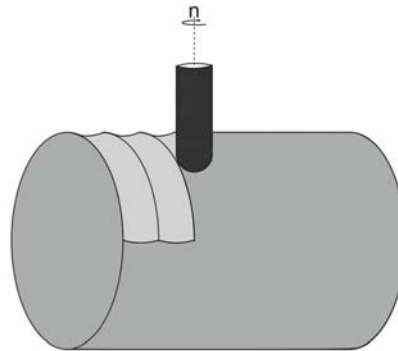


## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

- Είδη κοπτικών εργαλείων
- Διαδικασία φραιζαρίσματος
- Είδη φραιζαρίσματος
- Εξοπλισμός
- Διαδικασία πειραμάτων
- Αποτελέσματα



2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Δομή παρουσίασης

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ

Τα κοπτικά εργαλεία διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στα κοπτικά εργαλεία εκχόνδρισης και στα κοπτικά εργαλεία φινιρίσματος

Τα κοπτικά εργαλεία εκχόνδρισης έχουν την δυνατότητα να αφαιρούν μεγάλες ποσότητες υλικού αφήνοντας όμως μία κακής ποιότητας επιφάνεια

Τα κοπτικά εργαλεία φινιρίσματος που αφαιρούν μικρότερες ποσότητες υλικού και αφήνουν καλύτερη ποιότητα επιφάνειας

Για την αύξηση του χρόνου ζωής του κοπτικού, της ταχύτητας κοπής αλλά και την βελτίωση της τελικής επιφάνειας συνηθίζεται η επικάλυψη τους με διάφορα υλικά όπως τιτάνιο σε συνδυασμό με αλουμίνιο και τεχνητό διαμάντι



Κοπτικά εργαλεία

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ

Στις μανέλες φραιζαρίσματος για φινιρίσμα αλλά και για εκχόνδριση γίνεται η χρήση αλλασσόμενων πλακιδίων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των κοπτικών εργαλείων είναι ταχυχάλυβες, σκληρομέταλλα, κεραμικά υλικά, βιομηχανικό διαμάντι, καρβίδιο του βολφραμίου και άλλα συνθετικά υπέρσκληρα υλικά



Κοπτικά εργαλεία

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

Κοπτικά εργαλεία σφαιρικής απόληξης έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ιδανικά για την τρισδιάστατη επεξεργασία τεμαχίων
- Κοπή με γωνία κλίσης
- Υψηλή σκληρότητα και αντοχή
- Υψηλές τιμές πρόωσης
- Υψηλή αποδοτικότητα



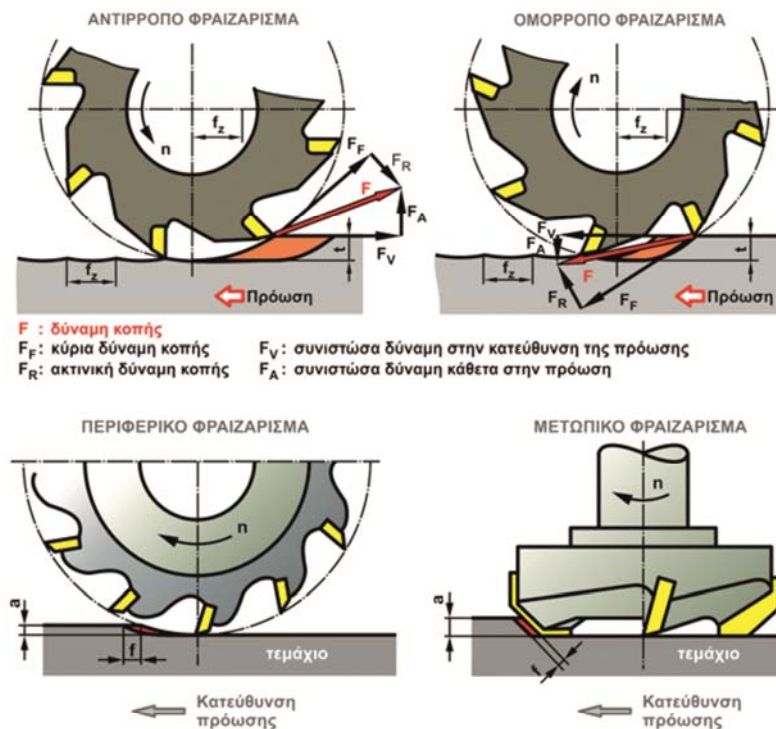
Κοπτικά εργαλεία

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ



Διαδικασία φραιζαρίσματος

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ



2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ

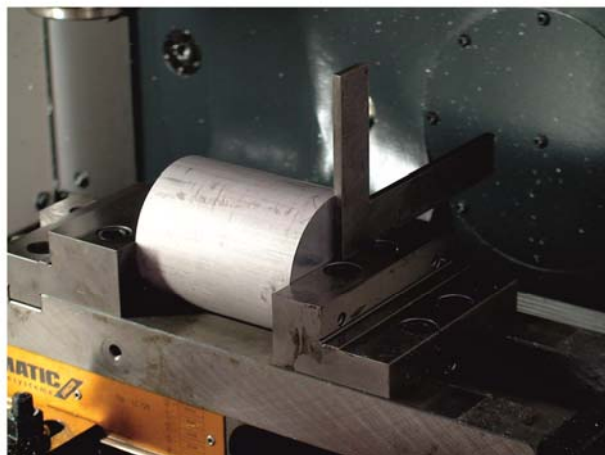
### Υλικό κατεργασίας

Κράμα αλουμινίου Al7075-T6 σε κυλινδρική μορφή

Χαρακτηριστικά:

- Υψηλή αντοχή
- Αντοχή θραύσης λόγω διάβρωσης
- Μέση σκληρότητα

Χρησιμοποιείται συνήθως σε αεροδιαστημικές και αεροναυπηγικές βιομηχανίες αλλά και στις βιομηχανίες κατασκευής δομικών εξαρτημάτων



Εξοπλισμός

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ

### Εργαλειομηχανή DMG DMU 50 eco

Χαρακτηριστικά:

- 3+2 αξόνες
- Περιστρεφόμενο τραπέζι δυνατότητας περιστροφής μέχρι τις 115° (-5° / +110°) και εφικτές κλίσεις μέχρι 20°
- Κατεργασία προσώπου, διάτρηση, γλύφηση, κοπή σπειρώματος και κατεργασία σύνθετων περιγραμμάτων
- Εργαλειοφόρας 16 θέσεων
- Περιστροφή μέχρι και 8000 rpm
- 12 m/min γρήγορη μετακίνηση
- Τρισδιάστατη προσομοίωση



Εξοπλισμός

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

Η ταχύτητα κοπής  $V_c$  είναι ο ρυθμός κοπής στην κύρια κίνηση που είναι η περιστροφή του εργαλείου. Για τον υπολογισμό του  $V_c$  [m/min] χρειαζόμαστε τα εξής μεγέθη:

- $D_m$  [mm] Ενεργή διάμετρος
- $N$  [rpm] Στροφές κοπτικού ανά λεπτό

Ο μαθηματικός τύπος για τον υπολογισμό της ενεργής διαμέτρου ( $D_m$ ) είναι

$$D_m = D \cdot \sin\left(\frac{x}{2} + \varphi\right)$$

Όπου  $D$  η διάμετρος του κοπτικού εργαλείου, και

$$x = \arcsin\left(\frac{D - t}{D}\right)$$

Όπου  $t$  το βάθος κοπής. Έτσι ο τελικός τύπος για το  $V_c$  διαμορφώνεται ως εξής

$$V_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000}$$

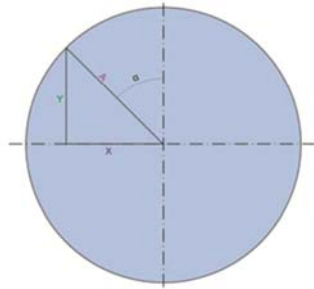


Σχεδιασμός πειραμάτων

		Ελκτικό						Διατρητικό									
Ομόρροπο	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	$f_z = 0.2$	
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	$f_z = 0.4$	
	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	$f_z = 0.6$	
	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	$f_z = 0.8$	
	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	$f_z = 1.0$	
Αντίρροπο	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	$f_z = 1.0$	
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	$f_z = 0.8$	
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	$f_z = 0.6$	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	$f_z = 0.4$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	$f_z = 0.2$	
		-40°	-30°	-20°	-10°	-7°	-5°	-2°	0°	2°	5°	7°	10°	20°	30°	40°	Γωνία κλίσης



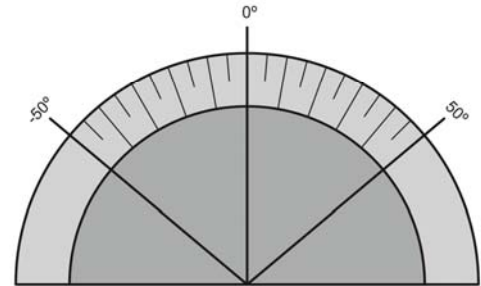
## Χάραξη κυλίνδρων για το διαχωρισμό τους σε μοίρες



Inputs	
A	10 mm
$\alpha$	45 deg
Outputs	
Y	7.07 mm
X	7.07 mm

A: Απόσταση σημείου από το κέντρο  
 $\alpha$ : Γωνία κλίσης της ευθείας  
Y: Συντεταγμένες στον άξονα Y  
X: Συντεταγμένες στον άξονα X

Υπολογισμός σημείων με τη χρήση excel



2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Διαδικασία πειραμάτων

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

## Φραιζάρισμα κυλίνδρων



2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Διαδικασία πειραμάτων

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

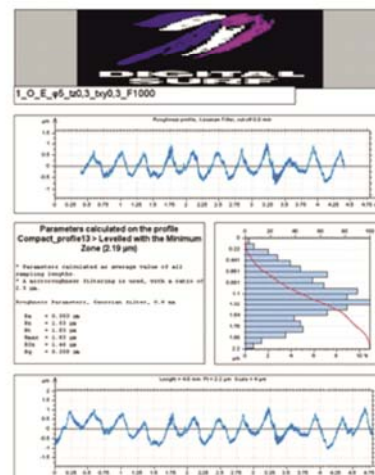
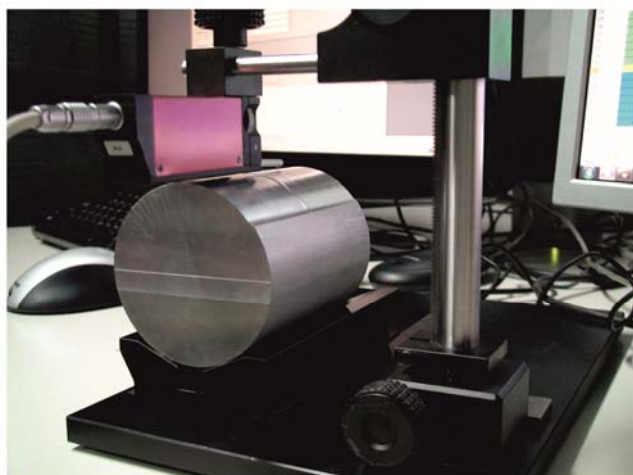
ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ



## Τραχυμέτρηση κυλίνδρων

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ

2014



Διαδικασία πειραμάτων

<http://www.m3.tuc.gr>



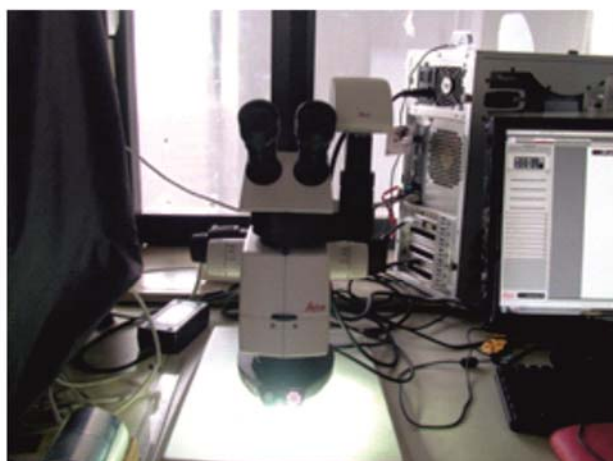
Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

## Φωτογράφιση επιφανειών με τη χρήση στερεοσκοπίου

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ

2014



Διαδικασία πειραμάτων

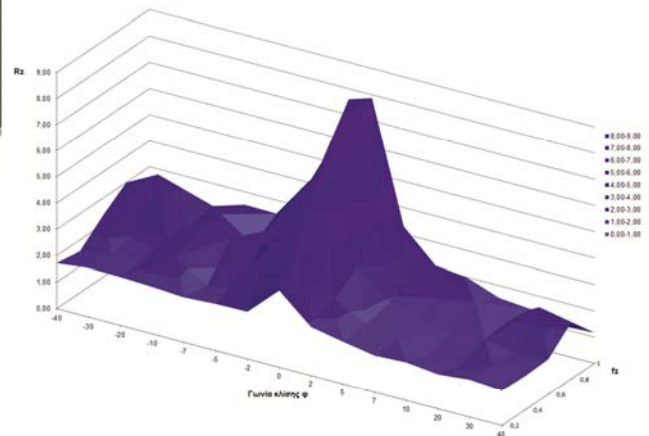
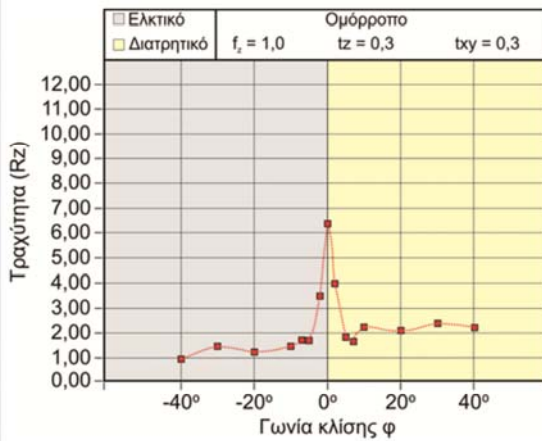
<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

## Γραφικές τραχύτητας



2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Αποτελέσματα

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ

Προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η περιοχή με μεγαλύτερη τραχύτητα είναι στις 0°. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι στο κάθετο φραιζάρισμα έχουμε τη μικρότερη ταχύτητα κοπής.
- Με την αύξηση του ακτινικού βάθους κοπής  $t_{xy}$  έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της τραχύτητας γιατί αφαιρείται περισσότερο υλικό με κάθε πέρασμα.
- Στο αντίρροπο φραιζάρισμα παρατηρείται ότι η τραχύτητα είναι μικρότερη σε σχέση με το ομόρροπο. Αυτό έχει να κάνει με το γεγονός ότι η ψευδοκοπή η οποία έχει επικαθίσει σε μία κοπή να απομακρύνεται στην επόμενη.
- Η αύξηση της πρόωσης επηρεάζει αρνητικά την τραχύτητα και την τελική επιφάνεια. Παρατηρείται ότι αυτό το φαινόμενο είναι πιο έντονο στις 0° (κάθετο φραιζάρισμα)
- Στο ομόρροπο ελκτικό φραιζάρισμα προκύπτει μικρότερη τραχύτητα από ότι στο ομόρροπο διατρητικό σε αντίθεση με το αντίρροπο ελκτικό στο οποίο προκύπτει μεγαλύτερη τραχύτητα σε σχέση με το αντίρροπο διατρητικό.
- Με την αύξηση της πρόωσης  $f_z$  του κοπτικού εργαλείου, παρατηρείται ότι σχηματίζονται αναλογικά λιγότερες τροχιές στην επιφάνεια του τεμαχίου με ταυτόχρονη αύξηση της επιφανειακής τραχύτητας  $R_z$ .
- Στο ομόρροπο φραιζάρισμα παρατηρείται ότι οι γραφικές παραστάσεις τραχύτητας – γωνιάς κλίσης κοπτικού για τις διάφορες προώσεις, έχουν κάποια αστάθεια σε σχέση με αυτές του αντίρροπου φραιζαρίσματος
- Παρατηρείται ότι η μικρότερη τραχύτητα τη συναντάται στην περιοχή των 10° αλλά και στην περιοχή των 40°.

2014

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΟΠΗΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΠΕΡΑΤΟΣΗΣ ΜΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΚΟΝΔΥΛΟΦΟΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Αποτελέσματα

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ



# Ευχαριστούμε για την προσοχή σας



Αποτελέσματα

<http://www.m3.tuc.gr>



Dept. of Production Eng. & Management  
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab  
Prof. Aristomenis Antoniadis

ΚΟΥΝΝΟΥΣΙΗΣ ΧΡΙΣΤΟΣ  
ΤΑΠΕΙΝΟΥ ΣΠΥΡΟΣ