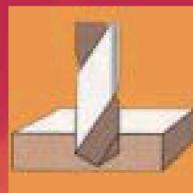


Senator d.o.o.

tehnična plastika za strojno obdelovo



**NAVODILA ZA
OBDELAVO**



QUADRANT
ENGINEERING PLASTIC PRODUCTS



Navodila za strojno obdelavo



Polizdelki iz tehnične plastike proizvajalca QUADRANT so primerni za nadaljnjo obdelavo. Brez težav se obdelujejo na običajnih strojih za obdelavo kovine ali lesa, vredno pa je upoštevati nekaj dodatnih nasvetov, s katerimi lahko dosežemo še boljše rezultate.

Glede na slabo topotno prevodnost, sorazmerno nizke temperature mehčanja in taljenja termoplastov moramo obdržati raven topote, ki se sprošča pri obdelavi, na minimumu in preprečiti kopičenje topote v obdelovancu. S tem preprečimo deformacije, pritiske, spremembo barve ali celo taljenje obdelovanca. Torej:

- orodje mora biti vedno ostro in gladko,
- hitrost podajanja mora biti čim večja,
- orodje mora imeti dovolj »zračnosti«, tako da je v stiku z obdelovancem samo rezilni rob,
- zagotoviti moramo dobro odstranjevanje odrezkov z orodja,
- pri delu, kjer nastaja visoka temperatura, moramo uporabiti hladilno sredstvo (npr. pri vrtanju).

Obdelovalne sile/vpenjanje

Obdelovalne sile so pri obdelavi plastike nižje kot pri obdelavi kovine, zato mora biti vpenjanje obdelovancev temu primerno. Največkrat se težave pojavijo zaradi premočnega vpenjanja obdelovanca. Obdelovanec se zato po izpetju nepričakovano deformira, premajhna vpenjalna sila pa lahko povzroči snetje obdelovanca iz vpenjala. Zato je temu treba posvetiti več pozornosti kot pri obdelavi kovinskih obdelovancev.

Tehnična plastika za obdelovanje ni tako trdna kot kovina, zato je pomembno, da obdelovancu zagotovimo oporo, ki prepreči deformacije ali celo zlome. Tak primer so cevi s tankimi stenami, ki pri vpenjanju v čeljusti pogosto potrebujejo notranjo oporo (trn), da se zagotovi njihova natančna obdelava (npr. izdelava puš), pri tem pa moramo upoštevati tudi okroglost in tolerance.

Orodja

Orodja iz hitroreznega jekla HSS so primerna za večino plastik, vendar pa imajo orodja, narejena iz volframove karbidne trdine (WIDIA), keramike ali polikristalnega diamanta (PCD), prednost, predvsem ko gre za dolge čase obdelav ali za obdelave materialov, polnjenih s steklenimi ali karbonskimi vlakni, in materialov, polnjenih z grafitom (daljša življenska doba orodja in fina izdelava površin).

Pri obdelavi termoplasta CELAZOLE® PBI ali TORLON® PAI dobimo najboljše rezultate z orodjem, ki ima diamantno prevleko PCD. Pri kratkotrajni obdelavi pa lahko uporabimo tudi orodja iz karbidne trdine.



[Hladilna sredstva

Hladilna sredstva načelno niso potrebna, razen pri odrezu in vrtanju. Ohranjanje hladnega rezilnega območja navadno izboljša fino obdelavo površine in tolerance.

Kadar delo zahteva hladilna sredstva, uporabimo tista, ki so topna v vodi, vendar pa jih ne smemo uporabljati pri obdelavi amorfnih termoplastov, kot so npr. PC 1000, PPSU 1000, PEI 1000, PSU 1000 in SEMITRON® Esd 410C, saj lahko pride do tvorjenja napetostnih razpok. Najbolj primerni hladilni sredstvi za te materiale sta čista voda in stisnjen zrak.

Kadar je pri strojni obdelavi amorfnih termoplastov uporaba v vodi topnih hladilnih sredstev neizbežna (npr. med vrtanjem lukenj velikih premerov, globokih lukenj ali med rezanjem navojev), moramo takoj po obdelavi vse dele najprej temeljito očistiti z izopropilnim alkoholom, nato pa sprati s čisto vodo, ker s tem zmanjšamo možnost tveganja za nastanek napetostnih razpok.

Pri odrezavanju poskrbimo tudi za tekoče odstranjevanje odrezkov. To izvedemo z močnim pihanjem zraka ali s curkom hladilne tekočine.

[Natančnost obdelave

Tolerančno polje je pri obdelavi termoplastov običajno precej večje kot pri obdelavi kovin. Vzrok za to so večji koeficient toplotnega raztezka, manjša trdnost, večja elastičnost, možnost nabrekanja (spreminjanje dimenzij) zaradi vpijanja vode (običajno poliamid – PA) in možnih poškodb zaradi notranjega popuščanja napetosti med obdelavo ter po njej. Zadnji pojav je pogost na delih, kjer obdelava povzroči nesimetričnost izdelka ali pa pri velikih spremembah oblike, npr. pri izdelavi U-profila iz plošče ali puš iz polnih palic. V takem primeru se najbolje izkaže enakomerna obdelava obeh strani obdelovanca, kar zmanjša deformacije v smislu krivljenja, ali pa toplotna obdelava (popuščanje napetosti) po predobdelavi ter pred končno obdelavo (glej navodila za odpravo napetosti z žarjenjem za Quadrantove polizdelke iz tehnične plastike).

Opomba: Za stružene ali rezkane dele lahko uporabimo toleranco od 0,1 do 0,2 % nominalne velikosti (minimalna toleranca za manjše velikosti je 0,05 mm). Upoštevamo tudi navodila iz standardov ISO 2768, DIN 7168 in švicarskih VKI-nasvetov Toleranzen spanend hergestellter Kunststoff-Fertigteile (Tolerance za obdelane plastične strojne dele). Manjše tolerance pa lahko dosegamo pri obdelavi zelo stabilnih inženirskih termoplastov, kot so: CELAZOLE® PBI, TORLON® PAI, KETRON® PEEK in TECHTRON® PPS.



Struženje



Odrezke, ki nastanejo pri struženju in vrtanju večine termoplastov, lahko dobro odstranimo s sesanjem (odrezke posesamo neposredno v zbiralnik). S tem se izognemo možnosti, da bi se odrezki ovili okoli obdelovanca, orodja ali čeljusti stružnice.

Glejte spodnjo tabelo za geometrijo orodja, rezalne hitrosti in hitrosti podajanja.

Rezkanje

Pri rezkanju lahko uporabimo dvorezne čelne rezkarje, valjaste rezkarje, čelne valjaste rezkarje in rezkarje z rezkalnimi glavami. Običajno priporočamo protismerno rezkanje, kar priomore k odvajanju toplot in znižuje stopnjo površinskih poškodb ter možnost taljenja.

Glejte spodnjo tabelo za geometrijo orodja, rezalne hitrosti in hitrosti podajanja.

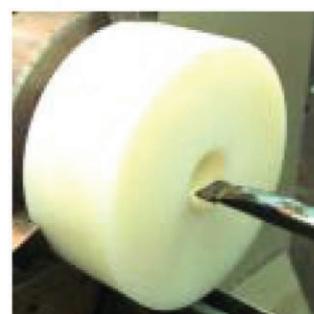
Vrtanje

Hitrorezni jekleni spiralni svedri dobro delujejo, vendar pa proizvajajo veliko toplot, zato moramo dodajati hladilno tekočino, predvsem ko je globina lukenj več kot dvakrat večja od premera. Da bi izboljšali odvod toplot in odrezkov, je treba pogosto izvleči sveder, še posebej pri globokih luknjah (sveder izvlecite vsakokrat, ko dosežete 1,5-kratno globino premera svedra). Za luknje večjega premera priporočamo uporabo vrtanja z jedrom (skoznje luknje) ali stopenjskega vrtanja, ki zmanjšuje trenje (ožji rezalni rob) in zato tudi proizvajanje toplot. Za luknje večjega premera zato priporočamo vrtanje po korakih: luknjo premera 50 mm naredimo s svedrom premera 12 in 25 mm, nadalujemo pa s svedri večjega premera ali z izstruževanjem lukenj.

Za termoplaste iz okroglih polnih palic premera več kot 50 mm (CELAZOLE® PBI, TORLON® PAI, KETRON® PEEK-HPV, KETRON® PEEK-GF30, KETRON® PEEK CA30, TECHTRON® HPV PPS in SEMITRON® ESd 410 C), za okrogle polne palice premera več kot 100 mm (ERTALON® 66-GF30, ERTALYTE®, ERTALYTE® TX in KETRON® PEEK-1000) in za okrogle polne palice premera več kot 200 mm (ERTALON/NYLATRON) zaradi preprečitve nastajanja razpok ne priporočamo uporabe visokohitrostnih spiralnih svedrov.

Priporočamo vam, da luknje na stružnici vrtate z uporabo notranjih stružnih orodij, kjer rezilni rob natančno poravnate s srednjico izdelka (slika spodaj).

Nekateri orodjarji pred obdelavo te materiale segrejejo na približno 120–150 °C. Vendar pa je treba paziti, da po končanem vrtanju in pred končnimi procesi material ohladimo na sobno temperaturo (izenačite temperaturo na celotnem območju pred vrtanjem in pred končno obdelavo).



Kadar vrtamo ali prevrtavamo luknje, moramo pred prevrtanjem zmanjšati hitrost podajanja orodja, da s tem svedru preprečimo, da na izhodni strani povzroči krušenje ali lomljenje materiala. Odsvetujemo vam ročno podajanje.

Glejte spodnjo tabelo za geometrijo orodja, rezalne hitrosti in hitrosti podajanja.



Žaganje

Pri postopku žaganja lahko uporabimo tračne žage, krožne žage ali vodne žage, ki imajo široko razmaknjene zobe in omogočajo dobro odstranjevanje odrezkov. Žage morajo imeti tako geometrijo, da minimiziramo trenje med žago in obdelovancem ter se izognemo zapiranju za rezilom, ki proizvaja veliko toplotne in lahko ustavi žago.

Potrebno je pravilno vpenjanje obdelovancev na delovni mizi. S tem se izognemo tresljajem in zato grobemu rezanju ali celo raztrganinam.

POMEMBNO: Ojačane materiale, kot so ERTALON® 66-GF30, TORLON® 4301 PAI, TORLON® 4501 PAI, TORLON® 5530 PAI, KETRON® PEEK-HPV, KETRON® PEEK-GF30, KETRON® PEEK-CA30, TECHTRON® HPV PPS, SEMITRON® Esd 410C in SEMITRON® Esd 520HR je treba žagati s tračno žago, ki ima razmik med zobmi od 4 do 6 mm (CELAZOLE® PBI: od 2 do 3 mm). Ne uporablajte krožne žage, ker lahko povzroči razpoke.

Zaščita pred vlago

Kar nekaj polimerov vsrkava vlago iz okolja. To lahko povzroči »nabrekanje« in spremembo dimenzijs. Zato je pomembno, da izdelke z visokimi zahtevami po natančnosti, izdelanih iz ERTALON®/N YLATRONA®, CELAZOLE® PBI, TORLON® PAI in SEMITRON Esd 225, pred uporabo hranimo na suhem mestu. Hraniti jih je treba v zaprtih vrečkah z dodanim odstranjevalcem vlage. Za dodatno zaščito priporočamo zaščito površin s čistim mineralnim mazivom ali oljem, kar preprečuje vsrkavanje vlage.

Obdelane dele, ki so vsrkali vlago in zato spremenili svoje dimenzijs, lahko posušimo in s tem vrnemo v prvotno stanje, saj je absorpcija vlage reverzibilni proces. To naredimo v vakuumski peči, dokler ne dosežemo osnovne teže (60–70 °C za ERTALON®/NYLATRON®, SEMITRON Esd 225 in 150 °C za CELAZOLE® PBI in TORLON® PAI). Čas sušenja je odvisen od količine absorbirane vlage in od debeline izdelkov – surovcev, vendar pa predvidevamo najmanj 24 ur za vsake 3 mm debeline.

Varnost

Treba je upoštevati splošna varnostna navodila in specifična navodila v Quadrant Engineering Plastic Products »Material Safety Data Sheets«.

Glede na njihovo trdnost in skromno žilavost je priporočljivo upoštevati dodatna pravila obdelave in oblikovanja (dodatno k temu, kar je že bilo povedano). To lahko prepreči prezgodnjo obrabo teh materialov.

Predvsem postopki žaganja in vrtanja zahtevajo nežen obdelovalni pristop. Pri oblikovanju in konstrukciji se moramo izogniti koncentraciji napetosti.

Še posebej zahteven material za obdelavo je CELAZOLE® PBI, ki zahteva posebno pozornost. Predlagamo vam, da uporabljate majhne rezalne hitrosti in majhne globine rezanja (največ 1 mm).

Nasveti

- Vedno uporabljajte rahle do srednje sile vpenjanja. Nikoli ne prenapenjajte obdelovancev.
- Izogibajte se ostrim »notranjim« kotom. Polmer naj bo najmanj 1 mm. Glejte Sliko 1.
- Da bi se med struženjem, rezkanjem ali vrtanjem izognili poškodovanju kotov, imajo prednost posneti robovi, ki pripomorejo h gladkemu prehodu med rezalnim orodjem in obdelovancem. Glejte Sliko 2.
- Izogibajmo se ostrokotnim navojem (velika občutljivost za reze). Kjer je mogoče, priporočamo navoje z oblo navojnico.
- Uporaba navojnih svedrov in orodij za valjanje navojev ni priporočljiva. Pri uporabi orodij za valjanje navojev se tvorijo visoke napetosti, ki lahko povzročijo nastanek razpok.
- Pri rezanju navojev ali montaži sornikov v slepe luknje ne pritiskajte na dno lukenj s konicami, ker lahko povzročijo razpoke.

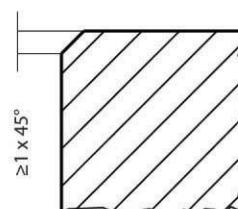


Fig. 2

Vsi podatki podjetja Quadrant engineering plastic products o proizvodih, nasveti in priporočila so potrjeni z raziskavami ter resnični. Quadrant engineering plastic products ne prevzema odgovornosti in ne nosi posledic glede uporabe in izvajanja prej navedenih informacij o izdelkih. Kupec prevzame vso odgovornost za uporabo in izvajanje prej navedenih informacij o izdelkih, preveriti pa mora tudi kakovost in druge lastnosti. Nobena odgovornost se ne prenese na podjetje Quadrant engineering plastic products za katero koli kršitev pravic, ki jih kontrolira tretja oseba v intelektualni, industrijski ali drugi obliki, in sicer glede kupčeve uporabe in izvajanja prej navedeni h informacij o izdelkih.

CESTIDUR®, ERTALON®, ERTACETAL®, ERTALYTE®, NYLATRON®, KETRON®, TECHTRON®, FLUOROSINT® in SEMITRON® so zaščitene blagovne znamke podjetja Quadrant.

CESTILENE®, CESTICOLOR®, CESTILITE® in CESTITECH® so blagovne znamke podjetja Quadrant engineering plastic products.

SYMALIT® je zaščitena blagovna znamka podjetja Symalit AG.

CELAZOLE® je zaščitena blagovna znamka podjetja Hoechst Celanese Corporation.

DELRIN® in TEFLON® sta zaščiteni blagovni znakmi podjetja DuPont.

KETRON® PEEK je narejen iz polimera VICTREX® PEEK. VICTREX® je zaščitena blagovna znamka podjetja VICTREX plc. PEEK je blagovna znamka podjetja Victrex plc.

RADEL® in TORLON® sta zaščiteni blagovni znakmi podjetja Solvay Advanced Polymers.

STANYL® je zaščitena blagovna znamka podjetja DSM.

ULTEM® je zaščitena blagovna znamka podjetja General Electric Co. USA

Priporočljive geometrije orodja, rezalne hitrosti in hitrosti podajanja za obdelavo

Tabela: Geometrija orodja, rezalne hitrosti in hitrost podajanja pri žaganju, rezkanju, struženju in vrtanju

QUADRANT plastike za strojno obdelovanje	STRUŽENJE	REZKANJE	VRTANJE	ŽAGANJE
	Izrez A-B	Izrez A-B	Krožna žaga (s karbidno konico)	Krožna žaga (s karbidno konico)
	<p>α: prosti kot γ: cepilni kot η: nastavni kot v: hitrost rezanja s: podajanje</p>	<p>α: prosti kot γ: cepilni kot φ: kot konice s: hitrost rezanja v: podajanje</p>	<p>α_c: prosti kot t_c: razmak med zobji (mm) t_b: tračna žaga β: $10 \cdot 15^\circ$ c: krožna žaga b: tračna žaga</p>	<p>α_c: prosti kot t_c: razmak med zobji (mm) v: hitrost rezanja</p>
	α γ η $r = 0.5 \text{ - } 1 \text{ mm}$ v s	α γ η v s	α γ v s φ s	α_c t_c v_c t_b v_b v
ERTALON / NYLATRON	5 - 15	0 - 10	0 - 45	0.05 - 0.5
CESTILENE	5 - 15	0 - 10	0 - 45	0.05 - 0.5
SYMALIT PVDF 1000				
ERTACETAL	5 - 15	0 - 10	0 - 45	0.05 - 0.5
SEMITRON ESD 225				
ERTALYTE	5 - 15	0 - 10	0 - 45	0.05 - 0.5
TORLON 4203 PAI				
KETRON PEK-1000				
PC 1000				
PPSU 1000				
PEI 1000				
PSU 1000				
ERTALON 66-GF30				
TORLON 4301 PAI / 5530 PAI	5 - 15	0 - 10	0 - 45	0.05 - 0.3
KETRON PEK-HPV / GF30 / CA30				
TECHTRON HPV PPS				
SEMITRON ESD 410C				
CELAZOLE PBI	5 - 10	3 - 5	0 - 45	0.05 - 0.3
FLUOROSINT 207 / 500	8 - 12	0 - 5	0 - 45	0.75 - 0.4
SEMITRON ESD 500HR				



Quadrant Engineering Plastic Products

www.quadrantepp.com