

TEHNOLOGII ȘI UNELTE MODERNE PENTRU PRELUCRAREA MATERIALELOR – MODALITATE DE SPORIRE A PRODUCTIVITĂȚII MUNCII ȘI CALITĂȚII PRODUCȚIEI



DR., CONF. UNIV. ILIE BOTEZ,
LECT. SUP. ANDREI NASTAS,
DR., LECT. SUP. NICOLAE TRIFAN,
STUD. DUMITRU BOTEZ,
UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

DIAMANTUL ESTE UN MINERAL NATURAL, PIATRĂ SCUMPĂ, MATERIE PRIMĂ (TEHNICĂ). CUNOSCUT DIN TIMPURILE STRĂVECHI, EL SE UTILIZEAZĂ PE LARG ÎN ZILELE NOASTRE ȘI ARE MARI PERSPECTIVE DE UTILIZARE PE VIITOR.

Omul a cunoscut această piatră dură, străvezie, strălucitoare încă la stadiul inițial de dezvoltare a civilizației, fiind tentat să colecționeze diamantele, să le admire, să-și împodobească cu ele armele și straietele, să le utilizeze la confecționarea obiectelor de cult și simbolurilor puterii. După ce s-a învățat să le prelucraze, făcându-le să devină și mai strălucitoare, punând în evidență frumusețea naturală a pietrei – diamantul, transformat în perlă (mărgăritar, mărgărint) a devenit și mai valoros.

Termenul „adamant” provine de la cuvântul grecesc „adamas”, ceea ce s-ar traduce ca „indestructibil”, „de neînfrânt”. Frumusețea uimitoare a cristalelor străvezii ale diamantelor, strălucirea lor inegalabilă, duritatea extraordinară au făcut ca acestea, din cele mai vechi timpuri, să fie foarte solcite în toată lumea.

Odată cu dezvoltarea multilaterală a tehnicii, când au început să fie utilizate tot mai frecvent

noile tehnologii de prelucrare a pietrei, metalelor și materialelor sintetice dure, diamantul a căpătat, putem afirma, o a doua viață. Au fost descoperite și studiate proprietățile lui abrazive înalte, necesare utilizării pe larg în industrie. Astfel, conform datelor statistice, circa 80% din diamantele obținute în lume se utilizează în domeniul industriei și doar 20% în calitate de bijuterii.

În prezent, industria de prelucrare a materialelor și a construcției de mașini este de neconceput fără utilizarea diamantelor în unele procese tehnologice de prelucrare a pieselor, care necesită o deosebit de înaltă precizie și calitate. În industria orișicărei țări, valoarea diamantelor tehnice este atât de mare, încât mulți economiști renumiți le consideră ca fiind materiale industriale strategice.

Utilizarea diamantelor tehnice. Utilizarea pe larg a diamantelor în domeniul tehnicii a fost determinată, în primul rând, de proprietățile sale fizice deosebite – duritatea, rezistența la uzură, caracteristicile tehnice etc. Progresul remarcabil în dezvoltarea tehnicii, înregistrat în secolul XXI, a determinat creșterea bruscă a nivelului de extragere a diamantelor naturale și însușirea tehnologiei sintezei diamantelor ar-

tificiale, astfel extinzându-se considerabil arealul de utilizare a acestora în știință și tehnică.

La categoria diamantelor tehnice se referă acele pietre scumpe care sunt impracticabile pentru bijuterii – cristalele întunecate, cu crăpături, goluri, și alte defecte, precum și cioburile din care e imposibil de prelucrat un cristal calitativ.

Diamantele sintetice se utilizează doar pentru necesitățile tehnice.

Domeniile principale de utilizare a diamantelor naturale sunt prezentate schematic în figura 1. În dependență de calitate și destinație, diamantele tehnice se împart convențional în trei grupe:

- 1) diamante care se prelucreează pentru realizarea granulelor de o formă geometrică stabilă. Aceste diamante sunt folosite pentru confecționarea cuțitelor, indentorilor, capetelor pentru măsurarea rugozității și duriității, lagărelor, sculelor de netezit cu diamant etc.;
- 2) diamante abrazive care reprezintă, ca regulă, cristale mărunte cu diverse defecte (crăpături, in-

cluțiuni, cavități), utilizabile doar pentru a fi mărunțite în praf;

3) cristale de diamant utilizate în formă naturală, la coroane pentru forare, creioane cu diamante etc.

Utilizarea diamantelor în scopuri tehnice include, în special: rectificarea, ascuțirea, finisarea, netezirea sculelor și pieselor mașinilor, ceea ce constituie 60 ... 70%; îndreptarea discurilor abrazive – 10 ... 12%; tăierea și rectificarea pieselor din sticlă, ceramică, marmură, burghierea și finisarea pieselor din materiale dure, prelucrarea bijuteriilor – 10 ... 12%.

Prafurile abrazive de diamant se utilizează din cele mai vechi timpuri pentru prelucrarea acelorași diamante, întrucât alte materiale abrazive nu aveau proprietățile necesare pentru așchiera acestora. De exemplu, inscripțiile în limba arabă de pe pietrele de mormânt din nefrită (mineral foarte dur, care nu se poate prelucra cu scule din metal sau piatră) ale Lui Tamerlan și Gur-Emir din orașul Samarkand au fost executate cu scule de diamant.

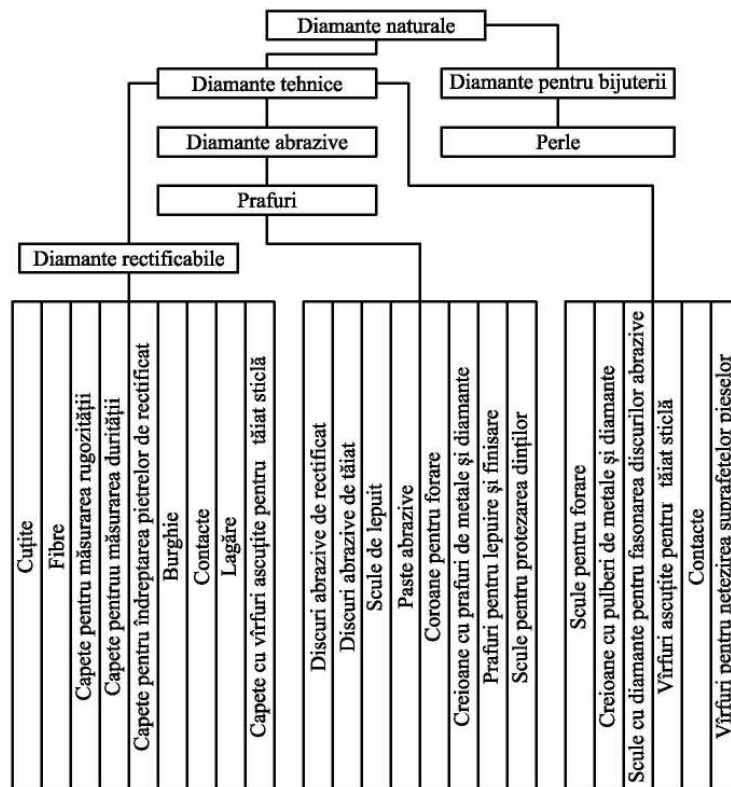


Figura 1. Domeniile principale de utilizare a diamantelor naturale

Parametrii principali care determină proprietățile abrazive ale diamantelor sunt tensiunea superficială înaltă, duritatea cristalelor și conductibilitatea termică avansată. Acești trei parametri deosebesc categoric, sub aspect calitativ, praful de diamant de prafurile tuturor materialelor dure cunoscute.

Prafurile de diamante permit prelucrarea eficientă a pieselor din cele mai dure materiale, asigurând calitatea superioară a suprafeței prelucrate cu presiuni scăzute (de 5 ori mai mici decât la utilizarea materialelor existente: corund, carborund, carburi metalice etc.).

Ca portdiamant se utilizează monturi din cupru sau aluminiu, care simultan îmbină tenacitatea, rezistența și conductibilitatea termică avansate, asigurând răcirea intensivă a suprafețelor interacționate.

Aproximativ 75-80% din diamantele tehnice se consumă la confecționarea prafurilor de diamant care sunt utilizate în industrie.

Ca regulă, prafurile de diamant cu granule mai mășcate se utilizează pentru prelucrarea de degroșare a fabricatelor, când este necesar de înlăturat mase mari de material de pe suprafața pieselor prelucrate. Finisarea suprafețelor se realizează cu prafuri cu granule mărunte. Cele mai răspândite prafuri de diamant au dimensiunile granulelor 6 ... 10 μm .

Prafurile de diamant sunt indispensabile la prelucrarea pieselor mărunte, cum ar fi pietrele din rubin ale ceasurilor, lagărele din topaz, safir și beril, duritatea cărora este destul de avansată. Numai prafurile de diamant asigură calitatea suprafețelor prelucrate a pieselor de care depinde precizia de funcționare a micro mecanismelor aparatelor și dispozitivelor. Crearea industriei diamantelor, creșterea producției și consumul prafurilor de diamante a avut o influență majoră la dezvoltarea industriei aparatelor de precizie înaltă, electronicii ș. a.

Pastele și suspensiile din diamante se utilizează pe larg în industrie pentru finisarea pieselor de precizie superioară. Ele sunt folosite la prelucrarea

diamantelor naturale, aliajelor dure, pieselor din sticlă, cuarț, marmură, ceramică, rubin, pentru rodarea pieselor din fontă, oțel, metale și aliaje colorate, pentru prelucrarea de finisare a pieselor din titan, tantal, zirconiu etc. De asemenea, se utilizează la operațiile de finisare, atunci când este necesar de a obține o suprafață cu o netezime superioară, la polizarea pietrelor ceasurilor, netezirea și lustruirea canalelor pieselor din diamante și carburi, prelucrarea diamantelor, prelucrarea suprafețelor matrițelor pentru ștanțarea fabricatelor cu gabarite mari și cu precizie superioară, confecționarea microșlifurilor etc.

Scule din prafuri de diamant. Prafurile și paste de diamante sunt utilizate doar atunci când pentru prelucrarea fabricatelor (pieselor din materiale dure etc.) sunt necesare scule speciale (de o formă stabilită). În asemenea caz, pe baza prafurilor și pastelor de diamant, cu utilizarea monocristalelor de diamant, se confecționează scule speciale care au destinații concrete.

Pentru prelucrarea aliajelor dure, rocilor tari și altor materiale se utilizează discuri și ferestraie din prafuri de diamante cu diferite umpluturi și lianți. Deseori granulele de diamant, pur și simplu, se presează pe suprafața discului din cupru.

Confecționate din prafuri de diamante, discurile se utilizează pentru tăierea sticlei optice, cuarțului, rubinului și altor materiale dure. Sunt foarte răspândite sculele abrazive compuse dintr-un disc metalic cu un strat de liant cu conținut de praf de diamante.

Sculele cu prafuri de diamante se utilizează pe larg în industria de prelucrare a metalelor pentru profilarea discurilor abrazive, care permit realizarea suprafețelor precise și cu rugozități minime.

Profilarea și îndreptarea discurilor abrazive se realizează prin strunjire exterioară, rulare sau rectificare (figura 2). În afară de cristalele de diamant fixat în montură, pentru îndreptarea discurilor abrazive se mai utilizează și creioanele, care prezintă monturi presate din prafuri de diamante și de aliaje dure (figura 3).

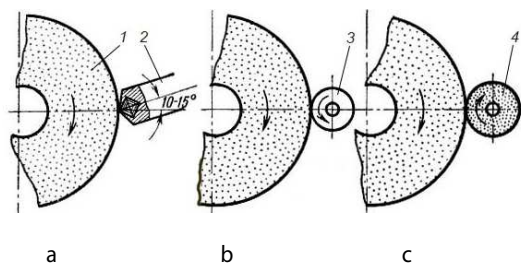


Figura 2. Metode de îndreptare a discurilor abrazive a - strunjire exterioară, b - rulare, c - rectificare;

1 - disc abraziv, 2 - montură cu cristal de diamant, 3 - rolă cu praf de diamant, 4 - disc abraziv cu praf de diamant

Pentru îndreptarea și profilarea discurilor abrazive se utilizează role și creioane cu prafuri de diamante. Îndreptarea și profilarea se realizează cu role cu profil corespunzător profilului discului abraziv (figura 4). Rola de îndreptat este compusă din carcasă metalică 2, pe care este aplicat un strat de diamante 4 cu grosimea de 1 ... 2 mm din prafuri

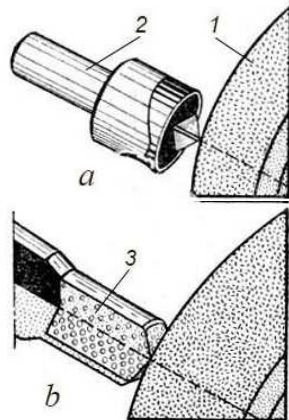


Figura 3. Îndreptarea discului de rectificat

a - cu diamant în montură, b - cu creion cu prafuri de diamante și de metale;
1 - disc abraziv, 2 - montură cu cristal de diamant,
3 - creion cu prafuri de diamant

Pentru finisarea (rodarea) roților dințate, cilindrilor automobilelor etc. se utilizează honuirea cu capete de honuit cu prafuri de diamante. Procesul asigură netezimea suprafeței prelucrate cu 2 ... 4 clase de precizie mai mari decât prelucrarea cu abrazive obișnuite, iar aceasta asigură resursa de funcționare a motorului cu 20 ... 30 % mai mare decât a motorului prelucrat cu abrazive obișnuite.

Scule din monocristale de diamant. Pentru confecționarea sculelor de diamant – cuțite, ace, filiere etc. – se utilizează cristale separate de diamant sau unele părți ale cristalelor. Pentru realizarea acestui

scop se folosesc pietre de diamant cu masa de 0,2 ... 2 carate (1 carat = 0,2 gr). În unele cazuri se utilizează cristale de diamant cu masa de circa 5 carate. Cuțitele cu diamant se utilizează pentru prelucrarea diferitor materiale: metale, piatră, cauciuc, plastic etc. Productivitatea la prelucrarea materialelor din plastic cu cuțite cu diamant este de 900 de ori mai mare decât productivitatea prelucrării cu cuțite din carburi metalice. Cuțitele cu diamant funcționează un timp îndelungat fără ascuțire și reglare (tabelul 1), de aceea se utilizează pe larg în construcția de mașini, în producția automobilelor, aparatelor etc.

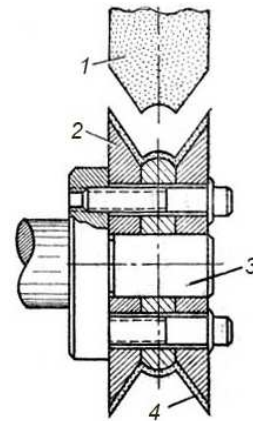


Figura 4. Profilarea discului abraziv cu rolă cu strat de diamante

1 - disc abraziv, 2 - carcasa metalică,
3 - axă, 4 - strat de diamant

scop se folosesc pietre de diamant cu masa de 0,2 ... 2 carate (1 carat = 0,2 gr). În unele cazuri se utilizează cristale de diamant cu masa de circa 5 carate.

Cuțitele cu diamant se utilizează pentru prelucrarea diferitor materiale: metale, piatră, cauciuc, plastic etc. Productivitatea la prelucrarea materialelor din plastic cu cuțite cu diamant este de 900 de ori mai mare decât productivitatea prelucrării cu cuțite din carburi metalice. Cuțitele cu diamant funcționează un timp îndelungat fără ascuțire și reglare (tabelul 1), de aceea se utilizează pe larg în construcția de mașini, în producția automobilelor, aparatelor etc.

Tabelul 1
Indicii comparativi de lucru ai cuțitelor din diamant și cuțitelor din alte materiale (la strunjire)

Indicele	Materialul sculei		
	Diamant	Aliaj dur	Oțel rapid
Lungimea căii de așchiere până la reascuțire, km	2000	20	8
Viteza de așchiere, m/min	300	200	40
Numărul de piese prelucrate între două reascuțiri	8460	139	34
Numărul de piese prelucrate de un cuțit până la uzura lui completă	25380	4250	1020

Utilizarea cuțitelor de diamant asigură nu numai o productivitate sporită, dar și buna calitate a suprafeței prelucrate și o precizie superioară.

Acele cu diamant se folosesc pentru confecționarea tarozilor pentru mașini de rectificat filete.

Scule de foraj armate cu diamante. Aproximativ 12% din diamantele tehnice se folosesc la fabricarea garniturilor de foraj pentru forarea sondelor în diferite roci dure. Burghierea cu garnituri de foraj cu diamante are priorități importante:

1) productivitate avansată (viteza de forare este de 2-3 ori mai mare decât la forarea cu garnituri obișnuite);

2) utilajele de foraj se uzează mult mai lent;

3) sonda capătă o suprafață cilindrică, adică se asigură diametrul constant al sondei pe toată lungimea;

4) se micșorează costul forajului.

În figura 5 sunt prezentate unele coroane de foraj armate cu diamante.

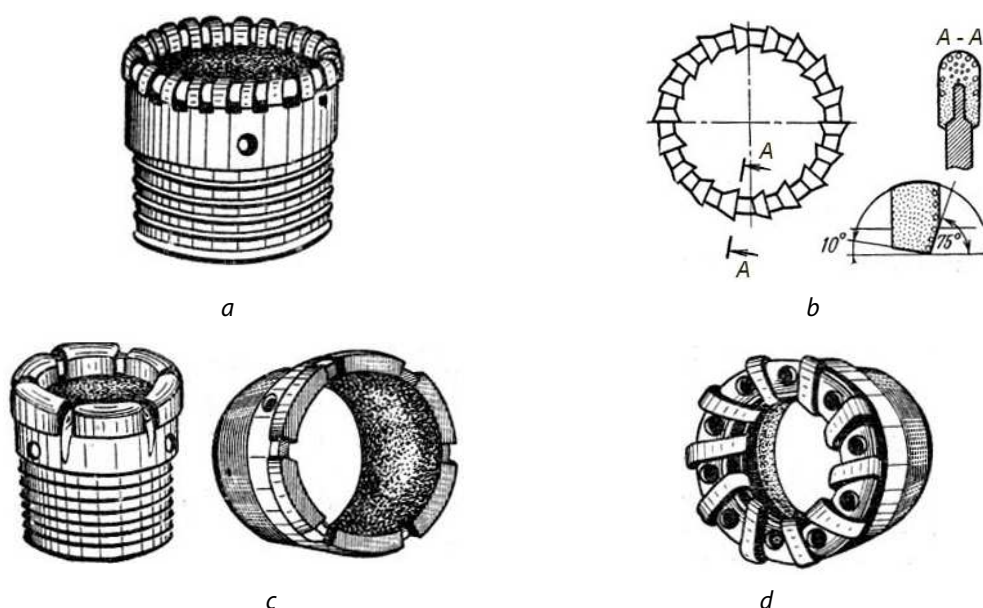


Figura 5. Coroane armate cu diamante

a - pentru forarea sondelor în roci tari cu crăpături, b - pentru forarea sondelor în roci cu duritate medie, c - pentru forarea sondelor în roci foarte dure și în roci cu crăpături, d - pentru forarea în condiții geologice complicate

Utilizarea diamantelor sintetice. Diamantele sintetice se aplică în tehnică sub formă de prafuri abrazive. În dependență de destinație, se confecționează câteva mărci de prafuri din diamante. Pe baza diamantelor sintetice se produc paste speciale. Pastele universale se utilizează pentru prelucrarea simultană a suprafețelor metalice și nemetalice ale fabricatelor. Pastele din diamante sintetice se utilizează de asemenea pentru lucrările de finisare, netezire, rodare,

lepuire la fabricarea pieselor de precizie superioară, cu cerințe sporite față de calitatea suprafeței prelucrate. Calitatea suprafețelor prelucrate cu aceste paste atinge nivelul claselor 12 ... 14.

Diamantele sintetice se folosesc pentru confecționarea sculelor diamanto-abrazive: discuri utilizate pentru ascuțirea și finisarea sculelor așchietoare (figura 6).

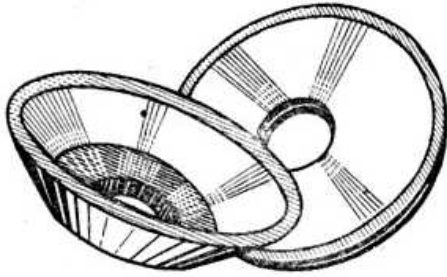


Figura 6. Discuri diamanto-abrazive pentru ascuțirea și finisarea sculelor din aliaje dure (pentru așchiera metalelor, lemnului și altor materiale)

Utilizarea acestor discuri conferă suprafețelor prelucrate precizie și calitate net superioare, care nu pot fi atinse prin metodele tradiționale de prelucrare. Tăierea semiconductorilor și a altor materiale dure se realizează cu discuri abrazive din diamante sintetice (figura 7). Ele permit micșorarea rebuturilor materialelor prelucrate cu 10 ... 12% și avansarea productivității muncii de 2 ... 4 ori.

Diamantele sintetice se utilizează pe larg la confecționarea încălțămîntei, mașinilor de bărbierit, ceasurilor, aparatelor de radio, magnefoanelor, televizoarelor, la prelucrarea sticlei, porțelanului, la confecționarea oglinzilor și altor fabricate.

Rectificarea ecranelor cinescoapelor cu discuri care conțin prafuri de diamante avansează productivitatea prelucrării de 2 ... 2,5 ori și îmbunătățește calitatea suprafeței prelucrate.

Se știe că sporirea durabilității și siguranței mașinilor, aparatelor, dispozitivelor este una din cele mai stringente probleme ale tehnicii contemporane. Din multitudinea de factori ce determină durabilitatea și siguranța mașinilor, un rol important îi revine calității prelucrării suprafețelor. Suprafața oricărei piese este mai mult sau mai puțin rugoasă. Anume rugozitățile (neregularitățile) întră primele în contact la funcționarea îmbinării, sporind șocurile la uzură.

Practic, nu există nici o caracteristică de exploatare a mașinii care să nu fie influențată de rugozitatea suprafețelor. Care ar fi rugozitatea optimală a

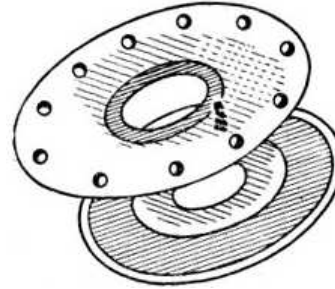


Figura 7. Discuri din prafuri de diamante pentru tăierea materialelor dure (corund, cuarț etc.), semiconductorilor și altor fabricate

suprafețelor pieselor? Orice suprafață are erori de formă și rugozitate. Erorile de formă (abaterile geometrice) depind de metoda obținerii suprafeței, iar rugozitatea – de metoda și regimurile de prelucrare, sculă, mașina-unealtă, dispozitiv etc. Importantă este nu numai mărimea rugozității, ci și forma ei. Există forme ce rețin lubrifianții într-o măsură mai mare.

Optimizarea formei microneregularităților (rugozităților) suprafețelor prelucrate poate fi obținută prin netezire, vibronetezire, rulare cu o sculă dotată cu cristale de diamant. În acest scop, la Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM) a fost elaborată o mașină automată continuă pentru vibrorularea (netezirea, rularea, vibronetezirea) cu diamant a pieselor cilindrice netede (figura 8) [1].

Pe jgheabul de rulare 2, având o tăietură 4, prin rola 3, cu acționare continuă, se deplasează axial piesele ce se prelucurează 1. Pe suprafețele interioare ale prisme 5, paralel cu axele pieselor prelucrate, sunt executate canale longitudinale, în care sunt introduse corpurile de rostogolire 10. Scula de finisare 6 (dotată cu diamant) este introdusă în prismă, fiind acționată de un piston 7, care realizează o mișcare suplimentară de oscilație (la vibronetezire) și este dotată cu o lamă de siguranță 8. Pe suprafața exterioară a cilindrului sunt executate canale elicoidale.

La contactul cu cilindrul, piesele încep să se rotească și, cu intervenția canalelor elicoidale, să se deplaseze de-a lungul axei.

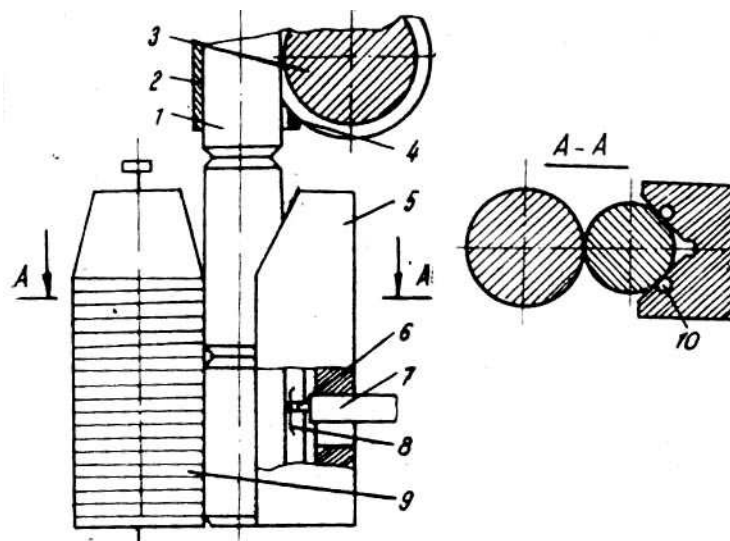


Figura 8. Schema mașinii pentru netezirea și vibronetozirea suprafețelor pieselor cilindrice cu indenter de diamant

Scula de finisare (de la un sistem de acționare) execută o mișcare rectilinie alternativă în lungul piesei, realizând pe suprafața ei un microrelief regulat (figura 9). Când scula cu diamant termină prelucrarea unei piese, începe prelucrarea piesei următoare etc. La trecerea de la o piesă pe alta (când scula cu diamant se află în zona teșiturilor) lama se sprijină pe capetele pieselor vecine, limitând avansarea sculei și, în felul acesta, protejând diamantul de defectare.

Productivitatea ciclică Q_c a mașinii constituie:

$$Q_c = \frac{V_{teh}}{l + l_1},$$

unde: V_{teh} – viteza avansului tehnologic al piesei (viteza axială de deplasare a piesei);

l – lungimea suprafeței prelucrate a piesei în direcția avansului tehnologic;

l_1 – distanța dintre suprafețele prelucrate în direcția avansului tehnologic.

În figura 9 sunt prezentate schemele mărimii și formei de uzură a pistoanelor pompelor hidraulice (sus) și urmele deplasării sculelor (jos) la prelucrarea suprafețelor prin honuire (figura 9, a) și vibronetozire cu diamant (figura 9, b).

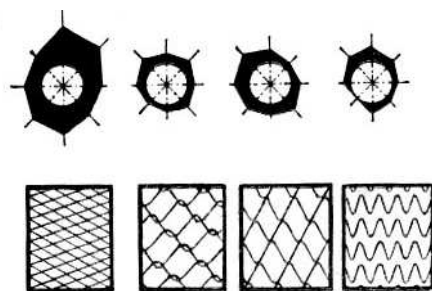


Figura 9. Scheme ale mărimilor și formelor de uzură a pistoanelor pompelor hidraulice, funcție de metoda de prelucrare

a - honuire cu abrazive, b - vibronetozire cu cristal de diamant

Din schemele prezentate se constată că vibrone-
teizarea asigură micșorarea uzurii suprafețelor cilin-
drice de 5 ... 8 ori față de honuirea obișnuită.

REFERINȚE

1. DIBNER, E., BOTEZ, I. ș.a. *Dispozitiv de vibro-
netezire cu diamant a pieselor cilindrice*. Brevet de
invenție URSS nr. 876397, 1981 (Устройство для
обработки цилиндрических деталей).
2. BOTEZ, I., ZETU, D. ș.a. *Automatizarea proce-
selor de fabricare în construcția de mașini*. Chișinău,
Edit. Universitas, 1992, 200 p.
3. ВАСИЛЬЕВ, Л. и др., *Алмазы, их свойства и
применение*. Москва, Недра, 1983, 99 с.

REZUMAT

**Tehnologii și unelte moderne pentru prelucra-
rea materialelor – modalitate de sporire a pro-
ductivității muncii și calității producției.** Odată cu
dezvoltarea multilaterală a tehnicii, când au devenit
tot mai solicitate noile tehnologii de prelucrare
a pietrei, metalelor și materialelor sintetice dure,
diamantul a căpătat, putem afirma, o a doua viață.
Au fost descoperite și studiate proprietățile lui ab-
razive înalte, necesare utilizării pe larg în industrie.
În prezent, industria de prelucrare a materialelor și
a construcției de mașini este de neconceput fără
utilizarea diamantelor în unele procese tehnologi-
ce de prelucrare a pieselor, de o precizie și calita-
te superioară. În industria orișicărei țări, valoarea
diamantelor tehnice este atât de mare, încât mulți
economisti renumiți le consideră ca fiind materiale
industrial strategice.

ABSTRACT

**Modern Material Working Technologies and
Tools – Way of Increasing Labor Productivity and
Product Quality.** With the multilateral development
of technique, when new stone, metal and hard plas-
tics working technologies became increasingly re-
quired, diamond has acquired, we can say, a second
life. There were revealed and studied the high abra-
sive properties thereof, necessary for widespread
use in industry. Currently, material working and
mechanical engineering industry is inconceivable
without the use of diamonds in some technologi-
cal piece working processes of high precision and
quality. In the industry of any country, the value of
technical diamonds is so great that many renowned
economists regard them as being industrially stra-
tegic materials.

РЕФЕРАТ

**Современные технологии и инструмен-
ты для обработки материалов – путь к повы-
шению производительности труда и качества
продукции.** Одновременно с многосторонним
развитием техники, когда новые технологии об-
работки камня, металлов и твердых синтетиче-
ских материалов стали более востребованными,
можем утверждать, что алмаз приобрел вторую
жизнь. Раскрыты и изучены его высокие абразив-
ные свойства, необходимые для широкого при-
менения в промышленности. В настоящее время
обработка материалов и машиностроение не-
мыслимы без использования алмазов в некото-
рых технологических процессах высокоточной и
высококачественной обработки деталей. В про-
мышленности любой страны стоимость техниче-
ских алмазов настолько велика, что многие из-
вестные экономисты считают их стратегически-
ми промышленными материалами.