

» Za obradu super legura nužna je super učinkovitost

Andrei Petrilin

Super legure – metalne legure, koje imaju kompleksnu legiranu strukturu, odavno su postale jedna od glavnih skupina inženjerskih materijala. Ti materijali imaju ekstremno visoku temperaturnu čvrstoću, pa se stoga često nazivaju visoko-temperaturnim super legurama (eng. high-temperature superalloys – HTSA) ili toplinski postojane super legure (eng. heat-resistant superalloys – HRSA). Povijest super legura počinje s razvojem motora s plinskim turbinama koji su zahtijevali pouzdane materijale za raspone visokih radnih temperatura. Kao rezultat intenzivnog istraživanja i razvoja u metalurgiji, suvremene super legure (eng. superalloys – SA) osiguravaju dogutrajnu funkciju tih motora pri radnim temperaturama višim od 1000 °C.

Razumljivo, najveći potrošači super legura danas su proizvođači zrakoplovnih i brodskih motora (Slika 1). Super legure također su uobičajene u medicinskoj industriji, koja ih učinkovito primjenjuje za izradu protetičkih implantata pri ortopedskoj kirurgiji. Uz to, super legure postale su proširene i proizvodnji energije te u industriji nafte i plina, kao ključni materijali različitih uređaja.



» Slika 1 – Super legure su ključni materijali za turbo mlazne i turbo propelerne motore suvremenih zrakoplova. Obrada diska mlaznog motora s pomoću ISCAR CUT-GRIP alata.

Iznimno visoko-temperaturna čvrstoća i otpornost na koroziju nedvojbeno su prednosti super legura. Međutim, postoje dvije strane kovanice: super legure ne samo da imaju visoku cijenu, već je i njihova obradivost vrlo loša, što može uzrokovati prave izazove pri njihovoj preradi. Specifična sila rezanja koja predstavlja otpor materijala na odvajanje čestica definira mehaničko opterećenje na rezni alat pri obradi super legura vrlo je visoka. Kako super legura imaju lošu toplinsku vodljivost, glavni problem pri obradi je razvijena toplina. Osnovne i oslobođene odvojene čestice, koje se uglavnom stvaraju pri obradu super legura, ne osiguravaju dovoljnu disipaciju topline iz zone rezanja. A sklonost na otvrdnjavanje pri obradi super legura, situaciju dodatno pogoršava.

Proizvođači su suočeni s obradom različitih SA obradaka: lijevanih, kovanih, sinteriranih itd. Metode proizvodnje obradaka također imaju utjecaj na obradivost. Primjerice, abrazivnost kovanih obratka je veća nego li lijevanih, a lijevanih je veća nego li sinteriranih obradaka.

Posljedično, rezni alat je pod značajnim toplinskim i mehaničkim opterećenjem, koje dramatično skraćuje vijek trajanja alata. Stoga, pri obradi super legura potrebno, brzina rezanja koja je izravno povezana sa stvaranjem topline tijekom odvajanja čestice, značajno je manja u usporedbi s brzinama obrade uobičajenih inženjerskih materijala, kao što su čelik ili željezni lijevovi. Izravni rezultat ograničavanja brzine rezanja loša je produktivnost. Stoga su prevladavanje problema pri obradi te povišenje produktivnosti glavni izazovi proizvođača SA dijelova.

Sukladno normi ISO 513, super legure zajedno s legurama titana pripadaju aplikacijskoj grupi ISO S. Ovisno o prevladavajućem elementu, super legure se dijele na tri osnovna tipa: legure na bazi željeza (Fe), nikla (Ni) i kobalta (Co). Njihova obradivost pada s redoslijedom nabrajanja; od legura na bazi željeza, koje su usporedive s austenitnim nehrđajućim čelicima, do legura na bazi

kobalta, koje predstavljaju najteže obradive materijala u grupi.

Povišenje učinkovitosti obrade super legura došao je u fokus različitih znanstvenih istraživanja i tehnoloških poboljšanja. Njihov rezultat je značajno unaprjeđenje pri proizvodnji SA komponenata. Obrada je učinkovito obuhvatila nove strategije obrade odvajanjem čestica i inovativne metode dobave sredstva za hlađenje, kao što je hlađenje pod viskom tlakom (eng. high-pressure cooling – HPC), podmazivanje minimalnom količinom sredstva za hlađenje (eng. minimum quantity lubrication – MQL), a čak se uspješno primjenjuje kriogeno hlađenje. Time je produktivnost obrade super legura podignuta na novu razinu. Međutim, kao i u slučaju obrade legura titana, ključni element za poboljšanje produktivnosti SA obrade je rezni alat koji izravno uklanja slojeve materijala s obratka i na taj način stvara odvojene čestice. Rezni alat karakterizira materijal alata i njegova geometrija, koji određuju uspjeh ili neuspjeh alata u primjeni.

Danas su za rezne alate za obradu super legura najčešće u primjeni prevučeni sinterirani tvrdi metali. Razvoj kvalitete tvrdog metala, u kojoj se čvrstoća i otpornost na trošenje međusobno nadopunjuju, vrlo je osjetljiv proces, koji zahtijeva odgovarajuće supstrate od tvrdog metala, sastav prevlake i metodu prevlačenja. Na iznenađenje onih koji vjeruju kako su mogućnosti razvoja u tom smislu gotovo iscrpljene, proizvođači reznih alata nastavljaju u stvaranju novih, učinkovitih kvaliteta tvrdih metala. Uz to, pri obradi super legura, keramika – još jedan alatni materijal koji omogućuje značajno povećane brzine rezanja – već je aktivno u primjeni.

Ukoliko je pitanje materijala alata uglavnom povezano sa znanostu o materijalima i metalurgijom, rezna geometrija više



» Slika 2 – Obrada komponente implantata koljena s pomoću MULTI-MASTER vretenastog glodala s izmjenjivom konusnom glavicom.

pripada području konstruiranja alata. Osiguravanje geometrije visokih performansi zahtijeva produbljeno inženjersko znanje i tehnološke vještine. S jedne strane, za smanjenje stvaranja topline i otvrdnjavanja, potrebni su pozitivni kut prednje oštrice alata,

VAŠ PARTNER ZA KOMPLETNU OBRADU ALATA CREATING TOOL PERFORMANCE



C.O.R.E.®

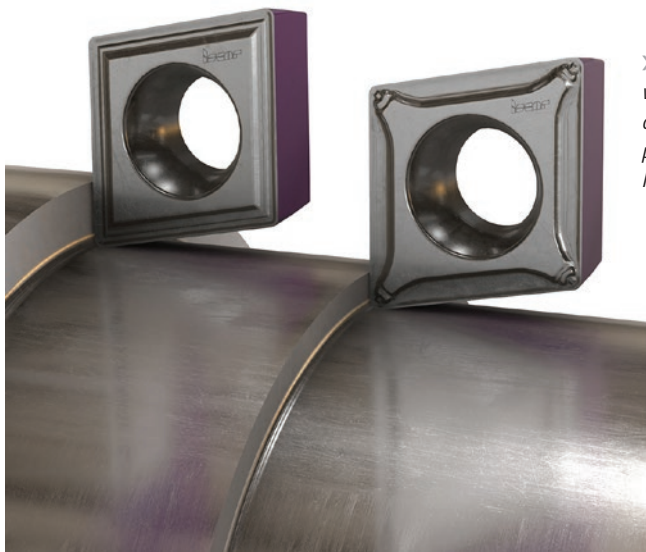


Kao pružatelji sustava i rješenja, WALTER i EWAG nude sve Tehnologije iz jednog izvora: **brušenje, erodiranje, obrada laserom i mjerenje** alata iz gotovo svih alata dostupnih na tržištu – uključujući super tvrde materijale. Vaše uspješno rješenje za proizvodnju indeksnih umetaka ili za proizvodnju i ponovno izoštravanje rotacijsko simetričnih alata kreirano je u suradnji sa softverom i brigom za korisnike.

🔗 walter-machines.com | ewag.com

WALTER

EWAG



» Slika 4 – ISCAR-ovi nedavno predstavljeni M3M (lijevo) i F3M (desno) lomači odvojenih čestica za ISO standardne pločice za tokarenje posebno razvijene za ISO S i ISO M grupe materijala.

dovoljno velik natražni (slobodni) kut i oštra rezna oštrica. S druge strane, takav oblik rezultira oslabljenom reznom oštricom koja bi trebala izdržati značajno mehaničko opterećenje. Stoga je pravilno konstruirana rezna oštrica postaje kritičnim faktorom za uspješnu obradu super legura. Pločice od sinteriranog tvrdog metala ima prednosti zbog mogućnosti oblikovanja kompleksnih odvojenih čestica i oblika lomača odvojenih čestica na prednjoj površini pločice. Danas, računalno modeliranje oblikovanja odvojene čestice i procesa stlačivanja, koje koristi metodu konačnih elemenata, predstavlja učinkoviti alat za optimiranje oblika reznih oštrica već u fazi konstruiranja pločice. U slučaju vretenastih glodala, konstrukcija varijabilnog koraka rezultira poboljšanom čvrstoćom na vibracije. Rezne oštrice tih glodala proizvode se operacijama brušenja, a kako bi se uklonilo ljuštenje i defekti oštrice, vrlo je važno strogo poštivanje zahtjeva tehnološkog procesa pri njihovoj izradi.

Proizvođači reznih alata posvećuju mnogo pozornosti unaprjeđivanju svojih portfelja proizvoda namijenjenih obradi super legura. ISCAR-ove novosti mogu predstavljati izvrsne indikativne primjere.

Kvaliteta tvrdog metala IC806, koja je uvedena tijekom nekoliko proteklih godina za izradu utora na super legurama i austenitnih nehrđajućih čelika, uspješno je prilagođena za ISCAR-ovu liniju alata za izradu navoja i duboko bušenje. Ova kvaliteta ima tvrdi submikronski supstrat te PVD TiAlN/AlTiN prevlaku s naknadnom obradom sukladno ISCAR-ovoj SUMO TEC tehnologiji. Kvaliteta IC806 osigurava zamjetnu otpornost na ljuštenje i krhanje i zadržava pouzdane i ponovljive rezultate.

Pri obradi super legura s pomoću vretenastih glodala ili izmjenjivih glavica od tvrdog metala, kvaliteta IC902, koja objedinjuje ultra-fino zrnati supstrat i nano sloj PVD TiAlN prevlake, osigurava ekstremno visoku otpornost na trošenje i produljuje vijek trajanja alata. Ta kvaliteta pokazuje vrlo dobre rezultate pri proizvodnji proizvoda za zamjenu zglobova koljena i kukova, koji se izrađuju od teško obradivih kobalt-krom legura (Slika 2).

ISCAR je značajno proširio paletu proizvoda za ISO S aplikacije koji su načinjeni od različitih reznih keramika, kao što je silicij-nitrid, SiAlON, te kvalitete ojačane viskerima. Novi keramički proizvodi obogatili su i raspon glodala s indeksnim pločicama i vretenastih glodala (Slika 3).

Posljednji oblici prednjih površina F3M i F3P za ISO standardne rezne pločice za tokarenje namijenjeni su posebno za teško obra-



» Slika 3 – Glodala s izmjenjivim zaobljenim pločicama od keramike osiguravaju značajno povećanje brzina rezanja i višu produktivnost.

dive austenitne nehrđajuće čelike i super legure (Slika 4). Njihova geometrija s pozitivnim prednjim kutom smanjuje sile rezanja i osigurava glatki proces rezanja, dok set lomača odvojenih čestica na prednjoj površini poboljšava upravljanje odvojenim česticama.

Kod keramičkih dvostranih pločica za alate za tokarenje i glodanje, ISCAR je dodao novu opciju skošenog i kombiniranog (skošen i zaobljen) oblika rezne oštrice za posebno teške aplikacije.

ISCAR je obogatio raspon rješenja namijenjenih hlađenju visokim pritiskom sredstva za hlađenje s novim tijelima glodala na izmjenjive pločice i držačima alata.

Zaključno, potreba za povišenom produktivnošću i obradom HTSA predstavljaju kontinuirani izazov za proizvođače reznih alata, a u skoroj budućnosti je za očekivati razvoj novih, učinkovitih alata za tu primjenu.

» www.iscar.hr