

NOVICE

ZLATO PRIZNANJE ZA IZDELEK ODSEKA ZA TANKE PLASTI IN POVRŠINE INSTITUTA "JOŽEF STEFAN"

O naših dosežkih sodelavci inštituta poročamo v znanstvenih revijah in na znanstvenih konferencah. Za tiste odseke, ki intenzivneje sodelujemo z industrijo, pa imajo poseben pomen specializirani sejmi. Na njih predstavljamo svojo dejavnost, seveda v tistem segmentu, ki je zanimiv za industrijo. Tam spoznavamo potencialne industrijske partnerje, kjer lahko sodelovanje obsega od prvih preizkusov do prijave skupnih projektov.

Osrednja dejavnost Odseka za tanke plasti in površine so raziskave in razvoj trdih zaščitnih prevlek. Z njimi zaščitimo orodja in strojne dele pred obrabo in s tem povečamo njihovo obstojnost, povečamo produktivnost, zmanjšamo izmet, izboljšamo kakovost izdelka ali celo omogočimo nov tehnološki postopek (obdelava v trdo, visokohitrostna obdelava, suha obdelava). V okviru odseka deluje Center za trde prevleke, kjer je pretežni del dejavnosti zaščita specifičnih orodij za industrijske partnerje. Zahteve po nižji ceni izdelka in vse večji obseg različnih izdelkov in materialov zahtevajo razvoj novih, specializiranih prevlek. Zahtevane lastnosti obsegajo visoko trdoto, veliko žilavost, dobro oprijemljivost na podlago, nizek koeficient trenja, oksidacijsko in korozijsko obstojnost in vrsto specifičnih lastnosti, lastnih določenemu obdelovalnemu procesu.

Ena od pomanjkljivosti sodobnih trdih prevlek je njihova barva, ki je v večini primerov kovinsko siva, torej zelo podobna barvi osnovnega materiala (orodno jeklo ali karbidna trdina). Estetski vidik je sicer v orodjarstvu drugotnega pomena, ima pa barvni kontrast več praktičnih prednosti, med njimi olajšano razlikovanje različnih prevlek in orodij ter lažje prepoznavanje obrabe. Če ima prevleka izrazito barvo, potem lahko delavec na obdelovalnem stroju hitreje zazna obrabo in s pravočasno zaustavitvijo proizvodnje prepreči hujše poškodbe površine orodja in zmanjša izmet. Hujše poškodbe zmanjšajo možnost obnove orodja. V industrijski proizvodnji se sedaj uporablja že več kot 60 različnih prevlek, ki so namenjene za specifično uporabo. Orodja se po izrabi tudi nekajkrat obnavljajo. To pomeni, da se orodja od uporabnika vračajo k izdelovalcu orodja in naprej k tistemu, ki poskrbi za zaščito orodja s trdimi prevlekami. Za praktično delo je zelo pomembno, da lahko operaterji in vsi drugi akterji, ki sodelujejo pri



Slika 1: Listina o podelitvi zlatega priznanja in umetniška skulptura, ki smo ju na celjskem sejmu prejeli za modre supernitridne prevleke

obnovi orodja, ločijo posamezna orodja, da ne pride do zamenjav. S tega vidika je karakteristična barva prevleke zelo koristna. Zaradi zelo zahtevnih triboloških razmer na stiku orodje-obdelovanec je onemogočena uporaba kakršnih koli barvnih premazov. V poštev pride le barva, ki je lastna sami trdi prevleki.

Že leta 2005 smo med pripravo prvih nanoplastnih prevlek na osnovi TiAlN in TiN opazili, da imajo prevleke z izbrano modulacijsko periodo značilno modro barvo. Vendar takrat v obstoječih napravah nismo mogli pripraviti prevleke z enakomerno in ponovljivo barvo na podlagah oz. orodjih s komplicirano geometrijo. To nam je uspelo šele konec lanskega leta v novi najsodobnejši napravi CC800/9 sinOx ML, ki smo jo instalirali pred enim letom.

V tej napravi lahko z novimi postopki nanašanja (pulzno naprševanje, pulzno naprševanje pri velikih močeh) pripravimo t. i. **supernitridne prevleke**. Zanje je značilno, da imajo nanokristalinično mikrostrukturo (njihova površina je zato bolj gladka, trenje pa manjše), da imajo nanostrukturirano morfologijo, njihova oprijemljivost na podlage je boljše, notranje tlačne napetosti pa so manjše. Odlikujejo se tudi z višjo trdoto v vročem in večjo oksidacijsko in termično obstojnostjo. Naštete lastnosti prevlek dosežemo tako, da povečamo stopnjo ionizacije uparjenih atomov tarče in reaktivnega plina, ki ga uvajamo v vakuumsko posodo. Povečana ionizacija je posledica razporeditve štirih magnetronskih izvirov za naprševanje v konfiguracijo, kjer se magnetne silnice sosednjih magnetronov zaprejo in oblikujejo t. i. magnetno "steklenico". Takšno magnetno polje bistveno podaljša pot elektronov, zato se stopnja ionizacije razpršenih atomov (kovinske) tarče bistveno poveča. Atomi reaktivnega plina pa se ionizirajo pri prehodu skozi t. i. votlo anodo. V primerjavi s klasičnim postopkom magnetronskega naprševanja se stopnja ionizacije uparjenih delcev tarče in reaktivnega plina poveča za približno desetkrat. Pozitivno nabite ione lahko pospešimo z negativno napetostjo na podlagah. Od njihove energije so odvisne oprijemljivost, mikrostruktura in notranje napetosti v prevleki.

V preteklem letu smo razvili nanoplastno prevleko na osnovi AlTiN in TiN, kjer z modulacijo debeline vrhnjih plasti (velikosti nekaj deset nanometrov) spreminjamo barvo. Nasprotno od doslej znanih in široko uporabljenih enoplastnih dekorativnih prevlek, kjer barvo spreminjamo s sestavo prevleke, pri našem postopku barvo supernitridnih prevlek spreminjamo s

strukturo in debelino vrhnje plasti, ki je v nanometrskem območju. Modre supernitridne prevleke pripravimo torej tako kot standardne nanoplastne prevleke – bistvena razlika je v le v strukturi vrhnje plasti. Priprava modrih supernitridnih prevlek na podlage s komplicirano geometrijo zahteva natančno kontrolo debeline prevleke po vsej površini orodja. Natančnost, s katero uravnavamo debelino vrhnje plasti, je približno 2 nm. Za ta namen smo naredili računalniško simulacijo procesa nanašanja prevlek na orodja, ki se vrtijo okrog več osi hkrati.

Druge lastnosti prevleke, ki je debela okoli 3 μm , so nespremenjene. Z drugimi besedami, uspelo nam je spremeniti barvo in ob tem obdržati funkcionalne lastnosti prevleke. Preskusi v realnih industrijskih razmerah so bili zelo uspešni, in prevleko smo ponudili na trgu.

V Celju poteka vsaki dve leti t. i. "sejemski četvorček", ki vzporedno obsega štiri sejme. Letos je bil to 10. sejem Forma tool (orodja, orodjarstvo in orodni stroji), 8. sejem Plagkem (plastika, guma in kemija), 4. sejem Graf&Pack (grafika, papir, grafični stroji, oprema, embalaža) in 3. sejem Livarstvo. Sejem je bil od 20. do 24. aprila na celjskem sejmišču. Na sejmu se je predstavilo več kot 600 razstavljalcev iz 30 držav. Center za trde prevleke je imel razstavni prostor na sejmu Forma tool, kjer smo kot osrednji izdelek predstavili modre nanoplastne prevleke.

Na prireditvi so podelili priznanja v dveh kategorijah (orodja/podporne dejavnosti) za vsak sejem posebej. Center za trde prevleke Instituta "Jožef Stefan" je prejel zlato priznanje v kategoriji "Izdelki, oprema, postopki in storitve iz podporne dejavnosti orodjarstvu". Drugače povedano, supernitridne modre prevleke so bile priznane kot najboljša podporna storitev v orodjarstvu v zadnjih dveh letih. Posebej je treba poudariti, da je orodjarstvo v Sloveniji zelo razvita in konkurenčna dejavnost, ki se odlikuje po visoki dodani vrednosti na zaposlenega, po pretežni izvozni naravnosti in velikem vlaganju v razvoj. Prav to pa je poslanstvo raziskovalne sfere, v našem primeru Instituta "Jožef Stefan", da zagotavlja podporo in prenos znanja iz znanosti v industrijsko prakso.

dr. Peter Panjan,
dr. Miha Čekada,
Matjaž Panjan, univ. dipl. inž.
Institut "Jožef Stefan", Ljubljana