

UTJECAJ OBODNE BRZINE DISKA NA POTROŠNJU DIJAMANTNOG SLOJA KOD PILJENJA ARHITEKTONSKO-GRAĐEVNOG KAMENA

Siniša DUNDA

*Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut za rudarstvo, geotehniku i naftu,
Pierotijeva 6, YU — 41000 Zagreb*

Ključne riječi: Arhitektonsko-građevni kamen, Piljenje, Disk, Obodna brzina, Potrošnja dijamantnog alata

Key-words: Dimension stone, Cutting, Circular saw, Peripheral velocity, Diamond tool consumption

Za postizanje efikasnog načina piljenja arhitektonsko-građevnog kamena dijamantnim diskovima, potrebno je naći uvjete pri kojima je učinak najveći, a zatupljenje i trošenje dijamantnog alata najmanje. Zbog toga je jedno od najsloženijih pitanja istraživanja rada dijamantnih diskova utvrđivanje optimalnog režima rezanja, što podrazumijeva pravilan izbor dubine rezanja, uzdužne i obodne (kružne) brzine.

Da bi se ustanovilo kako promjena obodne brzine diska utječe na potrošnju dijamantnog sloja, a time i na trajnost diska i njegovu efikasnost u cjelini, obavljena su eksperimentalna istraživanja ovisnosti potrošnje dijamantnog sloja od promjene obodne brzine diska.

To achieve the efficient sawing of decorative stone by diamond circular saws, it is necessary to find the conditions for the most considerable sawing effect and the least bluntness consumption of diamond tool. Therefore one of the most complex questions in testing the performance of diamond circular saws is the determination of optimal sawing regime, which implies the right choice of sawing depth, longitudinal and peripheral (circular) saw velocity.

To find out how the alteration of peripheral saw velocity affects the consumption of diamond segments and therewith the saw duration and its entire efficiency, the author carried out experimental explorations related to the dependence of diamond segment consumption on the alteration of peripheral saw velocity.

Uvod

Proučavanje osnova razaranja kamena dijamantnim diskovima povezano je s velikim poteškoćama nastalim zbog slučajnog rasporeda rezućih elemenata (zrna) na radnoj površini, složenog načina formiranja rezova na obrađivanom kamenu, kao i mnogobrojnim međusobno utjecajnim faktorima koji se javljaju neposredno u kontaktnoj zoni rezanja.

Poznato je da se kod reznih alata s točno fiksiranim rasporedom rezućih elemenata može geometrija reznog dijela točno definirati. Međutim, kod dijamantnih diskova za rezanje kamena (kao i kod ostalih višesječnih dijamantnih alata) ne može se geometrija reznog dijela lako utvrditi, jer je geometrija osnovnih elemenata — dijamantnih zrna — vrlo različita, pa se ne može govoriti o određenoj geometriji alata u cjelini.

Proces rezanja dijamantnim diskovima zasniva se na rezanju ogromnog broja zrna koja su međusobno povezana u cjelinu vezivom, i koja skidaju izuzetno male količine materijala parajući površinu kamena. Ovaj proces predstavlja mikrorezanje i odvija se u uvjetima velikih brzina.

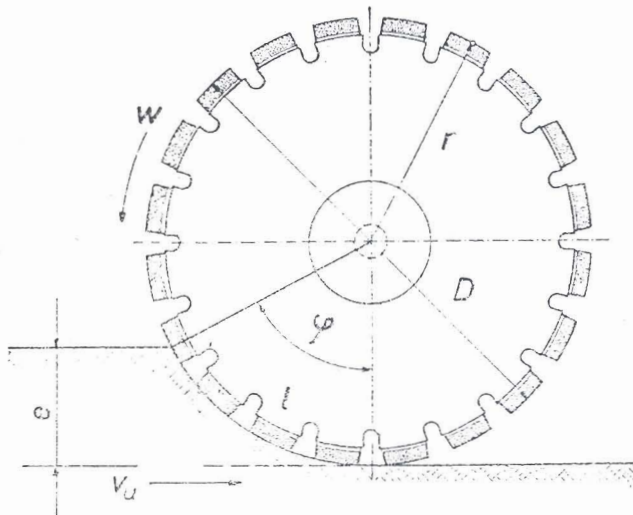
Raspored dijamantnih zrna koja prodiru u kamen i obavljaju piljenje nije ravnomjeran. U procesu piljenja ne sudjeluju sva zrna koja se nalaze na površini radnog elementa, jer uz to što zrna nisu ravnomjerno raspoređena po površini, ni visine im nisu jednake, tako da uzdignutija zrna više režu od onih manje izbočenih. Radna zrna otkidaju od kamena strugotine raznih oblika, pa se površina piljenja sastoji od ogromnog broja mikroskopski sitnih brazdi nastalih kad zrna zaparaju površinu na tim mjestima. Kako zrna nemaju jednaki međusobni razmak, to se i pri konstantnim uzdužnim i obodnim brzinama dobiju strugotine nejednake oblika i veličine.

Promjenom obodne (kao i uzdužne) brzine mijenjat će se, pogotovo, veličine strugotina i uvjeti njihovog otcjepljenja od obrađivanog kamena. Promjenom veličine strugotine mijenjaju se uvjeti rezanja, jer ukoliko je strugotina veća, utoliko je dublji prodor zrna u kamen, a time su povećana i naprezanja na zrnima u radu. Znači, da će promjena obodne brzine uz promjenu kinematskih parametara, umnogome određivati veličinu naprezanja na radne elemente i karakter njihovog djelovanja. Stoga je važno ustanoviti takvu veličinu obodne br-

zine kod koje proces piljenja odgovara režimu krhkog razaranja uz minimalnu potrošnju dijamantnog sloja.

Teoretska razmatranja

Proces rezanja dijamantnim diskovima definiran je, osim uzdužnom brzinom i dubinom rezanja (kapacitetom), i obodnom brzinom koja ovisi od broja okretaja osovine i promjera diska. Da bi točka na obodu kruga diska (slika 1) koja jednoliko kruži na udaljenosti r od



Sl. 1 Kinematski parametri diska
Fig. 1 Parametri cinematici del disco

čvrstog središta vrtnje opisala puni krug potrebno je vrijeme T , nazvano (vremenskim) periodom vrtnje. Za vrijeme T točka prijeđe put $s = 2 \cdot \pi \cdot r$. Stoga je obodna brzina:

$$w = \frac{s}{T} = \frac{2 \cdot \pi}{T} \cdot r$$

odnosno

$$w = \frac{2 \pi}{T} \cdot \frac{D}{2} = \pi \cdot D \cdot \frac{1}{T}$$

gdje su:

- w — obodna brzina diska [m/s],
- r — polumjer diska [m],
- D — promjer diska [m].

Veličina $1/T$ naziva se »brzina vrtnje« ili se kaže da je $n = 1/T$ »broj okretaja« u jedinici vremena, pa je konačno obodna brzina jednaka:

$$w = \pi \cdot D \cdot n \quad [\text{m/s}]$$

gdje je:

- n — broj okretaja osovine [s^{-1}].

Iz navedene ovisnosti se vidi da se obodna brzina diska *određene promjera* može promijeniti mijenjanjem broja okretaja osovine.

Kod velike većine strojeva za rezanje arhitektonsko-građevnog kamena dijamantnim diskom se može broj okretaja osovine mijenjati direktnom redukcijom, dok je kod nekih — starijih — potrebno promijeniti promjer remenice (kod remenskog prijenosa).

Promjenom obodne brzine ostat će, uz nepromijenjenu uzdužnu brzinu, dubinu reza (kapacitet rezanja) i promjer diska, kut φ kontakta svake točke diska s obrađivanim materijalom nepromijenjen, jer je:

$$\cos \varphi = 1 - \frac{e}{r} \quad (\text{slika 1}).$$

Dužina luka kontakta svake točke diska s materijalom za *jedan okret* diska ostaje također nepromijenjena, jer je:

$$l = \frac{r \cdot \pi \cdot \varphi}{180} \quad (\text{slika 1}).$$

Kako će se mijenjati obodna brzina promijenit će se i broj okretaja diska po 1 m^2 ispiljene površine, jer je:

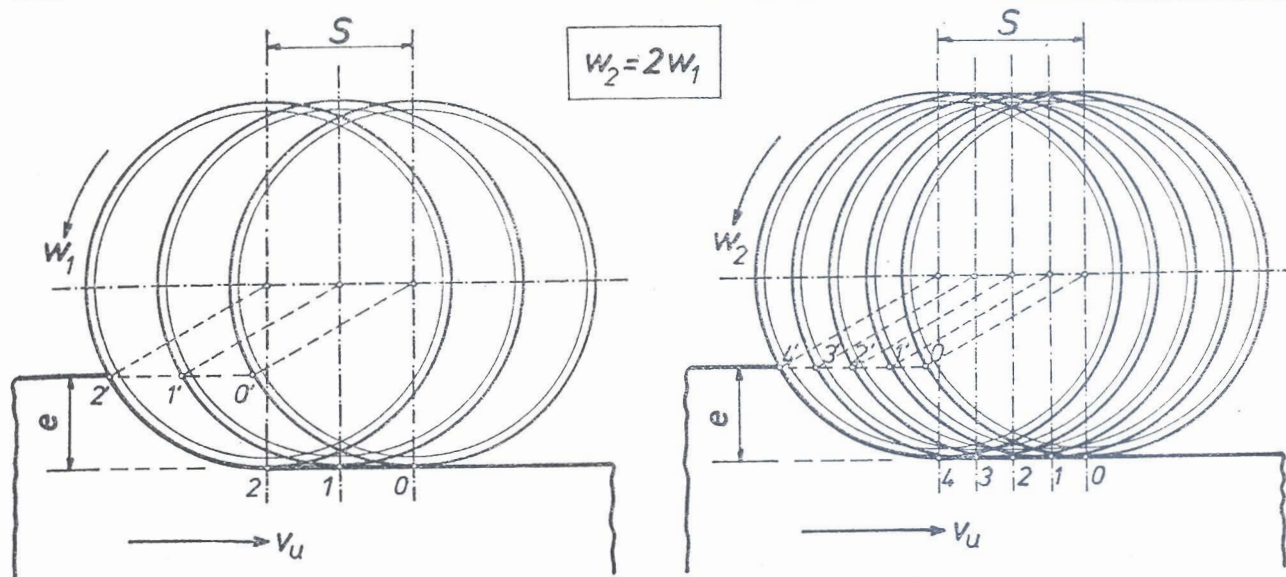
$$n = \frac{w}{\pi \cdot D},$$

pa će se promijeniti i ukupna dužina kontakta svake točke diska s materijalom po 1 m^2 ispiljene površine.

Ova razlika je vidljiva iz slike 2, na kojoj je prikazana promjena procesa rezanja diskom istog promjera, kod istog kapaciteta uz različitu obodnu brzinu.

Uzdužna brzina i dubina reza ostali su nepromijenjeni, ali se obodna brzina povećala za duplo, pa se je za toliko povećao i broj okretaja diska, što za sobom povlači povećanje puta struganja pojedine točke po 1 m^2 kapaciteta.

Iz tablice 1 je također vidljivo da se s povećanjem obodne brzine diska, uz nepromijenjene ostale parametre, *proporcionalno* povećava broj okretaja diska kao i ukupni put struganja svake točke (dijamantnog zrna) diska za određeni kapacitet piljenja. Brojčane vrijednosti u tablici 1 sračunane su na osnovu veličina koje su odabrane za eksperimentalni rad. Povećanjem obodne brzine dolazi, znači, do proporcionalnog povećanja puta struganja svakog dijamantnog zrna po obrađivanom materijalu, pa je za očekivati da će se proporcionalno povećati potrošnja dijamantnog sloja po jedinici ispiljene površine, a time smanjiti trajanje (životni vijek) diska.



Sl. 2 Promjena procesa rezanja dijamanim diskom uslijed povećanja obodne brzine

Fig. 2 Cambiamento di processo del taglio con disco diamanato provocato dal aumento della velocità periferica

Tablica — Tabella 1
Kinematski parametri diska kod različitih obodnih brzina
Parametri cinematici del disco nei vari casi di velocità periferica

Obodna brzina <i>Velocità periferica</i>		Broj okretaja diska <i>Numero giri del disco</i>	Broj okretaja diska za 1 m ² rezanja <i>Numero giri del disco per 1 m² del taglio</i>	Put struganja (kontakta) za 1 m ² rezanja <i>Il cammino della levigatura (contatto) per 1 m² del taglio</i>	Index 1. 2. 3. 4.
m/s	m/min	min ⁻¹	m ⁻²	m/m ²	%
1	2	3	4	5	
w	$n = \frac{w}{\pi \cdot D}$	$n' = \frac{n}{Q}$	$\Sigma l_t = l \cdot n'$	—	
13	780	496,56	4965,6	650,0	100,0
16	960	611,15	6111,5	800,0	123,1
21	1260	802,14	8021,4	1050,0	161,5
26	1560	993,13	9931,3	1300,0	200,0
33	1980	1260,51	12605,1	1650,0	253,8

Konstantne veličine:
La costante: D = 0,5 m Q = 0,1 m²/min l = 0,1309 m

Eksperimentalni rad

Da bi to provjerio obavio sam eksperimentalna istraživanja utjecaja obodne brzine na potrošnju sloja kod linijske obrade granita. Uzdužna brzina kod ovog pokusa iznosila je $v_u = 0,8$ m/min, a dubina rezanja $e = 0,125$ m, što daje teoretski kapacitet piljenja $Q = 0,1$ m²/min.

$$Q = v_u \cdot e = 0,8 \cdot 0,125 = 0,1 \text{ m}^2/\text{min}$$

Pililo se diskom promjera $D = 0,5$ m ($r = 0,250$ m), pa je kut kontakta diska i materijala iznosio $\varphi = 30^\circ$.

$$\cos \varphi = 1 - \frac{e}{r} = 1 - \frac{0,125}{0,250} = 0,5 \quad \varphi = 30^\circ$$

Dužina luka kontakta iznosila je $l = 0,1309$ m.

$$l = \frac{r \cdot \pi \cdot \varphi}{180} = \frac{0,250 \cdot 3,14 \cdot 30}{180} = 0,1309 \text{ m}$$

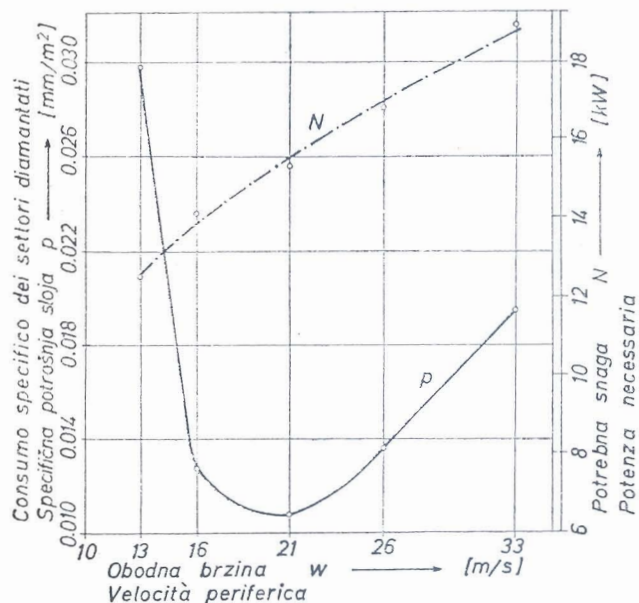
Dijamantni sloj na disku se sastojao od dijamantata marke SDA 85, granulacije D 350 (DIN 848) s koncentracijom 50%. Obodna brzina je mijenjana u dijapazonu od 13 do 33 m/s.

Rezultati i diskusija

Prosječni rezultati istraživanja navedeni su u tablici 2 i prikazani dijagramom na slici 3. Iz dijagrama se vidi da dobivena krivulja ovisnosti specifične potrošnje dijamantnog sloja u mm/m² (recipročna vrijednost trajnosti diska m²/mm), ne odgovara pretpostavci da će povećanje obodne brzine (*proporcionalno* povećanje puta struganja) izazvati *proporcionalno* povećanje potrošnje dijamantnog sloja. Krivulja ima izraženi minimum u području obodne brzine oko 21 m/s, da bi na obe strane od tog minimuma imala strmi trend rasta.

Porast specifične potrošnje dijamantnog sloja desno od zone minimuma — odgovara — i može se objasniti s povećanom dužinom puta struganja pojedinog dijamantnog zrna po kamenu (koja je u ovom slučaju i inače velika zbog velike dubine reza).

Nagli porast specifične potrošnje dijamantnog sloja lijevo od zone minimuma, unatoč smanjenom putu struganja, može se objasniti



Sl. 3 Dijagram zavisnosti obodne brzine diska, specifične potrošnje sloja i potrebne snage

Fig. 3 Il diagramma della dipendenza della velocità periferica del disco, consumo specifico dei settori diamantati e potenza necessaria

Tabela — Tabella 2

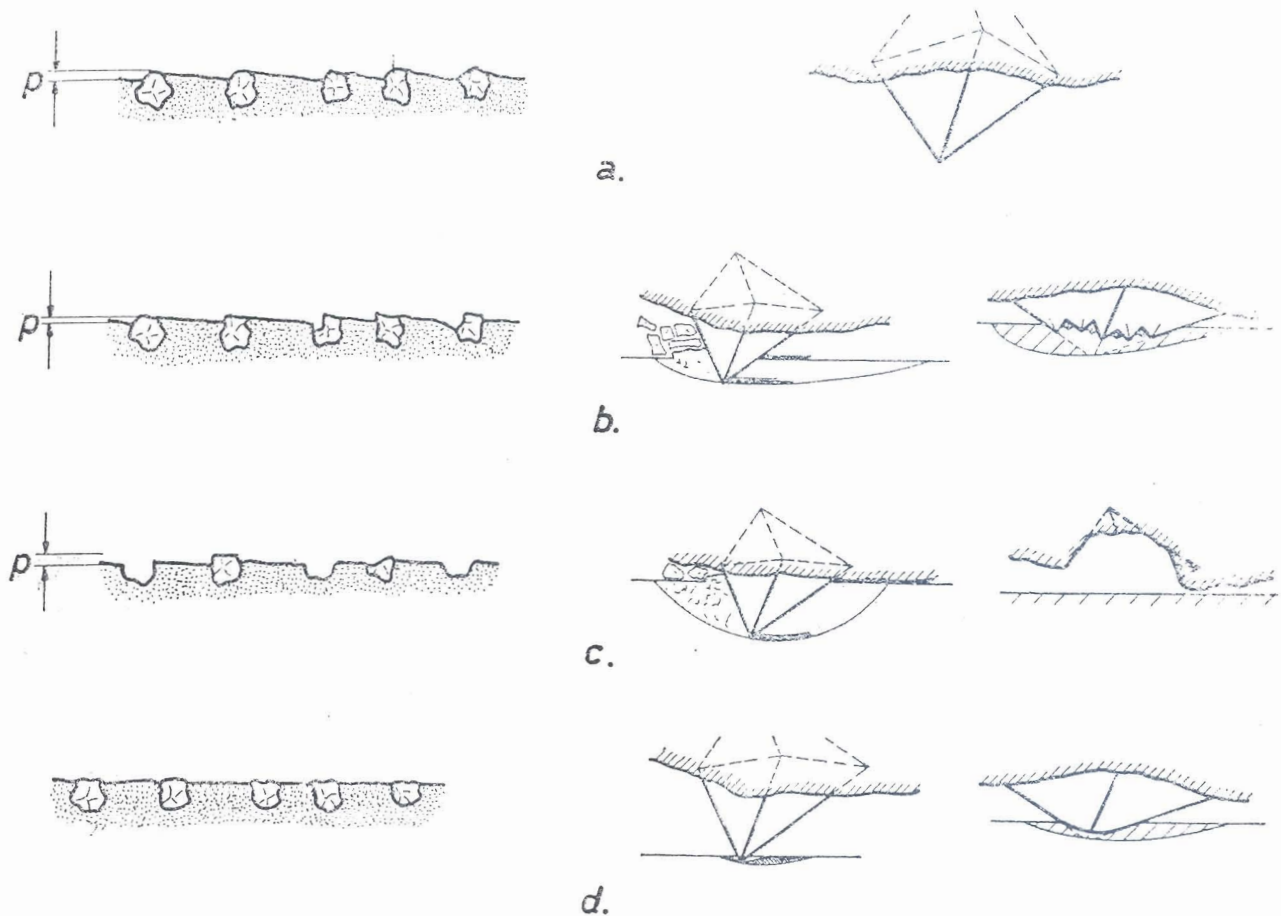
Rezultati istraživanja zavisnosti obodne brzine, životnog vijeka i potrebne snage diska
 I risultati delle ricerche della dipendenza della velocità periferica, durata del disco e potenza necessaria

Obodna brzina	Količina piljenja	Prosječna potrošnja sloja	Prosječna snaga	Prosječna specifična potrošnja sloja	Životni vijek diska	Ukupni životni vijek diska
Velocità periferica	Quantità di segatura	Consumo medio dei settori diamantati	Potenza media	Consumo medio specifico dei settori diamantati	Durata del disco	Durata totale del disco
m/s	m ²	mm	kW	mm/m ²	m ² /mm	m ²
13	28,5	0,853	12,6	0,02993	33,41	167
16	25,0	0,320	14,2	0,01280	78,13	391
21	20,0	0,235	15,4	0,01175	85,11	426
26	26,0	0,405	17,1	0,01558	64,18	321
33	20,0	0,390	18,9	0,01950	51,28	256

dužim *neprekinutim* djelovanjem radnih pritiska na dijamantni segment. Naime, iako je kod male obodne brzine put struganja po jedinici ispiljene površine manji, zrna su duže vremena u neprekinutom kontaktu sa stijenom (nepromijenjen luk kontakta), odnosno duže su vremena *bez prekida* izložena radnim naprezanjima u zoni kontakta sloja li stijene, pa je rezultat toga veća potrošnja dijamantnog sloja. Uz to, kod premale obodne brzine zrna duboko prodiru u kamen te dolazi do intenzivnijeg tre-

nja između kamena i veziva, što dovodi do njegove brže potrošnje i bržeg ispadanja zrna iz veziva. Predubok prodor zrna u kamen izaziva stvaranje prevelike strugotine, time i povećana naprezanje na zrno, što također pridonosi prijevremenom izbacivanju dijamantnog zrna iz veziva.

Dok je dijamantni segment nov, svjež i oštra dijamantna zrna izviruju iz veziva kao što je prikazano na slici 4a. Između vrha zrna i veziva postoji zazor p , a razmak između pojedinih



Sl. 4 Shematski prikaz utjecaja promjene uvjeta rezanja na radnu površinu dijamantnog sloja

Fig. 4 Lo schema sulla influenza del cambiamento delle condizioni di taglio sulla superficie lavorativa dei settori diamantati

zrna omogućava dotok vode za hlađenje, koja ujedno i ispiri strugotine kamena i sitne odlomljene čestice dijamantnih zrna i veziva.

Nakon rada kroz izvjesno vrijeme (s optimalnom obodnom brzinom) uz optimalni prodor zrna u kamen, veličina strugotine je toliko da se ostvaruje optimalna specifična količina skinutog materijala u odnosu na utrošak dijamanta (slika 4b). Poneka zrna su zatupljena, a poneka okrnjena, pa su se pojavili novi rezni rubovi, jer se proces samoštrenja odvija povoljno i na vrijeme. Zbog optimalnog prodora zrna u kamen pravilno se troši i vezivo, što stvara dovoljan prostor da se voda za hlađenje kroz njega slijeva i obavlja neophodno ispiranje i hlađenje. Radne karakteristike diska se nisu bitno izmjenile.

Kod male obodne brzine i suviše velikog prodora zrna u kamen (slika 4c) javljaju se kritična naprezanja na zrnju. Kako je dijamant vrlo tvrd, ali istovremeno i vrlo krk mineral, kritična naprezanja izazivaju lom zrna i pridonose prijevremenom ispadanju zrna iz sloja, pa je iskoristivost dijamantnih zrna nepotpuna. U ovom slučaju javlja se u početku za

kratko, veća količina skinutog materijala, da bi zatim efikasnost rada znatno opala zbog intenzivne potrošnje dijamantnih zrna i smanjenja trajnosti dijamantnog diska u cjelini.

Kod prevelike obodne brzine, zrno nedovoljno prodire u kamen (slika 4d), pa se umjesto rezanja javlja trenje, što ima za posljedicu brzo zatupljenje zrna uz veliko termičko opterećenje zrna. Zatupljenje zrna smanjuje njegovu reznju visinu, a time i prostor za dotok vode, što također pridonosi povećanju trenja i temperatura, a konačno i oštećenju alata.

Prevelikom obodnom brzinom pogoršavaju se uvjeti hlađenja i zbog smanjenog dotoka vode u zonu piljenja, jer priličan dio vode biva odbačen izvan zone piljenja uslijed povećanog djelovanja sila nastalih zbog povećane rotacije diska.

Smanjeni dotok vode u profil piljenja dovodi i do lošijeg ispiranja, odnosno odstranjivanja produkata razaranja (sitne čestice kamena pomiješane s česticama trošenja dijamantnog segmenta), što također povećava potrošnju sloja, jer dolazi do uzajamnog djelovanja između njega i razorenih abrazivnih čestica.

Na osnovu dijagrama iz slike 3 i navedenih razmatranja može se zaključiti da obodna brzina diska, uz nepromijenjene ostale parametre (za određenu vrstu stijene) ima svoj optimum i da pravilan izbor veličine obodne brzine diska bitno utječe na potrošnju dijamantnog sloja i time na trajnost diska i njegovu efikasnost u cjelini.

Iz slike 3 se također vidi da u promatranom dijapazonu promjene obodne brzine dolazi, kod njenog povećanja, do proporcionalnog rasta potrebne snage za piljenje. Ovaj porast snage, kod povećanja obodne brzine, nije takav da bi taj parametar bitno utjecao na izbor optimalnih obodnih brzina.

Pregled istraživanja ostalih utjecajnih faktora na obodnu brzinu diska

Da je obodna brzina diska jedan od najbitnijih parametara od kojih ovisi efikasnost tehnološkog režima piljenja kamena, svjedoče brojne preporuke za izbor obodne brzine. Iako je većina obavijesti u prospektima i katalozima proizvođača dijamantnih diskova dana u obliku preporuka i kratkih obavještenja, često reklamnog karaktera, detaljnija analiza tih podataka omogućava dobar izbor obodne brzine u početku rada, da bi se na temelju praktičnih rezultata obavilo eventualno njenu korekciju. Veliki broj proizvođača dijamantnih diskova, kao i mnogi autori (Finnigan, 1968; Norman, 1974; Hallez, 1975; Aleksandrov i Levin, 1976; Dmitrijev, Mifling i Šuhamet, 1976; Berlin, Sličev i Šalaev, 1979; Elaborate dalla Commissione Tecnica ASSODIAM, 1980) preporučaju obodnu brzinu prema vrsti stijene, odnosno prema njenoj *piljivosti*. Tako se najčešće te preporuke svode na to da se optimalna brzina, kod rezanja tvrdih partija kamena, kreće od 20 do 30 m/s, a kod srednje tvrdog i mekog kamena od 40 do 80 m/s.

Kako postoje velike razlike u osobinama i kod istog tipa stijene, sve ove preporuke treba shvatiti kao vodič za izbor najpovoljnije obodne brzine, a njeno točno određivanje izvesti nakon obavljenih pokusnih piljenja i praktičnih rezultata. O tome kako nepravilno odabrana obodna brzina štetno djeluje na trajnost diska potvrđuje i jedan primjer iz prakse, kad je za rezanje granita diskom ϕ 500 mm uzeta obodna brzina 60 m/s, pa je njegov životni vijek sveden na svega par smjena, dok je kod normalnih uvjeta rada on iznosio više od jednog mjeseca. Koliki je utjecaj obodne brzine diska u ovisnosti od *vrste stijene* vidi se iz istraživanja tvrtke »General Electric« (Burgess i Birle, 1978) na tri vrste granita (Lake Placid Blue, Barre i Bright Red), za koje su se dobivene optimalne brzine kretale od 25 do 33 m/s.

Da je obodnu brzinu ekonomično smanjiti na veličinu 20 do 21 m/s kod piljenja najtvrdih stijena pokazuju pokusi s piljenjem tih materijala, kad je sa sniženjem obodne brzine s 56,5 na 21 m/s postignuto sniženje potrošnje dijamantnog sloja za dva puta (Finnigan, 1968).

Osim vrste stijene, na pravilan izbor obodne brzine, odnosno na sveukupni proces piljenja, djeluju pojedinačni i međusobni utjecaji i ostalih tehnoloških i konstruktivnih parametara. Tako je npr. tvrtka »General Electric« (Burgess i Birle, 1978) i tvrtka »Asahi Diamond Industrial« (1984) istraživala utjecaj obodne brzine na trajnost diska kod različitih *kapaciteta piljenja*. Dobiveni rezultati ukazuju na to da ukoliko se, kod iste vrste stijene, povećava kapacitet, potrebno je povećati i obodnu brzinu. Kod oba ova ispitivanja odabrani su isti kapaciteti piljenja, i kod oba ispitivanja promjena kapaciteta se postizala promjenom dubine reza (uzdužna brzina ostala konstantna), pa su dobiveni i jako slični rezultati.

Povećanjem obodne brzine diska povećavaju se dinamički efekti na površini dijamantnog sloja, pa su (uz vrstu veziva) marka, granulacija i koncentracija dijamantata konstruktivni parametri koji bitno utječu na potrošnju sloja.

Razne marke dijamantnih zrna (prirodnih ili sintetičkih) daju i različite učinke, zbog čega proizvođači dijamantata diferenciraju oblast primjene pojedine marke. Osim preporuka proizvođača dijamantata u literaturi gotovo nema radova o eksperimentalnom istraživanju utjecaja *marke* prirodnih i sintetičkih dijamantata na efikasnost piljenja kamena dijamantnim diskom. Stoga je vrijedno spomenuti publicirani rad tvrtke »De Beers« Walker i Wood (1983) o ispitivanju utjecaja obodne brzine na trajnost diska kod piljenja različitih vrsta granita s različitim markama dijamantata. Na osnovu tih ispitivanja se za ispitivane marke dijamantata i vrste stijene može odabrati optimalna obodna brzina.

Različitim *granulatima* dijamantnih zrna odgovaraju različiti površinski pritisci. Naime, povećanjem dijamantnog zrna povećava se i veličina strugotine — povećana je površina prodora zrna u materijal, čime su povećana i naprezanja na pojedino zrno. Promjenama obodnih brzina ova naprezanja se također mijenjaju, pa povećanje ili smanjenje *granulacije* dijamantnih zrna zahtijeva i adekvatnu promjenu obodne brzine. Prema preporukama ASSODIAM-a navode se, kod obrade mramora, tri osnovna predjela obodne brzine u ovisnosti od granulacije dijamantata (Elaborate della Commissione Tecnica, 1980).

Koncentracija dijamantata, uz nepromijenjenu veličinu dijamantnog zrna (granulaciju) određuje broj režućih elemenata na radnoj površini dijamantnog segmenta, pa uz druge stalne parametre bitno utječe na potrošnju dija-

mantnog sloja. Povećanjem koncentracije (kod nepromijenjene granulacije) povećat će se i broj zrna, pa će razdioba sveukupnih naprezanja izazvati smanjenje naprezanja po jednom zrnu, što omogućava povećanje obodne brzine kod povećane koncentracije. Da se s povećanjem koncentracije uz porast obodne brzine smanjuje i potrošnja sloja, svjedoče i pokusi provedeni u Tyrolit odjeljenju tvrtke »Spielvogel« (Noichl, 1978). Rezultati ovih pokusa navode na zaključak da povećanje koncentracije smanjuje potrošnju sloja kod iste obodne brzine.

Koncentracija dijamanata je značajan parametar ne samo s tehničko-tehnološkog stajališta već i s ekonomskog, jer cijena dijamanatnog segmenta umnogome ovisi od količine dijamanatnih zrna u njemu. Zato kod ovakvih istraživanja treba voditi računa o ekonomskoj računici, jer manja potrošnja sloja izražena u mm njegove visine ne znači i manju potrošnju dijamanata, budući da kod veće koncentracije u istom obujmu sloja ima i više dijamanata. Prije odluke o izboru veće koncentracije treba dobro proučiti i broj zastoja nastalih oštećenjem diska, jer oštećenje i zastoj na disku s većom koncentracijom povlači i veće troškove nego oštećenje diska manje koncentracije.

Zaključak

Kod piljenja arhitektonsko-građevnog kamena dijamanatnim diskom, promjena obodne brzine diska izaziva (uz nepromijenjeni promjer i nepromijenjeni kapacitet rezanja) promjenu broja okretaja diska po 1 m² rezanja, odnosno

Primljeno: 17. XI. 1988.

Prihvaćeno: 6. II. 1989.

LITERATURA

- Aleksandrov, V. A., Levin, M. D. (1976): Obrabotka prirodnog kamna almaznim instrumentom. *Sinteticeskie almazi*, 5, 63—68, Kiev.
- Asahi Diamond Industrial (1984): Circular saws — frame saws. Asahi Diamond Industrial Co, Tokio.
- Berlin, A., Sličev, I., Salaev, I. A. (1979): Obrabotka stroiteljnogo dekorativnogo kamna. *Lenjingradskoe otdelenie*, 231 str., Lenjingrad.
- Burgess, R. R., Birle, J. D. (1978): Circular sawing granite with diamond saw blades. Specialty materials department General Electric Company, Worthington, Ohio. Industrial Diamond Association of Japan 30th Anniversary Meeting and Seminar, Tokio.
- Dmitriev, V. I., Mifling, D. M., Šuhamet, N. D. (1976): Oburodovanie dla kamneobrabotki. *Sinteticeskie almazi*, 5, 58—63, Kiev.
- Dunda, S. (1985): Utvrđivanje funkcionalnih zavisnosti tehničkih i tehnoloških parametara dijamanatnih alata za obradu arhitektonsko-građevnog kamena; Magistarski rad: s. n., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 159 str., Zagreb.
- Elaborate dalla Commissione Tecnica ASSODIAM (1980): Norme per l'impiego degli utensili diamantati: Proposte ACCIM Norme ASSODIAM. ACCIM ASSODIAM, 310 str., Milano.
- Finnigan, G. (1968): Maching stone with diamond tools. *Industrial Diamond Review*, 332, 310—316. London.
- Hallez, M. (1975): Les méthodes de sciage des pierres naturelles ou reconstituées et les paramètres principaux d'utilisations de ces outils. *Mausole*, 765, 933—1004, Givors.
- Noichl, H. (1978): Die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit von Diamantkreissägen. Sonderdruck aus *Granit International*, 3, 1—6, Schwaz (Austrija).
- Norman, R. S. (1974): Users Guide to Industrial Diamonds. Hutchinson Benham, 352 str. London.
- Walker, R. D., Wood, M. G. (1983): Granite sawing techniques. Stone, De Beers Industrial Diamond Division, 43—46, London.

promjenu ukupne dužine kontakta svake točke diska s materijalom po 1 m² ispiljene površine (slike 1 i 2, tablica 1). Promjenom obodne brzine dolazi, znači, do proporcionalne promjene puta struganja dijamanatnih zrna po obrađivanom materijalu, pa je za očekivati da će se proporcionalno povećati ili smanjiti potrošnja dijamanatnog sloja po jedinici ispiljene površine.

Na osnovu rezultata istraživanja prikazanih u tablici 2 i na slici 3, kao i analize tih rezultata, izveden je zaključak da obodna brzina diska uz nepromijenjene ostale parametre (promjer diska, uzdužna brzina, dubina reza, vrsta vezivnog tkiva, koncentracija, granulacija i marka dijamanata) ima svoj optimum za određenu vrstu stijene i da pravilan izbor veličine obodne brzine diska bitno utječe na trajnost diska i njegovu efikasnost u cjelini.

Porast specifične potrošnje dijamanatnog sloja kod povećane obodne brzine, objašnjava se povećanjem puta struganja pojedinog dijamanatnog zrna po kamenu.

Nagli porast specifične potrošnje dijamanatnog sloja kod *premale* obodne brzine (unatoč smanjenom putu struganja) može se objasniti dužim *neprekinutim* kontaktom sa stijenom (nepromijenjen luk kontakta), odnosno dužoj izloženosti (*bez prekida*) radnim naprezanjima u zoni kontakta sloja i stijene. Uz to kod male obodne brzine, dolazi do dubljeg prodora zrna u kamen, odnosno do stvaranja prevelike strugotine, time i do povećanog naprezanja na zrno, što uzrokuje prijevremeno izbacivanje dijamanatnog zrna iz veziva i do brže potrošnje dijamanatnog sloja.

Influsso di velocità periferica del disco sul consumo dei settori diamantati nel tagliare il marmo, granito e altre pietre ornamentali

S. Dunda

Nel segale il marmo, granito e altre pietre ornamentali con il disco diamantato, il cambio della velocità periferica provoca (con il diametro e la produzione massima invariati) il cambio del numero dei giri del disco per 1 m² del taglio, ossia cambia la lunghezza totale del contatto di ogni punto del disco con il materiale at m² della superficie segata (figura 1 e 2, tabella 1).

Il cambiamento della velocità periferica provoca il cambiamento proporzionale del cammino di levigatura di grani diamantati per il materiale lavorato, quindi è da aspettarsi che aumenterà o diminuirà proporzionalmente il consumo dei settori diamantati per unità di superficie segata.

Nell' articolo sono presentati e analizzati i risultati delle ricerche sperimentali sulla influenza del cambiamento della velocità periferica del disco sul consumo dei settori diamantati.

In base ai risultati delle ricerche presentati nella tabella 2 e in figura 3, come anche dall' analisi di tali risultati, segue che la velocità periferica del disco, con altri parametri invariati (diametro, velocità longitudinale, passata profonda, tipi di tessuto connettivo, concentrazione, granulazione i marchio del diamante) raggiunge il proprio optimum per determinato tipo

di materiale e che la giusta scelta della velocità periferica del disco influisce notevolmente sulla durata del disco, e sulla sua efficacia totale.

L'aumento del consumo specifico dei settori diamantati nella velocità periferica *aumentata* si spiega con l'aumento del cammino di levigatura del singolo grano di diamante per pietra.

Un aumento veloce del consumo specifico quando la velocità periferica è *molto bassa* (nonostante il ridotto cammino di levigatura) può essere spiegato con un contatto lungo e *ininterrotto* con la pietra (arco di contatto cumulato), cioè con una più lunga esposizione (*senza interruzione*) alla tensione lavorativa nella zona del contatto del settore con la pietra. Inoltre se, la velocità periferica è piccola, la penetrazione del grano di diamante in pietra è più profonda cioè si forma la raschiatura troppo grande e con questo aumenta la tensione sul grano il che provoca una anticipata eliminazione del grano dal tessuto connettivo, e con ciò il consumo più veloce dei settori diamantati.

L'articolo, inoltre, contiene un breve riassunto delle ricerche pubblicate sull' influsso del cambio della velocità periferica in dipendenza dal cambio degli altri parametri: segatura, produzione massima, marchio, granulazione e concentrazione dei diamanti.