

6. Üreges testek gyártása



Az eddig megismert műanyagfeldolgozó eljárásokkal nem lehet gazdaságosan palackokat, tartályokat vagyis *üreges testeket* előállítani. Az ilyen termékek előállítására több módszert is kifejlesztettek. A leggyakrabban alkalmazott technikák:

- extrúziós fúvás
- fröccsfúvás
- rotációs öntés
- összeépítés két héjből.

Az *extrúziós fúvásnál* a hőre lágyuló műanyagból extrudált cső-darabot, (amely még nem hűlt le) behelyezik az alakadó szerszámba, és a csöbe vezetett sűrített levegővel a nagyrugalmas állapotban levő csövet nekikérik a szerszám falának.

A *fröccsfúvásnál* annyi a különbség, hogy a polimerből először előformát fröccsöntenek, és ezt helyezik el a végső alakot adó szerszámban, ahol felfújják. Mindkét eljárásban a felfúvás után a polimert hagyják lehűlni a temperált szerszámban, majd mikor a termék már kellően alacsony hőmérsékletű, eltávolítják a szerszámból.

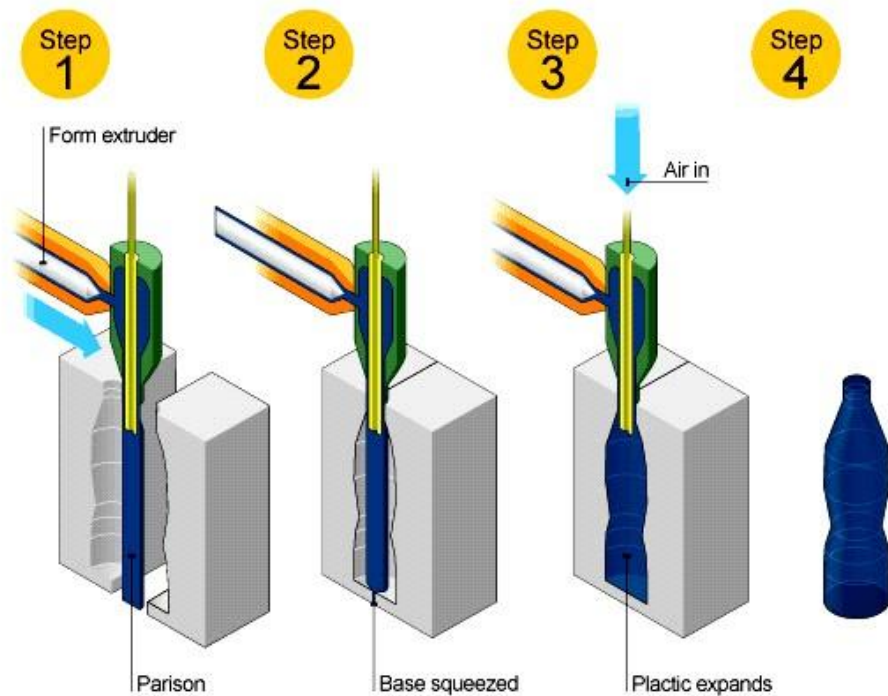
A *rotációs öntésnél* fűthető szerszámban helyezik el a hőre lágyuló műanyag granulátumot vagy port, a szerszámot felmelegítik, és közben két egymásra merőleges tengely körül forgatják. A megolvadó polimer a centrifugális erő hatására veszi fel a szerszám alakját. Ezzel az eljárással zárt termékek is előállíthatók.

Az *összeépítésnél* két – fröccsöntéssel vagy vákuumformázással kialakított – héjrészt (pl. két félgömböt) építenek össze. Az eljárás különlegessége, hogy különböző anyagú héjrészeket is össze lehet építeni.

6.1 Extrúziós fúvás

Az extrúziós fúvásnál extrúzióval csövet készítenek a polimerből. A még meleg, nagyrugalmas állapotban levő csövet (előgyártmány) két félből álló szerszámban, sűrített levegővel a szerszám falához préselik, ahol a műanyag felveszi a szerszám alakját. A leggyakrabban készített palackoknál a (többnyire csavaros) nyak kiképzése az ún. tüske segítségével történik.

Az extrúziós fúvással előállított termékeknek kevesebb kötöttség van, mint a fröccsfúvással előállítottaknál.



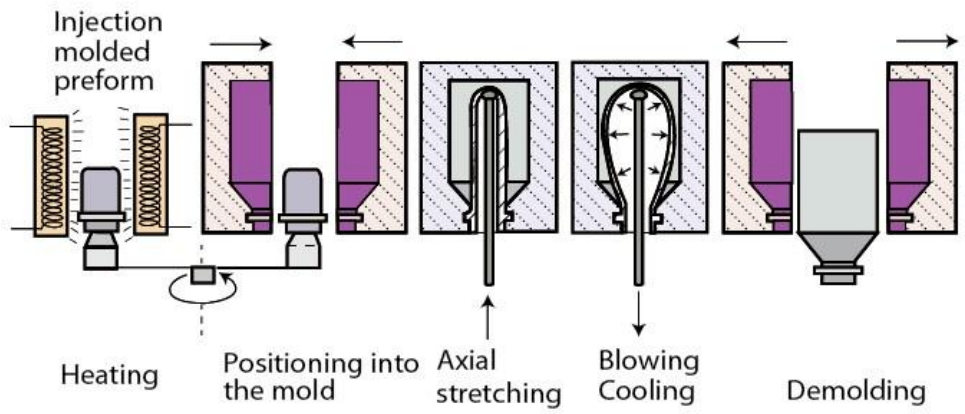
Extrúziós fúvás

1- cső extrudálása; 2- szerszámzárás, a csővég elcsípése; 3 – fúvás; 4 – szerszámnyitás és kidobás

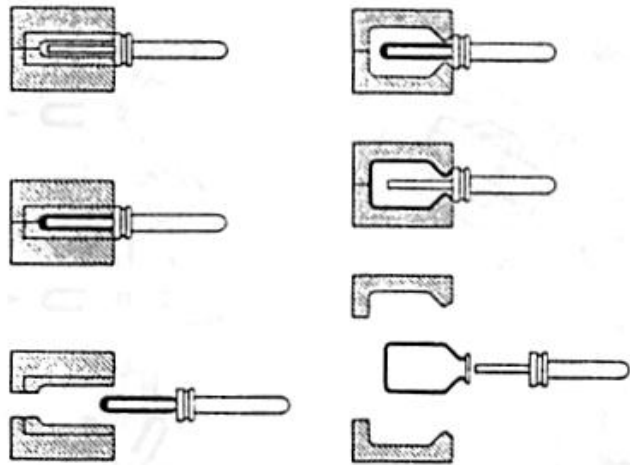
6.2 Fröccsfúvás

A fröccsfúvásnál a polimerömléket egy előgyártmány szerszámban elhelyezett fém betétre (tüske) fröccsöntik. A még meleg előgyártmányt ezután a tuskéval együtt áthelyezik a készterméknek megfelelő alakú szerszámba, és a betéten keresztül fújják fel.

Van arra is eljárás, hogy a teljesen lehűlt előformát (tüske nélkül) egy másik gépen újramelegítve fújják fel.



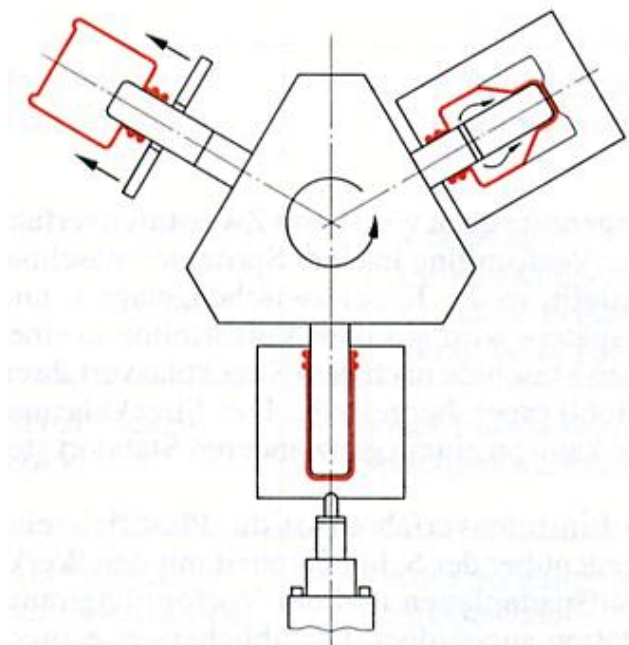
Lehűtött forma újramelegítése és fúvása



A fröccsfúvás vázlatja

balra: az előgyártmány fröccsöntése és eltávolítása az előgyártmány szerszámból
 jobbra: a préslevegő a betétén keresztül fújja fel az előgyártmányt

Az első fröccsfúvó berendezések hagyományos fröccsgépek voltak, a fúvási technológiának megfelelő szerszámmal. Ennek a megoldásnak a hátránya a fröccsgép kapacitásának rossz kihasználása volt (meg kellett várni a fúvást és a termék lehűlését). 1961-ben az olasz Gussoni bevezette a 3 fejes, folyamatos szerszámmozgatást; ma is ezen az elven működik szinte minden korszerű fröccsfúvó berendezés. A három szerszámot vízszintes vagy függőleges síkban, általában 120° -os szögeltolással szerelik fel egy mozgó karusszalre. Az első pozícióban történik az előgyártmány fröccsöntése, a másodikban a fúvás, a harmadikban a késztermék eltávolítás.



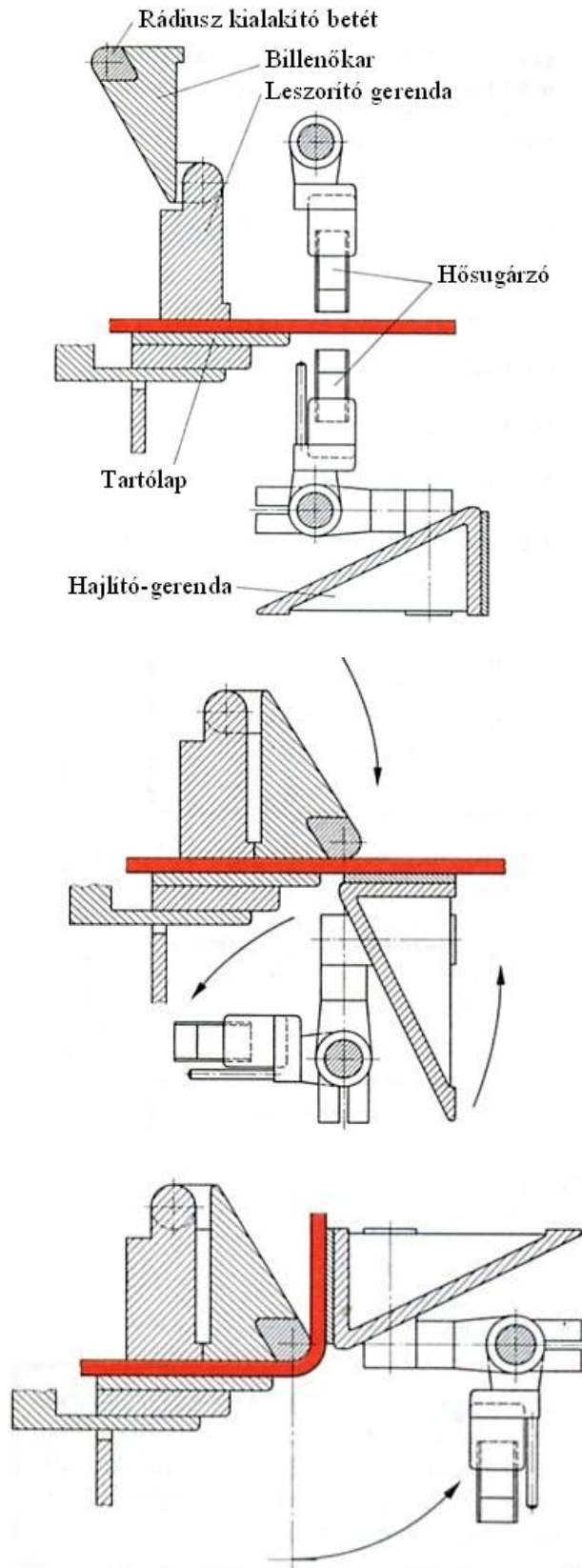
7. Műanyagok melegalakítása

A melegalakítás alapvetően különbözik az eddig megismert feldolgozási technológiáktól, melyeknél a kiindulási alapanyag granulátum vagy por formájú volt, és a feldolgozás (alakadás) viszkózan folyó (ömledék) állapotban történt. Ezzel szemben a melegalakítási eljárások közös sajátossága, hogy – többnyire extrudálással előállított – hőre lágyuló polimer lemezeket, fóliákat (előgyártmányokat) alakítunk tovább, és viszonylag kis erőkkel állítjuk elő a végterméket. A folyamat lényege a következő: A polimer lemezt – általában sugárzó hővel – előmelegítjük a kívánt hőmérsékletre, kilágyítjuk, de nem olvasztjuk meg csak alakítható állapotba hozzuk. Ezt követően ezt a lágy, kis modulusú (kis merevségű) anyagot viszonylag kis erővel a hideg szerszámba (szerszámra) préseljük vagy szívjuk (alakadás). A folyamat végén a szerszámban (szerszámon) lévő anyagot – többnyire levegő ráfúvással – lehűtjük (alakraőgzítés), és a késztermék eltávolítható. A módszer a fémlamezek mélyhúzására hasonlít.

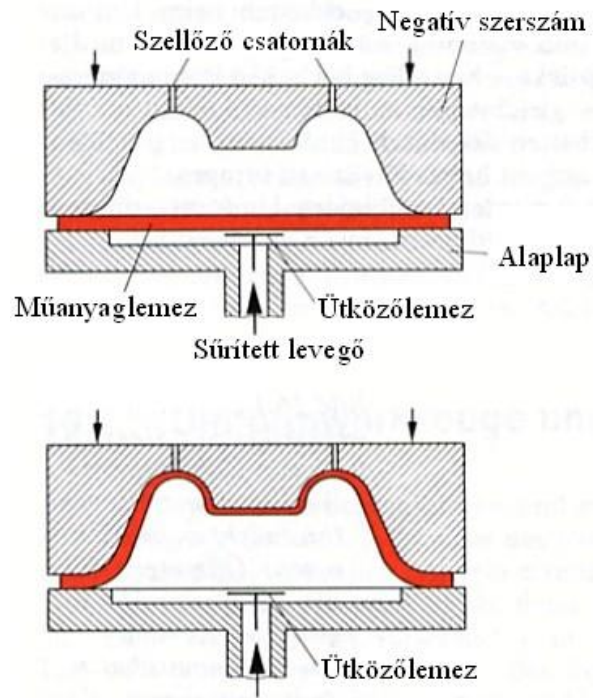
A módszer nagy előnye, hogy a megfelelően kilágyított lemez kis erőkkel is nagy mértékben alakítható, ezáltal a szerszám anyagköltsége alacsony. Így pl. egy keményfa szerszámmal akár 1000, vagy alumínium szerszámmal több 10 000 formázás is megvalósítható. Az eljárás hátrányaként meg kell említeni a viszonylag magasabb anyagköltséget, hisz pl. a granulátumból valamilyen technológiával elő kell állítani, vagy meg kell vásárolni a formázandó, azonos vastagságú, lehetőleg feszültségmentes lemezt.

Néhány jellemző példát láthatunk a következő ábrákon.

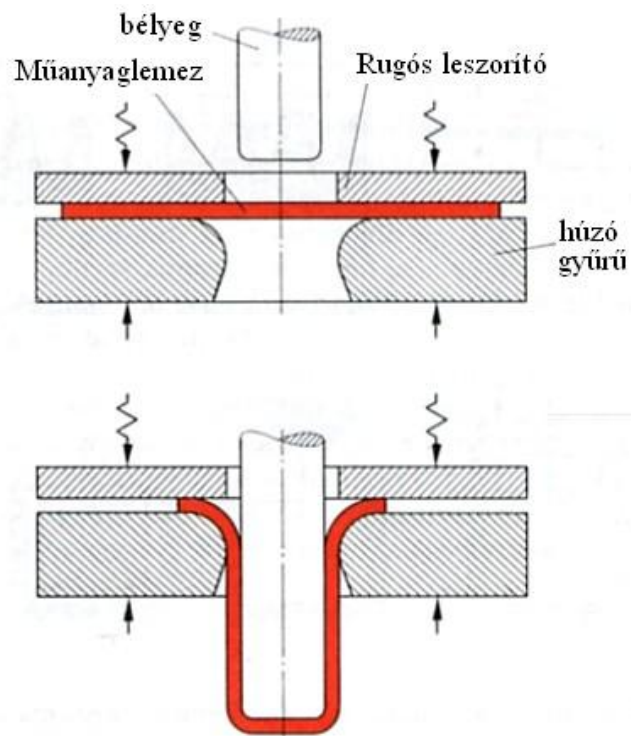
Műanyaglemezek hajlítása



Mélyhúzás sűrített levegővel



Mélyhúzás húzógyűrűvel és bélyeggel

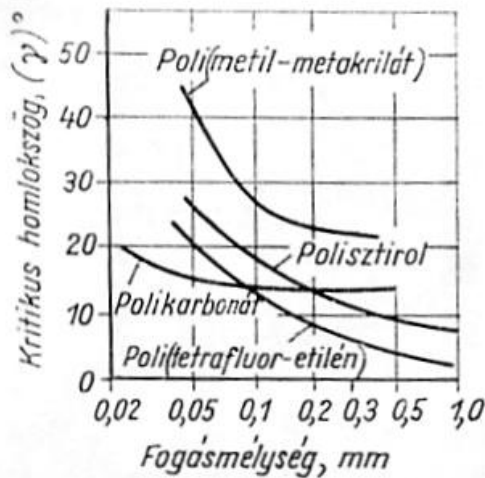


8. Műanyagok forgácsolása

A műanyag munkadarabok gyártását úgy kell megtervezni, hogy fröccsöntés, sajtolás után lehetőleg utólagos megmunkálásra ne, vagy csak minél kisebb mértékben legyen szükség. Néha fröccsöntött vagy sajtolt munkadarabok végleges alakját és méreteit forgácsolással állítják elő, elsősorban kissorozatoknál.

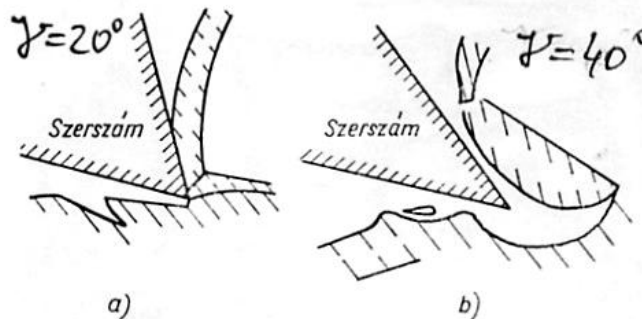
A műanyagok forgácsolása eltér fémekétől, ami a fémek és a műanyagok eltérő tulajdonságaiból ered. A fémek kis sebességnél töredezett forgácsot adnak, a sebesség növelésével folyó forgács alakul ki. Ezzel szemben műanyagoknál kis sebességnél is folyó forgács keletkezik, a sebesség növelésével esetenként a forgács töredezett lesz.

Az élgeometria tekintetében a hátszög 10° körüli, a homlokszög műanyag fajtanként változik és függ a fogásmélységtől is.



Különbféle hőre lágyuló műanyagok kritikus homlokszögei a fogásmélység függvényében
A forgácsolási sebesség 0,013 m/s

A túl nagy homlokszög is kerülendő, mert töredezté teszi a forgácsot.



A szerszám homlokszögének hatása a forgács

A forgácsolt anyag poli(metil-metakrilát). A forgácsolási sebesség 0,003 m/s.
A fogásmélység 0,25 mm. A homlokszögek: A $+20^\circ$ (nyírt forgács);
B $+40^\circ$ (töredezett forgács)

A műanyagok rossz hővezetők, csak a külső réteg melegszik. A hőelvezetés elsősorban a szerszámon keresztül történik. A műanyagok hőtágulási együtthatója többszöröse a fémekének, ezért sokkal nagyobb mértékben deformálódnak. Forgácsolás közben a szerszámot és a munkadarabot hűteni kell sűrített levegővel, vagy olyan folyadékkal ami nem támadja a forgácsolt műanyagot. A keletkező hő csökkentése érdekében, a szerszám éleit borotvaélesre, a lapjait tükörsimára kell köszörülni.

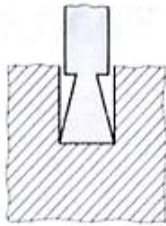
A szerszám anyaga gyorsacél vagy keményfém.

A műanyagok szilárdsága sokkal kisebb a fémekénél, ezért aránylag nagy forgácsolási sebességet, előtolást fogásmélységet lehet előírni.

A műanyagok megmunkálására legalkalmasabbak a faipari gépek (forgácsolási sebesség tekintetében).

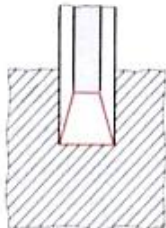
Fűrészelés

Táblák feldarabolásánál egyenes szakaszok fűrészélése rendszerint körfűrészsel történik, görbe alakzatok kivágása, pedig szalagfűrészsel lehetséges. Vékony falú és kemény műanyag esetében kis fogosztású fűrészket kell használni. A súrlódás csökkentése érdekében, a fűrészárca fogai hátraköszörültek legyenek.



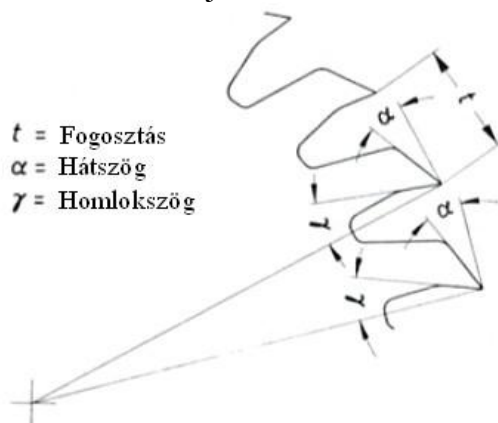
Fűrészárca hátraköszörült éllel

Gyorsacél fűrészárca



Fűrészárca keményfém éllel

A fűrészárca élszögeit az alábbi ábra mutatja.



Műanyagok fűrészelésének javasolt technológiai adatai

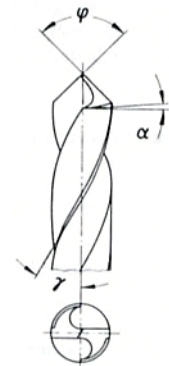
Kunststoff	Werkzeugwerkstoff	α°	γ°	t mm	Schnittgeschw. m/min
Duroplaste mit organischen Füllstoffen	Hartmetall	30 bis 40	5 bis 8	4 bis 6	2500 bis 3000
PMMA	Hochleistungsschnellstahl	30 bis 40	0 bis 4	2 bis 8	bis 3000
Thermoplaste, wie PVC, PS, POM, PE, PP	Hartmetall	10 bis 15	0 bis 5	10 bis 20	bis 5000
	Hochleistungsschnellstahl	30 bis 40	5 bis 8	2 bis 8	bis 3000
	Hartmetall	10 bis 15	0 bis 5	8 bis 10	bis 5000

Fúrás

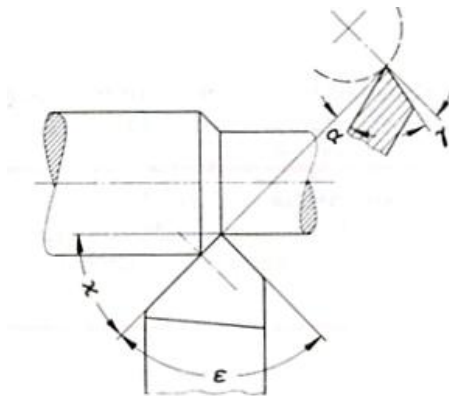
Fúráshoz általában csigafúró használható. Fúrásnál a keletkező hőmennyiségnek kisebb részét lehet elvezetni, mint más forgácsolási módok esetén. Ezért az anyag jelentősen felmelegszik és lehűlés után a furat kisebb lesz a fúróátmérőnél. Célszerű 0,05 ill. 0,1 milliméterrel nagyobb átmérőjű fúrót alkalmazni.

Műanyagok fúrásának javasolt technológiai adatai

Kunststoff	Werkzeugwerkstoff	α°	γ°	φ°	Schnittgeschw. m/min
Duroplaste mit organischen Füllstoffen	Hartmetall	6 bis 8	6 bis 10	100 bis 120	60 bis 80
mit anorganischen Füllstoffen	Hartmetall	6 bis 8	0 bis 6	80 bis 100	20 bis 40
PMMA	Hochleistungsschnellstahl	3 bis 8	0 bis 4	60 bis 90	20 bis 60
PS	Hochleistungsschnellstahl	3 bis 8	3 bis 5	60 bis 90	20 bis 60
POM	Hochleistungsschnellstahl	5 bis 8	3 bis 5	60 bis 90	50 bis 100
PVC	Hochleistungsschnellstahl	8 bis 10	3 bis 5	80 bis 100	80 bis 120
PE, PP	Hochleistungsschnellstahl	10 bis 12	3 bis 5	60 bis 90	50 bis 100



Esztergálás



Műanyagok esztergálásának javasolt technológiai adatai

Kunststoff	Werkzeugwerkstoff	α°	γ°	χ°	ϵ°	Schnittgeschw. m/min	Vorschub mm/V
Duroplaste mit organischen Füllstoffen	Hartmetall	5 bis 10	10 bis 15	45 bis 60	90 bis 110	200 bis 250	0,1 bis 0,3
mit anorganischen Füllstoffen	Hartmetall	6 bis 8	0 bis 12	45 bis 60	90 bis 110	30 bis 40	0,1 bis 0,2
PMMA	Hochleistungsschnellstahl	5 bis 10	0 bis 4	15	90 bis 110	200 bis 400	0,05 bis 0,1
PS	Hochleistungsschnellstahl	5 bis 10	0 bis 2	15	90 bis 110	50 bis 60	0,1 bis 0,2
POM	Hochleistungsschnellstahl	5 bis 10	0 bis 5	45 bis 60	90 bis 110	200 bis 300	0,1 bis 0,5
PVC	Hochleistungsschnellstahl	15	0 bis 5	45 bis 60	90 bis 110	500 bis 1000	0,1 bis 0,2
PE, PP	Hochleistungsschnellstahl	10 bis 12	5 bis 10	45 bis 60	90 bis 110	200 bis 300	0,1 bis 0,2

Köszörülés

Köszörüléssel általában a termoreaktív anyagok munkálhatók meg jól. A termoplasztikus anyagok viszont általában „elkenődnek” a köszörülésnél keletkező hő miatt. Köszörülésnél kötelezően porelszívót kell alkalmazni, különösen a töltőanyaggal készült, vagy üvegszállal erősített anyagok esetében. Néhány technológiai adat az alábbi táblázatban található.

Műanyagok köszörüléséhez javasolt technológiai adatai

Werkstoff	Maschinen, Geräte	Kühlung	Schleifmittel Körnung	Schleifgeschw. m/s
PF-, MF- und UF-Harz	Band- und Scheibenschleifmaschinen und -geräte Vibrations- schleifgeräte	Wasser Luft	Schmirgelleinen Sandpapier	15 bis 20
GFK		Wasser Luft	Korund	15 bis 20
PE, PP	Bandschleif- maschinen	Luft	Schmirgelleinen Sandpapier	10 bis 15
PVC h	Bandschleif- maschinen	Luft	Schmirgelleinen Sandpapier	10 bis 15