

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΟΥΣΤΕΡΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

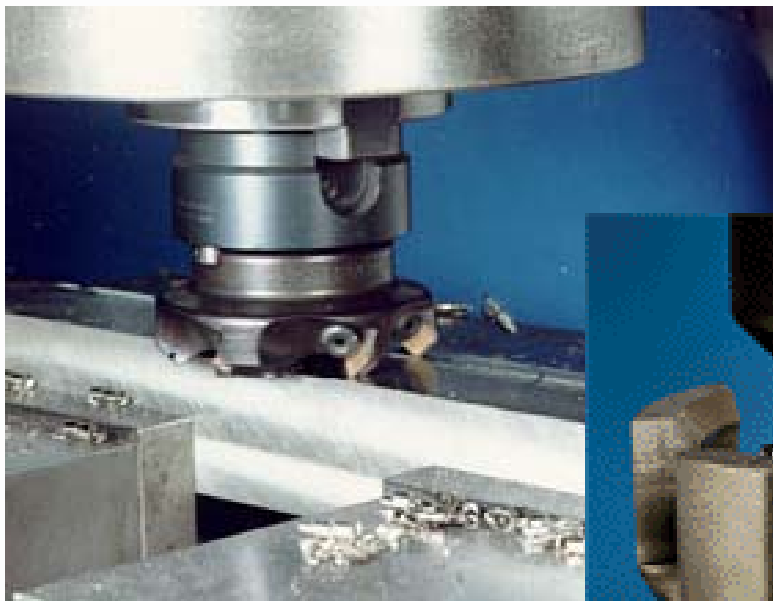


<http://www.m3.tuc.gr>



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

Χρήστος Μουστεράκης



Μετωπικό Φραιζάρισμα

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

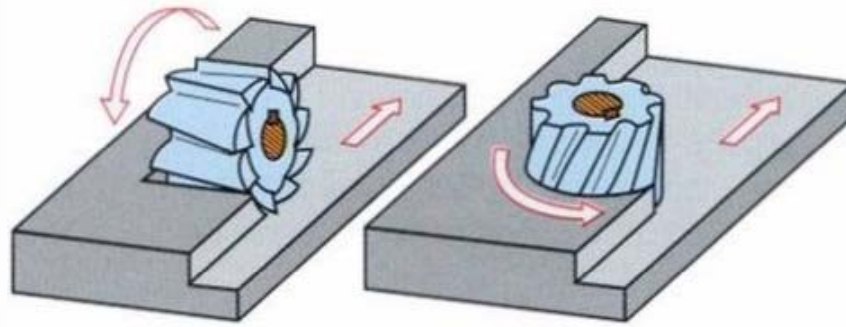


Dept. of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Assoc. Prof. Aristomenis Antoniadis

Χρήστος Μουστεράκης

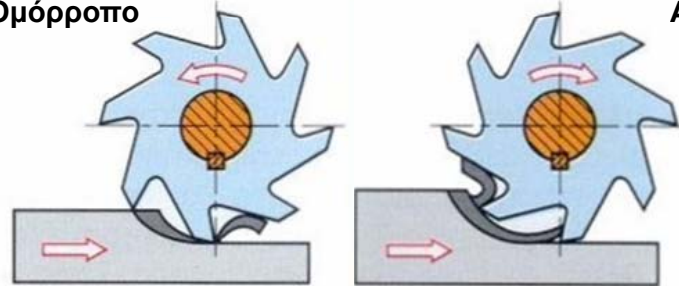
Περιφερικό ή Περιφερειακό

Μετωπικό

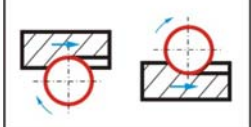


Ομόρροπο

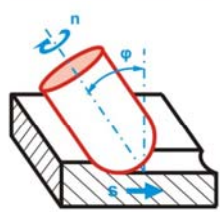
Αντίρροπο



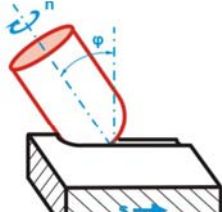
Ομόρροπο Αντίρροπο



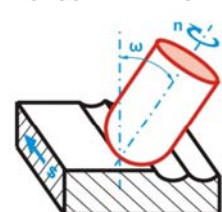
Ομόρροπο Ελκτικό



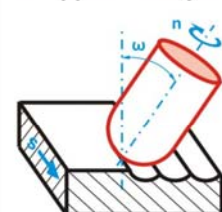
Αντίρροπο Ελκτικό



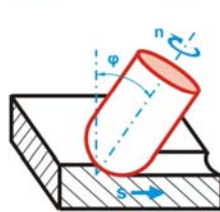
Ομόρροπο Πλάγιο



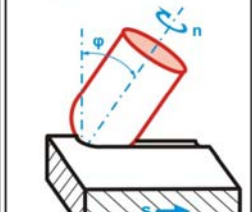
Αντίρροπο Πλάγιο



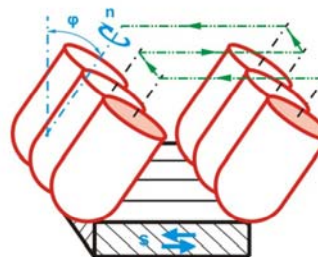
Ομόρροπο Διατρητικό



Αντίρροπο Διατρητικό



Παλινδρομικό Φραιζάρισμα





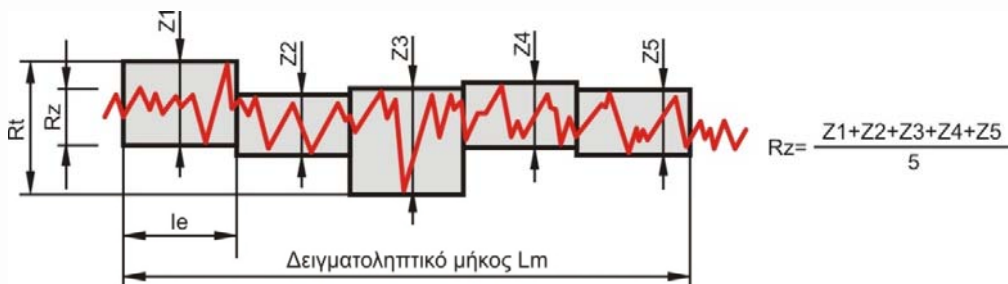
- Αρχικά φτιάχτηκε έτσι για ένα εξειδικευμένο σκοπό, την κατασκευή αυλακώσεων ημικυκλικής διατομής
- Είναι ιδανικά σε μηχανουργικές κατεργασίες 3-διαστάσεων, όπως σε καλούπια και μήτρες
- Χρησιμοποιούνται επίσης σε επιφάνειες που είναι κάθετες μεταξύ, για να δημιουργηθεί κοίλη επιφάνεια, έτσι ώστε να μειωθούν οι συγκεντρωμένες τάσεις
- Ένα άλλο πλεονέκτημα του τρόπου σχεδίασης είναι ότι μπορεί να υποστεί πολύ υψηλές τιμές πρόωσης, που σημαίνει ότι μπορεί να κατεργαστεί το υλικό πολύ γρήγορα



- Μέσο ύψος της τραχύτητας R_a



- Ύψος R_z της τραχύτητας



- Το μέγιστο ύψος της τραχύτητας R_{max} ή R_t





Haas Mini Mill



Μονάδα ελέγχου



πληκτρολόγιο



Διαδρομές αξόνων

- Στον άξονα X 406 mm
- Στον άξονα Y 305 mm
- Στον άξονα Z 254 mm

Μέγιστο βάρος στην
τράπεζα 227 kg

Μέγιστες στροφές 6000 rpm

Μέγιστη Ροπή 45 Nm @ 1200 rpm

Προώσεις

- Ταχείες προώσεις 15.2 m/min
- Μέγιστη πρόωση κοπής 12.7 m/min

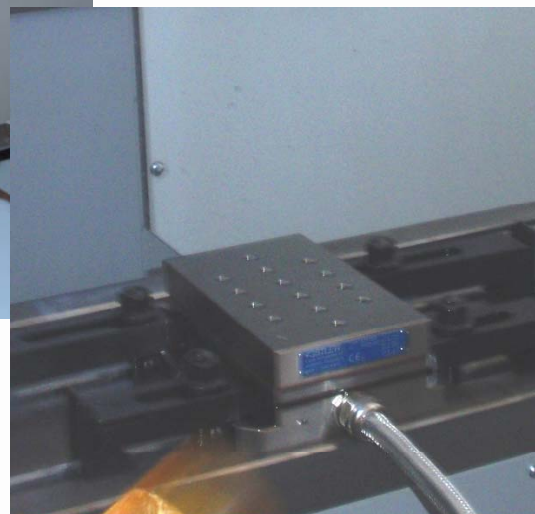
Μύλος Κοπτικών

- Χωρητικότητα 10
- Μέγιστο βάρος κοπτικού 5.4 kg
- Χρόνος αλλαγής κοπτικού 3.6 sec



2009

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
ΣΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



πειραματική διαδικασία

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



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

Χρήστος Μουστεράκης

2009

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
ΣΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Μηδενισμός του δοκιμίου

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



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

Χρήστος Μουστεράκης

2009

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
ΣΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Εκχόνδριση δοκιμίου με μετωπικό φραιζάρισμα

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



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

Χρήστος Μουστεράκης

2009

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
ΣΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Κατεργασία δοκιμών με κονδύλι σφαιρικής απόληξης

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



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

Χρήστος Μουστεράκης



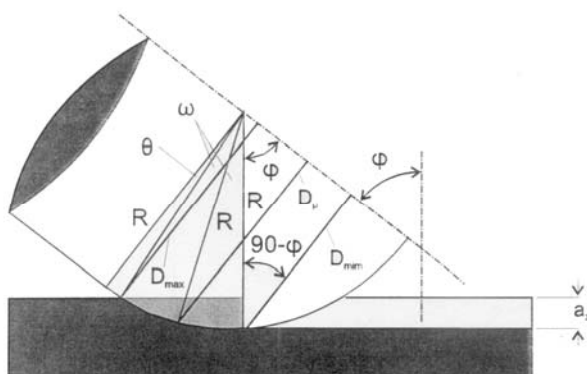
• ταχύτητα κοπής $V_c=45\text{m/min}$

• πρόωση ανά δόντι $f_z=0,2$ $f_z=0,4$ $f_z=0,6$

• Αξονικό βάθος κοπής $a_p=0,3\text{mm}$, $a_p=0,4\text{mm}$, $a_p=0,5\text{mm}$

• Ακτινικό βάθος κοπής $a_e=0,2\text{mm}$, $a_e=0,4\text{mm}$, $a_e=0,6\text{mm}$

• Ομόρροπο – αντίρροπο.



$$\omega = \frac{1}{2} \arctan \left(\frac{\sqrt{a_{xy}} \cdot (2R - a_z)}{R - a_z} \right)$$

$$\theta = 90^\circ - \phi - 2\omega$$

$$D_{\max} = D \cos \theta$$

$$D_{\min} = D \sin \phi$$

$$D_\mu = D \cos(\omega + \theta)$$

$D_{\max}$: Μέγιστη ενεργός διάμετρος
 $D_{\min}$: Ελάχιστη ενεργός διάμετρος
 D_μ : Μέση ενεργός διάμετρος



	$a_p=0.3$	$a_p=0.4$	$a_p=0.5$	$a_p=0.3$	$a_p=0.4$	$a_p=0.5$	$a_p=0.3$	$a_p=0.4$	$a_p=0.5$	
$f_z=0.2$	1	4	7	10	13	16	19	22	25	ομόρροπο
$f_z=0.4$	2	5	8	11	14	17	20	23	26	
$f_z=0.6$	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
$f_z=0.2$	28	31	34	37	40	43	46	49	52	αντίρροπο
$f_z=0.4$	29	32	35	38	41	44	47	50	53	
$f_z=0.6$	30	33	36	39	42	45	48	51	54	
	$a_e=0.2$			$a_e=0.4$			$a_e=0.6$			

συνθήκες κοπής των 54 πειραμάτων

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

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

Χρήστος Μουστεράκης



Τελική μορφή δοκιμίου με περιοχές διαφορετικών συνθηκών

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

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

Χρήστος Μουστεράκης



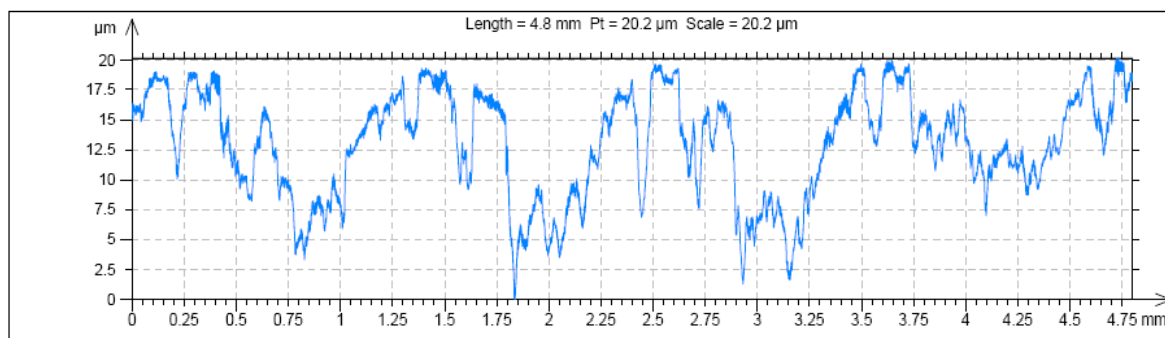
Τραχυμέτρηση του δοκιμίου

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



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

Χρήστος Μουστεράκης

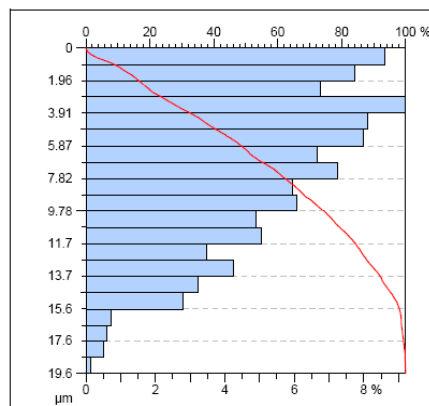


Parameters calculated on the profile Compact_profile33 > Levelled with the Minimum Zone (19.5 μm)

* Parameters calculated as average value of all sampling lengths.
* A microroughness filtering is used, with a ratio of 2.5 μm.

Roughness Parameters, Gaussian filter, 0.25 mm

Ra = 1.15 μm
Rz = 6.47 μm
Rt = 10.9 μm
Rmax = 10.9 μm
R3z = 5.99 μm
Rq = 1.45 μm



Τραχυμέτρηση

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



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

Χρήστος Μουστεράκης

2009

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
ΣΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Φωτογράφιση του δοκιμίου με μικροσκόπιο

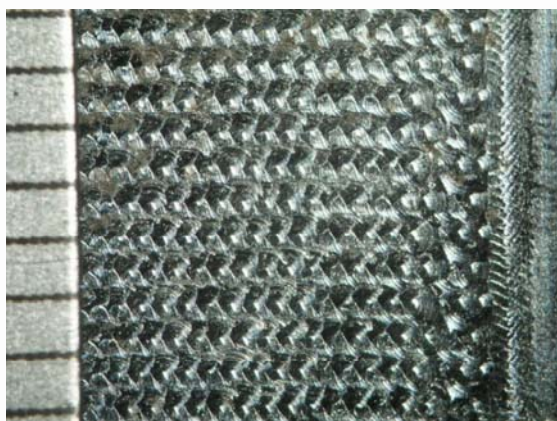
<http://www.m3.tuc.gr>



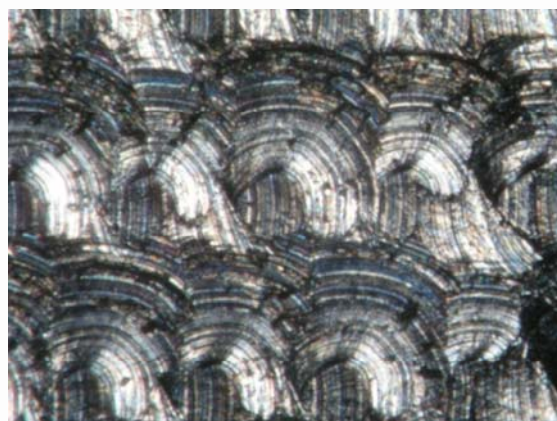
Dept. of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Assoc. Prof. Aristomenis Antoniadis

Χρήστος Μουστεράκης

μεγέθυνση 16x



μεγέθυνση 90x



2009

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
ΣΕ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Φωτογραφίες του δοκιμίου με μικροσκόπιο

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



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

Χρήστος Μουστεράκης



Δυναμόμετρο KISTLER 9257BA & μονάδα ελέγχου KISTLER 5233A1

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



Δυναμομέτρησεις

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

UP - 0.4 - 0.4 - 0.6 - 42
Page 1 of 1
Printed on 18. June 2009 at 12:13

Measuring File

Path: C:\Documents and Settings\DM\ Desktop\Ball end milling-f20\42.dwd
Cycle: 1 of 1
Date: Friday, 08 May, 2009 16: 30: 36
Size: 2 446 840 Bytes

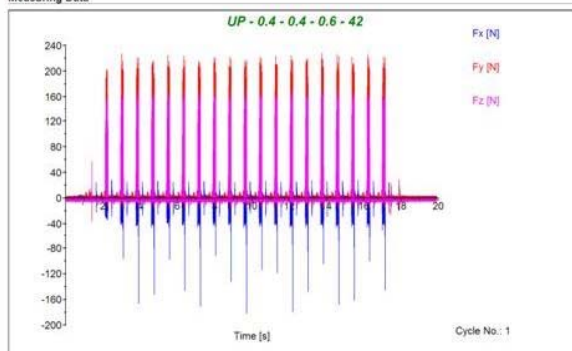
Documentation

Remark: range II : 500N range II : 1kN

Material: CK 60
Tool: D20 - ball end

vc = 45 m/min
n = 5064 rpm
f = 0.6 mm/rev
vf = 3038 mm/min
ap = 0.4 mm
ae = 0.4 mm

Measuring Data



UP - 0.4 - 0.4 - 0.6 - 42

Page 1 of 1

Printed on 18. June 2009 at 12:15

Measuring File

Path: C:\Documents and Settings\DM\ Desktop\Ball end milling-f20\42.dwd
Cycle: 1 of 1
Date: Friday, 08 May, 2009 16: 30: 36
Size: 2 446 840 Bytes

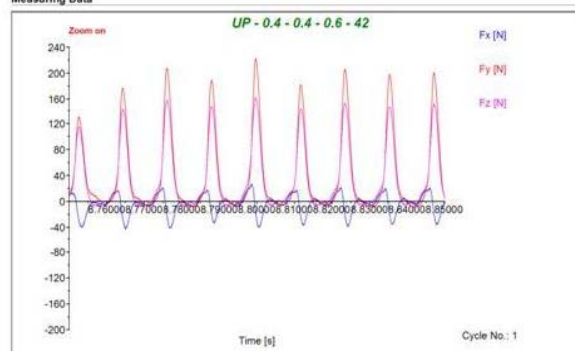
Documentation

Remark: range II : 500N range II : 1kN

Material: CK 60
Tool: D20 - ball end

vc = 45 m/min
n = 5064 rpm
f = 0.6 mm/rev
vf = 3038 mm/min
ap = 0.4 mm
ae = 0.4 mm

Measuring Data

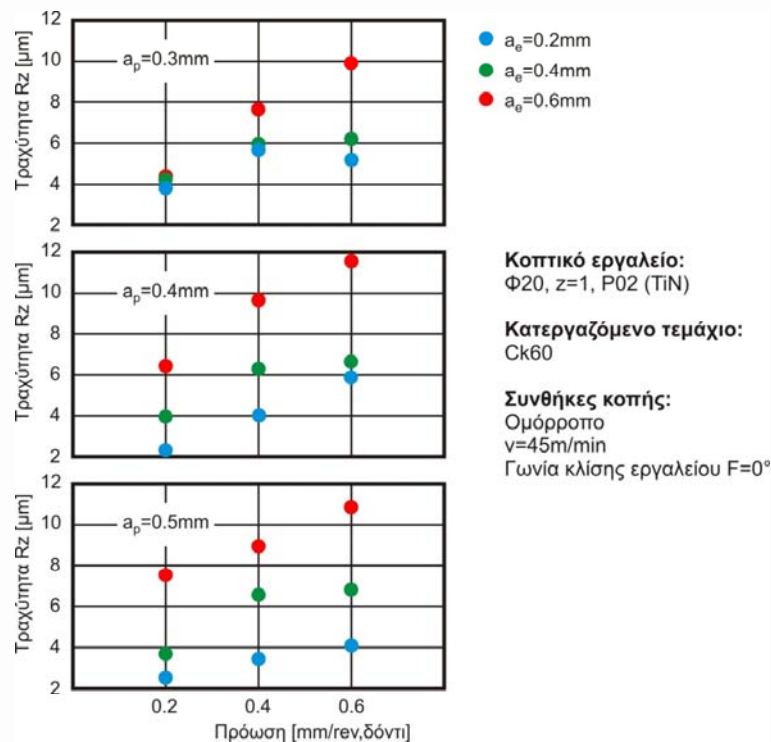




Επίδραση της πρόωσης κοπής fz

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

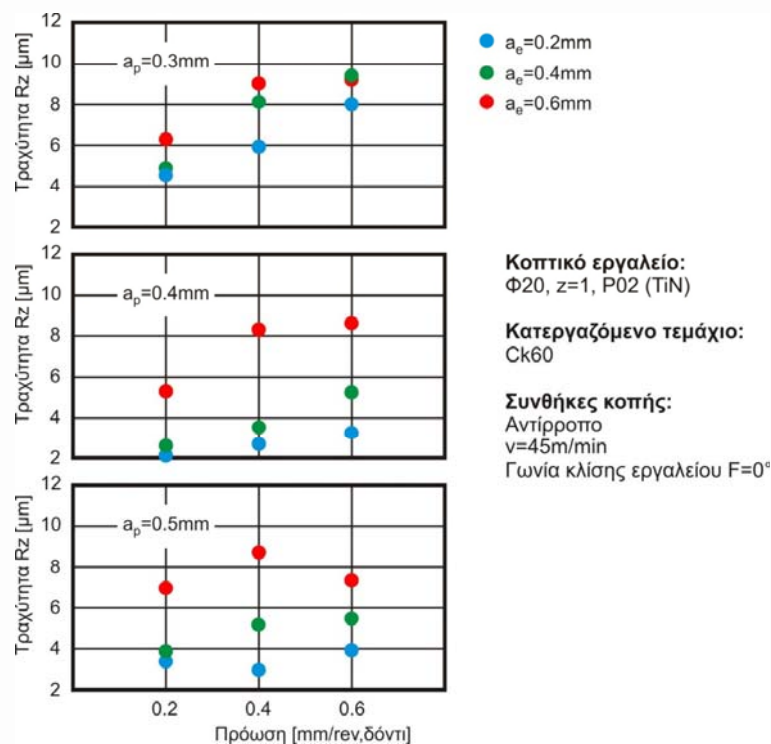
Χρήστος Μουστεράκης

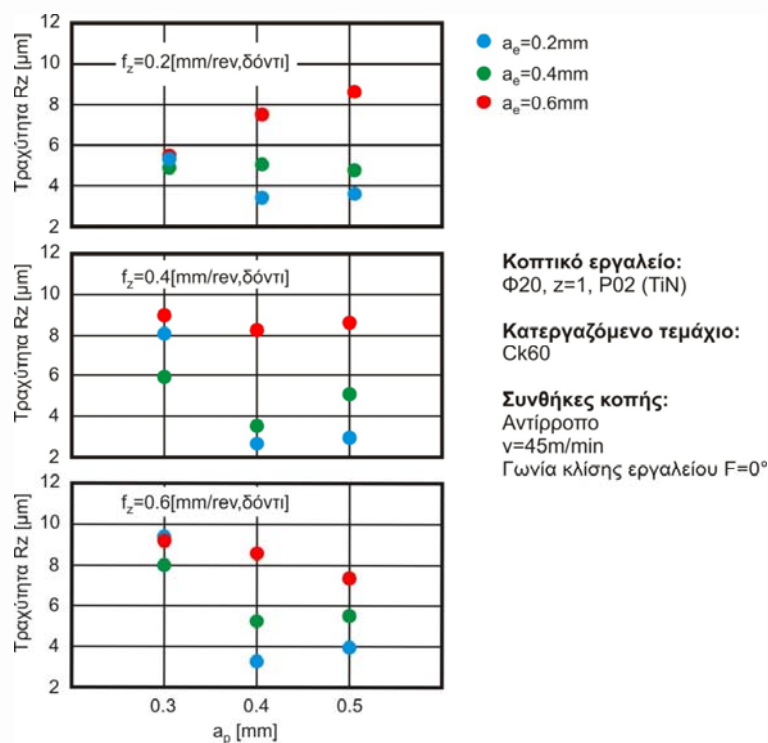
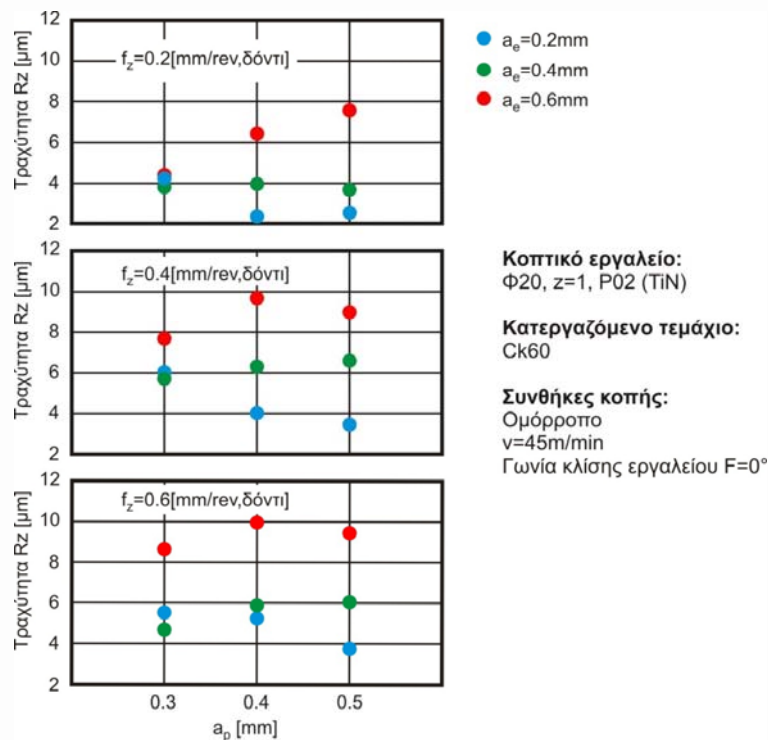


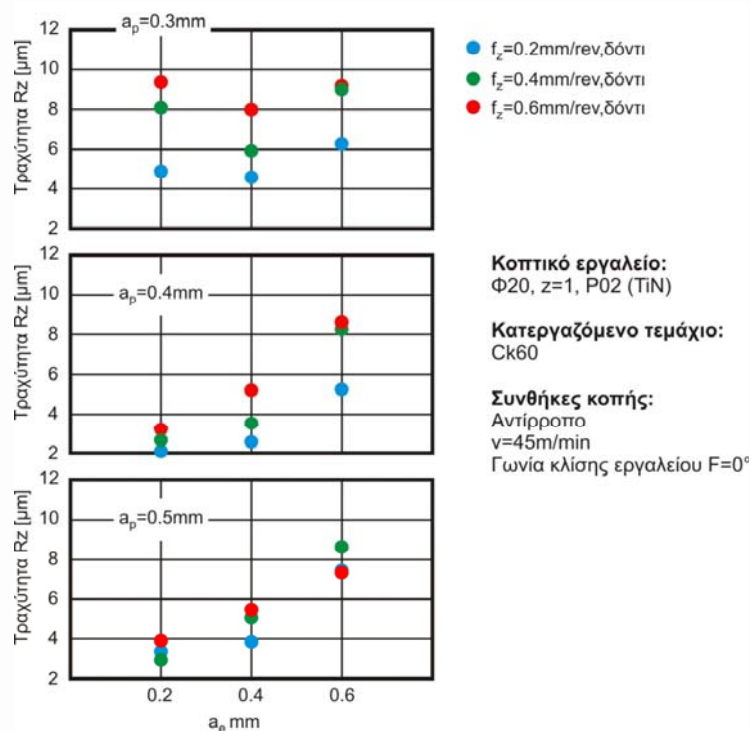
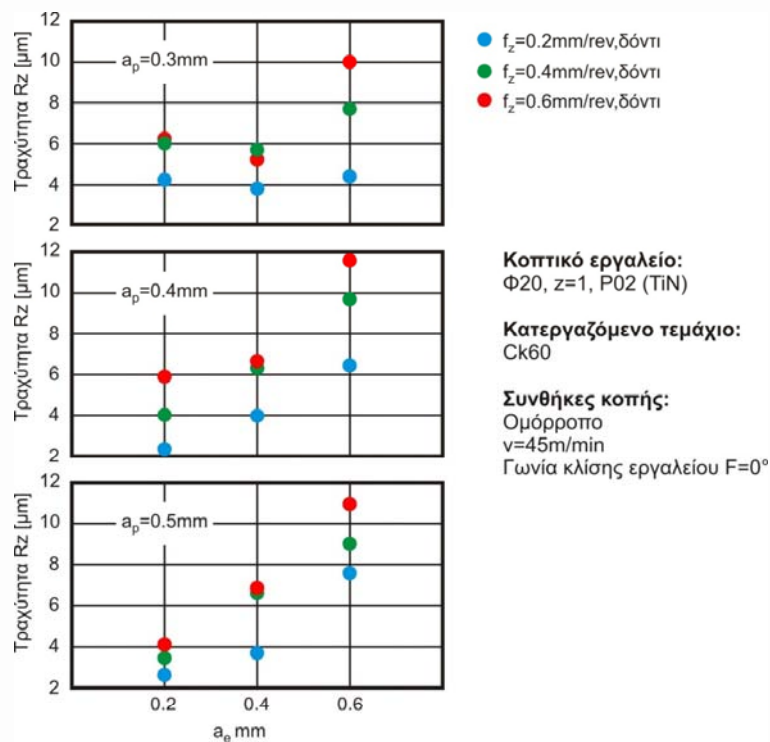
Επίδραση της πρόωσης κοπής fz

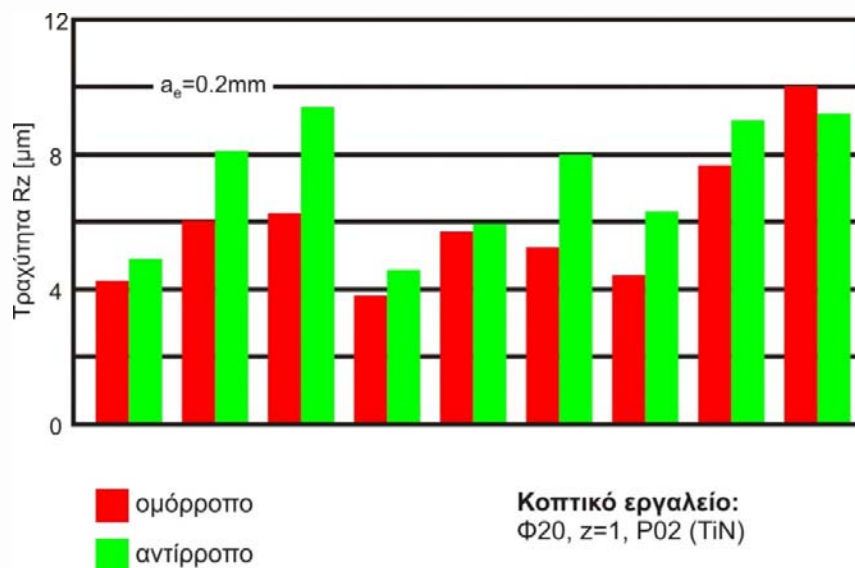
<http://www.m3.tuc.gr>

Χρήστος Μουστεράκης









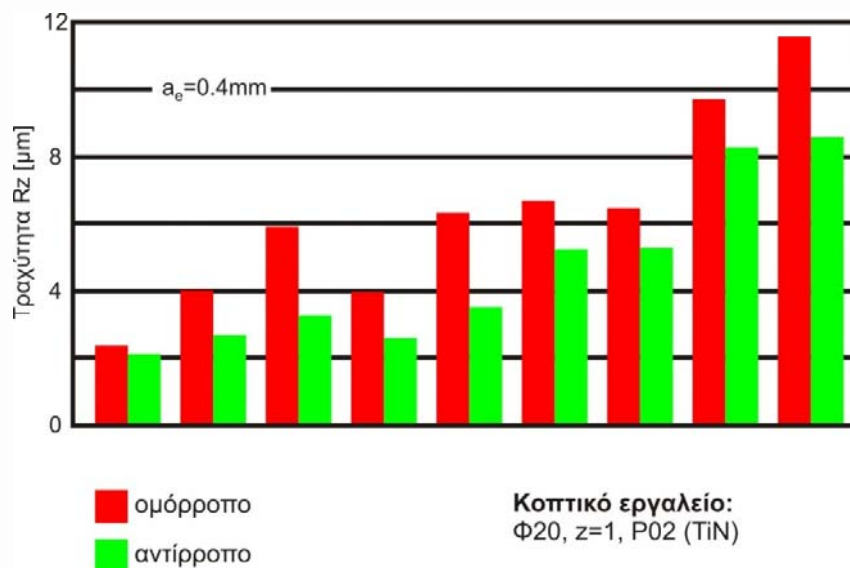
Επίδραση της στρατηγικής της κοπής (ομόρροπο – αντίρροπο) με $a_e=0.2$

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



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

Χρήστος Μουστεράκης



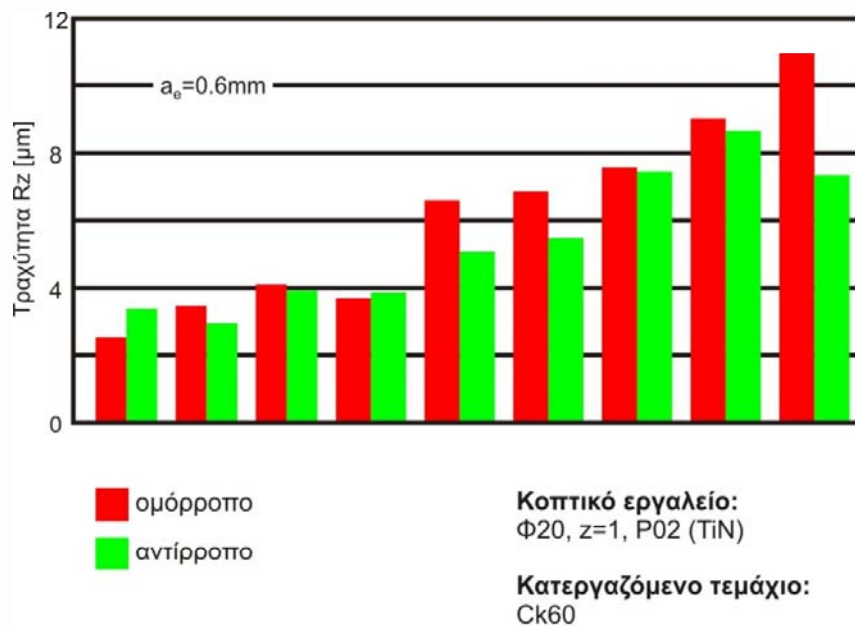
Επίδραση της στρατηγικής της κοπής (ομόρροπο – αντίρροπο) με $a_e=0.4$

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



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

Χρήστος Μουστεράκης



Επίδραση της στρατηγικής της κοπής (ομόρροπο – αντίρροπο) με $a_e=0.6$

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



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

Χρήστος Μουστεράκης

1. Με αύξηση της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου f_z παρατηρείται ότι σχηματίζονται αναλογικά λιγότερες τροχιές στην επιφάνεια του τεμαχίου με ταυτόχρονη αύξηση της επιφανειακής τραχύτητας Rz.
2. Η αύξηση του αξονικού βάθους κοπής (a_p) παρατηρούμε ότι δεν επηρεάζει σημαντικά την τραχύτητα της κατεργασμένης επιφάνειας.
3. Η μείωση της ακτινικής μετατόπισης του κοπτικού εργαλείου (a_e) βελτιώνει την ποιότητα της επιφάνειας με ελάττωση της τραχύτητας Rz.
4. Το αντίρροπο φραιζάρισμα έχει καλύτερα αποτελέσματα από το ομόρροπο. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το μηχανισμό σχηματισμού του αποβλίπτου. Στο αντίρροπο φραιζάρισμα υπάρχει δυσκολία στην εισχώρηση του κοπτικού στο υλικό με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μικροταλαντώσεις οι οποίες επηρεάζουν δυσμενώς την τραχύτητα. Πολύ συνηθισμένο, όμως, είναι και το γεγονός, το αντίρροπο φραιζάρισμα να είναι καλύτερο από το ομόρροπο. Αυτό έχει να κάνει με το γεγονός ότι η ψευδόκοψη η οποία έχει επικαθίσει σε μια κοπή να απομακρύνεται στην επόμενη.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ !



Συμπεράσματα

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



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

Χρήστος Μουστεράκης