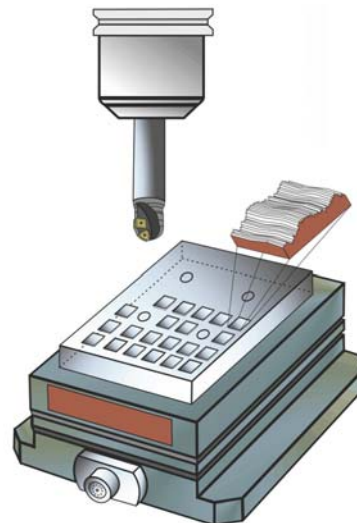


ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ ΣΤΟ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΛΗΞΗΣ



Καθ. Αριστομένης Αντωνιάδης
Καθ. Νικόλαος Μπιλάλης
Καθ. Παύλος Κουλουριδάκης

Σίδερης Ανδρέας



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



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

Σίδερης Ανδρέας

Δυνάμεις κοπής

- Υπολογισμός των δυνάμεων κοπής
- Μέτρηση των δυνάμεων κοπής

Τραχύτητα επιφάνειας

- Υπολογισμός της τραχύτητας
- Μέτρηση της τραχύτητας

Εργαλεία σφαιρικής απόληξης

- Ιδιότητες
- Στρατηγικές φραιζαρίσματος

Πειραματική διαδικασία

- Σχεδιασμός πειραμάτων
- Εξοπλισμός πειραμάτων

Αποτελέσματα

- Σχολιασμός Διαγραμμάτων
- Συμπεράσματα



Δομή παρουσίασης

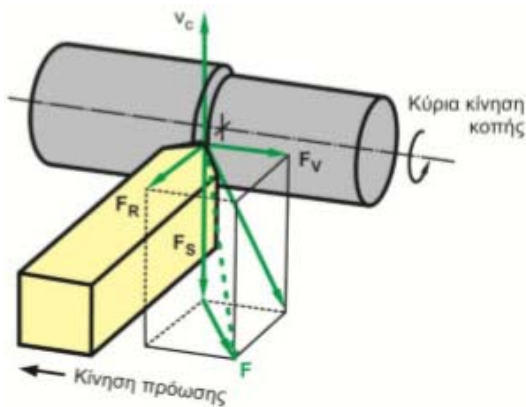
<http://www.m3.tuc.gr>



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

Σίδερης Ανδρέας

Για τον υπολογισμό της κύριας δύναμης κοπής, η αναλυτική σχέση που διατυπώθηκε από τον Otto Kienzle, παίρνει υπόψη της τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν τις δυνάμεις κοπής και την υπολογίζει με ικανοποιητική ακρίβεια.



F : Συνισταμένη δύναμη κοπής
 F_s : Κύρια δύναμη κοπής
 F_v : Δύναμη στην κατεύθυνση της πρόωσης
 F_r : Δύναμη απώθησης
 v_c : Ταχύτητα κοπής

Ο τύπος του Kienzle είναι:

$$F_s = b \cdot K_{s1,1} \cdot h^{1-z}$$

όπου:

- F_s κύρια δύναμη κοπής
- b πλάτος αποβλήτου
- h πάχος αποβλήτου
- $K_{s1,1}$ ειδική αντίσταση κοπής
- z σταθερά κατεργαζόμενου υλικού



Δυνάμεις κοπής

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



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

Σίδερης Ανδρέας

Με τη βοήθεια δυναμομέτρων είναι πλέον εφικτός ο προσδιορισμός των συνιστωσών των δυνάμεων κοπής με υψηλή ακρίβεια.

Η αρχή λειτουργίας των δυναμομέτρων στηρίζεται στην ιδιότητα που έχουν οι πιεζοκρυσταλλοί που διαθέτουν, να προσανατολίζονται σε ορισμένη κατεύθυνση ανάλογα με το μέγεθος της πίεσης που δέχονται, στέλνοντας το αντίστοιχο ηλεκτρικό φορτίο στην έξοδο του οργάνου. Τα δυναμόμετρα πρέπει να είναι στιβαρά, ευαίσθητα και ακριβή για την αξιοπιστία των μετρήσεων.

Δυναμόμετρα



Μονάδες ελέγχου



Όργανα μέτρησης των δυνάμεων

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



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

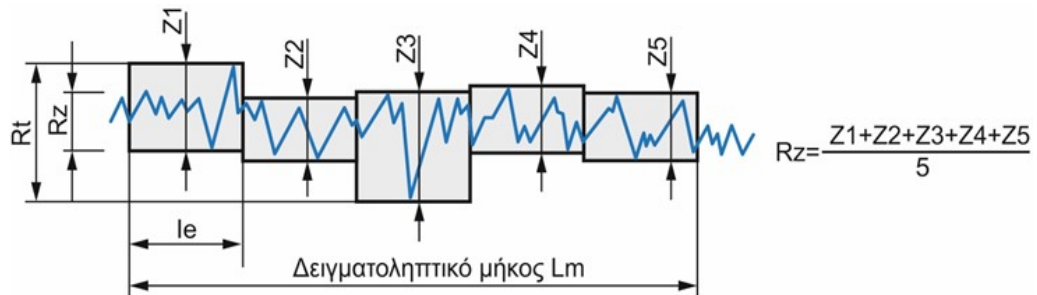
Σίδερης Ανδρέας

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τραχύτητα επιφάνειας είναι:

- Κινηματική της κατεργασίας (σχετική κίνηση εργαλείου – τεμαχίου)
- Το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου
- Η γεωμετρική μορφή του κοπτικού εργαλείου, και η φθορά του
- Οι συνθήκες κατεργασίας (ταχύτητα κοπής, πρόωση, βάθος κοπής)
- Το υγρό κοπής, εάν χρησιμοποιείται
- Οι ταλαντώσεις του συστήματος εργαλειομηχανής – τεμαχίου
- Άλλοι αστάθμητοι παράγοντες όπως: φαινόμενο tool run-out, tool overhang, ploughing

Για την μέτρηση της τραχύτητας έχει επικρατήσει το σύστημα της κεντρικής γραμμής. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει διάφορα μεγέθη υπολογισμού της τραχύτητας όπως :

- Το μέγιστο ύψος της τραχύτητας R_t
- Το μέσο ύψος της τραχύτητας R_a
- Το ύψος της τραχύτητας R_z



R_z είναι η διαφορά μεταξύ των πέντε υψηλότερων κορυφών με το σύνολο των πέντε βαθύτερων εσοχών του πραγματικού περιγράμματος της επιφάνειας, διαιρούμενα δια πέντε.

2018



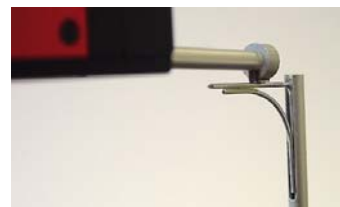
Τραχύτητα επιφάνειας

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


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

Σίδερης Ανδρέας

Για την ποσοτική ανάλυση της τραχύτητας αριθμητικά χρησιμοποιούνται τα τραχύμετρα στυλίσκου



Ο προωθητής οδηγεί το στυλίσκο που έχει αδαμάντινη ακίδα πάνω στην επιφάνεια και ανάλογα με τις ανωμαλίες της επιφάνειας εμφανίζονται αλλαγές στην κίνηση της ακίδας. Αυτές οι αλλαγές μετατρέπονται κατάλληλα σε μεταβολές τάσης (ή έντασης), οι οποίες ηλεκτρονικά ενισχυμένες παρουσιάζονται ως οι αποκλίσεις του πραγματικού περιγράμματος της επιφάνειας από την κεντρική γραμμή.

Για ποιοτική ανάλυση της επιφάνειας χρησιμοποιούνται:

- Τα μικροσκόπια συγκρίσεως διπλού προσοφθαλμίου
- μεταλλογραφικά μικροσκόπια



2018



Όργανα μέτρησης της τραχύτητας

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


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

Σίδερης Ανδρέας

Στα **κονδυλοφόρα εργαλεία σφαιρικής απόληξης** το κυλινδρικό σώμα καταλήγει σε ένα ημισφαιρικό τμήμα, πάνω στο οποίο αναπτύσσεται η κοπτική ακμή, ενώ στον κυλινδρικό τους κορμό συνεχίζεται η κόψη με την ελίκωση.

- Τα εργαλεία σφαιρικής απόληξης μπορεί να είναι συμπαγώς κατασκευασμένα ή διαιρετά χρησιμοποιώντας ένθετα πλακίδια.
- Η σκληρότητα και η αντοχή της αιχμής τους είναι πολύ υψηλή λόγω της στρογγυλεμένης σχεδίασής του άκρου.
- Η καλή γεωμετρία της κοπτικής ακμής μεταφράζεται σε χαμηλότερες δυνάμεις, γεγονός που δίνει στο κοπτικό εργαλείο πρόσθετη αντοχή κάτω από συνθήκες πίεσης.
- Είναι πολύ αποδοτικά από πλευράς κόστους καθώς είναι λιγότερο πιθανό να σπάσουν
- Χρησιμοποιούνται κυρίως στις κατεργασίες αποπεράτωσης.



Κονδυλοφόρα εργαλεία σφαιρικής απόληξης

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

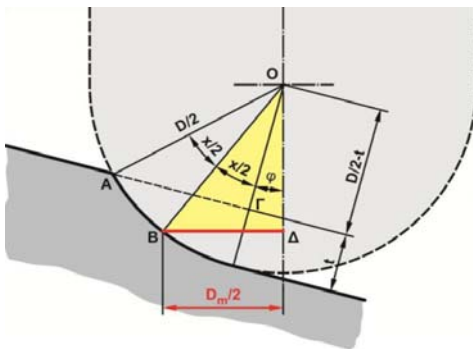


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

Σίδερης Ανδρέας

Η γεωμετρία των εργαλείων σφαιρικής απόληξης επιτρέπει τη λειτουργία τους σε πολύ υψηλές τιμές πρόωσης. Το γεγονός αυτό τα καθιστά σε υψηλά επίπεδα παραγωγικότητας

Με τη χρήση κοπτικών εργαλείων σφαιρικής απόληξης είναι δυνατή η κατεργασία τεμαχίων υπό γωνία κλίσης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μείωση των αναπτυσσόμενων δυνάμεων κοπής καθώς επίσης και καλύτερη ποιότητα επιφάνειας.



Η ενεργή διάμετρος κατά την κοπή υπό γωνία κλίσης υπολογίζεται από τη σχέση:

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

Η ταχύτητα κοπής εξαρτάται από την ενεργή διάμετρο και από τον αριθμό των στροφών του κοπτικού εργαλείου και δίνεται από τη σχέση:

$$V_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} \text{ [m/min]}$$



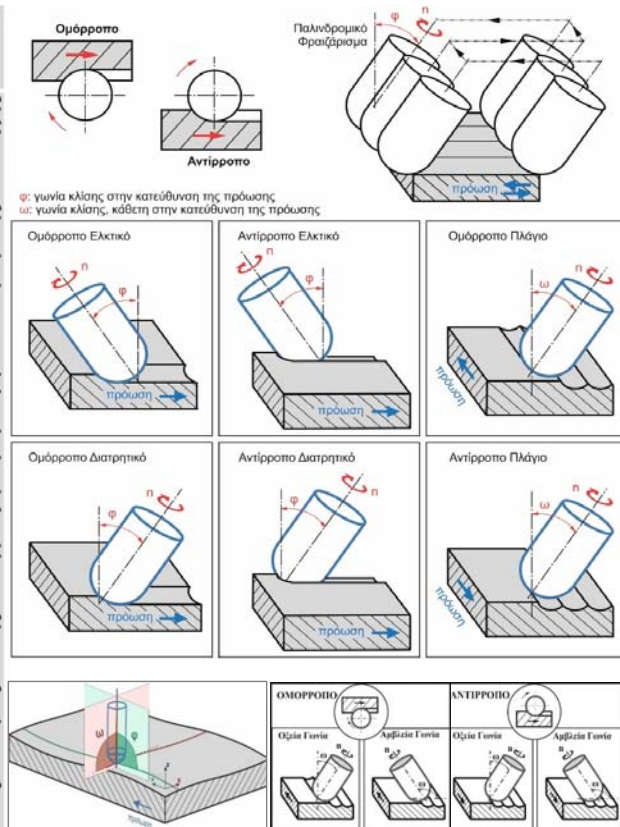
Κονδυλοφόρα εργαλεία σφαιρικής απόληξης

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



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

Σίδερης Ανδρέας



Ομόρροπο φραιζάρισμα: όταν η πρόωση του τεμαχίου είναι σύμφωνη με την περιστροφή του εργαλείου.

Αντίρροπο φραιζάρισμα: όταν η πρόωση του τεμαχίου είναι αντίθετη στην περιστροφή του εργαλείου.

Κάθετο φραιζάρισμα: όταν η γωνία που είναι στην κατεύθυνση της πρόωσης είναι ίση με μηδέν ($\phi=0$)

Διατρητικό φραιζάρισμα: όταν η γωνία ϕ είναι μεγαλύτερη του μηδενός ($\phi>0$)

Ελκτικό φραιζάρισμα: όταν η γωνία ϕ είναι μικρότερη του μηδενός ($\phi<0$)

Αμβλύ φραιζάρισμα: όταν η γωνία ω είναι μεγαλύτερη του μηδενός ($\omega>0$)

Οξύ φραιζάρισμα: όταν η γωνία ω είναι μικρότερη του μηδενός ($\omega<0$)

2018



Στρατηγικές φραιζαρίσματος με εργαλεία σφαιρικής απόληξης

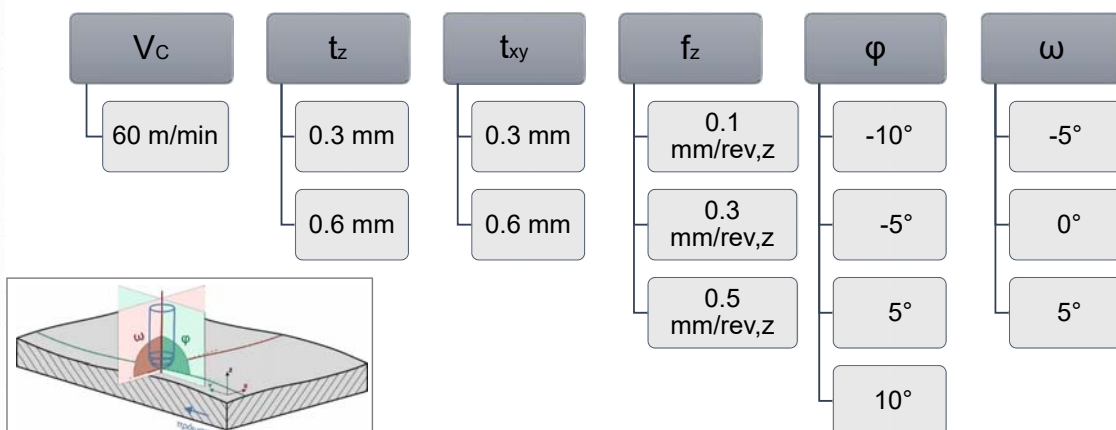
<http://www.m3.tuc.gr>


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

Σίδερης Ανδρέας

Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση των συνθηκών κατεργασίας στην ποιότητα επιφάνειας και στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής κατά το φραιζάρισμα με εργαλείο σφαιρικής απόληξης. Συγκεκριμένα οι παράμετροι που καθορίσαν τα πειράματα ήταν:

- Η ταχύτητα κοπής V_c (σταθερή σε όλα τα πειράματα)
- Το αξονικό βάθος κοπής t_z
- Το ακτινικό βάθος κοπής t_{xy}
- Η πρόωση ανά στροφή και δόντι f_z
- Η κλίση του τεμαχίου στη κατεύθυνση της πρόωσης γωνία ϕ
- Η κλίση του τεμαχίου κάθετη στην κατεύθυνση της πρόωσης γωνία ω
- Η στρατηγική φραιζαρίσματος (ομόρροπο και αντίρροπο)



2018



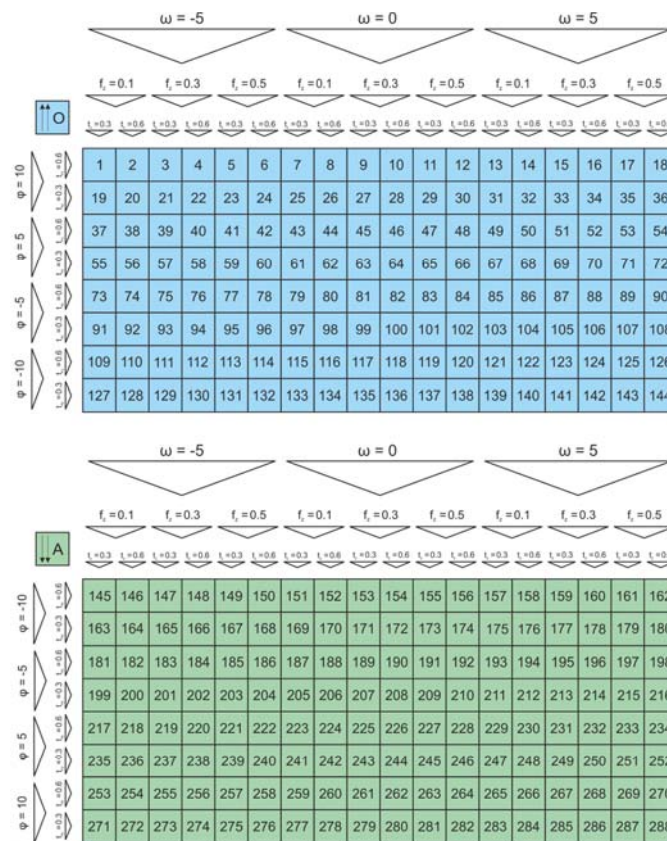
Σχεδιασμός πειραμάτων

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


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

Σίδερης Ανδρέας

2018



Σχεδιασμός πειραμάτων

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

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

Σίδερης Ανδρέας

2018

Τα μονοπάτια που ακολουθήσε το εργαλείο ball end Φ20 για το σχηματισμό κάθε πειραματικής επιφάνειας, δημιουργήθηκαν με υλοποίηση κώδικα στη MATLAB. Το αποτέλεσμα του κώδικα ήταν ο κώδικας ψηφιακής καθοδήγησης G-code, δηλαδή οι συντεταγμένες (τα σημεία πάνω στο τεμάχιο) που επέτρεπε να κινηθεί το εργαλείο για να χαραχθούν οι τετράγωνες επιφάνειες.

```

1 - clc;
2 - clear all;
3 - close all;
4
5 - tem = xlsread('tem.csv');
6 - data = xlsread('data.csv');
7 - d_exp = size(data);
8 - d_tem = size(tem);
9 - S = zeros(1,2); %Starting point on xy [mm]
10
11 - D = 20; %Tool diameter [mm]
12 - vc = 60; %Spindle velocity [m/min]
13 - z = 1; %Active cutting tooth
14 - pl = 150; %Workpiece length [mm]
15 - pw = 100; %Workpiece width [mm]
16 - l = 6; %Length of exper. area [mm]
17 - w = 6; %Width of exper. area [mm]
18
19 - figure;
20 - il = 0;
21 - for gr = 1:d_tem(1,1)
22 -     for st = 1:d_tem(1,2)
23 -         if (tem(gr,st) ~= 0)
24 -             il = il + 1;
25 -             S(1,1) = data(il,1) + (st - 1) * pw/d_tem(1,2);
26 -             S(1,2) = data(il,2) + (gr - 1) * pl/d_tem(1,1);
27
28 -             phi_deg = data(il,3); %Phi angle [deg]
29 -             omega_deg = data(il,4); %Omega angle [deg]
30 -             txy = data(il,5); %Stepover [mm]
31 -             fz = data(il,6); %Feedrate [mm/rev,tooth]
32 -             t = data(il,7); %Depth of cut [mm]
33 -             fdir = data(il,8); %Feedrate direction [mm]
34
35 -             phi = phi_deg * pi/180; %Phi angle [rad]
36 -             omega = omega_deg * pi/180; %Omega angle [rad]
37 -             x = acos((D/2 - t)/(D/2)); %X angle [rad]
38 -             Dm = D * sin(x/2 + abs(phi)); %Active diameter [mm]

```

G90 G54 G71 G17
 T="BALL20" M06
 S2795.483402 M03
 M08
 G00 X21.917529 Y6.401250 Z1.494450
 G01 X21.917529 Y6.401250 Z-3.505550 F279.548340
 X21.826722 Y12.310097 Z-4.543474
 Z0.456526
 G00 X22.515246 Y6.401250 Z1.442157
 G01 X22.515246 Y6.401250 Z-3.557843 F279.548340
 X22.424439 Y12.310097 Z-4.595768
 Z0.404232
 G00 X23.112963 Y6.401250 Z1.389863
 G01 X23.112963 Y6.401250 Z-3.610137 F279.548340
 X23.022156 Y12.310097 Z-4.648061
 Z0.351939
 G00 X23.710679 Y6.401250 Z1.337570
 G01 X23.710679 Y6.401250 Z-3.662430 F279.548340
 X23.619873 Y12.310097 Z-4.700355
 Z0.299645
 G00 X24.308396 Y6.401250 Z1.285276
 G01 X24.308396 Y6.401250 Z-3.714724 F279.548340
 X24.217590 Y12.310097 Z-4.752648
 Z0.247352

Σχεδιασμός πειραμάτων

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

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

Σίδερης Ανδρέας

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Μικροκοπής και Κατασκευαστικής Προσομοίωσης (m3) του Πολυτεχνείου Κρήτης, στο κέντρο κατεργασίας DMU DMG 50 eco



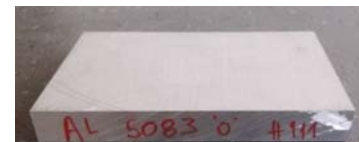
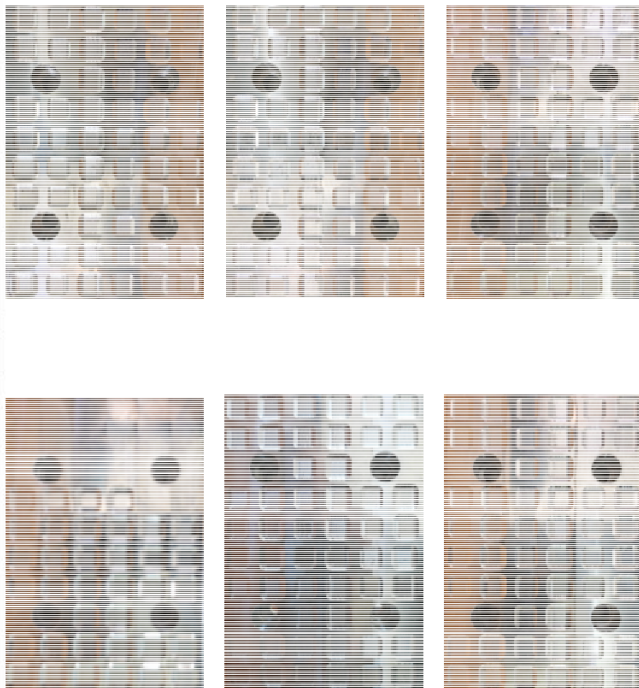
Κέντρο κατεργασίας

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



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

Σίδερης Ανδρέας



Ως υλικό κατεργασίας χρησιμοποιήθηκε το κράμα αλουμινίου Al 5083 'Ο' H111. Το υλικό αυτό χρησιμοποιείται συνήθως στη ναυπηγική βιομηχανία και στις βιομηχανίες κατασκευής δομικών εξαρτημάτων. Κύρια χαρακτηριστικά του είναι η υψηλή αντίσταση στη διάβρωση, η υψηλή αντοχή και η εύκολη κατεργασιμότητα του.

Στοιχείο	Μέγιστη Περιεκτικότητα(% κ.β)
Si	0.40
Fe	0.40
Cu	0.10
Mn	0.40-1
Mg	4.0-4.9
Cr	0.05-0.25
Zn	0.25
Ti	0.15
Άλλα	0.15
Al	Υπόλοιπο



Τεμάχια πειραμάτων

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



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

Σίδερης Ανδρέας

Δυναμόμετρο Kistler

Για την μέτρηση των δυνάμεων χρησιμοποιήθηκε το δυναμόμετρο Kistler τύπου 9257BA, με δυνατότητα μέτρησης τριών συνιστωσών δυνάμεων. Το σήμα επεξεργάζεται από μία μονάδα ελέγχου τύπου 5233A (που επιτρέπει την επιλογή της εμβέλειας της μετρούμενης δύναμης), ενώ τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται απ' ευθείας στην οθόνη ενός Η/Υ με τη βοήθεια του λογισμικού Dynoware, ώστε να εντοπίζονται αμέσως τυχόν σφάλματα στις μετρήσεις κατά την εκτέλεση των πειραμάτων.



Τραχύμετρο Diavite Compact II

Η τραχύτητα υπολογιστική ως η μέση τιμή δέκα τιμών της τραχύτητας Rz που μετρήθηκαν κατά μήκος 10 διαφορετικών σημείων πάνω στην επιφάνεια. Οι μετρήσεις έγιναν με το τραχύμετρο στυλίσκου Diavite Compact II και τα αποτελέσματα φάνοιταν στην οθόνη του υπολογιστή με τη βοήθεια του λογισμικού DiasoftBasic



2018



Μετρήσεις δυνάμεων και τραχύτητας

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


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

Σίδερης Ανδρέας

Επίδραση των συνθηκών κατεργασίας στην ποιότητα επιφανείας και στις δυνάμεις κοπής στο φραιζάρισμα με εργαλεία σφαιρικής απόληξης

ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΕΜΑΧΙΟ

ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ

ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ

ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ

ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ

ΠΡΩΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι)

ΚΛΙΣΗ παράλληλα σε πρόωση

ΚΛΙΣΗ κάθετα σε πρόωση

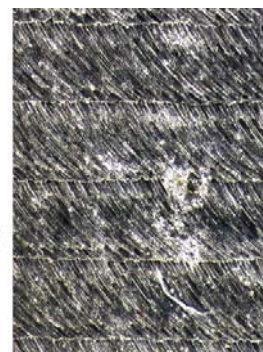
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ

49

1

(Ο) ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ

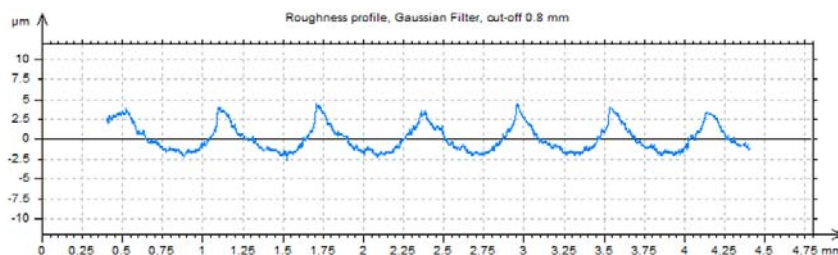
AL-5083

 t_z 0.3 mm t_{xy} 0.6 mm f_z 0.1 mm/rev,z ϕ 5 deg ω 5 deg V_c 60 m/min

Τραχυμετρήσεις Rz [μm]

6.92 6.89 6.74 6.41 6.21 5.82 6.01 5.41 6.34 6.31

Rz _{max}	Rz _{min}	Rz _{mean}
6.92	5.41	6.306



2018



Τραχυμέτρηση

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


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

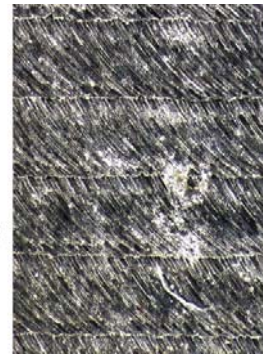
Σίδερης Ανδρέας

2018

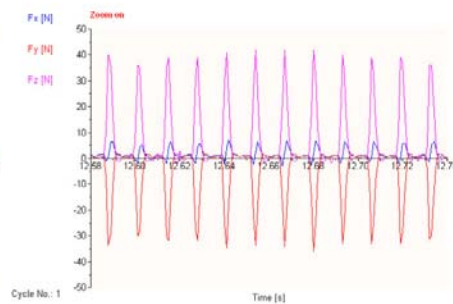
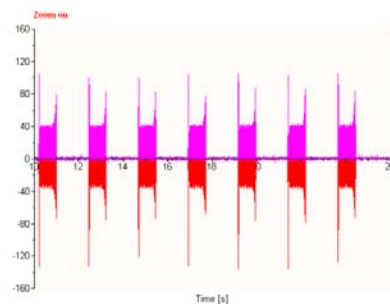
**ΠΕΙΡΑΜΑ
ΤΕΜΑΧΙΟ**
ΕΙΔΟΣ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ
ΚΑΤΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ
ΑΞΟΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ
ΑΚΤΙΝΙΚΟ ΒΑΘΟΣ
ΠΡΩΩΣΗ (ανά στρφ & δόντι)
ΚΛΙΣΗ παράλληλα σε πρόωση
ΚΛΙΣΗ κάθετα σε πρόωση
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ

49

1

(Ο) ΠΛ.ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ
AL-5083
 t_z **0.3** mm
 t_{xy} **0.6** mm
 f_z **0.1** mm/rev,z
 φ **5** deg
 ω **5** deg
 V_c **60** m/min

Δυναμομετρήσεις [N]

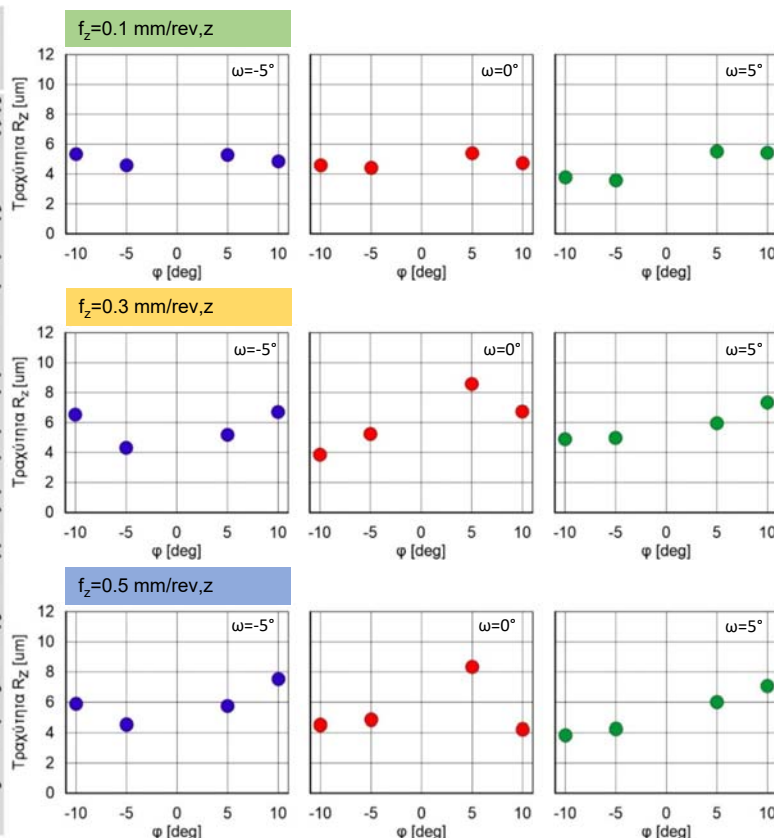
$F_{x_{max}}$	$F_{y_{max}}$	$F_{z_{max}}$	$F_{x_{min}}$	$F_{y_{min}}$	$F_{z_{min}}$	$F_{x_{mean}}$	$F_{y_{mean}}$	$F_{z_{mean}}$
7.32	2.44	42.92	-3.42	-36.1	-3.95	1.51	-5.4	7.5


Δυναμομέτρηση
<http://www.m3.tuc.gr>

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

Σίδερης Ανδρέας

2018


 Επίδραση της πρόωσης
 ανά στροφή και δόντι f_z

Σταθερές συνθήκες:

- $t_{xy}=0.6\text{mm}$
- $t_z=0.6\text{mm}$
- $V_c=60\text{m/min}$
- Ομόρροπο


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

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

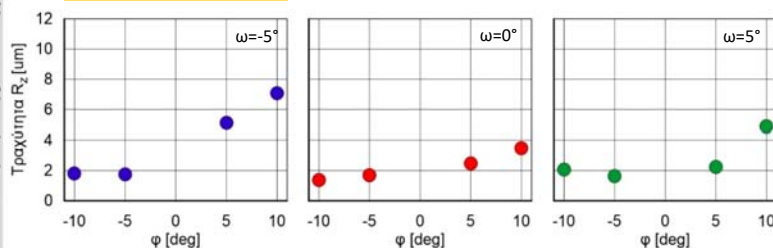
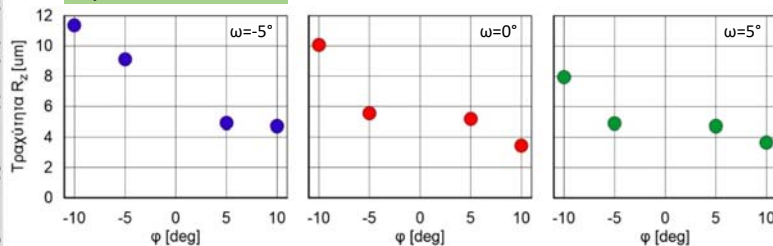
Σίδερης Ανδρέας



Αποτελέσματα πειραμάτων

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

Σίδερης Ανδρέας

 $t_{xy}=0.3\text{mm}$

 $t_{xy}=0.6\text{mm}$

 Επίδραση του ακτινικού
 βάθους κοπής t_{xy}

Σταθερές συνθήκες:

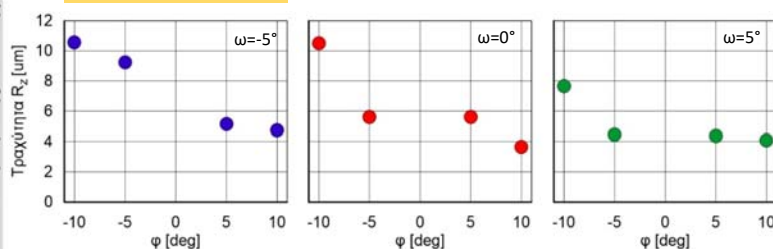
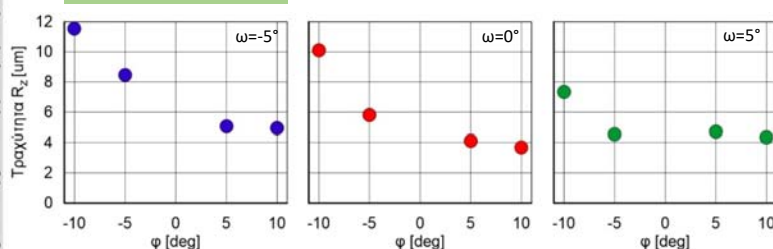
- $f_z=0.3\text{ mm/rev}, z$
- $t_z=0.3\text{mm}$
- $V_c=60\text{m/min}$
- Αντίρροπο



Αποτελέσματα πειραμάτων

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

Σίδερης Ανδρέας

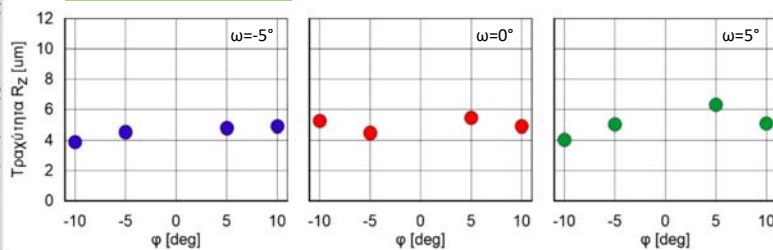
 $t_z=0.3\text{mm}$

 $t_z=0.6\text{mm}$

 Επίδραση του αξονικού
 βάθους κοπής t_z

Σταθερές συνθήκες:

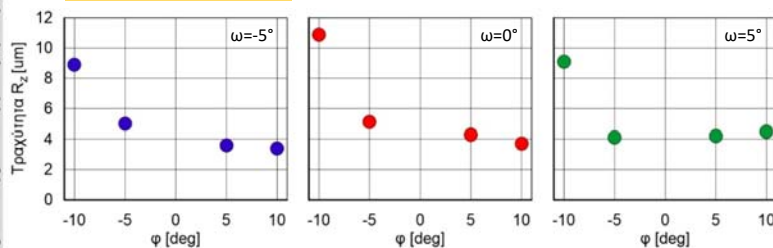
- $f_z=0.3\text{ mm/rev}, z$
- $t_{xy}=0.6\text{ mm}$
- $V_c=60\text{ m/min}$
- Αντίρροπο

2018

Ομόρροπο



Αντίρροπο



Επίδραση της στρατηγικής φραιζαρίσματος

Σταθερές συνθήκες:

- $f_z=0.1 \text{ mm/rev,z}$
- $t_{xy}=0.6 \text{ mm}$
- $t_z=0.3 \text{ mm}$
- $V_c=60 \text{ m/min}$



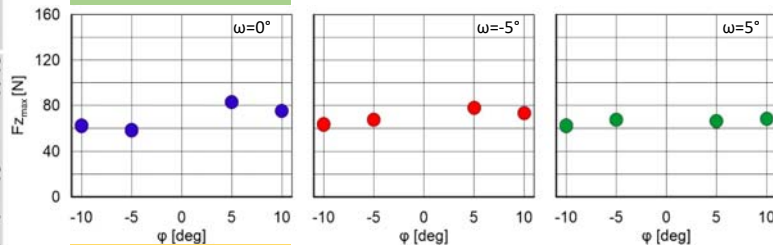
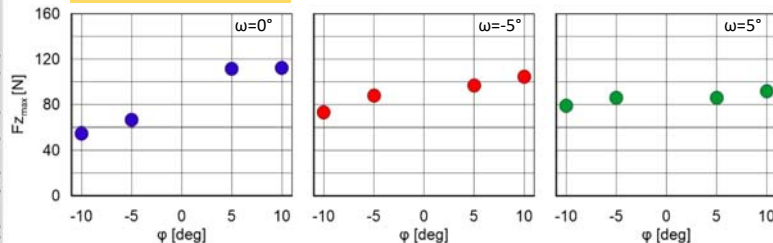
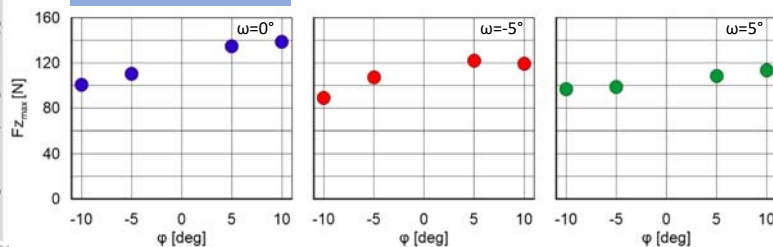
Αποτελέσματα πειραμάτων

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

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

Σίδερης Ανδρέας

2018

 $f_z=0.1 \text{ mm/rev,z}$  $f_z=0.3 \text{ mm/rev,z}$  $f_z=0.5 \text{ mm/rev,z}$ 
 Επίδραση της πρόωσης ανά στροφή και δόντι f_z

Σταθερές συνθήκες:

- $t_{xy}=0.6 \text{ mm}$
- $t_z=0.6 \text{ mm}$
- $V_c=60 \text{ m/min}$
- Ομόρροπο

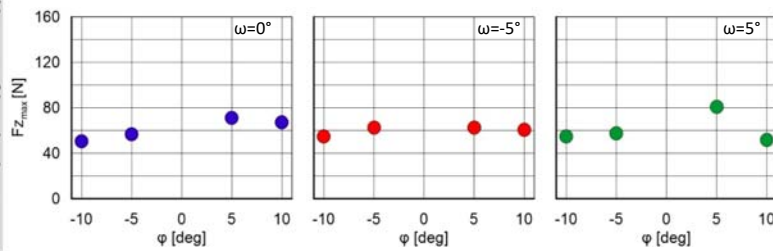
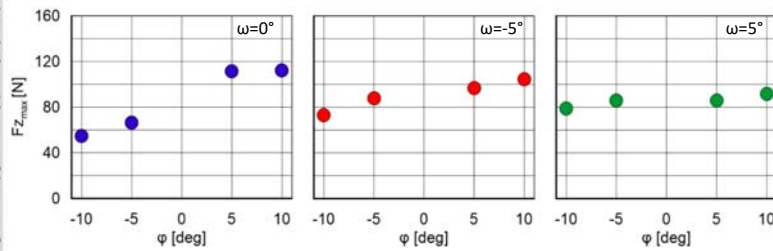


Αποτελέσματα πειραμάτων

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

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

Σίδερης Ανδρέας

$t_{xy}=0.3\text{mm}$

 $t_{xy}=0.6\text{mm}$

 Επίδραση του ακτινικού βάθους κοπής t_{xy}

Σταθερές συνθήκες:

- $f_z=0.3\text{ mm/rev}, z$
- $t_z=0.3\text{mm}$
- $V_c=60\text{m/min}$
- Ομόρροπο

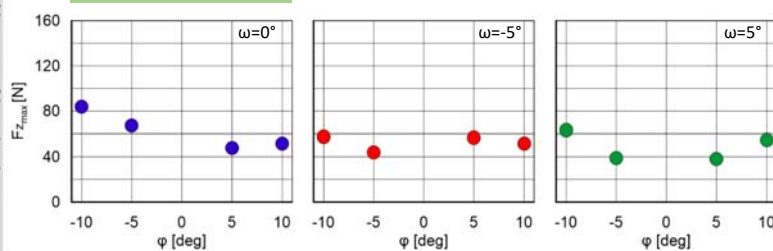
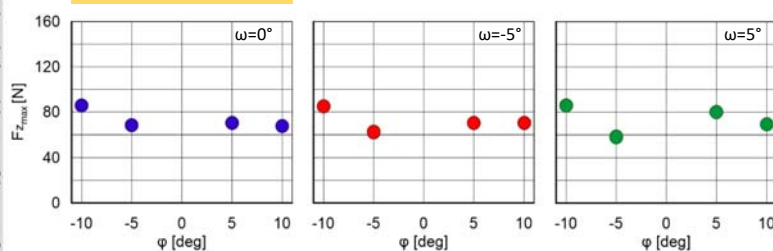


Αποτελέσματα πειραμάτων

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

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

Σίδερης Ανδρέας

 $t_z=0.3\text{mm}$

 $t_z=0.6\text{mm}$

 Επίδραση του αξονικού βάθους κοπής t_z

Σταθερές συνθήκες:

- $f_z=0.3\text{ mm/rev}, z$
- $t_{xy}=0.3\text{ mm}$
- $V_c=60\text{ m/min}$
- Ομόρροπο



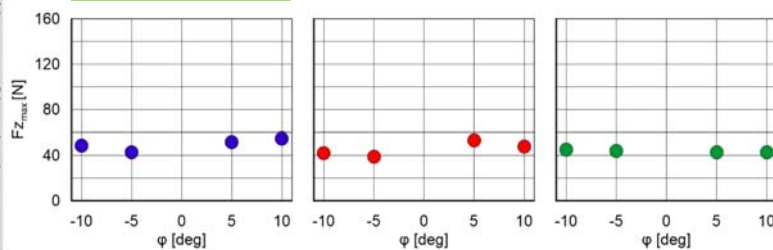
Αποτελέσματα πειραμάτων

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

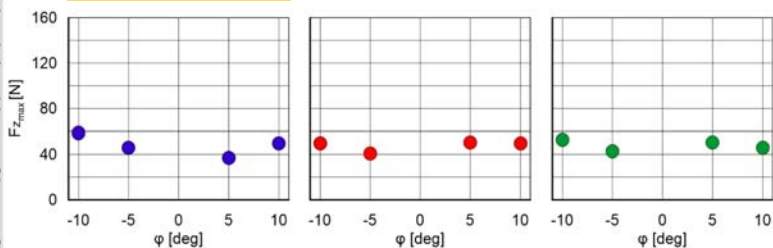
 School of Production Eng. & Management
 Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
 Prof. Aristomenis Antoniadis

Σίδερης Ανδρέας

Ομόρροπο



Αντίρροπο



Επίδραση της στρατηγικής φραιζαρίσματος

Σταθερές συνθήκες:

- $f_z=0.1 \text{ mm/rev}, z$
- $t_{xy}=0.6 \text{ mm}$
- $t_z=0.3 \text{ mm}$
- $V_c=60 \text{ m/min}$



Αποτελέσματα πειραμάτων

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

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

Σίδερης Ανδρέας

Σύνοψη

Συμπεράσματα για την τραχύτητα επιφάνειας

- Σε γενικές γραμμές από το αντίρροπο φραιζάρισμα προκύπτουν καλύτερης ποιότητας επιφάνειες και συγκεκριμένα οι χαμηλότερες τιμές της τραχύτητας προκύπτουν για $\varphi=10^\circ$ (διατρητικό φραιζάρισμα)
- Στο ομόρροπο φραιζάρισμα οι χαμηλότερες τιμές της τραχύτητας προκύπτουν για $\varphi<0$ (ελκτικό φραιζάρισμα), ενώ στο αντίρροπο για $\varphi>0$
- Σχετικά με τη γωνία ω δε μπορούν να διεξαχθούν ακριβή συμπεράσματα. Παρόλα αυτά κατά το αμβλύ φραιζάρισμα ($\omega>0$) παρατηρείται χαμηλότερη τραχύτητα από ότι για $\omega=0^\circ$ και $\omega=-5^\circ$
- Οι μικρές ταχύτητες πρόωσης ανά δόντι f_z έχουν ως αποτέλεσμα καλής ποιότητας επιφάνεια τόσο στο ομόρροπο όσο και στο αντίρροπο φραιζάρισμα συγκριτικά με τις μεγαλύτερες τιμές της σε κάθε περίπτωση.
- Η αύξηση του ακτινικού βάθους κοπής t_{xy} έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της τραχύτητας
- Το ακτινικό βάθος κοπής και η πρόωση ανά δόντι φαίνεται να έχουν άμεση συσχέτιση ως προς την ποιότητα της επιφάνειας που προσδίδουν. Η επιλογή της μιας συνθήκης πρέπει να ορίζεται με βάση την επιλογή της άλλης.
- Η τραχύτητα δε φαίνεται να επηρεάζεται όταν η τιμή του ακτινικού βάθους μεταβάλλεται από $t_z=0.3 \text{ mm}$ σε $t_z=0.6 \text{ mm}$



Συμπεράσματα

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

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

Σίδερης Ανδρέας

Συμπεράσματα για τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής

- Τόσο στο ομόρροπο όσο και στο αντίρροπο φραιζάρισμα οι δυνάμεις κοπής κυμαίνονται στο ίδιο εύρος, οπότε δεν μπορεί να διεξαχθεί κάποιο συμπέρασμα ως προς το ποια στρατηγική είναι ευνοϊκότερη.
- Κατά το ομόρροπο φραιζάρισμα οι χαμηλότερες δυνάμεις κοπής αναπτύσσονται όταν $\varphi < 0^\circ$. Αντίθετα για το αντίρροπο φραιζάρισμα το εύρος των δυνάμεων κοπής μειώνεται για γωνίες $\varphi > 0^\circ$, δηλαδή στο διατρητικό φραιζάρισμα.
- Η γωνία κλίσης ω διαδραματίζει ουδέτερο ρόλο. Παρόλα αυτά κατά την ομόρροπη στρατηγική στο οξύ διατρητικό φραιζάρισμα εμφανίζονται οι μεγαλύτερες δυνάμεις ($\omega < 0$), ενώ για την αντίρροπη κατά το αμβλύ διατρητικό ($\omega > 0$).
- Χαμηλές τιμές τις πρόωσης ανά στροφή και δόντι f_z περιορίζουν το εύρος ανάπτυξης των δυνάμεων τόσο στο ομόρροπο όσο και στο αντίρροπο φραιζάρισμα
- Όταν το ακτινικό βάθος κοπής μεταπίπτει από $t_{xy} = 0.6 \text{ mm}$ σε 0.3 mm , οι δυνάμεις κοπής μειώνονται λόγω του μικρότερου πάχους αποβλήτου που δημιουργείται.
- Η αύξηση του αξονικού βάθους κοπής οδηγεί σε αύξηση των δυνάμεων κοπής



Συμπεράσματα

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


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

Σίδερης Ανδρέας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ


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


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

Σίδερης Ανδρέας

ΚΑΛΟ

ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ !!!