

CERCETĂRI PRIVIND HONUIREA CILINDRICĂ INTERIOARĂ A ALEZAJELOR DE LUNGIMI MARI

RESEARCH ON INTERNAL CYLINDRICAL HONING OF LONG HOLES

RUSU Iulia Roxana

Facultate: Inginerie Industrială și Robotică, Anul de studii: IV, e-mail: roxanaiulia.rusu@yahoo.com

Conducător științific: Șl. Dr. Ing. Florin TEODORESCU

ABSTRACT: The research paper's starting point is the piece of the draft license – pneumatic cylinder with code 2018.R2-001-0, with the measurements $\varnothing 100 \times \varnothing 120 \times 570$ – of which, for minimizing interior surface roughness parameters, R_a and R_z , and for obtaining precision of the geometric figure and of the imposed diameter in the execution drawing – for the length of 570 mm, at the end of the technological process, the cylinder is applied with an operation of inner honing. The research paper presents an introduction to honing theory in general with the presentation of honing of the long bores and the presentation of the actual situation of the interior honing procedure. In the end it is also presented the designing process of a guidance device and fixing for a pneumatic cylinder with the code 2018.R2-001-0 for honing.

CUVINTE CHEIE: honuire cilindrică interioară, alezaje de lungimi mari,

1. Introducere

Honuirea este o prelucrare prin așchiere fină a suprafețelor cilindrice interioare și a suprafețelor cilindrice exterioare sau plane, pentru aproape toate materialele, în ultima parte a procesului de fabricație a unei piese mecanice. Scopul acestei prelucrări este de a obține precizia formei geometrice și a diametrului (fig.1), precum și proprietățile cerute de tribologie pentru calitatea dorită a suprafeței. Prin honuire se micșorează parametrii rugozității suprafeței R_a sau R_z , se păstrează microduritatea și structura stratului superficial, se mărește suprafața portantă. (R_a -abaterea medie aritmetică a profilului de rugozitate evaluat; R_z - înălțimea totală a profilului de rugozitate). Honuirea se aplică în special la finisarea blocurilor de cilindri ale motoarelor sau a cilindrilor hidraulici, pentru finisarea cămășilor de cilindri, finisarea alezajului capului (mare) al bielei și a alezajului piciorului bielei. Se pot obține alezaje cu abateri de la cilindricitate până la 0,01 mm și rugozitatea suprafeței $R_a = 0,63 \dots 0,04 \mu\text{m}$. [1]

Scula de honuit denumită hon sau cap de honuit primește de la axul principal al mașinii de honuit, o mișcare de rotație într-un singur sens și o mișcare rectilinie alternativă, în timp ce piesa de prelucrat este fixă, folosind și un lubrifianț corespunzător pentru ungere și răcire. Traectoria unei granule abrazive pe suprafața prelucrată reprezintă o elice spre dreapta, la mișcarea honului într-un sens și o elice spre stânga la deplasarea honului în sens invers, de aceea, după honuire, pe suprafața piesei prelucrate se poate observa o rețea fină de linii elicoidale încrucișate, caracteristică procedurii de prelucrare prin honuire. Viteza mișcării axiale a honului $v_{ax} = 5 \dots 15 \text{ m/min}$, viteza tangențială a mișcării de rotație $v_t = 10 \dots 35 \text{ m/min}$. [1]

Deosebirea dintre honuire și rectificarea interioară constă în faptul că la honuire, presiunea de contact a barelor abrazive pe suprafața alezajului este de 6...10 ori mai mică, viteza de așchiere este de 50...120 ori mai mică, iar în procesul de așchiere participă de 100...1000 ori mai multe granule abrazive decât la rectificarea interioară cu pietre abrazive.

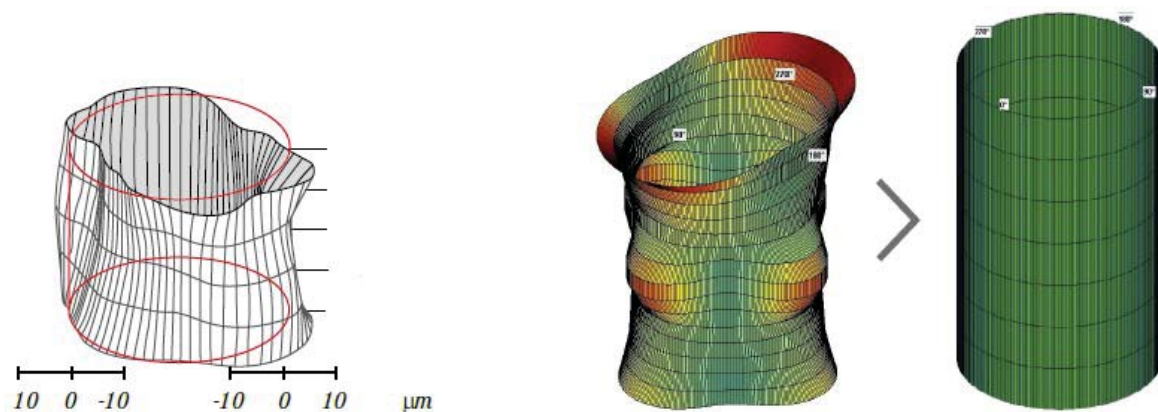


Fig. 1. Obținerea precizia formei geometrice ideale a diametrului unui cilindru prin honuire [2]

Procedeele mai noi de honuire combină honuirea interioară cu operațiile de structurare laser a suprafețelor. Honuirea cu laser, prin exactitatea ei poate reduce uzura piesei honuite, remarcabil față de cele honuite clasic. Astfel la blocul motor ale motoarelor diesel in partea superioară a alezajului blocului, acolo unde pistonul își schimbă cursa, prin aplicarea unui procedeu combinat honuire și fascicul laser se pot obtine micro pocketuri extreme de fine care îmbunătățesc uzura la blocul motor [3]. Pentru motoarele Diesel euro 5 și Euro 6, structurarea combinată cu laser a devenit un standard de producție. (Fig. 2,3,4)

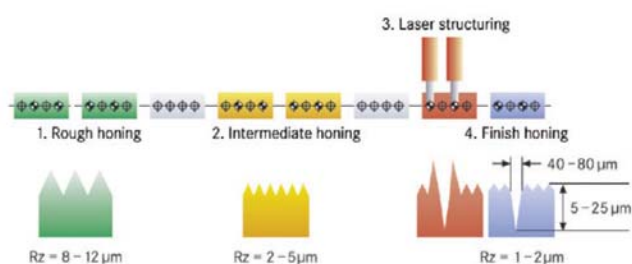


Fig. 2. Combinarea honuirii cu structurarea laser la blocul motor [3]



Fig. 3. Capul blocului motor după structurarea combinată [3]

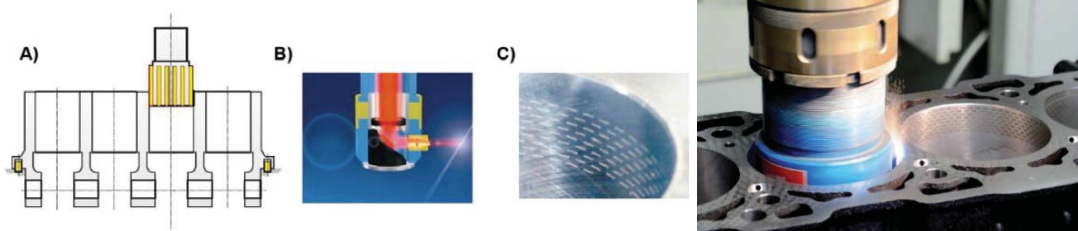


Fig. 4. Structurarea combinată honuire – fascicul laser [3]

2. Materiale superabrazive

Superabrazivii se definesc ca fiind materiale cu duritate mai mare decât duritatea abrazivilor convenționali: carbura de siliciu și oxidul de aluminiu.

Astăzi se cunosc [1] două clase mari de materiale superabrazive: materiale superabrazive pe bază de diamant și materiale superabrazive pe bază de nitrură cubică de bor. (Fig. 5)

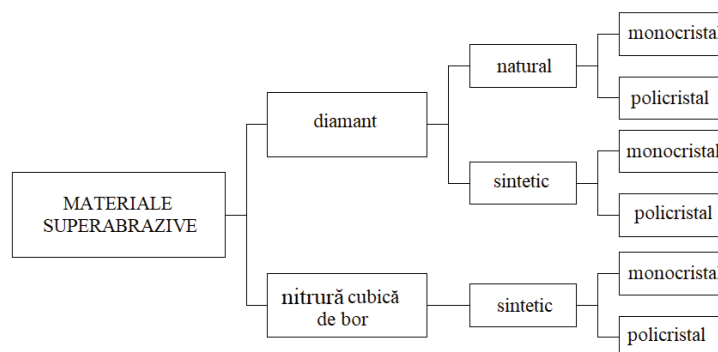


Fig. 5. Clasificare materialelor superabrazive

3. Elemente de baza

Prelucrarea cu muchii aşchiotoare nedefinite geometric este aşchiera prin acţiunea mecanică a muchiiilor aşchiotoare asupra materialului (DIN 8580, a treia grupă a grupei principale “aşchiere”). Muchiile aşchiotoare aparţin granulelor de material dur. Acestea au forme neregulate şi sunt dispuse aleator. Geometria muchiei aşchiotoare nu este deci descrisă în raport cu o singură granulă. Muchia aşchiotoare individuală este nedefinită geometric. Procedeele sunt subîmpărţite în următoarele grupe:

- Rectificare cu scula rotitoare;
- Rectificare cu bandă abrazivă;
- Honuire;
- Lepuire;
- Lustruire;
- Prelucrare prin abraziune prin explozie (DIN8200). [5] [6]

Elementul comun al acestor procese este acela că granulele de material dur formează mai multe muchii aşchiotoare. Unghiurile importante ale muchiei aşchiotoare cu rol în formarea aşchii, unghiul de aşezare α , unghiul de degajare γ şi unghiul de ascuţire β , sunt specificate doar prin intermediul parametrilor statistici, cum ar fi media sau distribuţia. În general, se formează unghiuri de aşezare puternic negative şi zone de contact şi de frecare mari între granule şi piesă. Muchiile aşchiotoare pătrund doar câţiva microni în material. Distribuţia grosimii aşchii nominale depinde de poziţia muchiiilor aşchiotoare în amestecul de granule (micrografia zonei muchiiilor aşchiotoare) şi de geometria suprafeţei piesei prelucrate. Are loc nu doar îndepărtare de aşchii, ci şi de produs şi deformaţii elastice şi plastice fără îndepărtare de material [5-6].

Procesele de prelucrare cu muchii aşchiotoare nedefinite geometric se utilizează frecvent ca procedee de prelucrare finale (de finisare) ale pieselor, la cerinţele de calitate impuse. În fig. 6 se prezintă o comparaţie a diverselor procedee de prelucrare de precizie în raport cu rezultatele prelucrării şi de eficienţa acestora. Se poate observa că procedeele de rectificare asigură viteze mari ale îndepărtării de material, în timp ce honuirea şi lepuirea sunt capabile să producă cele mai bune calităţi ale suprafeţei [5-6].

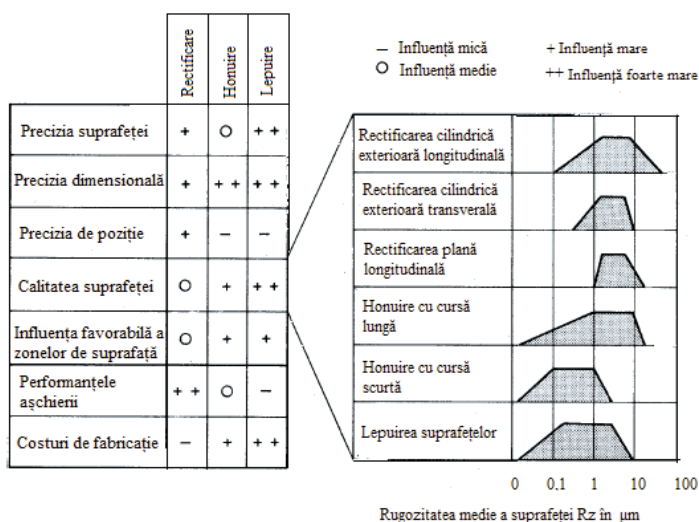


Fig. 6 Comparaţie economică şi tehnologică a diverselor procedee de prelucrare de precizie [5]

Muchiile așchietoare sunt formate din profilele granulelor de material dur. Materialele utilizate sunt materiale dure-fragile, cum ar fi zirconiu, corindon (ZrO_2 cu Al_2O_3), corindon (Al_2O_3), carbură de siliciu (SiC), carbură de bor (B_4C), nitură de bor (NB) și diamantul (C). Duritatea lor este prezentată în Tabelul 1.1. Totuși, diamantul nu este recomandat pentru prelucrarea oțelului, deoarece există o mare afinitate chimică între diamant și fier, ceea ce conduce la o uzură rapidă a sculei. [1]

Tabelul 1.1

Proprietăți	Duritate Knoop	Modul de elasticitate	Rezistența la compresiune
Material	kg/mm ²	$\times 10^3$ kg/mm ²	kg/mm ²
Diamant	7.00	118,1	886,6
Nitură cubică de bor	4.700	~90	~550
Carbură de siliciu	2.480	38,7	57,6
Oxid de Al	2.100	35,2	300,2

La prelucrarea cu muchie așchietoare nedefinită geometric, utilizarea lichidului de răcire-ungere este foarte importantă pentru rezultatul final. Efectul de răcire și de ungere poate reduce uzura sculei. Mai mult, temperatura piesei se micșorează și pericolul de degradare a straturilor superficiale se reduce. Lichidele de așchiere utilizate pot fi insolubile (uleiuri) și solubile (emulsii, soluții) (DIN 51 385), efectul lor putând fi îmbunătățit prin aditivi (aditivi polari și EP pentru îmbunătățirea efectului de ungere, agenți antispumănți și inhibitori de coroziune). Efectul de răcire depinde de proprietățile fizice: căldura specifică c în kJ/kgK, coeficientul de transmisibilitate termică α în W/m²K, conductivitatea termică λ în W/mK, căldura latentă de vaporizare l_d în kJ/kg și tensiunea superficială σ în N/m. Efectul de ungere este descris prin caracteristicile tribologice ale lichidului de răcire-ungere. [5] [6]

4. Honuirea

Honuirea se realizează cu o sculă așchietoare cu puncte multiple (muchii așchietoare multiple) din granule abrazive legate (unite) având o mișcare de așchiere din două componente, dintre care cel puțin una este oscilatorie. Principalele procedee de honuire sunt: honuirea cilindrică exterioară, honuirea cilindrică interioară și honuirea plană. După amplitudinea oscilațiilor, se pot distinge două grupe principale: honuirea cu cursă lungă și honuirea cu cursă scurtă (fig. 7) [5] [6].

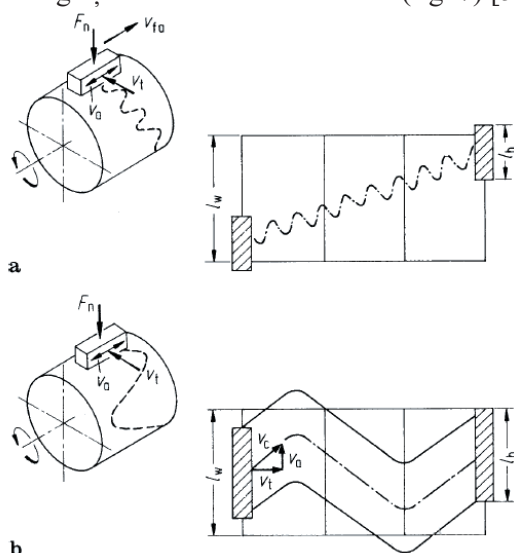


Fig. 7

Fig. 7. Geometria și cinematica la honuirea cilindrică exterioară: a – cursă scurtă și b – cursă lungă; v_{fa} – viteza de avans axial; l_w – lungimea piesei; l_h – lungimea pietrei de honuit

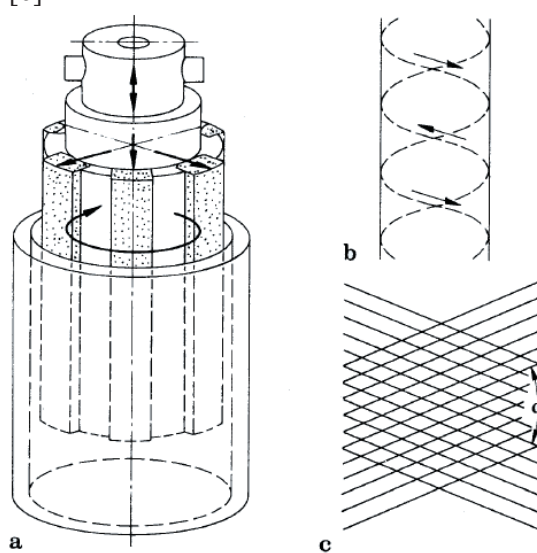


Fig. 8

Fig. 8 Procedeele de lucru la honuirea cu cursă lungă; a – principiul de lucru; b – mișcarea de honuit a sculei; c – structura suprafeței (unghiul de intersecție α).

Honuirea cu cursă lungă folosește o mișcare de joasă frecvență; la honuirea cu cursă scurtă mișcarea oscilatorie se realizează cu amplitudine mică și o frecvență ridicată corespunzătoare. Traectoriile din fig. 7 descriu mișcarea unei pietre de honuit pe suprafața prelucrată a piesei. Datorită mișcării suprapuse în timpul honuirii, suprafața piesei prezintă urme ale granulelor abrazive, ce se intersectează, unghiul dintre cele două urme fiind α (fig. 8). Mărimea unghiului α este determinată de alegerea raportului componentelor vitezei de așchiere axială (v_a) și tangențială (v_t). Pentru piese fără canale longitudinale sau transversale, unghiul α este în general 45° . Viteza de așchiere v_c se poate calcula prin intermediul componentelor mai sus menționate prin relația: $v_c = (v_a^2 + v_t^2)^{1/2}$. Viteza de așchiere nu depășește în mod obișnuit valoarea $v_c = 1,5$ m/s.

În timpul mișcării de avans, pietrele de honuit sunt presate pe suprafața piesei de prelucrat cu o forță normală de honuire F_m care poate fi realizată prin intermediul unor sisteme diferite (fig. 9). În cazul forței dependente de avans, se realizează de către mașină o presiune hidraulică definite p_{oil} . Forța de avans rezultantă F_z se transmite pietrelor de honuit printr-o tijă cu cap tronconic. La avansul dependent de traiectorie, se generează traectoriile de avans definite, de exemplu, cu un motor pas cu pas, care generează forța normal F_n a pietrelor de honuit.

Variabilele cele mai importante care influențează rezultatul honuirii sunt tipul materialului abraziv, mărimea granulei, tipul liantului, duritatea și impregnarea pietrelor de honuit. Tipurile de abrazivi pot fi împărțite în materiale abrazive convenționale, corindonul și carbura de siliciu, și materiale abrazive extradure, diamantul și nitrura cubică de bor cristalină (NCB).

Mărimea granulelor influențează volumul așchiilor în unitatea de timp și calitatea suprafețelor. Rugozitățile suprafețelor ce se pot realiza sunt de $R_s = 1$ μm pentru honuirea cu cursă lungă și $R_z = 0,1$ μm pentru honuirea cu cursă scurtă. Se obține o precizie dimensională și o precizie a formei piesei prelucrate de 1 ... 3 μm . Spre deosebire de rectificare, datorită mișcării de oscilație, granulele fixate în pietrele de honuit nu sunt solicitate doar după o singură direcție. La fel ca la rectificare, și la honuire se utilizează lichide de răcire-ungere. Datorită vitezei de așchiere reduse, totuși, încălzirea este minimă așa încât efectul de răcire joacă un rol minor. Suprafața de contact dintre piatra de honuit și piesă necesită în schimb un efect de reducere a frecării prin ungeră. Astfel, se utilizează, de obicei, ulei pur aditivat.

5. Concluzii

Lucrarea de cercetare a avut ca punct de plecare piesa de la proiectul de licență – cilindru pneumatic cod 2018.R2-001-01, de dimensiuni $\varnothing 100 \times \varnothing 120 \times 570$ – căreia, pentru micșorarea parametrilor rugozității suprafeței interioare, R_a și R_z , și, pentru a se obține precizia formei geometrice și a diametrului impuse în desenul de execuție - pe lungimea de 570 mm, la finalul procesului tehnologic, cilindrului i se aplică o operație de honuire interioară. Lucrarea de cercetare a prezentat o introducere în teoria honuirii în general cu prezentarea honuirii alezajelor lungi și cu prezentarea situației actuale a procedurii de honuire interioară. În final se prezintă și proiectarea unui dispozitiv de orientare și fixare pentru cilindru pneumatic cod 2018.R2-001-0 în vederea honuirii. (fig. 11, 12) Cercetarea va fi continuată pentru lucrarea de licență fiind parte integrată a lucrării de licență.

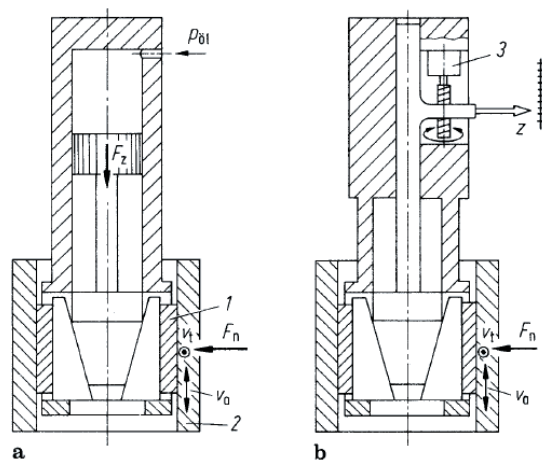


Fig. 9. Dispozitive de avans dependente de forță și de traiectorie la honuire: a – dependent de forță; b – dependent de traiectorie; 1 – piatra de honuit; 2 – piesa; 3 – motorul pas cu pas [5] [6]

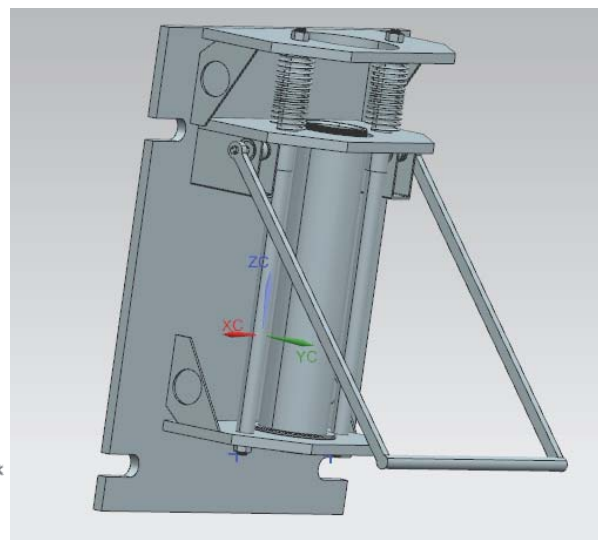
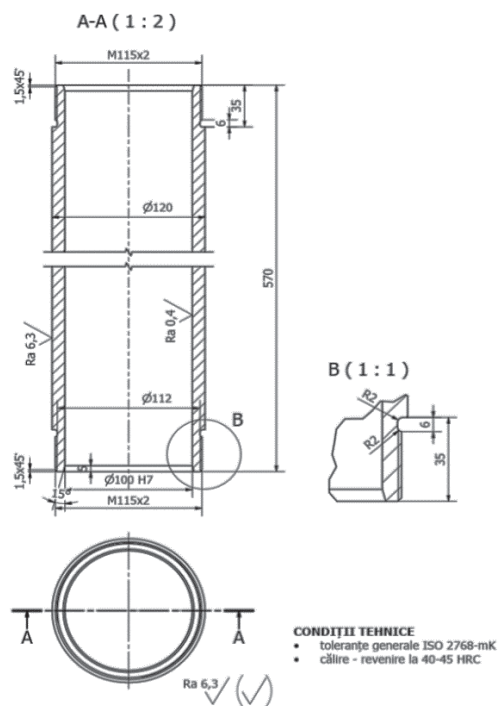


Fig. 10. Piesa cilindru pneumatic cod 2018.R2-001-01 Fig. 11. Dispozitiv de orientare și fixare pentru honuire verticală proiectat de autoare

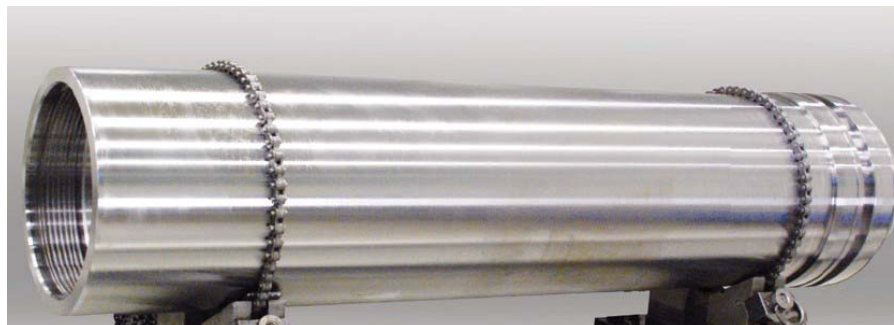


Fig. 12. Dispozitiv de orientare și fixare pentru honuirea interioară orizontală a unui cilindru [4]

6. Bibliografie

- [1] Bardac Doru, CALITATEA ȘI PRECIZIA ALEZAJELOR HONUITE CU SUPERABRAZIVI, Editura Agir Bucuresti, 2000, ISBN: 973-8130-32-8
- [2] Günter Spur, Handbuch Spannen, ISBN: 978-3-446-42826-3, Carl Hanser Verlag, München 2014, Germania
- [3] https://www.gehring-group.com/sites/default/files/text/laserhone_en-en-ww.pdf
- [4] deep honing horizontale hohnmaschinen. Gehring
- [5] Duebbel Taschenbuch fuer den Maschinenbau, 23 Auflage, ISBN 978-3-642-17305-9, Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- [6] Dubell, Manualul inginerului mecanic, Editura Tehnica, 1998 Bucuresti ISBN 973-31-1271-2