

PASTŪMOS ĮTAKA TiC–WC KIETLYDINIO IR Al_2O_3 KERAMIKOS PAVIRŠIAUS ŠIURKŠTUMUI, PJAUNANT VIDINE DEIMANTINIO DISKO BRIAUNA

Raimundas Mikolaitis, Valdas Bukauskas, Vadim Mokšin, Vytautas Striška

Vilniaus Gedimino technikos universitetas,

el. paštas awant@takas.lt; mazazz@gmail.com; vadim@me.vgtu.lt

Anotacija. Straipsnyje pateikti dvikarbidžio (titano ir volframo karbidų T14K8) kietlydinio ir aliuminio oksido keramikos paviršiaus vidutinio aritmetinio profilio nuokrypio matavimo rezultatai, kai šių medžiagų paviršiai buvo formuojami pjaunant bandinius vidine deimantinio disko briauna su skirtingomis pastūmomis. Pjovimas buvo atliktas staklėmis „AJMA3-4“ deimantiniu disku, kurio grūdėtumas 60/40. Atlikus šiurkštumo matavimus profilometru buvo nustatyta kietlydinio T14K8 ir Al_2O_3 keramikos paviršiaus vidutinio aritmetinio profilio nuokrypio priklausomybė nuo pastūmos greičio.

Reikšminiai žodžiai: kietlydinis, aliuminio oksido keramika, vidutinis aritmetinis profilio nuokrypis, deimantinis diskas.

Įvadas

Kietlydiniai ir mineralų keramika yra gerai žinomi dėl jų didelio kietumo, atsparumo dilimui net ir aukštos temperatūrose. Dėl šių savybių jie plačiai naudojami kaip medžiagos ašmeniniams metalų pjovimo įrankiams. Kietlydiniai ir aliuminio oksido keramika gaminami dažniausiai keičiamųjų plokštelių pavidale, atitinkamas medžiagas supresuojant ir sukepinant formuose miltelinės metalurgijos metodais. Tokiu būdu gaunamos tam tikrų geometrinių formų (dažniausiai nesudėtingų) ir matmenų plokštelės, kurių darbo briaunos toliau gali būti tik šlifuojamos ir išbaigiamos abrazyviniais įrankiais. Gauti sudėtingesnių formų metalų ir mineralų keramikos gaminius yra sudėtinga, nes apdirbti šias medžiagas tradiciniais metodais sunku dėl jų didelio kietumo (Christman, T. and Needle 1989).

Be netradicinių apdirbimo metodų (pavyzdžiui, vandens čiurkšle) kietlydiniai ir mineralų keramika gali būti apdirbami tradiciniais apdirbimo metodais, tačiau tik įrankiais su kietesne pjovimo dalies medžiaga. Tokiu medžiagų yra nedaug, viena iš jų yra deimantas. Vienas iš našiausių būdų pjaunant ypatingai kietas medžiagas, tokias kaip pavienius safyro, silicio karbido, kubinio boro nitrido kristalus ir kitas, yra pjovimas diskais su vidine deimantine pjovimo briauna. Tokio disko storis yra labai mažas (0,25mm), pjūvis yra siauras, todėl drožlėmis viršta mažesnis brangios medžiagos tūris, lyginant su kitais pjovimo būdais. Šis būdas galėtų būti taikomas ir kietlydiniais bei mineralų keramikai apdirbti, tačiau mokslinėje literatūroje nerandama informacijos apie tokių

medžiagų pjovimą deimantiniais įrankiais, o būtent vidine disko briauna. Todėl šiame darbe buvo atliktas tyrimas, siekiant nustatyti pastūmos įtaką kietlydinio ir aliuminio oksido keramikos paviršiaus kokybei, kai šios medžiagos pjaunamos vidine deimantinio disko briauna. Disko galinė ir šoninė briaunos yra padengtos skirtingo grūdėtumo deimantiniu sluoksniu, todėl tikimasi, kad šis būdas gali užtikrinti aukštą paviršiaus kokybę, ko nepavyko pasiekti A. A. Khan ir M. E. B. Awang, o taip pat kitiems, pjovusiems kietlydinius vandens ir abrazyvo čiurkšle (Ahsan Ali Khan, Mohd 2005, Zeng, J. and T.J. Kim 1992; 1991).

Tyrimų standas, metodika ir medžiagos

Eksperimentiniai tyrimai buvo atlikti deimantinio pjaušties staklėmis „AJMA3-4“ (1 pav.). Pjovimo metu stalas su ruošiniu, varomas pneumatiniu-hidrauliniu mikropastūmos mechanizmu slenka išilgai pjovimo disko galinio paviršiaus, ruošinys pjaunamas reikiamoje vietoje vidine disko briauna, ant kurios suformuotas sintetinių deimantų sluoksnis. Ruošinio ir disko vidinės briaunos kontakto zona (pjovimo zona) gausiai aušinama tepimo ir aušinimo skysčiu, kuris taip pat iš pjovimo zonos išplauka susidariusias drožles.

Tyrimams buvo naudojami sintetinių deimantų diskai, kurių grūdėtumas buvo 60/40. Šiais diskais buvo apdirbamos tekinimo peilių plokštelės, pagamintos iš dvikarbidžio (titano ir volframo karbidų) kietlydinio, kurio markė T14K8 (sudėtis: 14% TiC, 8% Co, 78% WC). Taip pat buvo pjaunamos aliuminio oksido (Al_2O_3) plokštelės. Kietlydinio kietumas sudaro apie 94 HRA ir

atsparumas lenkimui 1150 MPa. Aliuminio oksido keramikos kietumas apie 100HRA, atsparumas lenkimui apie 500 MPa.



1 pav. Staklių „AJMA3-4“ pjovimo zona (laikiklyje įtvirtinta keramikos plokštelė (baltos spalvos))

Tyrimai buvo atliekami keičiant stalo su ruošiniu pastūma, esant pastoviams disko sūkiams. Pastūma buvo keičiama nuo 1,3 iki 5,2 mm/min. Disko sūčiai visais atvejais buvo 4260 sūk./min. Pjaunant ruošinius prie mažų sūklės sūkių diskas nespėjo pjauti. Dėl to atsirado pjaunančiosios briaunos įlinkimas ir diskas buvo nebetinkamas tolimesnei eksploatacijai. Padidinus sūklės apsisukimus iki 5000 sūk./min atsirado staklių vibracija, kas turėjo neigiamą įtaką apdirbimo kokybei. Atlikus pradinis bandymus buvo nustatytas optimalus sukimosi greitis, kuris sudaro apie 4000 sūk./min., jis ir buvo pasirinktas bandymams.

Siekiant įvertinti atpjautos medžiagos paviršiaus kokybę buvo įvertinamas paviršiaus šiurkštumas, o būtent matuojamas paviršiaus vidutinio aritmetinio profilio nuokrypis R_a . Šis parametras buvo matuojamas profilometru Talysurf 4 (firmos Taylor&Hobson). Buvo matuojamas 3-jų atpjautų ruošinių šiurkštumas, toliau nustatomas aritmetinis vidurkis R_a kiekvienai pastūmos reikšmei.

Tyrimų rezultatai

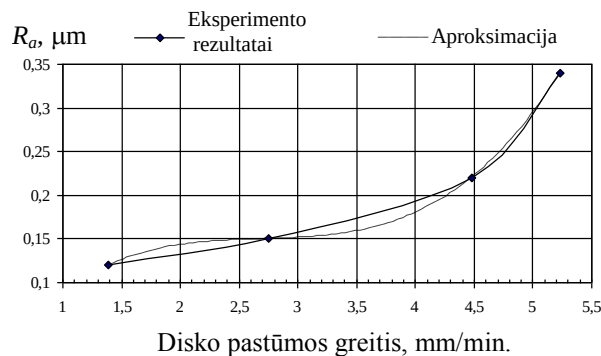
Eksperimentinių tyrimų rezultatai kaip paviršiaus vidutinio aritmetinio profilio nuokrypio R_a priklausomybės nuo pastūmos grafikai T14K8 markės kietlydiniui ir aliuminio oksido keramikai pateikti 2 ir 3 pav. Aproximavus rezultatus buvo nustatytos empirinės formulės – 3-os ir 2-os eilės polinamai, kurie atrodo taip:

$$R_a = 0,011s^3 - 0,089s^2 + 0,244s - 0,0763, \quad (1)$$

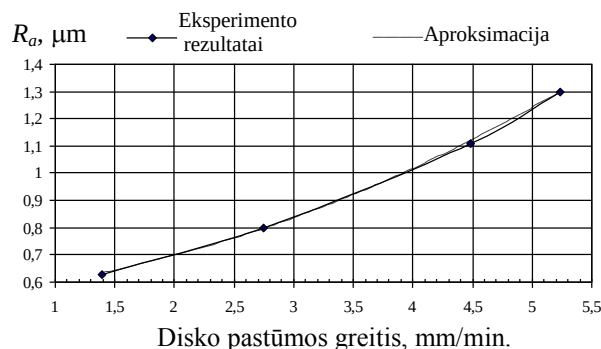
$$R_a = 0,0213s^2 + 0,032s + 0,546, \quad (2)$$

čia: R_a – vidutinis aritmetinis profilio nuokrypis, μm ; s – disko pastūmos greitis, mm/min.

Formulė 1 gauta kietlydiniui T14K8, o formulė 2 – Al_2O_3 keramikai. Abi formulės užtikrina aukštą aproksimacijos tikslumą – determinacijos koeficientas yra labai artimas 1 ir sudaro 1 ir 0,9997 atitinkamai.



2 pav. Pastūmos įtaka T14K8 markės titano ir volframo karbidų kietlydinio paviršiaus vidutiniam aritmetiniam profilio nuokrypiui



3 pav. Pastūmos įtaka aliuminio oksido keramikos paviršiaus vidutiniam aritmetiniam profilio nuokrypiui

Kaip matome iš 2 ir 3 pav., paviršiaus šiurkštumas didėja didėjant disko darbinei pastūmai. Tai atsitiko todėl, kad greičiau judant ruošiniui mažesnis ant disko esančių deimantinių grūdelių kiekis, praėjo pro tą patį pjaunamos medžiagos plotą. Dėl šios priežasties mažiau įvyko šlifuojančių abrazyvo briaunų kontaktų su apdirbama medžiaga, kas ir įtakojo paviršiaus šiurkštumo augimą.

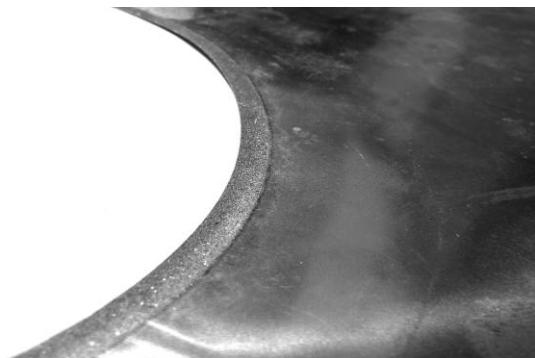
Pjaunant T14K8 markės kietlydinio plokšteles ir didėjant disko pastūmos greičiui nuo 1,3 iki 5,2 mm/min. atpjauto paviršiaus vidutinis aritmetinis profilio nuokrypis R_a didėjo nuo 0,12 iki 0,34 μm , tai yra, 2,8 karto. Pjaunant aliuminio oksido keramikos plokšteles ir didė-

jant pastūmai R_a didėjo nuo 0,63 iki 1,3 μm , tai yra, 2,1 karto. Tačiau, pjaunant kietlydinio bandinius, šiurkštumas turėjo polinkį didėti sparčiau nei tolygiai, o pjaunant keramiką šiurkštumas, didėjant pastūmai, didėjo beveik tolygiai. Tokio reiškinio priežastimi gali būti disko šoninio deimantinio sluoksnio užsivėlimas kietlydinio rišamąja medžiaga – kobaltu.

Tai vaizdžiai matosi 4 ir 5 pav. parodytose diskų nuotraukose, gautose po vienodo skirtingų medžiagų pjovimų skaičiaus. Iš to galime spręsti, kad pjovimas yra efektyvesnis pjaunant kietesnes ir trapesnes medžiagas, pjaunant kietlydinį diskas užsivėlia kobaltu. Spėjama, kad rezultatai galėtų būti ir geresni pjaunant kietlydinius, turinčius mažiau kobalto (pavyzdžiui, 2%) savo sudėtyje, tačiau tai jau tolimesnių tyrimų objektas.



4 pav. Deimantinio sluoksnio paviršius po T14K8 kietlydinio pjaušimo



5 pav. Deimantinio sluoksnio paviršius po aliuminio oksido keramikos pjaušimo

Išvados

1. Didinant darbinę pastūmą kietlydinio ir aliuminio oksido keramikos bandinių apdirbto paviršiaus šiurkštumas didėja.

2. Pjaunant T14K8 markės kietlydinį paviršiaus šiurkštumas turėjo polinkį augti sparčiau nei pjaunant

aliuminio oksido keramiką. Netolygus šiurkštumo augimas, pjaunant kietlydinį, susijęs su pjovimo disko deimantinio sluoksnio užsivėlimu kietlydinio rišamąja medžiaga.

3. Geriausios pjovimo sąlygos yra pjaunant kietesnes ir trapesnes, lenkimui mažiau atsparias medžiagas, tai yra, keramiką.

Literatūra

- Zeng, J. and T.J. Kim. 1992. Development of an abrasive water jet kerf cutting model for brittle materials, in Lichtarowcz, A. (Ed.), *Jet Cutting Technology*, Acad. Press, Dordrecht, 483-501.
- Zeng, J. and T.J. Kim. 1991. Material removal of polycrystalline ceramics by a high pressure abrasive water jet-a SEM study. *Intl. J. Water Jet Technol.*, 1: 65-71.
- Ahsan Ali Khan, Mohd Efendee Bin Awang and Ahmad Azwari Bin Annuar. 2005. Surface roughness of carbides produced by abrasive water jet machining. *Journal of applied sciences* 5 (10): 1757-1761.
- Christman, T. and Needleman, A. 1989. An experimental and numerical study of deformation in metal-ceramic composites. *Acta Metall* Vol. 37, 11: 3029-3050.

THE INFLUENCE OF FEED RATE ON SURFACE ROUGHNESS OF TiC-WC CARBIDE AND Al_2O_3 CERAMICS SAWN-OFF WITH INNER EDGE OF DIAMOND DISC

R. Mikolaitis, V. Bukauskas, V. Mokšin, V. Striška

Summary

The paper presents results of measurements of surface roughness of titanium-tungsten carbide (T14K8) and aluminium oxide (Al_2O_3) ceramics surfaces sawn-off with inner edge of diamond disc. The cutting process was performed by cutting machine „AJMA3-4“ with 60/40 grain size disc. The dependence of average roughness R_a of the sawn-off surface on feed speed of the workpiece was established.