

# COMPORTAREA DINAMICĂ A DISPOZITIVELOR DE PRINDERE A SCULELOR AȘCHietoARE

ION Alexandru Florentin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultatea: I.M.S.T., Specializarea: T.C.M., Anul de studii: IV, e-mail: alexandru.ion2207@gmail.com

Conducători științifici: Prof.dr.ing. **Sergiu TONOIU**, Conf.dr.ing. **Claudiu BÎȘU**

*REZUMAT: Lucrarea tratează un studiu experimental bazat pe influența utilizării dispozitivelor interschimbabile de prindere a cuțitelor asupra comportării dinamice la prelucrări prin strunjire în raport cu soluția clasică de prindere a cuțitelor. Experimentul s-a obținut în urma strunjirii celor cinci piese de probă din același material, prin anumiți parametri de așchiere, cu ajutorul a cinci dispozitive de prindere diferite. De asemenea am studiat rugozitatea celor cinci piese, măsurând pentru fiecare la degroșare, semifinisare și finisare anumite valori, în urma cărora am stabilit cel mai eficient dispozitiv. Soluția constructivă de dispozitiv interschimbabil și dispozitivul de bază aferent reprezintă obiectul unui brevet premiat cu o medalie de aur la Salonul Internațional al Invențiilor de la Geneva, ediția din anul 1995.*

*CUVINTE CHEIE: deformarea elastică, vibrații, dispozitiv interschimbabil, așchiere*

## 1. Introducere

Unul dintre procesele de producere a pieselor mecanice îl reprezintă eliminarea surplusului de material, folosind o anumită sculă așchietoare, cu care vom genera o nouă suprafață. Procesul de așchiere este influențat în principal de proprietățile materialului care urmează a fi prelucrat, de condițiile de așchiere, de geometria sculei așchietoare, și de condițiile parametrilor dinamici (rigiditate, amortizare) ale sistemului de prelucrare [1, 14].

Există o mare varietate de scule așchietoare cu diferite tipuri de geometrii, materiale și acoperiri. Scula așchietoare se poate defini ca un organ activ al unei mașini-unelte care îndepărtează adaosul de prelucrare sub formă de așchii, generând suprafața prelucrată [2].

Mașina-unealtă este o mașina de lucru având drept scop generarea suprafețelor în anumite condiții de productivitate, precizie dimensională, calitatea suprafeței, preț și termen de livrare [3].

Mașina are un comportament dinamic prin care nu se pot da explicații cu privire la studiul separat al fiecăruia dintre elementele sale [4]. Toate elementele, active sau pasive, interacționează.

Structura elastică a mașinii afectează stabilitatea sistemului său dinamic de interacțiune cu procesul de așchiere [5, 6, 14].

În această lucrare, vom prezenta un studiu dinamic privind caracterizarea a cinci dispozitive de prindere a sculelor, unde unul dintre aceste dispozitive constituie un brevet de invenție [7, 14]. Scopul lucrării este de a determina comportamentul dinamic și de a compara diferitele rezultate pentru a cunoaște și evidenția diferite influențe pe care le au asupra așchierii [8, 14]. Prin studiile statice am observat o creștere a valorii de deformare elastică a axului central în conformitate cu dispozitivul de prindere circa 1,5 ori [9, 14], respectiv, de 2,5 ori [10, 14].

Această analiză a fost efectuată prin compararea acestor cinci metode de prindere a sculei în suportul clasic de un suport de scule convenționale, respectiv, în dispozitiv interschimbabil.

Principalele avantaje ale utilizării acestor dispozitive interschimbabile sunt legate de flexibilitatea producției, timpul de schimbare a sculei redus etc., dar se prezintă și o scădere a rigidității a sculelor așchietoare. Această scădere a rigidității este cauzată de introducerea dispozitivului interschimbabil care mărește numărul de elemente din sistem.

## 2. Stadiul actual

Timp de mai mulți ani la Universitatea Politehnică din București, există o cercetare foarte importantă privind sculele așchietoare și, astfel, a fost dezvoltat un nou suport de prindere pentru așchiere. Scopul este de a compara din punct de vedere dinamic acest suport de scule cu alte suporturi de scule deja utilizate.

Obiectivul studiului nostru se referă la caracterizarea dinamică pentru fiecare suport de prindere (Fig.1), montat pe strung. Descrierea fiecărui suport de prindere a sculei este prezentată în figura 1, în care avem dispozitivul interschimbabil fixat în dispozitivul de bază (fig1.a), dispozitivul interschimbabil în vârful suportului (fig1.b), dispozitivul interschimbabil cu dublă prindere (fig1.c), dispozitivul interschimbabil cu partea activă în V (fig1.d), dispozitivul convențional de prindere (fig1.e).



a) dispozitivul interschimbabil fixat în dispozitivul de bază



b) dispozitivul interschimbabil în vârful suportului



c) dispozitivul interschimbabil cu dublă așezare



d) dispozitivul interschimbabil cu partea activă în V



e) dispozitivul convențional de prindere

Fig.1. Suporturile de scule studiate clasice

Rezultatul dinamic al suportului de prindere a sculei este realizat printr-un accelerometru tridimensional, fixat cu ajutorul unui magnet și poziționat pe corpul sculei (Fig2). Axele accelerometrului ( $X_a, Y_a, Z_a$ ) sunt transpuse și analizate în axele mașinii-unelte ( $X_m, Y_m, Z_m$ ) [14].

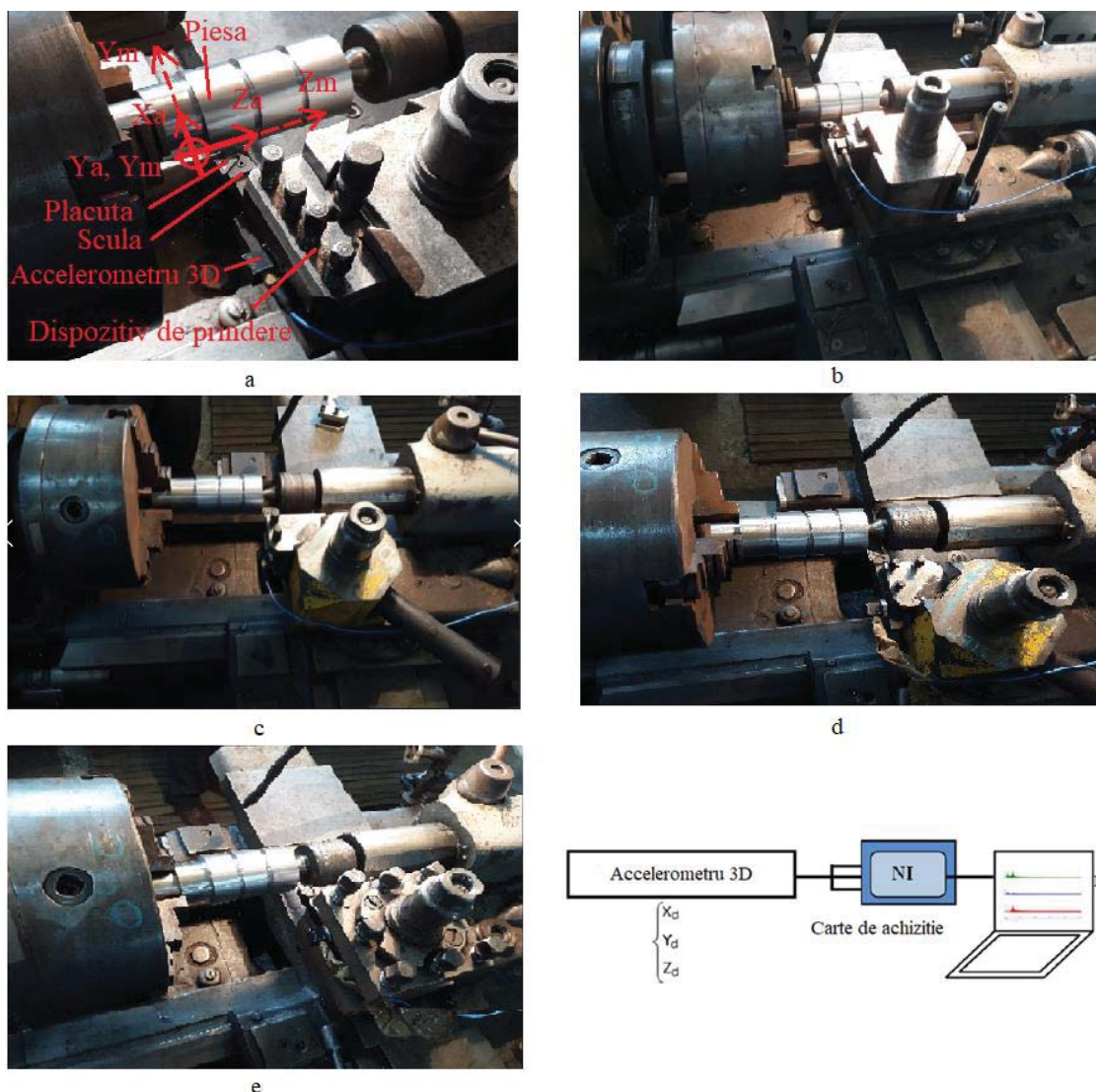


Fig.2. Dispozitiv experimental și lanțul de măsurare [14]

Scula convențională este prinsă într-un suport de scule fix clasic cu ajutorul unor șuruburi (fig.1.e). Patru scule diferite pot fi montate pe acest suport pentru scule. Pentru operațiile de prelucrare cu mai mult de patru faze active, este necesar să se utilizeze o sculă flexibilă pentru sistemul de montare. În consecință, în fig.1.a,b,c,d sunt prezentate patru dispozitive schimbabile, pe care scula convențională este blocată prin șuruburi [14].

Sistemele flexibile de scule (SFS 44 și SFS 44n) [6, 11, 12, 13], sunt destinate strungurilor normale și structura lor este redată în fig.3 [11,15].

Diferența esențială între cele două sisteme este aceea că la primul, orientarea sculelor se face după suprafețe de orientare interioare ale sculei, iar la cel de al doilea se face după suprafețe de orientare exterioare [15].

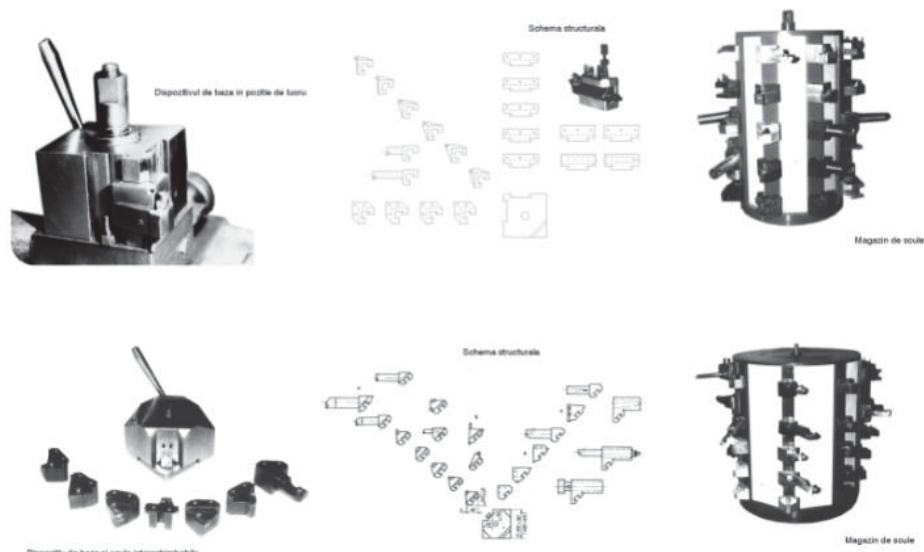


Fig.3. Sisteme flexibile SFS 44 și SFS 44n [11]

Sculele SFS 44n (fig.5) se realizează din punct de vedere tehnologic mai ușor și sunt mai ieftine. În schimb, deși cele din primul sistem (SFS 44 – fig.4) sunt mai scumpe, sistemul se caracterizează prin rigiditate și siguranță mai mare față de cel de-al doilea [15].

În fig.4. [1, 6, 15] se prezintă schema de principiu a legăturii dintre scula interschimbabilă și dispozitivul de prindere a sculei pentru sistemul SFS 44. Orientarea sculelor se realizează conform schemei de orientare (simbolurile [1] și [2]), iar fixarea, după zonele înclinare ale părții de prindere. Mai există și o a doua posibilitate de prindere, a unor dispozitive, după cele două locașuri în coadă de rândunică [15].

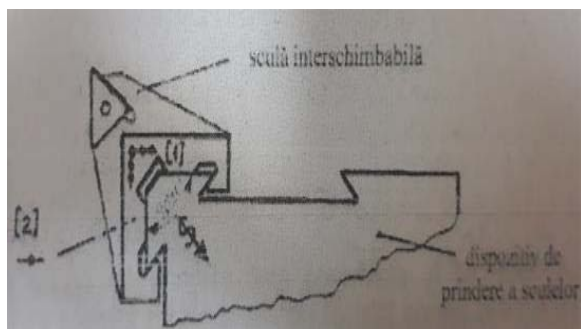


Fig.4. Schema de principiu SFS 44 [1, 6]

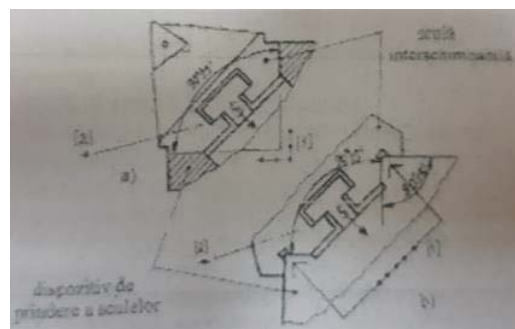


Fig.5. Schema de principiu SFS 44n [1, 12]

În fig.5 [1, 12] se prezintă schema de principiu a legăturii dintre scula interschimbabilă și dispozitivul de prindere a sculei pentru sistemul SFS 44n [15].

Se evidențiază două posibilități de orientare a sculelor: după un locaș unghiular (fig.5.a) sau după două ghidaje unghiulare la 90° (fig.5.b). Forța de fixare S se aplică identic în ambele soluții de orientare a sculelor, în canalul T al sculelor printr-o pană specială cu cap T. În ambele cazuri, deplasarea pe verticală a sculelor este preluată printr-un reazem de construcție adecvată (simbolul [2]). Pentru ambele sisteme flexibile SFS 44 și SFS 44n, forța de fixare S se asigură printr-un mecanism șurub-piuliță rigid și sigur [15].

Blocarea dispozitivului interschimbabil este obținută printr-o cheie specială plasată în diagonală cu ajutorul unui mecanism surub-piuliță. Testele au fost efectuate în două etape: la impactul fiecărui suport în configurație liberă și la impactul fiecărui suport montat pe strung și testarea celei de-a doua etape în timpul așchierii aplicând fiecare tip de sculă [14]. Probele de strunjire sunt împărțite în trei părți: degrosare, semifinisare și finisare, având pentru fiecare tip de sculă o proba care urmează a fi prelucrată.

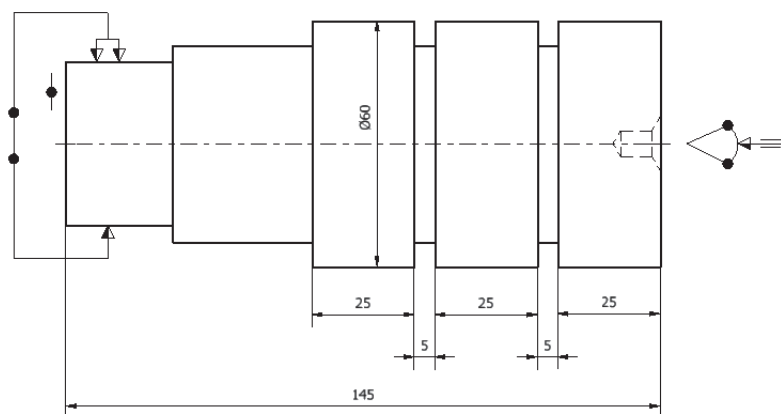


Fig.6. P prelucrate de fiecare sculă

În figura 6 este prezentată piesa de probă obținută prin strunjire prin diferiți parametrii de așchiere pentru a determina vibrațiile și rugozitatea. Pentru fiecare probă am studiat rezultatul dinamic corespunzător condițiilor de așchiere prezentate în tabelul 1. La nivel general, parametrii de așchiere nu sunt suficient de importanți în comparație cu uzura mașinii.

**Tabelul 1. Parametrii de așchiere**

Operația de așchiere	Dispozitiv a		Dispozitiv c		Dispozitiv e	
Degroșare	Testul 1	$a_p = 1 \text{ mm}$ $f = 0,4 \text{ mm/rot}$ $n = 305 \text{ rot/min}$	Testul 7	$a_p = 1 \text{ mm}$ $f = 0,4 \text{ mm/rot}$ $n = 305 \text{ rot/min}$	Testul 13	$a_p = 1 \text{ mm}$ $f = 0,4 \text{ mm/rot}$ $n = 305 \text{ rot/min}$
Semifinisare	Testul 2	$a_p = 0,3 \text{ mm}$ $f = 0,203 \text{ mm/rot}$ $n = 480 \text{ rot/min}$	Testul 8	$a_p = 0,3 \text{ mm}$ $f = 0,203 \text{ mm/rot}$ $n = 480 \text{ rot/min}$	Testul 14	$a_p = 0,3 \text{ mm}$ $f = 0,203 \text{ mm/rot}$ $n = 480 \text{ rot/min}$
Finisare	Testul 3	$a_p = 0,1 \text{ mm}$ $f = 0,057 \text{ mm/rot}$ $n = 600 \text{ rot/min}$	Testul 9	$a_p = 0,1 \text{ mm}$ $f = 0,057 \text{ mm/rot}$ $n = 600 \text{ rot/min}$	Testul 15	$a_p = 0,1 \text{ mm}$ $f = 0,057 \text{ mm/rot}$ $n = 600 \text{ rot/min}$
	Dispozitiv b		Dispozitiv d			
Degroșare	Testul 4	$a_p = 1 \text{ mm}$ $f = 0,4 \text{ mm/rot}$ $n = 305 \text{ rot/min}$	Testul 10	$a_p = 1 \text{ mm}$ $f = 0,4 \text{ mm/rot}$ $n = 305 \text{ rot/min}$		
Semifinisare	Testul 5	$a_p = 0,3 \text{ mm}$ $f = 0,203 \text{ mm/rot}$ $n = 480 \text{ rot/min}$	Testul 11	$a_p = 0,3 \text{ mm}$ $f = 0,203 \text{ mm/rot}$ $n = 480 \text{ rot/min}$		
Finisare	Testul 6	$a_p = 0,1 \text{ mm}$ $f = 0,057 \text{ mm/rot}$ $n = 600 \text{ rot/min}$	Testul 12	$a_p = 0,1 \text{ mm}$ $f = 0,057 \text{ mm/rot}$ $n = 600 \text{ rot/min}$		



În figura 7 este prezentat tipul și forma așchiilor în urma procesului de așchiere cu un același cuțit, fixat pe cele cinci dispozitive de prindere, observând anumite diferențe.

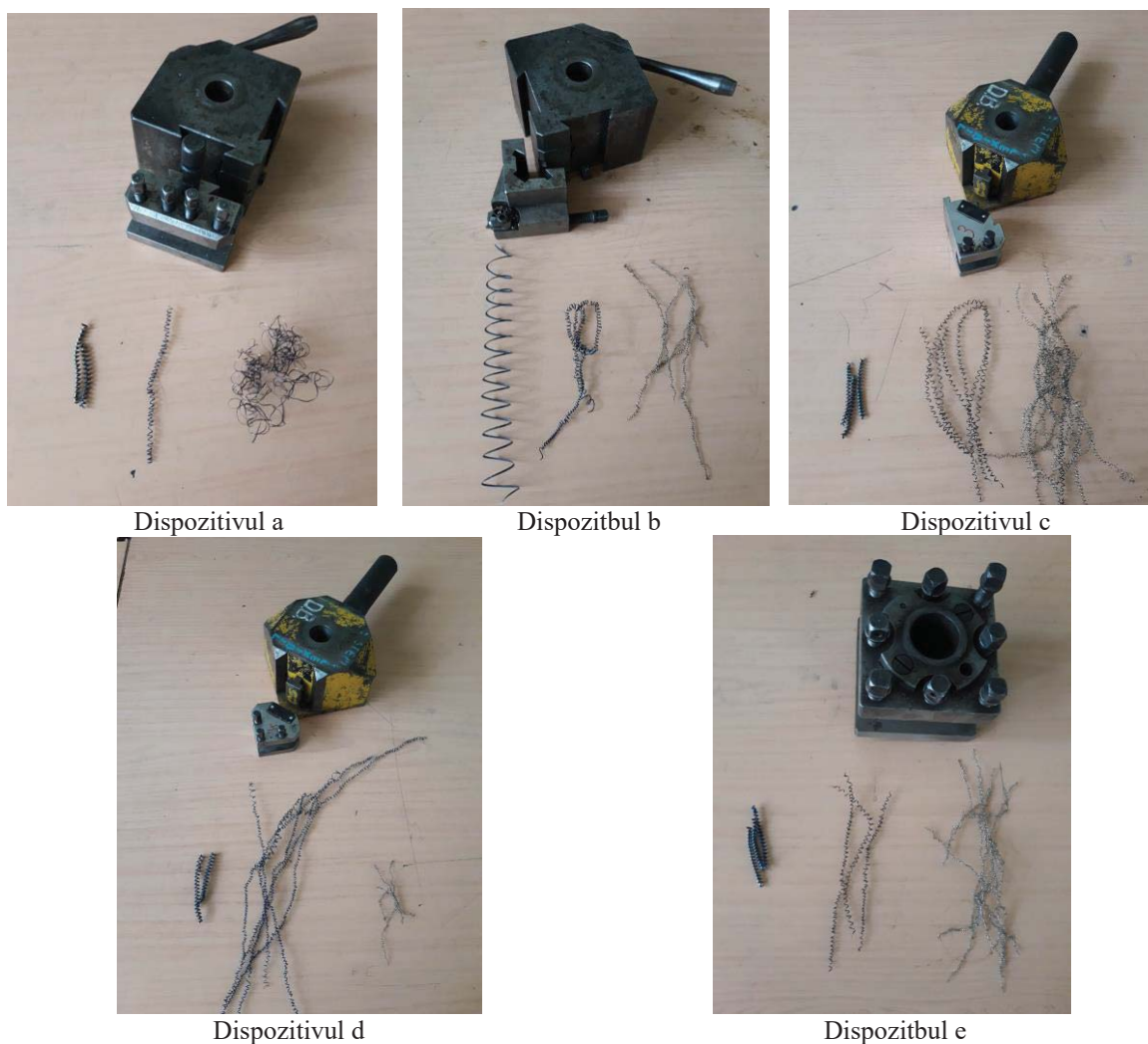


Fig.7. Tipul și forma așchiilor

Pentru fiecare probă am studiat rugozitatea celor 5 piese de probă prelucrate în funcție de forțele de strângere, avans și de raza la vârf a cuțitului, măsurând cu ajutorul unui aparat numit rugozimetru prezentat în fig.8. Am determinat raza la vârf a cuțitului cu ajutorul unei lere (fig.9), având raza de 1 mm, iar din STAS o vom alege ca fiind 1,2 mm.

Rezultatele dinamice corespunzătoare condițiilor de rugozitate sunt prezentate în tabelul 2.

**Tabelul 2. Rezultate.Rugozitate**

Operatia de aschiere	Dispozitiv a		Dispozitiv c		Dispozitiv e
	Degroșare	$R_a = 3,467 \mu\text{m}$	Degroșare	$R_a = 3,738 \mu\text{m}$	Degroșare
Semifinisare	$R_a = 3,991 \mu\text{m}$	Semifinisare	$R_a = 3,108 \mu\text{m}$	Semifinisare	$R_a = 3,289 \mu\text{m}$
Finisare	$R_a = 3,496 \mu\text{m}$	Finisare	$R_a = 2,986 \mu\text{m}$	Finisare	$R_a = 3,160 \mu\text{m}$
	Dispozitiv b		Dispozitiv d		
Degroșare	$R_a = 3,718 \mu\text{m}$	Degroșare	$R_a = 3,259 \mu\text{m}$		
Semifinisare	$R_a = 3,080 \mu\text{m}$	Semifinisare	$R_a = 3,006 \mu\text{m}$		
Finisare	$R_a = 2,717 \mu\text{m}$	Finisare	$R_a = 3,334 \mu\text{m}$		

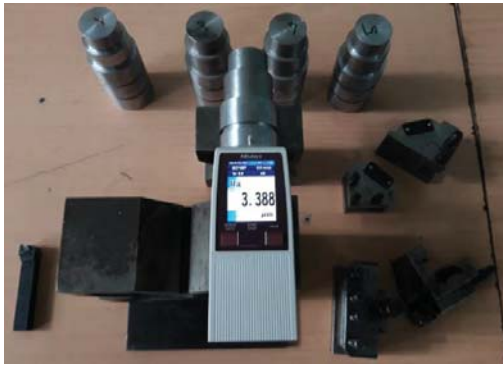
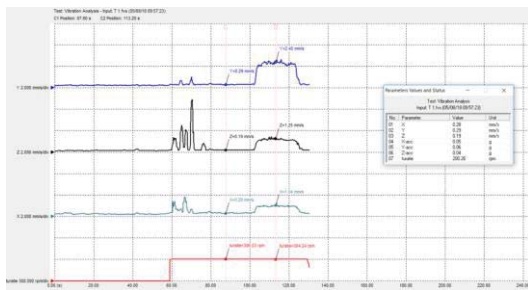


Fig.8. Rugozimetru

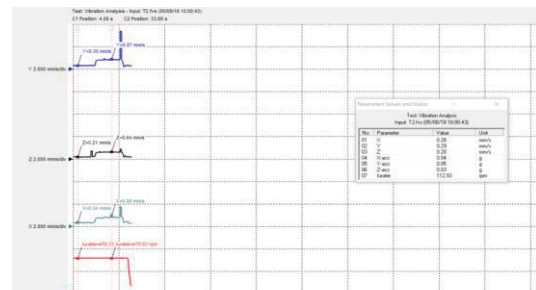


Fig.9. Leră

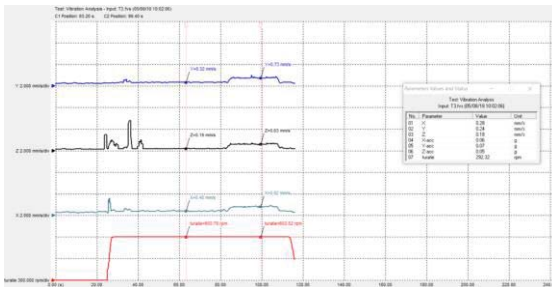
### 3. Comportare dinamică în așchiere



degroșare



semnifinisare

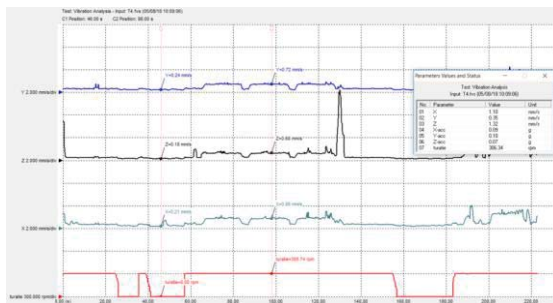


finisare

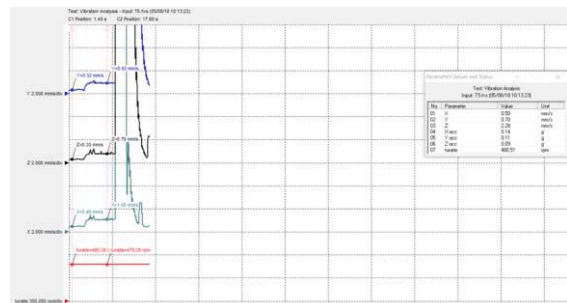


dispozitiv a

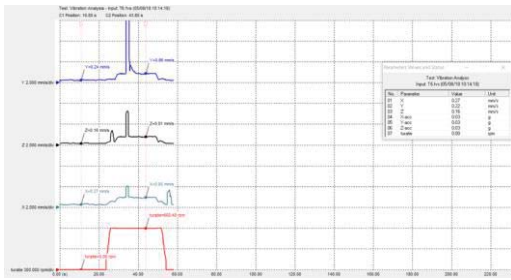
Fig.10. Analiza vibrațiilor pentru dispozitivul a



degroșare



semnifinisare

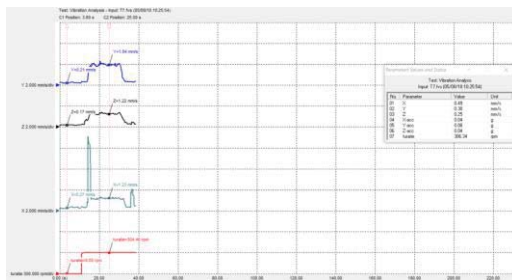


finisare

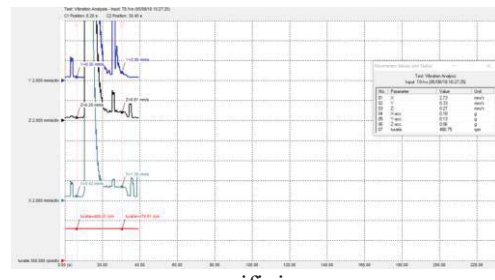


dispozitiv b

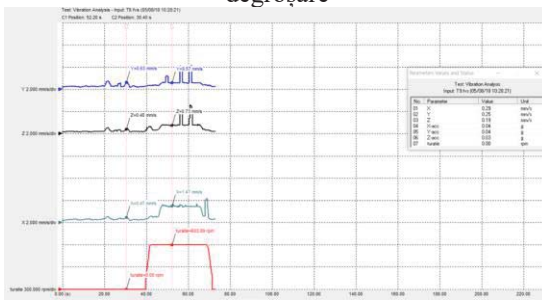
Fig.11. Analiza vibrațiilor pentru dispozitivul b



degroșare



semnifinisare

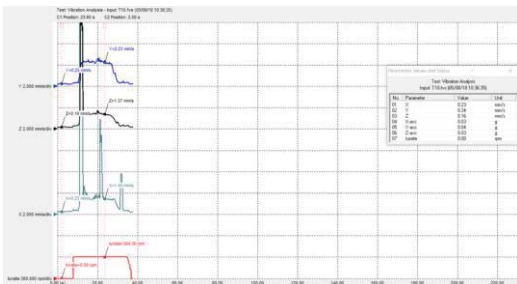


finisare

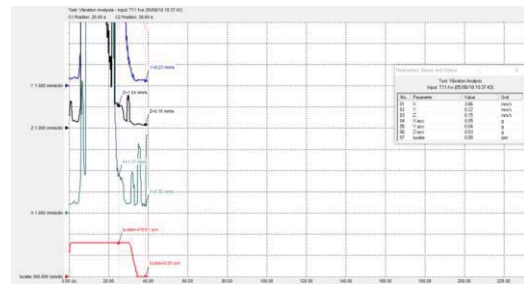


dispozitiv c

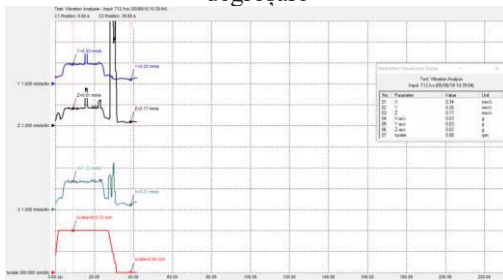
Fig.12. Analiza vibrațiilor pentru dispozitivul c



degroșare



semnifinisare



finisare



dispozitiv d

Fig.13. Analiza vibrațiilor pentru dispozitivul d



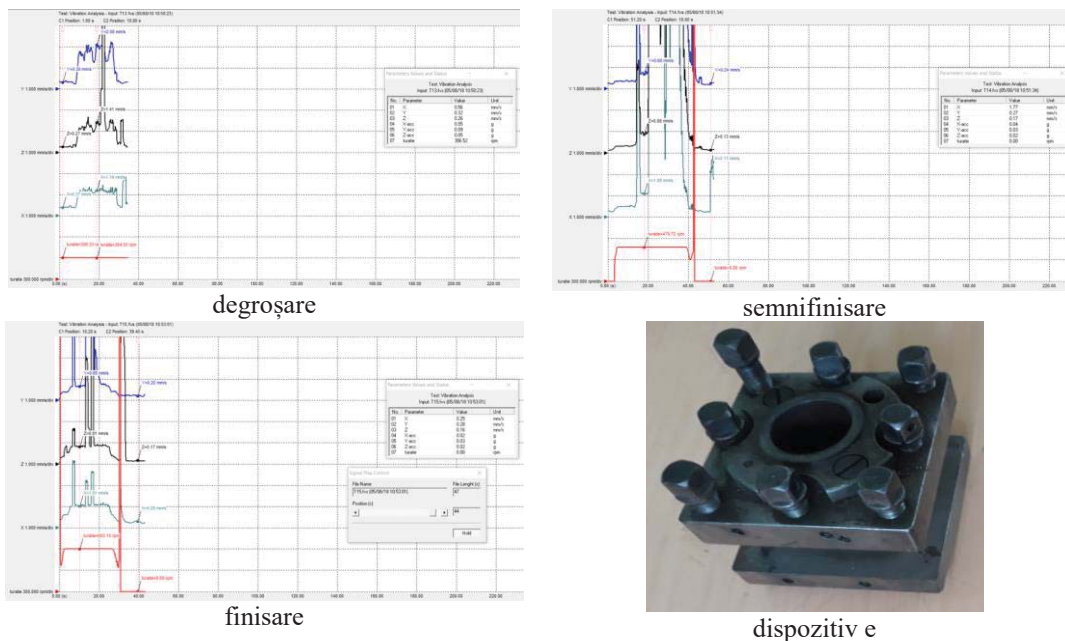


Fig.14. Analiza vibrațiilor pentru dispozitivul e

În urma graficelor prezentate mai sus, putem realiza o asemănare a analizelor de vibrații dintre unele dispozitive, deoarece avem dispozitive care sunt mai tehnologice față de celelalte, dar și datorită parametrilor de așchiere și al calității suprafețelor. Până în momentul de față, nu s-au putut face niște interpretări exacte în legătură cu analiza vibrațiilor, însă sunt în curs de a se finaliza.

#### 4. Concluzii

În lucrare sunt prezentate mai multe sisteme flexibile de prindere a sculelor într-un dispozitiv de bază. Se urmărește comportarea dinamică a dispozitivelor în timpul prelucrării pentru caracterizarea și evaluarea unui suport de scule în cazul operației de strunjire.

La prelucrări de degroșare cu ( $a_p = 1 \text{ mm}$ ,  $f = 0,4 \text{ mm/rot}$ ) comportarea cea mai bună din punct de vedere al rugozității  $R_a$  este dispozitivul interschimbabil cu partea activă în V din fig.1.d. Apoi vom stabili ordinea dispozitivelor astfel în funcție de rugozitatea acestora: fig.1.e, fig.1.a., fig.1.b., fig.1.c.

Eventualele explicații ar putea fi: forțele de strângere ale dispozitivului interschimbabil, a rigidității de contact dintre acestea și dispozitivele de bază. Forțele de strângere a acestor suporturi au fost diferite deoarece lungimea pârghiilor de acționare este diferită.

La prelucrări de semnifinisare (forțe mijlocii) cu ( $a_p = 0,3 \text{ mm}$ ,  $f = 0,203 \text{ mm/rot}$ ) cea mai bună comportare dinamică din punct de vedere al rugozității  $R_a$  este același dispozitiv din fig.1.d., continuând în următoarea ordine: fig.1.b, fig.1.c., fig.1.e., fig.1.a.

La prelucrări de finisare (forțe mici) cu ( $a_p = 0,1 \text{ mm}$ ,  $f = 0,057 \text{ mm/rot}$ ), cel mai bine s-a comportat din punct de vedere al rugozității  $R_a$  este dispozitivul interschimbabil în vârful suportului din fig.1.b, urmând în ordine dispozitivele: fig.1.c, fig.1.e., fig.1.d., fig.1.a.

Dispozitivele din figurile 1a,b,c,d, sunt niste dispozitive modulare care sunt montate ușor în dispozitivul de bază cu ajutorul unor șuruburi de reglare, în comparație cu dispozitivul din fig.1.e care este un dispozitiv clasic ce presupune o reglare mai dificilă. Din punct de vedere al tehnologicității, dispozitivele din fig.1.d și fig.1.c sunt alese ca fiind cele mai bune, însă vom aprecia că dispozitivul din fig.1.d. este cel mai bun deoarece suprafețele se rectifică ușor și produce costuri mici. În schimb dispozitivul din fig.1.a. este netehnologic, fiind primul apărut, deoarece rectifică greu suprafețele și necesită costuri ridicate. Soluția constructivă a dispozitivului de bază al sculei și a dispozitivului interschimbabil reprezintă obiectivul unui brevet acordat medaliei de aur la salon „Invențiile internaționale de la Geneva”, ediția din 1995.

Experimentul s-a obținut în urma strunjirii celor cinci piese de probă din același material, prin anumiți parametri de așchiere, cu ajutorul a cinci dispozitive de prindere. Ne-a interesat comportarea dinamică a acestor dispozitive de prindere, care se comportă diferit în funcție de tehnologicitate, de rigiditate și de calitatea suprafețelor. De asemenea, ne-a interesat rugozitatea celor cinci piese, măsurând pentru fiecare la degroșare, semifinisare și finisare anumite valori, în urma cărora am stabilit cel mai eficient dispozitiv. În concluzie, pentru a reduce vibrațiile și pentru a îmbunătăți comportamentul dinamic al suportului de prindere a sculei trebuie să folosim un dispozitiv care să respecte atât criteriul rigidității cât și criteriul flexibilității.

## 5. Bibliografie

- [1]. Popescu, I., Minciu, C., Tanase, T., Brandasu, D., Tonoiu, S., Marinescu, A., „Scule așchietoare. Dispozitive de prindere a sculelor. Dispozitive de prindere a semifabricatelor. Mijloace de măsurare. Monografie”. Editura Prinetch, București, 2004, 2007;
- [2]. Croitoru, S., „Curs Scule Așchietoare”, București, 2017;
- [3]. Parpala, L., „Curs Mașini-unelte”, București, 2017;
- [4]. Popescu, I., „Sistemaz flessibile di utensili e attrezzature par torni. Macchine”, nr.5/1991. Italia;
- [5]. Tache, V., Popescu, I., „Quando la vibrazioni influenzano la qualita. Machine”, nr.11/1985, Italia;
- [6]. Tache, V., Popescu, I., Portcutit. Brevet de invenție nr. 93680, 1985, OSIM., România. Premiul III la Saloanele Internaționale ale Invențiilor din Arad, Târgoviște, 1988. Medalie de aur la Salonul Internațional al Invențiilor, Geneva, 1995;
- [7]. Popescu, I., Contribuții la studiul teoretic și experimental al orientării și fixării sculelor așchietoare pe masini-unelte. Teza de doctorat, UPB, 1977;
- [8]. Popescu, I., Mîrsanu, M., Recherche sur les déformations élastiques de quelques constructions des outils de tournage par la methode d'element finit. Buletin stiintific al UPB, nr.3/2009;
- [9] Popescu, I., Tonoiu, S., Static Stiffness of turning tools. Scientific Bulletin, Series D, Vol.72, Issue 2/2010;
- [10]. Bisu, C., K'nevez, JY., Darnis, P., Laheurte, R., Gerard, A., New method to characterize a machining system: application in turning, International Journal of Material Forming, Vol. 2, No.2, pp. 93-105, DOI:10.1007/s12289-009-0395y, Springer, 2009.
- [11]. Popescu, I., Minciu, C., „Tehnologii de prelucrare mecanică”, Editia a 2-a, București, Editura Matrix Rom, 2008;
- [12]. Popescu, I., Tache, V., Portcutit. Brevet de invenție nr. 107368, 1990, OSIM., Medalie de argint la Salonul Internațional al Invențiilor, Geneva, 1994;
- [13]. Popescu, I., Vlase, A. și col. „Tehnologia fabricării produselor mecanice”, Vol.I, II, Ediția a 3-a, București, Editura Printech, 2009, 2010;
- [14]. Popescu, I., Bîșu, C., Tonoiu, S., Zapciu, M., „ Le comportement dynamique des porte-outils en tournage”, Scientific bulletin, University POLITEHNICA of Bucharest, Series: D. Mechanical Engineering, Volume 73, Issue 3, pp 169-178, 2011, Ed Politehnica Press, ISSN 1454-2358;
- [15]. Popescu, I., Mîrsanu, M., „Contribuții la studiul deformațiilor elastice ale sculelor din sistemele flexibile de scule”. Teza de doctorat, UPB, 2011;

## 6. Notății

SFS – sistem flexibil de scule;  
 $a_p$  – adâncime de așchiere [mm];  
 $f$  – avans [mm/rot];  
 $n$  – turație [rot/min];  
 $R_a$  – rugozitate [ $\mu\text{m}$ ];