



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

---

## Μηχανουργική Τεχνολογία & Εργαστήριο Ι

Tool Wear - Φθορά Κοπτικού Εργαλείου

Καθηγητής Χρυσολούρης Γεώργιος

Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών

---

**ΑΝΟΙΚΤΑ** ακαδημαϊκά **ΠΠ**  
μαθήματα

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ & ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Διευθυντής:

**ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΧΡΥΣΟΛΟΥΡΗΣ**  
Καθηγητής

**«ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ  
ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΠΛΑΚΙΔΙΩΝ ΣΕ ΦΘΟΡΑ  
ΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΗ TAYLOR»**

Συνεργάτες:  
Δρ. Στέφανος Καραγιάννης  
Κώστας Τσίρμπας

**ΠΑΤΡΑ 2002**

## Χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς των κοπτικών πλακιδίων σε φθορά.

Η συμπεριφορά των κοπτικών πλακιδίων στην φθορά επηρεάζει άμεσα:

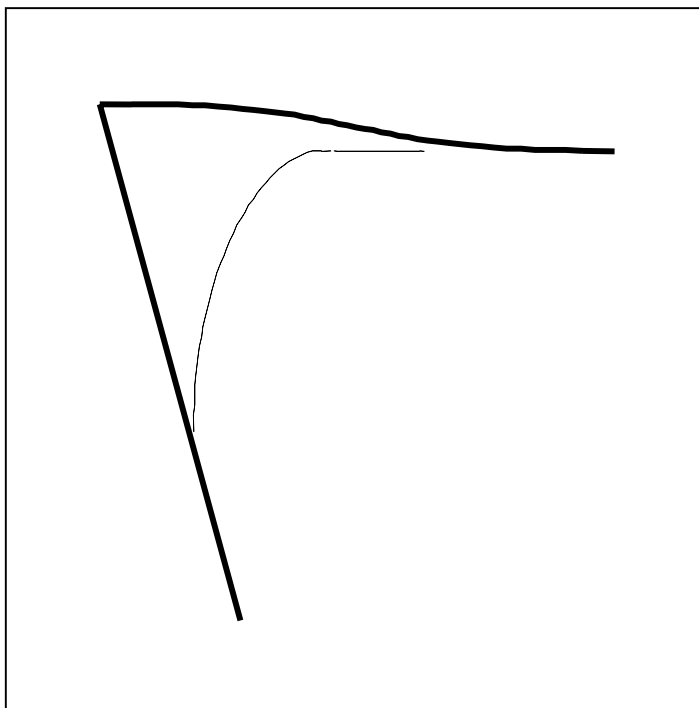
- το συνολικό κόστος κατασκευής του κομματιού
- την ποιότητά του
- τον χρόνο παραγωγής του
- την συχνότητα αλλαγής του κοπτικού εργαλείου
- τις επιλεγόμενες ταχύτητες κοπής
- την πρόκληση ζημιών στο κατεργαζόμενο κομμάτι και στην εργαλειομηχανή

Η αστοχία των κοπτικών πλακιδίων κατά κύριο λόγο είναι αποτέλεσμα:

- του φαινομένου της μικροεκδοράς των (microchipping)
- του φαινομένου της μακροθραύσεως των (gross fracture)
- καθώς και του φαινομένου της πλαστικής παραμορφώσεως των (plastic deformation)

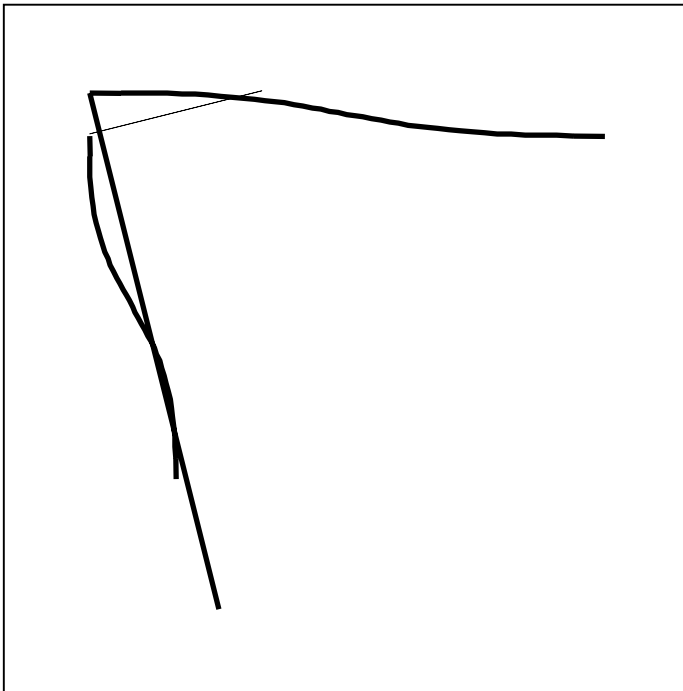
### Διαφορετικοί τύποι φθοράς κοπτικών πλακιδίων

Η ταχύτητα κοπής συμβολίζεται με το γράμμα του λατινικού αλφαβήτου  $V$ , ενώ το πάχος του αποβλήτου με το γράμμα του λατινικού αλφαβήτου  $t$ . Οι διαφορετικοί τύποι φθοράς κοπτικών πλακιδίων προσδιορίζονται από το γινόμενο  $Vt^{0.6}$  και συνοψίζονται διαγραμματικά στα ακόλουθα σχήματα.



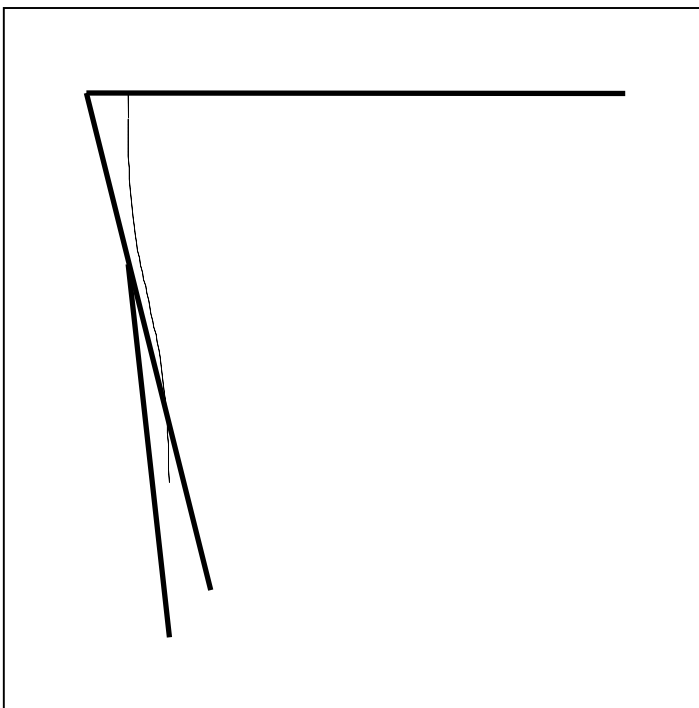
Φθορά κοπτικής ακμής  
(Nose wear)

$$Vt^{0.6} < 11$$



Φθορά προσώπου  
πλακιδίου  
(Tool face wear)

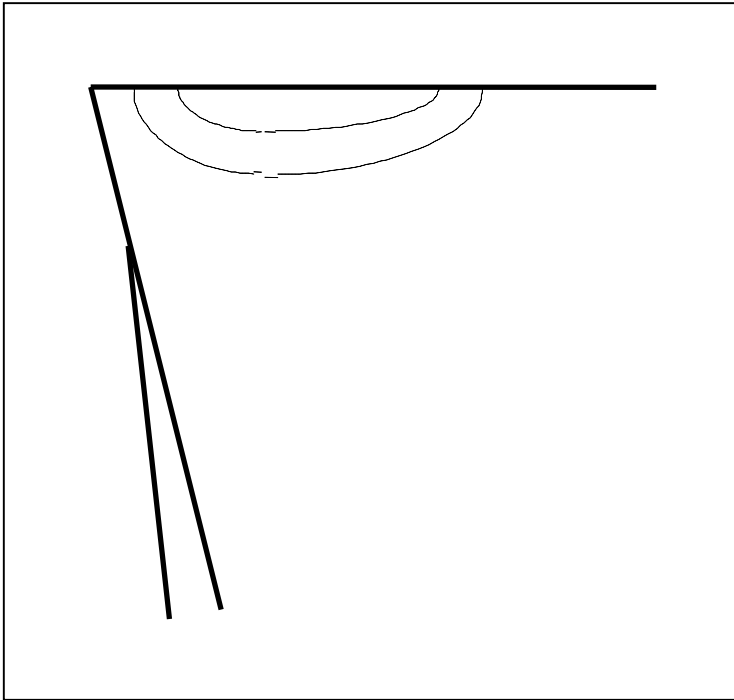
$$11 < Vt^{0.6} < 17$$



Φθορά επιφανείας  
πλακιδίου  
(Tool-land wear)

$$17 < Vt^{0.6} < 30$$

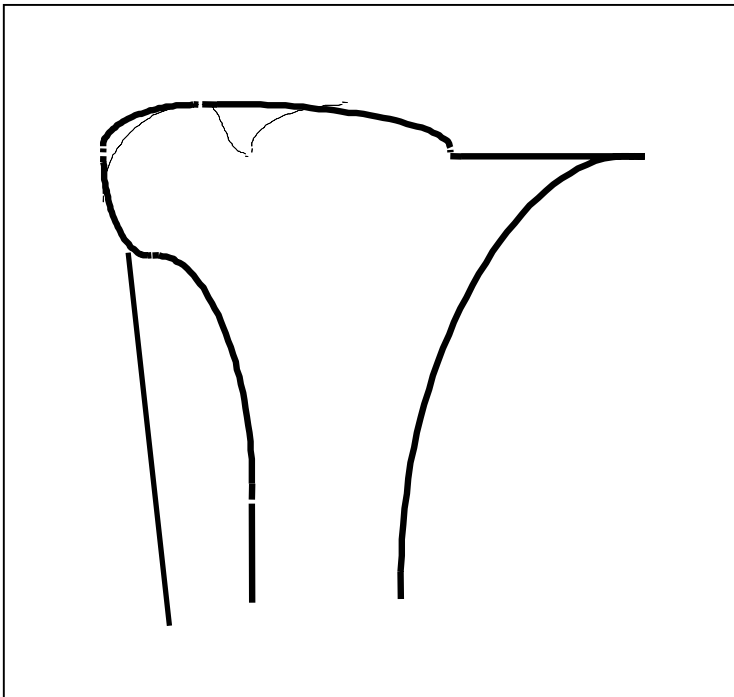
Ο συγκεκριμένος τύπος φθοράς ελαττώνει την *γωνία ελευθερίας* (relief angle) και συνεπώς αυξάνει την αντίσταση λόγω τριβής.



Φθορά λόγω δημιουργίας  
κρατήρων  
(Cratering)

$$Vt^{0.6} > 30$$

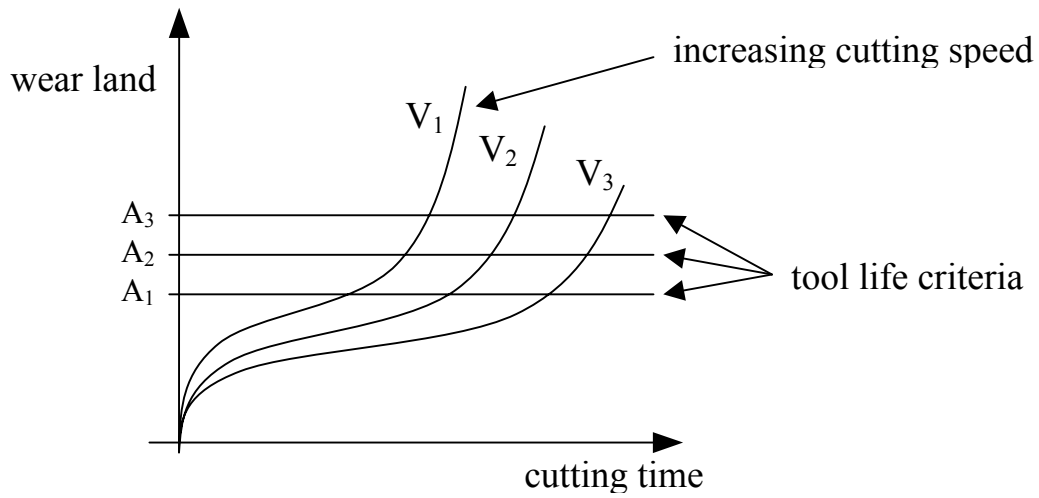
Ο συγκεκριμένος τύπος φθοράς συντελεί στην θραύση των άκρων (tip fracture).



Πλαστική ροή στην ακμή  
του πλακιδίου

$$Vt^{0.6} \gg 30$$

## Κριτήρια διάρκειας ζωής των κοπτικών πλακιδίων

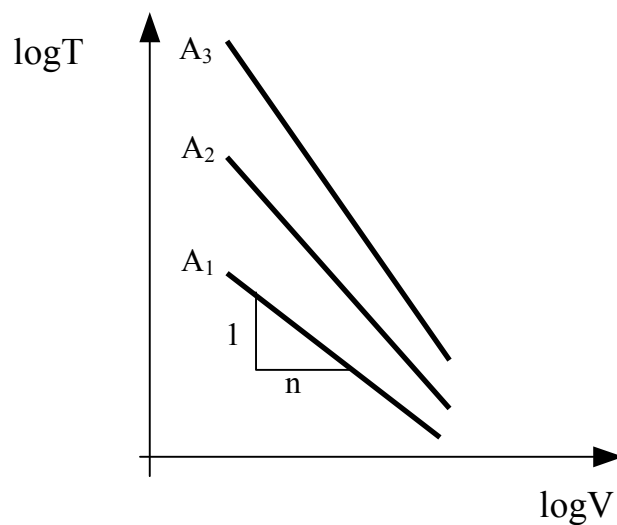


Η φθορά επιφανείας και το βάθος του κρατήρα προσδιορίζονται βάσει κριτηρίων ποιότητας, ασφαλείας κ.λ.π.

## Εξίσωση του Taylor

$$VT^n = c$$

όπου η σταθερά  $c$  χαρακτηρίζει εκείνη την ταχύτητα κοπής, η οποία δίδει διάρκεια ζωής κοπτικού πλακιδίου ενός λεπτού (1 min).



## Γενικευμένη Εξίσωση του Taylor

Η εν λόγω εξίσωση περιλαμβάνει

- το βάθος κοπής
- και την ταχύτητα πρόωσης (feed)

$$TV^{1/n}t^{1/m}b^{1/\ell} = c'$$

## Θεώρηση Κόστους Κατεργασίας

Από παρατήρηση:

- Αν η ταχύτητα κοπής είναι υψηλή, τότε το κόστος λειτουργίας των εργαλειομηχανών καθώς και των εργατικών είναι χαμηλό, ενώ το κόστος των κοπτικών πλακιδίων υψηλό.
- Αν η ταχύτητα κοπής είναι χαμηλή, τότε το κόστος λειτουργίας των εργαλειομηχανών καθώς και των εργατικών είναι υψηλό, ενώ το κόστος των κοπτικών πλακιδίων χαμηλό.
- Απαιτείται, συνεπώς, η εύρεση αριθμού βελτίστων συνθηκών λειτουργίας.

## Κόστος Κατεργασίας

$$Total\ Cost = xT_c + xT_d + y\frac{T_c}{T}$$

Η αλλαγή εργασίας δεν συμπεριλαμβάνεται στην ανωτέρω εξίσωση, επειδή ίσως είναι ανεξάρτητη της διάρκειας ζωής του κοπτικού πλακιδίου.

Η ελάχιστη ταχύτητα κοπής ( $V$ ) δίδεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{\partial(Total\ Cost)}{\partial V} = 0$$

όπου,

$xT_c$ , άμεσο κόστος εργατικών και λειτουργίας μηχανών

$x$ , τιμή εργατικών για κατεργασία ανά μονάδα χρόνου

$T_c$  , χρόνος κατεργασίας

$$T_c = \frac{L}{V} = \frac{\pi d \ell}{1000 V t}$$

$L$  , ελικοειδής διαδρομή

$t$  , πρόωση (mm/rad)

$V$  , ταχύτητα κοπής (m/min)

$\frac{\ell}{t}$  , αριθμός περιστροφών

$x T_d \frac{T_c}{T}$  , αλλαγές κοπτικού πλακιδίου ανά κατεργαζόμενο κομμάτι

$T$  , διάρκεια ζωής κοπτικού πλακιδίου (από Taylor)

$y \frac{T_c}{T}$  , κόστος κοπτικών πλακιδίων ανά κατεργαζόμενο κομμάτι

$y$  , μέση τιμή κοπτικής ακμής



# Σημειώματα

## Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιον Πατρών, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων & Αεροναυπηγών Μηχανικών, Καθηγητής Γεώργιος Χρυσολούρης. «Μηχανουργική Τεχνολογία & Εργαστήριο Ι. “Tool Wear”». Έκδοση: 1. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/MECH1111/>.

## Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

## Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

## Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

