

GEOMETRIJA ROTACIONIH NOŽEVA ZA OBRADU INFRASTRUKTURNIH OBJEKATA¹

Dr Arandel Babić, mr Goran Miodragović, Aleksandra Petrović, Nemanja Ilić

Kategorizacija rada: STRUČNI RAD

Recenzent: Prof. dr Miodrag Manić

Rad primljen: 04. 05. 2006.

Adresa:

Mašinski fakultet

Kraljevo

Rezime: Uvažavajući specifikaciju funkcionalnih zahteva koja se postavljaju pred alate za obradu infrastrukturnih objekata, analizira se realizacija sistema alata, koja se zasniva na modularnom principu. Jedan koncept sistema alata obuhvata primenu različitih tipova noževa, tako da se jedan sistem alata može koristiti za različite metode obrade, dok se jedan tip alata može koristiti na različitim sistemima alata.

Sagledavajući varijantnost noževa i sistema alata, koji se koriste na različitim mašinama pri izvođenju raznih zahvata pri obradi infrastrukturnih objekata, u radu se analizira geometrija rotacionih disk noževa i rotacionih glodačkih glava u cilju identifikacije osnovnih geometrijskih parametara, koji pored karakteristika mašina i karakteristika podloge utiču na efikasnost obrade infrastrukturnih objekata.

Ključne reči: alati, infrastrukturni objekti, geometrija alata

1. UVODNE NAPOMENE

U cilju maksimalnog iskorišćenja prednosti mehaničkog iskopavanja materijala, u smislu povećanja produktivnosti, smanjenja troškova, automatizacije, stabilne cene proizvodnje, kao i sigurnijeg radnog okruženja, potrebno je razmotriti radni režim mašina pod određenim okolnostima.

Parametri koji utiču na radne karakteristike mašina za mehaničku obradu infrastrukturnih objekata, mogu se svrstati u sledeće grupe:

- Fizičke karakteristike materijala podloge
- Geološke karakteristike materijala podloge
- Vrsta alata
- Rezna geometrija
- Tehničke karakteristike mašine
- Parametri operacija

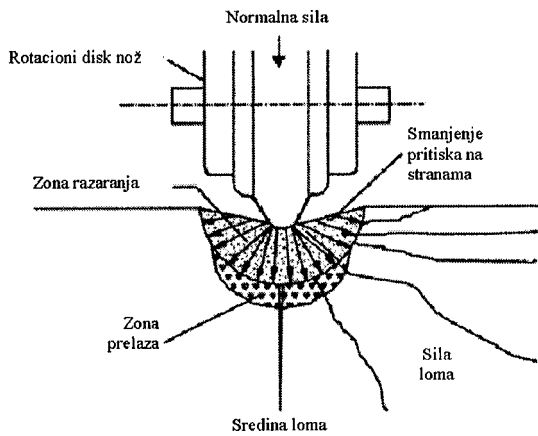
2. NOŽEVI ZA OBRADU INFRASTRUKTURNIH OBJEKATA U OBLIKU DISKA

Odlučujući aspekt za bilo koji mehanički sistem za obradu infrastrukturnih objekata je rezni alat, koji prodire u materijal podloge pod određenim pritiskom i obrtnim momentom koje obezbeđuje mašina.

Rezni alat obezbeđuje transmisiju energije sa mašine na podlogu u cilju njenog lomljenja i usitnjavanja. Posledica ovoga je da, karakteristike geometrije i otpornosti na habanje imaju značajan efekat na transformisanje energije i dostizanje potrebnog nivoa prodiranja u podlogu.

Osnovna karakteristika procesa obrade je da alat mora da prenese dovoljnu silu, slika 1., da bi se izvršila penetracija alata u podlogu. Pri tome se stvara zona razaranja koja se prenosi kroz podlogu i tako je usitnjava, odnosno razara. Pri ovom postupku, alat, a posebno rezna ivica, trpi velika opterećenja i intezivni su procesi habanja.

¹Rad se realizuje u okviru projekta MNTR TP-6345A: «Razvoj specijalnih glodačkih alata za obradu putnih i železničkih infrastrukturnih objekata» koji finansiraju Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije i CORUN, a.d. Užice.



Slika 2.1. Princip obrade podloga disk noževima.

Na intezitet habanja alata, a samim tim i na potrebnu silu rezanja i prodiranja kroz podlogu, poseban uticaj ima abrazivnost podloge.

Na abrazivnost najviše utiču:

- Tip i stanje podloge,
- Sadržaj tvrdih minerala (kvarz, pirit, tvrdi silikati), naročito ako se obrađuju stenovite podloge

- veličina zrna, struktura, tvrdih minerala
- jačina veze

Na osnovu ovih karakteristika vrši se klasifikacija podloga za obradu na:

- neabrazivne (marl, gips)
- malo abrazivne (peščani marl)
- srednje abrazivne (sandy shale)
- značajno abrazivne (silstone)
- abrazivne (soft sandstone)
- veoma abrazivne (bazalt, hard sandstone)
- visoko abrazivne (gneiss)
- ekstremno abrazivne (granit, kvarc)

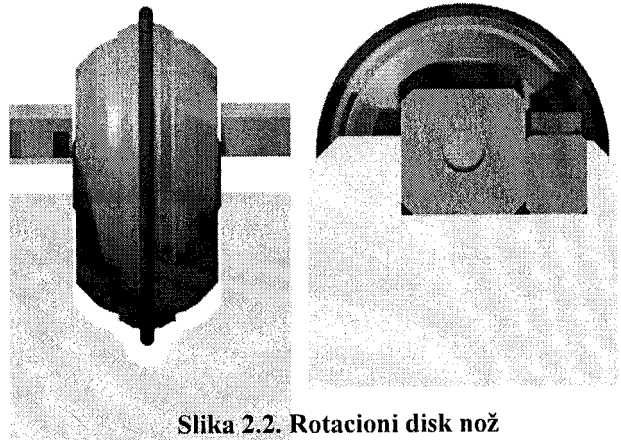
Istraživanja, koja su se izvodila u svetu, 6, pokazala su da alati u obliku diska imaju izuzetnu primenu za obradu abrazivnih podloga. U tim istraživanjima je pokazano da ovi alati daju najbolji odnos sile kotrljanja i normalne sile, definisan kao koeficijent rezanja, slika 2.2.

Slika 2.2. Sile kod procesa rezanja disk noževima

Noževi u obliku diska izvode se u dve osnovne varijante:

1. Rotacioni disk nož, slika 2.2, sa jedinstvenom reznom ivicom u obliku diska od tvrdog metala
2. Rotacione rezne glave, slika 2.3, konusnog oblika sa umetcima od tvrdog metala, koji su radialno raspoređeni.

Da bi alat što duže zadržao svoje karakteristike, pre svega se misli na održanje geometrije rezne ivice (prečnik i debljina diska, odnosno dimenzije umetaka), potrebno je da bude izraden od materijala koji je tvrdi od podloge koja se obrađuje.



Slika 2.2. Rotacioni disk nož

Slika 2.3. Rotaciona rezna glava

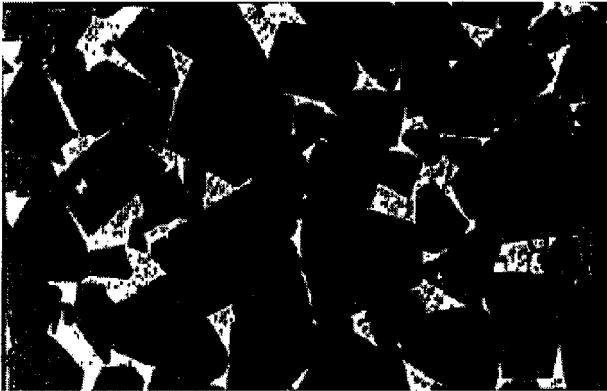
3. TVRDI METAL

Tvrđi metal, od koga se izrađuju alati za obradu infrastrukturnih objekata, je kompozitni materijal, koji se sastoji zrnaca tvrdog karbida u elastičnom vezivnom sredstvu. Osnovna karakteristika ovog materijala je velika tvrdoća uz relativno veliku žilavost.

Najčešće korišćeni tvrdi metali su sa karbidima tungstrema (W), titanijuma (Ti), nobijuma (Nb) i tantala (Ta), a kao vezivno sredstvo najčešće se koriste kobalt (Cb) i nikl (Ni).

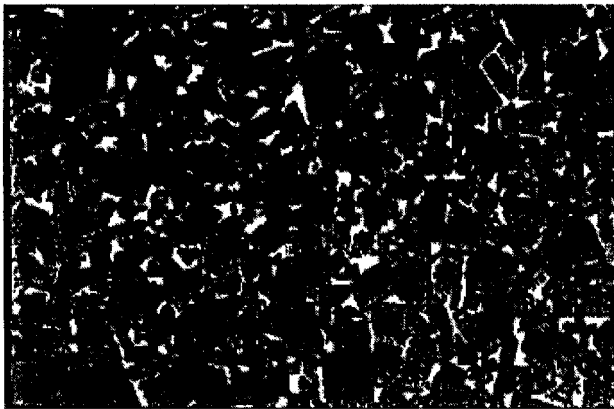
Osobine tvrdog metala zavise od odnosa karbida i vezivnog sredstva u njemu. Sa većim

učešćem vezivnog sredstva, dobija se mekši i žilaviji tvrdi metal. Veličina zrna karbida, takođe utiče na karakteristike tvrdog metala. Veća zrna, slika 3.1. daju mekši tvrdi metal, ali sa povećanom otpornošću na termička opterećenja.

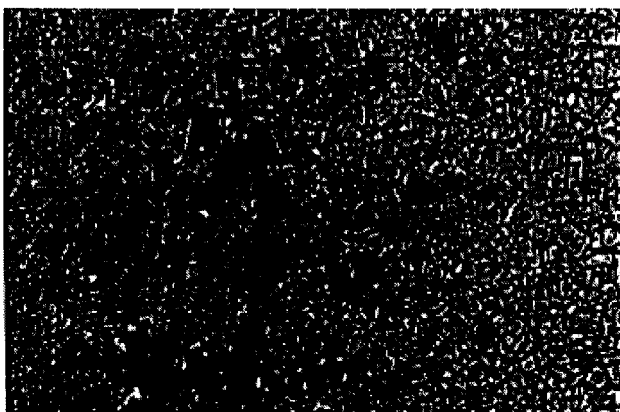


Slika 3.1.a. Krupna zrna W karbida

Osnovni zahtev kod tvrdih metala za alate za obradu infrastrukturnih objekata je postizanje kompromisa između žilavosti i tvrdoće. Naime, poznato je da sa povećanjem tvrdoće smanjuje žilavost i obrnuto, slika 3.2. Povećanjem učešća kobalta pri istoj veličini zrna smanjuje se tvrdoća-povećava se žilavost, smanjuje se otpornost na habanje i krtost. Isti efekat se postiže povećanjem veličine zrna karbida, pri istom učešću kobalta.

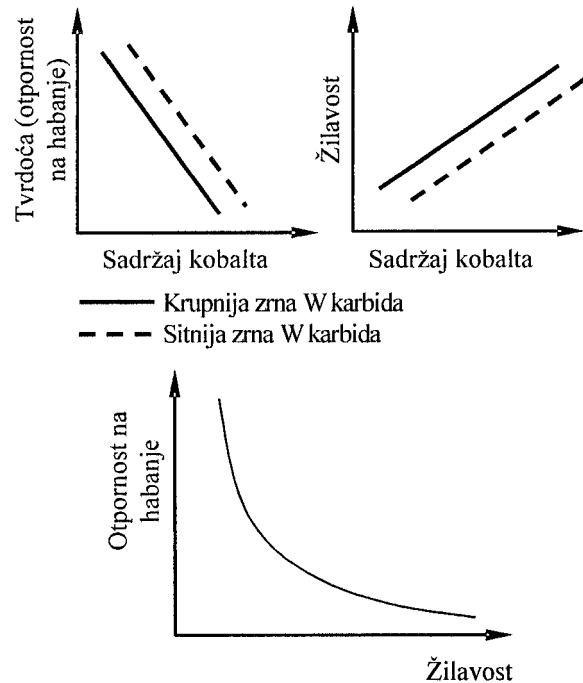


Slika 3.1.b. Srednja veličina zrna W karbida



Slika 3.1.c. Sitna zrna W karbida

Slika 3.1. Prikaz veličine zrna W karbida u tvrdom metalu



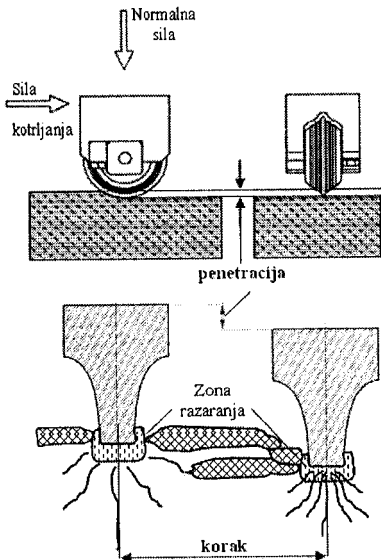
Slika 3.2. Uticaj odnosa karbida i vezivnog sredstva na odnos tvrdoća-žilavost

4. SISTEM ANALIZA GEOMETRIJE ROTACIONIH NOŽEVA

Geometrija i otpornost na habanje imaju značajan efekat na transformisanje energije i dostizanje potrebne dubine prodiranja alata u podlogu. Dva glavna faktora rezne geometrije, u zavisnosti od tipa noža, su razmak reznih vrhova i dubina prodiranja. Njihov odnos, zajedno sa tipom noža i svojstvima podloge upravljaju efektivnošću procesa rezanja.

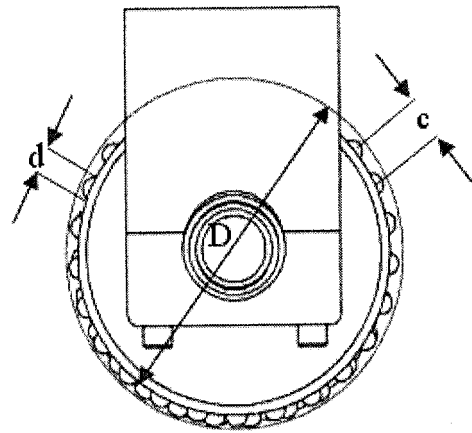
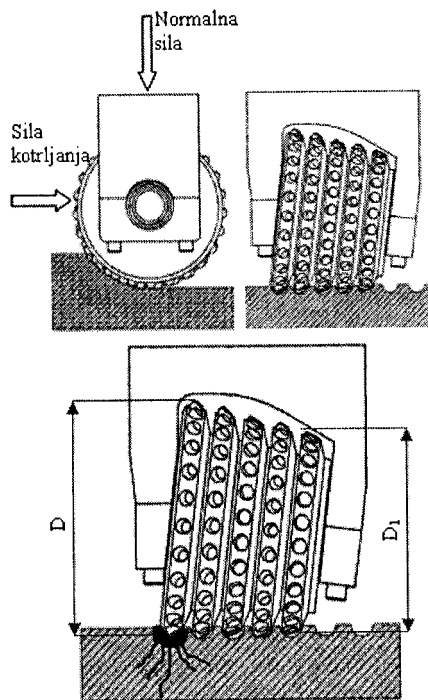
Noževi u obliku rotacionih diskova, slika 2.2, su najčešće korišćeni noževi za TBM mašine (mašine za izradu tunela). Ovaj tip alata ima najveću efektivnost kada je kontakt alata i podloge u obliku tanke kompaktne rezne ivice.

Drugi tip rotacionih noževa su rotacione rezne glave, slika 2.3, koje se koriste kod operacija dubokog prostrugivanja i obrade otvora, 1. Osnovni razlog za njihovu primenu, kod ovih operacija, je u vremenu trajanja operacija prostrugivanja, u smislu odsustva potrebe za čestim menjanjem alata. U dubokom struganju ili obradi otvora, svi pritisci i snaga se transformišu kroz nosač alata, podjednako ograničavajući opterećenje na pojedinačnim noževima na glavi alata.



Slika 2.6. Princip procesa rezanja rotacionih disk noževa

Geometrija rezanja pojedinačnih disk noževa se definiše prečnikom diska i profilom rezne ivice, slika 2.6. Razmak i dubina rezanja po obrtu rezne glave definiše efikasnost rezanja disk noževa.

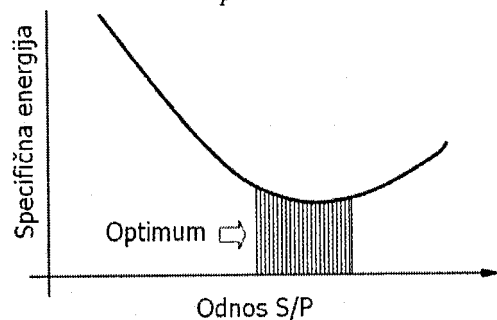
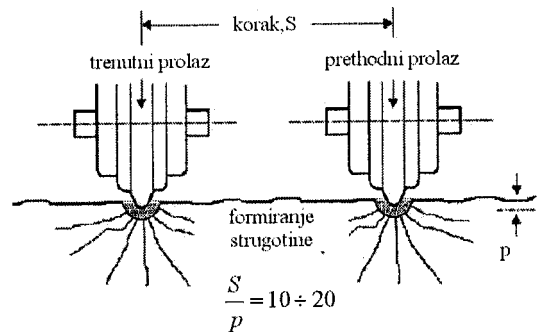


Slika 2.7. Parametri obrade kod rotacionih glodačkih glava

Efikasnost uklanjanja podloga, rotacionim disk noževima, slika 2.6, u korelaciji je sa formiranjem velike „strugotine“ između putanje noža. Prodoranjem noža u podlogu, formira se zona razaranja. Kako pritisak, u zoni razaranja, nastavlja da raste, formiraju se radijalne pukotine i prenose se dalje na podlogu. Kada se jedna ili više od tih pukotina susretnu sa susjednom, oslobađa se strugotina.

Geometrija rotacione rezne glave, se odnosi na prečnik noža, veličinu umetaka od TM, rastojanje između redova umetaka i visine umetaka u nosačima, slika 2.7. Princip usitnjavanja podloga, ovim noževima, je sličan kao i kod rotacionih disk noževa, samo što se formiraju znatno sitniji komadi podloga koje se obrađuju.

Pored oblika i dimenzija, ova dva tipa rotacionih alata, poseban predmet izučavanja odnosi se na efekat variranja koraka (s) i dubine rezanja (p).



Slika 2.8. Tipičan optimum krive odnosa S/P

U zavisnosti od tipa podloge i tipa noža postoji optimalni odnos S/P koji prouzrokuje efikasno rezanje uz minimalno potrebnu energiju. Istraživanja su pokazala da se optimalna efikasnost rezanja sa pojedinačnim disk noževima postiže sa vrednošću ovog odnosa između 10 i 20, manji odnos se koristi za čvršće podloge i približno do 20 za krte podloge. Optimalni odnos S/P za konične alate je u opsegu od 1 do 5, slika 2.8.

4. ZAKLJUČAK

Nakon grupisanja zahvata u operacije za obradu na infrastrukturnim objektima i identifikovanja tipskih sistema alata, [1], u ovom radu se daju osnovni tipovi alata koji se primenjuju u pomenutim sistemima alata.

Detaljnije je dat prikaz geometrije kod rotacionih disk noževa, odnosno rotacionih glodačkih glava. Identifikovani su osnovni geometrijski parametri, koji pored karakteristika mašina i karakteristika podloge utiču na efikasnost obrade infrastrukturnih objekata.

Na kraju je data, na bazi istraživanja u svetu, [5], kriva koja prikazuje uticaj odnosa koraka i dubine rezanja (penetracije), S/P, na potrebnu specifičnu energiju za izvođenje odredjenih operacija obrade.

Ovaj odnos, kao i geometrijske karakteristike alata, kao značajni funkcionalni zahtevi, predstavljaju osnovu za varijantno projektovanje kako pojedinačnih noževa tako i kompletnog sistema alata u koji se oni ugrađuju.

5. LITERATURA

- [1] Babić, A., Miodragović G., Petrović A., Sistem analiza sistema alata mašina za obradu infrastrukturnih objekata, Časopis Instituta IMK „14. oktobar“, Kruševac, broj (22-23) 3-4/2005, str. 169.175.
- [2] Babić, A., Miodragović G., Integrirano projektovanje proizvoda/procesa i montaže na primeru glodačkih doboša putnih glodalica, 16 Simpozijum CAD/CAM, Beograd, 2003. zbornik radova objavljen na CD-u.
- [3] Babić, A., Miodragović G., Đorđević Lj., Simulative tools for support in integrated design of products and processes, The Fourth International Conference HEAVY MACHINERY HM2002, Kraljevo, 2002, D1-D4
- [4] Babić, A., Miodragović, G., Petrović A., Integrirani razvoj procesa na primeru glodačkih alata u obradi putnih podloga, Časopis Instituta IMK „14. oktobar“, Kruševac, broj (16-17) 1-2/2003, str. 129.134.
- [5] H. Copur, L. Ozdemir, J. Rostami: Roadheader applications in mining and tunneling industries, Earth Mechanics Institute, Colorado school of mines, Golden, Colorado, 80401
- [6] Treching tool guidelines, Sandvik Coromant, 2001
- [7] D. M. Neil, J. Rostami, L. Ozdemir, R. Gertsch, 'Production estimating techniques for underground mining using roadheaders, , Earth Mechanics Institute, Colorado school of mines, Golden, Colorado, 80401
- [8] Katalozi: Wirtgen - Point attack Tools, Sandvik Coromant Rock Processing Tools

GEOMETRY OF DISC CUTTERS FOR INFRASTRUCTURAL OBJECTS PROCESSING

Abstract: According to specifications of functional demands that stands in front of tools for infrastructural objects processing, realisation of tool systems is analyzed, which is founded on modular principle. One concept of tool systems include appliance of various tool types, so that one tool system can be used for different processing methods, while one type of tool can be used on various tool systems.

Using variant tools and tool systems, that are used on different machines during performing various engagement of infrastructural objects processing, in this paper are analyzed geometry of single disc cutters, button cutters and picks that are used at roadheaders and milling drums with aim to integrate basis geometry parameters, whereby machine characteristic and ground characteristic affect on efficacy for infrastructural objects processing.

Key words: tools, infrastructural objects, tool geometry