

## ÉTUDE EXPÉRIMENTALE SUR L'INFLUENCE DE DISPOSITIF INTERCHANGEABLE SUR LA RIGIDITÉ DU SERRAGE AUX COUTEAUX POUR LE TOURNAGE

Ioan POPESCU<sup>1</sup>, Ioana Mădălina MÎRȘANU<sup>2</sup>

*În lucrare se demonstrează, pe baza unor cercetări experimentale, reducerea rigidității prinderii cuțitelor pentru prelucrările prin strunjire în cazul utilizării dispozitivelor interschimbabile, care în schimb măresc considerabil flexibilitatea fabricației. Aceste dispozitive caracterizează structura sistemelor modulare de dispozitive de prindere a sculelor. Soluția constructivă studiată face obiectul a trei brevete de invenție, din care unul premiat cu o medalie de aur la Salonul Internațional al Invențiilor de la Geneva – 1995, iar altul premiat la Saloane Naționale de invenții – în 1985.*

*Into the hereby paper, it is demonstrated, based on proper experimental researches, the decrease of fixing tool rigidity for turning, in case of using flexible holders that arise instead the flexibility of fabrication. These holders define the configuration of flexible systems of tool holders. This constructive solution represents the object of three patents, one of them has been awarded with a golden medal at Geneva International Invention Fair – 1995 editions and another has been awarded at National Invention Fairs – in 1985.*

*On présente dans l'article, en base des certaines recherches expérimentales, la réduction de la rigidité du serrage des couteaux pour tournage dans le cas d'utilisation des dispositifs interchangeables, qui, à son tour, augmente de manière significative la flexibilité de fabrication. Ces appareils disposent la structure modulaire des dispositifs pour accrocher les outils. Ce solution constructive a reçu une médaille d'or au Salon International des Inventions de Genève – 1995, et un autre prix des salons nationaux des inventions – dans 1985.*

**Mots clé:** déformations élastiques, rigidité, dispositifs interchangeables pour le tournage, brevet d'invention

### 1. Introduction

Les dispositifs interchangeables pour serrage d'outils (couteaux, forets, fraise pour perceuse, alésoirs, tarauds, filières, etc.) sur les tours sont la marque des systèmes modulaires pour serrage d'outils, mais il est également présent dans

<sup>1</sup> Professeur, Département de Technologie de Constructions des Machines, Université POLITEHNICA de Bucarest, Roumanie

<sup>2</sup> Doctorant, Département de Technologie de Constructions des Machines, Université POLITEHNICA de Bucarest, Roumanie, email : madalina\_mirsanu@yahoo.com

les systèmes flexibles d'outils. Dans ces dispositifs interchangeables les outils sont attachés, généralement en dehors de la machine-outil sur un stand d'ajustement. Leur installation sur la machine - outil est rapide et précise en raison des systèmes lien spécifiques (brevetés) [1, 2, 3].

La structure d'un système modulaire des dispositifs pour serrage d'outils sur des tours universels, développé et existants au Département de Technologie des Constructions des Machines, est représentée sur la fig. 1.

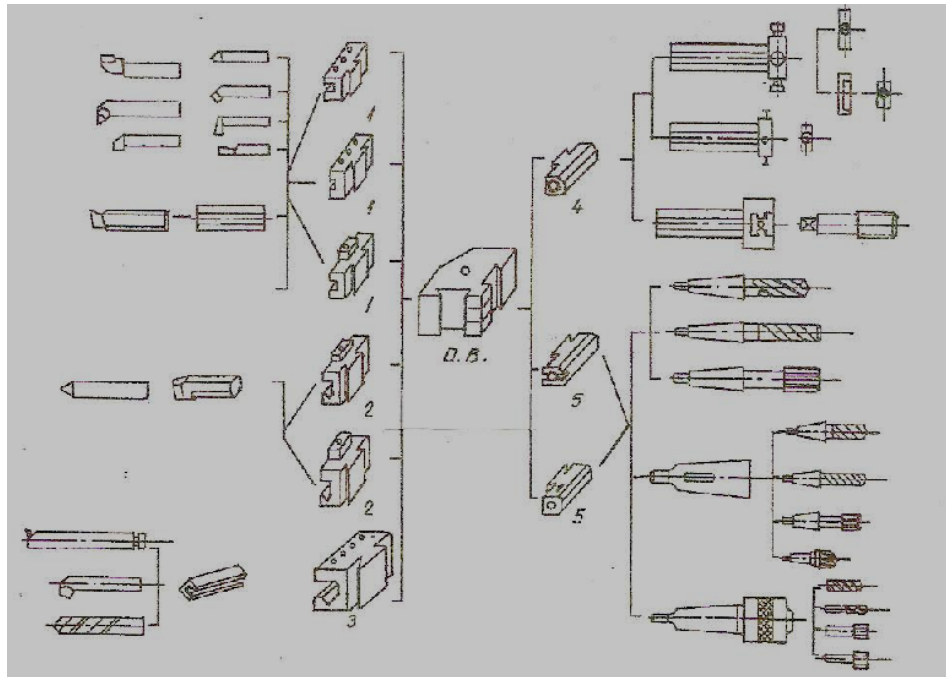


Fig. 1 La structure d'un système modulaire des dispositifs pour serrage d'outils sur des tours universels

Les types interchangeables des dispositifs 1 - le lieu plan, 2, 3 - lieu biais, 4 - l'alésage cylindre, 5 - l'alésage conique, utilisés pour fixer au dispositif de base „DB” des différents outils - rapidement (quelques secondes) et précis (quelques micromètres - précision).

En raison de ces caractéristiques, la flexibilité augmente en rapport avec le cas d'usage pour les supports - couteau classiques (fig. 2).

Fondamentalement, le sous-ensemble: couteau - dispositif portable-couteau, est remplacé avec le sous-ensemble: couteau - dispositif interchangeable - dispositif basé. Dans ces circonstances, la rigidité de serrage pour couteau

change (diminution) par l'introduction de cet élément intermédiaire - dispositif interchangeable.

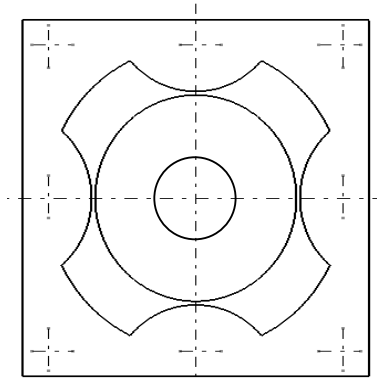


Fig. 2 Dispositif portable - couteau classique

Par la présente étude on vise à déterminer la dimension de la réduction de la rigidité pour serrage du couteau par usage du dispositif interchangeable et trouver des solutions pour éliminer ces influences.

## 2. Les modèles expérimentaux et les méthodes de recherche

Les modèles expérimentaux sont les couteaux et les dispositifs de serrage utilisés sur les tours normales SN 400 x 1500 [mm].

Ces modèles expérimentaux sont présentés sur la fig. 3, qui montre les deux solutions de montage: couteau classique pour tournage extérieur (CC) capturés dans le dispositif classique pour serrage de couteau (DC) (fig. 3a) et couteau classique capturés dans le dispositif interchangeable (DI) avec dispositif de base afférente (fig. 3b) (D.B.).

En bref, les deux cas (solutions, couples) de serrage seront notés: DC - DC, respectivement C.C. - D.I. - D.B.

La méthodologie de recherche sera similaire à celle recommandée dans STAS 6869-87, sur la rigidité des tours normales [4].

Le chargement du couple expérimental sera fait avec une force spatiale  $F_{yz}$ , avec deux composantes à  $30^\circ$  à xoz plan, la valeur maximale pour la force de charge sera 3000 N

Les étapes de la méthodologie sont les suivants:

- Charge de la couple expérimentale vitesse (DC - DC ou DC - DI - DB).
- Mesure pour chaque étape de chargement pour la déformation élastique de la pointe couteau  $\Delta_x$  par rapport au dispositif de serrage.
- Levage des courbes de rigidité dans les coordonnées  $\Delta_x$ - $F_{yz}$ .
- Rigidité du calcul de serrage couteau.

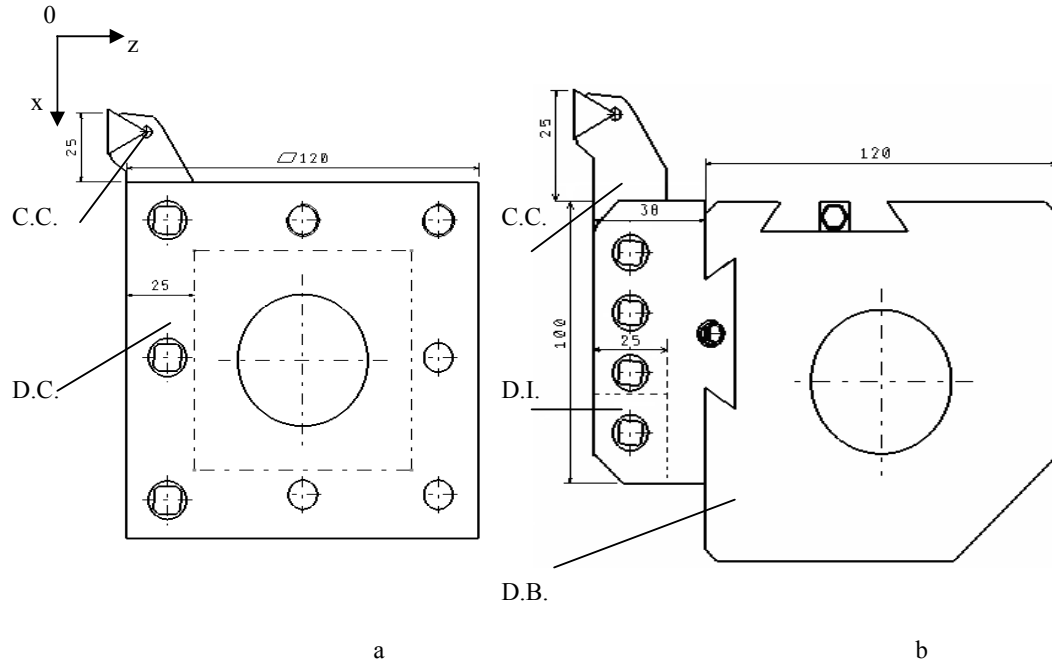


Fig. 3 Modèles expérimentaux  
 a – Dispositif portable- couteau – couteau classique  
 b – Dispositif basé – dispositif interchangeable - couteau classique

### 3. Stand expérimental; mode

Vue d'ensemble sur le stand expérimental est représenté sur la fig. 4 avec un emplacement en principe, générique pour les éléments composants.

Le stand est situé dans le Département de Technologie de Constructions des Machines, Université POLITEHNICA de Bucarest.

Sur la plaque de base le système de recharge 2 est fixé à travers duquel le chargement est fait avec une force à deux composantes  $F_{yz, 30}^0$ , conformément à la fig. 6, 7 a. Ce système de chargement est muni d'une charnière de connexion avec le soutien 9 du dynamomètre 3. Comparateur à cadran 7, avec le barème de 0,01 [mm] est utilisé pour contrôler la taille de la force de charge  $F_{yz, 30}^0$ , après un étalonnage préalable. Le système de chargement 2 a une structure complexe qui permet l'application des certains forces spatiales ( $F_{xyz}$ ) pour tout dispositif de recherche.

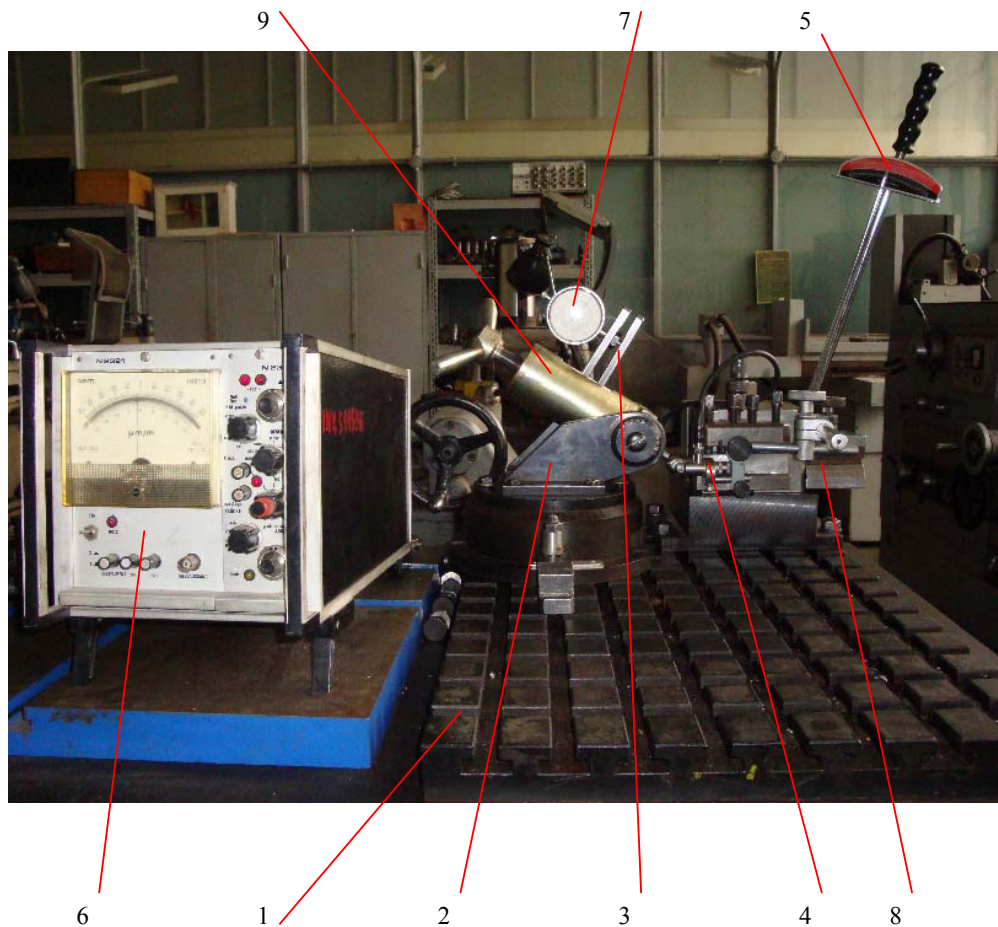
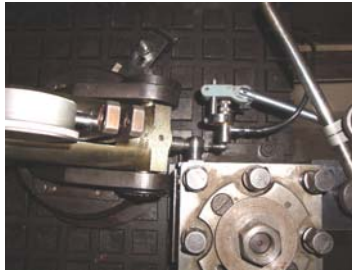


Fig. 4 Stand expérimental

Aussi sur la plaque de base 1 sont fixé les dispositifs de serrage à couteaux différents (fig. 3 a, b, 6a, 7a) à l'étude. Pour forcer le chargement de  $F_{yz, 30}^0$  le véritable couteau a été remplacé par un „couteau (Mandrin) standard” avec tête sphérique (fig. 5). Dans ce figure sont marqués avec des détails de l'utilisation de la force de chargement  $P_a, F_{yz, 30}^0$ , et de mesurant déformation élastique  $P_m, \Delta_x$ . Le point de mesure de la déformation élastique a été créé sur une extension de la tête à billes.

Pour mesurer la déformation élastique statique des couteaux par rapport à dispositif appareil on a utilisé un non- contact capteur inductif 4, type TIFC 14.1, avec la tension d'alimentation de 4V, assurant une précision de mesure de 0,001 [mm] et la souche N2314 jauge, de type N2314, à deux canaux (voir fig. 4, point



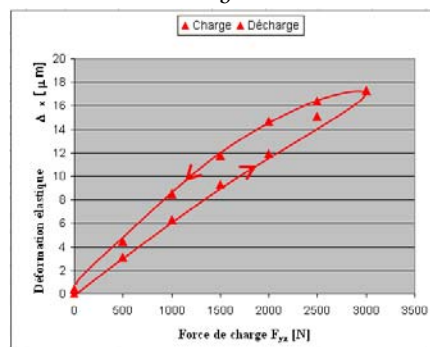


a

Force de charge $F_{vz,30}^0$ [N]	C1		C2		C3		C4		C5		C6	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
500	2	4	3	5	2	4	5	5	3	4	1	3
1000	5	7	7	10	5	8	9	10	7	9	4	7
1500	8	11	9	13	7	10	13	13	9	11	6	11
2000	11	13	13	15	10	13	15	17	12	13	10	13
2500	12	14	16	17	14	15	17	17	14	15	12	14
3000	15	15	18	18	16	16	17	17	16	16	15	15

Force de charge $F_{vz,30}^0$ [N]	C7		C8		C9		C10		Déformation $\Delta_x$ [ $\mu\text{m}$ ]	
	C	D	C	D	C	D	C	D	Charge	Dé-charge
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,0	0,4
500	2	2	2	3	5	5	2	4	3,1	4,5
1000	5	6	5	6	9	10	6	8	6,3	8,5
1500	9	10	7	11	13	14	7	10	9,3	11,8
2000	11	15	10	13	14	15	10	12	11,9	14,7
2500	15	16	12	14	15	17	14	15	15,1	16,4
3000	16	16	15	15	17	17	16	16	17,3	17,3

b



c

Fig. 6 Donnée en ce qui concerne le premier cas d'étude

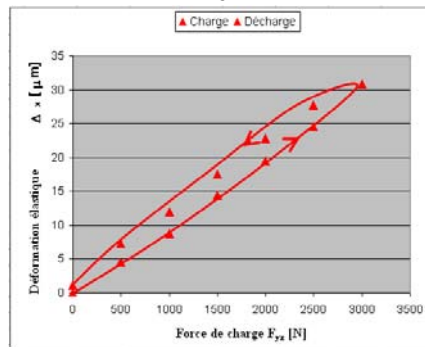


a

Force de charge $F_{vz,30}^0$ [N]	C1		C2		C3		C4		C5		C6	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	1	0	2
500	3	5	5	7	4	7	5	5	4	6	4	8
1000	6	9	11	13	8	12	9	10	7	9	9	13
1500	10	15	14	17	15	19	13	13	11	13	16	18
2000	18	20	18	22	21	25	16	19	14	17	20	25
2500	26	28	23	25	27	30	19	24	19	25	26	29
3000	30	30	28	28	32	32	27	27	29	29	31	31

Force de charge $F_{vz,30}^0$ [N]	C7		C8		C9		C10		Déformation $\Delta_x$ [ $\mu\text{m}$ ]	
	C	D	C	D	C	D	C	D	Charge	Dé-charge
0	0	4	0	2	0	0	0	1	0,0	1,1
500	11	13	4	8	3	5	4	7	4,6	7,3
1000	14	17	9	13	6	9	8	12	8,7	11,9
1500	18	22	16	18	15	18	15	19	14,4	17,5
2000	23	25	20	25	22	25	21	25	19,5	22,8
2500	26	28	27	30	27	29	24	27	24,5	27,7
3000	33	33	31	31	30	30	32	32	30,8	30,8

b



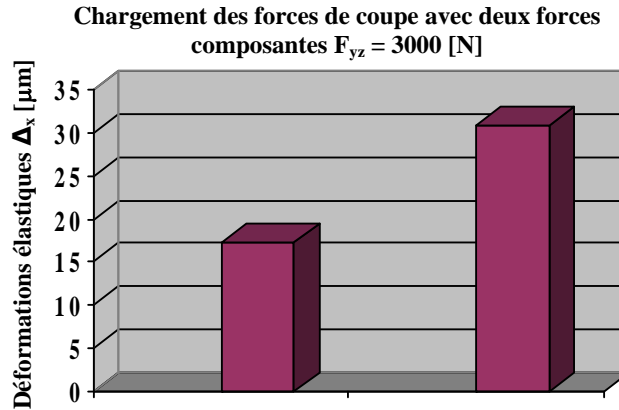
c

Fig. 7 Donnée en ce qui concerne le deuxième cas d'étude



### 5. L'interprétation des résultats et conclusions

Sur la base des résultats de la fig. 6, 7, on présente la fig. 8 à étudier les deux cas, les valeurs maximales des déformations élastiques à la pointe du couteau  $\Delta_x$  [ $\mu\text{m}$ ] pour le chargement avec  $F_{yz} = 3000$  [N].



Modèles expérimentaux	CC - DC	CC - DI
Déformations élastiques $\Delta_x$ [ $\mu\text{m}$ ]	17,3	30,8

Fig. 8. Les valeurs maximales des déformations élastiques statiques au centre d'outil

Les valeurs de la déformation élastique: 17,3 ; 30,8 [ $\mu\text{m}$ ] permettent la caractérisation à chaque solution et comparative en termes de comportement opérationnel. Le paramètre équivalent avec la déformation élastique est la rigidité pour serrage du couteau, qui peut être calculée par la formule (1) [10], [11] :

$$R_x = \frac{F_{yz}}{\Delta_x} \left[ \frac{\text{daN}}{\text{mm}} \right], \quad (1)$$

où:

$R_x$  est la rigidité de serrage pour l'outil sur la direction ox;

$F_{yz}$  – la valeur maximale de la force appliquée

$\Delta_x$  – valeur maximale de la déformation élastique sur la direction ox.

Pour les cas tenu en observation, les valeurs de la rigidité pour serrage d'outil de tourneur sont:

$$R_{x_I} = \frac{300}{0,0173} = 17341 \left[ \frac{\text{daN}}{\text{mm}} \right];$$

$$R_{x_{II}} = \frac{300}{0,0308} = 9740 \left[ \frac{\text{daN}}{\text{mm}} \right]. \quad (2)$$

La réduction de la rigidité due à la présence du dispositif interchangeable est :

$$\Delta R_x = \frac{R_{x_I} - R_{x_{II}}}{R_{x_I}} * 100 = \frac{17341 - 9740}{17341} * 100 \cong 44\% \quad (3)$$

Sur la base de cette étude expérimentale on constate que la rigidité du serrage du couteau est réduite avec environ 44% dans le cas d'utilisation de dispositif interchangeable par rapport avec la solution classique de serrage des couteaux.

Cette réduction de la rigidité a pour effet de réduire des paramètres du régime de coupe, et l'évidence – de la productivité d'usinage des tours.

La recherche est nécessaire pour trouver des solutions constructives pour les outils et dispositifs pour assurer la rigidité du serrage le plus grand ou égal avec celles spécifiques à la solution classique.

Fondamentalement, il est nécessaire de retirer le dispositif interchangeable et d'introduire les outils avec nouvelles formes des parties d'attachement, donnant les mêmes avantages de précision et de productivité de serrage d'outils. Ces outils sont des outils spécifiques des systèmes flexibles d'outils.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] I. Popescu, V., *Tache*, Port – couteau. Brevet d'invention no. 103287/1984, O.S.I.M. Médaille d'or au Salon International des Inventions, Genève, 1995 (en roumain)
- [2] I. Popescu, Contributions sur l'étude théorique et expérimental d'orientation et serrage d'outils de coupe sur machines-outils. Thèse de doctorat. Institut Politehnic de Bucarest, 1977 (en roumain)
- [3] I. Popescu, C., *Minciu et le collectif*, Outils de coupe. Dispositifs pour serrage l'outils. Dispositifs pour serrage les semi produits. Moyens de mesure / Monographie, Vol. 1, 2. Bucarest, Maison Printech, 2004, 2007 (en roumain)
- [4] \*\*\* S.T.A.S. 6869-87 Tournes avant et tournes normal. Prescription de rigidité
- [5] E, *Străjescu*, La conception d'outils de coupe, Bucarest, Lithographie Université Politehnica de Bucarest, 1999 (en roumain)
- [6] C. *Minciu et le collectif* La conception d'outils de coupe, Bucarest, Maison BREN, 1999 (en roumain)
- [7] I. Popescu, Sur les déformations élastique de quelque constructions des outils de tournage par la methode d'element fini, Scientifique Bulletin Série D, Vol. 71, No. 4, 2009
- [8] C. *Pupăză*, Etude de l'influence des déformations élastiques des éléments antivibratoires machines-outils sur la précision de traitement, Thèse de doctorat, Université Politehnica de Bucarest, 1996 (en roumain)
- [9] I. Popescu, System flexible d'outils et dispositifs pour tournes, Milano, Maccine No. 5, 1991 (en italien)
- [10] I. Popescu et des autres, Bases de la technologie mécanique, Vol. 1, 2. Université Politehnica de Bucarest, 1996 (en roumain)
- [11] I. Popescu, A. *Vlase et le collectif*, La technologie de la fabrication des produits mécaniques, Bucarest, Maison Matrix Rom, 2004, 2005 (en roumain)