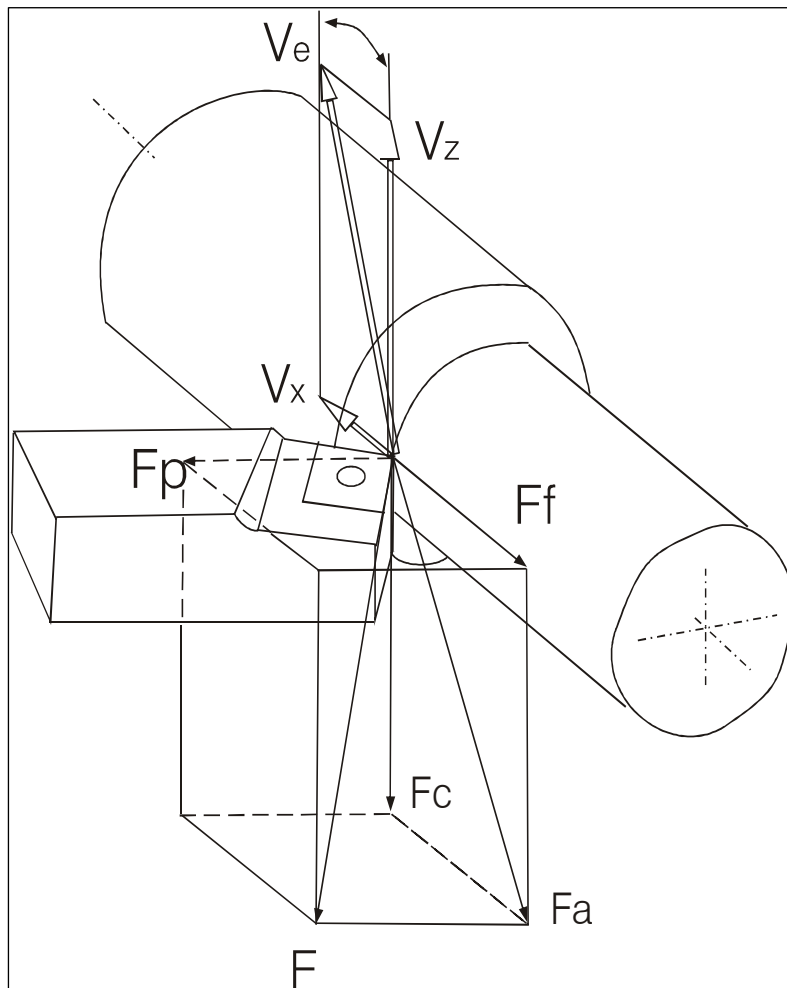


Προσδιορισμός των συντελεστών του
προσομοιωτικού προτύπου Kienzle – Victor
των δυνάμεων κοπής κατά το φρεζάρισμα

Η συνολική δύναμη η οποία δρα ως τάση πάνω στην ακμή της κοπτικής σφήνας του εργαλείου κατεργασίας ονομάζεται δύναμη F . Είναι η συνισταμένη δύναμη όλων των τάσεων που εμφανίζονται στην ακμή της σφήνας ως σύνθεση δυνάμεων και δρα ως δύναμη αντίδρασης με το ίδιο μέγεθος στο υλικό κατεργασίας (Εικόνα 1). Το υλικό κατεργασίας θέτει στην εισχώρηση της ακμής της σφήνας του κοπτικού εργαλείου μια αντίσταση η οποία πρέπει να υπερνικηθεί από την τάση της δύναμης κοπής F .



Εικόνα 1: Δυνάμεις κοπείς

Οι δυνάμεις είναι ανύσματα που ορίζονται από το μέγεθος και την διεύθυνση. Σκοπίμως παρουσιάζεται σε ένα δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων, το οποίο περιέχει από την μία το επίπεδο κατεργασίας με το οποίο η διεύθυνση κοπής και πρόωσης συγκρατείται και από την άλλη μέσου της διεύθυνσης της παθητικής δύναμης F_p του ονομαζόμενου πίσω επιπέδου η οποία είναι κάθετη στο επίπεδο κατεργασίας.

Η τάση της δύναμης παρατηρείτε σαν μία φόρμα από τελείες που δρουν στην κόψη του υλικού κατεργασίας, το ονομαζόμενο σημείο κοπής. Στην πραγματικότητα μία εναπομένουσα άνιση κατανομή της τάσης βρίσκεται κατά μήκος της κόψης, αλλά αυτό το γεγονός κατά κανόνα παραμελείτε κατά των υπολογισμό της τάσης της δύναμης. Στις περισσότερες περιπτώσεις η τάση της δύναμης παρουσιάζεται δραστικά πάνω στο εργαλείο κατεργασίας ώστε να μην συμπέσουν το άνυσμα της δύναμης με το άνυσμα της ταχύτητας. Σε πολλαπλά εργαλεία κατεργασίας πρέπει οι δυνάμεις να παρατηρούνται μεμονωμένα στις σφήνες κόψης. Αυτές μπορούνε είτε μέσο πρόσθεσης του ανύσματος είτε να ενωθούνε σε μια συνολική δύναμη της τάσης. Σε εργαλεία κατεργασίας με ακανόνιστη γεωμετρική κόψη (λείανση) αποδεχόμαστε τις δυνάμεις που δρουν στο υλικό κατεργασίας (Συλλογική σφήνα κόψης).

Ιδιαίτερης σημασίας είναι το επίπεδο εργασίας και η δύναμη κοπής και πρόωσης που έχουν σαν αποδέκτη σύνθεσης την ενεργητική δύναμη, την δύναμη κοπής και πρόωσης. Η ενεργητική δύναμη F_a είναι η συνιστώσα της δύναμης F στο επίπεδο κατεργασίας. Η δύναμη πρόωσης F_f είναι η συνιστώσα της ενεργητικής δύναμης κατά την διεύθυνση πρόωσης. Η παθητική δύναμη F_p είναι η σύνθεση της δύναμης τάσης F κάθετα στο επίπεδο κατεργασίας. Δεν συμμετέχει στην απόδοση της τάσης,

είναι όμως σημαντική για την ερμηνεία των κατεργασιών και των μηχανών κατεργασίας.

Κατά την ανάλυση της ενεργητικής δύναμης προκύπτουν διάφοροι μαθηματικοί συνδυασμοί για την ενεργητική δύναμη και των συνθέσεων δύναμης στο επίπεδο κατεργασίας:

$$F_a = \sqrt{F_c^2 + F_{cN}^2}$$

$$F_a = \sqrt{F_f^2 + F_{fN}^2}$$

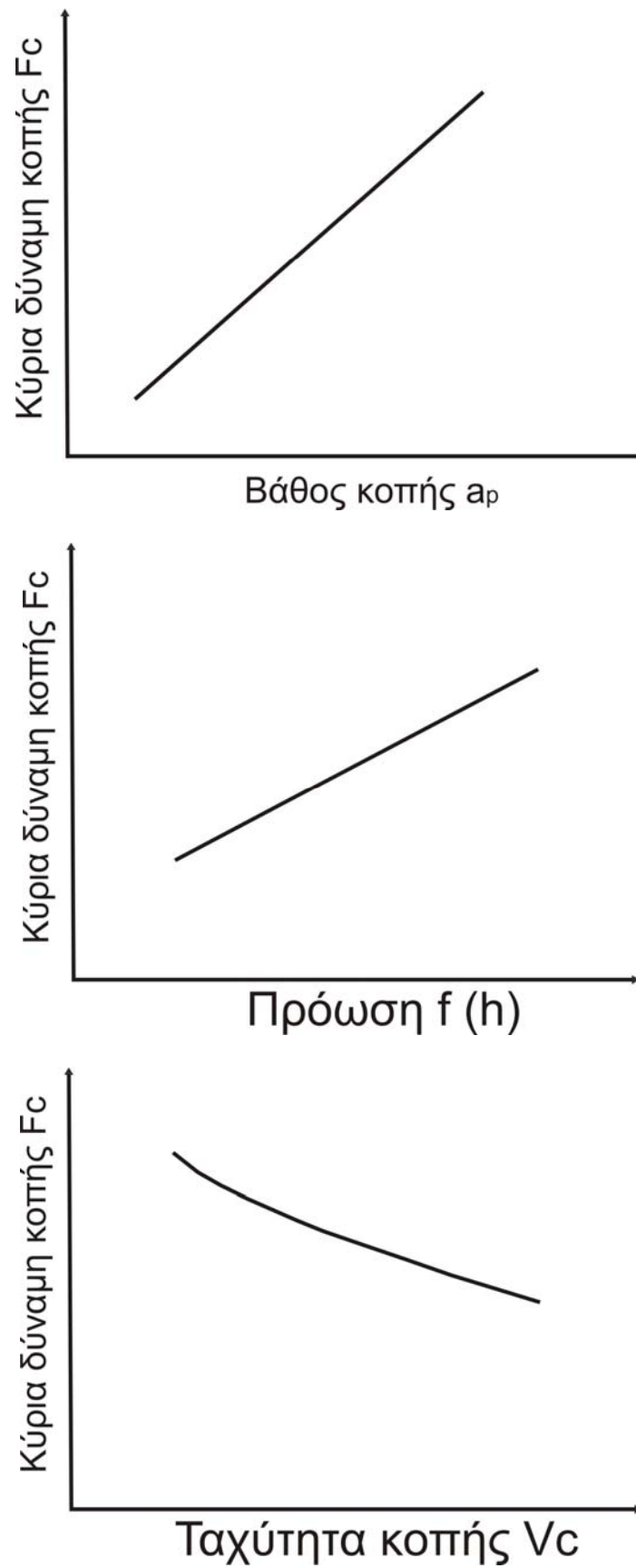
Για την δύναμη τάσης F ισχύει: $F = \sqrt{F_a^2 + F_p^2}$

Τα σημαντικότερα μεγέθη επηρεασμού της δύναμης κοπής είναι τα εξής:

- Υλικό κατεργασίας του τεμαχίου κατεργασίας
- Πρόωση f
- Βάθος κοπής a_p
- Υλικό κοπής
- Ψύξη σε κατεργασίας κοπής
- Ταχύτητα κοπής V_c
- Γωνία τοποθέτησης και
- Φθορά κοπτικού εργαλείου

Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται διαγραμματικά η εξάρτηση της κύριας δύναμης κοπής F_c από τα μεγέθη: Βάθος κοπής a_p , Πρόωση f και Ταχύτητα κοπής V_c . Ο τύπος του υπολογισμού της κύριας δύναμης κοπής είναι:

$F_c = A * K_c$, όπου: A (η εγκάρσια επιφάνεια κοπή) = $a_p * f =$
 $= b$ (πάχος αποβλήτου) * h (πλάτος αποβλήτου) και K_c η ειδική δύναμη κοπής (σταθερά).



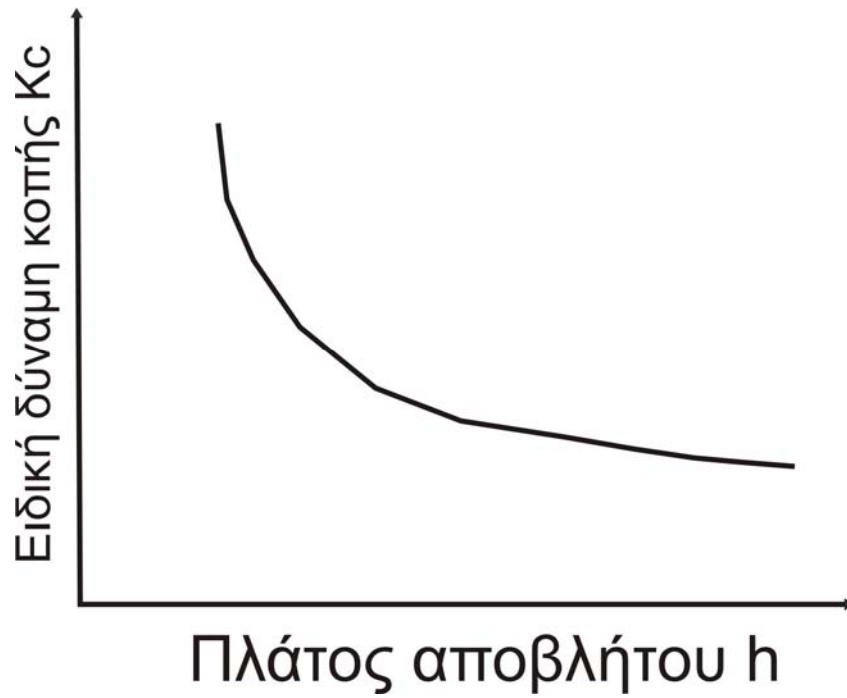
Εικόνα 2: εξάρτηση της κύριας δύναμης κοπής F_c από τα μεγέθη:
Βάθος κοπής a_p , Πρόωση f και Ταχύτητα κοπής V_c .

Η εφαρμογή του τύπου Kienzle και Victor για τον υπολογισμό της κύριας δύναμης κοπής F_c , της προέρχεται από την δεκαετία του πενήντα και η εφαρμογή της έχει διαδοθεί διεθνώς και είναι πολύ εύκολη και ιδιαίτερα κατάλληλη για εργασιακή χρήση. Εξακριβώθηκε εμπειρικά και αρχικά μεν για την δύναμη κοπής F_c για στρέψη, μπορεί όμως να εφαρμοστεί με μεγάλη ακρίβεια και για τις άλλες μεθόδους κοπής.

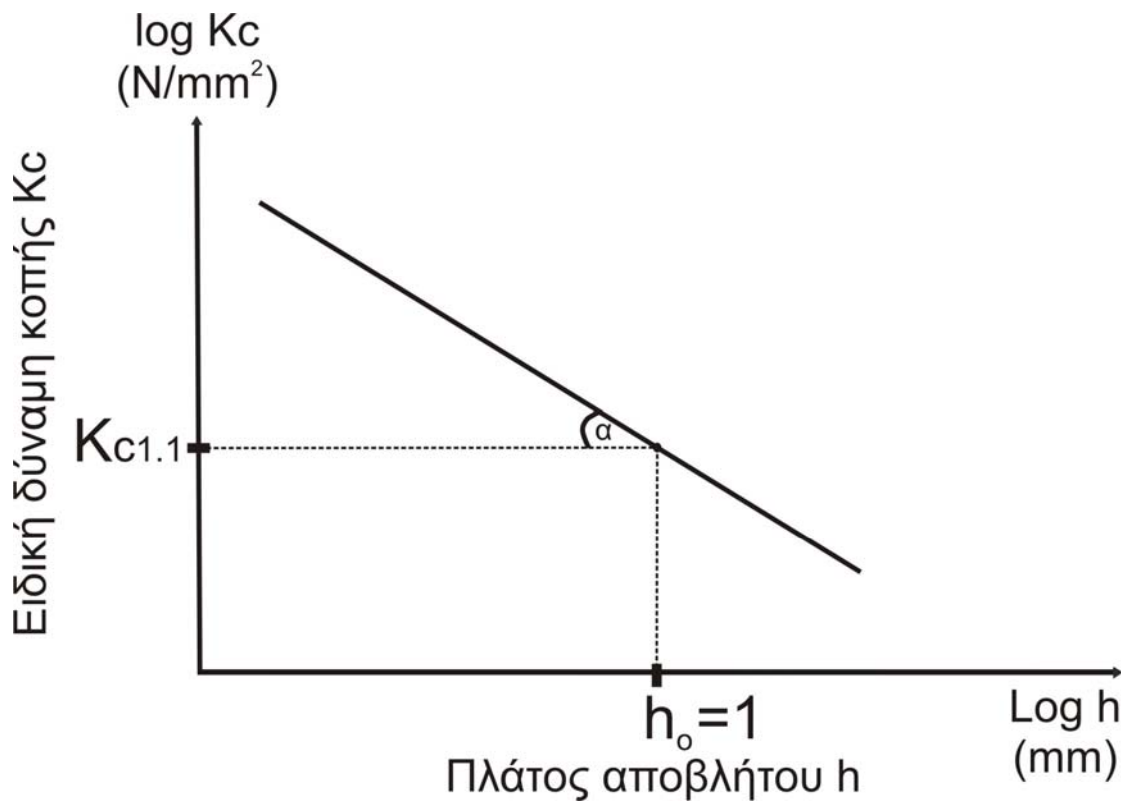
Το μέγεθος K_c στον τύπο των Kienzle και Victor ονομάζεται ειδική δύναμη κοπής. Ορίζεται σαν κομμάτι της εγκάρσιας δύναμης κοπής ανά mm^2 και είναι σημαντικό για τον πραγματικό υπολογισμό της δύναμης κοπής. Η ειδική δύναμη κοπής λαμβάνει υπόψη τις ιδιότητες του κατεργαζόμενου υλικού και του υλικού του κοπτικού εργαλείου. Από πειράματα αποδείχτηκε ότι η K_c είναι συνάρτηση του πλάτος αποβλήτου h καθώς το πάχος αποβλήτου b έχει έναν αμελητέο επηρεασμό σε αυτήν (Εικόνα 3). Η εξάρτηση αυτή κατά Kienzle διατυπώνεται από τον τύπο:

$$K_c = \frac{K_{c1.1}}{h^{m_c}}, \text{ όπου } m_c \text{ σταθερά.}$$

Το μέγεθος $K_{c1.1}$ ονομάζεται κύρια ειδική δύναμη κοπής. Ορίζεται ως το μέγεθος της τάσης για $h=1 \text{ mm}$ και $b=1 \text{ mm}$ και υπολογίζεται όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 4, όπως και ο εκθέτης m_c . Όταν γίνουν οι προσπάθειες για την εξακρίβωση των τιμών για την ειδική δύναμη κοπής K_c σε μια διπλή λογαριθμική κλίμακα για το πλάτος αποβλήτου h τότε προκύπτει μια ευθύγραμμη προσεγγιστική με κλίση $\tan \alpha = m_c$.



Εικόνα 3: εξάρτηση της ειδικής δύναμης κοπής K_c από το πάχος του αποβλήτου



Εικόνα 4: υπολογισμός της κύριας ειδικής δύναμης κοπής $K_{c1.1}$

1) υλικό κατεργασίας CK60

A/A	S (mm/rev)	Ks (N/mm ²)
1	0.055	3567,57
2	0.11	3237,57
3	0.22	2678,63
4	0.44	2236,21

Κάνουμε προεκβολή στο λογαριθμικό διάγραμμα για $h=1$ mm και υπολογίζεται η κύρια ειδική δύναμη κοπής $K_{c1.1}$:

A/A	S	Ks
1	0,055	3567,57
2	0,11	3237,57
3	0,22	2678,63
4	0,44	2236,21
5	1	1110,05 = $K_{c1.1}$

$$\tan \alpha = m_c = \frac{\log k_{c1} - \log k_{c2}}{\log h_2 - \log h_1} = \frac{\log 2678,63 - \log 2236,21}{\log 0,44 - \log 0,22} = \frac{0,0784}{0,30103} = 0,260439$$

2) υλικό κατεργασίας 15CrNi6:

A/A	S (mm/rev)	Ks (N/mm ²)
1	0,055	4440,6
2	0,11	3693,48
3	0,22	2886,06
4	0,44	2227,8

Κάνουμε προεκβολή στο λογαριθμικό διάγραμμα για $h=1$ mm και υπολογίζεται η κύρια ειδική δύναμη κοπής $K_{c1.1}$:

A/A	S (mm/rev)	Ks (N/mm ²)
1	0,055	4440,6
2	0,11	3693,48
3	0,22	2886,06
4	0,44	2227,8
5	1	552,229 = $K_{c1.1}$

$$\tan \alpha = m_c = \frac{\log k_{c1} - \log k_{c2}}{\log h_2 - \log h_1} = \frac{\log 2886,06 - \log 2227,8}{\log 0,44 - \log 0,22} = \frac{0,112429}{0,30103} = 0,373481$$

3) υλικό κατεργασίας 42CrMo4 :

A/A	S (mm/rev)	Ks (N/mm ²)
1	0,055	4550
2	0,11	3357,27
3	0,22	2903,69
4	0,44	2411,38

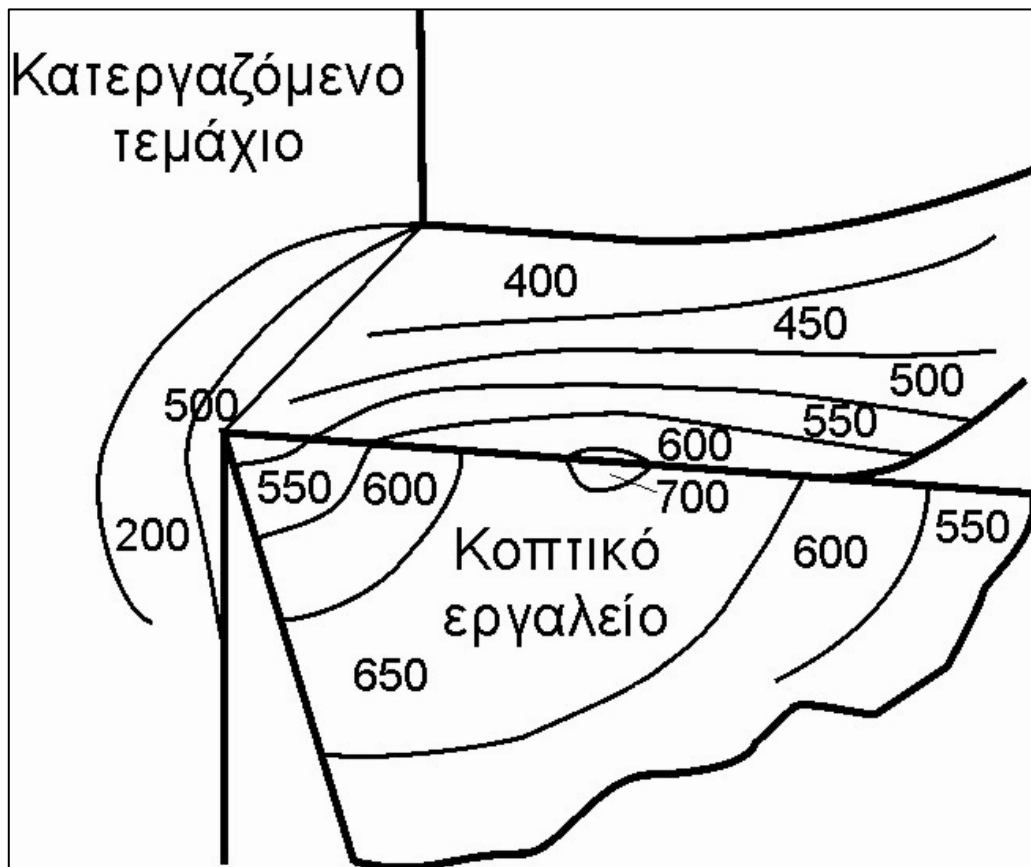
Κάνουμε προεκβολή στο λογαριθμικό διάγραμμα για h=1 mm και υπολογίζεται η κύρια ειδική δύναμης κοπής K_{c1.1}:

A/A	S (mm/rev)	Ks (N/mm ²)
1	0,055	4550
2	0,11	3357,27
3	0,22	2903,69
4	0,44	2411,38
5	1	1158,2272 = K_{c1.1}

$$\tan \alpha = m_c = \frac{\log k_{c1} - \log k_{c2}}{\log h_2 - \log h_1} = \frac{\log 2903,69 - \log 2411,38}{\log 0,44 - \log 0,22} = \frac{0,080684}{0,30103} = 0,268026$$

Φθορά του εργαλείου κοπής κατά το φρεζάρισμα

Κατά την κοπή των μετάλλων το κοπτικό εργαλείο υπόκειται σε υψηλές θερμοκρασίες, των οποίων η διανομή παρουσιάζει απότομες τοπικές μεταβολές (Σχήμα 1), καθώς και σε υψηλές καταπονήσεις.



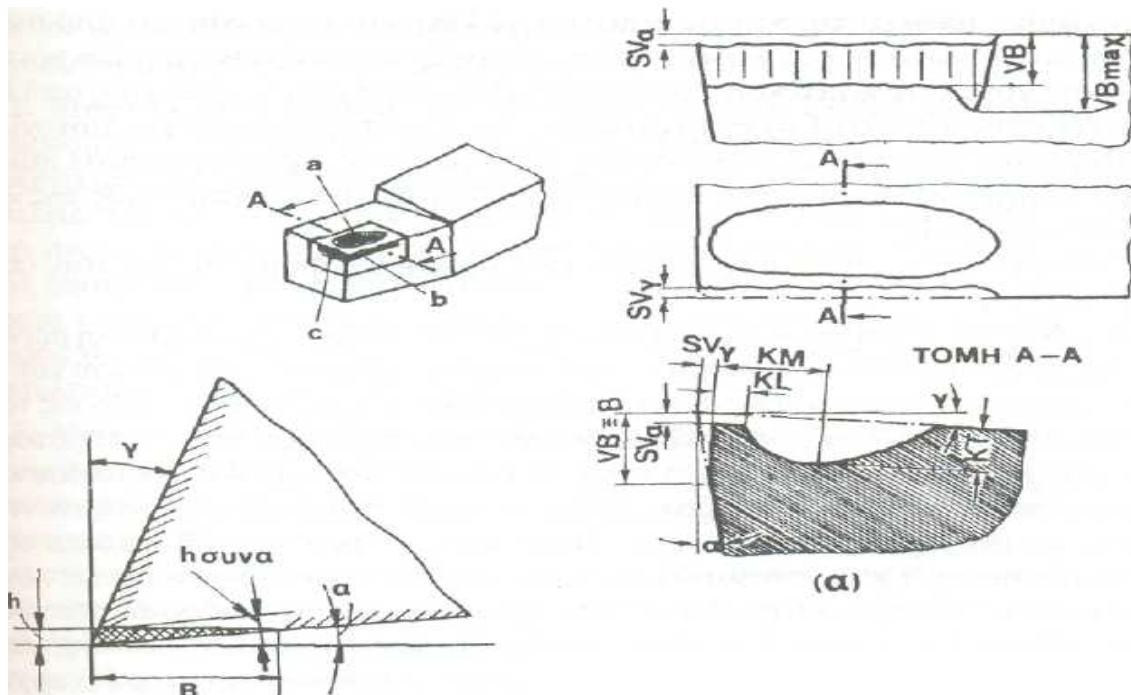
Σχήμα 1: Διανομή θερμοκρασιών στο απόβλητο, στο κοπτικό εργαλείο και στο τεμάχιο.

Επιπλέον η νεοσχηματιζόμενη επιφάνεια του αποβλήτου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου επάνω με τις οποίες έρχεται σε άμεση επαφή το κοπτικό εργαλείο δεν προφταίνουν να οξειδωθούν ή να σκεπασθούν από άλλα στρώματα και κατά συνέπεια υφίσταται καθαρή μεταλλική επαφή ανάμεσα στο εργαλείο και στο απόβλητο και ανάμεσα στο εργαλείο και στο κομμάτι. Προκειμένου να περιοριστεί σημαντικά η επαφή αυτή χρησιμοποιείται λιπαντικό υγρό κοπής. Κάτω από τις πολύ

δυσμενείς αυτές συνθήκες εργασίας του, το κοπτικό εργαλείο φθείρεται και τελικά αστοχεί. Όταν λέμε ότι ένα κοπτικό εργαλείο αστοχεί, αυτό σημαίνει ότι το εργαλείο παύει πλέον να εκτελεί ικανοποιητικά την αποστολή του και θα πρέπει είτε να τροχισθεί είτε να πεταχτεί ως άχρηστο.

Η αστοχία ενός κοπτικού εργαλείου μπορεί να οφείλεται σε μία ή σε συνδυασμό από τις παρακάτω αιτίες:

- α) Στην ανάπτυξη ζώνης φθοράς στην ελεύθερη επιφάνεια του εργαλείου (Σχήμα 2)
- β) Στην φθορά κρατήρα (Σχήμα 2)
- γ) Στην απολέπιση της κόψης του εργαλείου και της επιφάνειας αποβλήτου λόγω της εμφάνισης του φαινομένου της ψευδόκοψης
- δ) Πλαστική παραμόρφωση της ακής του κοπτικού εργαλείου, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και τάσεων, που αναπτύσσονται κατά την κοπή
- ε) Δημιουργία ρωγμών, λόγω θερμοκρασιακού gradient και
- στ) Θραύση της ακής του εργαλείου, που οφείλεται κυρίως σε καταπόνηση από κρουστικά φορτία.



Σχήμα 2: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά της ζώνης φθοράς και της φθοράς κρατήρα ενός τυπικού εργαλείου.
α... φθορά κρατήρα, b... ζώνη φθοράς.

Οι δύο πρώτες αιτίες αστοχίας των κοπτικών εργαλείων, δηλαδή: (α) η ανάπτυξη της ζώνης φθοράς και (β) η φθορά κρατήρα, δεν είναι δυνατό να αποφευχθούν, οποιαδήποτε μέτρα και αν ληφθούν και πρακτικώς τα δύο αυτά είδη φθοράς αποτελούν αύξουσα συνεχή συνάρτηση του χρόνου κοπής. Το κοπτικό εργαλείο, συνεπώς, φθείρεται προοδευτικά στην επιφάνεια αποβλήτου και στην ελευθέρα επιφάνειά του μέχρι να αστοχήσει. Η αστοχία του κοπτικού είναι δυνατό να χαρακτηρίζεται είτε από στόμωση ή από θραύση της ακμής του, είτε από υπέρβαση προκαθορισμένης κρίσιμης τιμής κάποιου χαρακτηριστικού μεγέθους της ζώνης φθοράς ή της φθοράς κρατήρα ή και των δύο μαζί. Οι λοιπές αιτίες αστοχίας από (γ) έως (στ) δεν είναι δυνατό να αποτελέσουν, προς το παρόν, κριτήρια αστοχίας των κοπτικών εργαλείων, λόγω ανεπαρκούς γνώσης της πολύπλοκης εξάρτησης τους από βασικές μεταβλητές και παραμέτρους της κοπής.

Η φθορά του κοπτικού εργαλείου έχει άμεση σχέση με τη διάρκεια ζωής του. Το είδος της κατεργασίας, οι συνθήκες κατεργασίας, η γεωμετρική μορφή του κοπτικού εργαλείου, ο συνδυασμός υλικών τεμαχίου - εργαλείου και το είδος του υγρού κοπής καθορίζουν τη μορφή και το μέγεθος της φθοράς των κοπτικών εργαλείων, όπως επίσης, και η δυναμική συμπεριφορά του συστήματος.

Η φθορά κρατήρα και η ζώνη φθοράς ελευθέρας επιφανείας επηρεάζουν τη λειτουργία του κοπτικού εργαλείου κατά διαφόρους τρόπους. Οι δυνάμεις κοπής αυξάνονται εν γένει με την αύξηση της φθοράς. Η τραχύτητα επιφανείας χειροτερεύει, καθώς το εργαλείο φθείρεται στην ελεύθερη του επιφάνεια.

Η ζώνη φθοράς ελευθέρας επιφανείας μεταβάλλει τη γεωμετρία του εργαλείου, με αποτέλεσμα να επηρεάζει την διαστατική ακρίβεια του τεμαχίου. Η δυναμική συμπεριφορά του συστήματος εργαλείο - τεμάχιο - εργαλειομηχανή επηρεάζεται δυσμενώς από τη φθορά του εργαλείου. Η ζώνη φθοράς αυξάνει την τάση του κοπτικού εργαλείου για δυναμική αστάθεια. Κατεργασία κοπής, για παράδειγμα, που είναι απαλλαγμένη από ταλαντώσεις, όταν το κοπτικό εργαλείο είναι οξύ, είναι δυνατό να εμπλακεί σε απαράδεκτες ταλαντώσεις, όταν αυτό φθείρεται.

Μηχανισμοί φθοράς των εργαλείου

1. Μηχανισμός φθοράς με σχηματισμό και λύση συγκολλητών μικροδεσμών:

Κατά την κοπή των μετάλλων, σχηματίζονται συγκολλητοί δεσμοί μεταξύ του αποβλήτου και του κοπτικού εργαλείου, όπως και ανάμεσα στο εργαλείο και στο κατεργαζόμενο κομμάτι. Με την καταστροφή αυτών των δεσμών, καθώς η κοπή προχωρεί, αποσπώνται μικρά κομμάτια από το εργαλείο και μεταφέρονται στην προς αυτό πλευρά του αποβλήτου και στην κατεργασμένη επιφάνεια του κομματιού.

2. Μηχανισμός φθοράς με απόξεση:

Σε αυτήν την περίπτωση η φθορά οφείλεται στην αφαίρεση υλικού από το κοπτικό εργαλείο με απόξεση που προξενείτε από πολύ σκληρά τεμαχίδια, τα οποία βρίσκονται στην προς το εργαλείο πλευρά του αποβλήτου, καθώς αυτά περνούν πιεζόμενα επάνω στην επιφάνεια αποβλήτου. Τα σκληρά αυτά τεμαχίδια είναι δυνατό να είναι κομματάκια της ψευδόκοψης ή του ίδιου του κοπτικού εργαλείου που αφαιρούνται με τον προαναφερθέντα μηχανισμό φθοράς ή σκληρά εγκλείσματα στο υλικό του κατεργαζόμενου κομματιού.

3. Μηχανισμός φθοράς με διάχυση:

Κατά την κοπή των μετάλλων δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για διάχυση ατόμων από το υλικό του εργαλείου στο απόβλητο και στο κατεργαζόμενο κομμάτι και αντίστροφα από το απόβλητο ή το κομμάτι στο κοπτικό εργαλείο. Οι ευνοϊκές αυτές συνθήκες για διάχυση οφείλονται από το ένα μέρος στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την κοπή (αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας διάχυσης) και από το άλλο στη μεταλλική επαφή που υπάρχει μεταξύ αποβλήτου και εργαλείου, όπως και ανάμεσα στο εργαλείο και στο κομμάτι. Η διάχυση έχει ως αποτέλεσμα αλλαγές στη δομή της

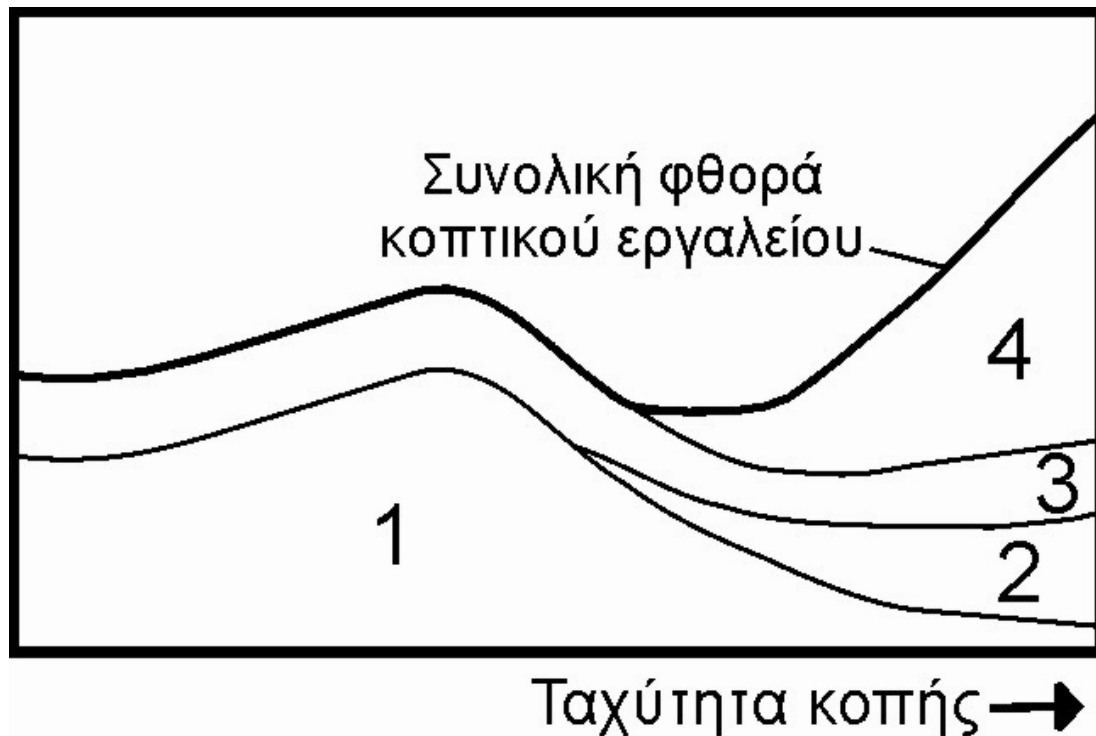
επιφανειακής στιβάδας του υλικού του εργαλείου κοπής, που συνεπάγεται εξασθένησή του και τελικά ταχύτερη φθορά του.

4. Φθορά από οξείδωση:

Οξειδώνονται κατά κύριο λόγο τα σκληρομέταλλα που περιέχουν καρβίδιο του βολφραμίου. Η οξείδωση εκδηλώνεται έντονα σε υψηλές ταχύτητες κοπής και είναι δυνατό να έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα.

5. Αυλακοειδής φθορά:

Χαρακτηρίζεται από το σχηματισμό έντονων αυλακών σε θέσεις του εργαλείου, όπου λαμβάνει χώρα τριβή υλικού του τεμαχίου πάνω στο εργαλείο.



Σχήμα 3: Μηχανισμοί φθοράς κοπτικού εργαλείου:

1. φθορά με σχηματισμό και λύση συγκολλητών μικροδεσμών,
2. φθορά από οξείδωση, 3. φθορά από πλαστική παραμόρφωση,
4. φθορά από διάχυση.

Ζωή του κοπτικού εργαλείου

Ζωή κοπτικού εργαλείου ονομάζεται η ωφέλιμη περίοδος χρήσης του από τη στιγμή που το νεοτροχισμένο εργαλείο θ' αρχίσει να χρησιμοποιείται μέχρι του χρονικού ορίου της αστοχίας του, οπότε το εργαλείο αφαιρείται για να τροχιστεί ή να αντικατασταθεί.

Η ζωή του κοπτικού εργαλείου μπορεί να ορισθεί κατά ποικίλους τρόπους:

1. Ενεργός χρόνος κοπής μέχρις αστοχίας.
2. Συνολικός χρόνος κοπής μέχρις αστοχίας σε διακοπτόμενες κατεργασίες, όπως το φρεζάρισμα.
3. Θεωρητικό μήκος αποβλήτου που προέκυψε λόγω της κατεργασίας ή μήκος κατεργασμένης επιφάνειας του τεμαχίου μέχρι την αστοχία του κοπτικού.
4. Όγκος αφαιρούμενου υλικού μέχρι την αστοχία του κοπτικού.
5. Αριθμός κατεργασμένων τεμαχίων μέχρι την αστοχία.
6. Ταχύτητα κοπής για καθορισμένο χρόνο μέχρις αστοχίας, όπως π.χ. η ταχύτητα κοπής για χρόνο κοπής 60 min ή όπως συμβολίζεται U60.

Ως κριτήρια αστοχίας του κοπτικού εργαλείου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πράξη τα ακόλουθα:

1. Καθορισμένη τιμή του πλάτους ζώνης φθοράς ελευθέρως επιφανείας.
2. Καθορισμένη τιμή του βάθους κρατήρα επιφανείας αποβλήτου.
3. Συνδυασμός των (1) και (2).
4. Καθορισμένη τιμή του όγκου ή του βάρους του αφαιρούμενου λόγω φθοράς υλικού του κοπτικού εργαλείου.
5. Πλήρης καταστροφή της κόψης του εργαλείου.
6. Άμβλυνση (στόμωση) της κόψης του εργαλείου, που εκδηλώνεται με ισχυρό χαρακτηριστικό θόρυβο.
7. Καθορισμένη τιμή της τραχύτητας επιφανείας του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

8. Καθορισμένο πεδίο ανοχών κρίσιμων διαστάσεων του τεμαχίου.
9. Καθορισμένο ποσοστό αυξήσεως των δυνάμεων κοπής.

Τα πρώτα τέσσερα (1 έως 4) κριτήρια βασίζονται σε μετρήσεις στοιχείων της φθοράς του εργαλείου (μπορούμε να τα ονομάσουμε άμεσα κριτήρια ζωής τον εργαλείου), τα κριτήρια 5 και 6 σε παρατήρηση, ενώ τα υπόλοιπα τρία αναφέρονται σε καθορισμό κάποιας περιοριστικής τιμής μεγεθών, που επηρεάζονται σημαντικά από τη φθορά του εργαλείου (έμμεσα κριτήρια φθοράς τον εργαλείου).

Η εκλογή του κριτηρίου αστοχίας του εργαλείου, για δεδομένη περίπτωση εφαρμογής, εξαρτάται κατά βάση από τις απαιτήσεις, οι οποίες τίθενται σχετικά με το προς κατεργασία τεμάχιο. Σε μια κατεργασία εκχόνδρισης επί παραδείγματι δεν ενδιαφέρουν η τραχύτητα επιφάνειας και η ακρίβεια των διαστάσεων του τεμαχίου και κατά συνέπεια μπορεί να τεθεί ως κριτήριο αστοχίας του εργαλείου καθορισμένο ποσοστό αυξήσεως των δυνάμεων κοπής. Σε κατεργασίες όμως αποπερατώσεως, η τραχύτητα επιφάνειας και η ακρίβεια των διαστάσεων του τεμαχίου παίζουν πρωταρχικό ρόλο και, συνεπώς, το εργαλείο θεωρείται ότι έχει αστοχήσει, όταν δεν επιτυγχάνονται πλέον τα προδιαγεγραμμένα όρια για τα μεγέθη αυτά. Από τα αναφερθέντα κριτήρια αστοχίας των κοπτικών εργαλείων, τα υπ' αριθμό (1), (2), (3) και (6) έχουν εφαρμοσθεί ευρύτερα και πάλι, από αυτά χρησιμοποιούνται ακόμη περισσότερο τα υπ' αριθμό (1) και (6), δηλαδή μία κρίσιμη, κατά περίπτωση, του πλάτους ζώνης φθοράς ή η στόμωση της κόψης του εργαλείου. Το τελευταίο εφαρμόζεται σε κατεργασίες εκχονδρίσεως κυρίως, με εργαλεία από ταχυχάλυβα.

Οι παράγοντες, που επιδρούν στη ζωή του εργαλείου είναι οι εξής:

- * Οι συνθήκες κοπής (ταχύτητα κοπής, πρόωση, βάθος κοπής).
- * Η γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου.
- * Το υλικό του κοπτικού εργαλείου.
- * Το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

- * Το υγρό κοπής (λιπαντικό).
- * Η δυναμική συμπεριφορά του συστήματος εργαλείο μηχανή - εργαλείο –τεμάχιο.

A. Οι συνθήκες κατεργασίας.

Η επιρροή των συνθηκών κατεργασίας ενέχει εξαιρετική σημασία, γιατί αυτές ελέγχουν το ρυθμό αφαιρούμενου υλικού και κατά συνέπεια το ρυθμό παραγωγής. Η ταχύτητα κοπής ασκεί την εντονότερη επίδραση στη ζωή του εργαλείου, ενώ η πρόωση και το βάθος κοπής ακολουθούν.

B. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τον εργαλείου.

Η αύξηση της γωνίας απόβλητου έχει ευνοϊκά αποτελέσματα στην κοπή, άρα και στη ζωή του εργαλείου. Αυτό όμως ισχύει μέχρι ένα όριο στην τιμή της. Και τούτο, γιατί, αν μεγαλώσει υπέρμετρα η γωνία αυτή, τότε θα ελαττωθούν απαράδεκτα οι διατομές, μέσα από τις οποίες απάγεται η παραγόμενη στην περιοχή κοπής θερμότητα στην υπόλοιπη μάζα του εργαλείου, με συνέπεια αύξηση της θερμοκρασίας και συνεπώς μείωση της διάρκειας ζωής του κοπτικού εργαλείου.

Σχετικά με την γωνία ελευθερίας α του εργαλείου ισχύει ο κανόνας ότι, αύξηση της γωνίας ελευθερίας συνεπάγεται ελάττωση του πλάτους της ζώνης φθοράς και επομένως αύξηση της ζωής του κοπτικού εργαλείου. Το αντίθετο συμβαίνει με μείωση της γωνίας ελευθερίας του εργαλείου. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι λόγοι μηχανικής αντοχής του εργαλείου περιορίζουν την αύξηση της γωνίας ελευθερίας, λόγω της επερχόμενης εξασθένισης του εργαλείου. Συνιστώμενες τιμές της γωνίας α είναι κατά μέσο όρο 8° για εργαλείο από ταχυχάλυβα και 6° για εργαλείο από σκληρομέταλλο.

Γ. Επιρροή του υλικού του εργαλείου.

Η αξιολόγηση του υλικού κατασκευής του εργαλείου βασίζεται κατά κύριο λόγο στο βαθμό διατηρήσεως της σκληρότητας του σε υψηλές θερμοκρασίες. Έχει διαπιστωθεί, ότι περισσότερο ευαίσθητοι σε μεταβολές της θερμοκρασίας

είναι οι ταχυχάλυβες και ακολουθούν τα κοπτικά εργαλεία από σκληρομέταλλα.

Δ. Πως επιδρά το υλικό του τεμαχίου στη ζωή του κοπτικού εργαλείου.

Το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου ασκεί σημαντική επιρροή στη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου. Έτσι, ενδιαφέρει η χημική σύνθεση του υλικού, η κρυσταλλική του δομή, η σκληρότητα και οι διάφορες ακαθαρσίες και εγκλείσματα που περιέχονται σε αυτό.

Η σκληρότητα του υλικού κατεργασίας, όπως είναι προφανές, επηρεάζει τη ζωή του εργαλείου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αύξηση της σκληρότητας να έχει ως επακόλουθο τη μείωση της ζωής του εργαλείου, με σταθερούς βέβαια τους υπόλοιπους παράγοντες κοπής. Επίσης, σκληρά εγκλείσματα και επιφανειακές σκουριές επιδρούν αρνητικά στη ζωή του εργαλείου.

Ε. Επίδραση του υγρού κοπής.

Η χρησιμοποίηση του κατάλληλου εκάστοτε υγρού κοπής ασκεί γενικά ευνοϊκή επίδραση στη ζωή του εργαλείου μέσω της ψυκτικής ή / και λιπαντικής του δράσης.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ **ΦΘΟΡΑΣ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ**

Υλικό κατεργασίας 45NiCr6 (IMPAX)

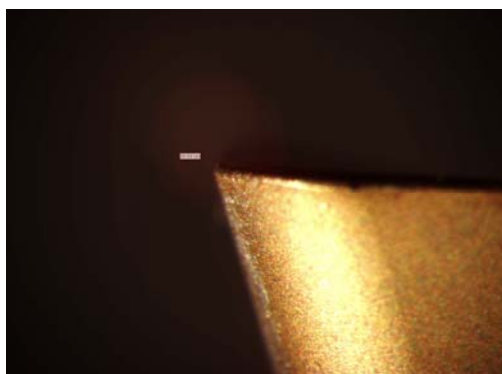
	Χημική σύσταση (κατά βάρος %)								
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	W	Άλλα
45NiCr6	0.33	0.30	1.40	1.80	0.20	0.80	-	0.008	-

Συνθήκες κοπής:

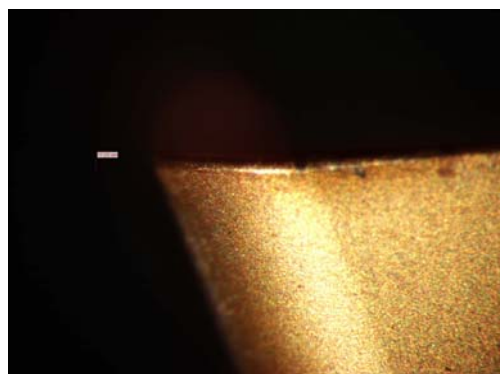
Πρόωση $F=200$ mm/min,

Μήκος περάσματος $L=160$ mm,

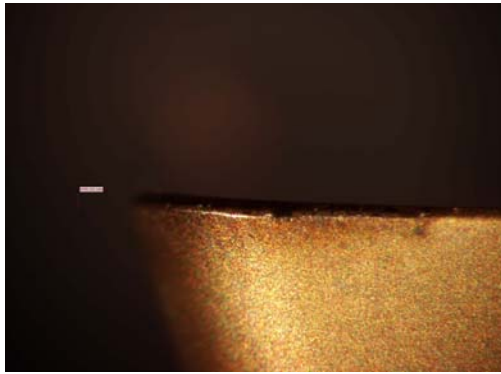
Χρόνος κοπής ανά πέρασμα $t=0,8$ min.



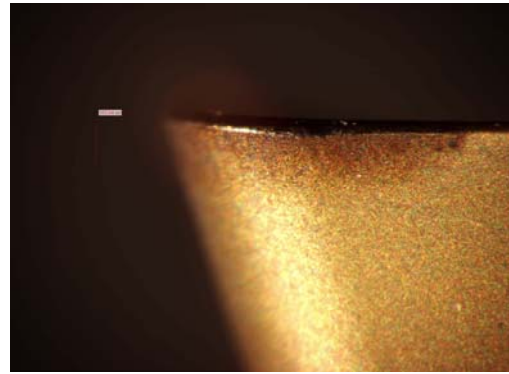
Αριθμός κοπών AS = 796



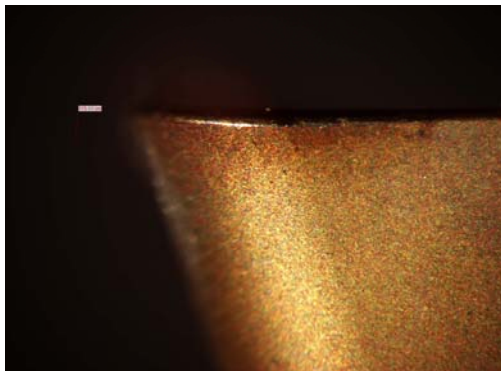
Αριθμός κοπών AS = 1592



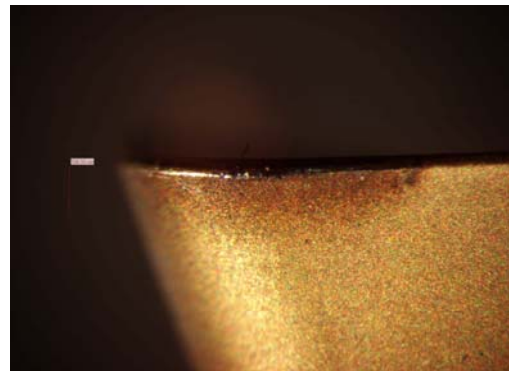
Αριθμός κοπών AS = 2388



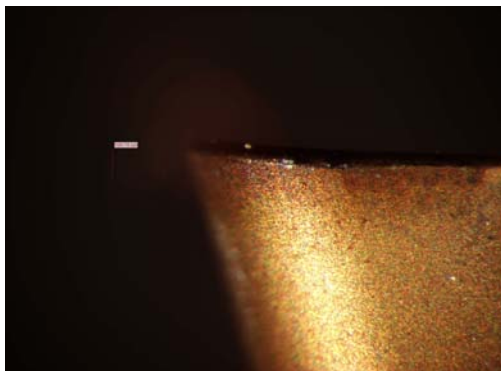
Αριθμός κοπών AS = 5572



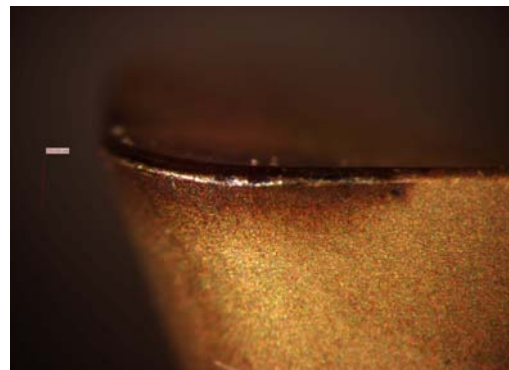
Αριθμός κοπών AS = 3184



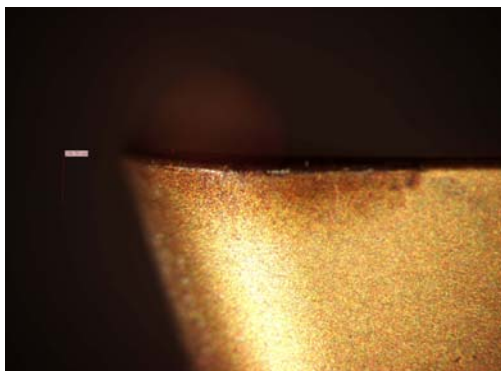
Αριθμός κοπών AS = 6368



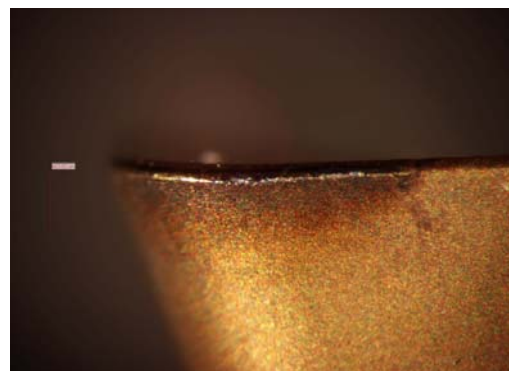
Αριθμός κοπών AS = 3980



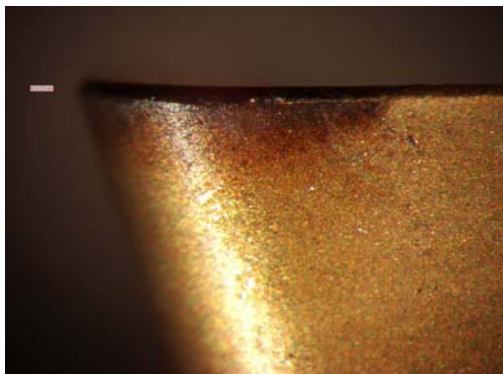
Αριθμός κοπών AS = 7164



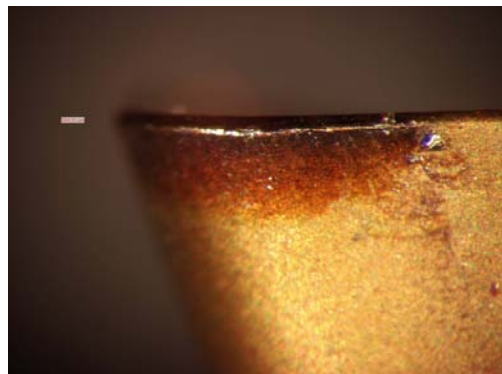
Αριθμός κοπών AS = 4776



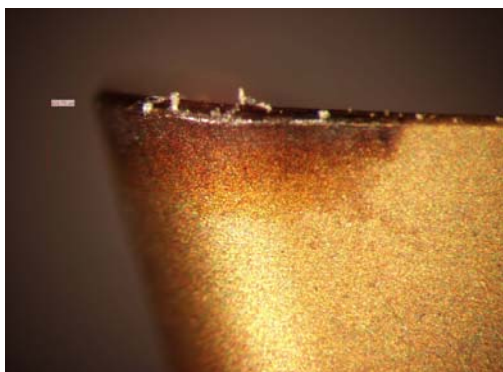
Αριθμός κοπών AS = 7960



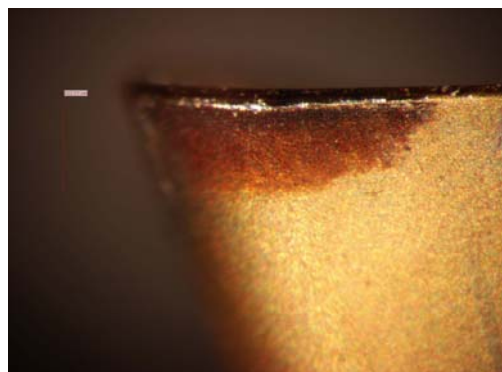
Αριθμός κοπών AS = 8756



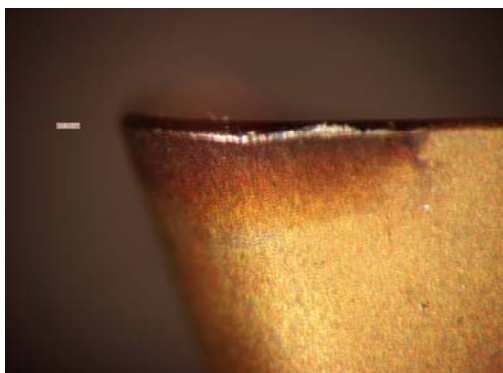
Αριθμός κοπών AS = 11940



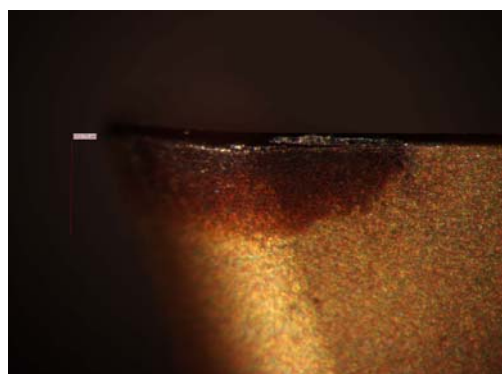
Αριθμός κοπών AS = 9552



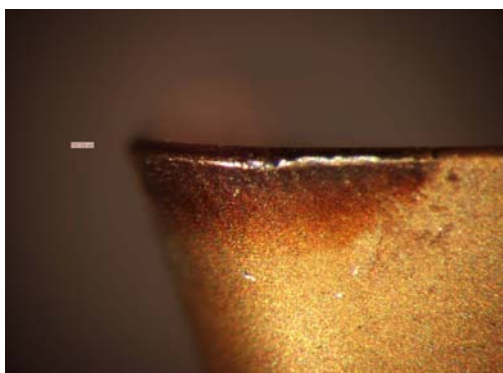
Αριθμός κοπών AS = 12736



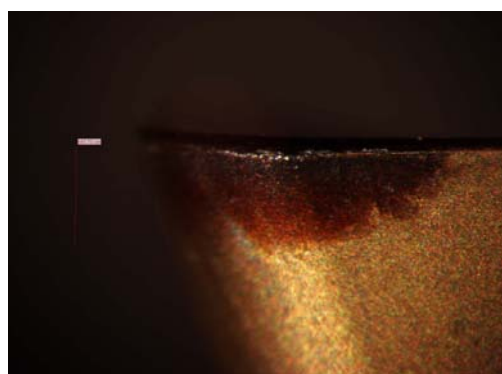
Αριθμός κοπών AS = 10348



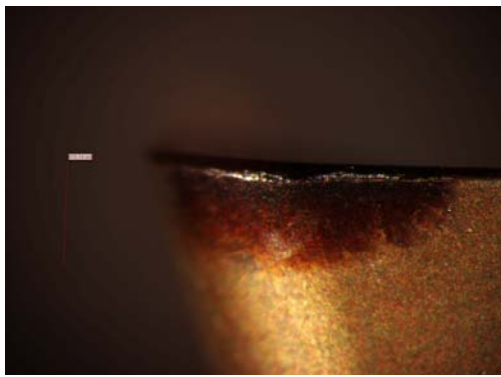
Αριθμός κοπών AS = 13532



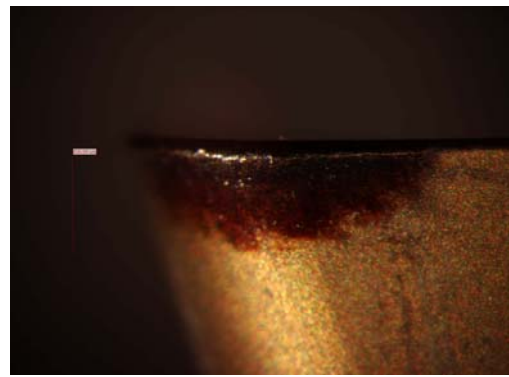
Αριθμός κοπών AS = 11144



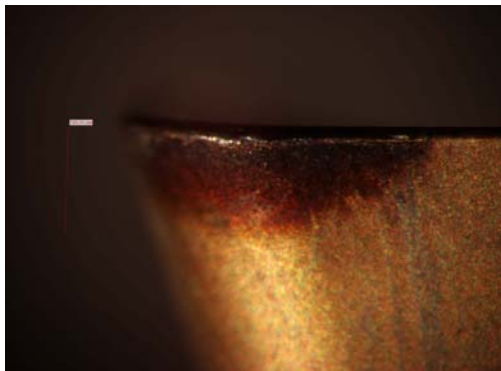
Αριθμός κοπών AS = 14328



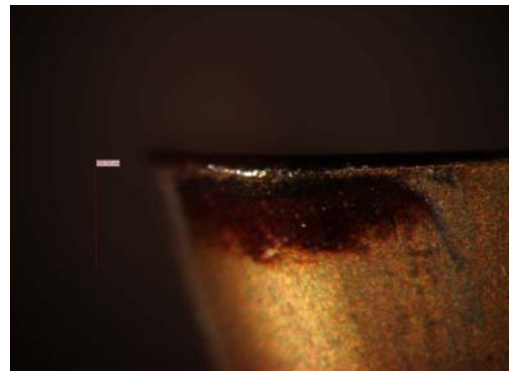
Αριθμός κοπών AS = 15124



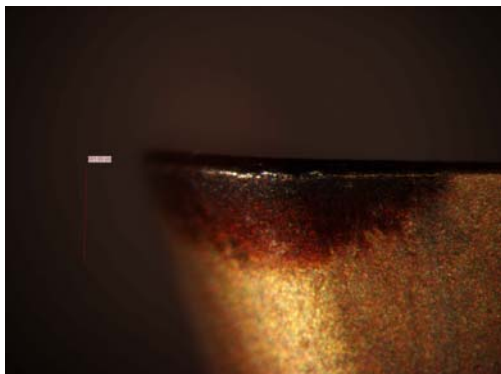
Αριθμός κοπών AS = 18308



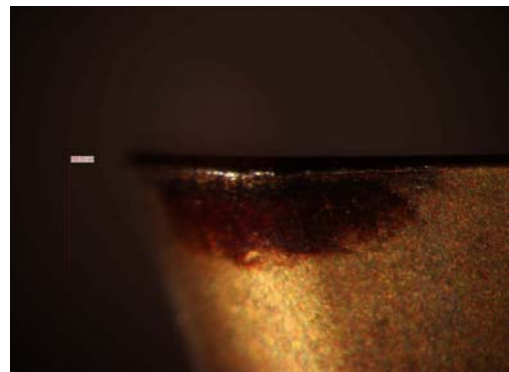
Αριθμός κοπών AS = 15920



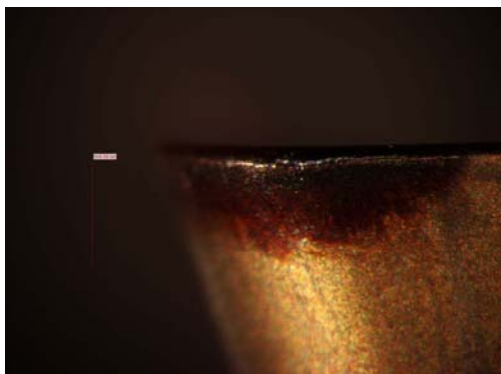
Αριθμός κοπών AS = 19104



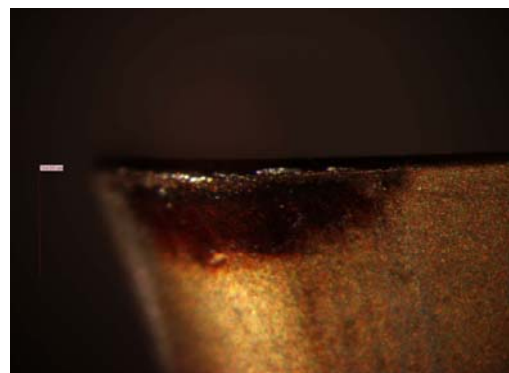
Αριθμός κοπών AS = 16716



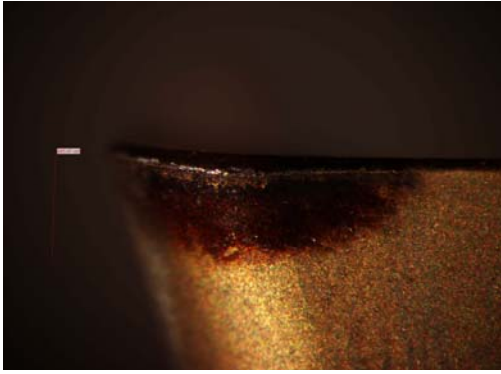
Αριθμός κοπών AS = 19900



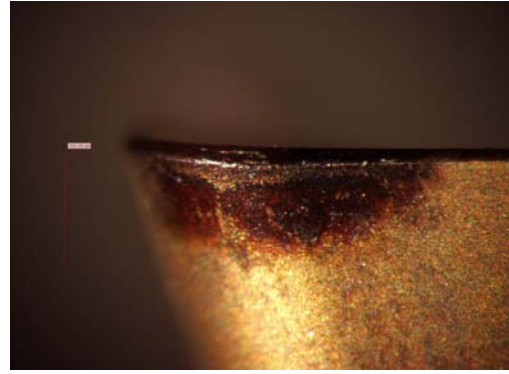
Αριθμός κοπών AS = 17512



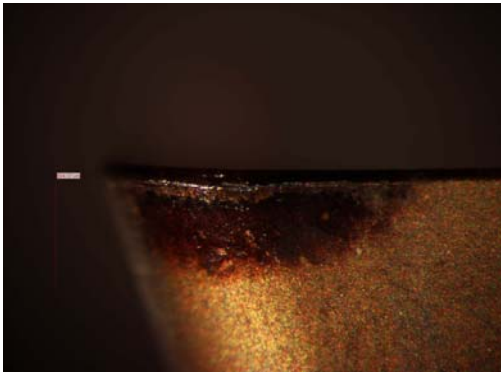
Αριθμός κοπών AS = 20696



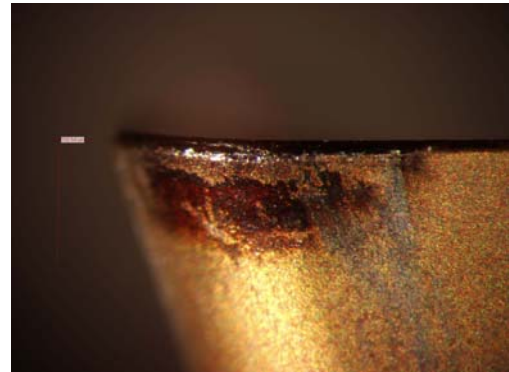
Αριθμός κοπών AS = 21492



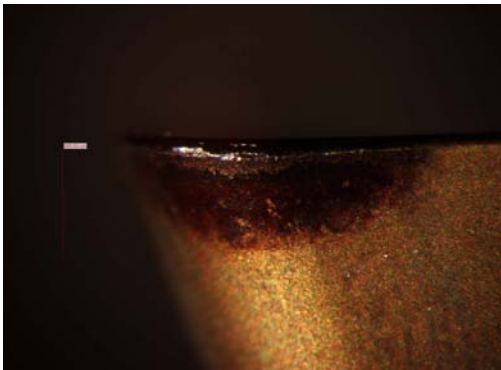
Αριθμός κοπών AS = 24676



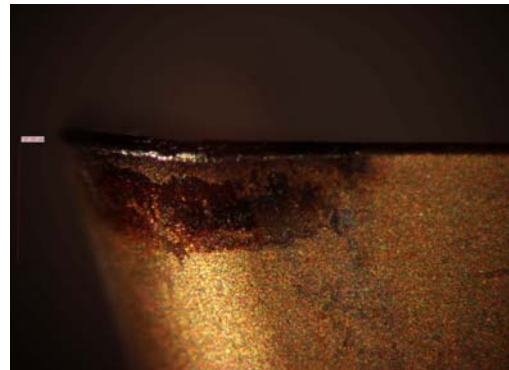
Αριθμός κοπών AS = 22288



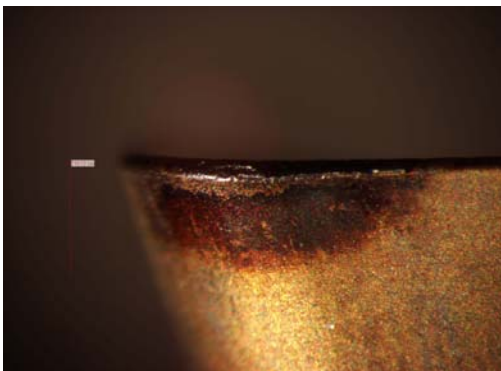
Αριθμός κοπών AS = 25472



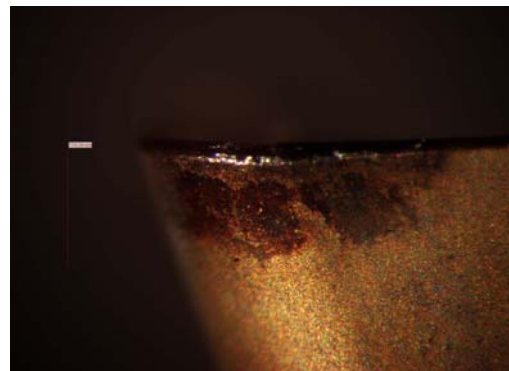
Αριθμός κοπών AS = 23084



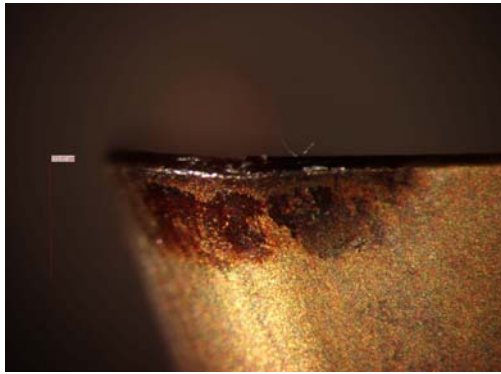
Αριθμός κοπών AS = 26268



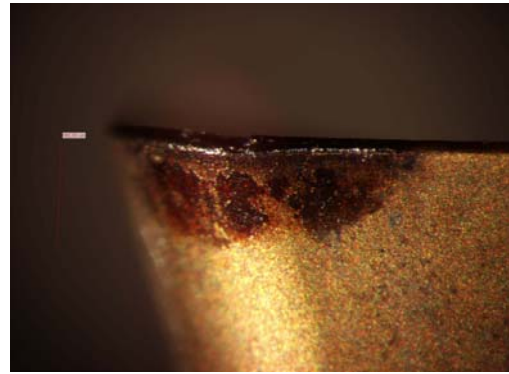
Αριθμός κοπών AS = 23880



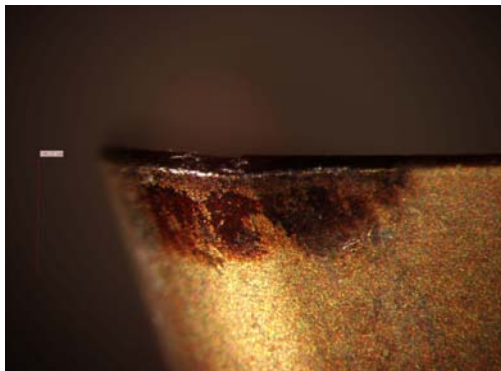
Αριθμός κοπών AS = 27064



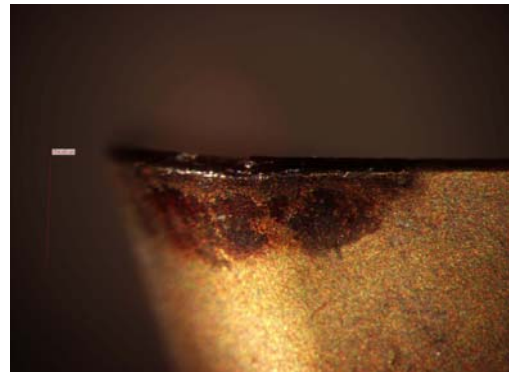
Αριθμός κοπών AS = 27860



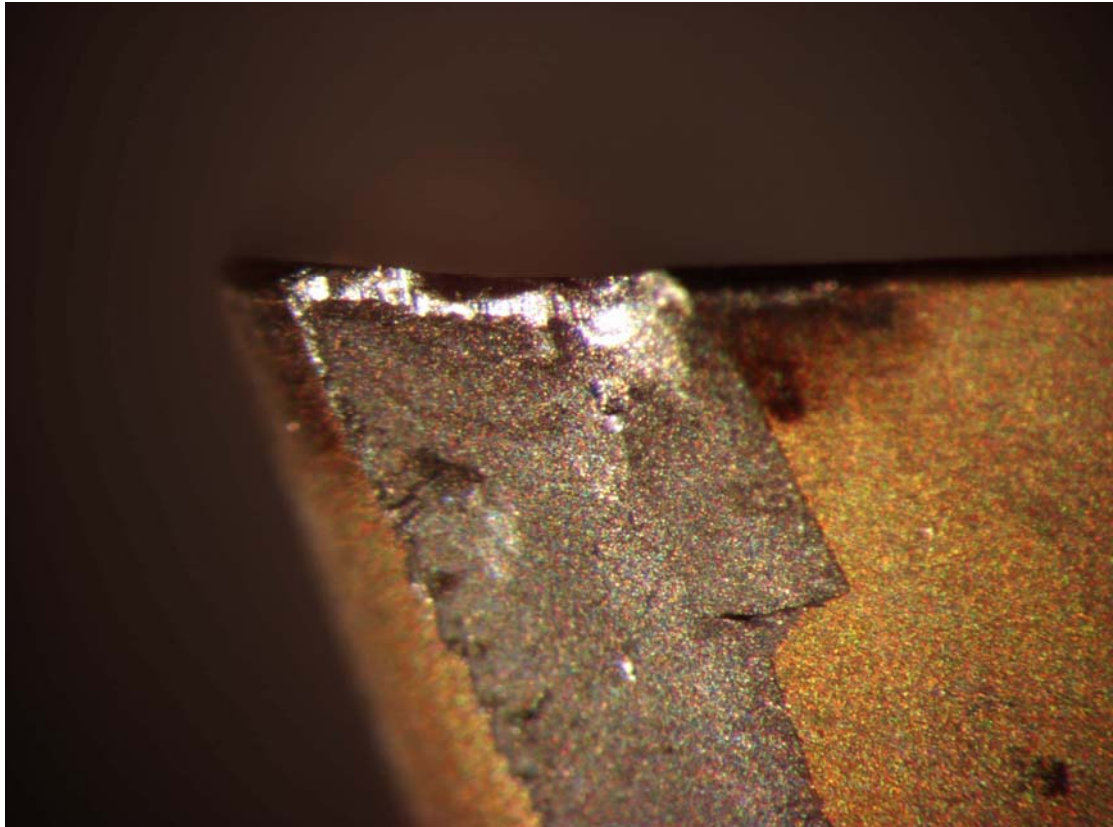
Αριθμός κοπών AS = 28656



Αριθμός κοπών AS = 29452



Αριθμός κοπών AS = 30248



Αριθμός κοπών AS = 31840

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 $t_{EV(min)}$	AS αριθμός κοπών	Μέτρηση (μm)	Παρατ- ρήσεις
		$L = 160$	$L_{EV} = A/A * L$		$t = l / f$	$t = L_{EV} / f$	$AK = n * t \dot{\eta} l / f_z$		
1	1	160	160	200	0,8	0,8	796	58,54	
2	2	160	320	200	0,8	1,6	1592	77,02	
3	3	160	480	200	0,8	2,4	2388	106,3	
4	4	160	640	200	0,8	3,2	3184	175,11	
5	5	160	800	200	0,8	4	3980	199,78	
6	6	160	960	200	0,8	4,8	4776	296,56	
7	7	160	1120	200	0,8	5,6	5572	355,04	
8	8	160	1280	200	0,8	6,4	6368	336,1	
9	9	160	1440	200	0,8	7,2	7164	350,66	
10	10	160	1600	200	0,8	8	7960	423,62	
11	11	160	1760	200	0,8	8,8	8756	428,29	
12	12	160	1920	200	0,8	9,6	9552	428,75	
13	13	160	2080	200	0,8	10,4	10348	457,66	
14	14	160	2240	200	0,8	11,2	11144	543,84	
15	15	160	2400	200	0,8	12	11940	594	
16	16	160	2560	200	0,8	12,8	12736	622,01	
17	17	160	2720	200	0,8	13,6	13532	612,75	
18	18	160	2880	200	0,8	14,4	14328	647,75	
19	19	160	3040	200	0,8	15,2	15124	676,14	

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

20	20	160	3200	200	0,8	16	15920	720,31	
21	21	160	3360	200	0,8	16,8	16716	661,99	
22	22	160	3520	200	0,8	17,6	17512	694,38	
23	23	160	3680	200	0,8	18,4	18308	636,08	
24	24	160	3840	200	0,8	19,2	19104	695,59	
25	25	160	4000	200	0,8	20	19900	695,53	
26	26	160	4160	200	0,8	20,8	20696	704,95	
27	27	160	4320	200	0,8	21,6	21492	685,47	
28	28	160	4480	200	0,8	22,4	22288	694,37	
29	29	160	4640	200	0,8	23,2	23084	695,55	
30	30	160	4800	200	0,8	24	23880	710,12	
31	31	160	4960	200	0,8	24,8	24676	769,18	
32	32	160	5120	200	0,8	25,6	25472	792,54	
33	33	160	5280	200	0,8	26,4	26268	787,85	
34	34	160	5440	200	0,8	27,2	27064	778,39	
35	35	160	5600	200	0,8	28	27860	772,57	
36	36	160	5760	200	0,8	28,8	28656	749,27	
37	37	160	5920	200	0,8	29,6	29452	680,8	
38	38	160	6080	200	0,8	30,4	30248	754,5	
39	39	160	6240	200	0,8	31,2	31044	804,3	
40	40	160	6400	200	0,8	32	31840	2100,6	Κατά- στροφή κοπτι- κού

