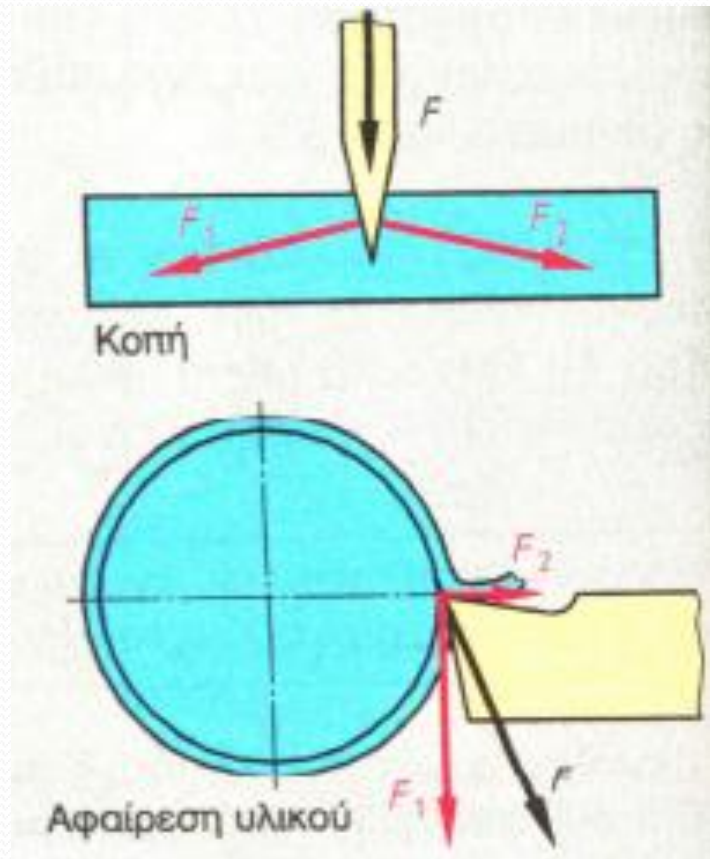


Μηχανικές Κατεργασίες

Lesson 2

Dr.-Eng. Varitis Emmanouil

Εισαγωγή στις κατεργασίες
με αφαίρεση υλικού-Η κόψη
του εργαλείου-Δυνάμεις
στην κόψη του εργαλείου

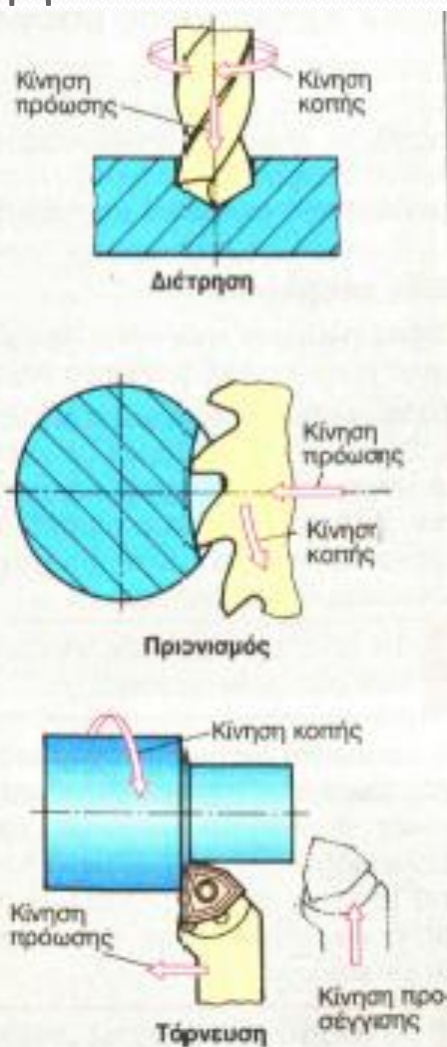


Οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις
εξαρτώνται:

- Αντοχή του υλικού
- Γωνίες στην κόψη του εργαλείου
- Διατομή του αποβλίπτου

Οι δυνάμεις αναλύονται σε
συνιστώσες, οι οποίες μπορούν
να προσεγγιστούν είτε
σχεδιαστικά είτε υπολογιστικά.

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού-Η κόψη του εργαλείου-Κινήσεις μεταξύ εργαλείου και αντικειμένου



Κινήσεις $\Rightarrow$ ευθύγραμμες και κυκλικές
Κίνηση κοπής $\Rightarrow$ μεταξύ κόψης εργαλείου και τεμαχίου, η οποία χωρίς την κίνηση της πρόωσης θα προκαλούσε μόνον μια φορά αφαίρεση υλικού σε μια στροφή ή σε έναν εμβολισμό.

Κίνηση πρόωσης $\Rightarrow$ μεταξύ κόψης εργαλείου και τεμαχίου, η οποία μαζί με την κίνηση κοπής επιτρέπει τη συνεχή αφαίρεση υλικού.

Πρόωση $f \Rightarrow$ **Το μήκος**, κατά το οποίο εισχωρεί η κόψη του εργαλείου ανά στροφή ή εμβολισμό ή ανά οδόντα μέσα στο υλικό.

Κίνηση προσέγγισης $\Rightarrow$ κίνηση μεταξύ κόψης εργαλείου και τεμαχίου, η οποία καθορίζει εκ των προτέρων το πάχος της αφαιρούμενης κάθε φορά στιβάδας υλικού.

Βάθος κοπής $a \Rightarrow$ Η τιμή, κατά την οποία η κόψη του εργαλείου προσεγγίζει κάθετα προς τη διεύθυνση πρόωσης

Εισαγωγή στις κατεργασίες με
αφαίρεση υλικού - Σχηματισμός
αποβλίττων

Διείσδυση της σφήνας κοπής
μέσα στο υλικό $\Rightarrow$ συμπίεση
υλικού και ισχυροποίηση $\Rightarrow$
απομάκρυνση ως απόβλιττο
 $\Rightarrow$ ολίσθηση πάνω στην
επιφάνεια αποβλίττου.

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Σχηματισμός αποβλίττων – Είδη αποβλίττων

Τρία είδη: Τεμαχίδια, απόβλιττα διάτμησης και συνεχή.

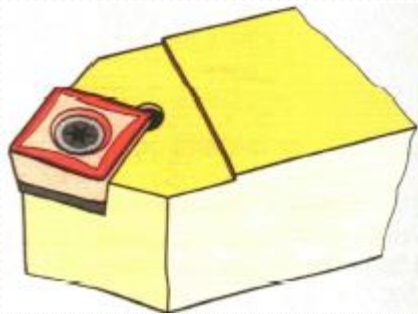
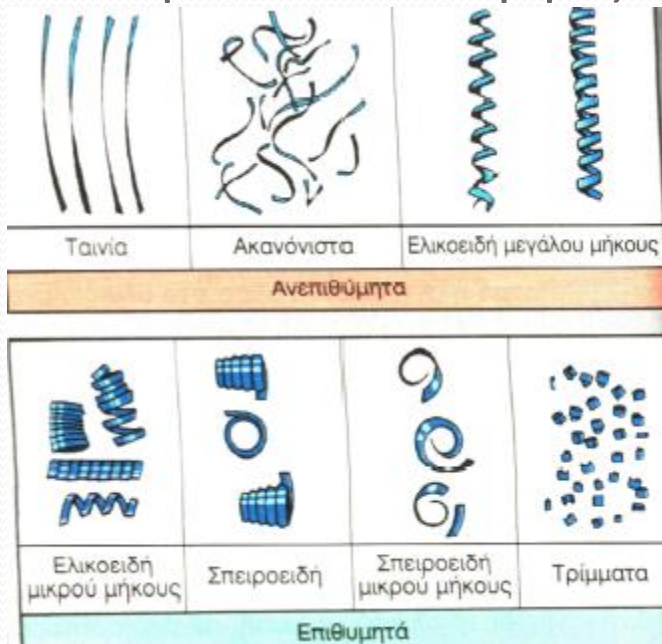
Τεμαχίδια $\Rightarrow$ **κοπή ψαθυρών υλικών**, κοπή μεγάλου βάθους μικρή ταχύτητα κοπής και μικρές γωνίες αποβλίττου $\Rightarrow$ δημιουργία τραχιάς επιφάνειας.

Απόβλιττα διάτμησης $\Rightarrow$ κοπή συνεκτικότερων υλικών π.χ. χάλυβας μέσης αντοχής, **μέσες γωνίες αποβλίττου και μικρές ταχύτητες κοπής** $\Rightarrow$ μετά τον αποχωρισμό τους, συγκολλούνται μεταξύ τους και έτσι δημιουργούν ένα ελικοειδές απόβλιττο μικρού μήκους.

Συνεχή απόβλιττα $\Rightarrow$ κοπή ορισμένων κατηγοριών υλικών, μεγάλη ταχύτητα και μεγάλη γωνία αποβλίττου $\Rightarrow$ επιθυμητά λόγω καλής επιφάνειας $\Rightarrow$ μειονέκτημα ενοχλούν την εξέλιξη της κατεργασίας π.χ. σε αυτόματες κατεργασίες.



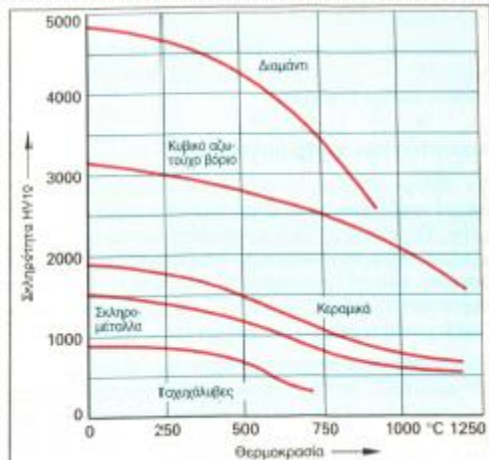
Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Σχηματισμός αποβλίττων – Μορφές αποβλίττων



Ευνοϊκές μορφές $\Rightarrow$ μικρός όγκος $\Rightarrow$ απομακρύνονται εύκολα

Βαθμίδα διαμόρφωσης αποβλίττου στο κοπτικό εργαλείο $\Rightarrow$ επηρεάζουν τη μορφή του αποβλίττου και τη διεύθυνση απομάκρυνσης $\Rightarrow$ πραγματοποιούνται ελικοειδή απόβλιττα

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Υλικά εργαλείων κοπής- Αναγκαίες ιδιότητες



Το υλικό κοπής είναι εκτεθειμένο σε υψηλές καταπονήσεις, λόγω:

- Συνεχών ή κρουστικών δυνάμεων κοπής
- Υψηλών θερμοκρασιών και θερμοκρασιακών μεταβολών
- Τριβής και φθοράς

Για να ανταπεξέλθουν πρέπει να έχουν τις εξής ιδιότητες:

Ικανότητα κοπής $\Rightarrow$ σκληρότητα κοπτικού > σκληρότητα τεμαχίου ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες.

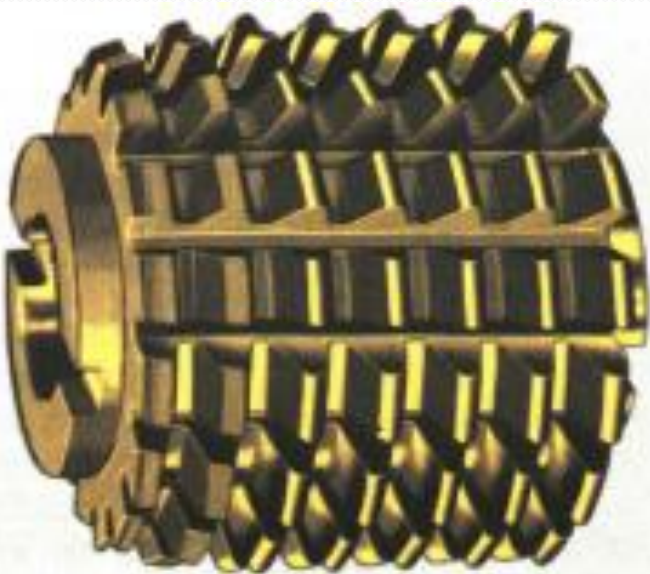
Υψηλή αντοχή σε φθορά $\Rightarrow$ $\uparrow$ ικανότητα αντίστασης στην απομάκρυνση τεμαχιδίων $\Rightarrow$ επηρεάζεται από τη θερμοκρασία στη θέση φθοράς

Υψηλή αντίσταση στη θραύση και ελαστικότητα $\Rightarrow$ καταπόνηση κόψης σε κάμψη $\Rightarrow$ θραύση της κόψης

Αντοχή στις μεταβολές της θερμοκρασίας $\Rightarrow$ αποφυγή δημιουργίας ρωγμών.



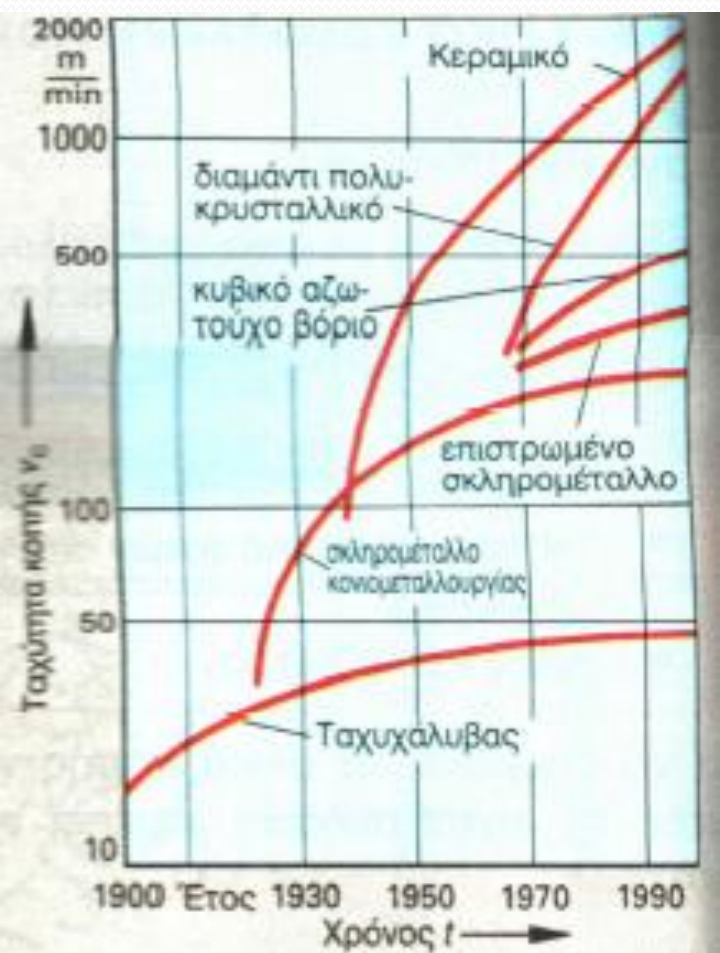
Είσαγωγή στις κατεργασίες με
αφαίρεση υλικού- Υλικά εργαλείων
κοπής- Χάλυβες εργαλείων



Καθαροί και κραματοχάλυβες εργαλείων $\Rightarrow$ περιεκτικότητα σε άνθρακα 0,8% έως 1,5% $\Rightarrow$ επιτρεπόμενη μέγιστη θερμοκρασία 400 c $\Rightarrow$ κατεργασίες με το χέρι

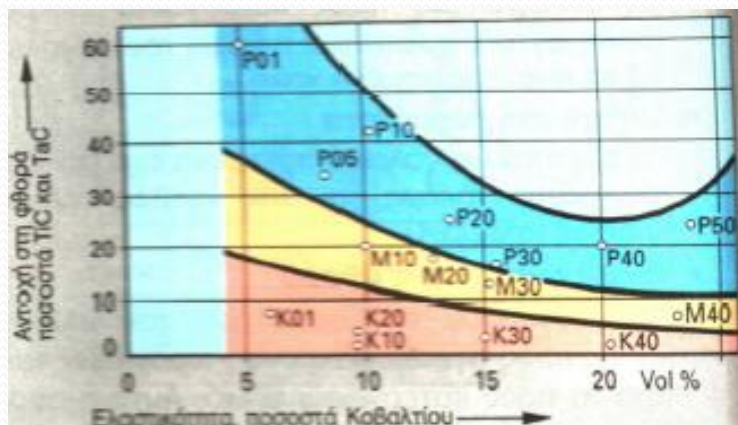
Ταχυχάλυβες εργαλείων $\Rightarrow$ χάλυβες με υψηλό βαθμό προσμείξεων $\Rightarrow$ μεγάλη ελαστικότητα, ελάχιστη ευπάθεια σε μεταβαλλόμενες δυνάμεις $\Rightarrow$ επιτρεπόμενη μέγιστη θερμοκρασία 600 c. $\Rightarrow$ για εργαλεία στα οποία λόγω μορφής δεν είναι δυνατή η χρήση πλακιδίων σκληρομετάλλου (τρυπάνια, εργαλεία αυλάκωσης και για θερμοπλαστικά, ελαφριά μέταλλα όπου είναι αναγκαία μεγάλη γωνία αποβλήτου και ελεύθερη διαμόρφωση κόψης

Εισαγωγή στις κατεργασίες με
αφαίρεση υλικού- Υλικά εργαλείων
κοπής- Σκληρομέταλλα



Τάση για μείωση του χρόνου
κατεργασίας $\Rightarrow$ εμφάνιση νέων
υλικών $\Rightarrow$ Σκληρομέταλλα

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Υλικά εργαλείων κοπής- Ιδιότητες των σκληρομετάλλων



Σκληρομέταλλα $\Rightarrow$ υλικά
κονιομεταλλουργίας $\Rightarrow$ αποτελούνται από
μεταλλικά σκληρά υλικά (καρβίδια
βολφραμίου, τιτανίου, τανταλίου) και
συνδετικό υλικό (κοβάλτιο) $\Rightarrow \uparrow$ αντοχή
σε φθορά $\Rightarrow$ μέγιστη θερμοκρασία 900 c
 $\Rightarrow$ έχουν τη μορφή πλακιδίων $\Rightarrow$
στερεώνονται με σύσφιξη

Αύξηση TiC, TaC και WC $\Rightarrow \uparrow$ σκληρότητα
και αντοχή σε φθορά

Αύξηση κοβαλτίου $\Rightarrow \uparrow$ ελαστικότητας

Μπορούν να κατεργαστούν υλικά: χάλυβας,
χυτοσίδηρος, σκληρός χυτοσίδηρος,
χρωμονικελιούχοι χάλυβες, αντικείμενα με
επιφανειακή βαφή, γυαλί, γρανίτες,
πορσελάνη, ενισχυμένα πλαστικά

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Υλικά εργαλείων κοπής- Είδη σκληρομετάλλων

Πίνακας 1: Κατάταξη των σκληρομετάλλων			
Ιδιότητες	Κύριες ομάδες κατεργασίας	Ομάδες κατεργασίας-χρησιμοποίησης	
		Χαρακτηριστικό	Για χρησιμοποίηση
↑ ↓ ↑ ↓ Αύξουσα αντοχή στην φθορά Αύξουσα ελαστικότητα	Χρώμα Μπλε P για υλικά μεγάλου μήκους αποβλήτου	P 01 P 10 P 20 P 30 P 40 P 50	Χάλυβας Χυτοχάλυβας Ελατός Χυτοσίδηρος
	Χρώμα κίτρινο M για υλικά μικρού και μεγάλου μήκους αποβλήτου	M 10 M 20 M 30 M 40	Χάλυβας Σκληρός χάλυβας Χυτοσίδηρος Μη σιδηρούχα μέταλλα
	Χρώμα κόκκινο K για υλικά μικρού μήκους αποβλήτου	K 01 K 10 K 20 K 30 K 40	Σκληρός χυτοσίδηρος Χυτοσίδηρος με μικρού μήκους απόβλητα Ελατός χυτοσίδηρος Πλαστικά Σκληρό χαρτί

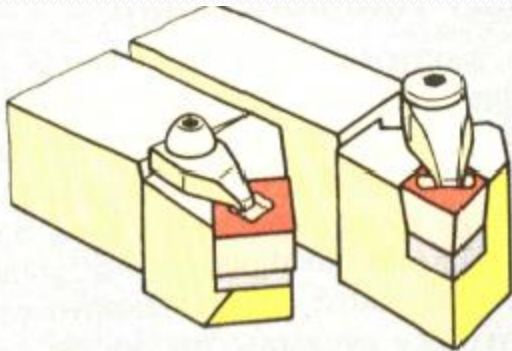
Κύριες ομάδες κατεργασίας: P, M, K, $\Rightarrow \uparrow$ αριθμού $\Rightarrow \uparrow$ ποσοστό συνδετικού υλικού $\Rightarrow \uparrow$ ελαστικότητας

Κατεργασίες αποπεράτωσης $\Rightarrow$ λεπτόκοκκα σκληρομέταλλα, από καρβίδιο του τιτανίου και αζωτούχο τιτάνιο $\Rightarrow$ μεγάλη αντοχή και οι ακμές του είναι ανθεκτικότερες από τα κεραμικά

Επίστρωση σκληρομετάλλου $\Rightarrow \uparrow$ αντοχή σε φθορά. Η επίστρωση γίνεται σε κενό σε θερμοκρασίες 1000 c με διαδοχικές στρώσεις από αζωτούχο τιτάνιο, καρβίδιο τιτανίου και οξείδιο αλουμινίου $\Rightarrow \uparrow$ διάρκεια ζωής από τα μη επιστρωμένα ή μεγαλύτερες ταχύτητες κοπής.

Οι βαθμίδες διαμόρφωσης του αποβλίττου σχηματίζονται κατά τη μορφοποίηση του πλακιδίου

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Υλικά εργαλείων κοπής- Κεραμικά υλικά κοπής



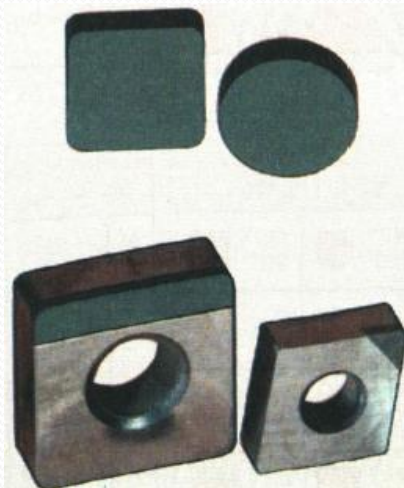
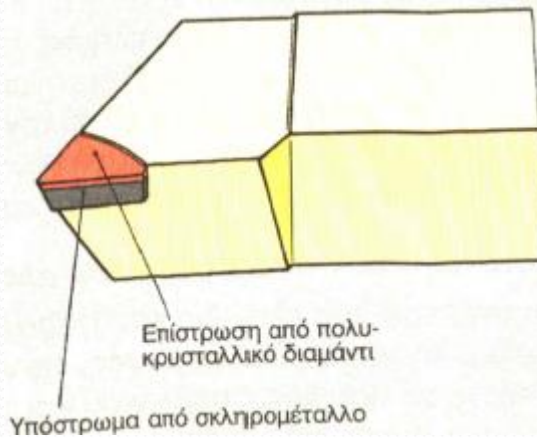
Κεραμικά υλικά κοπής $\Rightarrow$ μέγιστη θερμοκρασία έως 1200 C $\Rightarrow$ ψαθυρά και ευπαθή στις μεγάλες μεταβολές των δυνάμεων $\Rightarrow$ υψηλότερες ταχύτητες κοπής σε σχέση με τα σκληρομέταλλα $\Rightarrow$ συνδέονται με σύσφιγξη με το φορέα τους.

Κεραμικά οξείδια $\Rightarrow$ καθαρό οξείδιο του αργιλίου το οποίο δεν έχει μεταλλικό συνδετικό υλικό $\Rightarrow$ υψηλή αντοχή στη φθορά

Μικτά κεραμικά $\Rightarrow$ οξείδιο του αργιλίου και μεταλλικά σκληρά υλικά (καρβίδιο του τιτανίου ή νιτροκαρβίδιο του τιτανίου) $\Rightarrow$ κυρίως τóρνευση αποπεράτωσης χυτοσιδήρου, σε φρεζάρισμα αποπεράτωσης χαλύβων, καθώς και σε τóρνευση βαμμένων σιδηρούχων υλικών.

Αζωτούχα κεραμικά $\Rightarrow$ έχουν ως βάση αζωτούχο πυρίτιο $\Rightarrow$ καλή ελαστικότητα του υλικού και αντοχή στις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας επιτρέπουν μεγάλες προώσεις $\Rightarrow$ μειονέκτημα η μεγαλύτερη φθορά κατά την κατεργασία χαλύβων $\Rightarrow$ η χρήση τους περιορίζεται στην κατεργασία χυτοσιδήρου

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Υλικά εργαλείων κοπής- Διαμάντι και αζωτούχο βόριο

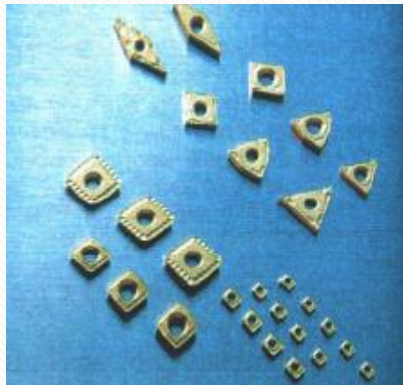


Μονοκρυσταλλικό διαμάντι $\Rightarrow$ ευπαθές στα κτυπήματα $\Rightarrow$ κατάλληλα για λεπτές κατεργασίες μη σιδηρούχων μετάλλων και κραμάτων τους καθώς και χυτοσιδήρου, ενισχυμένων πλαστικών, γυαλιού, κεραμικών και σκληρομετάλλων $\Rightarrow$ δεν είναι κατάλληλο για την κατεργασία χάλυβα γιατί έχει την τάση να δίνει στο σίδηρο άτομα άνθρακα και έτσι φθείρεται γρήγορα (φθορά διάχυσης)

Πολυκρυσταλλικό διαμάντι $\Rightarrow$ Το φυσικό διαμάντι αποτελείται από ένα και μόνο κρύσταλλο $\Rightarrow$ πλακίδια σκληρομετάλλου με επίστρωση έχουν μεγαλύτερη ελαστικότητα και αντοχή ακμών $\Rightarrow$ κατάλληλα για λεπτές κατεργασίες σε τόρνο και φρέζα $\Rightarrow$ κατεργασία κραμάτων αλουμινίου και άλλα κράματα μη σιδηρούχων μετάλλων, όχι χάλυβα.

Πολυκρυσταλλικό αζωτούχο βόριο $\Rightarrow$ κατεργασία χάλυβα, σκληρού χυτοσιδήρου και ειδικών κραμάτων υψηλής αντοχής σε θερμότητα $\Rightarrow$ συμπαγές πλακίδιο κοπής ή συμπιεσμένο σε πλακίδιο σκληρομετάλλου

Εισαγωγή στις κατεργασίες με
αφαίρεση υλικού- Πλακίδια κοπής



Αναστρέψιμα πλακίδια κοπής
από σκληρομέταλλο ή
κεραμικό υλικό $\Rightarrow$ πολλές
κόψεις $\Rightarrow$ διαθέτουν
διαβαθμίσεις για το σπάσιμο
του αποβλήτου $\Rightarrow$ οι
διαβαθμίσεις δεν επηρεάζουν
την κοπή



Εισαγωγή στις κατεργασίες με
αφαίρεση υλικού- Πλακίδια κοπής –
Στερέωση των αναστρέψιμων
πλακιδιών κοπής

Ασφαλής στερέωση $\Rightarrow$ αποφυγή εκτινάξεων ή
μετακινήσεων στο φορέα τους λόγω των
δυνάμεων κοπής $\Rightarrow$ στερέωση με πλακίδια
συσφίξεων ή με κοχλίες ή μοχλών, τα οποία
διέρχονται από την οπή του πλακιδίου και το
πιέζουν στο φορέα τους $\Rightarrow$ η ακρίβεια
τοποθέτησης εξαρτάται από τον τρόπο
τοποθέτησης του κοπτικού πλακιδίου

Εισαγωγή στις κατεργασίες με αφαίρεση υλικού- Πλακίδια κοπής – Κατάταξη των ανεστραμμένων πλακιδίων

Πίνακας 1: Κατάταξη των αναστρέψιμων πλακιδίων