

Műszaki Műanyag Féltérmekek Forgácsolása

.....> [Vissza](#)

3. Megmunkálási eljárások

3.1. Esztergálás

A legtöbb műszaki műanyag esztergálása során folyó forgács keletkezik, mely elvezetéséről gondoskodni kell. Legjobb a sűrített levegős megoldás, ami a hűtést is segíti.

Az eddigi tapasztalatok összegyűjtésével meghatározható az esztergálási paraméterek optimális intervalluma. A 6. táblázat ad tájékoztatást a szerszám (kés) geometriákról, a forgácsolási sebességről és előtolásról.

A javasolt intervallumokon belül minden egyes esztergálási feladatra elő-kísérletekkel megkereshető a kívánt cél-optimum, azaz felületi érdesség, vagy méretpontosság, vagy termelékenység. Hűtés- kenés alkalmazásával növelhető a vágási sebesség és a termelékenység.

Gyakorlati tanácsok:

- Csak tökéletesen élezett esztergakéssel dolgozzunk.
- Vegyük figyelembe a javasolt kés élgeometriákat, előtolás és fogás értékeket.
- A leszúró esztergakés oldaléleit kerekítsük le, különben az él két hegyén polimer rátét keletkezik, és a homlokfelületek felületi érdességét is ronthatja.
- A túl kicsi előtolás nem javítja a felületi érdességet, de növeli a hőterhelést.

A következő ábrák (1. - 4.ábrák) illusztrálják a helyes esztergálási paraméterekből adódó méretpontos alkatrészgyártást, melynek része a helyes forgácseltávolítás, megfelelő élszögű kések, vágási és előtolási sebességek, szükség esetén a hűtő-kenő folyadékok alkalmazása.



1. ábra



2. ábra

Helyes palást esztergálás

- Egyenletes felület, gépi előtolás
- Folyóforgács elvezetés
- Forgácsolási paraméterek optimális összhangja



3. ábra



4. ábra

Az 1. és 2.táblázat segítséget nyújt az esetleg felmerülő esztergálási hibák okainak feltárásához.

Probléma, hiba	Okok
Megolvadt felület	1. Életlen a szerszám vagy a hátlap súrlódik 2. Túl kicsi a hátszög vagy a szerszám melletti hézag 3. Túl kicsi az előtolás 4. Túl nagy a vágósebesség
Durva megmunkálási felület	1. Túl nagy az előtolás 2. Nem jól választott szerszám élszögek 3. Túl hegyes a szerszám 4. A szerszám nincs középsíkban (középpontban)
Sorja a forgácsolt felületek szélén	1. Nem volt élettörés 2. Életlen a szerszám 3. Elégtelen oldalirányú szerszámhézag 4. Nincs vezetősög a szerszámon (a szerszámnak fokozatosan kell kifutni fogásból, nem hirtelen)
Sarkok repedése, kitöredezése	1. Túl nagy pozitív homlokszögű kés 2. A kés hirtelen, ütésszerűen kezd vágni 3. Életlen szerszám

	4. Kés a forgástengely alatti pozícióban van 5. Éles csúcs a szerszámon (minimális rádiusz szükséges)
Erős szerszám rezonancia	1. Túl nagy csúcssugár a szerszámon 2. A szerszám nincs szilárdan rögzítve 3. Az anyag nincs megfelelően rögzítve 4. Túl nagy a fogás

1.táblázat Esztergálás, furatesztergálás, hibakereső táblázat

Probléma, hiba	Okok
Megolvadt felület	1. Életlen szerszám 2. Nem elég oldalirányú hézag a kés és a munkadarab között 3. Elégtelen hűtés- kenés
Durva felület	1. Túl nagy előtolás 2. Nem megfelelően élezett kés 3. Tompa vágóél
Spirál nyomok a felületen	1. A kés kiállás alatt súrlódik a munkadarabbal 2. Sorja, élrátét a szerszámon
Konkáv vagy konvex leszúrási felület	1. Túl nagy csúcsszög 2. A szerszám nem merőleges a munkadarab forgástengelyére 3. Negatív homlokszögű kés 4. Túl nagy előtolás 5. A kés nincs középsíkban (központ alatti vagy feletti)
Sorja, élrátét a szerszámon	1. Nem elég nagy csúcsszög 2. Életlen szerszám 3. Túl nagy előtolás
Sorjás külső átmérő	1. Leszúráás előtt nem volt élettörés 2. Életlen szűrőkés

2.táblázat. Leszúró esztergálás, hibakereső táblázat

3.2. Marás

A lágyfémekhez használatos szerszámok megfelelőek - használhatók a palást és homlokmarók, ujjmarók -, de az egyélű, ütőkés jellegű szerszámok a jobb forgácseltávolítás és kisebb hőhatás miatt előnyösek. Az ajánlott geometriák, sebességek és előtolások a 6. táblázatban találhatók.

A következő ábrák (5. - 8.ábrák) illusztrálják a helyes marási paraméterekből adódó méretpontos alkatrészgyártást, melynek része a helyes forgácseltávolítás, megfelelő élszögű szerszámok, vágási és előtolási sebességek, szükség esetén a hűtő-kenő folyadékok alkalmazása.

Helyes homlokmarás CNC gépen

- Éles szerszám
- Szívós polimer marása forgács-olvadás nélkül
- Megfelelő élszögek, előtolás, vágási sebesség



5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra

A 3. táblázat segítséget nyújt az esetleg felmerülő marási hibák okainak feltárásához.

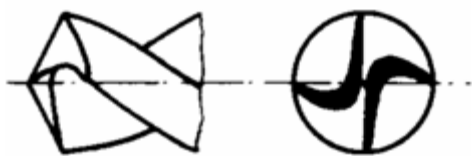
Probléma, hiba	Okok
Megolvadt felület	1. Életlen a maró vagy hátlap súrlódik 2. Túl kicsi hátszög vagy szerszám melletti hézag

	3. Túl kicsi előtolás 4. Túl nagy vágósebesség
Durva a mart felület	1. Túl nagy előtolás 2. Nem jól választott élszögek 3. Túl hegyes szerszám
Sorja a forgácsolt felületek szélén	1. Életlen szerszám 2. Elégtelen oldalirányú szerszámhézag 3. Túl nagy előtolás
Sarkok repedése, kitöredezése	1. Túl nagy pozitív homlokszögű él 2. A maró hirtelen, ütőszzerűen kezd vágni 3. Életlen szerszám 4. Éles csúcs a szerszámon (minimális rádiusz szükséges)
Marószerszám rezonanciája	1. A szerszám nincs szilárdan rögzítve 2. Az anyag nincs megfelelően rögzítve 3. Túl nagy a fogás

3.táblázat. Marás, hibakereső táblázat

3.3. Fúrás

A szerszámacél vagy gyorsacél csigafúrók megfelelőek lehetnek, de nem a legjobb megoldást jelentik. Csigafúró használata esetén több szempontot is fontolóra kell venni. A legfontosabb, hogy a fémekhez használatos fúrók nem használhatók polimerekhez. Csak műanyagokra használt és tökéletesen köszörült szerszámmal szabad a polimereket fúrni. A csigafúrók konstrukciójából következően a forgácsleválasztás nagy feszítőerőt, belső feszültséget eredményez fúrás közben az alapanyagban. A ridegebb műszaki műanyagoknál ez kritikus lehet.



9. ábra.

Ajánlások szerinti átköszörült csigafúró levékonyított keresztéllel (fúró lélek)



10. ábra.

A csigafúróval történő fúrás forgácsolási paramétereit a 6.táblázat tartalmazza.

A fő feladat tehát - ha már csigafúróval kell dolgozni - a fúrásból adódó repedésveszély és túlmelegedés elkerülése.

Ennek több gyakorlati módja van, melyet az alábbiakban ismertetünk.

Nagy átmérőjű furatok fúrásánál célszerű a szerszám keresztjét levékonyítani (fúrókihegyezés), így csökkenthető a súrlódás, a súrlódási hő és a belső feszültség keletkezése az anyagban (9. és 10.ábra).

Egyes tapasztalatok szerint célszerű az élek és élszögek átköszörülése mellett a csúcsszöget 90-120° között optimalizálni. A keményebb kompozitok esetében a betétlapkás kísérletek 118° csúcsszögnél biztosították a legkedvezőbb eredményeket (furatpontosság, kisebb erőhatások). Hegyesebbre köszörülni viszont nem ajánlott, ugyanis a fúró "harapja" az anyagot, behúzza magát, ami sok esetben repedéssel végződik. Szintén hasonló okok miatt, pl. nem célszerű a natúr poliamidoknál 90°-nál jobban kihegyezni a fúrót.

A fúrás során jelentős hő keletkezik, így a hűtőfolyadékok alkalmazása minden esetben javasolt. Szintén javítható a hő és forgácseltávolítás az ún. peck-drilling, azaz "csákányozó fúrás" alkalmazásával, különösen mély furatok készítése esetén. Ez azt jelenti, hogy kíméletes előtolással 5-10 mm fúrásmélység után kiállunk a szerszámmal a furatból, ezáltal a forgács könnyebben eltávolítható a furatból és van idő a hőelvezetésre. Ezután újra fúrunk 5-10 mm-t majd újra kiállunk a fogásból. Ezt addig ismételjük, míg a kívánt furatmélységet el nem érjük. Ezt a hagyományos fúrógépeken az előtolás megszakításával és a fúró gyakori kiemelésével valósíthatjuk meg, míg korszerű CNC szerszámgépeken azonban ez különböző fúrási ciklusok alkalmazásával könnyen megoldható.

Célszerű továbbá több lépcsőben elkészíteni a végleges furatátmérőt. pl. Ø50 mm-es furatot az alábbi lépések szerint készíteni: Ø15, Ø35 majd Ø50 mm.

Az optimális megoldás az, amikor kb. 12- 20 mm-ig több lépcsőben előfúrunk csigafúróval, majd a további furatbővítést furatkéssel végezzük.

A repedésveszély csökkentése érdekében másik megoldás, ha a kemény, rideg anyagokat fúrás előtt előmelegítjük. A PEEK, PA, erősített változatainál (GF, CF) valamint a PETP fúrásánál Ø60 mm-nél nagyobb munkadarabok esetén, valamint natúr öntött poliamid 6 esetén Ø120 mm feletti rudak fúrásánál a

teljes anyagkeresztmetszetet egyenletesen át kell melegíteni legalább 80°C-ra.

Ennek a módszernek csak az a hátránya, hogy az alkatrész végső simító műveleteihez hagyni kell visszahűlni az anyagot szobahőmérsékletre, ami a technológiai időt jelentősen növeli.

Csigafúró helyes használata

- Töblépcsős előfúrás
- Helyesen köszörült csigafúró
- Mély furatok készítése "peck-drilling" módszerrel
- Könnyített forgácseltávolítás, hűlés biztosítása
- Hűtő-kenő folyadék (spray) használata



11. ábra



12. ábra



13. ábra



14. ábra

Szintén biztonságos megoldás (nincs feszítőerő, könnyű forgácseltávolítás, kisebb súrlódási hő), ha esztergán furatként használva (egy vágóél) készítünk furatot (15. és 16.ábrák).



15. ábra.



16. ábra.

Furatbővítés késsel, csigafúró helyett

Probléma, hiba	Okok
Kúpos (nem hengeres) a furat	1. Pontatlanul köszörült fúró, eltérő vágóélek 2. Nem elégséges hátszög, hátraköszörülés 3. Túl nagy előtolás
Megégett vagy megolvadt felület	1. Rossz fúrotípus 2. Pontatlanul köszörült fúró, eltérő vágóélek 3. Túl kicsi előtolás 4. Kopott, tompa fúró 5. Túl nagy fogás (előfúrás szükséges)
Forgácsos, "szőrös" felület	1. Túl nagy előtolás 2. Hátszög, hátraköszörülés túl nagy 3. Túl nagy homlokszög
A csigafúró erős rezonanciája	1. Túl nagy hátszög 2. Kicsi előtolás 3. Szerszámkinyúlás túl nagy 4. Túl nagy homlokszög (vékony él)
Huzagolt (előtolásnyomok látszanak) furat	1. Túl nagy előtolás 2. Nem központos fúró 3. A fúrándó felület nem központos
Túlméretes a furat	1. Túl vastag forgácsoló élek (nem megfelelő homlok és hátszög) 2. Kicsi hátszög 3. Nagy előtolás 4. Túl nagy csúcsház
Méret alatti a furat	1. Tompa, életlen fúró 2. Nagy hátszög

	3. Túl kicsi csúcshöng
Nem koncentrikusak a furatok	1. Túl nagy előtolás 2. Fúró fordulatszám kicsi 3. Több munkadarab esetén, a fúró túl mélyen éri el a következő darabot 4. Leszűrő esztergálás után a központi sorja elviszi a fúrót a központból 5. Túl vastag forgácsoló élek 6. A kezdeti vágósebesség túl nagy 7. A fúróbefogás nem központos 8. A fúró egyenlőtlenül van élezve
Fúrószerszám gyors kopása	1. Túl kicsi előtolás 2. Túl nagy forgácsolási sebesség 3. Elégtelen kenés a hűtőfolyadéktól
Sorjás fúrókifutási felület	1. Életlen szerszám 2. A fúró nem haladt át teljesen a fúrandó anyagon

4.táblázat.Fúrás, hibakereső táblázat

3.4. Dörzsárazás

Megfelelően élesített, egyenes vagy spirál élű dörzsárazak használhatók. A minimális forgácsolási ráhagyás 0,1-0,25 mm kell, hogy legyen. Ez biztosítja, hogy a forgácsoló élek ténylegesen "harapjanak". Kisebb ráhagyás esetén a szerszám deformálhatja, megnyomhatja a felületet, így egyenlőtlen lehet a tényleges forgácsolás.

Fontos, hogyha a furat készméretét dörzsárazal meg megadni, az előfúráz mérete összhangban legyen a dörzsáraz méretével, azaz a kellő forgácsolási ráhagyás meglegyen a dörzsárazhoz.

Tapasztalat szerint a kézi dörzsárazak használata az esetek többségében egyenlőtlen felületet eredményez, főleg kisebb rugalmassági modulusú, natúr polimerek esetében, így célszerűbb a gépi dörzsárazak használata.

A furatdörzsölés, mint pontos befejező művelete a furatforgácsolásoknak, rendkívül érzékeny a szerszám tökéletes élezésére és a megfelelő szerszámhűtésre, kenésre.

Az 50 mm-nél mélyebb furatok esetében a "peck-drilling" technika segít elkerülni a túlmelegedést, javítja a hűtés-kenés hatásfokát.

Gépi dörzsárazás helyesen

- Éles szerszám
- Peck-drilling technika
- Könnyített forgácseltávolítás
- Folyamatos hűtés-kenés



17. ábra



18. ábra



19. ábra



20. ábra

3.5. Fűrészelés

Szalagfűrész használata praktikus megoldás. Alternáló és körfűrész szintén használható ritkafogazatú szerszámmal, így a forgácseltávolítás nem jelent problémát. Szintén fontos a fogak megfelelő terpesztése (hajtogatás) a súrlódás csökkentésére, ezzel elkerülhető, hogy a vágó él mögött jelentős hő keletkezzen, és a szerszám beszoruljon. A 6. táblázat tartalmazza a szerszám geometriákat és sebességeket.



21. ábra.



22. ábra.

Szalagfűrész használata általánosan javasolható, hűtő- kenő folyadék ajánlott



23. ábra.



24. ábra.

Körfűrész használata szívós anyagokhoz, jellegzetesen vékonyabb táblák darabolásához (0-50 mm)

A repedésveszély csökkentése érdekében a fűrészelésnél is lehetséges az előmelegítés, akár a fűrésznél. A kemény, rideg anyagokat fűrészelés előtt célszerű előmelegíteni. A PEEK, PA, erősített változatainál (GF, CF) valamint a PETP darabolásánál Ø60 mm-nél nagyobb munkadarabok esetén, valamint natúr öntött poliamid 6 esetén Ø160 mm feletti rudak fűrészelésénél a teljes anyagkeresztmetszetet egyenletesen át kell melegíteni legalább 80°C-ra.

3.6. Gyalulás- vésés

Sík és alakos felületek megmunkálására használható technológia a gyalulás és vésés. Vízszintes elrendezés esetén beszélünk gyalulásról, függőleges megmunkálásnál pedig vésésről. Természetesen bizonyos fokokban egyes beállítások eltérhetnek a forgácsoló mozgások említett fő síkjaitól.

A gyalulás felfogható úgy is, mint pl. síkba terített esztergálás, az egyéltű szerszámkialakítás is hasonló. A gyalulás és vésés technológiai jellemzőivel kapcsolatban elég megjegyezni az ismétlések elkerülése végett, hogy az esztergálásnál tárgyalak irányadóak akár a forgácsleválasztást, forgácselvezetést, hűtést-kenést, feszültségcsökkentést illetően. A leglényegesebb különbség általában a szerszámgépek konstrukciójából adódóan a kisebb forgácsolási sebesség, ebből adódóan a kisebb forgácsleválasztási teljesítmény.

Ökölszabályként elfogadható az a gyakorlati tapasztalat, hogy adott polimer típus és forgácsoló kés (anyag, élszögek) esetén gyalulásnál az esztergálási vágósebesség egyharmadával elő tudjuk állítani ugyanazt a felületi minőséget.

Öntött poliamid 6 helyes nagyoló gyalulása

- Éles szerszám
- Eltávolított forgács
- Megfelelő vágósebesség és fogás, valamint löketenkénti előtolás



25. ábra



26. ábra

Öntött poliamid 6 helyes simító gyalulása

- Éles szerszám
- Rádiuszos kés
- Megfelelő vágósebesség és fogás, valamint löketenkénti előtolás



27. ábra



28. ábra

A gyalulás sokszor megoldást jelent egyedi igények kielégítésére, mert nagyobb síklemezek rögzítési problémái könnyebben megoldhatók, mint pl. marásnál.