

OPLEMENITENJE ORODIJ ZA STISKANJE KOVINSKIH PRAHOV

SURFACING OF TOOLS FOR METALLIC POWDER COMPACTION

Matjaž Torkar¹, Vojteh Leskovšek¹, Borivoj Šuštaršič¹, Boris Navinšek², Branko Bračko³

¹Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Lepi pot 11, 1000 Ljubljana

²Institut "Jožef Stefan", Jamova 39, 1000 Ljubljana

³Unior, d.d., Kovaška 10, 3214 Zreče

Prejem rokopisa – received: 1999-04-01; sprejem za objavo – accepted for publications: 1999-05-10

Sodobne smeri razvoja oplemenitenih orodij so usmerjene v postopke za modifikacijo površin z eno- ali večplastnimi trdimi prevlekami na primerni podlagi. Izkušnje z uporabo vakuumske toplotne obdelave hitroreznega jekla Č 7680 (BRM2) kažejo, da že optimiranje vakuumske toplotne obdelave pri posameznih orodjih občutno podaljša njihovo zdržljivost. K dodatnemu podaljšanju zdržljivosti pa prispevajo tudi trde prevleke. Orodja za stiskanje prahov so bila vakuumsko toplotno obdelana, ionsko nitrirana v pulzirajoči plazmi ter prekrita s trdo prevleko TiN in CrN. Zdržljivost posamezne kombinacije je bila preizkušena neposredno na industrijskih orodjih v Unior-ju Zreče. Preizkusi so pokazali, da ionsko nitrirana površina, dodatno s trdo prevleko, podaljša zdržljivost orodij vsaj za dvakrat.

Ključne besede: trde prevleke, večplastni nanosi, ionsko nitriranje v pulzirajoči plazmi, PVD-trda prevleka TiN in CrN, orodje za stiskanje kovinskih prahov

Modern trends in development of tools are oriented towards the surface modification with one or multilayer hard coating. Experiences with vacuum heat treatment of HSS steel Č 7680 (BRM2) show that optimizing of vacuum heat treatment prolongs the tool service life. Hard coatings give additional contribution to prolongation of tool service life. The tools for metal powder pressing were vacuum heat treated, pulsed plasma ion nitrided and coated with TiN or CrN by PVD process. Different combinations of surfacing were tested on industrial tools during normal production in Unior Zreče. The results show that surfacing of tested tools prolongs their lifetime for at least two times.

Key words: hard coatings, multilayered coatings, pulsed plasma ion nitriding, PVD hard coating of TiN and CrN, tool for metal powder pressing

1 UVOD

Predstavljeni so rezultati raziskav v okviru projekta Eureka "Surfacing of Blanking Tools".

Preizkušeno je bilo orodje, ki se v podjetju Unior, d.d., Zreče uporablja za velikoserijsko stiskanje zelencev sintranih ležajev. To je pomembno za merodajnost preizkusa orodja.

Preizkuse na enakih orodjih smo izvajali že v preteklosti, vendar samo z orodji, ki so bila klasično toplotno obdelana, to je kaljena in popuščana, brez dodatnega utrjevanja površine. Orodja so se med delom lomila; izkazalo se je, da predvsem zaradi problemov s stabilnostjo geometrije in dodatnega pojava krivljenja med toplotno obdelavo. Pri toplotni obdelavi hitroreznega jekla so najbolj pogoste volumske deformacije med 0,1 in 0,4 mm, medtem ko se pri vakuumski toplotni obdelavi in ohlajanju v atmosferi dušika deformacije zmanjšajo na 0,02 do 0,04 mm. To je pomembno, ker se zaradi zmanjšanja deformacij pri vakuumski toplotni obdelavi lahko pri večini orodij opusti brušenje po toplotni obdelavi.

Prednosti vakuumske toplotne obdelave se pokažejo še bolj izrazito pri tankih orodjih, ki so še posebej občutljiva za pojav geometrijske nestabilnosti pri neprijetnem ohlajanju. Z optimiranjem vakuumske toplotne

obdelave navadno izginejo težave z geometrijsko nestabilnostjo.

Prednost trdih prevlek^{1,2,3,4} je v njihovi veliki trdoti in zmanjšanju koeficienta trenja. Ena ali več trdih prevlek na toplotno obdelanem orodju prispevajo med obratovanjem k bolj zloženemu gradientu napetosti^{5,6,7} od delovne površine proti notranosti orodja.

Ko se dve površini medsebojno premikata pod obremenitvijo, se ena ali obe obrabljata. Zdržljivost orodja je tako kombinacija lastnosti podlage, lastnosti prevlek in razmer pri delu.

2 NAMEN RAZISKAVE

Tehnika obdelave površin (angleški izraz za te postopke je "surfacing") različnih orodij za odrezavanje, preoblikovanje ali ulivanje v svetu skokovito napreduje z uvajanjem eno- in večplastnih trdih nanosov na površino orodnega jekla, ki je optimalno toplotno obdelana. Večplastni nanosi omogočajo enakomernejši gradient mehanskih lastnosti skozi trde prevleke. Namen raziskave je bil preizkus optimiranja vakuumske toplotne obdelave ter dodatno utrjevanje površine z ionskim nitriranjem v pulzirajoči plazmi in trdo prevleko iz TiN ali CrN na orodju za stiskanje kovinskih prahov.



Slika 1: Orodje s trdo prevleko iz CrN
Figure 1: Tool with CrN hard coating

3 EKSPERIMENTALNI DEL

Za izvedbo preizkusov so bila uporabljena orodja za stiskanje zelenih predoblik sintranih ležajev. Orodja (40703-102-04) so bila izdelana iz hitroreznega jekla BRM 2, (Č 7680, W.Nr. 1.3343). Orodja so v obliki dolgih igel in so nameščena v sklopu orodja za stiskanje prahu ter se uporabljajo za izdelavo luknje v sredini ležaja, ki ga kasneje sintramo.

Orodja so bila izdelana v Unior-ju Zreče. Na Inštitutu za kovinske materiale in tehnologije so bila vsa orodja vakuumsko toplotno obdelana in ionsko nitrirana v pulzirajoči plazmi do globine 30 μm . Nato so bila rahlo polirana, v Centru za trde prevleke v Domžalah pa je bila dodatno nanescena še trda prevleka TiN ali CrN deklarirane debeline 3 μm .

Preizkus zdržljivosti orodij je bil izvršen v redni proizvodnji v Unior-ju Zreče, vendar vsi preizkusi zaradi stalnega spreminjanja proizvodnega programa še niso v celoti končani.

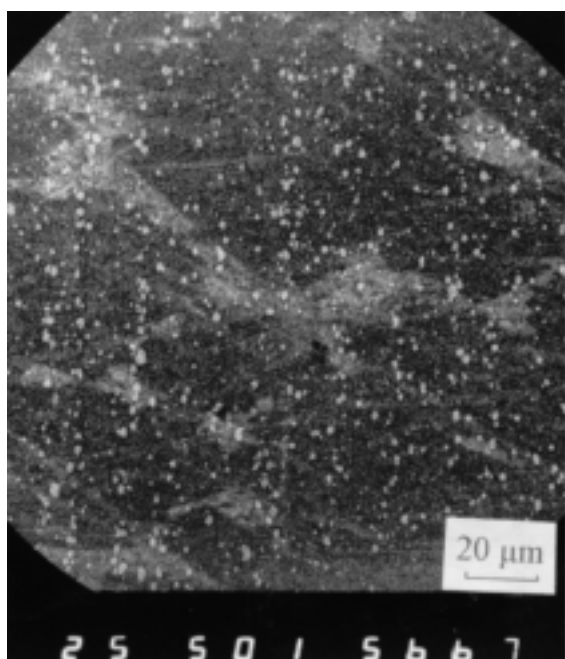
Poleg preizkusa zdržljivosti orodij v redni proizvodnji so bile opravljene raziskave morfologije površine orodij pred uporabo orodja in po njej.

4 REZULTATI

Orodja, ki so imela po vakuumski toplotni obdelavi trdoto 63 HRC, so bila ionsko nitrirana do globine 30 μm in dodatno prekrita z 3 μm debelo trdo prevleko TiN ali CrN.

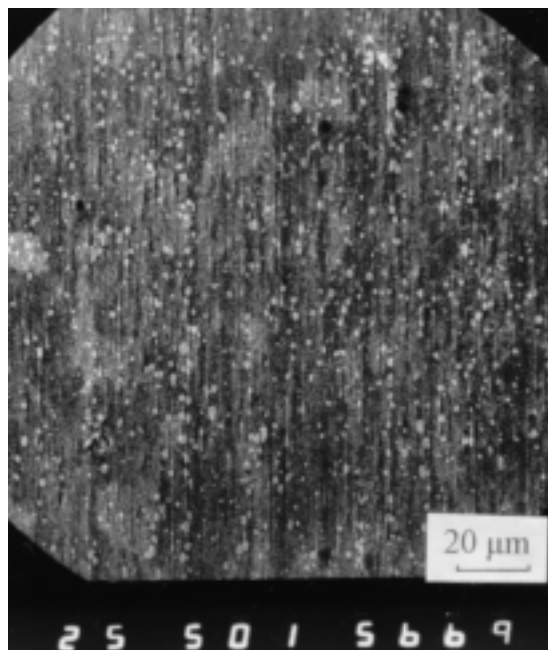
Na **sliki 1** je prikazano orodje po nanosu trde prevleke iz CrN.

Preizkus zdržljivosti orodij v industrijskih razmerah med redno proizvodnjo v Unior-ju Zreče je pokazal precejšnje nihanje rezultatov, vendar se je izkazalo, da že ionsko nitiranje površine orodja prispeva k podaljšanju dobe trajanja orodja (**sliki 2 in 3**). Natančnejši pregled je pokazal, da so razlike posledica dimenzijskih odmikov orodij, oziroma toleranc. Dopusne tolerance orodij so Φ 7,008 - 0,0025 mm, kar pomeni, da uporabnik dopušča obrabo orodja za 0,0025 mm oziroma 2,5 μm . Orodja, ki



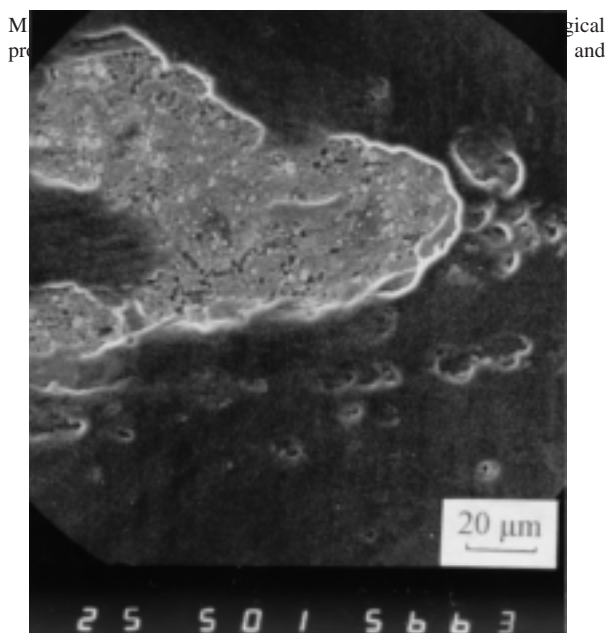
Slika 2: Površina orodja, ki je bilo kaljeno in ionsko nitrirano, pred obratovanjem

Figure 2: Surface of the ion nitrided tool before exploitation



Slika 3: Površina orodja, ki je bilo kaljeno in ionsko nitrirano, po obratovanju

Figure 3: Surface of the ion nitrided tool after exploitation



Slika 4: Luščenje prevleke TiN med obratovanjem
Figure 4: The sheeling of TiN coating during exploitation

so bila namenjena za dodatno trdo prevleko iz TiN so bila izdelana z upoštevanjem debeline prevleke TiN ali CrN 3 μ m. Izkazalo pa se je, da dimenzijskih zahtev pri orodjih z dodatno trdo prevleko še ne obvladamo v celoti (slika 4).

Osnovni razlog je v tem, da ne vemo, kakšna je toleranca pri nanašanju trdih prevlek. Dodatno k temu pa prispevajo še odmiki dimenzij pri ionskem nitriranju orodij. Nepoznanje odmkov od deklarirane debeline je pri orodjih za odrezavanje manj pomembno, v našem primeru, ko orodje dela v odprtini, pa se je izkazalo, da je dimenzijska natančnost izredno pomembna za zdržljivost orodja. Na podlagi opravljenih preizkusov ugotavljamo, da so imela nekatera orodja z dodatno prevleko TiN premajhno toleranco, zato je pri stiskanju na teh orodjih prihajalo do zaribavanja. Njihova zdržljivost je bila zaradi zaribavanja manjša od navadne.

Zdržljivost tovrstnih orodij za stiskanje navadno izrazimo s številom stisnjenih kosov. Navadno zdržijo tovrstna orodja okrog 18.000 stiskanj. Boljšo zdržljivost je pokazalo orodje, ki je bilo ionsko nitrirano, saj je zdržalo 22.000 stiskanj, najboljši rezultati pa so sedaj pri orodju s trdo prevleko CrN, ki je zdržalo že 38.000 stiskanj in je še vedno uporabno.

Preizkusi so pokazali pri orodjih precejšnje nihanje zdržljivosti. Nekatera so zaribala že pri majhnem številu stisnjencev. Dobra zdržljivost orodja s prevleko CrN je najverjetneje posledica pravilnih toleranc pred nanosom trde prevleke oziroma pravilnih toleranc izdelanega orodja.

Nadaljnje raziskave bodo usmerjene v optimiranje dimenzijskih toleranc in zagotavljanje ponovljivosti pri

zdržljivosti orodja za stiskanje surovcev sintranih ležajev.

Po uporabi so bila orodja preiskana metalografsko, morfologija delovne površine pa je bila pregledana na vrstičnem mikroskopu. Pregled je pokazal, da dejansko pride do zaribavanja, kar potrjuje značilen žlebičast videz površine. Do zaribavanja zaradi obrabe orodja pri tovrstnem orodju praktično ne more priti, ker bi se različne dimenzij orodij zaradi obrabe kvečjemu večale. Torej je zaribavanje izključno posledica pretesnega stika obeh delov orodja. To potrjuje tudi majhno število stiskancev pred zaribanjem orodja. Naslednje serije orodij bo treba izdelati pri največji negativni razliki mer, da se bo preprečilo preveliko povečanje dimenzij orodja po dodatnih trdih nanosih. Dodatno pa bo tudi treba ugotoviti razpon odmkov debeline pri nanosu trde prevleke. Na to je treba paziti še posebej pri večplastnih nanosih. Ker gre v tem primeru za dimenzijsko izredno zahtevna orodja, je treba za zagotovitev zanesljivega obratovanja vsako orodje pred vgradnjo dimenzijsko preveriti.

5 SKLEPI

Ionsko nitriranje v pulzirajoči plazmi poveča trdoto površinskega sloja do globine 30 μ m, pri čemer se orodje iz hitroreznega jekla BRM 2 dimenzijsko le malenkostno spremeni.

Raziskave in preizkusi so pokazali, da je pojav zaribavanja pri posameznem orodju s trdo prevleko TiN ali CrN posledica dimenzijskih odmkov med toplotno obdelavo, ionskim nitriranjem in PVD- nanosom trde prevleke.

Pokazal se je ugoden vpliv kombinacije ionskega nitriranja in dodatne trde prevleke CrN. Pri industrijskem preizkusu je orodje zdržalo že 38.000 stiskanj in je še vedno uporabno. Povprečje pri dosedanjih orodjih je bilo med 18.000 in 20.000 stiskanj.

Za zagotovitev zanesljivega obratovanja orodja je treba vsako orodje pred vgradnjo dimenzijsko preveriti.

ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo Ministrstvu za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, ki je financiralo to raziskavo v sklopu projekta Eureka 1525.

6 LITERATURA

- ¹ B. Mills: Recent Developments in Cutting Tool Materials, *Journal of Materials Processing Technology*, 56 (1996) 16-23
- ² C. Subramanian, K. N. Strafford, T. P. Wilks, L. P. Ward: On the Design of Coating-systems: Metallurgical and other Considerations, *Journal of Materials Processing Technology*, 56 (1996) 385-397
- ³ E. M. Trent, *Metal Cutting*, Third Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford 1991
- ⁴

TiN/TaN coatings on cemented carbide, *Surface and coatings Technology*, 106 (1998) 234-241

⁵ B. H. Rabin, I. Shiota: Functionally Gradient Materials, *MRS Bulletin*, January (1995) 14-15

⁶ M. Koizumi, M. Niro: Overview of FGM Research in Japan, *MRS Bulletin*, January (1995) 19-21

⁷ W. A. Kaysser, B. Ilshner: FGM Research Activities in Europe, *MRS Bulletin*, January (1995) 22-26