

Műanyagok forgácsolása

Szakszerű forgácsolással műanyagból is készülhetnek mérettartó, működőképes és hosszú élettartamú alkatrészek. A műanyagok forgácsolása ugyanúgy általános fogalom, mint a fémgörácsolás, és ahogy különbözik az alumínium, a szerkezeti acél, vagy a nemesacél megmunkálása, úgy a műanyagok speciális tulajdonságai is jelentősen befolyásolják a forgácsolhatóságot.

Mi a különbség a műanyag és a fém között?

A műanyagnak a fémmel szemben sok előnye van (könnyű, jó zaj- és rezgéscsillapító, korrózióálló, hőszigetelő, stb.), de bizonyos hátrányai is vannak a fémmel szemben (kis hőállóság, nagy hőtágulás, alacsonyabb mechanikai jellemzők, stb.). Ha az előnyös tulajdonságokra szükség van, akkor a műanyag alkatrészek jó megoldást jelenthetnek, de sokszor át kell tervezni a szerkezetet, és a különbséget a forgácsolásnál is figyelembe kell venni.

Mire kell figyelni műanyagok forgácsolásánál?

- A jó hőszigetelés és csekély hővezető képesség miatt a forgácsolásnál keletkező hőt a munkadarab nem fogja úgy elvezetni, mint fémgörácsolásnál, a hirtelen melegedés az anyagban feszültséget okoz, ami deformációhoz, vagy töréshez vezethet. Legjobb, ha a hőelvezetés a forgáccsal történik.
- A hőtágulás nagyobb mértékű, mint a fémnél, az előírt tűrések tartása nehezebb.
- A műanyag kis merevsége miatt nagyobb figyelmet kell fordítani a munkadarab rögzítésére és alátámasztására, mert a forgácsoló erő hatására az alkatrész deformálódhat, vagy elrepedhet.
- Minden hőre lágyuló műanyaghoz ki kell választani az optimális szerszámot és forgácsolási paramétereket. Csak így lehet optimális alkatrészeket előállítani.

A műanyaggyártásról

A műanyagok előállításának technológiája befolyásolja a megmunkálhatóságot. Egyes műanyagok préseléssel, vagy szintereléssel készülnek, más hőre lágyuló műanyagok feldolgozásánál egy fontos technológia az extrudálás. Ennél az alakító eljárásnál az anyagot megolvasztják és egy továbbító csiga segítségével egy hengerben tömörítik és homogenizálják. A hengerben képződő nyomás hatására az előgyártmányt lapok, rudak és idomok formájában kinyomják és egy hűtőrendszerben kalibrálják. A kikerülő anyag kívülről befelé lassan hűl le, da a műanyag rossz hővezető képessége miatt különböző lehűlési sebesség adódik. Míg a széle már megszilárdult, közepén még alakítható, vagy folyékony műanyag van. A műanyagok az anyagra jellemzően zsugorodnak. A lehűlés során a megszilárdult külső réteg akadályozza a plasztikus központi rész zsugorodását. Ezért a központban belső feszültségek keletkeznek, amelyek nehezítik a forgácsolást a nagy repedés- és kitörés-veszély miatt. A megoldás: az anyagnak megfelelő temperálás a feszültségek minimalizálása céljából.

Gépek és szerszámok

A műanyagok forgácsolásához a szokásos fa- és fémforgácsoló gépeket használják keményfém (VHM) szerszámokkal. A műanyagok rugalmas deformációja miatt a szerszám mindig legyen éles és ne akadályozza a forgácsolást.

Általában az alumíniumhoz kialakított élszögekkel rendelkező szerszámok megfelelőek, de gyártanak szerszámokat kimondottan műanyag forgácsoláshoz még nagyobb homlok és hátszöggel és még finomabb felülettel. Az erősített műanyagok forgácsolásához és sorozatgyártáshoz célszerű kerámia, gyémánt-bevonatos keményfém, vagy gyémánt (PKD) szerszámot használni.

Műanyagok fúrása

Műanyag fúrásához általában megfelelnek a köszörült hornyú gyorsacél, vagy keményfém fúrók.

A legfontosabb szabály:

- Mindig jól élezett fúrót kell használni, hogy ne kelljen túl nagy nyomást kifejteni. Ellenkező esetben fennáll a túlhevülés veszélye, repedések, kitöredezések keletkezhetnek és a furat átmérője sem lesz megfelelő.

További ajánlások:

- Használjunk hűtő-kenő folyadékot.
- Gyakran húzzuk vissza a fúrót. Ez segíti a forgács eltávolítását és javítja a hűtést, csökkenthető a helyi túlmelegedés a forgácsolási zónában.
- Lehetőleg gépi megvezetéssel dolgozzunk. Így nem akad be a fúró és kisebb a repedésveszély.
- Nagy sebességgel forgácsoljunk. Minél rövidebb ideig tart a hőfejlődéssel járó művelet, annál jobb.
- Az előtolást úgy kell megválasztani, hogy vágjon a szerszám, ne dörzsölgjön. Ez a rugalmas műanyagoknál nem egyszerű, de nagyon fontos. A gépi előtolás és a gyakori fúróélezés segíthet.
- A széles hornyú, alumíniumhoz, vagy fához ajánlott fúrók műanyagokhoz is jól használhatóak.
- A keményfém fúró előnyösebb, mert nagy sebességnél is nagy az éltartama.

Fúrásnál elsősorban a műanyag hőszigetelő tulajdonságát kell figyelembe venni. A műanyagokban a fúrás során nagyon gyorsan helyi túlmelegedések „hő-dugók” léphetnek fel, különösen akkor, ha a furatmélység nagyobb az átmérő kétszeresénél. Ilyenkor a fúró „ken” és az anyagban egy belső hőtágulás keletkezik, ami az alkatrészen belül feszültségeket okozhat. Ez különösen veszélyes kis falvastagság esetén. A nyomó feszültségek olyan nagyok lehetnek, hogy a munkadarab nem tartja a méretét, eldeformálódik, elreped, vagy akár el is törik.

Ajánlott forgácsolási adatok műanyagok fúrásához

Anyag	Forgácsoló sebesség Vc (m/min)	Előtolás (mm/fordulat)	Megjegyzés
PE, PP	50-150	0,1-0,3	
PMP	50-150	0,1-0,3	
ABS	50-200	0,2-0,3	
PPE	50-100	0,2-0,3	előmelegítés
POM	50-150	0,1-0,3	
PA	50-150	0,1-0,3	előmelegítés
PBT, PET	50-100	0,2-0,3	előmelegítés
PC	50-100	0,2-0,3	előmelegítés
PTFE, PVDF	150-200	0,1-0,3	
PEI	20-80	0,1-0,3	előmelegítés
PPSU, PES, PSU	20-80	0,1-0,3	előmelegítés
PPS	50-200	0,1-0,3	
PEEK	50-200	0,1-0,3	
PI	80-100	0,02-0,1	
Szálerősítésű	80-100	0,1-0,3	előmelegítés

A legtöbb műanyag forgácsolásánál 90° csúcshögű fúrót ajánlanak, amely nehezen beszerezhető, de egy egyszerű fúróélező géppel a szokásos 118°-os csigafúrókat néhány perc alatt át lehet köszörülni.

A fúrásnál előforduló nehézségek és lehetséges okai:

- Szűkülő furat
 - Rosszul élezett fúró
 - Túl nagy előtolás
- Elégett, vagy megolvadt felület
 - Nem megfelelő fúró használata
 - Rosszul élezett fúró
 - Túl kicsi előtolás
 - Kopott fúró
 - Túl nagy a fúró keresztéle
- Lepattogzás a furat felületén
 - Túl nagy előtolás
 - Túl nagy hátraköszörülés
- Erős rezgés
 - Túl nagy hátszög
 - Túl kicsi előtolás
 - A fúró kinyúlása túl nagy
- Spirálvonal látszik a furatfelületen
 - Túl nagy előtolás
 - A fúró hegye nem középen van
- Nagyobb a furatátmérő
 - A fúró hegye nem középen van
 - A fúró keresztéle túl nagy

- → Túl kicsi hátraköszörülés
→ Túl nagy előtolás
→ A fúró csúcsszöge túl nagy
- Szűk a furat
→ Kopott fúró
→ Túl nagy hátraköszörülés
→ A fúró csúcsszöge túl kicsi
- Nem koncentrikusak a furatok
→ Túl nagy előtolás
→ Alacsony fordulatszám
→ Túl nagy előtolás a bekezdésnél
→ Rosszul befogott fúró
→ Rosszul élezett fúró
→ A bekezdő felület egyenetlen, elnyomja a fúrót
- Sorjaképződés kilépéskor
→ Kopott fúró
→ A fúró nem fut ki teljesen a furat végén
- Gyorsan elkopik a fúró
→ Túl kicsi az előtolás
→ Túl kicsi a fordulatszám
→ Nem elegendő a hűtés-kenés

Műanyagok marása

A műanyagok marása a szokásos megmunkáló központokon történhet keményfém szerszámmal. Gyakori az egyélű szerszámok használata. A műanyaghoz kifejlesztett marók nagy élszögekkel és szuper jó felülettel rendelkeznek, de általában az alumíniumhoz ajánlott szerszámok is alkalmasak.

Ajánlások

- Megfelelően nagy horonyszélességű, ritkafogú szerszámokat kell használni, hogy megbízható legyen a forgácseltávolítás és ne lépjen fel helyi túlmelegedés.
- Nagy fordulatszám, közepes előtolás.
- A munkadarab legyen jól rögzítve. A nagy sebességű megmunkálás így biztosít jó felületminőséget és mérettartást.
- A vékonyfalú munkadarabokat vákuumos készülékkel, vagy kétoldalas ragasztóval lehet rögzíteni.
- Ellenirányú marás ajánlott.
- Az egyélű maró optimális forgácsolási teljesítményt és felületminőséget ad kitűnő forgácslevezetéssel.

Ajánlott forgácsolási adatok műanyagok marásához

Anyag	Forgácsoló sebesség Vc (m/min)	Előtolás (mm/fog)	Megjegyzés
PE, PP	250-500	0,1-0,45	
PMP	250-500	0,1-0,45	
ABS	300-500	0,01-0,45	
PPE	300	0,15-0,5	előmelegítés
POM	300	0,15-0,5	
PA	250-500	0,1-0,45	
PBT, PET	300	0,15-0,5	
PC	300	0,15-0,4	előmelegítés
PTFE, PVDF	150-500	0,1-0,45	
PEI	250-500	0,1-0,45	előmelegítés
PPSU, PES, PSU	250-500	0,1-0,45	előmelegítés
PPS	250-500	0,1-0,45	
PEEK	250-500	0,1-0,45	
PI	90-100	0,05-0,35	
Szálerősítésű	80-150	0,05-0,4	

A marásnál előforduló nehézségek és lehetséges okai:

- Megolvad a felület
 - Kopott a szerszám
 - Kicsi a szerszám hátszöge és súrlódik az anyag rugalmassága miatt
- → Túl kicsi az előtolás
 - Túl nagy az orsófordulatszám
- Durva a mart felület
 - Az előtolás túl nagy
 - Nem megfelelő a hátszög
 - Túl hegyes a szerszám (egy kis lekerekítés, vagy letörés szükséges a maró hegyén)
 - Nem központosan van befogva a szerszám
- Sorjaképződés a forgácsolóélen
 - Nincs elegendő hely a forgács távozásához
 - Kopott a szerszám
 - Kicsi a szerszám hátszöge
- Repedések, vagy kipattogzások a sarkokon
 - A maró túl keményen lép be az anyagba (nagy a fogásmélység és az előtolás)
 - Kopott a szerszám
 - Túl hegyes a szerszám (egy kis lekerekítés, vagy letörés szükséges a maró hegyén)
 - Túl nagy a rádiusz irányú fogásvétel
- Rázkódás
 - Túl nagy a lekerekítés a marószerszám csúcsán
 - Nem elég merev a szerszám befogás
 - Az anyag rögzítése és alátámasztása nem megfelelő
 - A fogásmélység túl nagy (két lépésben kell levenni a ráhagyást)

Menetek műanyagba

A műszaki műanyagoknál furat-menetekhez a menetmarás, külső menetekhez az esztergálás a legjobb módszer CNC gépen. Természetesen használható a menetfúró és a menetmetsző is, de számolni kell két problémával:

- A menetfúró, vagy metsző visszatekeréskor is forgácsolhat és elronthatja a menetprofilt.
- Az anyag nagy rugalmassága miatt előfordulhat, hogy a kész menet mérete nem lesz megfelelő, ezért a szabványos tűrésű menethez felméretes menetfúrót és alulméretes metszőt kell használni. Külső menetnél az állítható menetmetsző megoldás lehet.

Menetmarásnál a forgácsolási viszonyok sokkal kedvezőbbek, mint menetfúrásnál. Nem keletkezik hosszú forgács és kevesebb hő fejlődik. A szerszámot nem kell visszatekerni és a menet átmérője programozással könnyedén korrigálható. További előnyei: egy szerszámmal több azonos emelkedésű jobbos és balos menet, tövig menet zsákfuratban, nagy, sűrű, vagy hosszú meneteknél gyorsabb, mint a menetfúrás, gépkímélő, mert nincs forgásirány-váltás, stb.

Darabolás

A műanyagok darabolása történhet szalag-, vagy körfűrészszel. A legnagyobb veszély mindkét eljárásnál a szerszám felhevülése és műanyag megolvadása. Ezért fontos a megfelelő fűrész kiválasztása.

Ajánlás körfűrészhez:

- Éles szerszámmal dolgozzunk. A gyorsacél hamar tompa lesz, a keményfém viszont kopásálló és optimális felületminőséget ad.
- Váltófogú keményfém lapkás körfűrész használjunk. A váltakozva jobbra-balra dolgozó fogazat jó forgácselvezetést biztosít és megakadályozza a szerszám beszorulását.
- Az előtolás elég nagy legyen ahhoz, hogy vágjon a fűrész, ne súrlódjon. Így kisebb lesz az anyag túlmelegedése és szebb lesz a vágott felület.
- A megfelelő befogóeszköz használata megakadályozza a rezgést, ami rengeteg problémát okozhat, a rossz felületminőségtől kezdve az anyag, vagy a szerszám töréséig.
- A nagyszilárdságú és szálerősítésű műanyagok darabolását végezzük előmelegítve 80-120°C-on.

A darabolásnál előforduló nehézségek és lehetséges okai:

- Megolvadt felület
 - Kopott a szerszám
 - Kicsi az oldalirányú hátraköszörülés
 - Nem elegendő a hűtés-kenés
- Durva a felület
 - Túl nagy az előtolás
 - Nem szakszerű a szerszám élezése
 - Az él nem elég finomra van köszörülve (hónolva)

- Spirális nyomok
 - Visszahúzáskor súrlódik a szerszám
 - Sorja van a szerszámon
- Domború, vagy homorú felület
 - A szerszám nem merőleges az orsóra
 - Elhajlik a szerszám
 - Az előtolás túl nagy
 - A szerszám a központ alá, vagy fölé van szerelve
- Erős sorjaképződés
 - Kopott a szerszám
 - Túl nagy előtolás

Sorjázás

A sorja képződése általános jelenség minden forgácsoló megmunkálásnál és műanyagoknál különösen nehéz elkerülni és a sorja utólagos eltávolítása általában idő és munkaigényes, ezért a forgácsolás során az alábbiakra érdemes figyelni, hogy minél kevesebb sorja képződjön:

- Műanyaghoz alkalmas szerszámgeometria jó forgácselvezetéssel.
- Éles és sima felületű legyen a szerszám. A tompa él nagyobb hőfejlődést és deformációt okoz.
- Merev gép és befogás a káros rezgések elkerülésére. A csekély szilárdságú műanyag alkatrészeket lehetőleg teljes felületen alá kell támasztani.
- Hűtés, különösen fúrásnál, ahol a helyi hőhatás kritikus.
- Nagy vágósebesség és közepes előtolás.
- A szívós műanyagok (PE, PTFE, PA) hajlamosabbak sorjaképzésre mint a keményebbek (PEEK, PPS, szálerősítésűek)

Hűtés

Alkatrészek marásánál egyre inkább terjed a száraz forgácsolás. A gyógyászati és élelmiszeripari alkatrészek felületén nem maradhatnak anyagrészecskék, illetve az anyagban ébredő feszültségek miatt a hűtő-kenő folyadék használata az amorf műanyagokban repedésekhez vezethet. Jó megoldás a sűrített levegő, amely a forgáccsal való hőelvezetést segíti. Kivétel: a mély furatok fúrása, a menetfúrás és az erősített műanyagok darabolása, ahol mindenképpen szükség van a hűtő-kenő folyadékra.

Forrás: Zerspannungsempfehlungen für Halbzeuge aus technischen Kunststoffen (Ensinger GmbH)

Tapasztalatok műanyagok marásánál

Befogás:

A műanyaglapok feszültségmentes befogásához legjobb a vákuumos rögzítés. Alternatív megoldás lehet a kétoldalas ragasztó, amellyel egy merev műanyag alaplapra ragasztjuk a munkadarabot. Az alaplapba bele lehet marni és más munkánál ki kell cserélni.

Éles maró:

Nagyon fontos, hogy a maró éles legyen, mert a kopott maró megolvasztja a műanyagot. A speciális műanyag maró a legjobb, de az alumínium maró is megfelelő. A műanyaghoz használt szerszámokkal azonban nem marok fémet, hogy az élüket kíméljem.

Forgácsoló sebesség:

A gyors marás kevesebb hőt fejleszt, mint a lassú, mert kis sebességnél a szerszám nem levágja, hanem letépi a forgácsot.

Hűtés:

A melegedés hűtő-kenő emulzióval, vagy léghűtéssel csökkenthető. Ne felejtsük, hogy a szerkezeti műanyagok olvadási hőmérséklete 150°C, a nagyteljesítményűeké 300°C.

Sorja:

A marásnál képződő sorját legegyszerűbben kézi sorjázókéssel lehet eltávolítani.

Vetemedés:

A problémamentesen készre mart munkadarabnál is gyakran előfordul, hogy az alkatrész a gépről levéve azonnal eldeformálódik. Ennek az az oka, hogy az extrudált műanyag lapokban belső feszültségek vannak. Ha az egyik oldalt megmarjuk, a feszültség megszűnik és a lap meggömbül. A vetemedés kiküszöbölésére az anyag előzetes temperálása a legjobb megoldás. A felmelegítési hőfokra, a hőntartási időre és a lehűtés sebességére a gyártók tesznek ajánlásokat. Néha elég, ha téli hidegből behozott anyagot hagyjuk szobahőmérsékletre melegedni. Sokszor segít az is, ha a lapot váltakozva kétoldalról lenagyoljuk, majd egy-egy simító fogást veszünk.

Egészség:

A szálerősítésű műanyagok forgácsolásánál a finom üvegpor a tüdőbe kerülhet és maradandó károsulást okozhat. Tartsuk be a munkavédelmi előírásokat (elszívás, védőmaszk, stb).

Forrás: internet blog: www.precifast.de/kunststoff-fraesen/