

ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Τα κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι της εταιρείας Kennametal (Εικόνα 1), κοπτικά KC725M με πολλαπλές στρώσεις TiN/TiCN/TiN, υψηλής απόδοσης και σχεδιασμένα για κοπές χάλυβα, ανοξείδωτο χάλυβα κ.α. Λόγω της εξαιρετικής τους ανθεκτικότητας σε θερμικές μεταβολές, είναι κατάλληλα για κοπές με ή χωρίς λίπανση.



Εικόνα 1: Μανέλα και κοπτικό πλακίδιο



ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΚΑΤΑ ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

Τα υλικά κοπής που έχουν χρησιμοποιηθεί για στην εκτέλεση των πειραμάτων είναι τρία από τα πλέον συνηθισμένα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευαστική και διαμορφωτική παραγωγή. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τον κοινό χάλυβα κατασκευών St52-3, το χάλυβα επιβελτίωσης άριστης ποιότητας Ck60, καθώς και το χάλυβα χαμηλής κραμάτωσης 15CrNi6. Πρόκειται για τρία υλικά (Εικόνα 2), τα οποία χρησιμοποιούνται σε απλές κατασκευές (κελύφη, προεντατήρες, δικτυώματα κ.λπ.) και κατασκευές υψηλών απαιτήσεων (κοχλίες, οδοντωτοί τροχοί, στροφαλοφόροι άξονες, άξονες αεροναυπηγικής κ.λπ.).

	Χημική σύσταση (κατά βάρος %)								
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Άλλα
St52-3	0.11	0.28	0.80	-	-	-	-	-	-
Ck60	0.61	0.20	0.75	0.20	0.05	0.20	-	-	-
15CrNi6	0.16	0.28	0.50	1.55	-	1.55	-	-	-

Χημική σύσταση χαλύβων

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι πλάκες στις οποίες έγιναν οι κοπές.

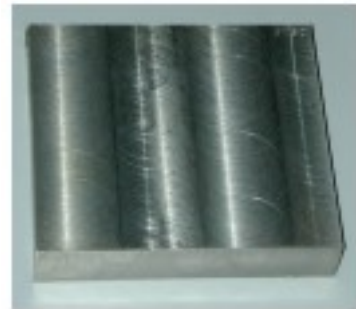
St52-3



Ck60



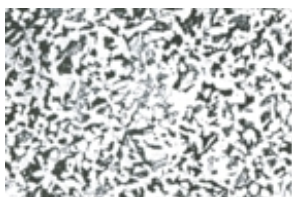
15CrNi6



Εικόνα 2: πλάκες κοπών

Στην Εικόνα 3 απεικονίζονται φωτογραφίες των χαλύβων που πάρθηκαν στο εργαστήριο εργαλειομηχανών από το μικροσκόπιο OLYMPUS (Εικόνα 4).

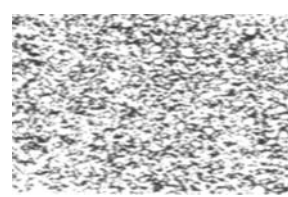
St52-3



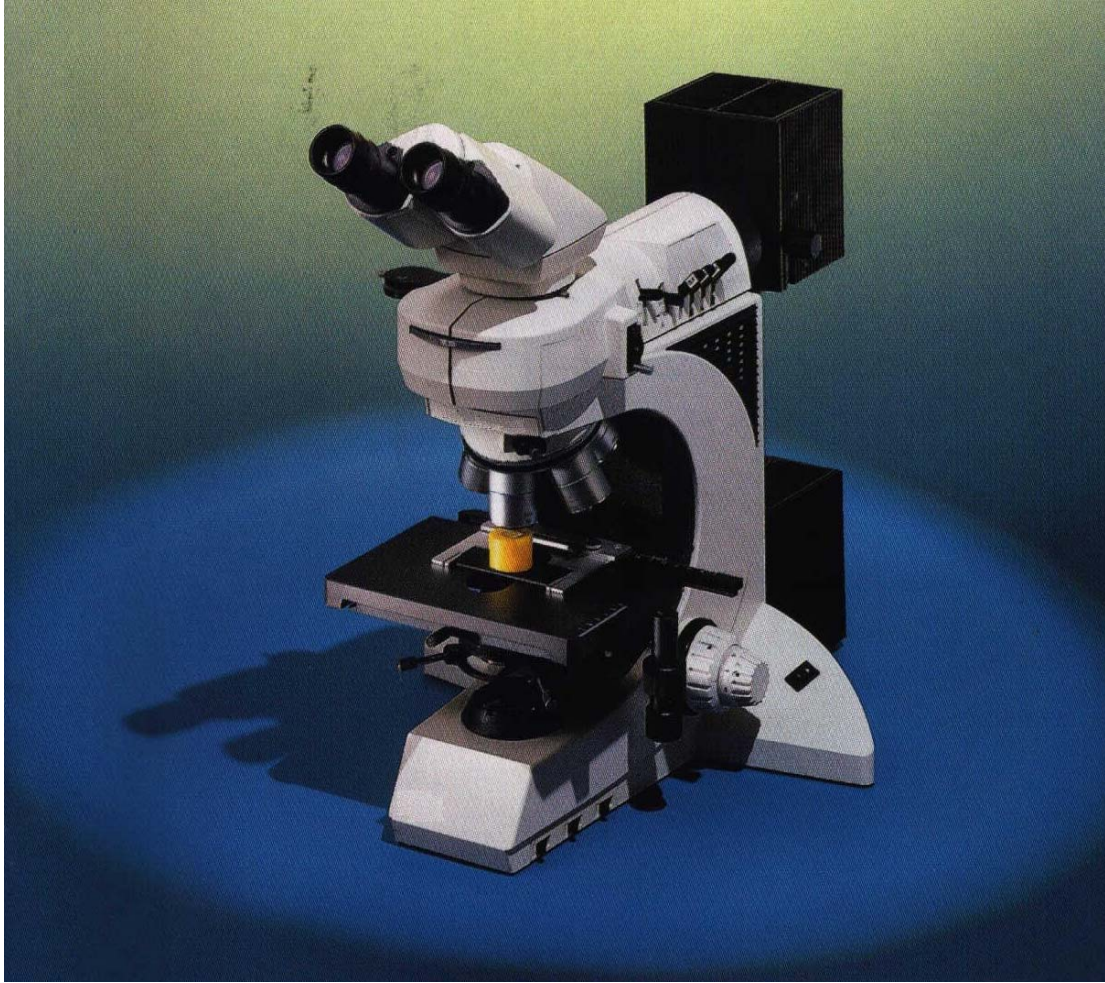
Ck60



15CrNi6



Εικόνα 3: φωτογραφίες των υλικών από το μικροσκόπιο



Εικόνα 4: Οπτικό μικροσκόπιο OLYMPUS.

Το κάθε κατεργαζόμενο τεμάχιο, πριν υποστεί την τελική κατεργασία κοπής, εκχονδρίστηκε (Εικόνα 5), ώστε να καθαριστεί η αρχική επιφάνεια και να προκύψει η αναγκαία επιπεδότητα η οποία απαιτείται, για να έχουμε το ίδιο βάθος κοπής σε όλη την επιφάνεια που είναι να κατεργαστούμε. Στις κατεργασίες εκχόνδρισης χρησιμοποιήθηκε ως κοπτικό εργαλείο φραιζοκεφαλή με τέσσερις κοπτικές ακμές, ενώ σε όλες τις φάσεις κατεργασίας χρησιμοποιήθηκε υγρό κοπής.



Εικόνα 5: Κατεργασία εκχόνδρισης δοκιμίου.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Η διαδικασία που ακολουθείται για την εκτέλεση των πειραμάτων κατά την παρούσα ερευνητική εργασία είναι τυπική και έχει μια μεθοδολογία που περιγράφεται παρακάτω.

Αρχικά γίνεται η προετοιμασία της εργαλειομηχανής. Αυτό περιλαμβάνει το δέσιμο του δοκιμίου πάνω στην τράπεζά της με τη βοήθεια των απαραίτητων ιδιοσυσκευών που διαθέτει το εργαστήριο (Εικόνα 6). Στη συνέχεια το κομμάτι κεντράρεται και ευθυγραμμίζεται με τη βοήθεια του μετρητικού που διαθέτει η μηχανή και καθορίζεται το μηδενικό σημείο του τριαξονικού συστήματος συντεταγμένων πάνω στην τράπεζά της. Τέλος πληκτρολογείται το πρόγραμμα καθοδήγησης της κατεργασίας στον ηλεκτρονικό υπολογιστή της μηχανής, ελέγχεται η ορθότητά του και ρυθμίζεται ο αριθμός στροφών δια χειρός με τη βοήθεια του αντίστοιχου διακόπτη.

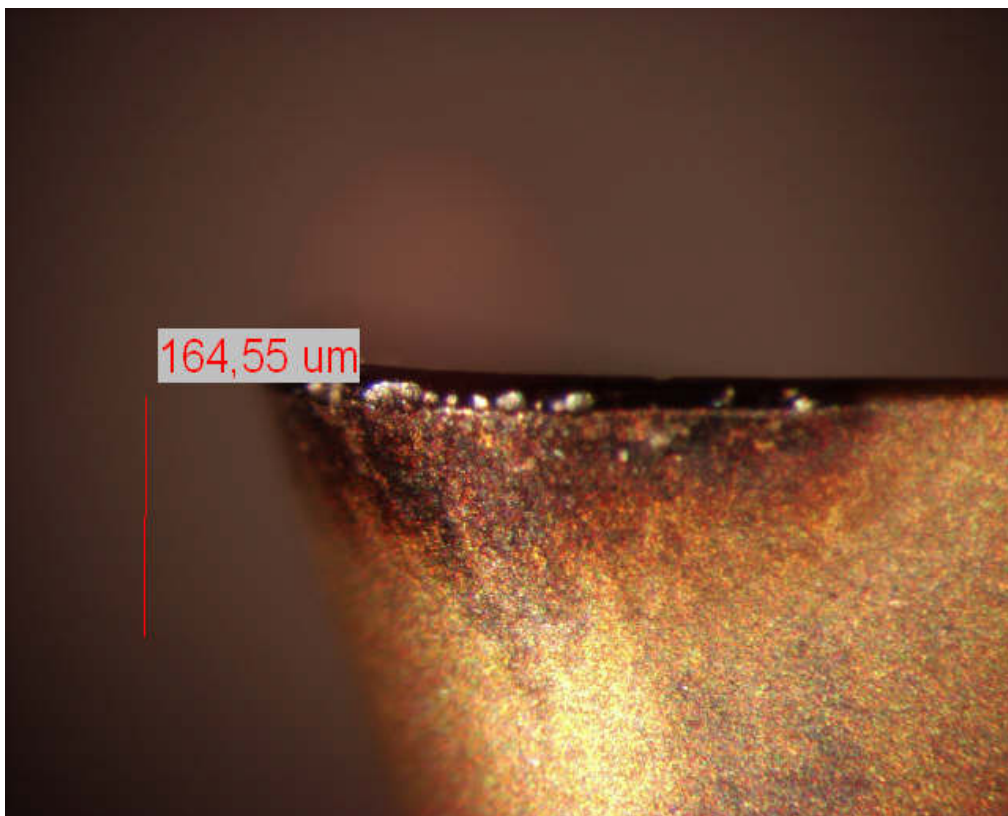


Εικόνα 6: Προετοιμασία της εργαλειομηχανής

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις συνθήκες κοπής του πειράματος μετρώντας τον αριθμό στροφών της μηχανής με τη βοήθεια στροφομέτρου και στη συνέχεια περνάμε στη μέτρηση της φθοράς. Κατά τακτά χρονικά διαστήματα που αποφασίζονται από πριν, η διαδικασία της κοπής διακόπτεται και το κοπτικό εργαλείο λύνεται από την εργαλειομηχανή. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του στερεοσκοπίου (Εικόνα 7) του εργαστηρίου μετράται το εύρος του πλάτους της ζώνης φθοράς VB (Εικόνα 8), διότι η τάξη μεγέθους του είναι πολύ μικρή. Αφού υπολογιστεί ο αντίστοιχος αριθμός κοπών A_s στον οποίο έγινε η μέτρηση, τα δύο αυτά μεγέθη καταγράφονται στο πρωτόκολλο μετρήσεων μαζί με σχετικές παρατηρήσεις για τη μορφή της φθοράς.



Εικόνα 7: Στερεοσκόπιο του εργαστηρίου Εργαλειομηχανών.



Εικόνα 8: Μέτρηση του εύρους του πλάτους της ζώνης φθοράς VB.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Ως δεδομένα του πειράματος έχουμε τα εξής μεγέθη:

1. Μήκος περάσματος κοπής $L=160\text{mm}$
2. Συνολικό μήκος περάσματος κοπής μαχαιριού $L_{\text{εν}}=A/A*L$ (mm)
3. Πρόωση = $200\text{mm}/\text{min}$
4. Χρόνος κοπής ανά πέρασμα = $0,8\text{min}$
5. Χρόνος κοπής $t=L_{\text{εν}}/f$ (min)
6. Αριθμός κοπών $A_{\text{κ}}=n*t$ ή l/fz (796/πέρασμα)
7. Μέτρηση φθοράς (μm)

Όλα τα πειράματα έγιναν με χρήση ψυκτικού υγρού. Η χρήση του ψυκτικού ελαττώνει τις τριβές μεταξύ του κοπτικού και του υλικού κατεργασίας. Με αποτέλεσμα να έχουμε μικρότερες θερμοκρασίες κατά την αφαίρεση υλικού, λίπανση όλων των επιφανειών στην θέση κοπής και άρα μικρότερες φθορές στο πλακίδιο κοπής.

Οι συνθήκες κατεργασίας όπως φαίνονται παρακάτω στον πίνακα ήταν ίδιες και για τα τρία υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διεξαγωγή των πειραμάτων.

Σύμβολο	Μονάδες	Τιμή πειράματος
V_c	Ταχύτητα κοπής (m/min)	100 m
F	Πρόωση (mm/min)	199 mm/min
F_z	Πρόωση ανά δόντι mm/δόντι	0.2 mm/δόντι
e	Ακτινικό βάθος κοπής (mm)	22 mm
a_y	Αξονικό βάθος κοπής (mm)	2 mm
s	Στροφές Ατράκτου (rpm)	995 rpm

Τέλος πληκτρολογείται το πρόγραμμα καθοδήγησης της κατεργασίας στον ηλεκτρονικό υπολογιστή του κέντρου κατεργασίας. Ελέγχεται η ορθότητά του και αφού διαπιστωθεί ότι δεν υπάρχει λάθος, ξεκινά η κοπή.

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο 5-αξονικό κέντρο κατεργασίας DECKEL MAHO MH 600C (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: 5-αξονικό κέντρο κατεργασίας DECKEL MAHO MH 600C.

Το κέντρο κατεργασίας είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και αποτελείται από πέντε βασικά μέρη.

1. Τον πίνακα ελέγχου (Εικόνα 10).
2. Την τράπεζα (Εικόνα 11).
3. Την κεφαλή (Εικόνες 12 και 13).
4. Την καμπίνα προστασίας (Εικόνα 14).
5. Την αποθήκη των εργαλείων (Εικόνα 15).



Εικόνα 10: Ο πίνακας ελέγχου του κέντρου κατεργασίας DECKEL MAHO.



Εικόνα 11: τράπεζα εργασίας του κέντρου κατεργασίας DECKEL MAHO.



Εικόνες 12 και 13: Η κεφαλή του κέντρου κατεργασίας DECKEL MAHO.

Εκτελεί επιτυχώς όλους τους τύπους εργασιών και μπορεί να διαμορφώσει και τα πιο σύνθετα περιγράμματα συνδυάζοντας διαδικασίες φραιζαρίσματος, διάτρησης, γλύφανσης κ.α. Για να πραγματοποιηθούν όλες αυτές οι κατεργασίες προϋπόθεση είναι η ύπαρξη των κατάλληλων κάθε φορά κοπτικών εργαλείων. Η μηχανή έχει δυνατότητα αποθήκευσης και ανάκλησης 30 εργαλείων. Στο πείραμα το οποίο πραγματοποιήσαμε χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι άξονες x,y,z.



Εικόνα 14: καμπίνα προστασίας του κέντρου κατεργασίας DECKEL MAHO.

Τα χαρακτηριστικά της μηχανής είναι:

Μέγιστη διαδρομή στον άξονα x:	600mm
Μέγιστη διαδρομή στους άξονες y,z:	450mm
Ισχύς κινητήρα ατράκτου:	10kW
Πεδίο ταχυτήτων περιστροφής κεφαλής:	20-6300rpm
Πεδίο ταχυτήτων πρόωσης:	1-6000mm/min



Εικόνα 14: αποθήκη των εργαλείων
του κέντρου κατεργασίας
DECKEL MAHO.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1) Υλικό κατεργασίας Ck60

	Χημική σύσταση (κατά βάρος %)								
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Άλλα
Ck60	0.61	0.20	0.75	0.20	0.05	0.20	-	-	-

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι πλάκες στις οποίες έγιναν οι κοπές:

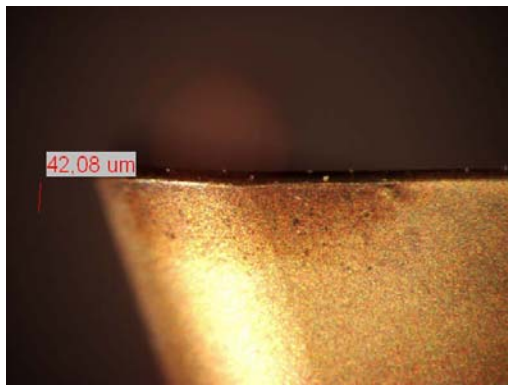


Συνθήκες κοπής:

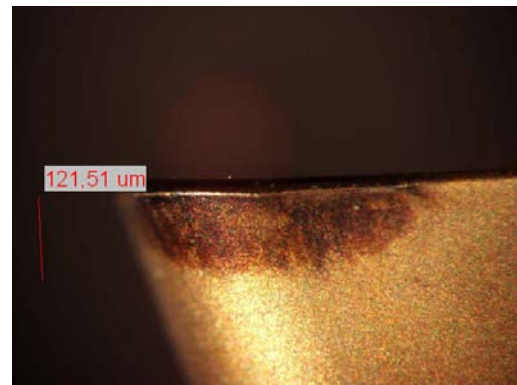
Πρόωση $F=200$ mm/min,

Μήκος περάσματος $L=160$ mm,

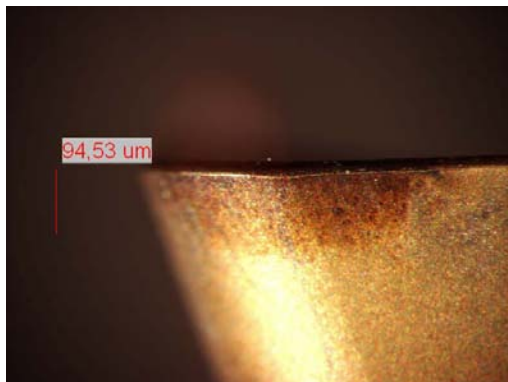
Χρόνος κοπής ανά πέρασμα $t=0,8$ min.



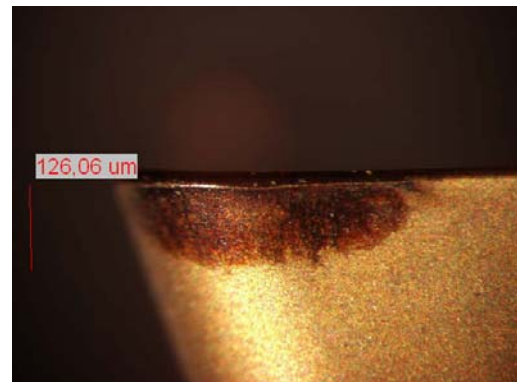
Αριθμός κοπών AS = 1592



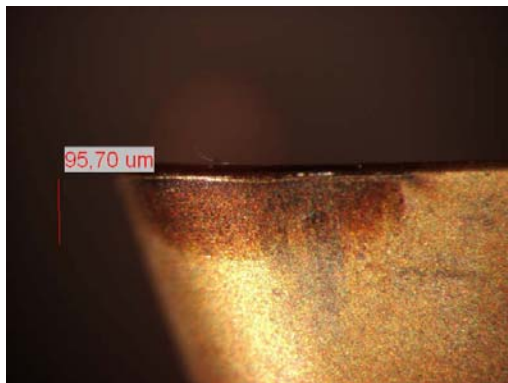
Αριθμός κοπών AS = 6368



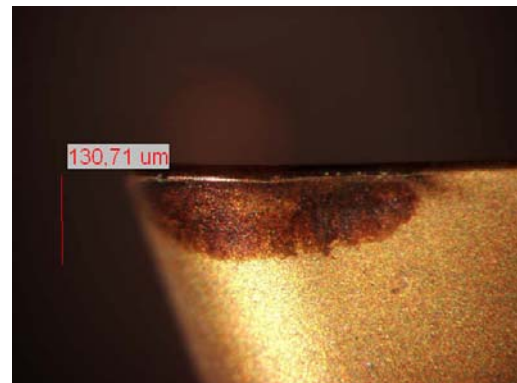
Αριθμός κοπών AS = 2388



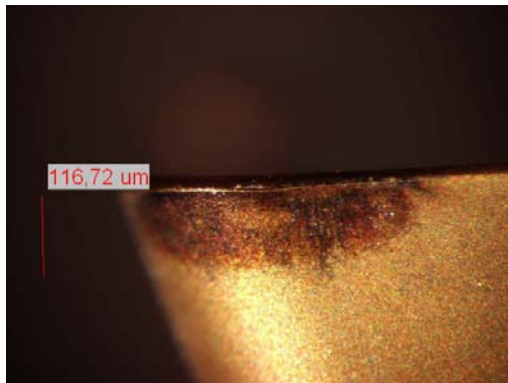
Αριθμός κοπών AS = 7164



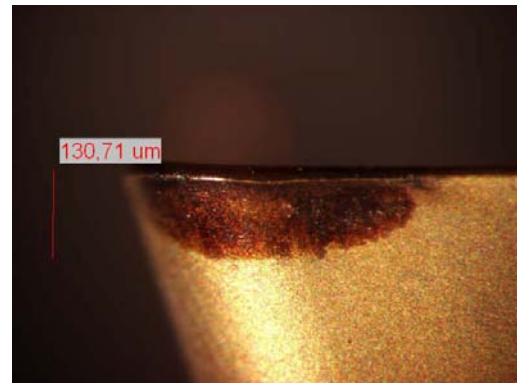
Αριθμός κοπών AS = 3980



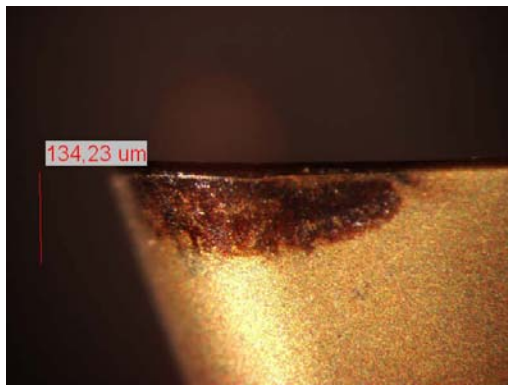
Αριθμός κοπών AS = 7960



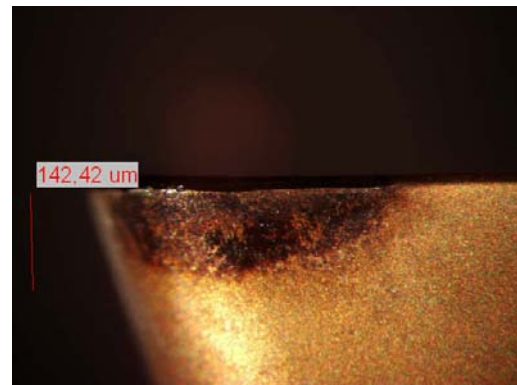
Αριθμός κοπών AS = 5572



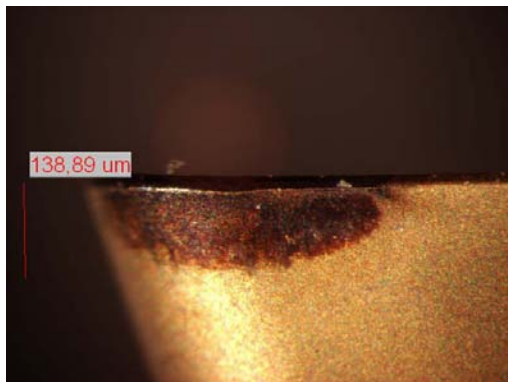
Αριθμός κοπών AS = 8756



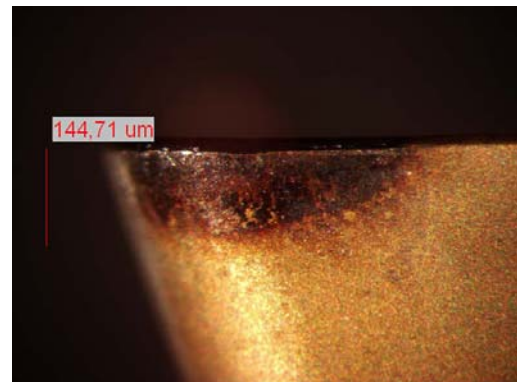
Αριθμός κοπών AS = 10348



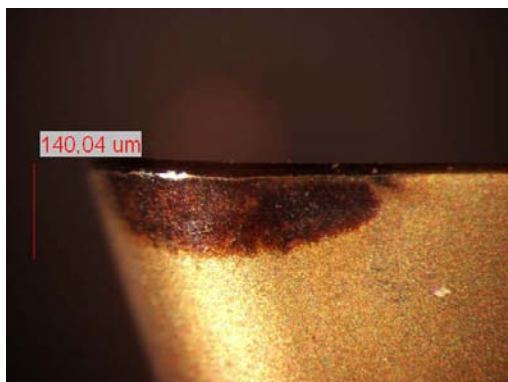
Αριθμός κοπών AS = 30248



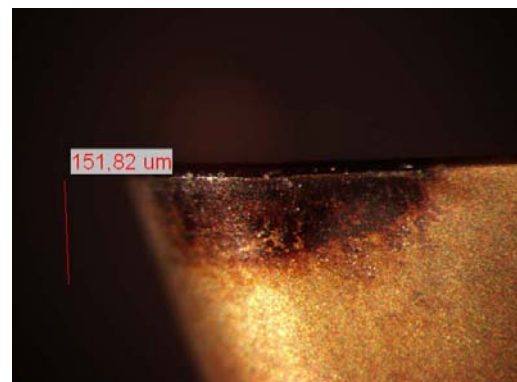
Αριθμός κοπών AS = 11144



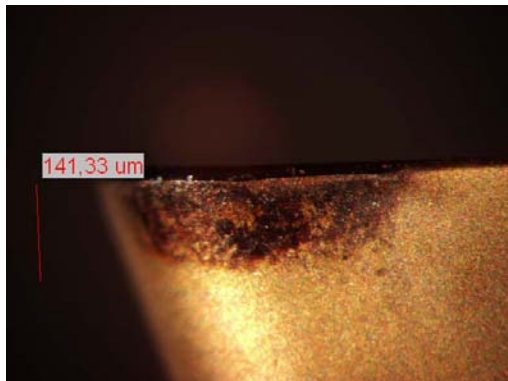
Αριθμός κοπών AS = 31840



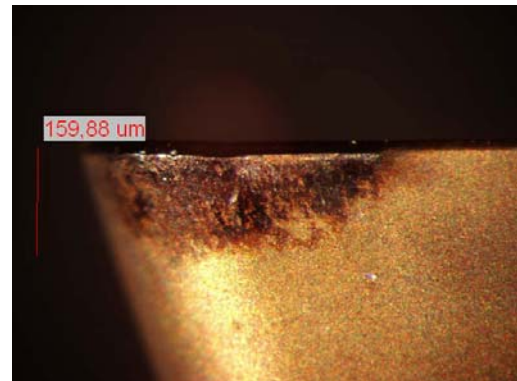
Αριθμός κοπών AS = 12736



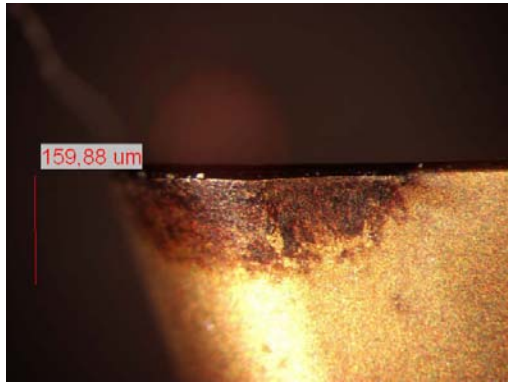
Αριθμός κοπών AS = 32638



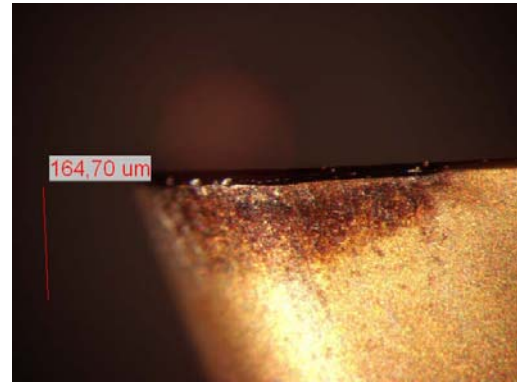
Αριθμός κοπών AS = 29452



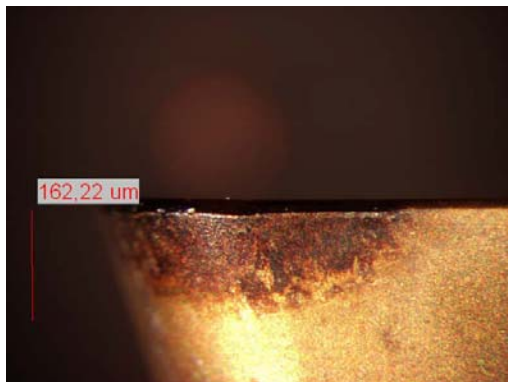
Αριθμός κοπών AS = 33432



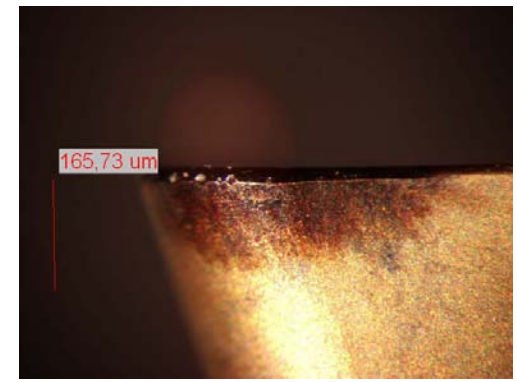
Αριθμός κοπών AS = 35820



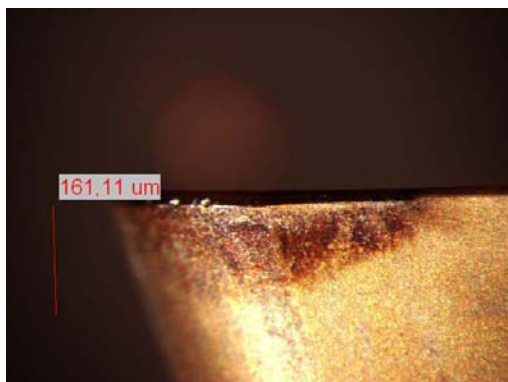
Αριθμός κοπών AS = 43780



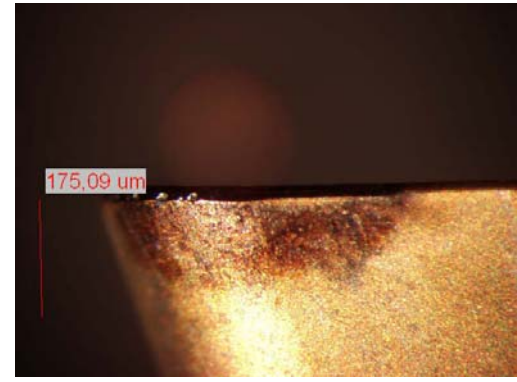
Αριθμός κοπών AS = 36616



Αριθμός κοπών AS = 46964



Αριθμός κοπών AS = 42984



Αριθμός κοπών AS = 47760

ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ: ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΣΤΑ Τ.Ε.Ι. (ΕΕΟΤ)

A/A	περάσματα	μήκος περάσματος κοπής L _(mm)	Συνολικό μήκος περάσματος κοπής μαχαιριού L _{EV(mm)}	Πρόωση f _(mm/min)	Χρόνος κοπής ανά πέρασμα t _(min)	χρόνος κοπής t _{EV(mm)}	AS αριθμός κοπών	Μέτρηση (μm)
		L = 160	L _{EV} = A/A * L		t = l / f	t = L _{EV} / f	AK = n * t ή l / f _z	
1	2	160	320	200	0.8	1.6	1592	42.08
2	3	160	480	200	0.8	2.4	2388	94.53
3	5	160	800	200	0.8	4	3980	95.7
4	7	160	1120	200	0.8	5.6	5572	116.72
5	8	160	1280	200	0.8	6.4	6368	121.51
6	9	160	1440	200	0.8	7.2	7164	126.06
7	10	160	1600	200	0.8	8	7960	130.71
8	11	160	1760	200	0.8	8.8	8756	130.71
9	13	160	2080	200	0.8	10.4	10348	134.23
10	14	160	2240	200	0.8	11.2	11144	138.89
11	16	160	2560	200	0.8	12.8	12736	140.04
12	37	160	5920	200	0.8	29.6	29452	141.33
13	38	160	6080	200	0.8	30.4	30248	142.42
14	40	160	6400	200	0.8	32	31840	144.71
15	41	160	6560	200	0.8	32.8	32636	151.82
16	42	160	6720	200	0.8	33.6	33432	159.88
17	45	160	7200	200	0.8	36	35820	159.88
18	46	160	7360	200	0.8	36.8	36616	162.22
19	54	160	8640	200	0.8	43.2	42984	161.11
20	55	160	8800	200	0.8	44	43780	164.7
21	59	160	9440	200	0.8	47.2	46964	165.73
22	60	160	9600	200	0.8	48	47760	175.09

Διάγραμμα αριθμού κοπής - φθοράς

