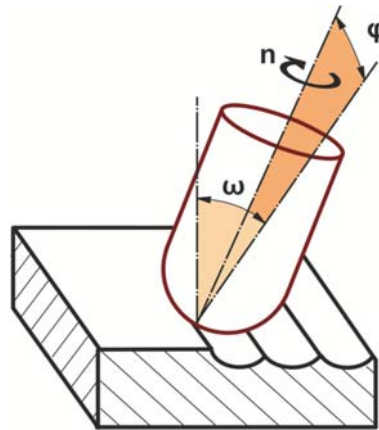


ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΣΑ
ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ AL7075-T6

Dept. of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Brotzakis Konstantinos
Spyridakis Stylianos



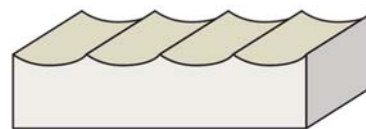
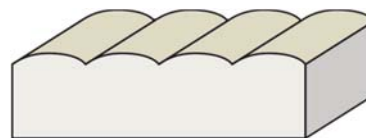
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

- ✗ Τραχύτητα
- ✗ Σχεδιασμός πειραμάτων
- ✗ Φραιζάρισμα
- ✗ Πειραματικός Εξοπλισμός
- ✗ Στρατηγικές Φραιζαρίσματος
- ✗ Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα
- ✗ Συμπεράσματα



Δομή παρουσίασης

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



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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

Οι ιδιότητες της επιφάνειας αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα της τελικής ποιότητας των προϊόντων, επειδή επηρεάζουν χαρακτηριστικά όπως είναι:

- ✗ η διαστατική ακρίβεια,
- ✗ ο συντελεστής τριβής,
- ✗ η φθορά,
- ✗ η εμφάνιση
- ✗ το κόστος

Η τραχύτητα επιφάνειας συνήθως μετράται αφότου έχει γίνει η κατεργασία και χρησιμοποιείται ως δείκτης της ποιότητας του προϊόντος. Η καλής ποιότητας επιφάνεια είναι βασικό ζητούμενο που απαιτείται στο σχεδιασμό μηχανολογικών προϊόντων

Η ποιότητα της επιφάνειας που παράγεται από το φραιζάρισμα εξαρτάται από ποικίλες τεχνολογικές παραμέτρους, όπως:

- ✗ τις συνθήκες κοπής
- ✗ τις τεχνικές προδιαγραφές του κοπτικού εργαλείου
- ✗ τις ιδιότητες του υλικού του τεμαχίου κατεργασίας.



Τραχύτητα

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



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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

Η τραχύτητα επιφάνειας, συχνά αναφερόμενη εν συντομία ως **τραχύτητα**, αποτελεί ένα μέτρο της υψής μιας επιφάνειας. Ως τραχύτητα ορίζεται το μέτρο των κάθετων αποκλίσεων της πραγματικής επιφάνειας από την ιδανική μορφή επιφάνειας.

Οι παράγοντες, που επηρεάζουν την τραχύτητα μιας κατεργασμένης επιφάνειας είναι οι ακόλουθοι:

- ✗ Η κινηματική της κατεργασίας (σχετική κίνηση εργαλείου – τεμαχίου).
- ✗ Το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου.
- ✗ Η γεωμετρική μορφή του κοπτικού εργαλείου, η τραχύτητα των κοπτικών επιφανειών του και η φθορά του.
- ✗ Οι συνθήκες κατεργασίας (τραχύτητα κοπής, πρόωση, βάθος κοπής).
- ✗ Το υγρό κοπής, αν χρησιμοποιείται.
- ✗ Η κατάσταση της μηχανής, όσον αφορά την επιτυγχανόμενη ακρίβεια.
- ✗ Οι ταλαντώσεις του συστήματος (κατεργασία – εργαλειομηχανή – τεμάχιο, εργαλείο).



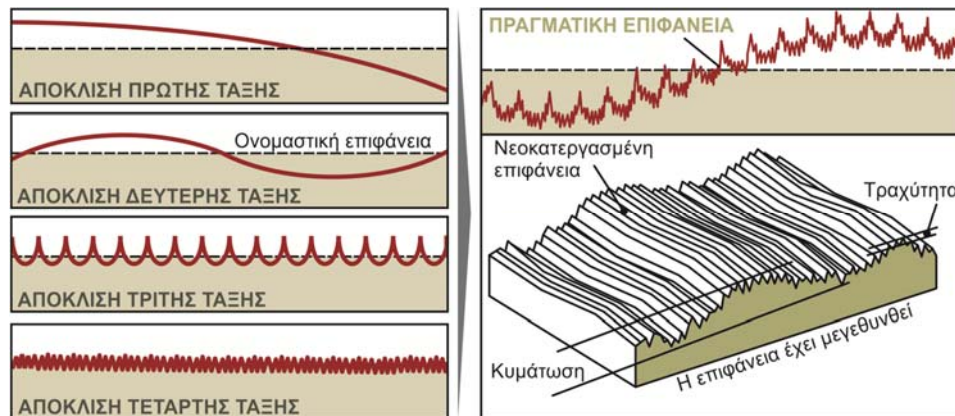
Παράγοντες που επηρεάζουν την τραχύτητα

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



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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης



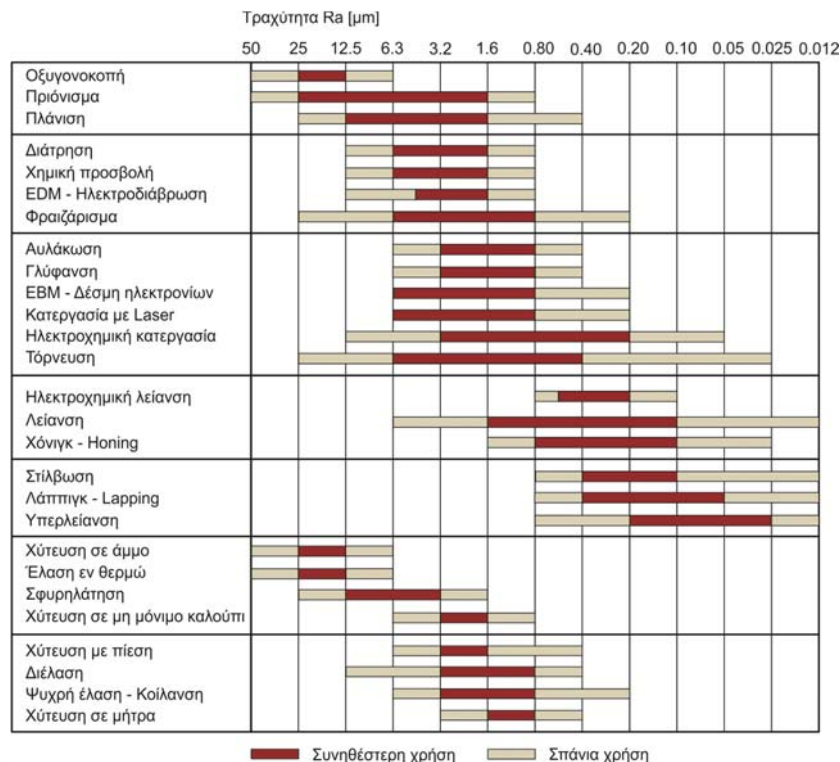
2012



Αποκλίσεις τραχύτητας

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

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

 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης


2012

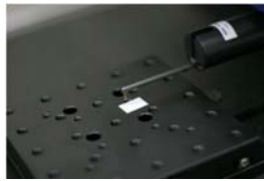
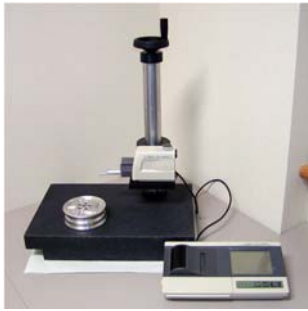


Εύρος τιμών τραχύτητας

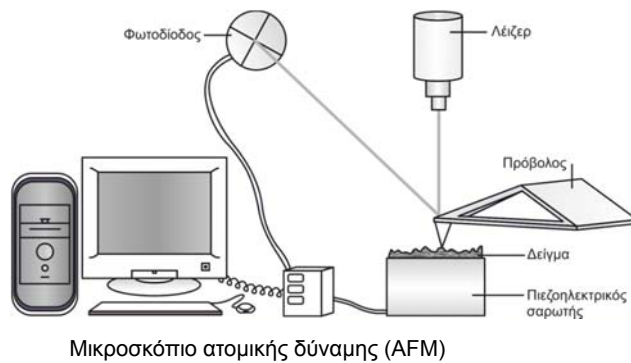
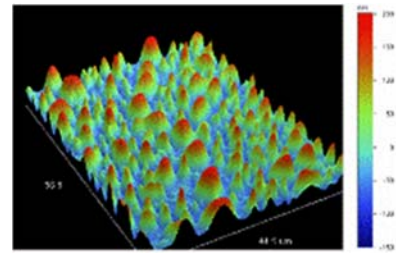
<http://www.m3.tuc.gr>

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

 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης



Τραχύμετρο στυλίσκου



Μικροσκόπιο ατομικής δύναμης (AFM)



Οπτικό προφιλόμετρο

2012

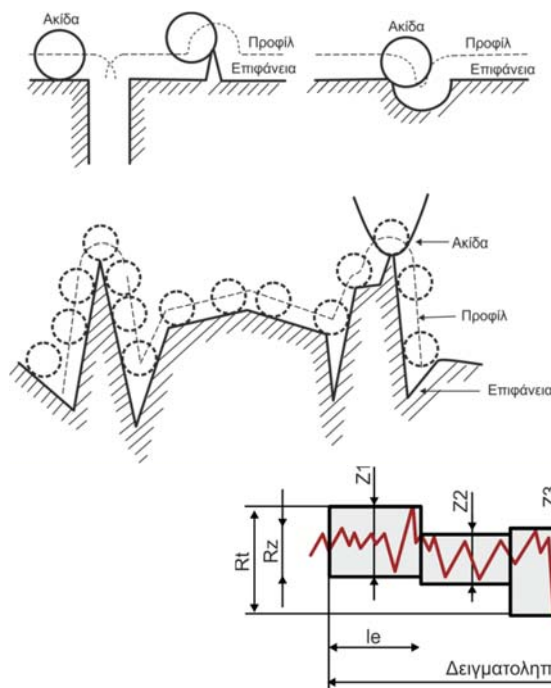


Όργανα μέτρησης τραχύτητας

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

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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης



2012



Επίδραση της καμπυλότητας της ακίδας

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

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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

2012

Παράμετρος	Ονομασία	Τύπος υπολογισμού
R_a	Μέσο αριθμητικό ύψος	$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i $
R_q	Μέση τετραγωνική ρίζα	$R_q = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2}$
R_z	Μέσο ύψος από κορυφή σε κοιλάδα	$R_{z(ISO)} = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n p_i - \sum_{i=1}^n v_i)$ $R_{z(DIN)} = \frac{1}{2n} (\sum_{i=1}^n p_i + \sum_{i=1}^n v_i)$
R_p	Μέγιστο ύψος κορυφής	$R_p = \max_i y_i$
R_v	Μέγιστο βάθος κοιλάδας	$R_v = \min_i y_i$
R_{pm}	Μέσο ύψος κορυφών	$R_{pm} = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n p_i)$
R_{vm}	Μέσο βάθος κοιλάδων	$R_{vm} = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n v_i)$
R_t/R_{max}	Μέγιστο ύψος του προφίλ	$R_t = R_p + R_v$
R_h	Μέγιστο ύψος από κορυφή σε κοιλάδα	$R_h = R_p + R_v$
R_{tm}	Μέσο μέγιστο ύψος από κορυφή σε κοιλάδα	$R_{tm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{ti}$
R_y	Μεγαλύτερο από κορυφή σε κοιλάδα ύψος	$R_y = \max_i R_{ti}$
R_{3y}	Τρίτου σημείου ύψος	$R_{3y} = \frac{1}{5} (\sum_{i=1}^5 R_{3yi})$
k	Παράγοντας στερεότητας προφίλ	$k = \frac{R_p}{R_{max}}$
R_{sk}	Ασυμμετρία	$R_{sk} = \frac{1}{R_q^3} \int_{-\infty}^{+\infty} y^3 p(y) dy$ $R_{sk} = \frac{1}{NR_q^3} (\sum_{i=1}^N y_i^3)$
R_{ku}	Κύρτωση	$R_{ku} = \frac{1}{R_q^4} \int_{-\infty}^{+\infty} y^4 p(y) dy$ $R_{ku} = \frac{1}{NR_q^4} (\sum_{i=1}^N y_i^4)$



Παράμετροι τραχύτητας

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

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

 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης

2012

Η τραχύτητα της τελικής επιφάνειας επηρεάζεται από τις προεπιλεγμένες συνθήκες κοπής. Τέτοιες συνθήκες είναι το είδος λιπαντικού, το είδος του κατεργαζόμενου υλικού και ο τύπος του κοπτικού εργαλείου, καθώς και αστάθμητοι παράγοντες οι οποίοι δεν είναι ικανοί να ελεγχθούν, όπως οι ταλαντώσεις της κατεργασίας και η ακρίβεια της εργαλειομηχανής. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η πρόβλεψη της τραχύτητας είναι αναγκαία.

Ο καθορισμός της τραχύτητας της τελικής επιφάνειας αποτελεί ένα δύσκολο έργο και ποικίλες μέθοδοι έχουν προταθεί για αυτό. Στο πλαίσιο αυτό, έγιναν πολλές μελέτες για την πρόβλεψη της τραχύτητας της προκύπτουσας επιφάνειας σε όλες τις κατεργασίες κοπής. Οι μελέτες αυτές κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες, βάση της προσέγγισης του προβλήματος

- ✗ 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.



Πρόβλεψη τραχύτητας

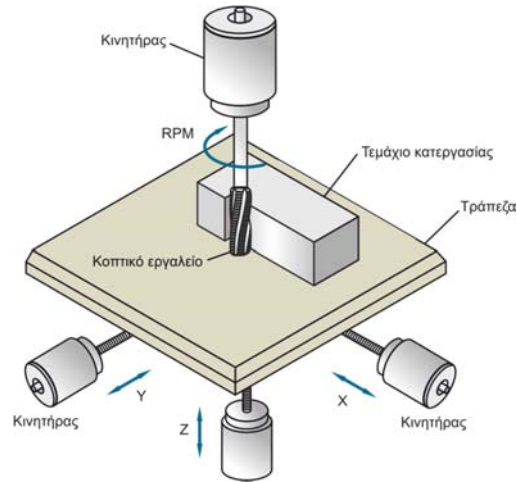
<http://www.m3.tuc.gr>

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

 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης

Οι ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές είναι ευρέως διαδεδομένες και χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς της παραγωγικής διαδικασίας καθώς έχουν τη δυνατότητα συνεργασίας με συστήματα σχεδίασης (CAD) και συστήματα κατεργασιών (CAM) ενώ ταυτόχρονα έχουν τη δυνατότητα ένταξής τους σε ολοκληρωμένα συστήματα παραγωγής (CIM) και ευέλικτα συστήματα παραγωγής (FMS).

Η συνήθης κατεργασία κοπής με εργαλείο πολλαπλής σημειακής επαφής είναι το φραιζάρισμα. Το φραιζάρισμα είναι κοπή με περιστροφική κίνηση του κοπτικού εργαλείου και με ανεξάρτητη κάθετη προς τον άξονα περιστροφής του εργαλείου προωθητική κίνηση του κατεργάσιμου τεμαχίου



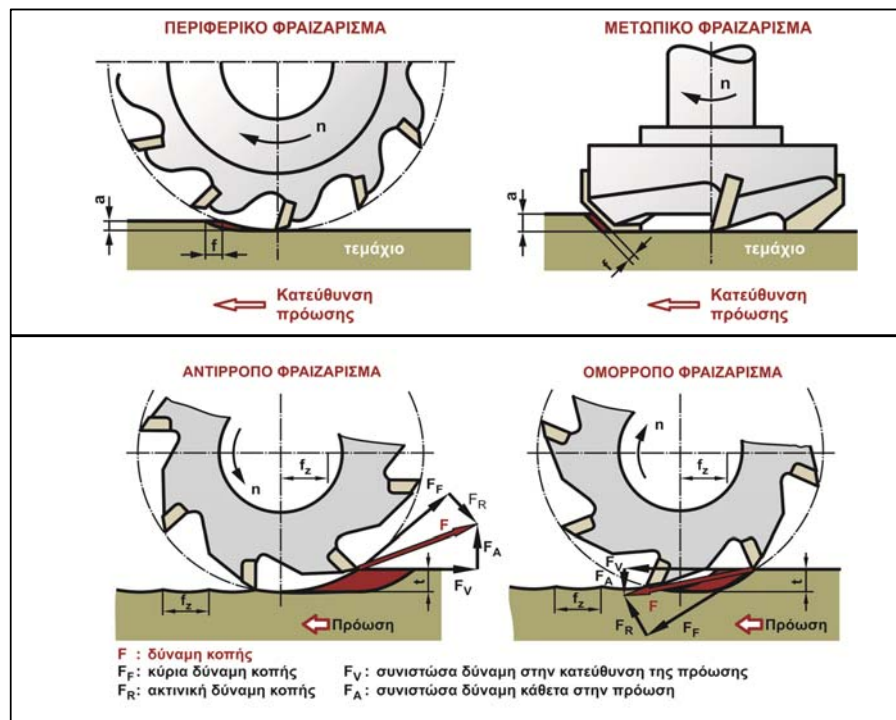
Φραιζάρισμα

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



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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης



Είδη φραιζαρίσματος

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



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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

2012



Εργαλεία σφαιρικής απόληξης

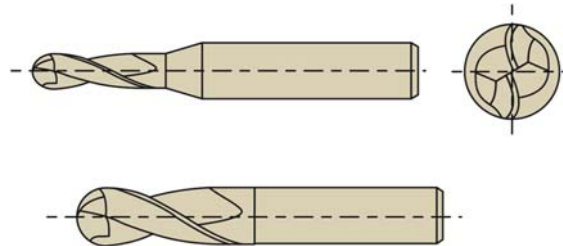
<http://www.m3.tuc.gr>

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

 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης

Μια ευρέως διαδεδομένη κατεργασία για τη μορφοποίηση της τελικής επιφάνειας είναι η διαδικασία του φραιζαρίσματος με εργαλείο σφαιρικής απόληξης (Ball-end milling). Η γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου και οι διαδρομές του εργαλείου είναι βασικοί παράγοντες της τοπομορφίας της τραχύτητας. Μελέτες έχουν εστιάσει στην επίδραση της φθοράς του κοπτικού εργαλείου πάνω στην τραχύτητα της τελικής επιφάνειας.

Στο φραιζάρισμα με εργαλείο σφαιρικής απόληξης, η ταχύτητα κοπής ποικίλει ανάλογα με το σημείο επαφής της κοπτικής ακμής σε σχέση με το τεμάχιο. Η ρύθμιση των κλίσεων του τεμαχίου και του κοπτικού εργαλείου μπορούν να βελτιώσουν την επίδοση του κοπτικού και την τραχύτητα της επιφάνειας. Η τοποθέτηση του κοπτικού εργαλείου διαφοροποιείται ανάλογα με τις κλίσεις μεταξύ τεμαχίου και κοπτικού και την κατεύθυνση της πρόωσης.



2012



ΑΙ7075-T6

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

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

 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης

Το υλικό που επιλέχθηκε για την διεξαγωγή των πειραμάτων είναι το **ΑΙ7075-T6**. Το συγκεκριμένο υλικό χρησιμοποιείται ευρέως στην κατασκευή δομικών εξαρτημάτων κυρίως στην αεροναυπηγικές εφαρμογές. Η αεροναυπηγική βιομηχανία απαιτεί υλικά που έχουν υψηλή αντοχή και εύκολη όσο είναι δυνατόν κατεργασιμότητα. Το ντουραλουμίνιο ΑΙ7075 θερμικής κατεργασίας T6 συνδυάζει υψηλή αντοχή, μέση σκληρότητα και αντίσταση στη διάβρωση. Για αυτό το λόγο προτιμάται στη βιομηχανία κατασκευής δομικών εξαρτημάτων.

Μηχανικές ιδιότητες

	Πάχος in. (mm)	Αντοχή σε εφελκυσμό ksi (MPa)	Όριο διαρροής ksi (MPa)	Επιμήκυνση %
ΑΙ7075-T6 φύλλο	0.008-0.249 (0.203-6.32)	74-78 (510-538)	63-69 (434-476)	5-8

Όρια χημικής σύνθεσης (wt.%)

Si.....	0.40	Mg.....	2.1-2.9
Fe.....	0.50	Cr.....	0.18-0.28
Cu.....	1.2-2.0	Zn.....	5.1-6.1
Mn.....	0.30	Ti.....	0.20

Τα πειράματα έγιναν στο Εργαστήριο Μικροκοπής και Κατασκευαστικής Προσομοίωσης (m3) του Πολυτεχνείου Κρήτης, στο κέντρο κατεργασίας της Deckel Maho DMU 50 eco, το οποίο φέρει χειριστήριο ψηφιακής καθοδήγησης Siemens 810D.

Το κέντρο κατεργασίας DMU 50 eco διαθέτει ισχυρή άτρακτο μέχρι 8.000 rpm, 83 Nm (40% ED), ισχύ ατράκτου 13 kW (40% ED) και 12 m/min γρήγορη μετατόπιση. Διαθέτει περιστρεφόμενο τραπέζι με περιοχή περιστροφής μέχρι τις 115° (-5° / +110°). Ο εργαλειοφορέας με 16 θέσεις και το αποσπώμενο χειριστήριο καθιστούν εφικτή την απλή και άνετη εκτέλεση των διαφόρων εργασιών φραιζαρίσματος. Η κατασκευή είναι με χυτοσίδηρο σκελετό, για μέγιστη ακρίβεια και ποιότητα επιφανειών.

Το εργονομικό DMG SLIMline® Panel με οθόνη TFT 15", SIEMENS 810D powerline και λογισμικό ShopMill καθιστούν εφικτό τον απλό προγραμματισμό και την τρισδιάστατη προσομοίωση.

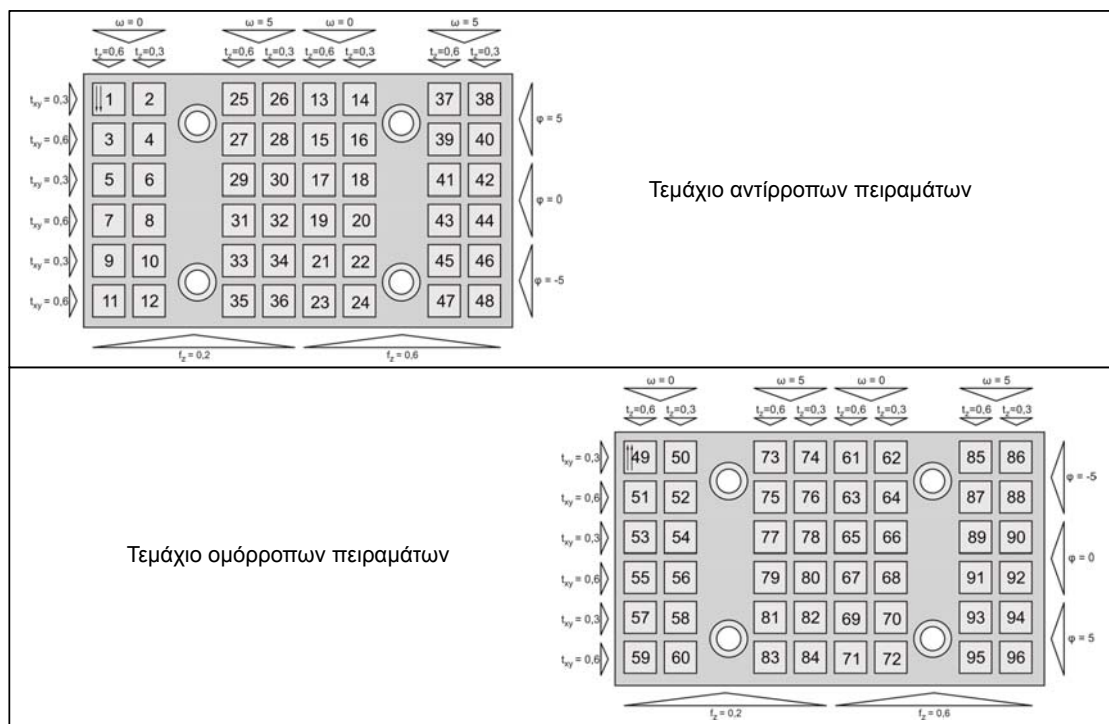


DMU 50 eco

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

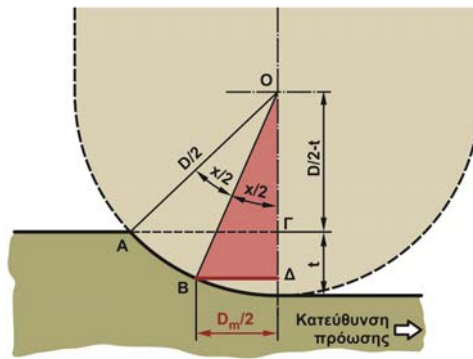


Κατεργαζόμενα τεμάχια

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

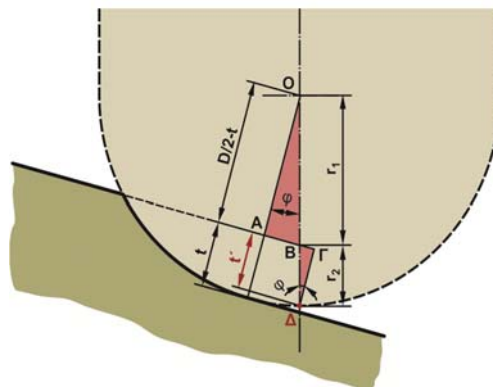


$$\text{τρίγωνο } OAG \Rightarrow \cos x = \frac{D/2-t}{D/2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \arccos \frac{D/2 - t}{D/2}$$

$$\text{τρίγωνο } OBA \Leftrightarrow \sin(x/2) = \frac{D_m/2}{D/2} = \frac{D_m}{D} \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow D_m = D \cdot \sin(x/2)$$



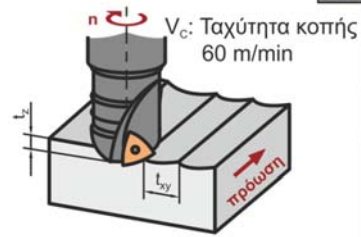
$$\text{τρίγωνο OAB} \Rightarrow r_1 = \frac{D/2 - t}{\cos \varphi}$$

$$r_2 = D/2 - r_1 \Rightarrow r_2 = D/2 - \frac{D/2 - t}{\cos \varphi}$$

$$\text{τρίγωνο ΒΓΔ} \Leftrightarrow t' = \cos\varphi \cdot r_2 \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow t' = D/2 \cdot (\cos\varphi - 1) + t$$

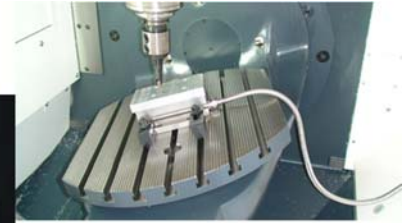
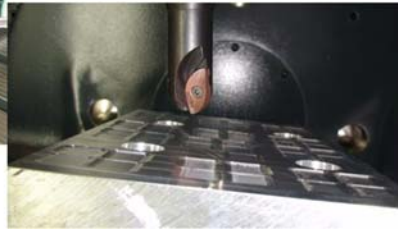
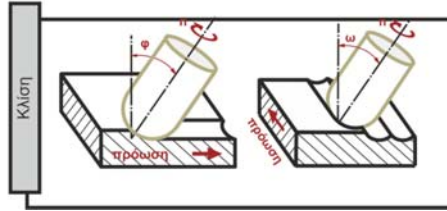
2012



ϕ : Κλίση κατά την διεύθυνση της πρόωσης	± 5 [deg]
ω : Κλίση κάθετη στη διεύθυνση της πρόωσης	$+ 5$ [deg]

ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

t_z : Αξονικό βάθος κοπής	0,3-0,6 [mm]
t_{xy} : Ακτινικό βάθος κοπής	0,3-0,6 [mm]
f_z : Πρόωση ανά δόντι	0,2-0,6 [mm/στροφή, δόντι]



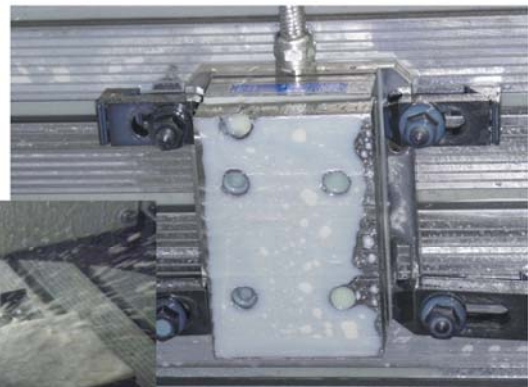
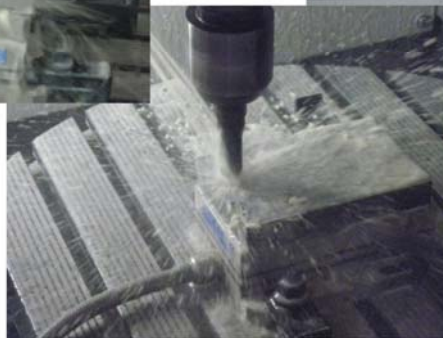
Παράγοντες κοπής

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

2012



Κατεργασία AL70-75 T6

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης



Στρατηγικές φραιζαρίσματος

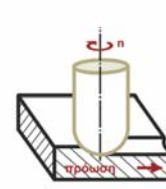
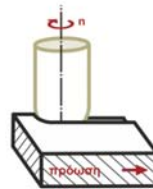
<http://www.m3.tuc.gr>

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

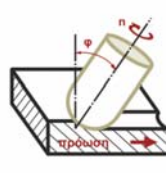
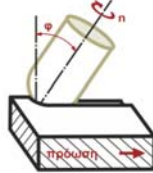
 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης

Κάθετο Φραιζάρισμα

Κάθετο φραιζάρισμα



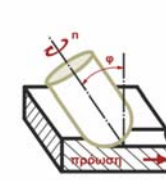
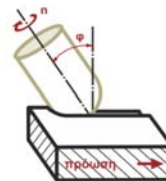
Διατρητικό φραιζάρισμα



Διατρητικό Φραιζάρισμα

Ελκτικό Φραιζάρισμα

Ελκτικό φραιζάρισμα



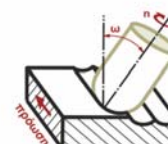
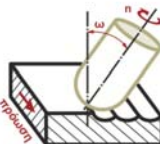
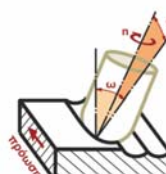
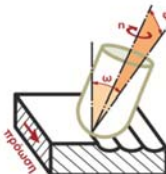
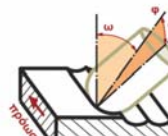
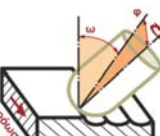
Στρατηγικές φραιζαρίσματος

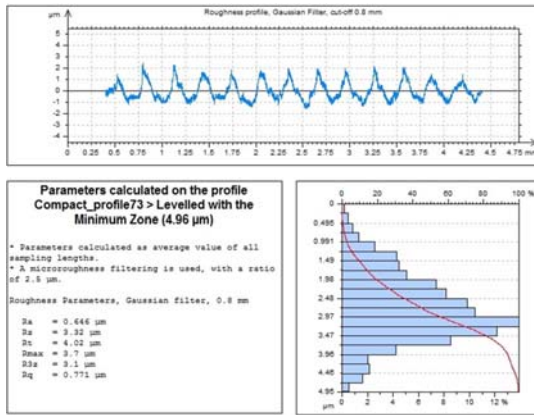
<http://www.m3.tuc.gr>

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

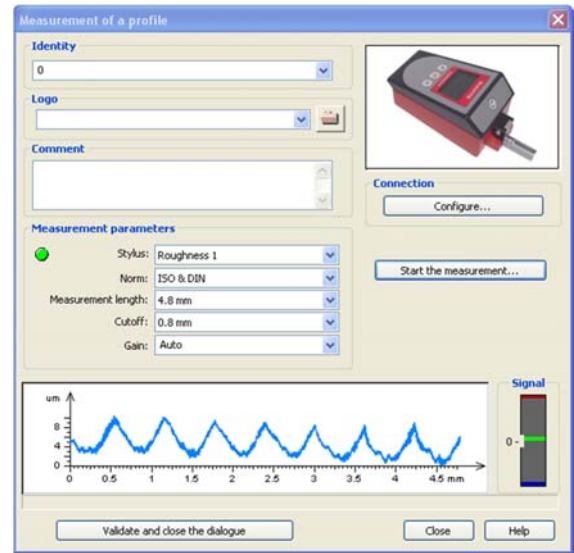
 Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
 Στυλιανός Σπυριδάκης
Πλάγιο
Φραιζάρισμα

Πλάγιο φραιζάρισμα

Πλάγιο Ελκτικό
φραιζάρισμαΠλάγιο
Ελκτικό ΦραιζάρισμαΠλάγιο
Διατρητικό ΦραιζάρισμαΠλάγιο Διατρητικό
φραιζάρισμα



Παράδειγμα τραχυμέτρησης



Δεδομένα τραχυμέτρησης

2012



Τραχύμετρο Diavite Compact

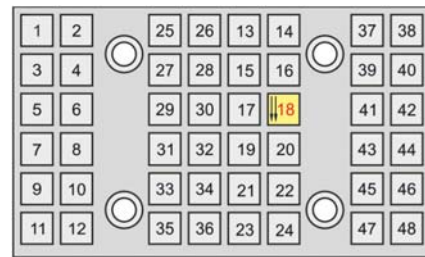
<http://www.m3.tuc.gr>

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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΡΑΧΥΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΠΕΡΙΟΧΗ	18	
ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ	(Α) ΚΑΘΕΤΟ	
ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ	AL-7075 T6	
ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ	t_z 0.3	mm
ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ	t_{xy} 0.3	mm
ΠΡΩΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι)	f_z 0.6	mm/r,z
ΚΛΙΣΗ παράλληλα σε πρόωση	φ 0	°
ΚΛΙΣΗ κάθετα σε πρόωση	ω 0	°
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ	v_c 60	m/min



Μετρήσεις τραχύτητας Rz

	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°
1	2.76	5.13	4.57	4.55	3.22	4.06	3.95	4.14	4.92	4.35	3.15	4.24
2	2.93	5.02	4.62	4.22	3.22	3.67	4.95	3.16	4.67	3.99	4.53	3.92
3	1.98	4.46	4.81	4.21	3.54	3.27	4.52	3.81	3.68	3.68	4.47	3.78
4	1.82	3.90	5.00	4.33	3.43	3.99	4.97	4.02	4.64	4.37	4.69	4.15
5	1.81	3.93	4.78	4.16	3.81	3.88	5.26	3.78	3.98	4.03	2.93	3.77
Max	2.93	5.13	5.00	4.55	3.81	4.06	5.26	4.14	4.92	4.35	4.69	4.24
Min	1.81	3.90	4.57	4.16	3.22	3.27	3.95	3.16	3.68	3.37	2.93	3.77
Mean	2.3	4.5	4.8	4.3	3.4	3.8	4.7	3.8	4.4	3.9	4.0	4.0

2012



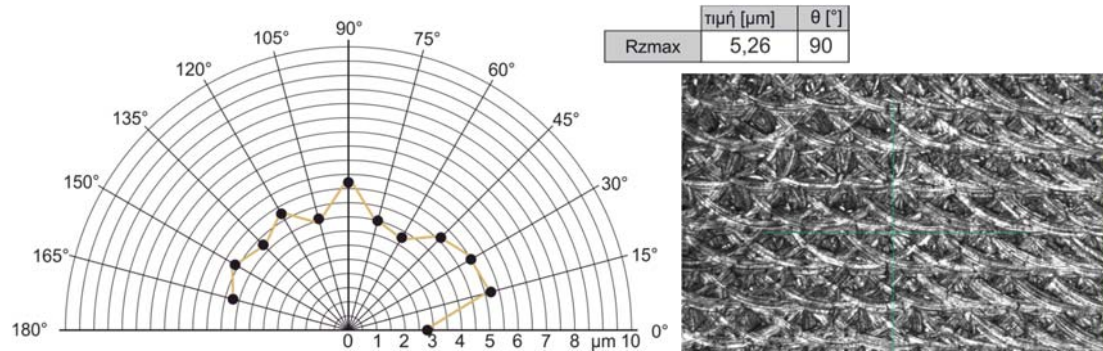
Συγκεντρωτικός Πίνακας

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

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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

Μέγιστες τιμές τραχύτητας Rz ανά γωνία μέτρησης



2012

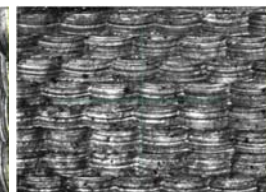
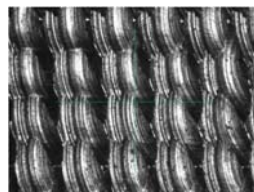
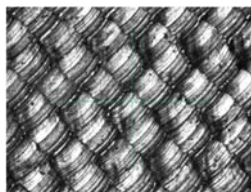
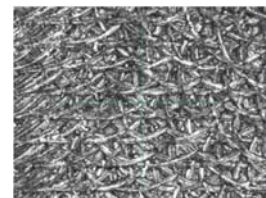


Ιστόγραμμα τραχύτητας

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης



2012



Προφίλ τραχύτητας

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ♦ Με 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 .
- ♦ Η αύξηση του αξονικού βάθους κοπής (t_z) δεν επηρεάζει σημαντικά την τραχύτητα της κατεργασμένης επιφάνειας.
- ♦ Η μείωση της ακτινικής μετατόπισης του κοπτικού εργαλείου (t_{xy}) βελτιώνει την ποιότητα της επιφάνειας με ελάττωση της τραχύτητας R_z .
- ♦ Το αντίρροπο φραιζάρισμα έχει καλύτερα αποτελέσματα από το ομόρροπο. Αυτό οφείλεται στο μηχανισμό σχηματισμού του αποβλήτου. Στο αντίρροπο φραιζάρισμα υπάρχει δυσκολία στην εισχώρηση του κοπτικού στο υλικό με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μικροταλαντώσεις οι οποίες επηρεάζουν δυσμενώς την τραχύτητα της κατεργαζόμενης επιφάνειας. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, το αντίρροπο φραιζάρισμα τυγχάνει να είναι καλύτερο από το ομόρροπο. Αυτό έχει να κάνει με το γεγονός ότι η ψευδοκοπή η οποία έχει επικαθίσει σε μια κοπή να απομακρύνεται στην επόμενη.



Συμπεράσματα

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης

- ♦ Παρατηρήθηκε ότι ανεξάρτητα από το αξονικό βάθος κοπής, το ακτινικό βάθος κοπής καθώς και της ταχύτητας της πρόωσης του κοπτικού εργαλείου, οι μικρότερες τιμές τραχύτητας επιτυγχάνονται με το κάθετο φραιζάρισμα όπως επίσης και με το διπλό πλάγιο φραιζάρισμα. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις, δηλαδή στο διατρητικό, ελκτικό και πλάγιο φραιζάρισμα παρατηρείται μεγαλύτερη αυξομείωση της τιμής της τραχύτητας ανάλογα της ταχύτητας πρόωσης του κοπτικού εργαλείου και του ακτινικού βάθους κοπής.
- ♦ Στο πλάγιο και στο διπλό πλάγιο φραιζάρισμα, στην αντίρροπη κοπή καθώς και στην ομόρροπη κοπή, η αύξηση του ακτινικού βάθους κοπής επηρεάζει περισσότερο την αύξηση της τραχύτητας απ' ό,τι η αύξηση της ταχύτητας πρόωσης του κοπτικού εργαλείου.
- ♦ Στο ελκτικό και διατρητικό φραιζάρισμα, στην αντίρροπη κοπή καθώς και στην ομόρροπη κοπή η αύξηση της ταχύτητας πρόωσης του κοπτικού εργαλείου επιφέρει μεγάλη αύξηση της τραχύτητας ανεξάρτητα από το αξονικό και ακτινικό βάθος κοπής.
- ♦ Στο κάθετο φραιζάρισμα παρατηρείται ότι, η τραχύτητα αυξάνεται κατά πολύ καθώς αυξάνονται και οι τρεις παράμετροι (αξονικό βάθος κοπής, ακτινικό βάθος κοπής, ταχύτητα πρόωσης κοπτικού εργαλείου) παράλληλα.



Συμπεράσματα

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


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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης



Τέλος

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

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

Κωνσταντίνος Μπροτζάκης
Στυλιανός Σπυριδάκης