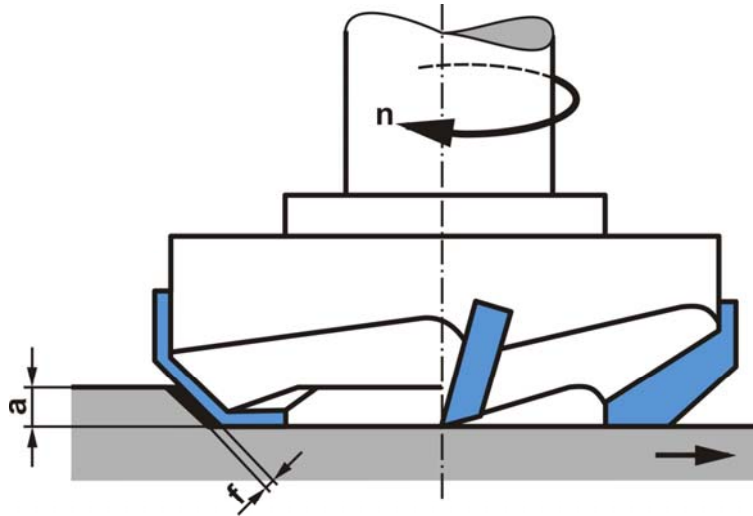
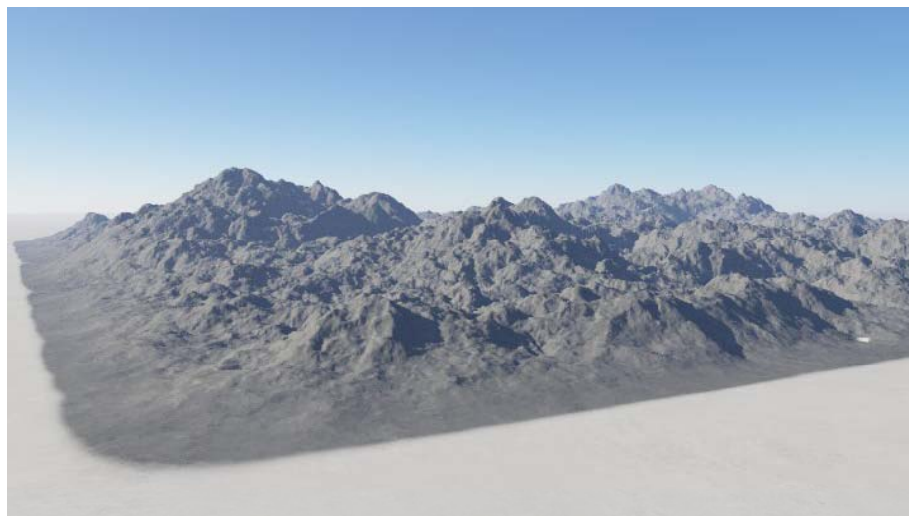


ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΤΟ ΜΕΤΩΠΙΚΟ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ

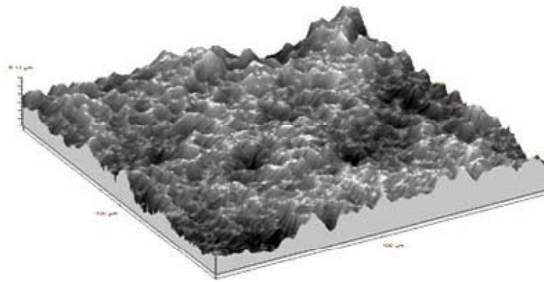


Η **ποιότητα**, όπως ορίζεται από το διεθνές πρότυπο ISO 8402(1986), είναι το σύνολο των ιδιοτήτων ενός προϊόντος, διαδικασίας ή υπηρεσίας που καθορίζουν την ικανότητα ανταπόκρισης σε δηλωμένες ή εννοούμενες ανάγκες



Η **τραχύτητα** είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο να καθορίσει πως ένα πραγματικό εξάρτημα θα αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον του.

- Οι επιφάνειες, λόγω της τραχύτητας, συνήθως φθείρονται πιο γρήγορα γιατί έχουν μεγάλο συντελεστή τριβής.
- Οι αποκλείσεις από την πραγματική επιφάνεια, είναι δυνατόν να δημιουργήσουν κρατήρες, με μεγάλη πιθανότητα να εξελιχθούν σε ρωγμές και τέλος αστοχία!



Τραχύτητα

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

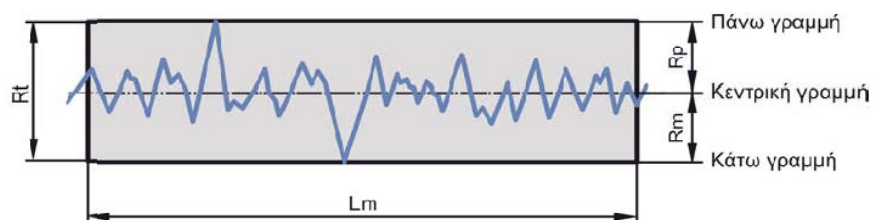


Dept. of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Assoc. Prof. Aristomenis Antoniadis

Χριστόφορος Χριστοφή

Η **τραχύτητα** της τελικής επιφάνειας επηρεάζεται από τις προεπιλεγμένες συνθήκες κοπής:

- Είδος λιπαντικού
- Κατεργαζόμενο υλικό
- Υλικό & γεωμετρία κοπτικού εργαλείου
- Συνθήκες κατεργασίας
- Αστάθητοι παράγοντες οι οποίοι δεν είναι εφικτό να ελεγχθούν όπως οι ταλαντώσεις και η ακρίβεια της εργαλειομηχανής



Ανάγκη για βελτιστοποίηση των συνθηκών κατεργασίας

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή

Σύμφωνα με τον Βενάρδο οι μελέτες για προσομοίωση της τραχύτητας κατηγοριοποιούνται σε:

- Προσεγγίσεις οι οποίες βασίστηκαν στη θεωρία της κατεργασίας για να αναπτυχθούν αναλυτικά μοντέλα και/ή αλγόριθμοι που να αναπαριστούν την κατεργασμένη επιφάνεια.
- Προσεγγίσεις οι οποίες εξετάζουν την επίδραση διαφόρων παραγόντων μέσω της πραγματοποίησης πειραμάτων και ανάλυσης των εξαγόμενων αποτελεσμάτων.
- Προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν ειδικά σχεδιασμένα πειράματα.
- Προσεγγίσεις με χρήση μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης.

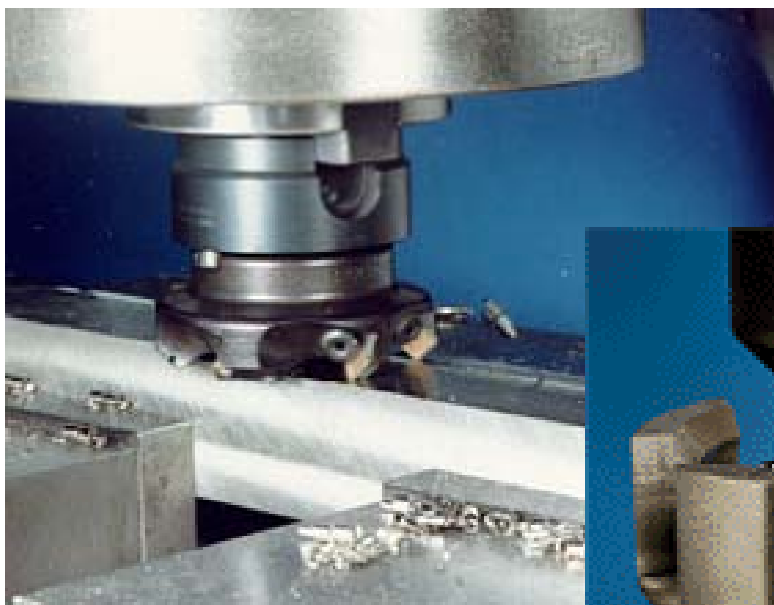


Οι μελέτες για βελτιστοποίηση της παραγωγής, σε κατεργασία μετωπικού φραιζαρίσματος διαχωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- Βελτιστοποίηση του κόστους, πχ:
 1. Επιλογή βέλτιστων συνθηκών σε κατεργασία μετωπικού φραιζαρίσματος, με πολλαπλά περάσματα, χρησιμοποιώντας γενετικό αλγόριθμο.
 2. Μελέτη της επίδρασης του αριθμού των κοπτικών ακμών, στην διάρκεια ζωής του κοπτικού, σε κατεργασία μετωπικού φραιζαρίσματος κ.α...
- Αύξηση της ποιότητας, πχ:
 1. Σχεδιασμός και ανάλυση ενός κοπτικού φραιζαρίσματος με βελτιωμένα δυναμικά χαρακτηριστικά.
 2. Μελέτη της επίδρασης της σχετικής θέσης, ανάμεσα στο κοπτικό εργαλείο και τεμάχιο, στην τραχύτητα της επιφάνειας σε κατεργασία μετωπικού φραιζαρίσματος κ.α...



2010



ΜΕΤΩΠΙΚΟ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ

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

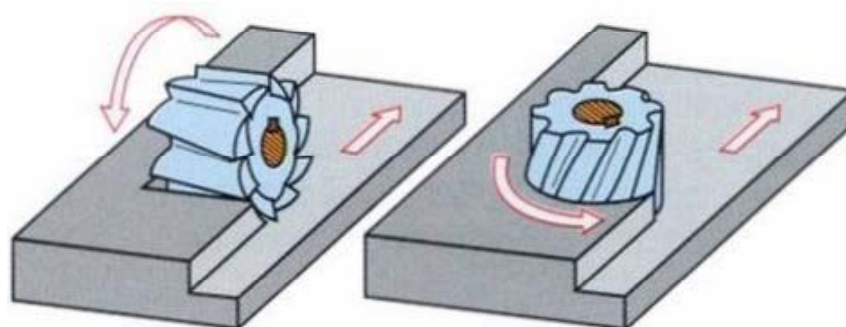
Dept. of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Assoc. Prof. Aristomenis Antoniadis

Χριστόφορος Χριστοφή

2010

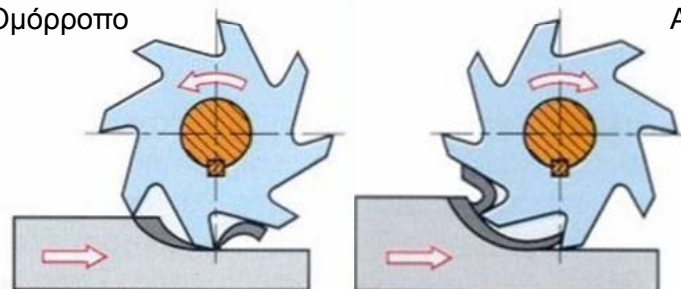
Περιφερικό ή Περιφερειακό

Μετωπικό



Ομόρροπο

Αντίρροπο



Είδη φραιζαρίσματος

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

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

Χριστόφορος Χριστοφή

Η κατεργασία **μετωπικού φραιζαρίσματος** χρησιμοποιείται ευρέως από τη βιομηχανία στις μέρες μας κυρίως σε κατεργασίες εκχόνδρισης και αποπεράτωσης επίπεδων επιφανειών

Τα πλεονεκτήματα του μετωπικού φραιζαρίσματος συγκεντρωτικά είναι:

- Εξοικονομείται ενέργεια αυξάνοντας παράλληλα την παραγωγικότητα.
- Επιτυγχάνεται μέχρι και 50% περισσότερη διάρκεια ζωής του κοπτικού.
- Η αλλαγή των κοπτικών πλακιδίων είναι πολύ απλή. Ο ένας και μόνο κοχλίας επιτρέπει γρήγορη και ακριβή αλλαγή του κοπτικού πλακιδίου.
- Κατάλληλο για κατεργασίες με μεγάλη ταχύτητα και πρόωση.



Εφαρμογές/πλεονεκτήματα μετωπικού φραιζαρίσματος

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή

Haas Mini Mill



Μονάδα ελέγχου



Πληκτρολόγιο



Εξοπλισμός πειραμάτων

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή

**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

Πρόωση κοπτικού εργαλείου

- Ταχεία πρόωση 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

**Χαρακτηριστικά εργαλειομηχανής**

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή



Εξοπλισμένο με 4 αισθητήρες των τριών συντεταγμένων

Ανθεκτικό στη διάβρωση

Υδατοστεγές

Η πάνω πλάκα έχει ένα θερμικά μονωμένο στρώμα

Υπάρχει δυνατότητα να επιλεγούν 4 τάξεις δυνάμεων σε δυο ομάδες

Εύρος μετρήσεων:

- X, Y 0-5KN
- Z 0-10KN

**Δυναμόμετρο KISTLER 9257BA & μονάδα ελέγχου KISTLER 5233A1**

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή



Μετρούμενα μεγέθη τραχύτητας:

- ISO/DIN: Ra, Rz (DIN), Rmax, R3z, Rt, Rq (RMS), Rk, Rpk, Rvk, MR1, MR2, Ppc, Rmr
- JIS: Ra, Rz
- ISO 12085: R, AR, Rx

Εύρος μετρήσεων:

Ra, Rq 0.1 - 19.99 μm
Rz, R3z, Rmax, Rt, R, AR, Rx 0.1 - 199.9 μm



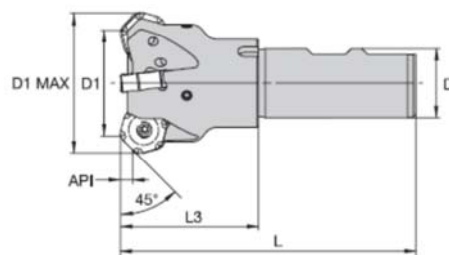
Όργανο τραχυμέτρησης DIAVITE COMPACT VHF

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή



D1	Αριθμός καταλόγου	Z	D	D1.max	L3	L	Ap1.max	kg	MAX rpm	Nm
40	KSHR40D03R50B25SHN09	3	25	51	50	107	4.5	0.5	15800	3



Κοπτικό εργαλείο Dodeka D40

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή



Περιγραφή πειραματικής διαδικασίας

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


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

Χριστόφορος Χριστοφή



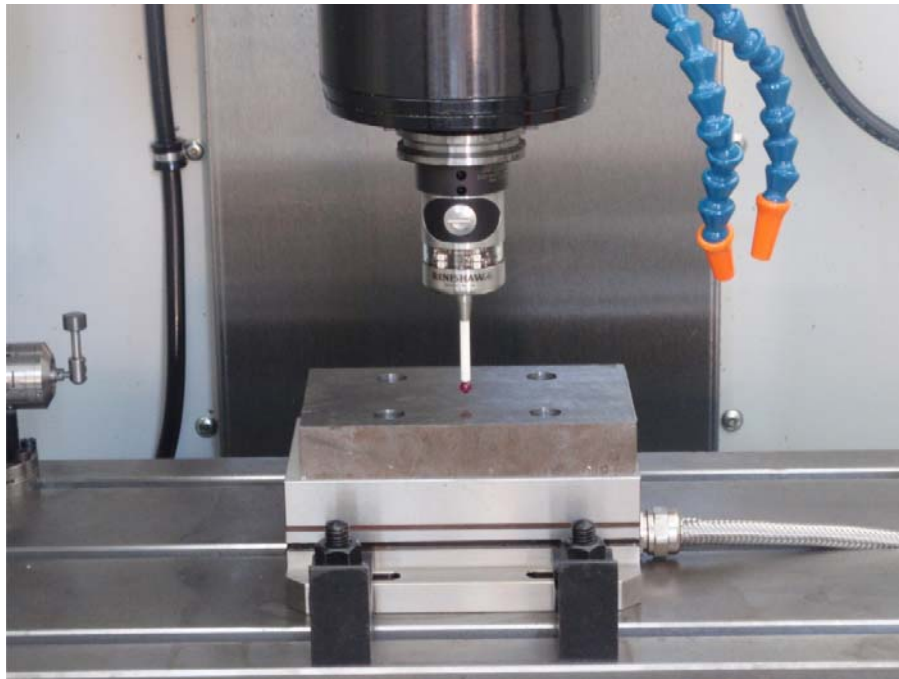
Άνοιγμα οπών για στήριξη στο δυναμόμετρο

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


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

Χριστόφορος Χριστοφή

2010



Μηδενισμός του δοκιμίου

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


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

Χριστόφορος Χριστοφή

2010



S=500rpm
F=15mm/min



Εκχόνδριση δοκιμίου με μετωπικό φραιζάρισμα

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


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

Χριστόφορος Χριστοφή



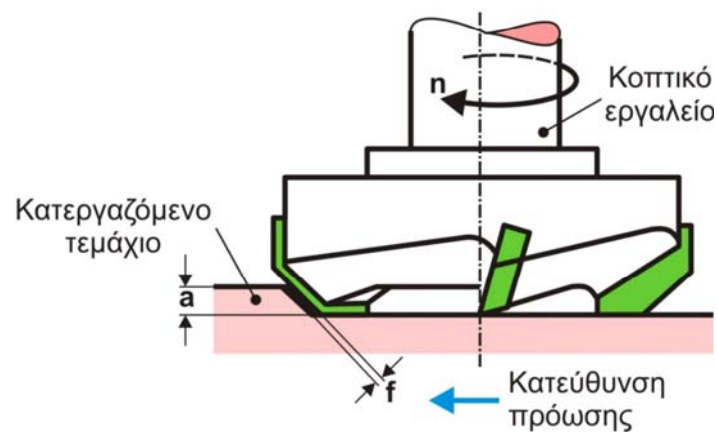
Πραγματοποίηση πειράματος με μνέλα της KENNAMETAL της σειράς DODEKA

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή



Ταχύτητα κοπής $V_c=120\text{m/min}$

Πρόωση ανά δόντι $f_z=0,4$ $f_z=0,6$ $f_z=0,8$ $f_z=1$ (mm/δόντι)

Αξονικό βάθος κοπής $a_z=0,5\text{mm}$

Αντίρροπο



Συνθήκες κοπής 12 πειραμάτων

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή

1^ο σετ πειραμάτων

A/A	Τεμ.	n	SP(rpm)	FD(mm/min)	Vc(m/min)	fz(mm/δόντι)
1	A1	1	955	955	120	1
2	A2	1	955	764	120	0.8
3	A3	1	955	573	120	0.6
4	A4	1	955	382	120	0.4
5	B1	3	955	2865	120	1
6	B2	3	955	2292	120	0.8
7	B3	3	955	1719	120	0.6
8	B4	3	955	1146	120	0.4

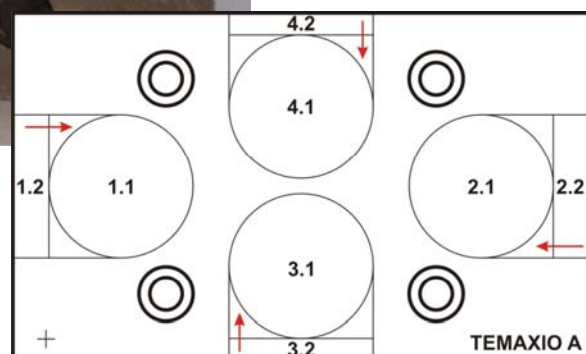
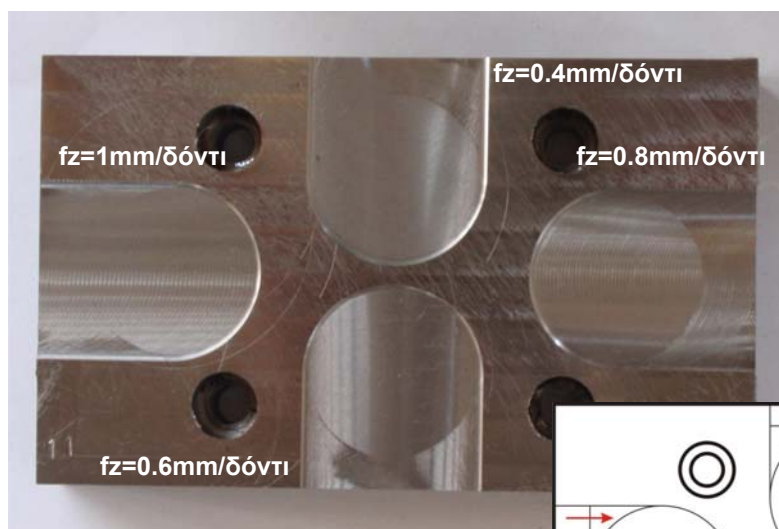


Συνθήκες κοπής των 8 πρώτων πειραμάτων

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

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

Χριστόφορος Χριστοφή

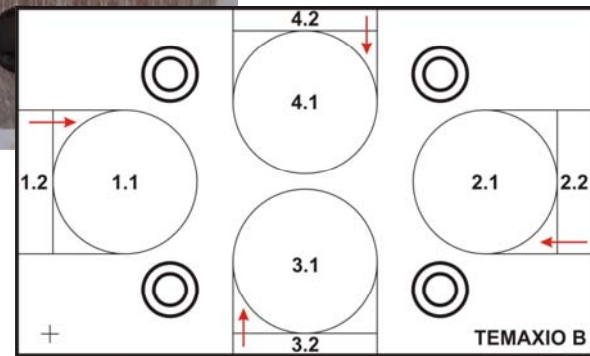
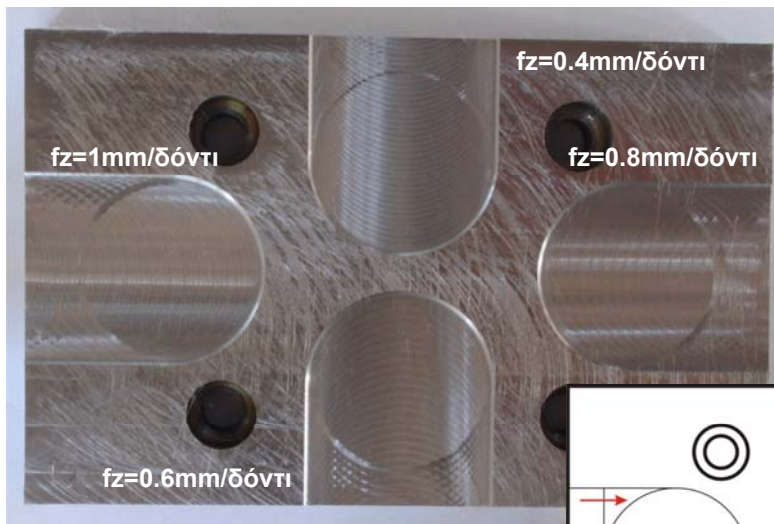


Τελική μορφή δοκιμίου Α με περιοχές διαφορετικών συνθηκών

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

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

Χριστόφορος Χριστοφή



Τελική μορφή δοκιμίου Β με περιοχές διαφορετικών συνθηκών

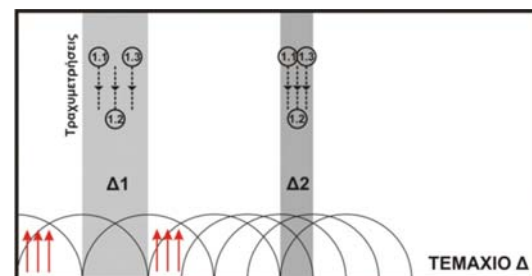
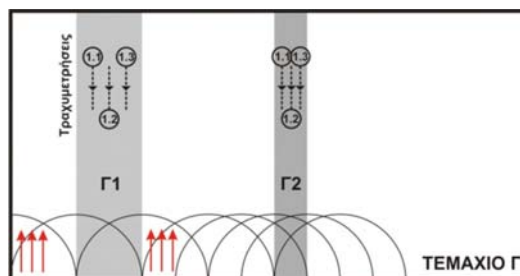
<http://www.m3.tuc.gr>

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

Χριστόφορος Χριστοφή

2^ο σετ πειραμάτων

A/A	Τεμ.	$a_{xy}(mm)$	SP(rpm)	FD(mm/min)	Vc(m/min)	fz(mm/δόντι)
1	Γ1	20	955	2865	120	1
2	Γ2	10	955	2865	120	1
3	Δ1	20	955	1719	120	0.6
4	Δ2	10	955	1719	120	0.6



Συνθήκες κοπής των 4 τελευταίων πειραμάτων

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

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

Χριστόφορος Χριστοφή

2010



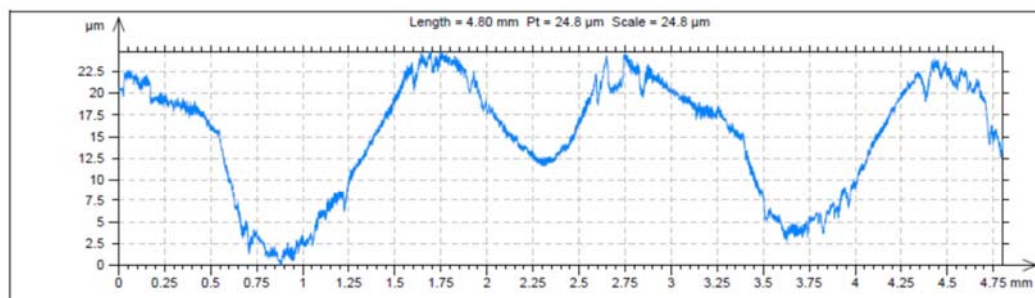
Τραχυμέτρηση δοκιμίων

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

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

Χριστόφορος Χριστοφή

2010

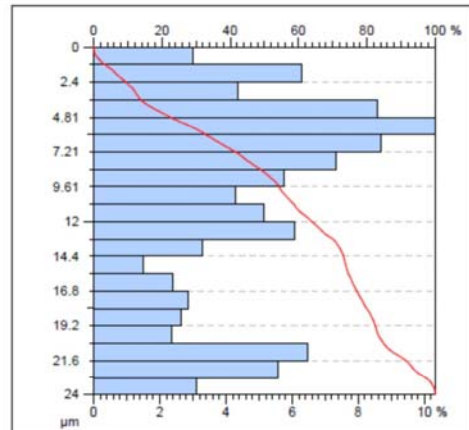


**Parameters calculated on the profile
Compact_profile8 > Levelled with the Minimum
Zone (24 μm)**

* Parameters calculated by mean of the first 5
sampling lengths.
* A microroughness filtering is used, with a ratio of
2.5 μm.

Roughness Parameters, Gaussian filter, 0.250 mm

Ra = 0.425 μm
Rz = 2.92 μm
Rt = 5.44 μm
Rmax = 3.58 μm
R3z = 2.52 μm
Rq = 0.568 μm

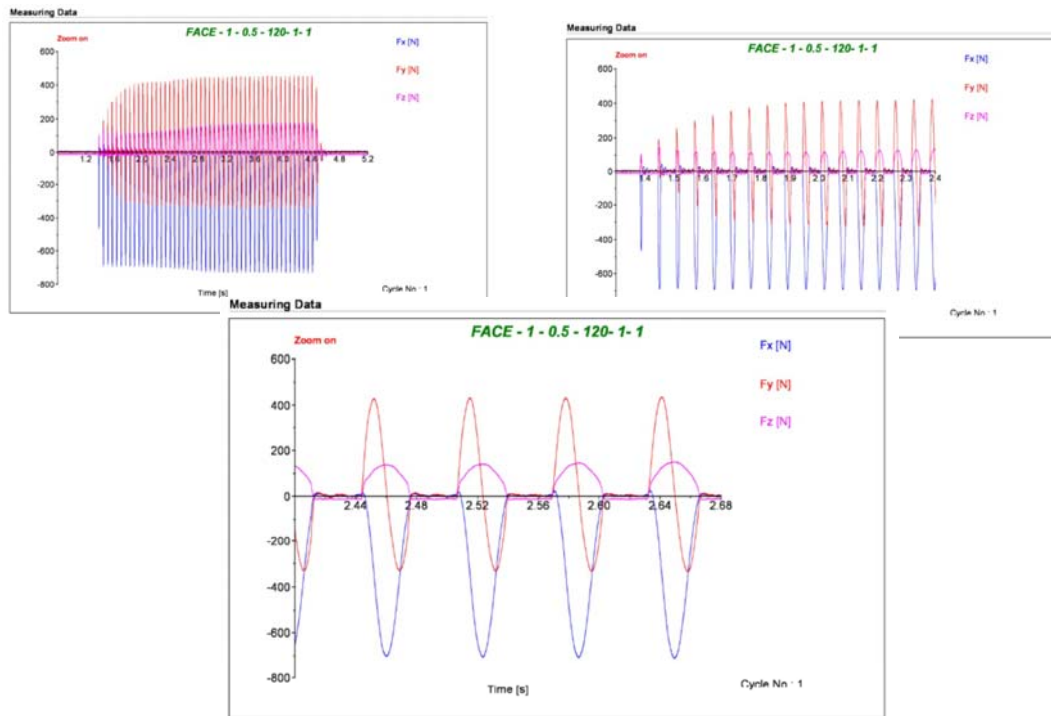


Τραχυμέτρηση

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

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

Χριστόφορος Χριστοφή



Δυναμομέτρηση

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


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

Χριστόφορος Χριστοφή



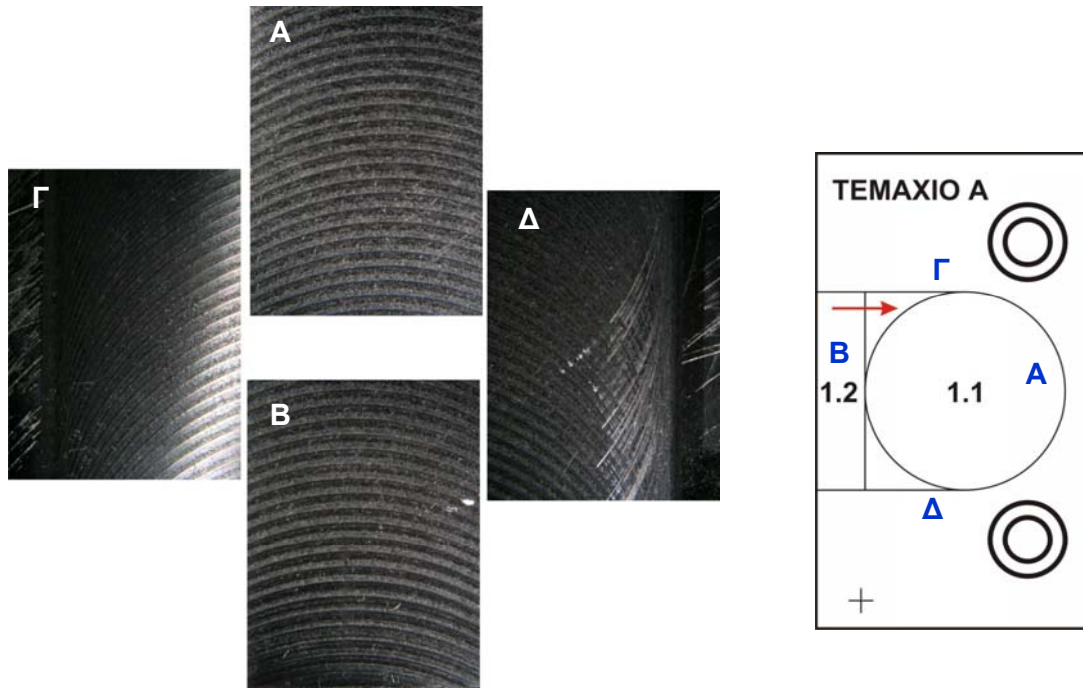
Φωτογράφιση δοκιμίου με στερεοσκόπιο

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


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

Χριστόφορος Χριστοφή

2010



$fz=1$ (mm/δόντι) , $a_z=0,5$ mm, $n=1$, αντίρροπο, απόσταση χαραγών 1mm



Φωτογραφίες δοκιμίου με μικροσκόπιο

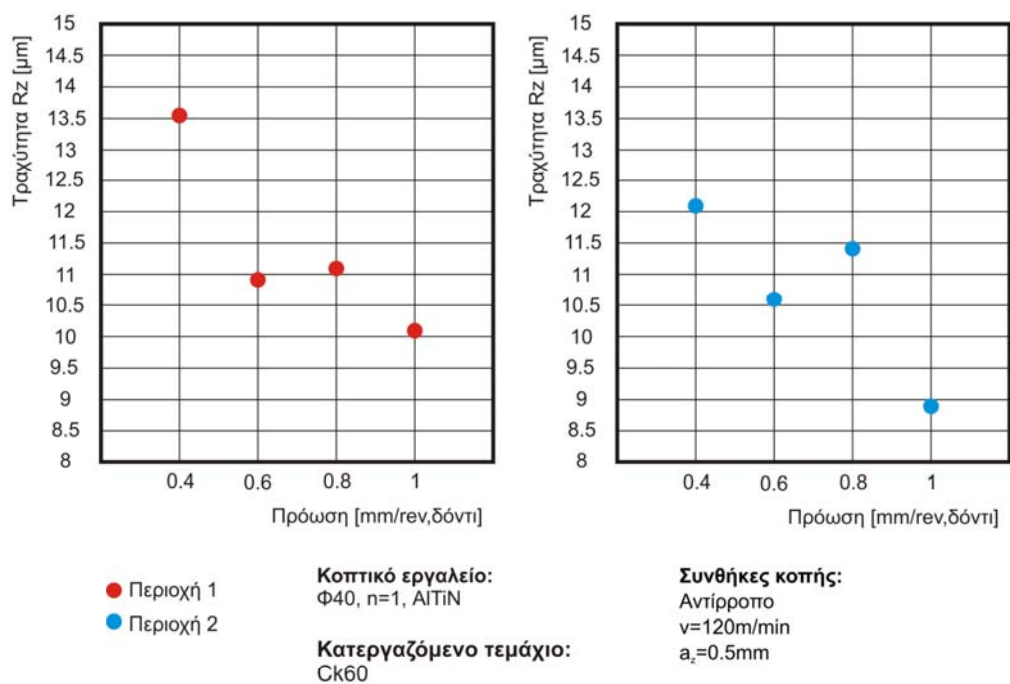
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Χριστόφορος Χριστοφή

2010



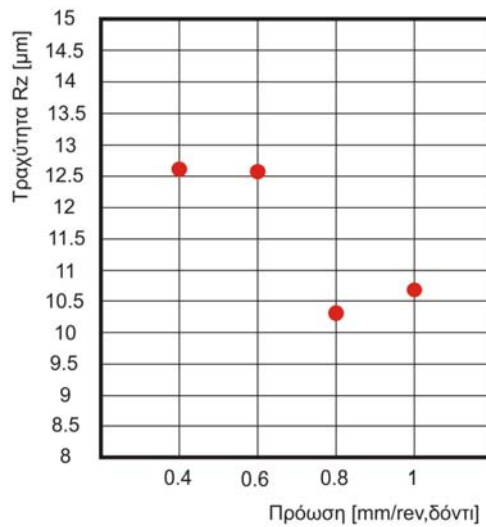
Επίδραση της πρόωσης fz , στην τραχύτητα της επιφάνειας, $n=1$

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



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

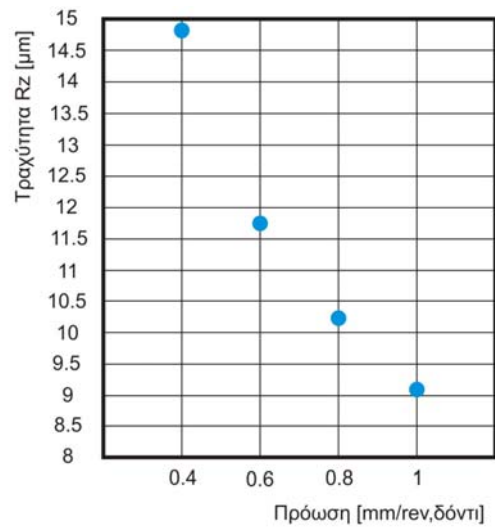
Χριστόφορος Χριστοφή



● Περιοχή 1
● Περιοχή 2

Κοπτικό εργαλείο:
Φ40, n=3, AlTiN

Κατεργαζόμενο τεμάχιο:
Ck60



Συνθήκες κοπής:
Αντίρροπο
 $v=120\text{m/min}$
 $a_z=0.5\text{mm}$



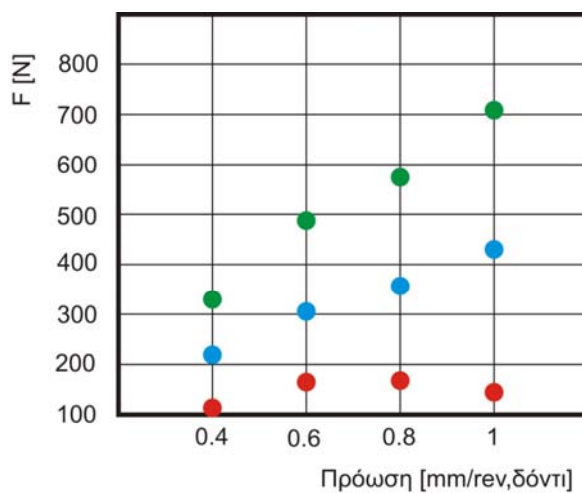
Επίδραση της πρόωσης fz, στην τραχύτητα της επιφάνειας, n=3

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή



● X
● Y
● Z

Κοπτικό εργαλείο:
Φ40, n=1, AlTiN

Κατεργαζόμενο τεμάχιο:
Ck60

Συνθήκες κοπής:
Αντίρροπο
 $v=120\text{m/min}$
 $a_z=0.5\text{mm}$



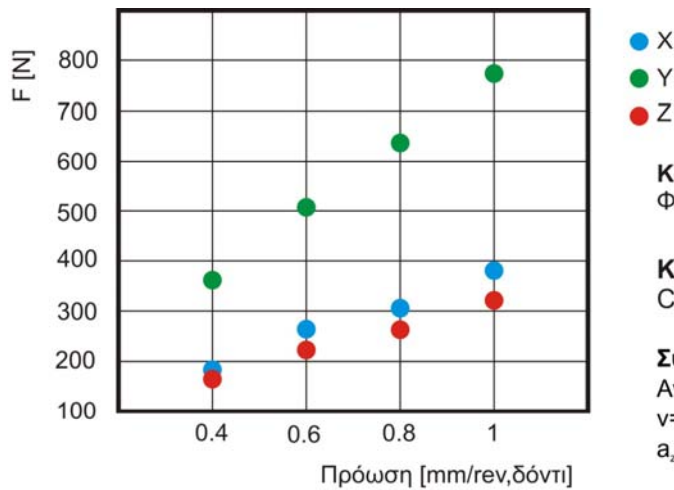
Επίδραση της πρόωσης fz στις δυνάμεις κοπής, δοκίμιο A

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



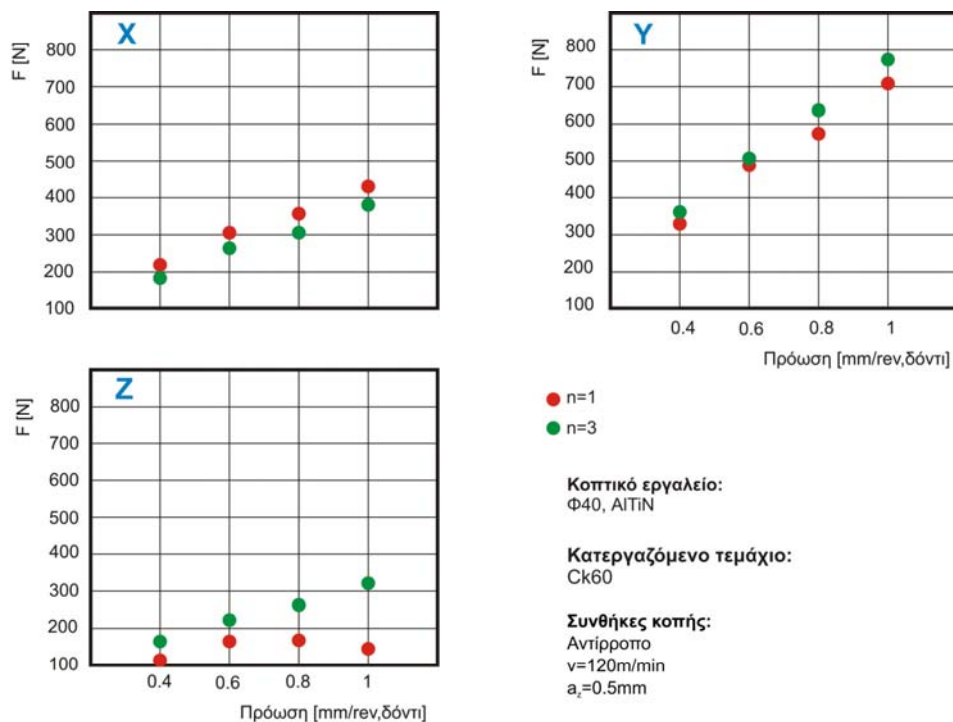
Dept. of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Assoc. Prof. Aristomenis Antoniadis

Χριστόφορος Χριστοφή

Επίδραση της πρόωσης f_z στις δυνάμεις κοπής, δοκίμιο Β
<http://www.m3.tuc.gr>

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

Χριστόφορος Χριστοφή



Επίδραση του αριθμού των κοπτικών ακμών στις δυνάμεις κοπής

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

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

Χριστόφορος Χριστοφή



Κοπτικό εργαλείο:
Φ40, $n=3$, AlTiN

Κατεργαζόμενο τεμάχιο:
Ck60

Συνθήκες κοπής:
Αντίρροπο
 $v=120m/min$
 $a_z=0.5mm$
 $f_z=1mm/rev$, δόντι



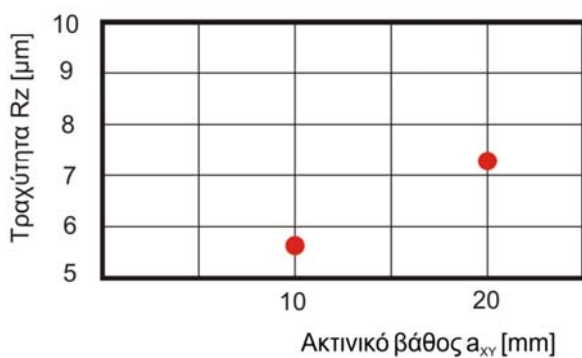
Επίδραση του ακτινικού βάθους κοπής a_{xy} , δοκίμιο Α

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή



Κοπτικό εργαλείο:
Φ40, $n=3$, AlTiN

Κατεργαζόμενο τεμάχιο:
St 52-3

Συνθήκες κοπής:
Αντίρροπο
 $v=120m/min$
 $a_z=0.5mm$
 $f_z=0.6mm/rev$, δόντι



Επίδραση του ακτινικού βάθους κοπής a_{xy} , δοκίμιο Β

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή

1. Με αύξηση της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου f_z παρατηρείται ότι σχηματίζονται αναλογικά λιγότερες τροχιές στην επιφάνεια του τεμαχίου με ταυτόχρονη μείωση της επιφανειακής τραχύτητας R_z .
2. Με αύξηση της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου f_z παρατηρείται αύξηση των δυνάμεων κοπής σε όλους τους άξονες.
3. Η αύξηση των κοπτικών ακμών επιφέρει πιο μεγάλες δυνάμεις στη διεύθυνση των αξόνων Y και Z , ενώ μειώνονται στον X .
4. Η μείωση της ακτινικής μετατόπισης του κοπτικού εργαλείου (a_{xy}) δεν επηρεάζει σημαντικά την τραχύτητα της κατεργασμένης επιφάνειας στον χάλυβα Ck-60, ενώ στο υλικό από χάλυβα St 52-3 παρατηρήθηκε ότι βελτιώνει την ποιότητα της επιφάνειας με ταυτόχρονη μείωση της τραχύτητας R_z .

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ !



Συμπεράσματα

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



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

Χριστόφορος Χριστοφή