

## Vpliv hitrosti razenja na deformacijske lastnosti pri nanorazenju safirja, orientiranega v ravnini C

Pingfa Feng – Chenglong Zhang\* – Zhijun Wu – Jianfu Zhang

Državni laboratorij za tribologijo, Oddelek za natančne instrumente in strojništvo, Univerza Tsinghua, Kitajska

Kristal safirja kot material z dobro prepustnostjo za valovanja se uporablja na številnih področjih, npr. kot substrat za čipe in v laserski tehniki. Stroški natančne in ultratančne obdelave površine pri proizvodnji safirja so zelo visoki. Zato je nujna raziskava možnosti obdelave safirja z odvzemanjem materiala in njegovih deformacijskih lastnosti, katere rezultati bodo uporabni pri proizvodnji izdelkov iz safirja. Preskus razenja je proces, ki je analogen obdelavi z odvzemanjem in je bil zato uporabljen za preučitev deformacijskih lastnosti in lastnosti obdelave z odvzemanjem materiala.

V članku so predstavljeni preskusi nanorazenja, ki razkrivajo deformacijske lastnosti in lastnosti obdelave z odvzemanjem materiala za safir, orientiran v ravnini C (0001). Preučen je vpliv hitrosti razenja na lastnosti plastične in krhke deformacije. Izbrane so bile hitrosti razenja 2, 4, 8 in 16  $\mu\text{m/s}$ . Test z nanomehanskim preskusnim sistemom je bil opravljen v pogojih naraščajoče sile od 40  $\mu\text{N}$  do 200 mN. V študiji je bilo uporabljeno Berkovičevo nanovtiskalo, lastnosti plastične in krhke deformacije pa so bile analizirane s pomočjo vrstičnega elektronskega mikroskopa (SEM). Za analizo zaostalih napetosti v deformacijskem območju brazde in za ugotavljanje mehanizma odvzema materiala pri safirju je bil uporabljen Ramanski spektroskop. Predstavljena je tudi primerjava globinskega profila površine in lastnosti brazd, ki nastanejo pri različnih hitrostih razenja.

Analiza globinskega profila površine in mikrostrukture s SEM je pokazala, da se globina in širina brazde povečujeta sorazmerno z uporabljenim silo. Deformacije ob vsakem postopku razenja je mogoče opisati kot plastične deformacije, plastične deformacije s povečano globino brazde in pojavom mikrorazpok, ter krhke deformacije s pojavom krušenja in poškodb. Primerjava globinskih profilov površine in lastnosti brazd, ki nastanejo pri različnih hitrostih razenja, je pokazala, da ima hitrost razenja značilen vpliv na deformacijske lastnosti safirja, orientiranega v ravnini C. Globinski profil površine kaže, da se s povečevanjem hitrosti razenja povečata tudi kritična sila in globina, analiza brazde pa pokaže več linij zdrsa in manj vdrtin zaradi krušenja. To pomeni, da večja hitrost razenja prinaša večji delež plastičnih deformacij pri razenju safirja, orientiranega v ravnini C.

Ramanski spektri, izmerjeni z mikroramanskim spektrometrom, imajo v brazdi Ramanske vrhove pri nižjem valovnem številu kot zunaj brazde. Sklepamo lahko, da se v brazdi med razenjem pojavljajo natezne napetosti. Natezne napetosti so glavni povzročitelj napak zloga, dislokacijskih zank in dislokacijskih zdrsov, ki štejejo med elemente mehanizma plastične deformacije. Zato je mogoče sklepati, da so med razenjem natezne napetosti v brazdi zaslužne za plastične deformacije safirja.

Za razjasnitev mehanizmov različnih deformacijskih vedenj vzorca safirja med postopkom razenja pri različnih hitrostih je obravnavan vpliv hitrosti razenja na preoblikovalno hitrost in trdoto, kakor tudi občutljivost na preoblikovalno hitrost z ozirom na naraščajočo hitrost razenja. Iz diskusije mehanizmov različnih deformacijskih vedenj pri različnih hitrostih razenja sledi, da lahko povečanje hitrosti razenja izboljša preoblikovalno hitrost in trdoto ter učinkovito omeji pojav in rast razpok, ki jih je zato manj in so manjše, plastične deformacije pa so tako bolj primerljive s tistimi pri nižjih hitrostih razenja. Sledi, da je za izboljšanje površinske obdelave safirja smiselno povečati rezalno hitrost, ki je analogna hitrosti razenja.

**Ključne besede:** safir, orientiran v ravnini C (0001), preskus nanorazenja, hitrost razenja, plastična deformacija, krhka deformacija, preostale napetosti, preoblikovalna hitrost