai tulajdonságok



- A laminálási technológia némileg „gépesített” változata, Közepes széria
- szórópisztolyból egyidejűleg szórunk fel – akár függőleges felületre is – vágott üvegszál-rovingot, iniciátorral és gyorsítóval kevert gyantát.
- Hajótestek, lemezszerű panelek



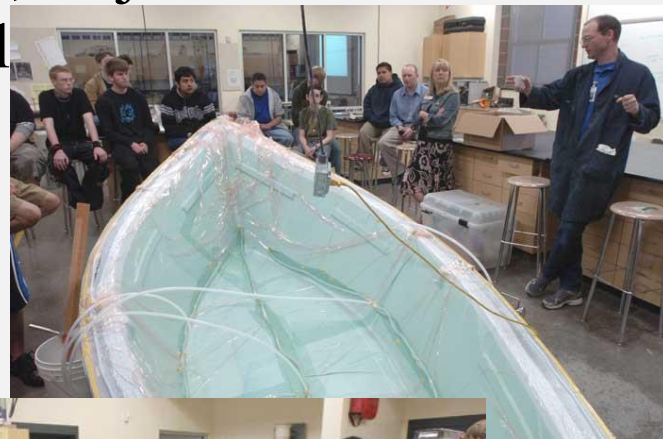
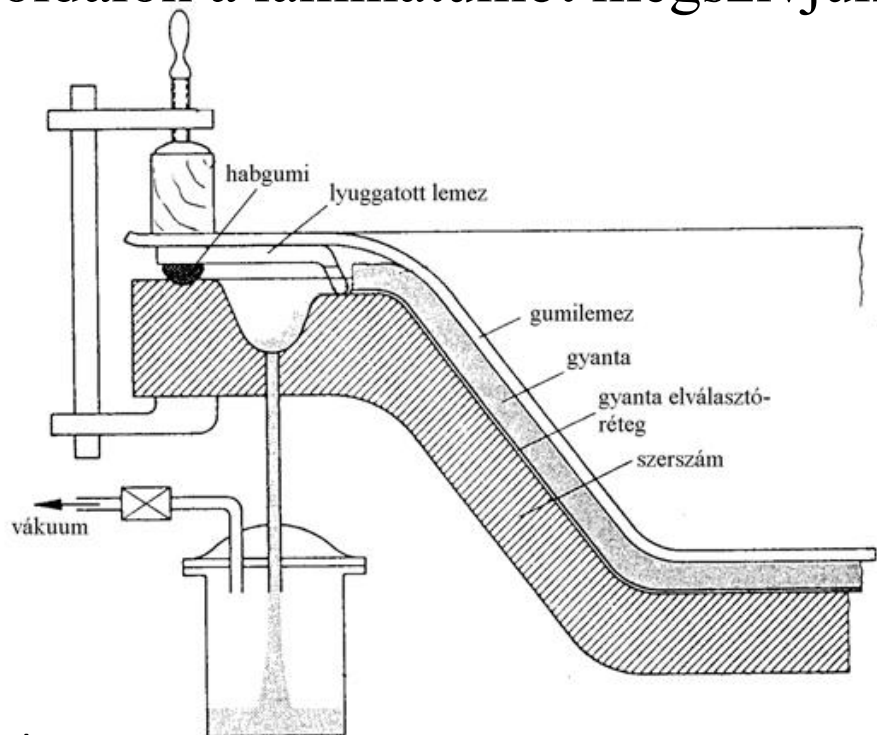
- fontos a mátrix gyanta és az erősítőszál közé szorult levegő eltávolítása.



Vákuum-injektálás

Az erősítőrétegeket előre a szerszámba helyezük.

Folyékony gyantával való feltöltés vákuummal, majd a szerszám felőli oldalon a laminátumot megszívjuk vákuummal.



video:

http://wn.com/Fiberglass_vacuum_moulding

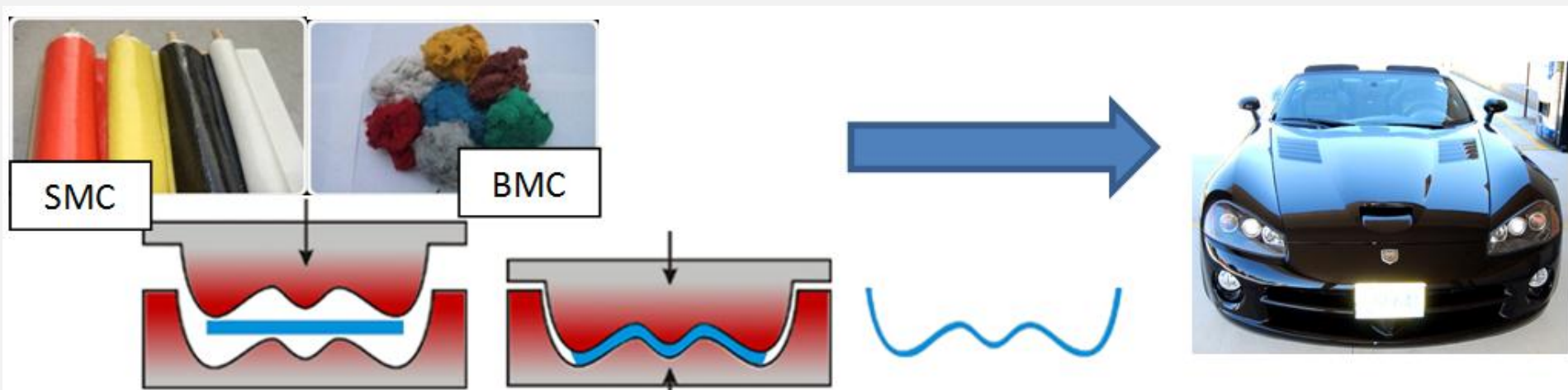
Kétrészes fűtött szerszámban végzett nyomásos eljárás, amelyet sorozatgyártásnál alkalmaznak (pl. a korszerű kamion–vezetőfülkék, autóbusz és személyautó karosszériaelemek).

Az előgyártmány lehet:

BMC: *Bulk Molding Compound*: „alaktalan” kompozit előimpregnátum („*premix*”) szálerősítésből és mátrix oligomerből,

SMC: *Sheet Molding Compound*: lemezformájú kompozit előgyártmány („*prepreg*”) tekercs alakban tárolva.

SMC, BMC sajtolás



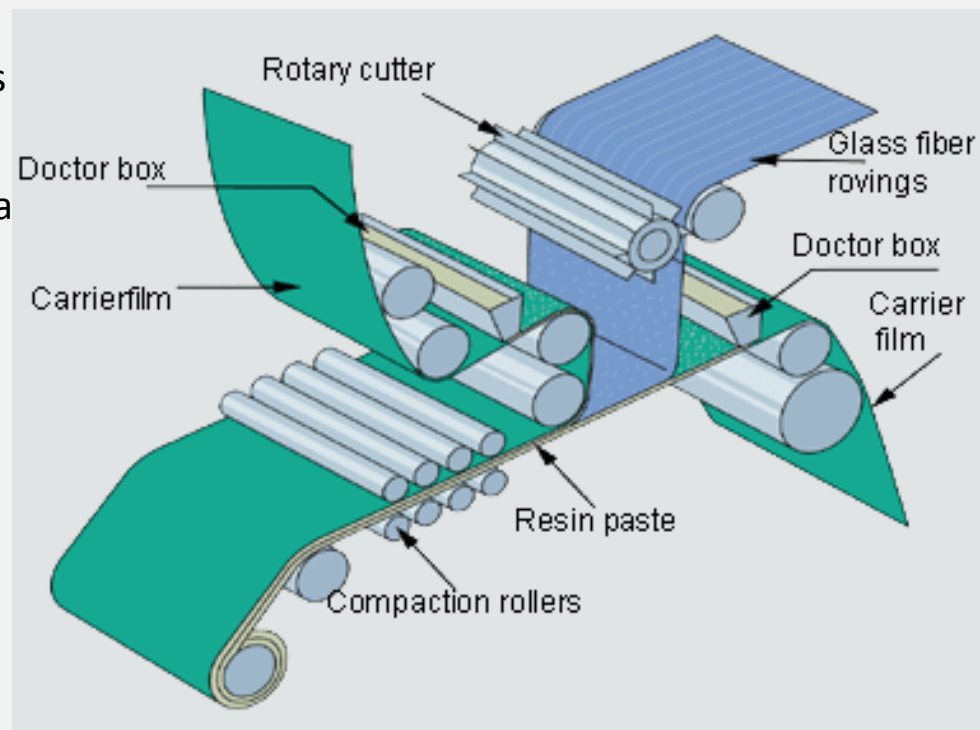
folytonos üzemű *lemezgyártás* képlékeny (még nem térhálósított!) tekercselhető előtermék két elválasztó fólia között (PE-film)

- 30–40 % vágott üvegszál: (~ 50 mm hosszú) *roving* (>1000 elemiszál-köteg, pászma)
- telítetlen poliésztergyanta-keverék
- adalékok

„*passzív*” *adalékok*: olcsó töltőanyagok, zsugorodás csökk. (CaCO_3 , talkum, PE-por).

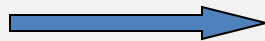
„*aktív*” *adalékok*: *fémoxidok* (MgO , ZnO) – növelik a viszkozitást, a gyanta nem „folyik ki” az üvegszál mellől.

Egyéb adalékok: csúsztatók, formaleválasztók, iniciátorok és gyorsítók - hónapokig eltartható a térhálósítás előtt.



SMC sajtolás

~ 20–40 bar nyomás
130–150 °C hőmérséklet
1–2 min/mm ciklusidő

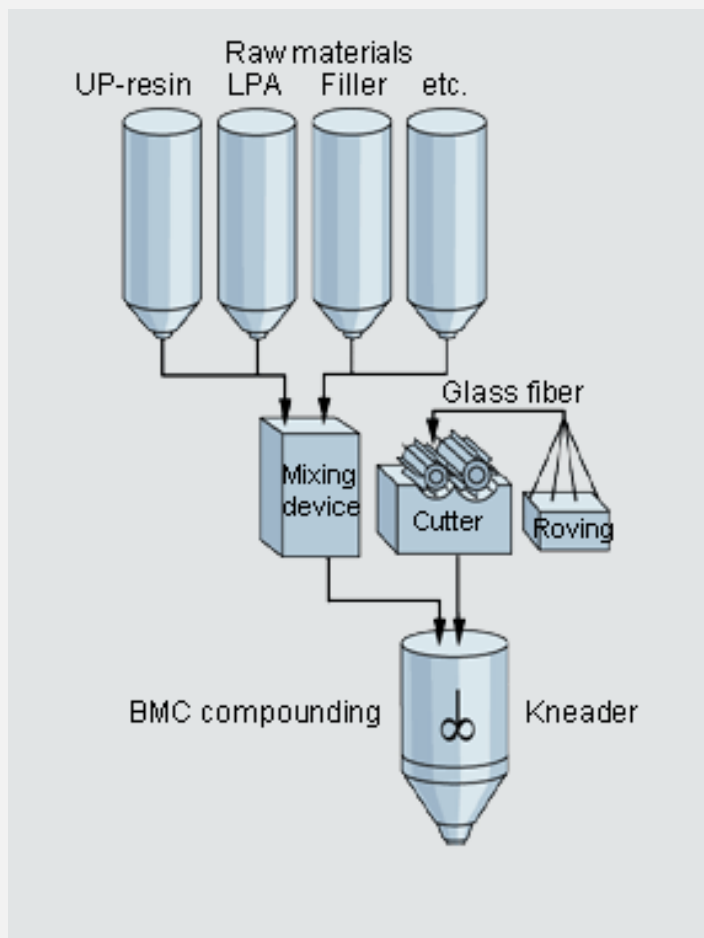


teljes térhálósodás.

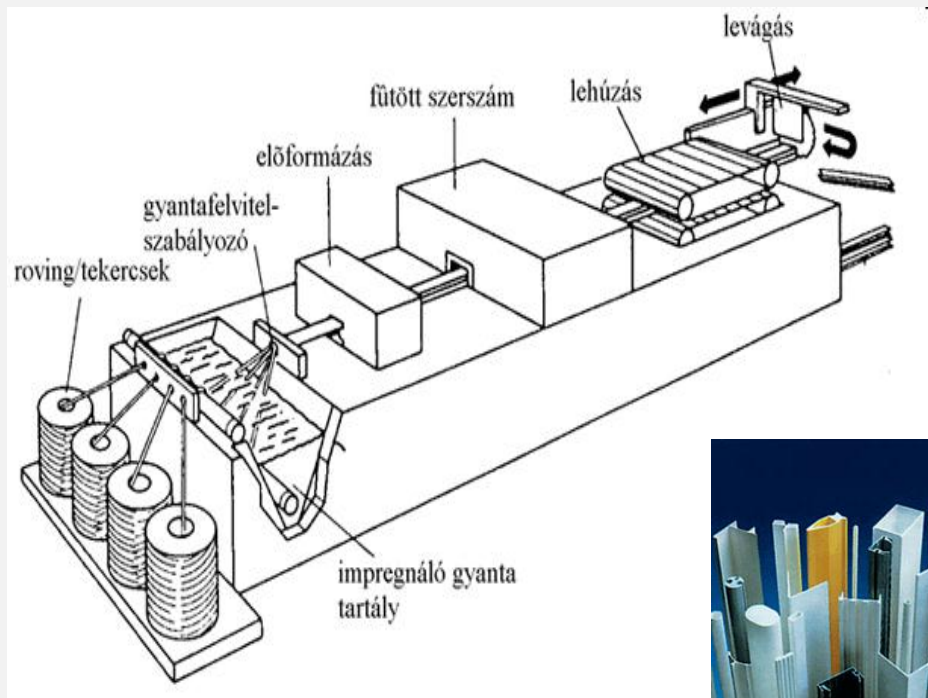
Az SMC (*prepreg*) először ömledékállapotba kerül: „megfolyik”, kitölti a szerszámüreget, majd hamarosan – a kémiai iniciátor hatására – a viszkozitás újra növekedni kezd és kialakul a térhálós, szálerősített rendszer.

Az SMC alapú teherautó- és személygépkocsi karosszériaelemek rendkívül nagy szilárdságúak, és nagyon jó ütésállóságú, szívós alkatrészek.





Az extrúzióhoz hasonló, folytonos technológia, amely hosszirányú, folytonos szállal történő erősítést tesz lehetővé. A térhálósítás befejeztéig jelentős húzásnak van kitéve a termék.



Stairtower



Floating Dock



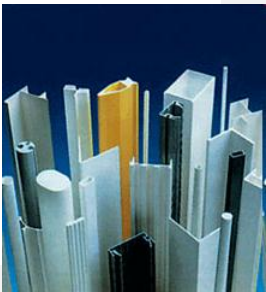
Tool Handles



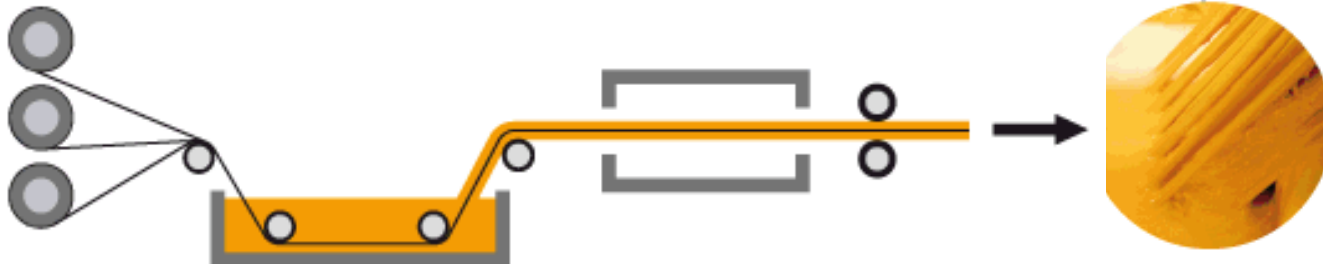
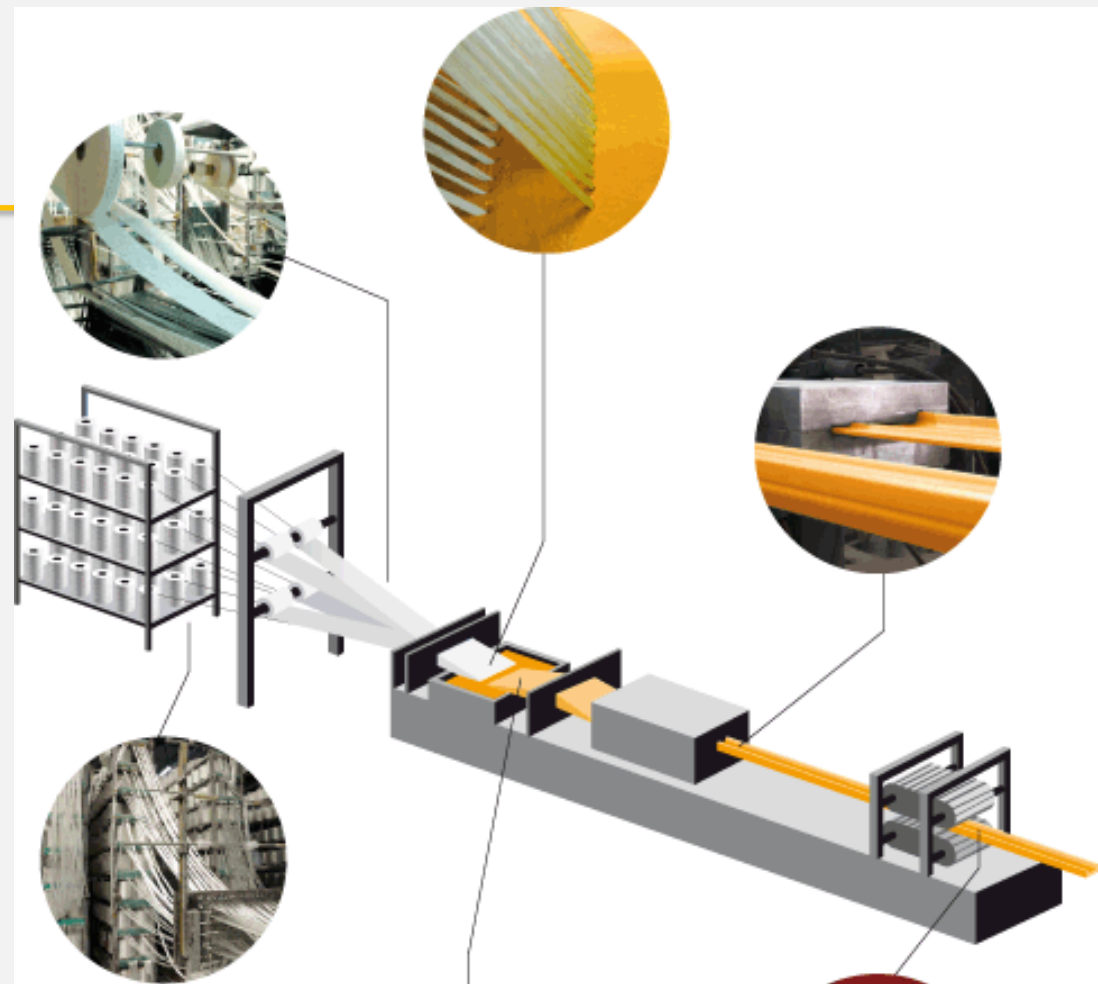
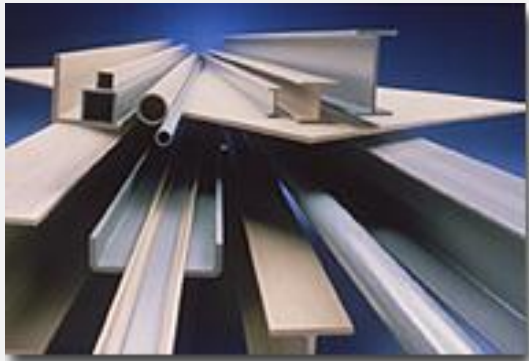
Cooling Tower Structure



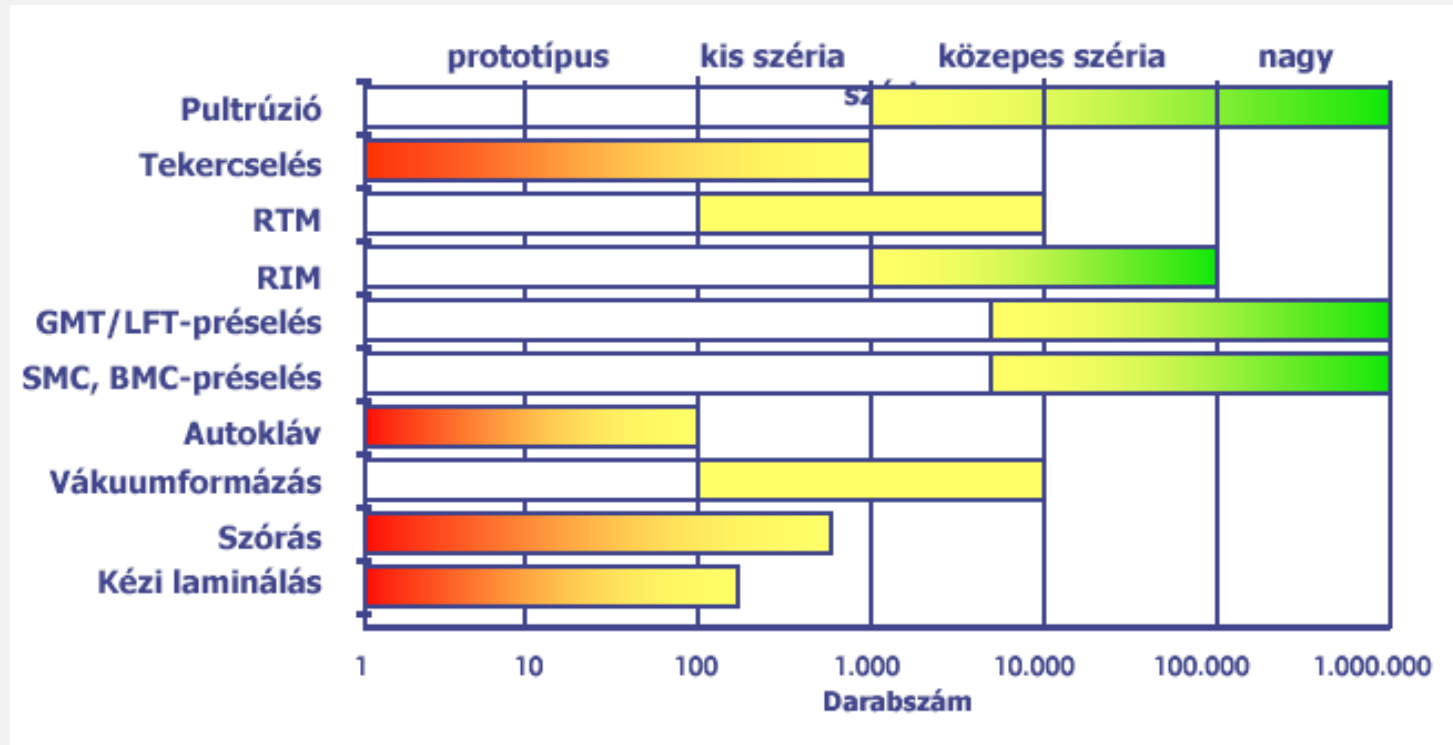
Ladder Rail



<http://fibrolux.com/hu>



Technológiai alkalmazság



Hőre lágyuló technológiák

Kompozit alapanyag gyártás

Ömledékkeverés extruderben

Flísz gyártás

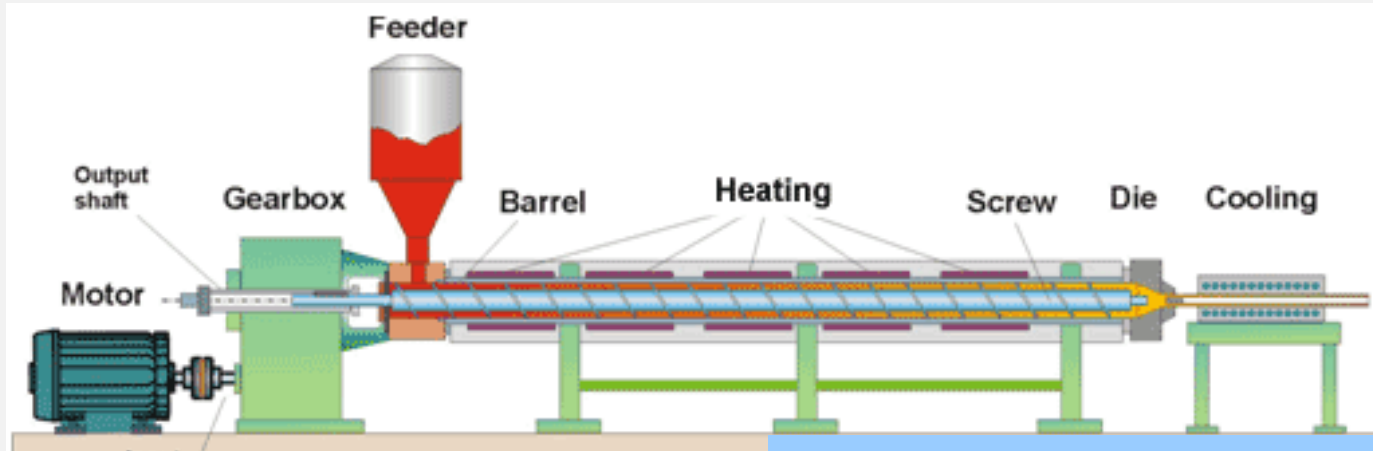
Kompozit termék gyártás

Extrudálás

Fröccsöntés

Hőformázás (vákuumformázás)

Rövidszálas kompozitok: Extrudálás



etető vagy „behúzó”
zóna

a polimer granulátum
betáplálása, az ömlesztés
kezdeté

sűrítő (kompressziós) zóna
Amorf anyagoknál hosszabb

az ömlesztés folytatása, befejezése, sűrítés
(komprimálás), homogenizálás

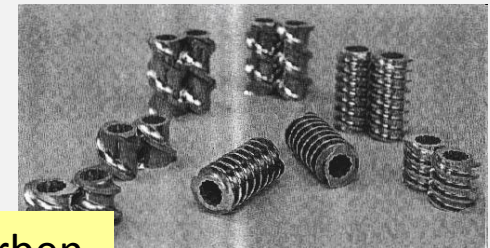
homogenizáló, kiszállító zóna (5...7 D)

a homogenizálás
befejezése, kisajtolás
megemelt nyomáson

A teljes csigahosszat a $L/D = 20...30$ arány jellemzi

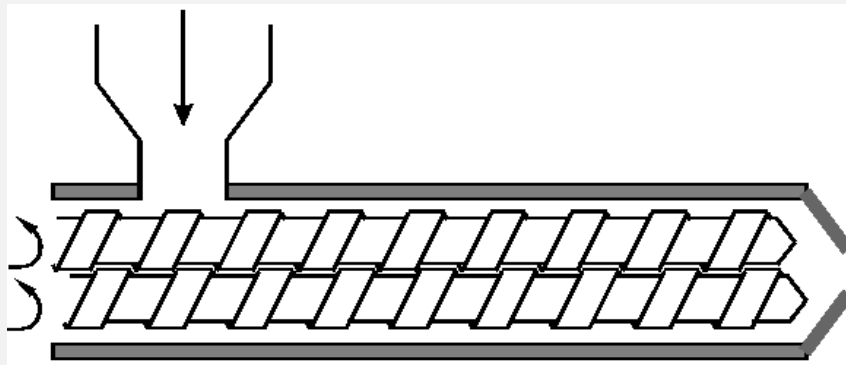
Polimertípusonként más csiga...moduláris csiga

Keverési hatások, szállítóteljesítmény fokozható kétcsigás extruderben

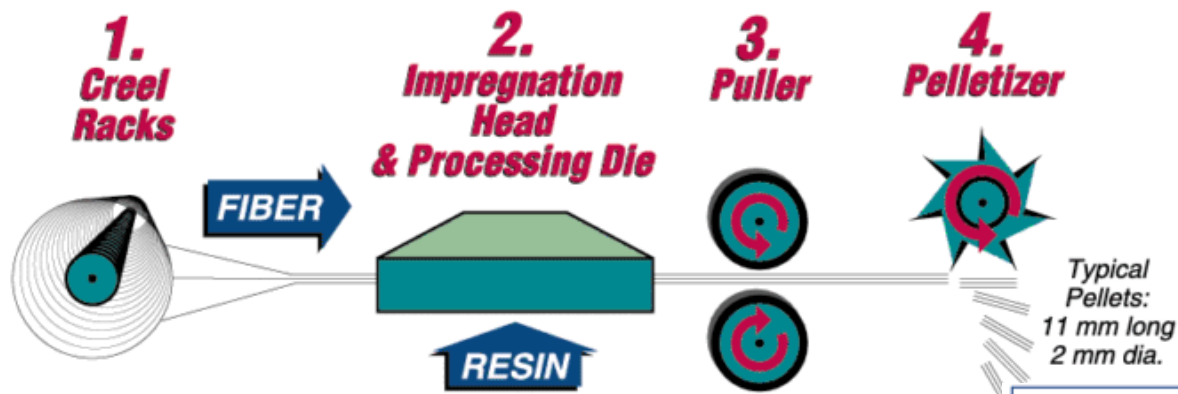


Ömledékkeverés

- Kétcsigás extruderben
- A polimer ömledék állapotban
- A szálak homogén elkeveredését az ömledék polimerben az extrudercsigákkal kifejtett nagy nyíró-/keverőhatás biztosítja.
- A kompozit előtermék granulátum.



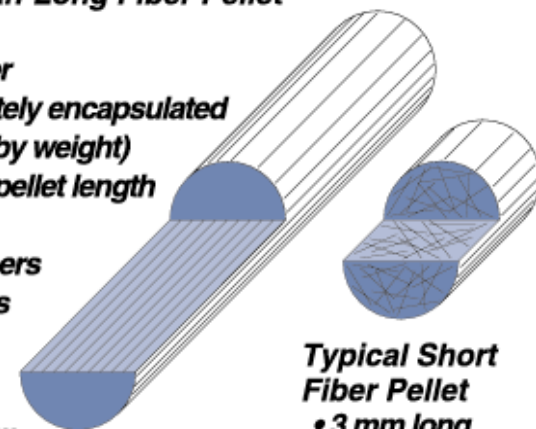
Hosszúszálas granulátum



Long Fiber vs. Short Fiber Pellets

Typical Celstran Long Fiber Pellet

- 11 mm long
- 3 mm diameter
- fibers completely encapsulated
- 30-60% fiber (by weight)
- fiber length = pellet length
- parallel fibers
- no random fibers
- no loose fibers



Typical Short Fiber Pellet

- 3 mm long
- random fibers
- 1 mm fiber length

Cutaways show parallel fiber orientation in Celstran vs. random orientation of fibers in short fiber pellets.

Hosszúszálas kompozitok, GMT

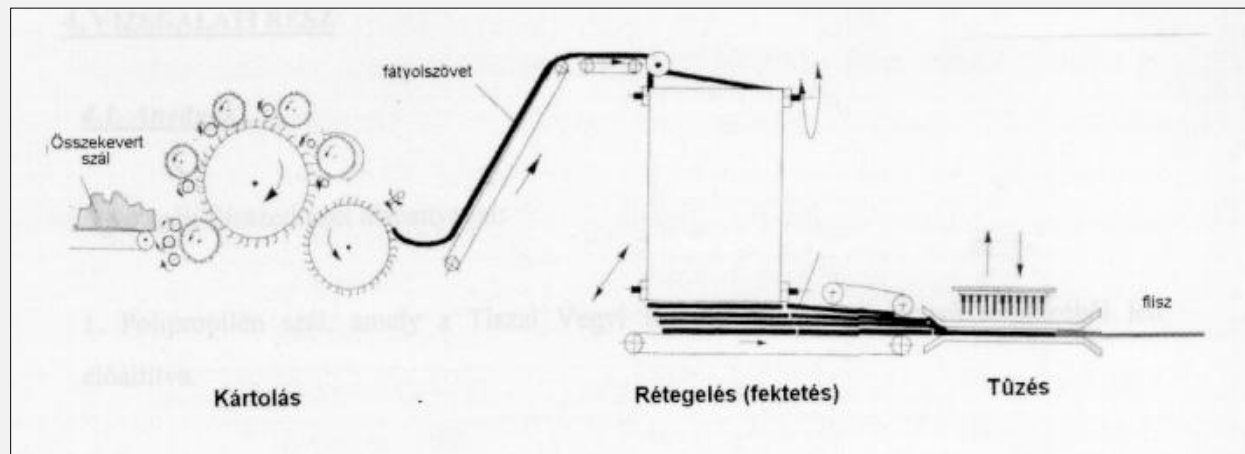
- Ütésállóság-javulás a rövidszálashoz képest, kiváló fizikai tul.
- GMT (Glass Mat Thermoplast) üvegszálból +hőre lágyuló polimer nem szőtt kelméje (paplanból)
- sajtolással alakítható
- autóiipari alkalmazás, stb.

SMC (UP GF) – szűk piac GMT (PP LGF)- nagyobb volumenű gyártás.



Előgyártmány erősítő és polimer szálból kiindulva, valamilyen textiltechnológiai eljárással (szövés, kötés, tűzés, stb.) kialakított 2D szerkezetet, növényi szálas kompozitoknál elterjedt alkalmazás.

- ☺ viszonylag jó impregnálódás
- ☺ széles tartományban változtatható az erősítőszál-tartalom
- ☹ Soklépcsős technológia, magas ár

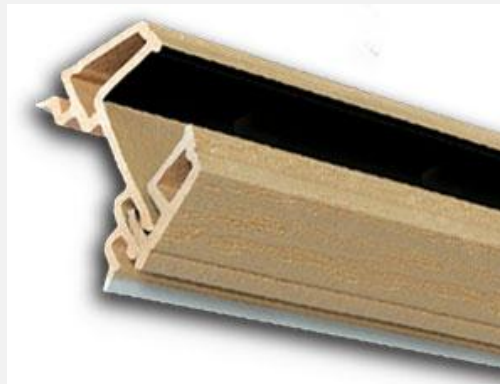


Sajtolással továbbfeldolgozható kompozitlemezzé, vákuumformázható

A kompozit granulátumot tovább feldolgozása, késztermék gyártása

Extrúzió:

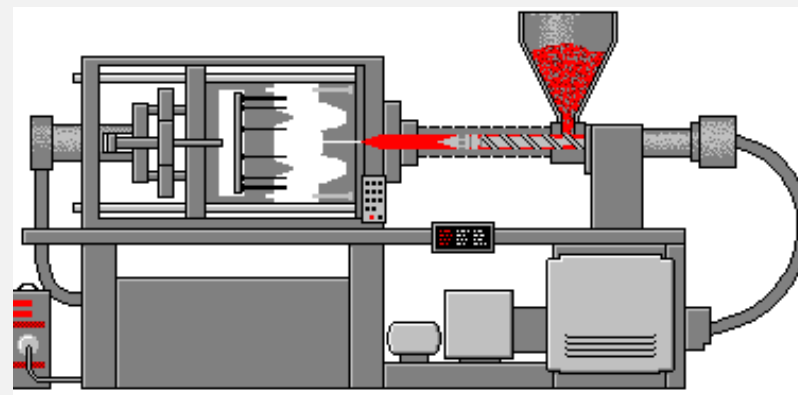
- Lemez
- Profiltermék.



Fröccsöntés

Hőformázás

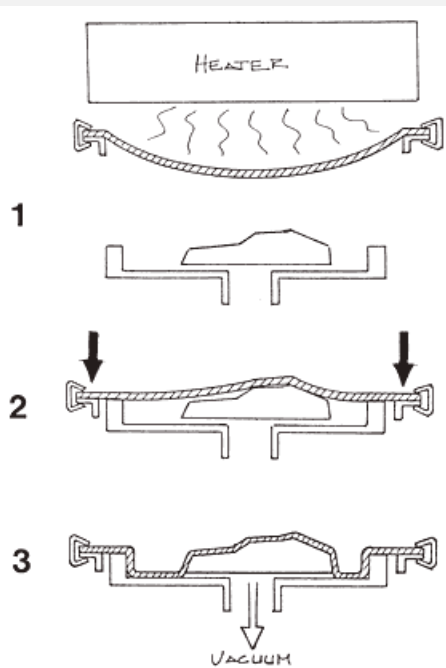
- a lemez félkésztermék
hőformázása
(vákuumformázás).



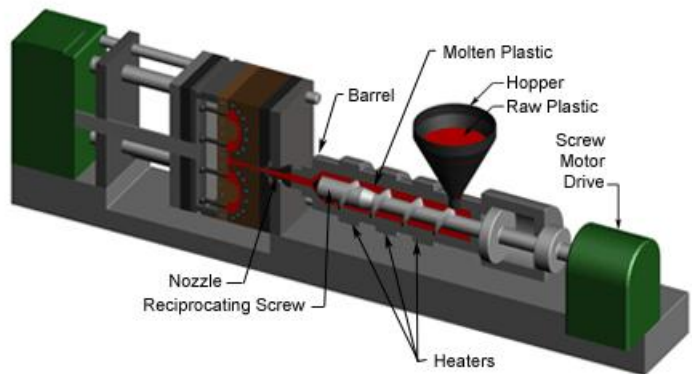




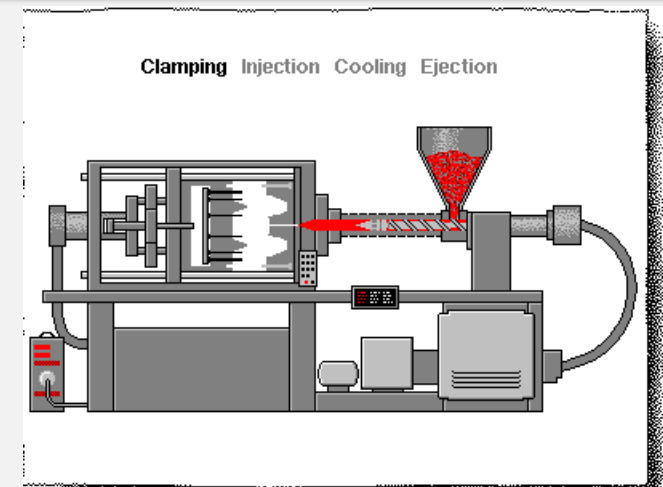
Vákuumformázás



Fröccsöntés



Copyright © 2007 CustomPartNet



További kompozit példák

PP-GF



Mazda: motor előtt-alatt lévő tartók, illetve az ajtók belsejében található tartóelemek

Click



PP-GF

AA(B)126ML-SC
(Üvegszálás polipropilén)



Öntisztító vezetékiszűrő



Üvegszálás poliészter tartályok



PP-GF

ventilátor



Hogyan készül az ütő?

- (1) Az erősítőszálakat (szén és/üveg) beágyazzák epoxigyantába.
- (2) A keletkező kompozitlapokat csíkokra vágják, és a csíkokat egy felfújható csőre tekerik úgy, hogy a szálak a megfelelő irányban álljanak. A csövet eltávolítható "mag" tölti ki.
- (3) A magot kiveszik, és a csövet ütő alakú öntőformába helyezik. Levegőt fújnak a csőbe, hogy az anyag felvegye a forma alakját, és közben a formát felmelegítik, hogy a gyanta megkeményedjen.
- (4) A kész ütőkeretet kiveszik a formából: csak a húrozás és a végső simítások vannak már hátra.



Szénszálas burkolat



Kompozit példák





POLIMERTECHNIKA

NGB_AJ050_1

Köszönöm a figyelmet!

hargitai@sze.hu

DR Hargitai Hajnalka

2011.10.19.