

» Kvantni skokovi i ustrajan napredak

Neprekidni uspon (ne tako skroman) pločica od tvrdog metala obilježen je revolucijom i evolucijom.

Sinterirani karbidi su tvrdi metal koji je u širokoj primjeni pri izradi reznih alata za obradu odvajanjem čestica. U okviru industrijskog konteksta, reference koje se odnose na karbide ili volframove karbide uglavnom se odnose na sinterirane kompozite.

Tvrdometalna glodala pružaju mnoge prednosti. U velikoj većini slučajeva, osiguravaju bolju kvalitetu površine obrađenog dijela te omogućuju bržu obradu u usporedbi s primjenom glodala od brzoreznih (HSS) čelika. Dodatno, tvrdometalni alati mogu izdržati više temperature na sučelju glodalo-obradak od standardnih alata od brzoreznih čelika, što je temeljni razlog njihovih sposobnosti brže obrade. Tvrdi metali uglavnom osiguravaju superiorne performanse pri rezanju čvrstih materijala, kao što su visokolegirani čelici ili nehrđajući čelici, kao i u situacijama gdje bi se ostali rezni alati istrošili bitno brže, kao što je visokoučinska obrada.

Industrijska primjena tvrdih metala za rezne alate počela je 1930-tih godina. Od tada, tvrdi metali su postali daleko najpopularniji materijal za proizvodnju reznih alata. Dok se neki alati relativno manjih dimenzija izrađuju u potpunosti od tvrdog metala, ostali primjenjuju tvrdi metal samo u zoni rezanja. Izvorno, zona rezanja se sastoji od tvrdometalnog vrha koji se meko ili tvrdo zalemi na tijelo alata. Međutim, tijekom 1940-tih, proizvođači reznih alata počeli su proizvoditi rezne alate s unaprijeđenim izmjenjivim tvrdometalnim segmentima (pločica) koji su se mehanički montirali na tijelo alata.



» Slika 1: Pločica za glodanje H690 TNKX 1005 ima bitne razlike u visini oštrice na pločici

Ova pametna inovacija i primjena mehaničkog stezanja, koje omogućuje bitno veću čvrstoću u usporedbi s prethodnim lemljenim vezama, sada se smatraju ključnim točkama za pamćenje, ne samo u području proizvodnje alata, već i kod unaprjeđivanja učinkovitosti svih metalopraerađivačkih industrija.

Taj ključni razvoj doveo je do impresivnih pomaka u produktivnosti unutar područja operacija obrade odvajanjem čestica. Bilo je moguće odmah povećati opterećenje alata i intenzivirati brzine odvajanja metala. Uz to, ovaj troškovno učinkoviti pristup osigurava jednostavnu i ekonomičnu zamjenu reznih elemenata kada se istroše, ili u slučaju njihova loma, omogućuje obradu reznih segmenata i podjelu tijela alata. Ovisno o obliku primijenjenih pločica, one mogu biti brzo indeksirane, čime je osigurana brza izmjena istrošenih oštrica s pomoću nekoliko metoda, kao što je rotacija pločice oko svoje osi ili pomicanjem odozgo prema dolje. Inicijalno, novi rezni segmenti su bili poznati pod nekoliko imena, kao što su potrošne oštrice, izmjenjive pločice, zamjenjive pločice, međutim, danas je sve više u primjeni proširen generički pojam izmjenjive pločice.

Tehnologija primijenjena u obradi izmjenjivih pločica temelji se na praškastoj metalurgiji, koju prati nekoliko procesa obrade kako slijedi:

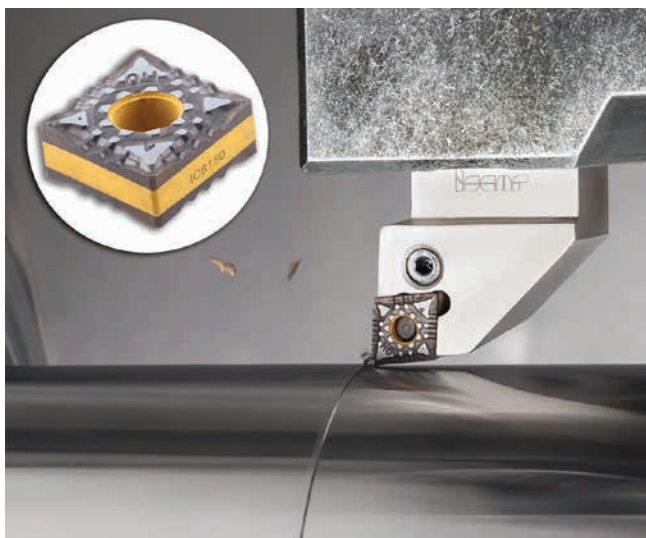
- priprema karbidnog praha (miješanje)
- stlačivanje praha (zbijanje)
- sinteriranje kompaktnog dijela
- proces naknadnog sinteriranja
- prevlačenje.

U načelu te faze se nisu mijenjale tijekom mnogo desetljeća. Međutim, u isto vrijeme napredak znanosti i tehnologije je signifikantno utjecao na proces proizvodnje pločica.

U prošlosti, pločice su bile proizvedene primjenom ručnih strojeva. Stoga je primjena različitih kompleksnih procesa praškastih metalurgija bila vrlo teška ili čak nemoguća za izvesti. Uvođenje progresivnije industrijske opreme, koja je imala unaprijeđenu automatizaciju i upravljanje s pomoću računala, tehnološke procese je učinilo stabilnijima, upravljivijima i pouzdanijima. Posljedično, mehanička svojstva obrađenih pločica su postala ujednačenija, predvidiva i ponovljiva; ti su faktori omogućili dramatična poboljšanja u smislu točnosti srašćenih pločica smanjenjem proizvodnih tolerancija.

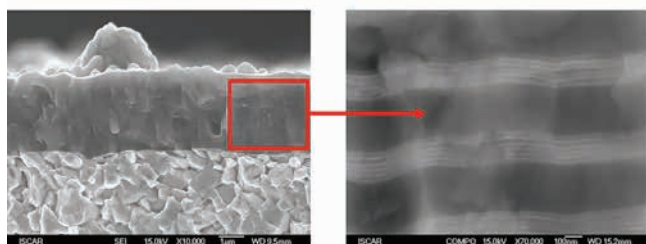
Danas je tipična preša za proizvodnju pločica vrhunski inženjerski uređaj koji je upravljani s pomoću računala. Pokretni dio može se sastojati od većeg broja »pod žigova«, svaki sa svojom funkcijom. Neke konstrukcije preše imaju mogućnosti višeosnog prešanja. Značajan napredak u tehnologiji prešanja omogućuje proizvodnju kompleksnih oblika pločica koje karakterizira varijabilna visina oštrica (Slika 1). Ova karakteristika omogućuje ostvarivanje optimalne rezne geometrije, što jamči ne samo glatku površinu nego i stabilnu obradu te povećanu točnost obrađene površine (Slika 2).

Dodatno, prednosti koje pruža primjena suvremenih CAD/CAM sustava omogućuje unaprjeđenje dizajna i oblika setova alata za prešanje. Također, mogućnost simulacije procesa prešanja novih sinteriranih proizvoda, kada su u početnoj fazi razvoja, omogućuje dodatne korekcije i unaprjeđenja dizajna.



» Slika 2: Pločica za tokarenje CNMG 331-F3P ima kompleksni lomač odvojene čestice oblikovan tehnologijom prešanja. Optimirana rezna geometrija pločice osigurava produktivno tokarenje različitih teškoobradivih čelika ili željeznih ljevova

Unaprjeđene nove tehnike koje se odnose na sinteriranje baze pločice, unaprjeđuju kvalitetu procesa. Gradijentno sinteriranje više-karbidnih supstrata osigurava stvaranje tankog gornjeg sloja koji ima visoki sadržaja kobalta. Taj gradijentni sloj stvara izvrsnu barijeru protiv stvaranja napuklina i jamči povišenu otpornost na krutost i lom. Današnji supstrati tog tipa se uobičajeno koriste u alatima namijenjenim za operacije tokarenja.



» Slika 3: Struktura nanosloja prevlake IC807 karbidnog tipa alata (SEM slika)

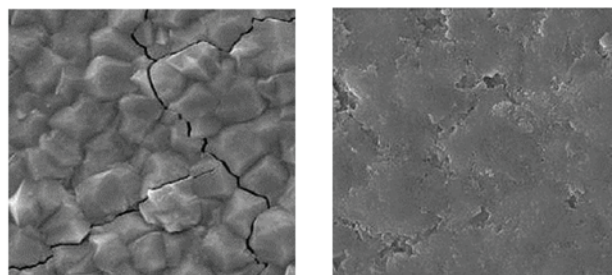
Do 1980-tih tvornički tipovi nisu bili prevučeni. Kako bi tipovi postali više univerzalni i primjenjivi pri obradi raznih inženjerskih materijala, proizvođači alata razvili su tipove koji sadrže različite aditive. Usvajanjem tehnologija prevlačenja, dramatično je promijenjen svijet obrade; sada je velika većina tvrdometalnih tipova alata prevučena. Dodatak ove nove tehnologije omogućuje pojedinim tipovima alata fokusiranje na obradu specifičnih grupa materijala. Supstrati sadrže manje aditiva; stoga njihove strukture postaju univerzalnije i stabilnije, što dodatno unaprjeđuje kontrolu tijekom proizvodnje.

Uvođenje prevučeni tvrdih metala na trenutačni razvoj u ovom području omogućilo je značajno povećanje brzina rezanja. Primjerice prije 30 godina, kada se tokario sivi lijev, primijenjena brzina rezanja bila je približno 100 m/min za pločice koji su bili izrađeni od IC20 (ISCAR-ov kvaliteta tvrdog metala bez prevlake). Danas prevučeni IC5005 kvaliteta omogućuje vrijednosti brzine

vrijednosti brzina sve do 600 m/min. U drugom slučaju, glodanje martenzitnog nehrđajućeg čelika tijekom istog razdoblja je napredovalo od oko 80 m/min za IC50M (ISCAR-ov kvaliteta tvrdog metala bez prevlake), do današnjih 300 m/min kao prihvatljivu vrijednost pri uporabi IC5500 (ISCAR-ov prevučena kvaliteta). Ovi impresivni brojevi omogućuju izvrsnu ilustraciju o tome kako prevučeni tvrdi metali osiguravaju skokove u napretku koje je potrebno načiniti u području brzina rezanja.

Tehnologija prevlačenja nastavlja se razvijati u dva načelna smjera – kemijsko nanošenje iz parne faze (eng. Chemical Vapor Deposition – CVD) i fizikalno nanošenje iz parne faze (eng. Physical Vapor Deposition – PVD). Glavni rezultati razvoja u okviru CVD je uvođenje Alumina keramičkih prevlaka. One omogućuju obradu pri povišenim brzinama rezanja obzirom na njihova izvrsna svojstva temperaturne izolacije, visoka tvrdoća i kemijska stabilnost pri visokim temperaturama.

PVD prevlake su uvedene tijekom kasnih 1980-tih. PVD prevlake predstavljaju gigantski korak u svladavanju kompleksnih problema koji sprječavaju napredak u području nanotehnologije. PVD prevlake donose novu klasu Nano slojevitih prevlaka otpornih na trošenje. Takve prevlake (Slika 3) predstavljaju kombinaciju slojeva s debljinama sve do 50 nm (nanometara) i demonstriraju značajno povećanje u čvrstoći prevlake u usporedbi s konvencionalnim metodama.

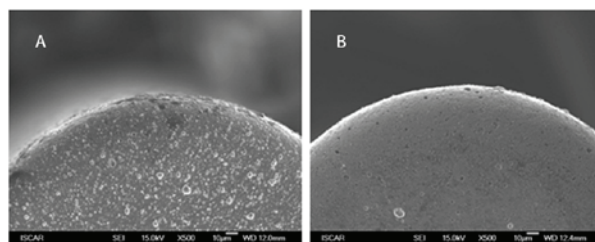


» Slika 4: SEM slika površine CVD prevlake prije (lijevo) i nakon (desno) SUMOTEC naknadne obrade

Suvremene tehnologije omogućuju kombinaciju obiju metoda – CVD i PVD – za izradu prevlaka pločica, kao sredstva kontrole svojstava prevlaka. Konkretno, ISCAR-ov tvrdometalna kvaliteta DT7150 ima čvrsti supstrat i dualnu MT CVD i TiAlN PVD prevlaku. Kvaliteta je izvorno razvijena radi poboljšanja produktivne obrade tvrdog lijevanog željeza za specijalne namjene.

Druga velika prednost i tehnologiji pločica odnosi se na naknadnu obradu nakon prevlačenja. Primjerice, ISCAR je razvio SUMOTEC, metodom obrade prethodno prevučene površine pločice. Prednost SUMOTEC tehnologije naknadne obrade osigurava unaprjeđenu tvrdoću i otpornost na trošenje tvrdometalnih kvaliteta, čime se omogućuje viša produktivnost.

U CVD prevlakama, obzirom na razlike u koeficijentu toplinske širljivosti između supstrata i slojeva prevlake, stvaraju se unutrašnja rastezna naprezanja. Uz to, PVD prevlake rezultiraju površin-



» Slika 5: Učinak SUMOTEC obrade na površinu prevučenu PVD prevlakom: a- netretirana površina, b- tretirana površina

skim kapljicama. Ti faktori negativno utječu na prevlaku i stoga skraćuju vijek trajanja alata. Primjena SUMOTEC tehnologije naknadne obrade značajno smanjuje pa čak i uklanja te neželjene defekte i rezultira u produženju vijeka trajanja alata, a time i većom produktivnošću (Slike 4 i 5).

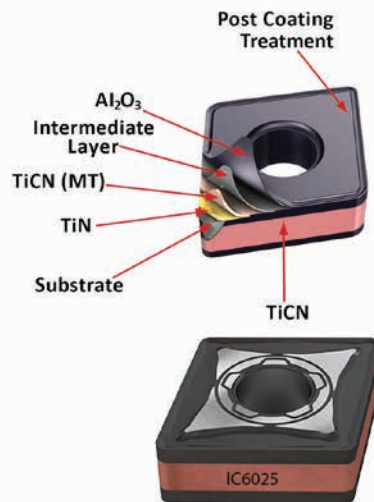
Kontinuirani razvoj u tehnologiji tvrdometalnih pločica inicirao je nekoliko područja razvoja. Unaprijeđene metode prešanja i sinteriranja, procesi prevlačenja i postupci naknadne obrade, nove opcije za površinsku obradu i optimiranje rezne geometrije namijenjeni su izradi izmjenjivih pločica, kako bi se udovoljilo zahtjevima učinkovite obrade diktiranim od strane suvremenih metaloprerađivačkih industrija.

ISCAR-ov nedavno razvijena kvaliteta alata IC6025 namijenjen je specijalno za tokarenje materijala koji pripadaju grupi ISO M (austenitni i dupleks nehrđajući čelici). Prevlaka tog tipa alata je višeslojna prevlaka s naknadnim tretmanom. Tip alata omogućuje značajna poboljšanja u produktivnosti pri tokarenju materijala u zrakoplovnoj industriji (Slika 6).

Među najnovijim unaprijeđenim tvrdometalnim kvalitetama alata, ISCAR je razvio kvalitetu alata IC806 za tokarenje i izradu utora pri obradi visokotemperaturnih legura. ISCAR-ova kvaliteta alata IC806 je nova nadopuna SUMO TEC PDV prevučenoj kvaliteti alata za obradu visokotemperaturnih legura, posebice Inconela 718.

ISCAR-ov novi tip alata za obradu Inconela 718 pripada obitelji za obradu super legura na bazi nikla koje se intenzivno primjenjuju u aplikacijama gdje se zahtijevaju izdržljivost pri visokim temperaturama i visoka postojanost na koroziju. Materijal se široko primjenjuje u zrakoplovnoj industriji, za komponente koje su smještene u predjelu motora, kao i u raznim sektorima naftne industrije.

Mikrostruktura Inconela 718 sastoji se od austenitske strukture koja ima visoku rasteznu čvrstoću i granicu razvlačenja. Glavni problem koji se javlja pri obradi Inconela 718 manifestira se u vrlo visokim temperaturama na reznoj oštreci pločice, što je posljedica abrazivnih elemenata i sastavu materijala (visoki sadržaj nikla 50-55 % i kroma 17-21 %), koji mogu uzrokovati veliku brzinu



» Slika 6: Struktura ISCAR tipa alata IC6025, razvijena posebno za tokarenje ISO M materijala

trošenja, stvaranje naljepaka, stvaranje napuklina i lom pločice. Ti faktori doprinose skraćanju vijeka trajanja alata i velike deformacije rezne oštrice čak i pri malim brzinama rezanja.

Sljedeća kompleksnost povezana s Inconelom je njegova tendencija da se izobličiti; obzirom na njegovu metaluršku osjetljivost na zaostala naprezanja i efektima samo-zakaljenja tijekom operacije obrade. ISCAR-ovo nastojanje da učinkovito obrađuju taj jedinstveni materijal, te su stoga uspješno razvili IC806. To je submikronska kvaliteta s TiAlN i ISCAR-ovim SUMO TEC prevlakom, koji rezultira superiornim svojstvima otpornosti na trošenje. IC806 ima tvrdi submikronski supstrat s PVD prevlakom i specijalnim naknadnim tretmanom prevlake, što osigurava bitno poboljšanje vijeka alata i bolju pouzdanost.

» www.iscar.hr

» CoroMill® Plura HFS za obodno glodanje i izradu džepova

Sandvik Coromant je predstavio novu seriju stablastih glodala, razvijenih za visoku učinkovitost i pouzdanost pri obodnom glodanju i izradi džepova.

Stablasta glodala CoroMill® Plura HFS (High Feed Side Milling tj. obodno glodanje s velikim dodavanjem) bili su razvijeni za aplikacije sa čelikom i nehrđajućim čelikom, a produktivnost poboljšavaju i pri materijalima, koji su teški za obradu, kao što su toplinski postojane superlegure i titan.

Suvremene strojne radionice poboljšavaju produktivnost i pouzdanost procesa s najnovijim strategijama glodanja, kao što je primjerice glodanje po trohoidi. Putanje alata često se pripremaju u programskoj CAM opremi za konstantnu maksimalnu debljinu odvojenih čestica i kratak luk dodira, a s time su omogućene velike



vrijednosti dodavanja, minimalne vibracije i dulji vijek trajanja alata. CoroMill Plura HFS bio je razvijen upravo za te strategije. S primjenom čitave duljine rezanja stablastog glodala, postignut je veći stupanj oduzimanja materijala pri manjim promjerima u usporedbi s glodanjem sa zakretnim pločicama ili s tradicionalnim strategijama glodanja. Na taj način se smanjuju troškovi alata i poboljšava se ukupna produktivnost.

Svojstva glodala CoroMill Plura HFS:

- Neujednačena konstrukcija spirale s varijabilnim kutnim korakom u svakom aksijalnom presjeku povećava stupanj oduzimanja materijala bez vibriranja.
- Asimetrični profil za lomljenje odvojenih čestica poboljšava uklanjanje odvojenih čestica i smanjuje rizik krhanja oštrice i loma alata.
- Konusna jezgra s manjim promjerom jezgre na čelu pomaže pri uklanjanju odvojenih čestica, a promjer jezgre pri maksimalnoj dubini rezanja je veći za maksimalnu stabilnost.

Žilava kvaliteta GC1740 je bila razvijena za veće kombinacije ap/ae i odupire se savojnim silama pri duljini reza 4 x DC.

Sandvik Coromant nudi i stablasta glodala CoroMill® Plura po mjeri za one proizvođače i radionice strojne obrade, koji trebaju duljinu reza 5 x DC.

» www.sandvik.coromant.com