

# APRECIERI REFERITOARE LA PRODUCTIVITATEA PROCESULUI DE TĂIERE A BETONULUI CU DISCURI DIAMANTATE<sup>i</sup> REMARKS ON CONCRETE CUTTING PROCESS PRODUCTIVITY WITH DIAMOND BLADES

Oana TONCIU

Ș. I. dr. ing. - Universitatea Tehnică de Construcții București, Romania  
e-mail: oana\_tonciu@yahoo.com

**Rezumat:** Acest articol identifică câteva soluții tehnice a căror aplicare are drept rezultat creșterea randamentului procesului de tăiere a betonului utilizând discuri diamantate. O abordare originală a acestei teme este similitudinea operațiilor de aşchiere la tăiere cu cele de la șlefuire.

În cadrul lucrării se fac aprecieri asupra următoarelor aspecte ale procesului; influența vitezei de avans asupra durabilității sculei, influența adâncimii de tăiere asupra durabilității sculei, variația uzurii sculei la randament constant, alegerea vitezelor de rotație a sculelor diamantate.

**Cuvinte cheie:** discuri diamantate, beton, productivitate tăiere

**Abstract:** This article identifies and highlights the technical solutions whose application results in increasing the efficiency of the concrete cutting process with diamond blades. An original approach to this issue is cutting operations resemblance to those of grinding.

The paper specifications are made on the following aspect of the process; influence on the durability of the tool feed rate, cutting depth influence on the durability of the tool, tool wear variation at constant efficiency, choosing speed of rotation of diamond tools.

**Keywords:** diamond blades, concrete, cutting productivity

## 1. INTRODUCERE

Domeniul lucrărilor de construcții este în permanență aflat sub presiunea imensă a realizării proiectului într-un interval de timp cât mai mic. Creșterea productivității reprezintă unul din principalele deziderate ale specialiștilor care activează în acest domeniu.

Pe lângă alte procese tehnologice complexe ce intră în alcătuirea mai multor fluxuri tehnologice a căror asociere duce la realizarea unei părți din construcție, un proces dificil din punct de vedere tehnic și mare consumator de timp este cel al tăierii materialelor de construcții și în special a betonului armat.

Datorită proprietăților de tăiere precum și fiabilității ridicate a echipamentelor tehnologice cu scule diamantate, acestea au cunoscut o largă utilizare în diferite domenii de activitate și în special în domeniul construcțiilor și al prelucrării materialelor de construcții. Astfel, discurile diamantate au o largă aplicabilitate în decuparea sau realizarea de goluri în structurile din beton sau din alte materiale de construcții, realizarea rosturilor pentru lucrări de drumuri și procesarea pietrei naturale.

Pentru a se obține o durată ridicată de viață a sculelor diamantate, utilizatorii și deopotrivă producătorii, trebuie să aibă în vedere două aspecte principale:

<sup>i</sup> Comunicare prezentată la cel de-al XXI –lea Simpozion National de Utilaje pentru Constructii (SINUC), București, 10-11 decembrie 2015

- parametrii procesului de lucru al acestora;
- comportarea la uzură a sculelor.

## 2. CONSIDERAȚII ASUPRA INFLUENȚEI PARAMETRILOR MAȘINII

Analiza influenței parametrilor de lucru asupra procesului de tăiere cu discurile diamantate se poate face considerând două criterii tehnologice:

- productivitatea procesului de tăiere, care este determinată de doi parametri de lucru decisivi: adâncimea de tăiere  $a_t$  și viteza de avans a discului  $v_a$ ;
- încărcarea pe sculă, care este determinată de viteza de tăiere (viteza periferică) a discului  $v_t$  și viteza de avans  $v_a$ .

Conform precizărilor făcute de Tönsoff și Asche [3], pe baza cercetărilor fundamentale efectuate la IFW( Institutul de Inginerie Mecanică și Utilaje de la Hanovra), influența parametrilor mașinii implicați în proces (fig.1) poate fi modelată matematic prin relații caracteristice relativ simple.

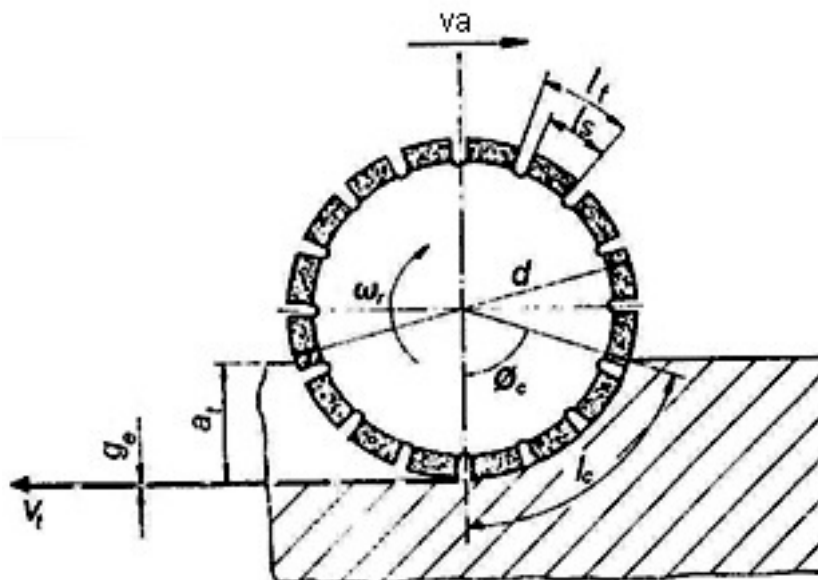


Fig. 1

Conform figurii 1 în proces apar următorii parametri de lucru precum și următoarele dimensiuni ale discului:

- $v_a$  - viteza de avans a discului, în cm/min;
- $a_t$  - adâncimea de tăiere, în cm;
- $\omega_r$  - viteza unghiulară, în rad/s;
- $d$  - diametrul discului, în cm;
- $l_s$  este lungimea segmentului;
- $l_t$  - lungimea periferică parțială.
- $v_t$  - viteza de tăiere, în cm/min;
- $g_e$  - grosimea echivalentă a așchii de material, în  $\mu\text{m}$ .

$\phi_c$  - unghiul de contact.

Randamentul (productivitatea) procesului se poate determina cu relația:

$$Q = v_a a_t, \quad (1)$$

în care:  $Q$  este randamentul tăierii, exprimat în  $\text{cm}^2/\text{min}$ .

$Q$  poate fi exprimat și în funcție de geometria sculei, astfel:

$$Q = v_t g_e \lambda, \quad (2)$$

unde:  $\lambda$  - este distribuția segmentului activ.

Distribuția segmentului activ se determină cu relația:

$$\lambda = \frac{l_s}{l_t} \quad (3)$$

Relația (1) este egală cu relația (2) astfel că rezultă:

$$g_e = a_t \frac{v_a}{v_t \lambda} \quad (4)$$

Din relația (4) se desprinde concluzia conform căreia o viteză ridicată de tăiere este echivalentă cu o grosime mai mică a așchii de material și o încărcare mai slabă a granulelor de diamant. La o viteză mai mare de avans, grosimea așchiilor și productivitatea cresc, și de asemenea crește și încărcarea pe fiecare granulă în parte.

Se pot aplica două strategii pentru atingerea productivității optime:

- adâncime de tăiere maximă la o viteză de avans moderată (dintr-o trecere se atinge adâncimea de tăiere necesară);
- adâncime de tăiere mică dar viteza de avans mare (necesită mai multe treceri) – tehnică eficientă în cazul aplicării unui sistem de tăiere cu mișcare de du-te-vino.

Încărcările pe granulele de diamant sunt de asemenea influențate în mare măsură de următorii parametri de lucru:

$a_t$  – dacă adâncimea de tăiere crește, suprafața activă a granulei de diamant se micșorează. Din cauza lungimii mari de contact, cresc încărcările termice pe diamant.

$v_a$  – dacă viteza de avans crește, suprafața activă a granulei diamantului crește și ea, iar încărcarea termică scade;

$v_t$  – dacă viteza de tăiere crește, de asemenea crește și încărcarea termică pe granulă. Suprafața activă a diamantului devine mai mică, dar șocul mecanic la începutul tăierii devine mai redus în timp și mai puternic.

La concluzii asemănătoare s-a ajuns și în cercetările făcute de D. A. LINDENBECK, prin asemănarea operațiilor de așchiere la tăiere cu cele de la șlefuire. Astfel s-a putut stabili ecuația secțiunii de așchiere în cazul operațiilor de tăiere [2]:

$$S_a = \frac{v_a \sqrt{a_t}}{N_d v_t \sqrt{d}} \quad (5)$$

în care:  $v_a$  - este viteza de înaintare la tăiere;

$a_t$  - adâncimea tăierii;

$N_d$  - număr de granule de diamant pe unitatea de suprafață;

$v_t$  - viteza periferică a pânzei;  
 $d$  - diametrul discului diamantat.

Din analiza acestei relații se pot trage următoarele concluzii:

- **odată cu scăderea vitezei de rotație a discului se mărește secțiunea așchiată.** Aceasta se produce ca urmare a creșterii încărcării mecanice pe granulele de diamant, ceea ce conduce la forțe ce pot depăși forțele de legătură ale granulelor de diamant, și deci la o dislocare totală a granulelor sau la ciobiri parțiale ale acestora. Ruperea granulelor de diamant, are ca efect reducerea numărului acestora în segmentul de tăiere, și deci o uzură majorată. Aceasta explică o uzură avansată a pânzei circulare, în cazul scăderii vitezei de rotație. Vitezele mari de rotație, care generează o creștere continuă a temperaturii, conduc de asemenea la o creștere a uzurii.
- **la viteze mari de avans apar creșteri ale secțiunii de așchiere.** În consecință crește și încărcarea mecanică pe granulele de diamant. Prin creșterea vitezei de înaintare, crește și temperatura dezvoltată prin tăiere. Acestea conduc implicit la uzuri sporite ale discului.
- **la adâncimi de tăiere ridicate (interpretând ecuația secțiunii de așchiere) se poate ajunge la o uzură mai pronunțată a discului ca urmare a încărcării crescânde a granulelor de diamant.** Deoarece adâncimea de tăiere apare în ecuație sub radacină pătrată, scăderea razei discului în funcție de adâncimea de tăiere este reprezentată de o curbă descendentă.

### 3. CONCLUZII

Având în vedere aspectele prezentate la subpunctul 2 al lucrării, se poate concluziona că alegerea parametrilor regimurilor de lucru cu discurile diamantate trebuie să se facă ținând seama de tipul materialului de prelucrat, puterea de antrenare a discului și tipul de liant folosit.

În plus, se pot sintetiza următoarele indicații cu caracter orientativ în ceea ce privește utilizarea discurilor cu segmente diamantate astfel încât să se obțină randamente cât mai ridicate ale procesului de tăiere a betonului armat și/sau nearmat.

» **influența vitezei periferice  $v_t$  asupra durabilității sculei**

În general, se recomandă ca la tăierea materialelor mai dure să se utilizeze viteze periferice mai mici, iar la materialele mai moi, viteze periferice mai mari.[4]

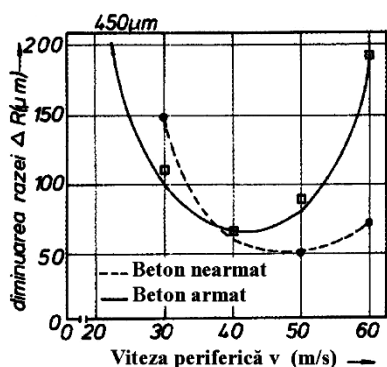


Fig. 2

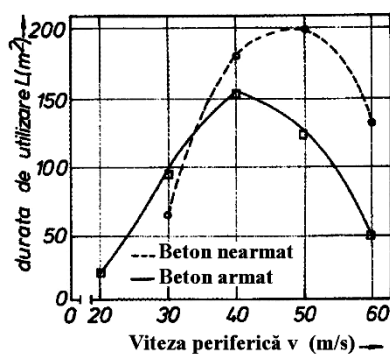


Fig. 3

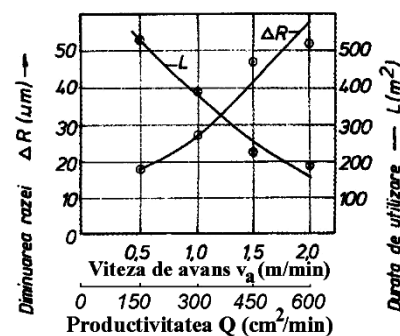


Fig. 4

În urma unor experimentări efectuate în laboratoarele din Johannesburg de către dr. ing. D.M. Busch și R.D. Walker, pe discuri diamantate cu diametrul de 350 mm, lățime de 3,2 mm și înălțimea segmentului diamantat de 4,8 mm, s-au trasat curbele de variație a uzurii discului în funcție de viteza de rotație [1]. În figura 2 se prezintă astfel de curbe stabilite pentru beton nearmat și beton armat [1].

Pe baza acestor rezultate, prin extrapolare, s-au trasat curbele de variație a durabilității discului [1], în funcție de viteza periferică, considerând înălțimea unui segment egală cu 10 mm (fig.3).

La aceste experimentări, discurile au fost prevăzute cu 22 de segmente, separate cu șlițuri înguste. Diamantul a avut o concentrație de 2,2 carate. Răcirea s-a făcut cu un jet de apă având debit de 38 litri/minut. La experimentări s-au folosit calupuri din beton care după 14 zile de întărire au atins rezistența la compresiune de circa 3100 N/cm<sup>2</sup>.

Analizând curbele din fig.2, se constată o creștere a uzurii discului în cazul vitezelor periferice mai mici de 40 m/s, și respectiv mai mari de 55m/s. Valorile cele mai reduse ale uzurii, corespund vitezelor periferice cuprinse între 40 și 45 m/s.

Respectiv:

$40 \leq v \text{ (m/s)} \leq 55$  pentru beton nearmat;

$35 \leq v \text{ (m/s)} \leq 45$  pentru beton armat.

#### » influența vitezei de avans $v_a$ asupra durabilității sculei

Viteza de avans a sculei depinde de proprietățile fizico-chimice ale agregatelor, duritatea lor și structura granulometrică a componentelor betonului. Astfel, viteza de înaintare poate varia între 0,3 și 12 m/min la o tăietură cu adâncimea de 25 mm.[4]

În figura 4 se prezintă influența vitezei de avans asupra uzurii discului în cazul tăierii betonului nearmat [1]. Curbele au fost trasate pe baza determinărilor efectuate asupra unor tăieturi cu adâncimea de 30 mm la viteze periferice de 50m/s.

S-a constatat ca odată cu creșterea vitezei de avans crește și uzura sculei.

#### » influența adâncimii de tăiere $a_i$ asupra durabilității sculei

Folosind viteza de avans de 1m/min și vitezele periferice de 50 m/s s-au făcut determinări ale influenței adâncimii de tăiere în beton nearmat asupra uzurii sculei. În figura 5 se prezintă dependența uzurii sculei de adâncimea de tăiere [1].

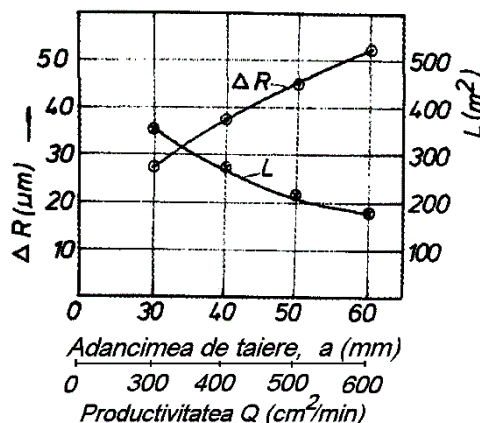


Fig. 5

Se constată că pe masura creșterii adâncimii de tăiere scade durabilitatea sculei. Având în vedere acest fapt producătorii recomandă executarea tăierii în treceri succesive cu anumite adâncimi de lucru. De exemplu, **BOART LONGYEAR** recomandă adâncimea la prima trecere de maximum 5 cm iar următoarele de maximum 10 cm.[4]

» variația uzurii sculei la randament constant

S-a vazut că randamentul sculei depinde de viteza de avans și de adâncimea de tăiere. Prin menținerea constantă a randamentului la  $600 \text{ cm}^2/\text{min}$ , realizată prin modificarea concomitentă a adâncimii de tăiere și a vitezei de avansare a discului, la viteză periferică constantă (50 m/s), s-au trasat curbele de variație a uzurii sculei (fig.6).

Din analiza curbelor se poate trage concluzia că adâncimea de tăiere are influență mai mică decât viteza de avans asupra durabilității sculei [1].

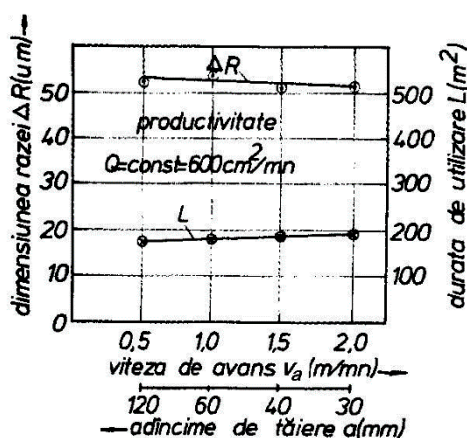


Fig. 6

» alegerea vitezelor de rotație a sculelor diamantate

Din cele prezentate anterior rezultă că viteza de rotație a sculelor diamantate are o influență preponderentă asupra durabilității acestora.[4]

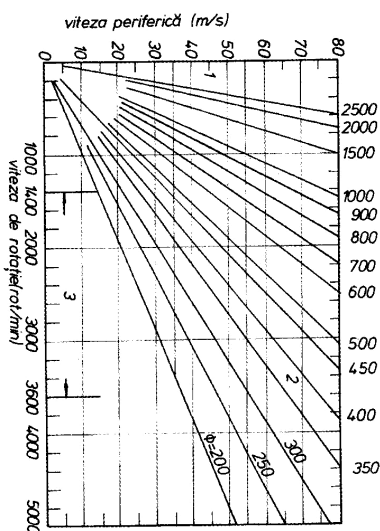


Fig.7

## Aprecieri referitoare la productivitatea procesului de tăiere a betonului cu discuri diamantate

Firmele constructoare trasează de regulă nomogramele de alegere a vitezelor de rotație, respectiv a vitezelor periferice pentru scule diamantate fabricate de acestea. În figura 7 se prezintă o astfel de nomogramă. Alegerea vitezei periferice trebuie să se facă în funcție de duritatea materialului prelucrat și de modul de lucru: cu sau fără răcire cu apă.

» firmele constructoare realizează un design inovator al segmentelor de disc; astfel, acestea au o lungime egală iar distanța dintre ele este uniformă, obținându-se astfel o viteză de tăiere mai mare. În plus, proiectarea specială a segmentelor împiedică frecarea dintre segmentul de tăiere și materialul de construcții, măbind în mod suplimentar viteza de tăiere (figura 8).

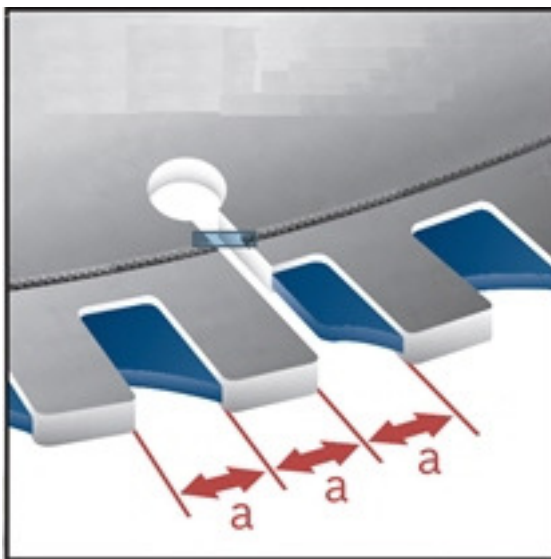


Fig. 8

De asemenea, se obține o viteză de tăiere mai mare datorită amplasării tridimensionale uniforme a diamantelor în segmentul de tăiere. Aceasta face ca în orice moment al procesului să fie folosite granule de diamant (fig. 9).

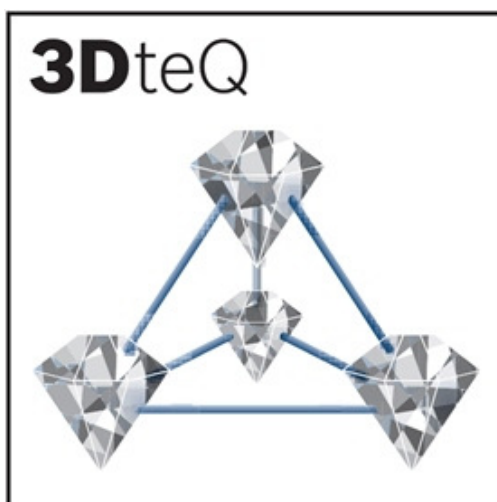


Fig. 9

Conform documentației Firmei Bosch, utilizând aceste 2 soluții combinate se obține o viteză de tăiere cu 30 % mai ridicată.

**BIBLIOGRAFIE**

- [1] **Busch, D.M., Walker, R.D.** *Das Sagen von Beton und Stahlbeton mit Diamant-Sageblättern, Diamant-Information M25*
- [2] **Lindenbeck, D.A.** *Schleifen von Eisenwerkstoffen mit Diamantschleifscheiben, Dr. Ing. Diss. TU Hannover, 1970.*
- [3] **Tönshoff, H.K., Asche, J.** *Wear of metal-bond diamond tools in the machining of stone, Industrial Diamond Review 1/97*
- [4] **Zafiu, Gh. P.** *Parametrii de utilizare a sculelor diamantate folosite in constructii* “Revista de unelte si echipamente”, nr.26/2002, pag.32-39. ISSN 1582-4217
- [5] *www.bosch-pt.com*