

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

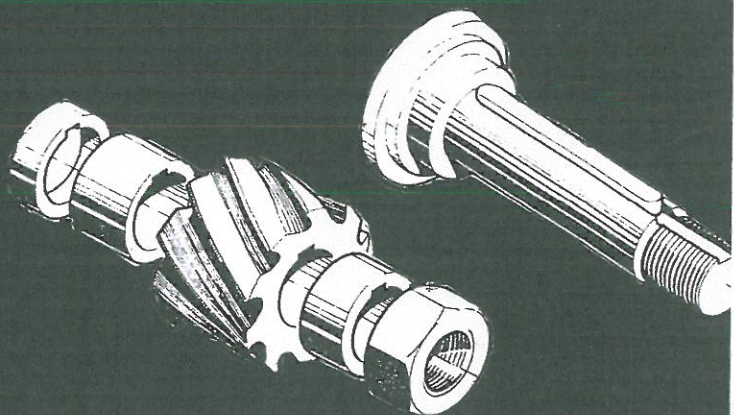
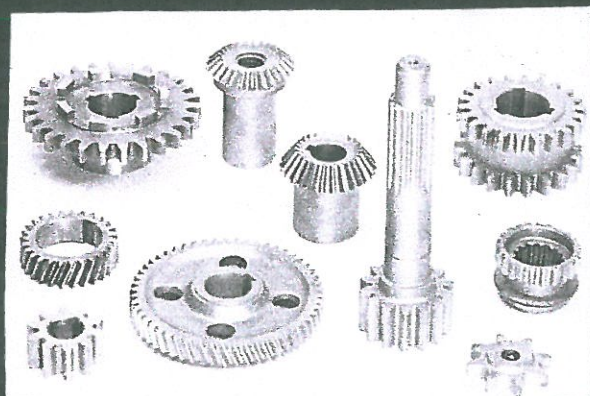
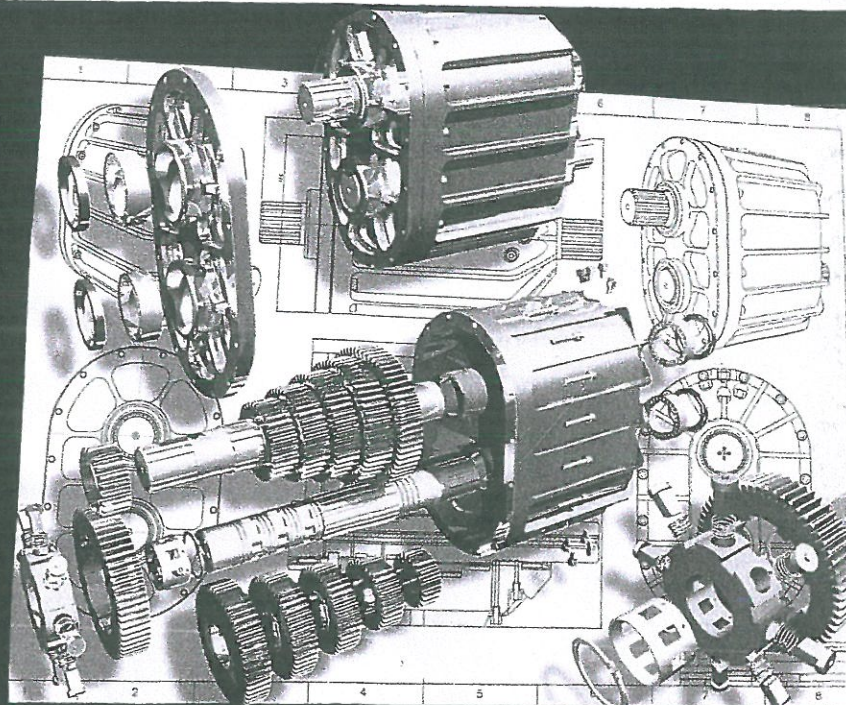
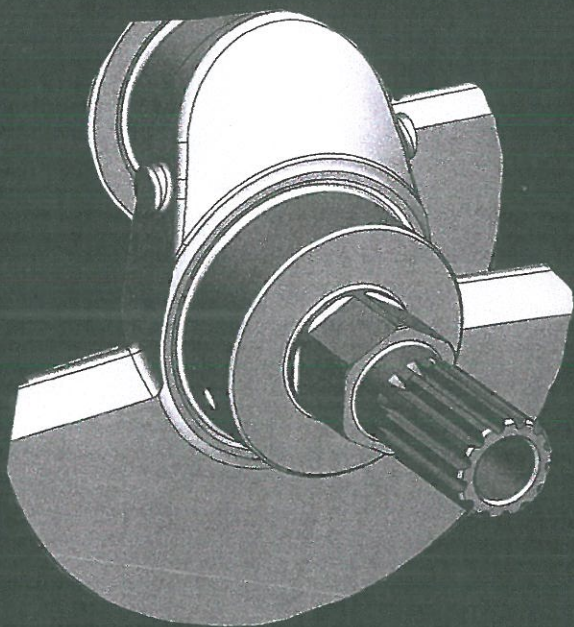
ΣΧΟΛΗ : ΣΤΕφ

ΤΜΗΜΑ : ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Εισαγωγική Κατεύθυνση : ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ : ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ II

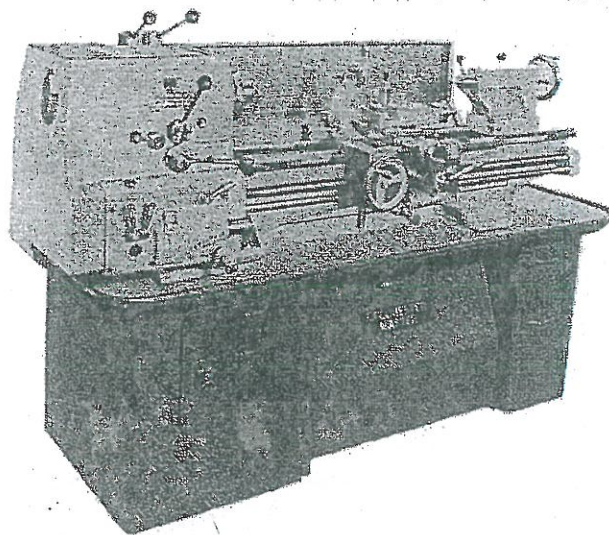


1 ΤΟΡΝΕΥΣΗ-ΤΟΡΝΟΣ

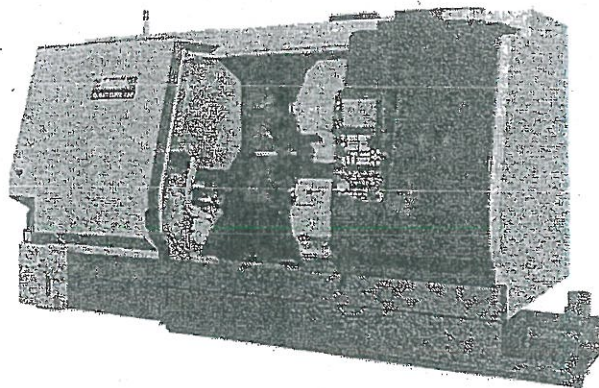
1.1 Γενικά.

Ο τórνος είναι από τις πιο παλιές μηχανές που επινοήθηκαν από τον άνθρωπο. Η μορφοποίηση των κατεργαζόμενων τεμαχίων στον τórνο βασίζεται στην αφαίρεση υλικού. Ο τórνος αποτελεί μια ευρέως χρησιμοποιούμενη εργαλειομηχανή και μπορεί κανείς να τον συναντήσει σε όλο το φάσμα της βιομηχανικής παραγωγής.

Η γενική τεχνολογική πρόοδος βοήθησε, ώστε ο τórνος τα τελευταία 30 χρόνια να εξελιχθεί παράλληλα προς τις άλλες μηχανές και τον κατέστησε ικανό να ανταποκριθεί στις καινούργιες απαιτήσεις των κατασκευών, που σαν κύριο γνώρισμά τους έχουν την **ταχύτητα παραγωγής**, την **ακρίβεια** και τον **αυτοματισμό**. Η παραπάνω εξέλιξη έγινε αιτία, ώστε να αλλάξει ριζικά και η εξωτερική μορφή του τórνου. Στα σχήματα 1.1α και 1.1 β φαίνονται δύο σύγχρονοι τórνοι.



Σχήμα 1.1α : Σύγχρονος συμβατικός τórνος.



Σχήμα 1.1β : Σύγχρονος τórνος ψηφιακού ελέγχου (C.N.C).

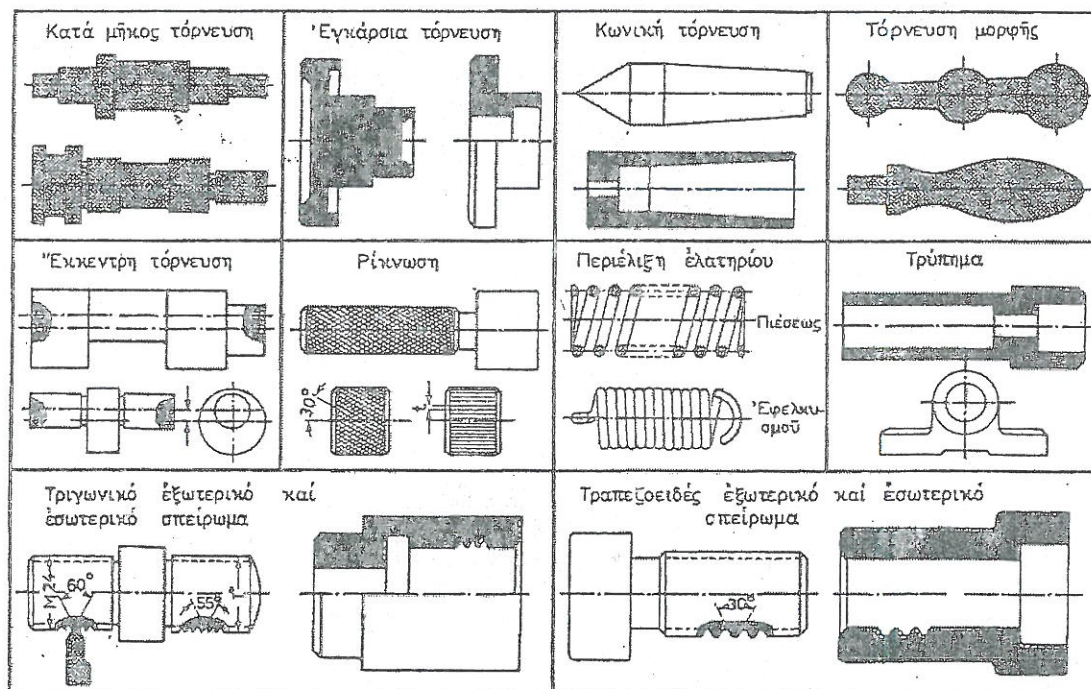
Οι διάφορες εξειδικευμένες μορφές τόνων καλύπτουν σήμερα κάθε απαίτηση της βιομηχανίας με αποτέλεσμα και σήμερα η εργαλειομηχανή αυτή να διατηρεί τη θέση που κατέχει από παλιά στον κατασκευαστικό τομέα.

Ο τόννος μπορεί να κατεργασθεί όλα τα σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα και ένα μεγάλο μέρος από τα μη μεταλλικά τεχνητά υλικά. Σήμερα ο τόννος, όταν είναι εφοδιασμένος με κοπτικό εργαλείο από σκληρομέταλλο, μπορεί να επεξεργασθεί ακόμη και βαμμένο χάλυβα.

Ένας τόννος γενικής χρήσης (σχήμα 1.1 α) μπορεί να κάνει τις εξής εργασίες:

- Τόρνευση εξωτερικών και εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.
- Τόρνευση κωνικών επιφανειών.
- Τόρνευση επίπεδων επιφανειών (εγκάρσια Τόρνευση).
- Τρυπήματα και διάνοιξη οπών.
- Κατεργασία επιφανειών μορφής.
- Έκκεντρη Τόρνευση (έκκεντρα, στροφαλοφόροι άξονες κλπ.).
- Κοπή εξωτερικών και εσωτερικών σπειρωμάτων όλων των μορφών.
- Περιέλιξη έλατηρίων.
- Ρικνώματα (κανελάζ).
- Κατεργασία σφαιρικών εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών.
- Λείανση, με ιδιοσυσκευή, εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών.

Στο σχήμα 1.1γ φαίνονται αντιπροσωπευτικά σχέδια τεμαχίων που μπορούν να κατασκευασθούν στον τόννο.



Σχήμα 1.1γ : Κατεργασίες σε τόννο γενικής χρήσης.

Η ταξινόμηση των τόννων δεν μπορεί να βασισθεί μόνο σε ένα κριτήριο, εξαιτίας της ποικιλίας τους. Παρακάτω επιχειρείται η ταξινόμησή τους με βάση :

α) Το βαθμό αυτοματισμού

- Τόρνοι απλοί, στους οποίους οι βοηθητικές κινήσεις δίνονται, τις περισσότερες φορές, με το χέρι.
- Τόρνοι ημιαυτόματοι (ρεβόλβερ).
- Τόρνοι αυτόματοι μηχανικού προγραμματισμού.
- Τόρνοι αυτόματοι ελεγχόμενοι από συστήματα ψηφιακού ελέγχου (CNC).

β) Το είδος των εκτελούμενων κατεργασιών

- Τόρνοι γενικής χρήσης.
- Τόρνοι για παραγωγή σειράς εξαρτημάτων.
- Ειδικοί τόρνοι, π.χ. κοπής σπειρωμάτων, κατεργασίας στροφαλοφόρων αξόνων, αντιγραφής κλπ.

γ) το επίπεδο κίνησης του εργαλείου

- Παράλληλοι στους οποίους το κομμάτι τοποθετείται παράλληλα προς το κρεβάτι και το κοπτικό εργαλείο έχει δυνατότητα κίνησης σε οριζόντιο επίπεδο παράλληλα και κάθετα προς τον άξονα του κομματιού. Διακρίνονται σε **παράλληλους κεντροφόρους** για κατεργασία μικρών διαμέτρων και μεγάλων μηκών και σε **μετωπικούς** για κατεργασία μεγάλων διαμέτρων και μικρών μηκών.
- Κατακόρυφοι στους οποίους το κομμάτι τοποθετείται κάθετα προς το κρεβάτι και το κοπτικό εργαλείο έχει δυνατότητα κίνησης σε κατακόρυφο επίπεδο.

Το μέγεθος του τόρνου εκτιμάται βασικά από δύο χαρακτηριστικά:

- Τη μέγιστη διάμετρο τεμαχίου που μπορεί να δεθεί στους σφιγκτήρες και να περιστραφεί γύρω από τους οδηγούς.
- Το μήκος κατεργασίας.

Εκτός των παραπάνω χαρακτηριστικών, σημαντικό ρόλο παίζουν και τα εξής:

- Το εύρος και το πλήθος των στροφών που μπορεί να επιτευχθεί.
- Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα.
- Το συνολικό βάρος.

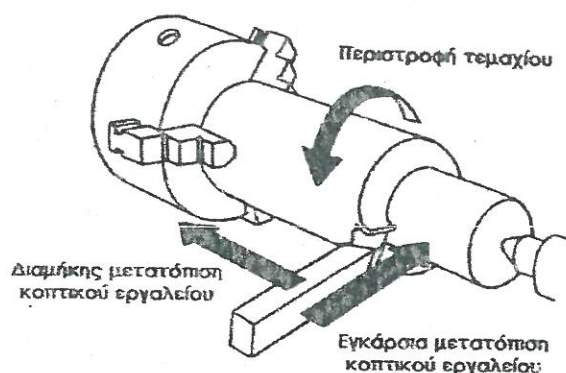
Στον **πίνακα 1.1** παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές κατασκευαστικές διαστάσεις και τα μεγέθη διαφόρων τύπων τόρνων.

Πίνακας 1.1 : Κατασκευαστικές διαστάσεις και χαρακτηριστικά τόνων

Τύπος τόνων	Μέγιστη διάμετρος τεμαχίου(mm)	Μέγιστο μήκος τεμαχίου(mm)	Πλήθος ταχυτήτων	Μέγιστες στροφές ατράκτου(σπρ/μίν)	Ελάχιστη πρόωση κοπτικού εργαλείου(mm/σπρ)	Ισχύς κινητήρα(KW)	Βάρος(T)
Παράλληλοι Κεντροφόροι	100	250	6	71	0.01	0.25	0.025
	4000	15000	36	3800	1.25	150	80
Μετωπικοί	1500		12	72	0.05	7.5	40
	4000		18	280	0.1	40	50
Κατακόρυφοι	850	700	12	12	0.05	12	6
	11000	4000	24	350	0.4	80	80

1.2 Τόρνευση.

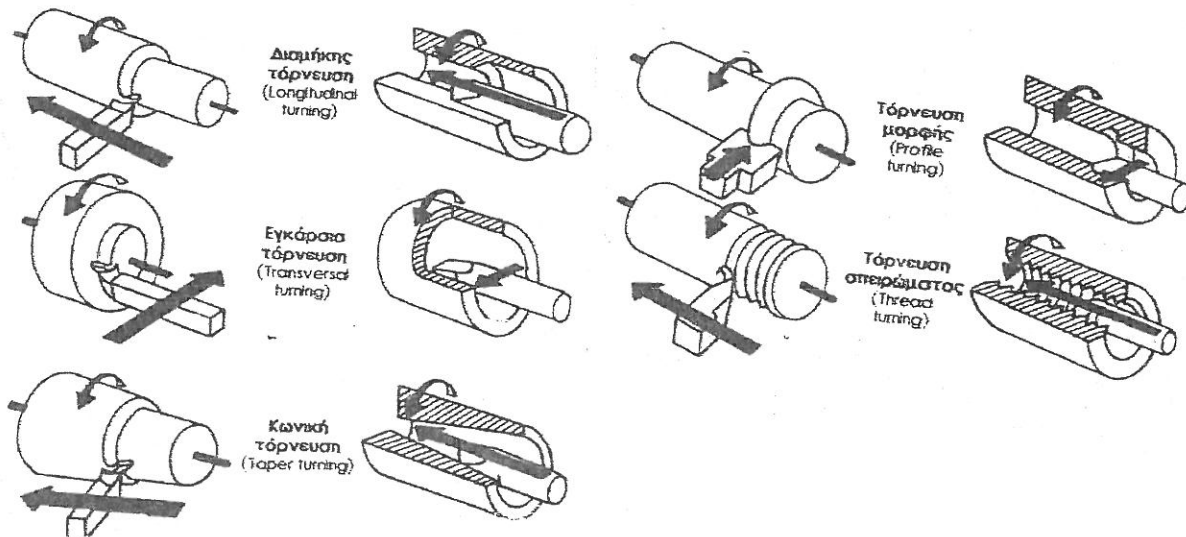
Κατά την διαδικασία της τόρνευσης, το κατεργαζόμενο τεμάχιο περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του, συγκρατούμενο στον σφιγκτήρα (τσοκ) του τόννου. Με αυτόν τον τρόπο, είναι σε επαφή με το κοπτικό εργαλείο, το οποίο έχει δυνατότητα διαμήκους και εγκάρσιας μετακίνησης, δηλαδή ευθύγραμμη και παράλληλη προς τον άξονα του τεμαχίου ή σε ορθή γωνία ως προς τον άξονα του τεμαχίου. Οι κινήσεις αυτές, κατά την τόρνευση, παρουσιάζονται στο σχήμα 1.2α.



Σχήμα 1.2α : Κινηματική της τόρνευσης.

Οι μορφές, που μπορεί να πάρει το κατεργαζόμενο τεμάχιο κατά την Τόρνευση, απαιτούν διαφορετικό συνδυασμό κινήσεων, όπως και χρησιμοποίηση του κατάλληλου κοπτικού εργαλείου. Το κοπτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται εξαρτάται τόσο από το είδος της παραγόμενης

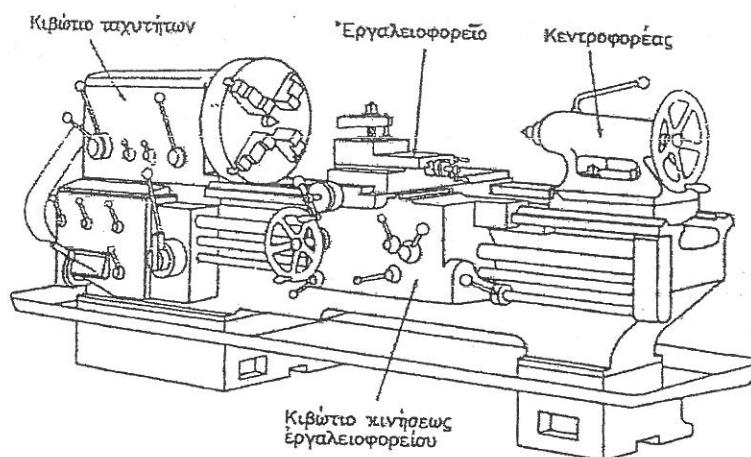
επιφάνειας, όσο και από το αν η τórνευση είναι **εξωτερική ή εσωτερική**. Στο σχήμα 1.2β παρουσιάζονται διάφορα είδη εξωτερικής και εσωτερικής τórνευσης για την κατεργασία κυλινδρικών και κωνικών επιφανειών, επιφανειών ειδικής μορφής και σπειρωμάτων. Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζονται με βέλη οι κινήσεις που απαιτούνται κάθε φορά για τη συγκεκριμένη κοπή.



Σχήμα 1.2β : Είδη εσωτερικής και εξωτερικής τórνευσης.

1.3 Δομή του τórνου - κύρια μέρη.

Ο τórνος οποτελείται, βασικά, από πέντε κύρια μέρη (σχήμα 1.3α):

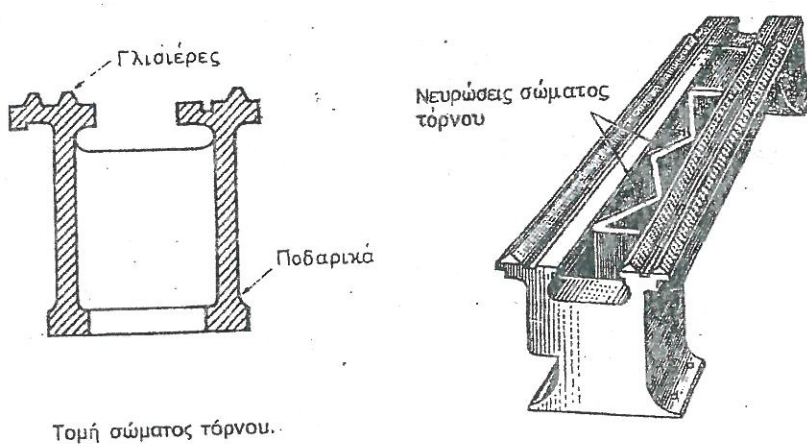


Σχήμα 1.3α : Τórνος γενικής χρήσης.

- Το σώμα, του οποίου το πάνω μέρος, συνήθως, λέγεται κρεβάτι.
- Το κιβώτιο ταχυτήτων.
- Το κιβώτιο προώσεων.
- Το εργαλειοφορείο (σεπόρτ).
- Τον κεντροφορέα (κουκουβάγια).

1.3.1 Το σώμα.

Το σώμα, το οποίο κατά κανόνα κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο, είναι το τμήμα του τórνου πάνω στο οποίο προσαρμόζονται και κινούνται όλα τα υπόλοιπα μέρη του. Η κατατομή του έχει διάφορες μορφές και φέρει τους πρισματοδηγούς (γλισιέρες) για την καθοδήγηση του εργαλειοφορείου και του κεντροφορέα (σχήμα 1.3β). Εσωτερικά φέρει νευρώσεις για να είναι στιβαρό με σκοπό την αντοχή στις παραμορφώσεις για την επίτευξη ικανοποιητικής ακρίβειας στις διαστάσεις του τεμαχίου. Στηρίζεται σε ποδαρικά που θεμελιώνονται στο δάπεδο.



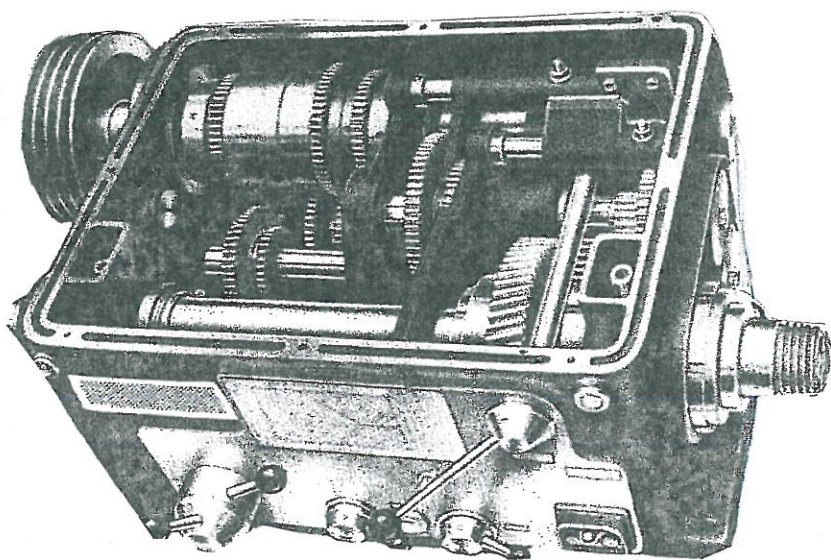
Σχήμα 1.3β : Σώμα τórνου.

Οι καταπονήσεις που δέχεται το σώμα είναι οι εξής:

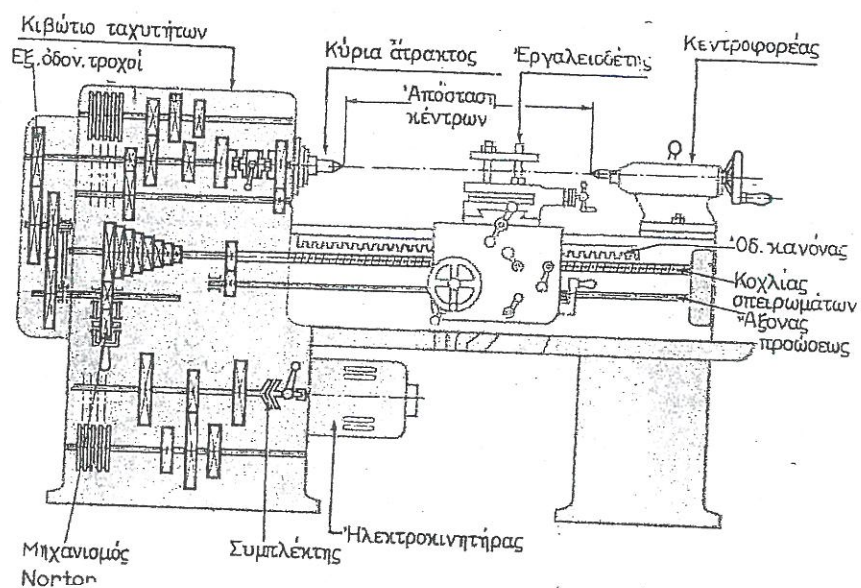
- Στατική φόρπιση από το βάρος των υπερκείμενων μερών.
- Εσωτερικές δυνάμεις που προέρχονται από τις δυνάμεις κοπής
- Εξωτερικές δυναμικές και στοχαστικές φορτίσεις από τυχόν διπλανές εργαλειομηχανές.

1.3.2 Κιβώτιο ταχυτήτων - Κίνηση του τórνου.

Προορισμός του κιβωτίου ταχυτήτων (σχήμα 1.3γ) είναι να μεταφέρει την περιστροφική ταχύτητα από τον ηλεκτροκινητήρα στο κατεργαζόμενο τεμάχιο μέσω της κύριας ατράκτου. Η μετάδοση κίνησης από τον ηλεκτροκινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων γίνεται με τη βοήθεια τραπεζοειδών ιμάντων ή με απευθείας σύνδεση (σχήμα 1.3δ).



Σχήμα 1.3γ : Κιβώτιο ταχυτήτων τήρνου.



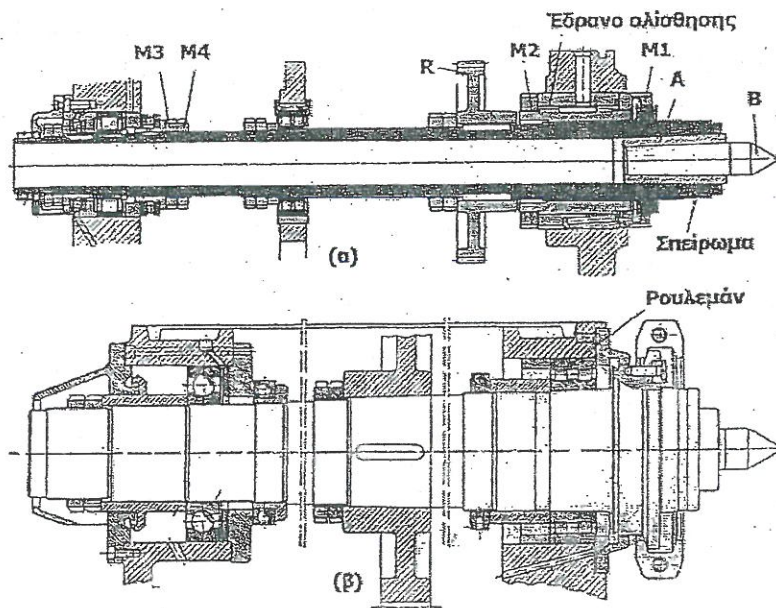
Σχήμα 1.3δ : Διαγραμμάτική μετάδοση κίνησης στον τήρνο.

Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από δύο κύρια μέρη:

- Την κύρια άτρακτο.
- Το μηχανισμό ταχυτήτων.

α) Κύρια άτρακτος τήρνου.

Είναι από τα κυριότερα μέρη του κιβωτίου ταχυτήτων του τήρνου. Στηρίζεται και περιστρέφεται επάνω σε δύο ή τρία έδρανα ολίσθησης (σχήμα 1.3ε(α)) ή κύλισης (ρουλεμάν), (σχήμα 1.3ε(β)).

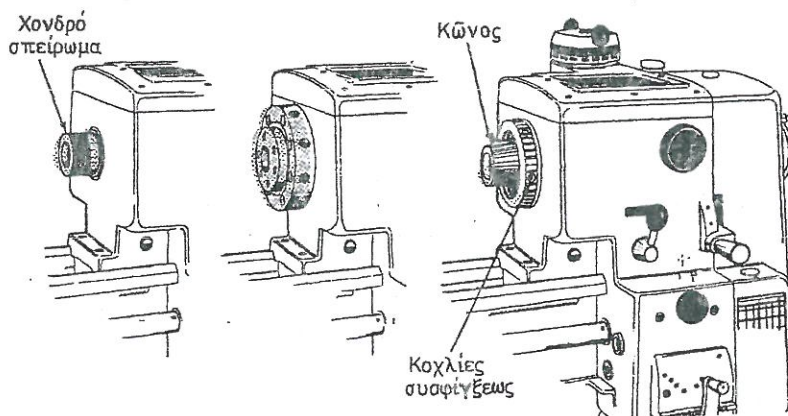


Σχήμα 1.3ε : Κατασκευαστικό σχέδιο ατράκτου τόρνου.
α) Με έδρανα ολίσθησης β) Με ρουλεμάν.

Η κύρια άτρακτος, σε όλα τα είδη των τόρνων, είναι σε όλο το μήκος της κοίλη για την συγκράτηση και επεξεργασία βέργας υλικού μεγάλου μήκους. Η εσωτερική διάμετρος του κοίλου της ατράκτου καθορίζει και την μέγιστη διάμετρο της βέργας που μπορεί να υποστεί κατεργασία.

Το κοίλο μέρος του χείλους της ατράκτου στην πλευρά του τραπέζιου είναι διαμορφωμένο σε σχήμα κολουροκωνικό, για να δέχεται τις κωνικές «φωλιές» Α για την συγκράτηση της πόντας Β ή άλλων εξαρτημάτων που φέρουν κωνικό στέλεχος στήριξης (κώνος Μορς), (σχήμα 1.3ε(α)).

Εξωτερικά το δεξιό άκρο της ατράκτου έχει τυποποιημένη διαμόρφωση και είτε φέρει σπείρωμα μεγάλου βήματος για να βιδώνει η πλάκα-φορέας του τσοκ ή το «πλατώ» συγκράτησης των τεμαχίων, είτε έχει κωνικό τμήμα μεγάλης διαμέτρου και σύστημα σύσφιξης με κοχλίες, για το κεντράρισμα και την στήριξη του τσοκ ή του πλατώ. (σχήμα 1.3στ).



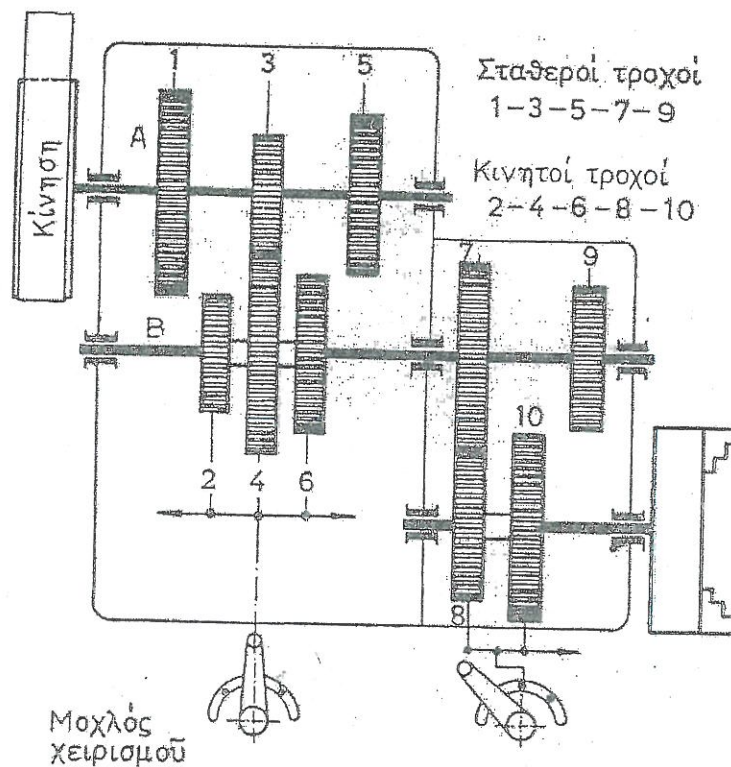
Σχήμα 1.3στ : Διαμόρφωση άκρου ατράκτου με σπείρωμα ή με κωνική φωλιά.

β) Μηχανισμός ταχυτήτων.

Η αλλαγή στις ταχύτητες γίνεται με τη βοήθεια οδοντωτών τροχών που βρίσκονται στο κιβώτιο ταχυτήτων του τórνου (σχήμα 1.3γ).

Στο σχήμα 1.3ζ φαίνεται σε λεπτομέρεια ένα απλό κιβώτιο ταχυτήτων τórνου. Ο άξονας Α παίρνει την κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα με τη βοήθεια ιμάντα, ενώ ο άξονας Β, ανάλογα με τον τρόπο που εμπλέκονται οι ενδιάμεσοι οδοντωτοί τροχοί, μπορεί να κινηθεί με τρεις διαφορετικές ταχύτητες.

Οι τροχοί 1-3-5-7-9 είναι σταθεροί, ενώ οι τροχοί 2-4-6-8-10 είναι κινητοί. Έτσι συνολικά η κύρια άτρακτος μπορεί να κινηθεί με 6 διαφορετικές ταχύτητες.

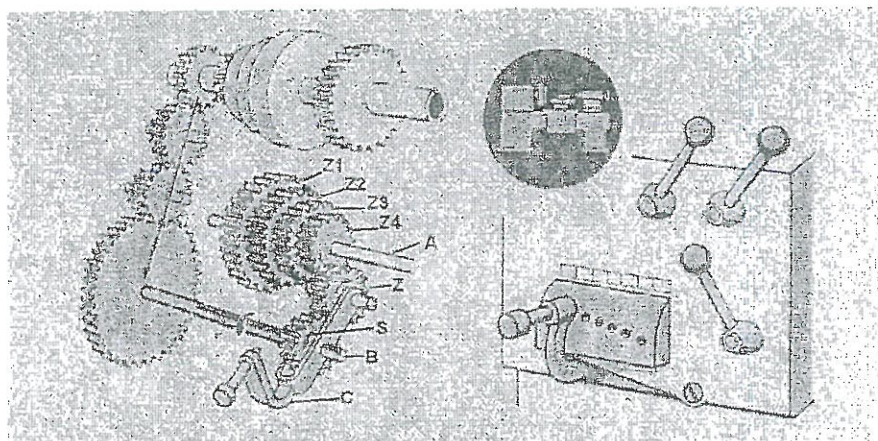


Σχήμα 1.3ζ : Αναπαράσταση απλού κιβωτίου ταχυτήτων τórνου.

1.3.3 Κιβώτιο προώσεων.

Κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας τórνευσης, το κατεργαζόμενο τεμάχιο αναγκάζεται μέσω του τσοκ σε περιστροφική κίνηση. Η περιστροφή αυτή μπορεί να γίνεται με μια ποικιλία στροφών, γεγονός που εξασφαλίζεται από το κιβώτιο ταχυτήτων. Η εξασφάλιση όμως της αυτόματης προώσης γίνεται διαμέσου του κιβωτίου ταχυτήτων στον άξονα προώσεων, αφού παρεμβληθεί ένα δεύτερο κιβώτιο με οδοντωτούς τροχούς, το **κιβώτιο προώσεων**. Σε παλαιότερους τórνους η μετάδοση της κίνησης στον άξονα προώσεων γινόταν με ιμάντες ή οδοντωτούς τροχούς, όπου ο χειριστής έπρεπε να αντικαθιστά, προκειμένου να εξασφαλίσει την εναλλαγή στις τιμές των προώσεων.

Σε πιο σύγχρονους τόνρους η μετάδοση της κίνησης αυτής γίνεται διαμέσου του κιβωτίου **Norton** (σχήμα 1.3η).



Σχήμα 1.3η : Κιβώτιο προώσεων τύπου Norton.

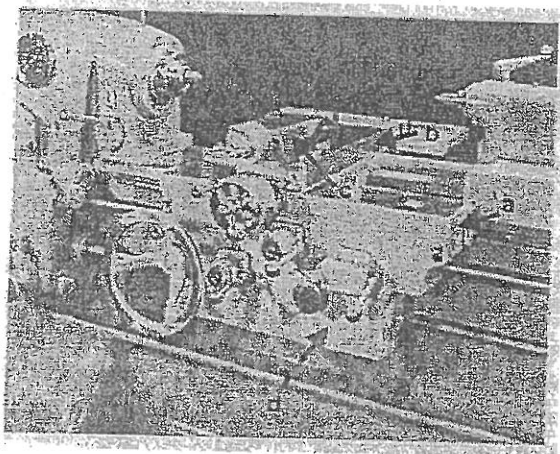
Με το μοχλό **C** ο χειριστής συμπλέκει διαφορετικούς μεταξύ τους οδοντωτούς τροχούς, με αποτέλεσμα τη γρήγορη και με ποικιλία τιμών επιλογή της πρόωσης. Οι οδοντωτοί τροχοί ενός κιβωτίου **Norton** παρουσιάζονται στη χαρακτηριστική μορφή ενός ενιαίου συνόλου γραναζιών διαφορετικών μεγεθών σε μορφή κώνου.

Οι οδοντοτροχοί **Z1, Z2, Z3, Z4** είναι σταθεροί επάνω στον άξονα προώσεως **A**. Κατα μήκος του κινητήριου άξονα **B**, ολισθαίνει ο οδοντοτροχός **S**, ο οποίος εμπλέκεται με τον ενδιάμεσο οδοντοτροχό **Z**. Οι οδοντοτροχοί **Z** και **S** προσαρμόζονται στο μοχλό **C**, ο οποίος έχει δυνατότητα ολίσθησης κατα μήκος του κινητήριου άξονα και περιστροφής γύρω από αυτόν. Με τη μετακίνηση του μοχλού **C**, ο ενδιάμεσος οδοντοτροχός **Z** εμπλέκεται με ένα οδοντοτροχό του άξονα **A**, ανάλογα με την επιλεγόμενη ταχύτητα πρόωσης. Ο μοχλός **C** μένει στη σταθερή θέση με τη βοήθεια περόνης, η οποία εισάγεται στην οπή που αντιστοιχεί στη επιθυμητή ταχύτητα πρόωσης.

Για να μετακινηθεί το εργαλείο από αριστερά προς τα δεξιά ή από τα δεξιά προς τα αριστερά, επιβάλλεται η αλλαγή της κατεύθυνσης περιστροφής του άξονα προώσεων. Αυτή η αλλαγή της κατεύθυνσης εξασφαλίζεται μέσω ενός **οδοντωτού τροχού αναστροφής** του οποίου η εμπλοκή και η απεμπλοκή εξασφαλίζει τη μία κατεύθυνση ή την άλλη.

1.3.4 Εργαλειοφορείο ή σεπόρτ.

Το εργαλειοφορείο μπορεί να εκτελεί διάφορες ανεξάρτητες επιμέρους κινήσεις. Περιλαμβάνει, όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.3θ, εκτός από το κυρίως σώμα του και δύο ολισθητήρες (γλισιέρες) που εξασφαλίζουν τη διαμήκη και εγκάρσια κίνηση του κοπτικού εργαλείου.



- a: Σώμα
- b: Εγκάρσιο φορείο
- c: Φορείο εργαλειοδέτη
- d: Ποδιά

Σχήμα 1.30 : Εργαλειοφορείο τόρνου.

Το εργαλειοφορείο υπακούει στην κίνηση που μεταδίδεται από τον άξονα των προώσεων, ενώ ταυτόχρονα διαθέτει και το μοχλό σταματήματος των στροφών του τόρνου. Διατρέχεται από δύο άξονες, **τον άξονα των προώσεων, τον κοχλιωτο άξονα ή κοχλία σπειρωμάτων** για την κοπή σπειρωμάτων και τη ράβδο εκκίνησης ή σταματήματος των στροφών.

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα συνηθισμένο εργαλειοφορείο είναι τα εξής:

- Το σώμα.

Φέρει επάνω του όλα τα υπόλοιπα μέρη του εργαλειοφορείου και κινείται κατα μήκος του σώματος του τόρνου μέσω των γλιστερών.

- Το εγκάρσιο φορείο.

Φέρει επάνω του το φορείο του εργαλειοδέτη και κινείται εγκάρσια.

- Το φορείο του εργαλειοδέτη.

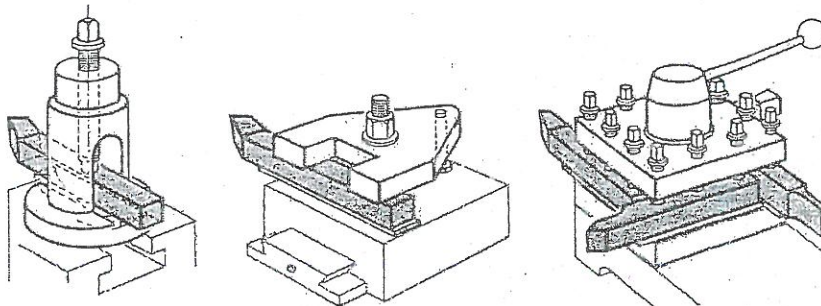
Φέρει επάνω του τον εργαλειοδέτη και έχει δυνατότητα κίνησης παράλληλα, κάθετα ή υπό γωνία ως προς την αξονική της στράκτου. Φέρει στην βάση του μοιρογνωμόνιο με την βοήθεια του οποίου επιλέγεται η υπό γωνία κίνησή του (π.χ κωνική τórνευση).

- Η ποδιά.

Φέρει το μηχανισμό για την μεταφορά της κίνησης από το κιβώτιο πρόωσης στο εργαλειοφορείο με τη βοήθεια των κατάλληλων χειρομοχλών.

- Ο εργαλειοδέτης.

Ο εργαλειοδέτης είναι το εξάρτημα εκείνο που συγκρατεί απευθείας το κοπτικό εργαλείο. Οι κυριότεροι τύποι εργαλειοδετών φαίνονται στο σχήμα 1.31.

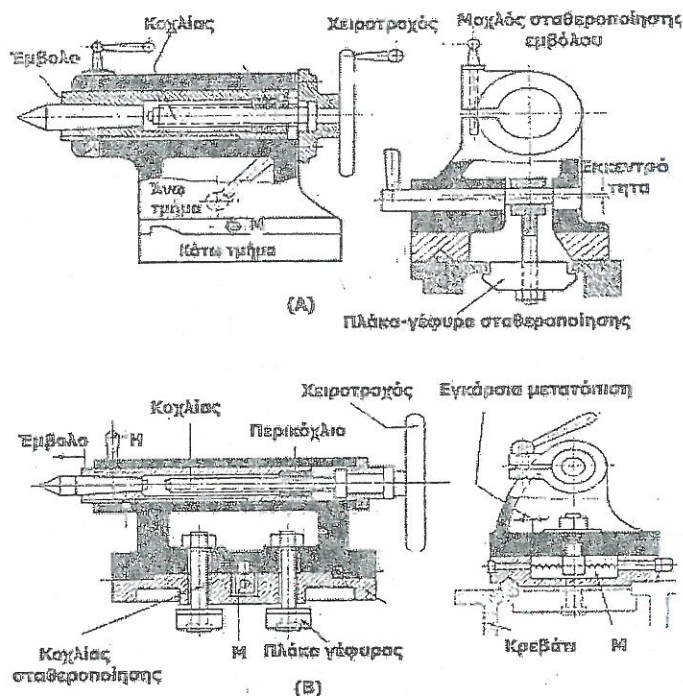


Σχήμα 1.3ι : Απλοί και τετραπλός εργαλειοδέτης.

Σήμερα όλοι σχεδόν οι τόρνοι γενικής χρήσης είναι εφοδιασμένοι με τετραπλό εργαλειοδέτη γιατί έχει το πλεονέκτημα να δέχεται 4 διαφορετικά εργαλεία των οποίων η εναλλαγή από το ένα στο άλλο γίνεται εύκολα με περιστροφή του. Έτσι ο τετραπλός εργαλειοδέτης συντελεί στην αύξηση της παραγωγής κομματιών σε σειρά με δυνατότητα γρήγορης εκτέλεσης μέχρι και τεσσάρων διαφορετικών φάσεων κατεργασίας.

1.3.5 Ο Κεντροφορέας (κουκουβάγια).

Είναι βασικό εξάρτημα του τόρνου και βρίσκεται επάνω στο κρεβάτι δεξιά από το εργαλειοφορείο (σχήμα 1.2ια).



Σχήμα 1.3ια : Κεντροφορέας τόρνου.

Α) Σταθεροποίηση με έκκεντρο και μοχλό Β) Σταθεροποίηση με κοχλίες

Ο κεντροφορέας χρησιμοποιείται για την **υποστήριξη τεμαχίων μεγάλου μήκους** ή για κατεργασίες **διάτρησης** και **γλύφανσης** με την χρησιμοποίηση κατάλληλων εργαλείων.

Το κάτω τμήμα εφαρμόζει σε ειδικό πριsmατοδηγό του κρεβατιού (γλισιέρα). Το επάνω τμήμα φέρει το έμβολο το οποίο μέσω ενός χειροτροχού και κοχλία κινείται μπρος-πίσω και σταθεροποιείται, σε οποιαδήποτε θέση χρειασθεί, με τη βοήθεια μοχλού σταθεροποίησης. Το έμβολο στο αριστερό άκρο του φέρει **θηλυκό κώνο Μορς** όπου εφαρμόζει η πόντα στηρίξης ή τα στελέχη των κοπτικών εργαλείων διάτρησης ή γλύφανσης.

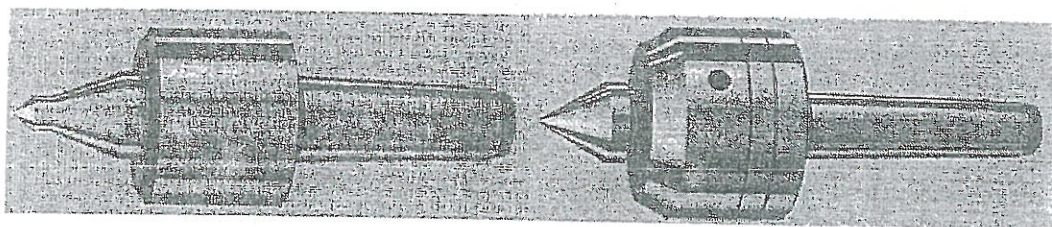
Ολόκληρος ο κεντροφορέας μετακινείται σε όλο το μήκος του κρεβατιού γλιστρώντας στον ειδικό πριsmατοδηγό (γλισιέρα) που αναφέραμε. Η σταθεροποίησή του γίνεται με το σφίξιμο μιας πλάκας-γέφυρας που βρίσκεται στην εσωτερική και κάτω πλευρά του κρεβατιού. Το σφίξιμο της πλάκας αυτής σε μικρούς τόννους γίνεται με τη βοήθεια ενός μοχλού σταθεροποίησης με έκκεντρο, ενώ σε μεγαλύτερους γίνεται με ένα ή δύο κοχλίες σύσφιξης (σχήμα 1.2η).

Το επάνω τμήμα του κεντροφορέα, με τη βοήθεια ενός ή δύο ρυθμιστικών κοχλιών **M**, μπορεί και κάνει μια μικρή **εγκάρσια κίνηση**. Η κίνηση αυτή χρησιμεύει για την περίπτωση **κωνικής τόννευσης** με μικρή σχετικά κωνικότητα.

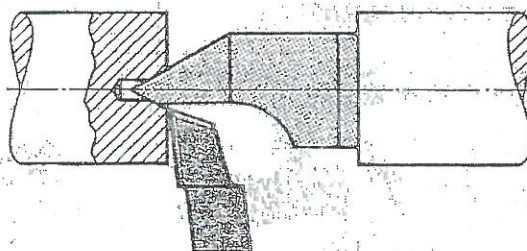
Γενικά ο κεντροφορέας είναι ένα εξάρτημα του τόννου που έχει ακρίβεια στην κατασκευή και στις κινήσεις του. Πρέπει να τονισθεί ότι ο νοητός άξονας του εμβόλου και της πόντας πρέπει πάντα να συμπίπτει σκριβώς με τον άξονα της ατράκτου του τόννου. Διαφορετικά τα κομμάτια που τورνεύονται δεν θα είναι απόλυτα κυλινδρικά.

Οι πόντες χρησιμεύουν για την συγκράτηση των κομματιών και προσαρμόζονται στον κεντροφορέα και την κύρια άτράκτο. Είναι τριών ειδών:

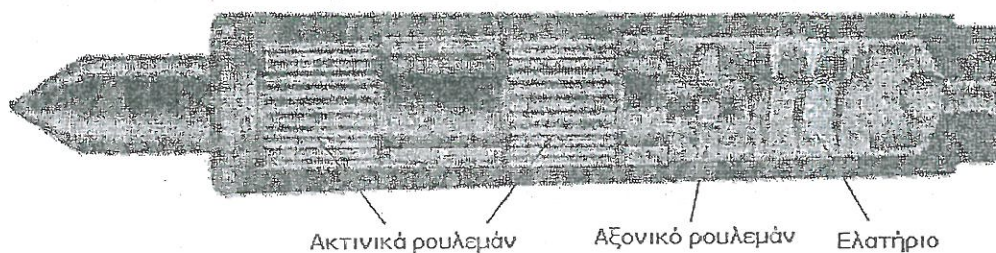
- **Πόντες σταθερές και ολόσωμες.**
Έχουν την μεγαλύτερη χρήση, (σχήμα 1.3ιβ).
- **Σταθερές μισόποντες.**
Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατεργασία του προσώπου στα άκρα των τεμαχίων, (σχήμα 1.3ιγ).
- **Περιστρεφόμενες με ρουλεμάν.**
Χρησιμοποιούνται σε κατεργασίες όπου απαιτούνται υψηλές στροφές και δεν χρειάζονται λίπανση, (σχήμα 1.3ιδ).



Σχήμα 1.3ιβ : Ολόσωμες σταθερές πόντες.



Σχήμα 1.3ιγ : Μισόποντα σταθερή.



Σχήμα 1.3ιδ : Περιστρεφόμενη πόντα με ρουλεμάν.

1.4 Συγκράτηση των τεμαχίων στον τόρνο.

1.4.1 Συσκευές συγκράτησης τεμαχίων.

Οι συσκευές για τη συγκράτηση των τεμαχίων για κατεργασία στον τόρνο είναι δύο ειδών:

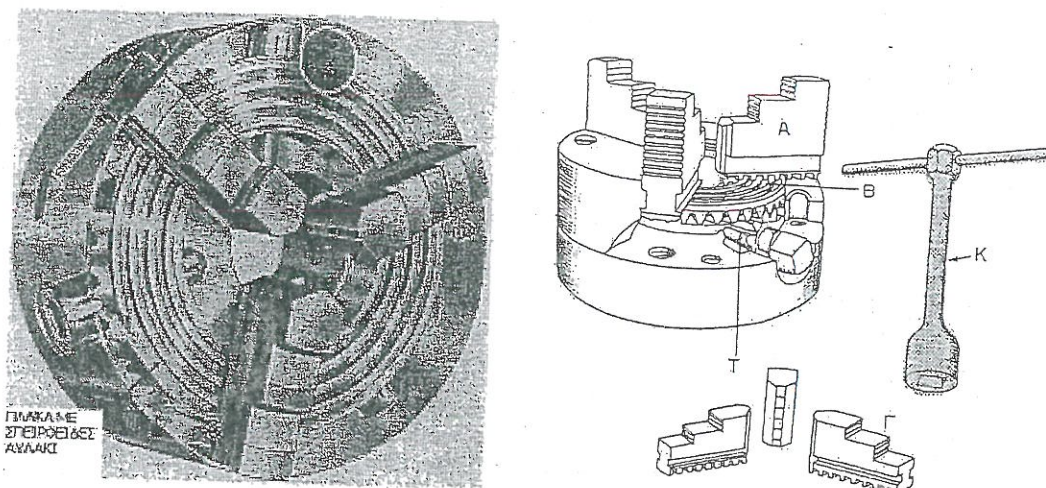
α) Τα τσοκ.

Χρησιμοποιούνται όταν τα κομμάτια είναι μικρά και με κυλινδρικό ή άλλο κανονικό πολυγωνικό σχήμα.

β) Τα πλατώ.

Χρησιμοποιούνται για μεγάλα κομμάτια με οποιαδήποτε μορφή.

Τα τσοκ και τα πλατώ στερεώνονται στην κεφαλή της κύριας στράκτου του τόρνου και περιστρέφονται μαζί της. Στο σχήμα 1.4α φαίνεται η διαμόρφωση και ο τρόπος λειτουργίας του τσοκ. Τα τσοκ έχουν 3 ή 4 σιαγόνες (σφιγκτήρες) και σπάνια 2.



Σχήμα 1.4α : Τσοκ με τρεις κανονικούς και τρεις ανάποδους σφιγκτήρες.

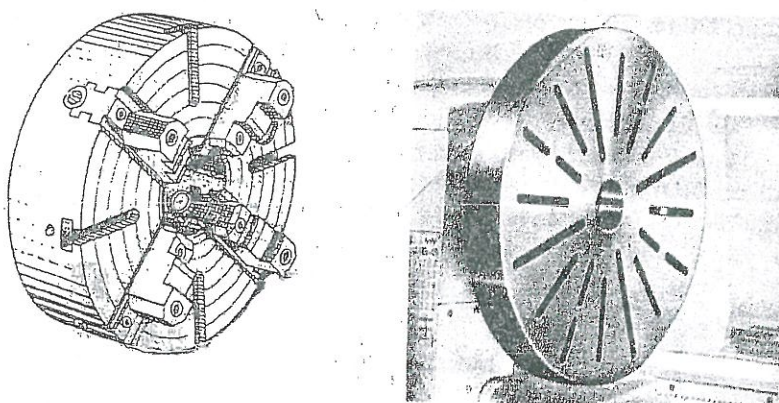
Οι σφιγκτήρες πλησιάζουν ή απομακρύνονται ταυτόχρονα, ομοκεντρικά και με μεγάλη ακρίβεια, με τη βοήθεια του κλειδιού του τσοκ.

Με το γύρισμα του κλειδιού γυρίζει ο κωνικός τροχός **Τ** περιστρέφοντας την πλάκα **Β**, η οποία από τη μια μεριά της φέρει οδοντωτή στεφάνη και από την άλλη σπειροειδές αυλάκι πάνω στο οποίο προσαρμόζονται οι σφιγκτήρες του τσοκ.

Οι σφιγκτήρες **Α** πλησιάζουν ή απομακρύνονται από το κέντρο του τσοκ σφίγγοντας ή ξεσφίγγοντας το τεμάχιο που δένεται επάνω τους. Οι σφιγκτήρες διακρίνονται σε κανονικούς και ανάποδους οι οποίοι επιλέγονται ανάλογα με την κατεργασία που πρόκειται να πραγματοποιηθεί. Πρέπει να προσέχουμε κατά την τοποθέτηση των σφιγκτήρων ώστε οι αριθμοί που είναι γραμμένοι επάνω τους να συμπίπτουν με τους αριθμούς των υποδοχών τους.

Για την προσαρμογή του τσοκ στην κύρια άτρακτο χρησιμοποιείται πλάκα πάνω στην οποία στερεώνεται με **3** ή **4** κοχλίες.

Τα πλατώ είναι μεγάλες στρογγυλές πλάκες από χυτοσίδηρο. (σχήμα 1.4).



Σχήμα 1.4β : Πλατώ τórνου με και χωρίς σφιγκτήρες.

Υπάρχουν πλατώ χωρίς σφιγκτήρες και πλατώ που φέρουν σφιγκτήρες, οι οποίοι δεν μετακινούνται όλοι ταυτόχρονα, όπως στα τσοκ, αλλά καθένας χωριστά. Με τον τρόπο αυτό τα πλατώ μπορούν να συγκρατήσουν και να κεντράρουν όχι μόνο κυλινδρικά κομμάτια αλλά και κομμάτια οποιουδήποτε σχήματος.

1.4.2 Τρόποι συγκράτησης των τεμαχίων στον τόρνο.

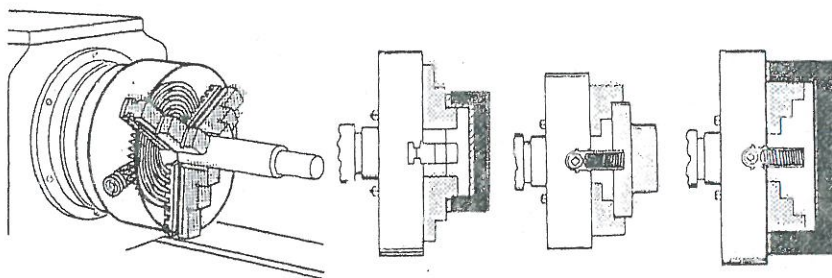
Γενικά διακρίνομε πέντε τρόπους συγκράτησης τεμαχίων στον τόρνο:

- Συγκράτηση μόνο στο τσοκ.
- Συγκράτηση στο πλατώ.
- Συγκράτηση μεταξύ τσοκ και κεντροφορέα (κουκουβάγια).
- Συγκράτηση μεταξύ κέντρων (πόντες).
- Συγκράτηση με τσιμπίδες.

Κατά τη συγκράτηση μεταξύ κέντρων ή κατά τη συγκράτηση μεταξύ τσοκ και κεντροφορέα μπορεί, αν το κομμάτι είναι μεγάλου μήκους, να τοποθετηθεί σταθερό ή κινητό καβαλέτο.

α) Συγκράτηση στο τσοκ.

Ο τρόπος αυτός εφαρμόζεται όταν τα κομμάτια έχουν μικρό μήκος και δεν υπάρχει φόβος κατά την τórνευση να λυγίσουν από τις δυνάμεις κοπής. Στο σχήμα 1.γ φαίνονται διάφοροι τρόποι συγκράτησης με κανονικούς και ανάποδους σφιγκτήρες.

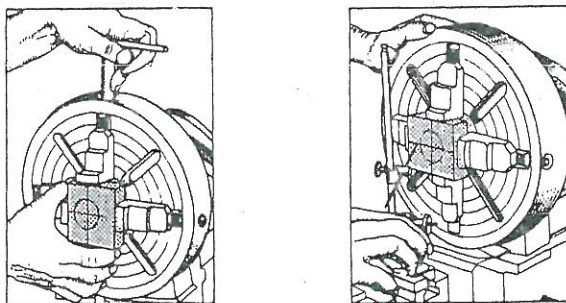


Σχήμα 1.4β : Συγκράτηση στο τσοκ με κανονικούς και ανάποδους σφιγκτήρες.

β) Συγκράτηση στο πλατώ.

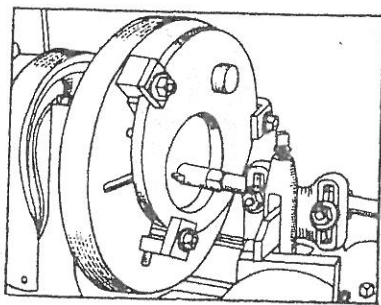
Ο τρόπος αυτός εφαρμόζεται όταν τα κομμάτια έχουν μικρό σχετικά μήκος αλλά μεγάλες τις άλλες δύο διαστάσεις τους.

Όταν το πλατώ φέρει σφιγκτήρες (σχήμα 1.4γ) τότε το κομμάτι δένεται με τους σφιγκτήρες.



Σχήμα 1.4γ : Συγκράτηση στο πλατώ με σφιγκτήρες.

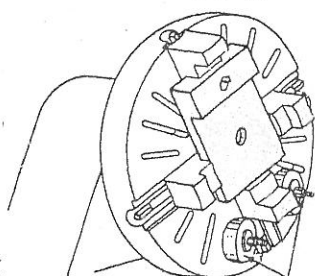
Όταν το πλατώ δεν φέρει σφιγκτήρες το κομμάτι δένεται πάνω του με **φουρκέτες** (σχήμα 1.4δ).



Σχήμα 1.45 : Συγκράτηση στο πλατώ με φουρκέτες.

Όταν τα κομμάτια δεν είναι συμμετρικά, για να περιστρέφονται ομαλά και να μην υποφέρει ο μηχανισμός του τώρνου, δένονται επάνω στο πλατώ κατάλληλα αντίβαρα.

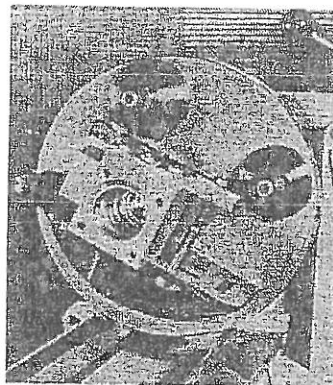
Στο σχήμα 1.4ε φαίνεται το δέσιμο παραλληλεπίπεδου κομματιού πάνω στο πλατώ με σφιγκτήρες και η ζυγοστάθμισή του με αντίβαρα.



Αντίβαρα

Σχήμα 1.4ε : Ζυγοστάθμιση παράκεντρου κομματιού με αντίβαρα.

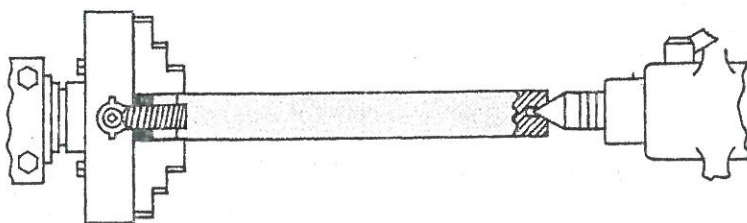
Σε πολλές περιπτώσεις και κυρίως για παράκεντρα δεσίσματα, χρησιμοποιούνται για τη στερέωση του κομματιού πάνω στο πλατώ στις γωνίες από χυτοσίδηρο. Τα κομμάτια δένονται επάνω στις γωνίες όπως φαίνεται στο σχήμα 1.3στ. Σε τέτοιες περιπτώσεις τα παράκεντρα δεμένα κομμάτια, πρέπει να ζυγοσταθμίζονται με αντίβαρα.



Σχήμα 1.4στ : Συγκράτηση στο πλατώ με γωνία και ζυγοστάθμιση με αντίβαρα.

γ) Συγκράτηση μεταξύ τσοκ και κεντροφορέα.

Εφαρμόζεται για συγκράτηση κομματιών με μεγάλο μήκος (σχήμα 1.4ζ). Πριν όμως από την τόννευση απαιτείται έλεγχος του κεντραρίσματος του άκρου του κομματιού προς την πλευρά του τσοκ γιατί μπορεί να στραβοιάσει.

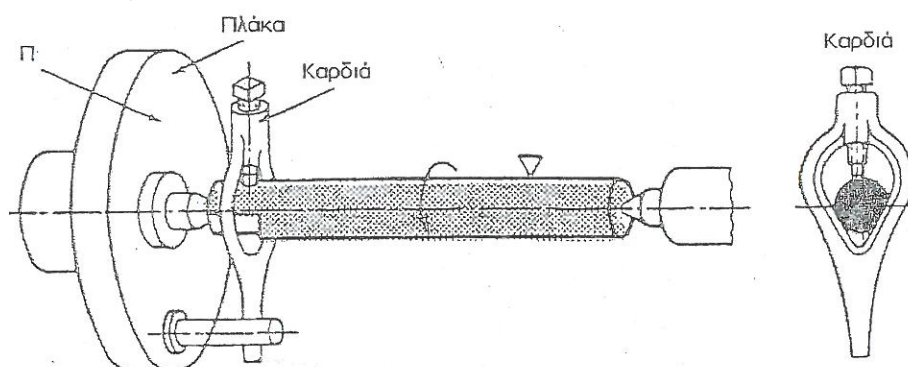


Σχήμα 1.4ζ : Συγκράτηση κομματιού μεταξύ τσοκ και κεντροφορέα.

Το ένα άκρο του κομματιού δένεται στο τσοκ και ο κεντροφορέας μετατοπίζεται ολοκληρος μέχρις ότου η πόντα του εφαρμόσει στην έδρα του ελεύθερου δεξιού άκρου του κομματιού. Ο κεντροφορέας σταθεροποιείται πάνω στο κρεβάτι με τον ειδικό μοχλό ή κοχλία. Η ρύθμιση της σωστής έδρασης της μύτες της πόντας του κεντροφορέα γίνεται από την κίνηση του εμβόλου με τη βοήθεια του χειροτροχού (σχήμα 1.3ια).

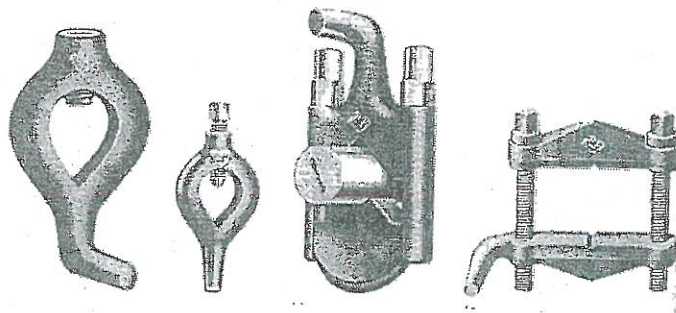
δ) Συγκράτηση κομματιών μεταξύ κέντρων (πόντες).

Τα άκρα του κομματιού στην περίπτωση αυτή στηρίζονται ανάμεσα στην πόντα της κύριας ατράκτου και την πόντα του κεντροφορέα. Αντί για τσοκ βιδώνεται στην άτρακτο η πλάκα περιστροφής Π (σχήμα 1.4η).



Σχήμα 1.4η : Συγκράτηση κομματιού μεταξύ κέντρων.

Η περιστροφή των τεμαχίων, στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται πλάκες περιστροφής, εξασφαλίζεται με τη χρήση ειδικών εξαρτημάτων που λέγονται **καρδιές**, οι οποίες προσδένονται πάνω στην πλάκες, (σχήματα 1.4.η, 1.4θ).



Σχήμα 1.40 : Διάφοροι τύποι καρδιών.

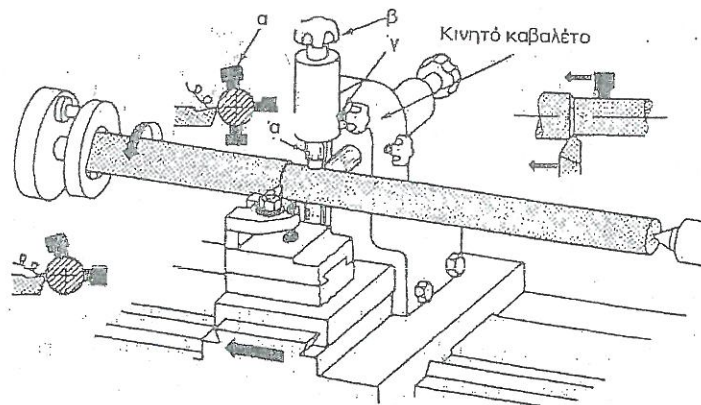
Η συγκράτηση κομματιών μεταξύ κέντρων παρουσιάζει το σοβαρό πλεονέκτημα ότι το κομμάτι, όσες φορές και αν απομακρυνθεί και ξανατοποθετηθεί στον τόρνο, παραμένει κεντραρισμένο, με πρακτικά απόλυτη ακρίβεια.

Σε περίπτωση τόννευσης τεμαχίων μεγάλου μήκους χρησιμοποιούνται επί πλέον και ενδιάμεσες συσκευές στήριξης (καβαλέτα).

Τα καβαλέτα είναι βοηθητικά εξαρτήματα του τόρνου και διακρίνονται σε **κινητά** και **σταθερά**.

- Το **κινητό καβαλέτο** (σχήμα 1.41) χρησιμοποιείται κατά την τόννευση τεμαχίων μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου. Στερεώνεται πάνω στο εργαλειοφορείο, έπεται του κοπτικού εργαλείου και ακολουθεί την κίνησή του. Οι δύο επαφείς α του καβαλέτου ακουμπούν ελαφρά στην κατεργασμένο επιφάνεια του κομματιού.

Σε κάθε καινούργιο πέρασμα οι επαφείς του κινητού καβαλέτου πλησιάζουν περισσότερο, ώστε να ακουμπούν πάντα στο κομμάτι οπέναντι από το κοπτικό εργαλείο. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται ο λυγισμός του κομματιού λόγω των δυνάμεων κοπής και ταυτόχρονα το κέντρο περιστροφής στη θέση της κοπής βρίσκεται συνεχώς στο νοητό άξονα ατράκτου-κεντροφορέα.



Σχήμα 1.41 : Κινητό καβαλέτο.

- Το **σταθερό καβαλέτο**.

Στερεώνεται στο κρεβάτι του τόρνου και χρησιμοποιείται για τόννευση βαρέων αξόνων μεγάλου μήκους όταν δεν απαιτείται κατεργασία σε όλο τους το μήκος ή για εσωτερική τόννευση σε άξονες που δεν μπορεί να γίνει αντιστήριξη με τον κεντροφορέα, (σχήμα 1.41α).

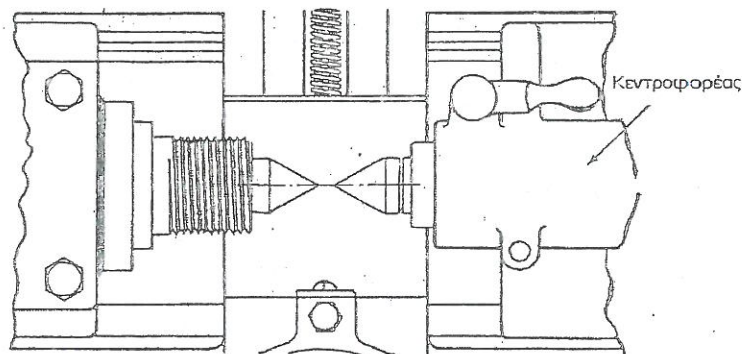


Σχήμα 1.4ια : Σταθερό καβαλέτο.
Συγκράτηση μεταξύ κέντρων και πλατώ που φέρει σφιγκτήρες.

Η συγκράτηση των κομματιών μεταξύ δύο κέντρων, καθώς και μεταξύ τσοκ και κεντροφορέα, απαιτεί ελέγχους τόσο της πόντας του κεντροφορέα όσο και της πόντας της ατράκτου. Ταυτόχρονα απαιτεί έλεγχο της ομοαξονικότητας μεταξύ της πόντας της ατράκτου και της πόντας του κεντροφορέα καθώς και κατάλληλη προετοιμασία του κομματιού.

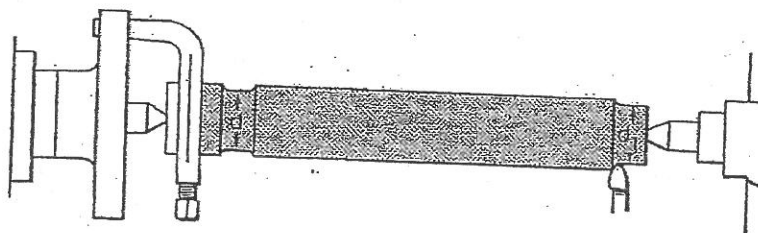
• Έλεγχος της πόντας του κεντροφορέα.

Ένας πρώτος προσεγγιστικός και σύντομος έλεγχος γίνεται με πλησίασμα της πόντας του κεντροφορέα στην πόντα της φωλιάς της κύριας ατράκτου, (σχήμα 1.4ιβ). Αν δεν συμπίπτουν οι πόντες, μεταφέρεται εγκάρσια η πόντα του κεντροφορέα με την βοήθεια του κοχλίου Μ (σχήμα 1.3ια).



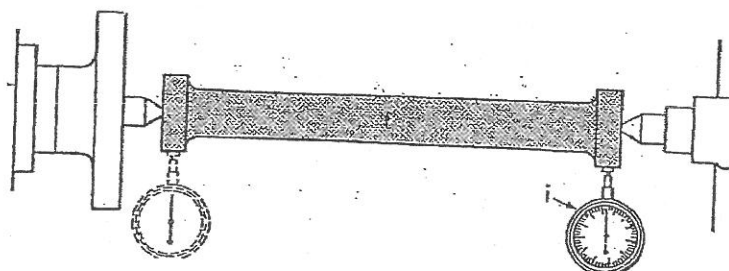
Σχήμα 1.4ιβ : Έλεγχος πόντας κεντροφορέα με πλησίασμα στην πόντα της φωλιάς της ατράκτου.

Ένας δεύτερος έλεγχος γίνεται με δοκιμαστική τόνρευση άξονα και έλεγχο των διαμέτρων d και d_1 , που απέχουν αρκετά μεταξύ τους και που πρέπει να είναι ακριβώς ίσες, (σχήμα 1.4ιγ).



Σχήμα 1.4iγ : Έλεγχος πόντας κεντροφορέα με τórνευση δοκιμαστικού άξονα.

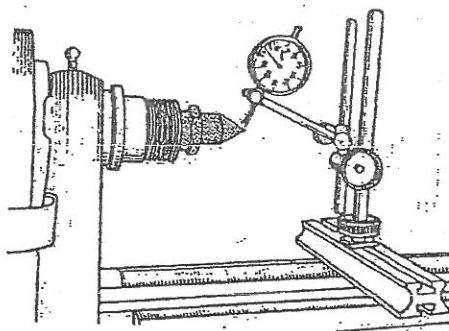
Ένας **τρίτος** έλεγχος ακρίβειας που μπορεί να γίνει φαίνεται στο σχήμα 1.4iδ. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένας προκατεργασμένος πρότυπος άξονας με δεδομένη ακρίβεια κατασκευής. Το μετρητικό ρολόι που χρησιμοποιείται πρέπει να δείχνει την ίδια ένδειξη και στις δύο θέσεις ελέγχου.



Σχήμα 1.4iδ : Έλεγχος πόντας κεντροφορέα με χρήση πρότυπου άξονα.

- **Έλεγχος της πόντας της ατράκτου.**

Ένας τρόπος ελέγχου του κεντραρίσματος της πόντας της ατράκτου είναι με τη βοήθεια μετρητικού ρολογιού όπως φαίνεται στο σχήμα 1.4ie. Κατά την περιστροφή της ατράκτου και της πόντας το ρολόι δεν πρέπει να δείχνει απόκλιση.

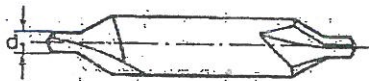


Σχήμα 1.4ie : Έλεγχος κεντραρίσματος της πόντας της ατράκτου.

- **Προετοιμασία του κομματιού.**

Η προετοιμασία του κομματιού συνίσταται στο να γίνουν στα δύο άκρα του ειδικές οπές κέντρωσης (κεντροτρύπες) για την ευθύγραμμη συγκράτησή του αναμέσα στις πόντες. Τορνεύονται πρώτα τα πρόσωπα του κομματιού, αφού τοποθετηθούν στο τσοκ για να γίνουν κάθετα προς τον κύριο άξονα και κατόπιν διανοίγονται οι οπές κέντρωσης με την βοήθεια ειδικών κοπτικών εργαλείων που ονομάζονται **κεντροτρύπανα**.

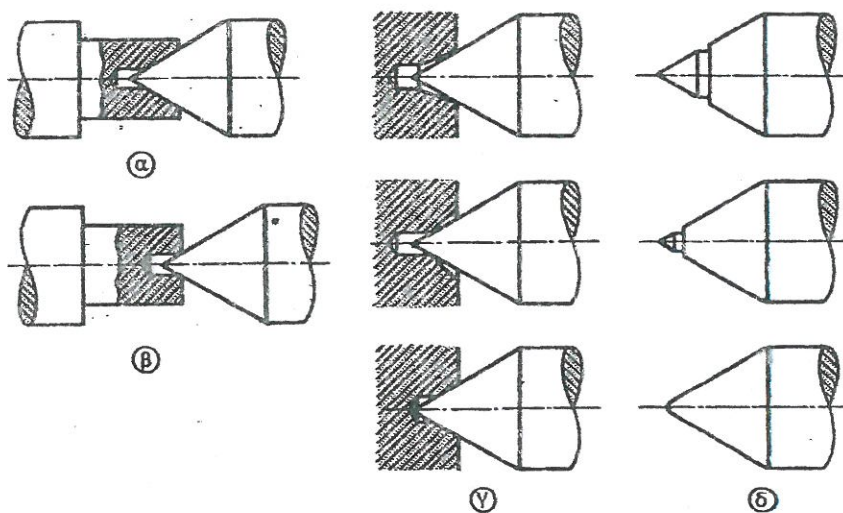
Τα κεντροτρύπανα είναι τυποποιημένα και το μέγεθος τους χαρακτηρίζεται από τη διάμετρο d_1 του κυλινδρικού τμήματος της της οπής που διανοίγουν, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.3ιστ.



Σχήμα 1.4ιστ : Κεντροτρύπανο με χαρακτηριστική διάμετρο d_1 .

Στο κωνικό τμήμα της τρύπας, που διαμορφώνεται με το κεντροτρύπανο, εφαρμόζει ο κώνος της πόντας και στην κυλινδρικό τμήμα εισχωρεί ελεύθερα η άκρη της μύτες της πόντας. Μέσα στην τρύπα τοποθετείται λιπαντικό για την ελάττωση της τριβής.

Στο σχήμα 4.ιζ φαίνονται τα λάθη που μπορούν να προκύψουν στην στήριξη του κομματιού όταν η τρύπα που διαμορφώνεται με το κεντροτρύπανο δεν έχει το σωστό μήκος.



Αντικανονικές εδράσεις και συνέπειες. α) Η έδρα είναι μεγαλύτερη από την κανονική. β) Η έδρα είναι μικρότερη από την κανονική. γ) Αντικανονική διαμόρφωση της εδράσεως. δ) Συνέπειες - φθορές.

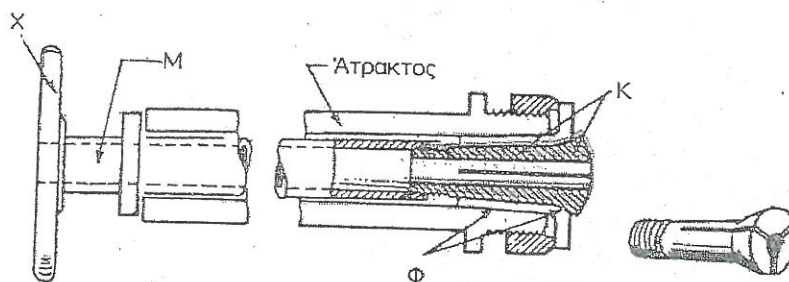
Σχήμα 1.4ιζ : Κανονική και αντικανονικές εδράσεις της πόντας.

ε) Συγκράτηση κομματιών με τσιμπίδες.

Οι τσιμπίδες (Collets) είναι βαμμένα χαλύβδινα στοιχεία που φέρουν στο μπροστινό μέρος τους διαμήκεις σχισμές, ώστε να μπορούν να ανοιγοκλείνουν με ελαστικότητα, και στο πίσω μέρος τους σπείρωμα, (σχήμα 1.4ιη).



Σχήμα 1.4ιη : Τσιμπήρες συγκράτησης (Collets).



Σχήμα 1.4ιθ : Προσαρμογή τσιμπίδας (Collet) σε τόρνο.

Στο σπείρωμα βιδώνει η ράβδος έλξης **M** (σχήμα 1.4ιθ). Με το βίδωμα της ράβδου έλξης τραβιέται ο σφιγκτήρας και αναγκάζεται να κλείσει και να σφίξει το κατεργαζόμενο κομμάτι εξαιτίας της κωνικότητάς του **K** που προσαρμόζεται στην κωνική φωλιά **Φ**.

Η ράβδος έλξης **M** περνά μέσα από την τρύπα της ατράκτου. Το βίδωμα και ξεβίδωμα της ράβδου έλξης γίνεται με τη βοήθεια του χειροτροχού **X**. Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου το σφίξιμο της τσιμπίδας γίνεται με εξωτερικό περικόχλιο ή ειδικό μοχλό που βρίσκεται κοντά στη φωλιά της ατράκτου.

1.5 Κοπτικά εργαλεία τόρνου.

Σε αντίθεση με τα εργαλεία των δραπάνων και των φρεζομηχανών, όλα τα κοπτικά εργαλεία του τόρνου χαρακτηρίζονται σαν εργαλεία με μία μόνο κόψη, την **κύρια κόψη**. Σε λίγες μόνο περιπτώσεις υπάρχει και χρησιμοποιείται και η δευτερεύουσα κόψη.

Η διάρκεια ζωής ενός κοπτικού εργαλείου εξαρτάται κατά πολύ από το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο και από τη γεωμετρία της κόψης του. Οι ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα κοπτικό εργαλείο συνοψίζονται στις παρακάτω :

- **μεγάλη σκληρότητα.**

Το κοπτικό εργαλείο πρέπει να μπορεί να εισχωρεί στο μαλακότερο κατεργαζόμενο τεμάχιο.

- **αντίσταση στη θερμότητα**

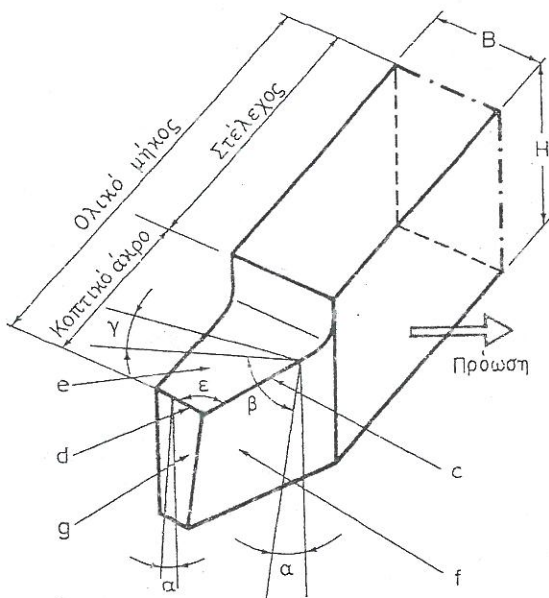
Το κοπτικό εργαλείο πρέπει να διατηρεί τη σκληρότητα του στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την κοπή.

- **αντίσταση σε φθορά**

Η κοπτική ακμή του εργαλείου πρέπει να διατηρεί τις κοπτικές ικανότητες για κάποιο αποδεκτό χρονικό διάστημα.

1.5.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κοπτικών εργαλείων.

Το κοπτικό εργαλείο έχει **μορφή σφήνας** με χαρακτηριστικές τις γωνίες α, β και γ , (σχήματα 1.5α,β).



α. Γωνία ελευθερίας

β. Γωνία σφήνας

γ. Γωνία αποβλήτου

ε. Γωνία κόψης

σ. Κύρια κόψη

δ: Δευτερεύουσα κόψη

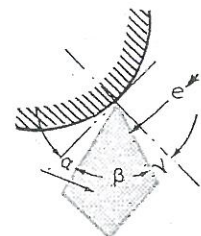
ε: Επιφάνεια αποβλήτου

φ: Ελεύθερη επιφάνεια της κόψης σ

α: Ελεύθερη επιφάνεια της κόψης δ

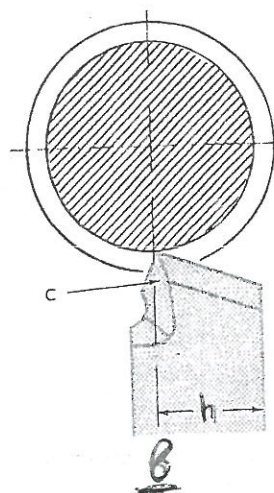
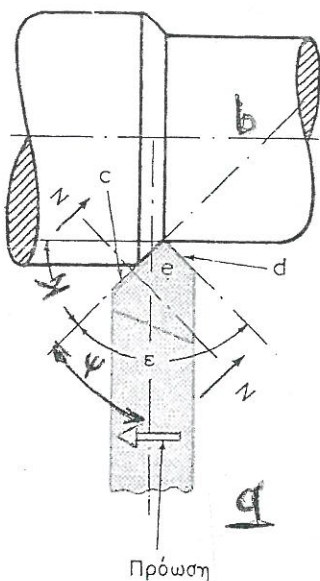
Η: Ύψος εργαλείου

Β: Πλάτος εργαλείου



$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Σχήμα 1.5α : Γεωμετρικά χαρακτηριστικά κοπτικού εργαλείου τόρνου.



β: Κατεργασμένη επιφάνεια

κ: Γωνία θέσης (τοποθέτησης) της κόψης του εργαλείου

ψ: Κλίση της κόψης προς τον άξονα του εργαλείου

h: Ύψος αιχμής εργαλείου

Σχήμα 1.5β : Λοξή κοπή.

α) Κάθετη τομή Ν-Ν στην κοπτική ακμή. β) Πλάγια όψη του κομματιού και του εργαλείου.

Η γωνία α ονομάζεται **γωνία ελευθερίας** και αποτρέπει την επαφή της επιφάνειας f του εργαλείου με το κομμάτι για την αποφυγή του φαινομένου της τριβής.

Η γωνία γ ονομάζεται **γωνία αποβλήτου** και συντελεί στην διευκόλυνση της δημιουργίας και της ροής του αποβλήτου κατά την κοπή.

Η γωνία β ονομάζεται **γωνία σφήνας** του κοπτικού εργαλείου.

Οι τρεις αυτές βασικές γωνίες συνδέονται με την σχέση:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Η γωνία α είναι σχεδόν σταθερή σε όλα τα κοπτικά εργαλεία και η τιμή της κυμαίνεται μεταξύ $6 \sim 8^\circ$. Η γωνία αποβλήτου γ , όσο μεγαλώνει, τόσο μικραίνει η απαιτούμενη δύναμη και αντίστοιχα η ισχύς κοπής. Εξασθενίζει, όμως, η γωνία σφήνας β και κατά συνέπεια η αντοχή του κοπτικού εργαλείου. Ταυτόχρονα το κοπτικό εργαλείο στομώνει γρηγορότερα.

Έτσι, για την τόννευση των μαλακών υλικών όπου το κοπτικό εργαλείο δεν καταπονείται σημαντικά, χρησιμοποιούνται μεγάλες γωνίες αποβλήτου (μικρές γωνίες σφήνας). Για την τόννευση όμως σκληρών υλικών όπου το εργαλείο καταπονείται σημαντικά, χρησιμοποιούνται μικρές έως και αρνητικές γωνίες αποβλήτου.

Στον **πίνακα 1.2** δίνονται οι γωνίες αποβλήτου και ελευθερίας για κοπτικά εργαλεία τόννου από ταχυχάλυβα και σκληρομέταλλο.

Πίνακας 1.2 : Γωνίες αποβλήτου και γωνίες ελευθερίας για κοπτικά εργαλεία τόννου από ταχυχάλυβα (SS) και σκληρομέταλλο (HM).

ΥΛΙΚΟ	Γωνία ελευθερίας α		Γωνία αποβλήτου γ	
	SS	HM	SS	HM
Χάλυβας έως 60 Kp/mm^2	8°	6° έως 8°	10° έως 20°	10° έως 15°
Χάλυβας πάνω από 60 Kp/mm^2	8°	6° έως 8°	10° έως 15°	0° έως 10°
Κράματα χάλυβα πάνω από 100 Kp/mm^2	8°	6° έως 8°	10° έως 15°	6°
Ανοξείδωτος χάλυβας καμινευμένος	8°	6° έως 8°	15° έως 20°	10° έως 20°
Χυτοσίδηρος σκληρότητας έως $\text{HB}=250 \text{ Kp/mm}^2$	6° έως 8°	6° έως 8°	0° έως 6°	10° έως 15°
Κράματα χυτοσίδηρου $\text{HB}=250 \dots 400 \text{ Kp/mm}^2$	6°	6° έως 8°	0°	0° έως 5°
Χαλκός, Ορείχαλκος έως $\text{HB}=85 \text{ Kp/mm}^2$	έως 14°	10° έως 15°	15° έως 20°	10° έως 20°
Ορείχαλκος,	6°	8° έως 10°	10° έως 20°	5° έως 10°

Κασσιτεροχαλκος πάνω από HB=85 Kp/mm ²				
Κράματα αλουμινίου με HB=60 Kp/mm ²	έως 10°	10°	έως 40°	20° έως 35°
Κράματα Al-Si (Si: 9 έως 13%)	6°	8° έως 10°	10° έως 18°	8° έως 15°
Κράματα αλουμινίου με HB=60...110 Kp/mm ²	έως 10°	8° έως 10°	έως 25°	10° έως 20°
Τεχνητά Υλικά-Σκληρό χαρτί	6° έως 10°	12° έως 14°	18° έως 30°	0°

Εκτός από τις τρεις βασικές γωνίες κοπής, υπάρχουν και άλλες τρεις γωνίες, σημαντικές για την κατεργασία της τόννευσης. Οι γωνίες αυτές είναι οι παρακάτω:

Γωνία θέσης (τοποθέτησης) κ. Ορίζεται ανάμεσα στην κύρια κοπτική ακμή και στην διεύθυνση της πρόωσης. Όταν η γωνία κ είναι μεγάλη, το πλάτος του αποβλήτου είναι μικρό και συνεπώς η κατανομή της φόρτισης στο εργαλείο γίνεται σε μια πολύ μικρή περιοχή του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση του χρόνου ζωής του κοπτικού εργαλείου. Μια μικρή γωνία κ ισοδυναμεί με πιο πλατύ απόβλητο για το ίδιο βάθος κοπής και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του εργαλείου. Συνήθως η γωνία κ λαμβάνεται 45°.

Γωνία αιχμής ε. Ορίζεται ανάμεσα στην κύρια και δευτερεύουσα κόψη του εργαλείου. Συνήθως είναι γύρω στις 90°, ενώ εργαλεία με μικρή γωνία αιχμής ε γρήγορα γίνονται ιδιαίτερα μυτερά.

Γωνία κλίσης λ. Η γωνία αυτή προσδιορίζει τη θέση της κύριας κοπτικής ακμής ως προς την οριζόντια θέση. Η ακμή αυτή μπορεί να λαμβάνει θέση οριζόντια ή με κλίση. Για κατεργασία εκχόνδρισης, η κλίση της κύριας κόπης αποδεικνύεται ευνοϊκή, μια και το απόβλητο ρέει ευκολότερα. Η γωνία κλίσης λ για εργαλεία εκχόνδρισης λαμβάνει τιμές περίπου από 30° έως 50°.

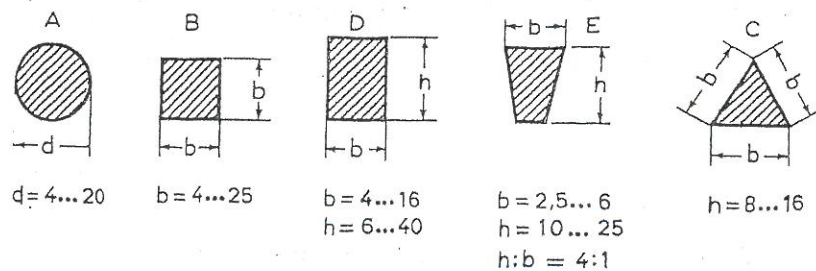
1.5.2 Υλικά κατασκευής των κοπτικών εργαλείων.

Τα υλικά που κυρίως χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κοπτικών εργαλείων τόννευσης είναι οι ταχυχάλυβες, τα σκληρομέταλλα και τα κεραμικά υλικά.

α) Οι ταχυχάλυβες.

Οι ταχυχάλυβες είναι ειδικοί χάλυβες που περιέχουν βολφράμιο και χρώμιο και σε μικρότερη αναλογία βανάδιο και μολυβδαίνιο. Διατηρούν τις ιδιότητές τους μέχρι τους 600° C.

Τα εργαλεία από ταχυχάλυβα προσφέρονται στο εμπόριο με τη μορφή ράβδων (ατσάλια) και είναι βαμμένα και έτοιμα για χρήση αφού στερεωθούν στις κατάλληλες μανέλες. Τόσο η μορφή όσο και οι διαστάσεις της διατομής τους είναι τυποποιημένες (σχήμα 1.5ν).



Σχήμα 1.5γ : Τυποποιημένες μορφές ράβων από ταχυχάλυβα.

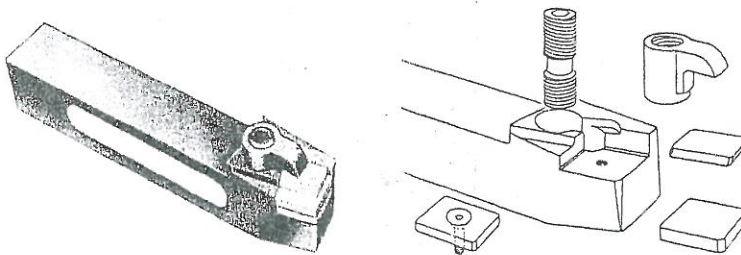
Ο τύπος Ε συγκρατείται σε ειδικές μανέλες και χρησιμοποιείται στους τόννους σαν μαχαίρι αποκοπής (σχισίματος).

β) Σκληρομέταλλα.

Τα σκληρομέταλλα είναι μείγματα από καρβίδια του βολφραμίου (WC), του τιτανίου (TiC) και του τανταλίου (TaC) με συνδετικό υλικό το κοβάλτιο (Co) και είναι προϊόντα κνιομεταλλουργίας. Διατηρούν την σκληρότητα τους μέχρι τους $900-1000^{\circ}C$. Έχουν μεγάλη θερμική αγωγιμότητα με αποτέλεσμα να αποβάλλουν γρήγορα την θερμότητα. Οι επιτυγχανόμενες ταχύτητες κοπής μπορεί να είναι ακόμη και πενταπλάσιες από τις αντίστοιχες με τη χρήση κοπτικών από ταχυχάλυβα.

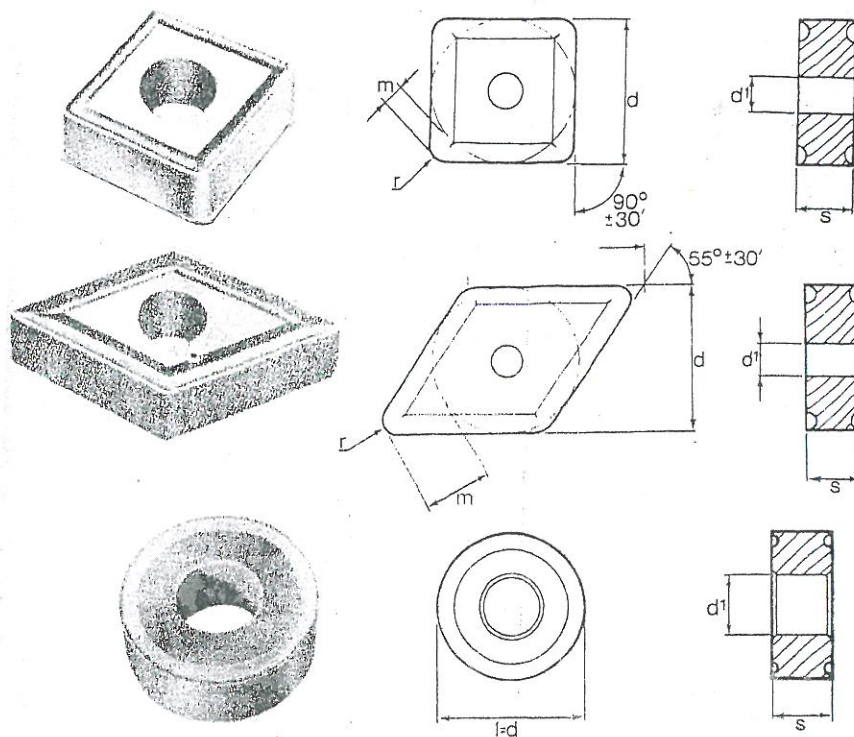
Μειονέκτημα αποτελεί η υψηλή ψαθυρότητα τους που έχει σαν αποτέλεσμα την καταστροφή της ακμής κόψης σε περίπτωση ανεπιθύμητης κρούσης.

Οι μορφές των εργαλείων από σκληρομέταλλο είναι πολλές. Η διαμόρφωσή τους εξαρτάται από το είδος της κατεργασίας (ξεχόνδρισμα, σπειροτόμηση, εσωτερική τόννευση κλπ.) και από τον τρόπο στερέωσής τους πάνω στα στελέχη (μανέλες) συγκράτησης, (σχήμα 1.5δ).



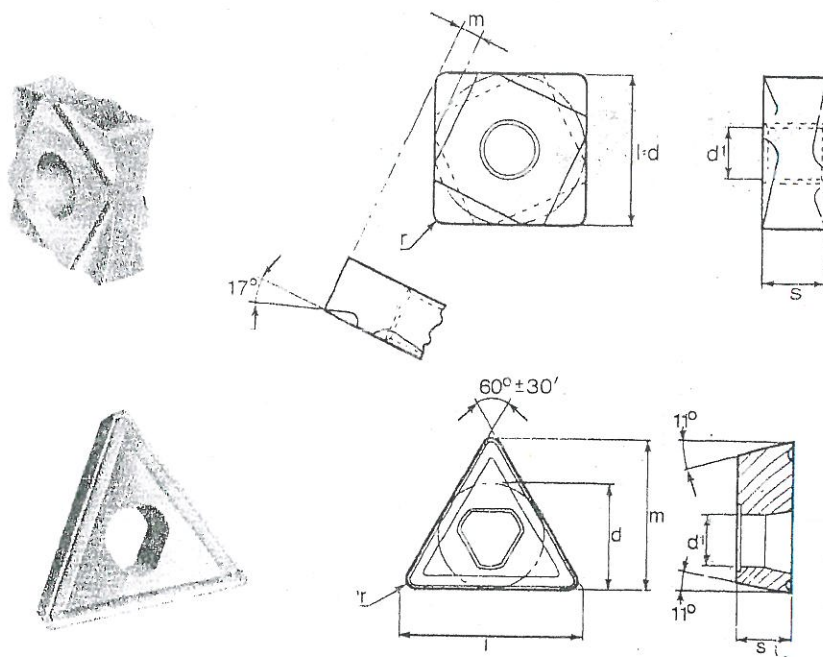
Σχήμα 1.5δ : Ένθετο πλακίδιο σκληρομετάλλου με τα εξαρτήματα στερέωσης στην μανέλα.

Τελευταία επεκτείνεται η χρησιμοποίηση πλακιδίων με μηδενική γωνία ελευθερίας (σχήμα 1.5ε). Ένα τέτοιο πλακίδιο, τετραγωνικό ή ρομβοειδές, χρησιμοποιείται και από τις δύο πλευρές του, συνολικά δηλαδή 8 φορές ($4 + 4 = 8$ άκμες) και τελικά απορρίπτεται χωρίς να ακονισθεί, γιατί το ακόνισμα είναι οικονομικά ασύμφορο.



Σχήμα 1.5ε :Πλακίδια σκληρομετάλλων με μηδενική γωνία ελευθερίας.

Στο σχήμα 1.5στ φαίνονται πλακίδια με θετική γωνία ελευθερίας στα οποία γίνεται εκμετάλλευση των κοπτικών ακμών μόνο της μιας πλευράς.



Σχήμα 1.5στ :Πλακίδια σκληρομετάλλων με θετική γωνία ελευθερίας.

γ) Τα κεραμικά υλικά.

Η χρήση τους είναι περιορισμένη και χρησιμοποιούνται κυρίως σε τελικές κατεργασίες σε παραγωγή «εν σειρά» με πολύ μεγάλες ταχύτητες κοπής. Είναι ευαίσθητα σε μεγάλα φορτία και κραδασμούς.

1.5.3 Είδη και μορφές εργαλείων από ταχυχάλυβα και σκληρομέταλλα.

Ανάλογα με τη μορφή και το είδος της τόννευσης απαιτούνται και διαφορετικά κοπτικά εργαλεία ως προς τη μορφή και τη γεωμετρία τους. Έτσι, ειδικής μορφής εργαλεία χρησιμοποιούνται για εκχόνδριση, άλλα για φινιρίσμα και για κοπή σπειρώματος, άλλα για boring κ.λ.π.

Τα κοπτικά εργαλεία τόννευσης μπορούν να διαχωριστούν σε :

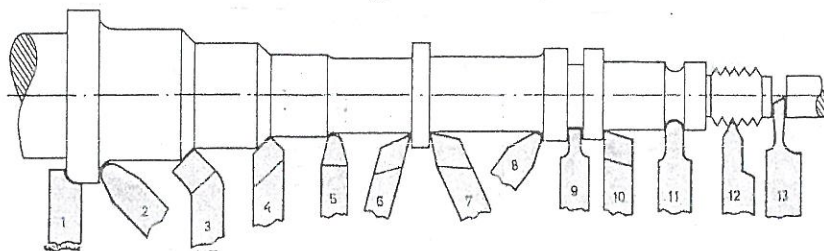
Εργαλεία εκχόνδρισης. Είναι σχεδιασμένα έτσι, ώστε να αντέχουν την ισχυρή πίεση που δέχονται για την αφαίρεση υλικού σε μικρό χρόνο. Η μορφή τους είναι ευθεία ή καμπυλωτή. Ανάλογα με τη θέση της κύριας κόψης διακρίνονται σε δεξιόκοπα και αριστερόκοπα εργαλεία εκχόνδρισης.

Εργαλεία φινιρίσματος ή αποπεράτωσης. Έχουν σκοπό την κατεργασία της τελικής επιφάνειας. Για το σκοπό αυτό τα εργαλεία αυτά έχουν ευθεία δομή με καμπύλες ακμές. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται πλατιά εργαλεία φινιρίσματος με τετράγωνη μύτη.

Πλευρικά εργαλεία. Χρησιμοποιούνται για κατεργασίες προσώπου και για εξομάλυνση αιχμηρών γωνιών. Τα εργαλεία αυτά δεν έχουν δύο κοπτικές ακμές και ως εκ τούτου πρέπει να χρησιμοποιούνται από το κέντρο προς το εξωτερικό του τεμαχίου.

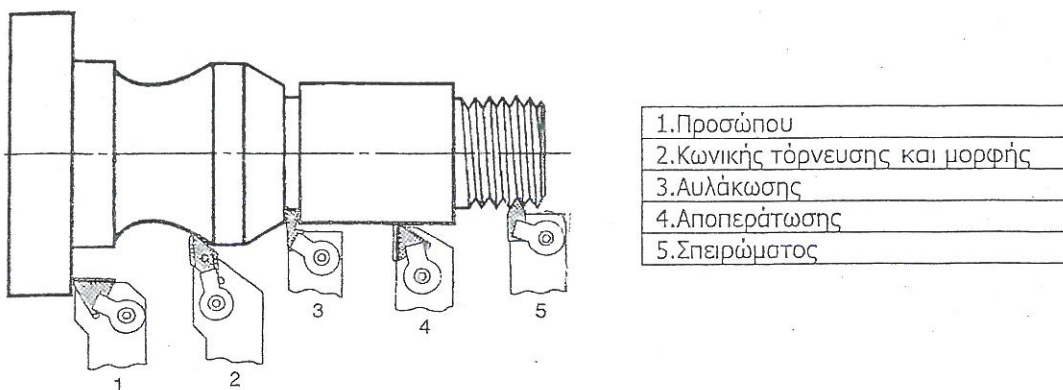
Εργαλεία ειδικών μορφών. Χρησιμοποιούνται για ειδικές κατεργασίες όπως η απότμηση, η τόννευση μορφής, η σπειροτόμηση, η διάνοιξη εσωτερικής οπής (boring) κ.λ.π

Στα σχήματα 1.5η και 1.5θ φαίνονται διάφορα είδη και μορφές κοπτικών εργαλείων από ταχυχάλυβες και σκληρομέταλλα αντίστοιχα.



1.Κοίλο μορφής	1.Μορφής
2.Κυρτό μορφής	9.Αυλάκωσης
3.Λοξό ξεχονδρίσματος	10.Πλευρικό μαχαίρι
4.Τσιο ξεχονδρίσματος	11.Μορφής
5.Τσιο αποπεράτωσης	12.Σπειρώματος
6.Αριστερό προσώπου	13.Απότμησης
7.Δεξιό προσώπου	

Σχήμα 1.5η :Βασικές μορφές εργαλείων τόννευσης από ταχυχάλυβα.



Σχήμα 1.5ζ : Βασικές μορφές εργαλείων τόννευσης από σκληρομέταλλο.

1.5.4 Συγκράτηση του κοπτικού εργαλείου.

Το εργαλείο αποδίδει καλά όταν είναι σωστά τοποθετημένο και στερεωμένο πάνω στον εργαλειοδέτη. Κατά τη συγκράτηση των εργαλείων πρέπει να δοθεί προσοχή στα σημεία που περιγράφονται παρακάτω.

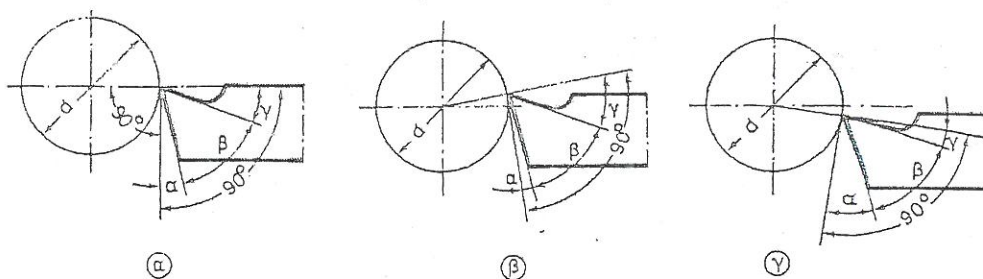
α) Το ύψος της αιχμής του κοπτικού εργαλείου.

Η αιχμή της κόψης του εργαλείου πρέπει κανονικά να βρίσκεται ακριβώς στο ύψος του νοητού άξονα του τόννου (σχήμα 1.5η(α)).

Αν το εργαλείο είναι στερεωμένο ψηλότερα, τότε ελαττώνεται η γωνία ελευθερίας α και αυξάνεται η γωνία αποβλήτου γ (σχήμα 1.5η(β)). Η ελάττωση της γωνίας α αυξάνει μερικώς την τριβή μεταξύ εργαλείου και κομματιού. Η αύξηση όμως της γωνίας γ διευκολύνει τον σχηματισμό και την ροή του αποβλήτου και συνεπώς διευκολύνει την κοπή.

Όταν το εργαλείο είναι τοποθετημένο ψηλότερα από την αξονική της απράκτου του τόννου κατά το 1 έως 2% της διαμέτρου του κομματιού διευκολύνεται η κατεργασία **ξεχονδρίσματος**.

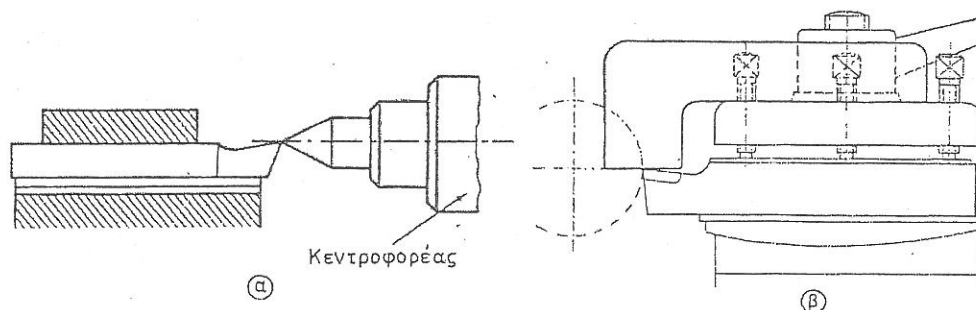
Αν το εργαλείο είναι τοποθετημένο χαμηλότερα (σχήμα 1.5η(γ)), τότε αυξάνονται οι δυνάμεις κοπής με αποτέλεσμα την δημιουργία κραδασμών κατά την κοπή με κίνδυνο την καταστροφή του κοπτικού εργαλείου ή την αποσταθεροποίηση του κομματιού στα σημεία συγκράτησης (τσοκ-πλατώ-πόντες).



Σχήμα 1.5η : Θέση κοπτικού εργαλείου προς την αξονική της απράκτου.
α) Στο ύψος του άξονα β) Ψηλότερα γ) Χαμηλότερα

Η κατεργασία **αποπεράτωσης**, κατά την οποία αποδίδονται οι τελικές διαστάσεις του κομματιού, απαιτεί την τοποθέτηση της αιχμής του εργαλείου στο ύψος του άξονα της ατράκτου του τόννου. Αυτό ελέγχεται είτε πλησιάζοντας τη αιχμή του εργαλείου στη μύτη της πόντας του κεντροφορέα (σχήμα 1.50(α)) είτε με τη βοήθεια ελεγκτήρα (γωνία κεντραρίσματος) όπως φαίνεται στο σχήμα 1.50(β).

Το ύψος του εργαλείου ρυθμίζεται με την προσθήκη πλακιδίων (επίπεδα λαμάκια) διαφόρων παχών που τοποθετούνται κάτω από το στέλεχος του εργαλείου

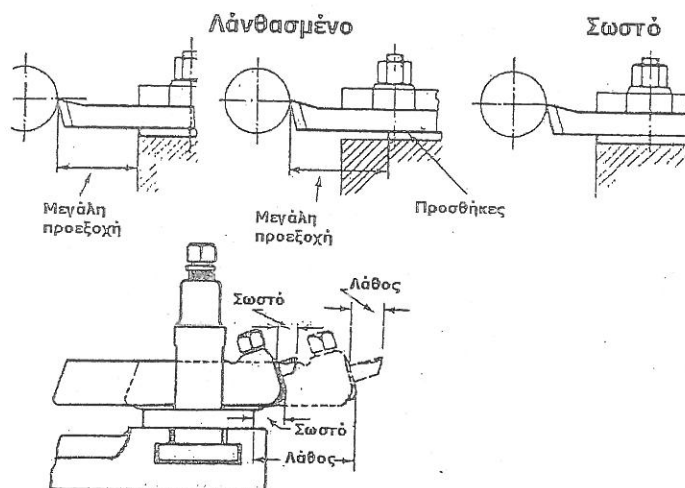


Σχήμα 1.50 :Έλεγχος ύψους κοπτικού εργαλείου.

α) Με την μύτη της πόντας του κεντροφορέα β) Με ελεγκτήρα

β) Η προεξοχή από τον εργαλειοδέτη.

Το εργαλείο πρέπει να προεξέχει όσο το δυνατόν λιγότερο από το στέλεχος συγκράτησης (μανέλα). Ταυτόχρονα και η μανέλα πρέπει με τη σειρά της να προεξέχει και αυτή όσο το δυνατόν λιγότερο από τον εργαλειοδέτη (σχήμα 1.51).



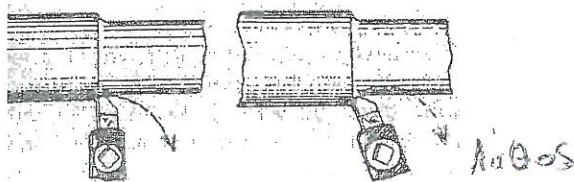
Σχήμα 1.51 :Σωστή και λανθασμένη προεξοχή του εργαλείου.

Η μεγάλη προεξοχή δημιουργεί σημαντική παραμόρφωση του συστήματος κοπτικού εργαλείου-μανέλας με συνέπεια την δημιουργία κραδασμών που έχουν σαν αποτέλεσμα την απόκλιση των κατασκευαστικών διαστάσεων του κομματιού από τις επιθυμητές και την

δημιουργία κακής ποιότητας επιφάνειας κατεργασίας.

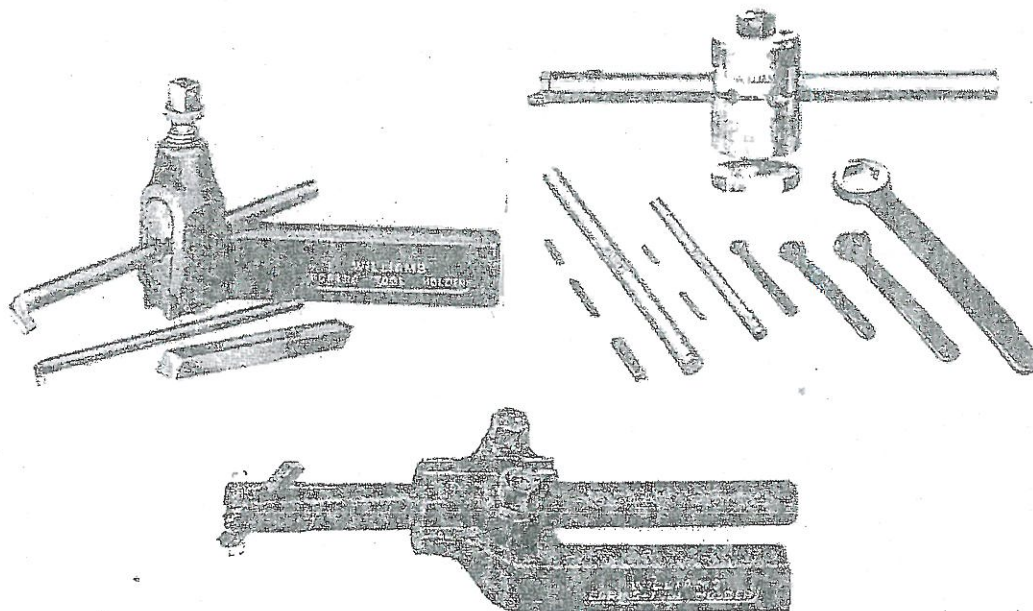
Υ) Η κλίση της μανέλας.

Κατά το δέσιμο του εργαλείου στον εργαλειοδέτη, η μανέλα πρέπει να τοποθετείται κάθετα προς την κατεύθυνση πρόωσης (σχήμα 1.5α). Πρέπει δηλαδή η μανέλα να έχει τέτοια κλίση ώστε αν για κάποιο λόγο αυξηθεί η δύναμη πρόωσης και αναγκασθεί το κοπτικό εργαλείο να μετατοπισθεί, ιδίως σε περίπτωση ξεχονδρίσματος, να μη βυθιστεί (βουτήξει) μέσα στο κομμάτι αλλά να απομακρυνθεί από την επιφάνεια κοπής.



Σχήμα 1.5α : Σωστή και λανθασμένη κλίση του εργαλείου.

Για την τόννευση εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών χρησιμοποιούνται κοπτικά εργαλεία στερεωμένα σε μανέλες εσωτερικής τόννευσης (σχήμα 1.5β). Το κοπτικό εργαλείο (ατσαλάκι ή πλακίδιο σκληρομετάλλου) έχει διάφορες μορφές, ανάλογα με το είδος της κατεργασίας (ξεχόνδρισμα, λείανση, σπείρωμα κλπ.).



Σχήμα 1.5β : Μανέλες και κοπτικά εργαλεία εσωτερικής τόννευσης.

Οι μανέλες για πρόσδεση εργαλείων εσωτερικής τόννευσης κατασκευάζονται από χάλυβα υψηλής αντοχής για να αντέχουν στις υψηλές καμπτικές ροπές που αναπτύσσονται από τις

δυνάμεις κοπής είναι αυξημένες λόγω του μεγάλου μήκους τους . Η διατομή και το μήκος τους καθορίζονται από τη διάμετρο και το βάθος της οπής καθώς επίσης και από το βάθος κοπής και την πρόωση. Η μανέλες δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να υφίσταται σημαντική παραμόρφωση κατά την διαδικασία κοπής.

1.5.5 Ακόνισμα των κοπτικών εργαλείων.

α) Σημασία και ανάγκη του ακονίσματος.

Για την σωστή εκμετάλλευση ενός εργαλείου μέχρι να εξαντληθεί το υλικό του ή να καταστραφεί είναι αναγκαίο να ακονίζεται. Ένα σωστά ακονισμένο εργαλείο, εκτός από την απόδοση επιφάνειας κατεργασίας καλύτερης ποιότητας, ελαττώνει σημαντικά το χρόνο κατεργασίας, άρα και το κόστος παραγωγής.

β) Ακονιζόμενα Εργαλεία.

Σήμερα ή χρήση κοπτικών εργαλείων με ένθετα πλακίδια από σκληρομέταλλο τείνει να εκτοπίζει ένα μεγάλο μέρος από τα εργαλεία από ταχυχάλυβα. Τα ένθετα όμως πλακίδια όταν φθαρούν σε όλες τις κόψεις τους κατά κανόνα αντικαθίστανται με νέα και δεν ακονίζονται. Επομένως το ακόνισμα σήμερα γίνεται στα κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα.

γ) Μέθοδος ακονίσματος.

Τα κοπτικά εργαλεία τóρνου σε βιοτεχνίες και μικρές επιχειρήσεις τροχίζονται συνήθως με το χέρι. Ο τρόπος όμως αυτός δεν αποδίδει καλά αποτελέσματα και ταυτόχρονα απαιτεί από τον τεχνίτη μεγάλη εμπειρία στο ακόνισμα.

Αποτελεσματικό ακόνισμα γίνεται με τη χρήση τροχιστικών μηχανημάτων που έχουν την δυνατότητα απόδοσης των απαραίτητων κλίσεων για τις επίτευξη των γωνιών κοπής. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν απλοί διδυμοί τροχοί εφοδιασμένοι με κατάλληλες συσκευές και χρησιμοποιούνται από ειδικευμένο και εκπαιδευμένο τεχνικό προσωπικό. Σε οργανωμένες βιομηχανίες το ακόνισμα όλων των κοπτικών εργαλείων γίνεται από ειδικό συνεργείο τεχνιτών στο εργαλειοκατασκευαστήριο με τη χρήση ειδικών μηχανών ακονίσματος .

δ) Τεχνική του ακονίσματος.

Οι γωνίες κοπής των κοπτικών εργαλείων εξαρτώνται από το υλικό του κοπτικού εργαλείου και το υλικό του κατεργαζόμενου κομματιού ,(πίνακας 1.2).

Για καλύτερο τρύχισμα χρησιμοποιείται πρώτα χονδρός τροχός για εκχόνδριση , και στη συνέχεια λεπτός τροχός για το φινίρισμα.Ο έλεγχος των γωνιών κοπής γίνεται με απλές συσκευές μετρήσεως ή με ελεγκτήρες .Τα στάδια τρύχισματος του κοπτικού εργαλείου είναι τα εξής:

- Εκχόνδριση της κύριας επιφάνειας ελευθερίας (σχήμα 1.5ia)
- Έλεγχος της γωνίας ελευθερίας με ελεγκτήρα (σχήμα 1.5ia)
- Εκχόνδριση της δευτερεύουσας επιφάνειας ελευθερίας (σχήμα 1.5ib)
- Έλεγχος της γωνίας αποβλήτου (σχήμα 1.5ib)
- Φινίρισμα της ελεύθερης επιφάνειας
- Φινίρισμα της δευτερεύουσας επιφάνειας
- Εκχόνδριση της επιφάνειας αποβλήτου (σχήμα 1.5iv)
- Έλεγχος της γωνίας σφήνας (σχήμα 1.5iv)
- Στρογγύλεμα της κυρίας κοπτικής ακμής (σχήμα 1.5id)



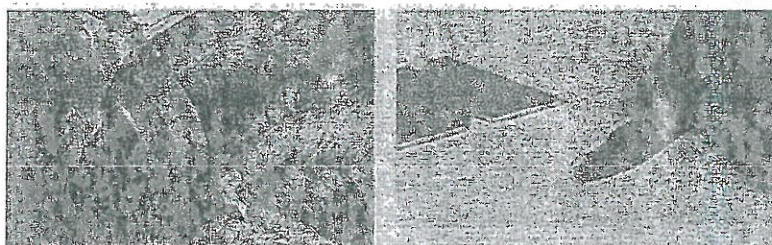
Σχήμα 1.5ια :Εκχόνδριση της κύριας επιφάνειας ελευθερίας και έλεγχος της γωνίας ελευθερίας.



Σχήμα 1.5ιβ :Εκχόνδριση της δευτερεύουσας επιφάνειας ελευθερίας και έλεγχος της γωνίας αποβλήτου.



Σχήμα 1.5ιγ :Εκχόνδριση της επιφάνειας αποβλήτου και έλεγχος της γωνίας σφήνας.



Σχήμα 1.5ιδ :Στρογγύλεμα της κύριας κοπτικής ακμής.

1.5.6 Διάρκεια ζωής των κοπτικών εργαλείων.

Όπως κάθε κοπτικό εργαλείο, έτσι και τα κοπτικά εργαλεία της τórνευσης έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής. Με τον όρο **ζωή του εργαλείου** εννοούμε το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το εργαλείο έχει την δυνατότητα συνεχούς κοπής χωρίς να απαιτείται επανατροχισμός ή

αντικατάστασή του. Τα κριτήρια, σύμφωνα με τα οποία ένα εργαλείο κρίνεται άχρηστο, καλούνται **κριτήρια αστοχίας**. Στην πράξη τα κριτήρια αστοχίας μπορεί να είναι τα ακόλουθα :

- Η ανώτερη επιτρεπτή τιμή για το πλάτος ζώνης φθοράς ή για το βάθος κρατήρα .
- Η ανώτερη τιμή της τραχύτητας της κατεργασμένης επιφάνειας.
- Η επιτρεπόμενη ανοχή διαστάσεων στο κατεργασμένο τεμάχιο.
- Το προκαθορισμένο μέγιστο ποσοστό αύξησης των δυνάμεων ή της ισχύος κοπής.

Οι παράγοντες που επιδρούν σημαντικά στη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου είναι :

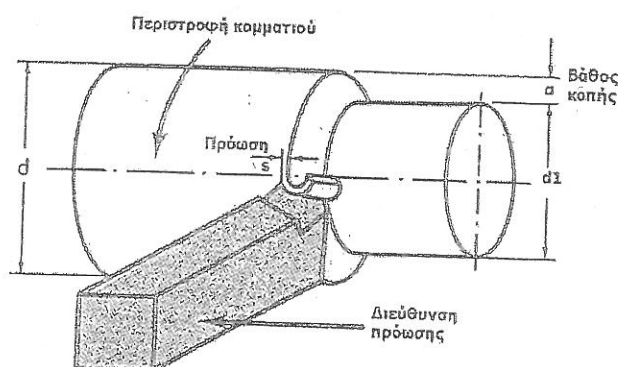
- Οι συνθήκες κοπής (ταχύτητα κοπής, πρόωση και βάθος κοπής).
- Η γεωμετρία του εργαλείου.
- Το υλικό του εργαλείου.
- Το κατεργαζόμενο υλικό.
- το ψυκτικό υγρό κοπής.

Η βέλτιστη επιλογή των παραγόντων αυτών οδηγεί σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου με αποτέλεσμα την οικονομικότερη κατεργασία.

1.6 Χαρακτηριστικά στοιχεία κατεργασίας στον τόρνο.

1.6.1 Χαρακτηριστικά στοιχεία κοπής.

Τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία κοπής κατά την τórνευση είναι ή ταχύτητα κοπής V_k , ή πρόωση S και το βάθος κοπής a (σχήμα 1.6α).



Σχήμα 1.6α : Πρόωση και βάθος κοπής κατά την τórνευση.

α) Ταχύτητα κοπής.

Είναι ή περιφερειακή ταχύτητα του κομματιού που τórνεύεται. Υπολογίζεται με βάση τη διάμετρο d που είχε το κομμάτι πριν από την τórνευση και εκφράζεται σε μέτρα ανα λεπτό (m/min) . Η αχύτητα κοπής δίνεται από την σχέση :

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

όπου:

d : Η διάμετρος του κομματιού σε mm

n : Οι στροφές της ατράκτου και του κομματιού ανά λεπτό σε στροφές/λεπτό ή rpm.

Ο πίνακας 1.3 δίνει ενδεικτικές τιμές της ταχύτητας κοπής, για ξεχόνδρισμα με κοπτικό εργαλείο από ταχυχάλυβα και σκληρομέταλλο.

Πίνακας 1.3 : Ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής U_{60} , U_{240} και U_{480} για ξεχόνδρισμα σε τόρνο με εργαλεία από ταχυχάλυβα (SS) και σκληρομέταλλο (HM).

ΥΛΙΚΟ	σ_B (Kp/mm ²)	Υλικό Εργαλείου	U_{60} (m/min)	U_{240} (m/min)	U_{480} (m/min)
Ανθρακούχος Χάλυβας C 35 (C:0.35%)	55...65	P10	160...200	120...140	80...100
		P20	150...180	100...120	60...80
		P30	120...150	70...90	50...60
		SS	40...50	30...35	--
Ανθρακούχος Χάλυβας C 45 (C:0.45%)	65...75	P10	150...180	110...130	--
		P20	120...150	90...110	60...70
		P30	100...120	60...80	50...60
		SS	35...40	28...33	--
Ανθρακούχος Χάλυβας C 60 (C:0.60%)	75...90	P10	110...130	70...90	50...60
		P20	90...110	50...60	--
		P30	70...90	30...40	--
		SS	25...30	18...22	--
Χάλυβας Mn-Si (37 Mn Si 5)	80...90	P10	150...170	100...120	70...80
		P20	120...140	80...100	60...70
		P30	90...110	60...70	35...45
		SS	20...25	15...20	--
Χάλυβας Cr-Mo (24 Cr Mo 4)	80...90	P10	140...160	90...110	70...80
		P20	110...130	70...90	60...70
		P30	80...100	40...60	35...45
		SS	20...25	15...20	--
Χάλυβες Ενανθράκωσης	50...70	P10	160...200	110...140	70...100
		P20	140...180	100...130	60...90
		P30	120...160	70...130	--
		SS	40...50	30...45	--
Χυτοσίδηρος (GG 18)	15...20	K10	80...120	60...90	50...70
		SS	30...35	30...25	15...18
Χυτοσίδηρος (GG 26)	~26	K10	60...75	40...50	30...40
		SS	25...30	15...20	--
Χαλκός		K20	--	350...450	--
		SS	--	30...50	--
Μπρούντζος		K20	--	300...400	--
		SS	--	35...50	--
Χυτός μπρούντζος		K20	--	250...350	--
		SS	--	30...45	--
Κράμα Al		K20	--	200...500	--
		SS	--	30...60	--
Κράμα Al-Si		K20	--	100...160	--
		SS	--	20...50	--

Φρέζα

Η φρέζα είναι εργαλειομηχανή κοπής, της οποίας η κύρια κίνηση είναι περιστροφική. Η εργαλειομηχανή αυτή μπορεί να κάνει πολλές από τις εργασίες της πλάνης, του δραπεάνου, του τόννου και άλλες ακόμα που δεν μπορούν ή δεν συμφέρει να γίνουν από τις παραπάνω εργαλειομηχανές.

Τα ουσιαστικά χαρακτηριστικά της φρέζας είναι τα παρακάτω:

- Η κόρια κίνηση μεταφέρεται στο εργαλείο.
- Οι βοηθητικές κινήσεις της είναι τρεις, ενώ στον τόρνο και στην πλάνη είναι δύο και στο δράπανο μία.
- Το κοπτικό εργαλείο έχει πολλές κόριες κόψεις (όσα είναι τα δόντια του), ενώ στον τόρνο και στην πλάνη έχουμε μόνο μια κόρια κόψη και στο δράπανο δύο.

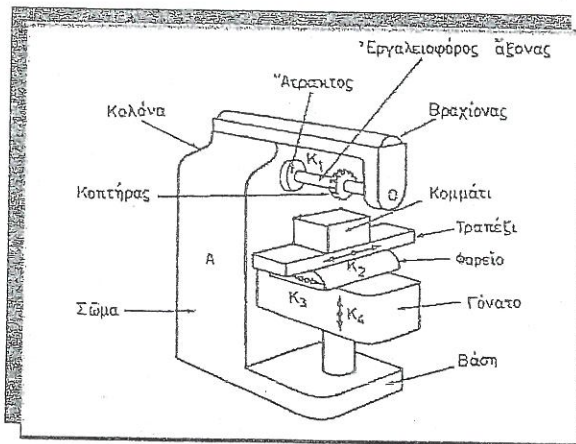
Είναι φανερό ότι πολλές κόψεις αυξάνουν την απόδοση κοπής, δηλαδή στον ίδιο χρόνο αφαιρείται περισσότερη ποσότητα υλικού και δίνουν στο εργαλείο μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Όσον αφορά την ακρίβεια κοπής και την ποιότητα της επιφάνειας που προκύπτει, η φρέζα ξεπερνά οπωσδήποτε το δρέπανο και την πλάνη και μπορούμε να πούμε ότι ξεπερνά και τον τόρνο.

Τα υλικά που μπορούν να επεξεργασθούν στις φρέζες είναι ο χάλυβας, ο χυτοσίδηρος, ο ανοξείδωτος χάλυβας, τα μη σιδηρούχα μεταλλεύματα και οι τεχνητές ύλες.

Στη φρέζα, όπως και στον τόρνο, αναπτύσσονται κατά την κοπή ταυτόχρονα δύο κινήσεις: η περιστροφική και η ευθύγραμμη.

Η κύρια κίνηση είναι περιστροφική και μεταφέρεται στον κοπήτσα (κοπτικό εργαλείο). Η βοηθητική κίνηση είναι εοδόγραμμη και μεταφέρεται στο κομμάτι καθώς προχωρεί εοδόγραμμα προς τον κοπήτσα (σχήμα 1γ).



Σχηματίζ Κορία μέρη μιας φρέζας

Οι αναγκαίες ταχύτητες στην κύρια άτρακτο δίνονται από το κιβώτιο ταχυτήτων. Η ερπύστρια βοηθητική κίνηση παρουσιάζεται:

- Σαν οριζόντια κατά μήκος κίνηση, παράλληλη προς το μέτωπο της φρέζας.
- Σαν εγκάρσια κίνηση, κάθετη προς την προηγούμενη και
- Σαν κατακόρυφη κατά ύψος, κάθετη προς τις δύο προηγούμενες (σχήμα 1γ).

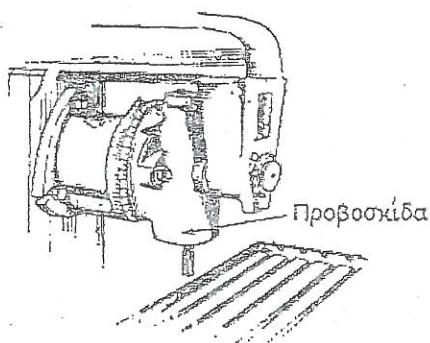
Με διάφορους συνδυασμούς των κινήσεων και κατάλληλη επιλογή του κοπτήρα της φρέζας είναι δυνατόν να επιτευχθεί μεγάλη ποικιλία κατεργασιών, όπως:

- Κατεργασίες σε επίπεδες και καμπύλες επιφάνειες.
- Κατασκευή αυλακιών

- Κατασκευή χελιδονοσφρών.
- Κατασκευή σφηνοδρόμων
- Μόρφωση γενικά πολυγωνικών προσιμάτων.
- Κόψιμο δοντιών σε τροχούς.
- Κόψιμο ελικοειδών αυλακώσεων.
- Κόψιμο σπειρωμάτων.

Οι φρέζες, ανάλογα με τη θέση της κορίας ατράκτου και τη γενική διαμόρφωση τους, διακρίνονται σε:

- Οριζόντιες
- Κατακόρυφες ή κάθετες
- Φρεζοπλάνες.
- Ειδικές φρέζες (φρεζοδράπανο, γραναζοκόπτης, φρέζα σπειρωμάτων, φρέζα αντιγραφής).



Οι οριζόντιες φρέζες χρησιμοποιούνται περισσότερο από τις άλλες γιατί είναι εύκολες στη χρήση τους. Αν στις φρέζες αυτές προστεθεί το εξάρτημα που λέγεται προβοσκίδα, μπορεί να μετατραπούν σε κατακόρυφες (Σχήμα 1στ).

Σχήμα 1στ Προβοσκίδα

Περιγραφή οριζόντιας φρέζας.

Αποτελείται από τα εξής κύρια μέρη:

- Το σώμα.
- Το συγκρότημα κορίας ατράκτου-εργαλειοφόρου άξονα.
- Τη βάση.
- Το κινούμενο συγκρότημα του τραπεζιού με τις τρεις διαφορετικές εοθόγραμμες κινήσεις της.
- Το διαιρέτη (σχήμα 2α) που αν και αποτελεί ξεχωριστό εργαλείο, θεωρείται εξάρτημα της φρέζας

Το σώμα.

Το σώμα είναι το τμήμα της φρέζας στο οποίο είναι τοποθετημένα όλα τα άλλα μέρη της. Στο εσωτερικό του σώματος βρίσκεται το συγκρότημα για τις αλλαγές των ταχυτήτων της ατράκτου και των προώσεων του τραπεζιού.

Στο επάνω μέρος του φέρει σε πρόβολο ένα βραχίονα. Ο βραχίονας αυτός εφοδιάζεται με ένα ή δύο κοζινέτα για την αντιτήριξη του εργαλειοφόρου άξονα. Ο βραχίονας μπορεί να είναι σταθερός επάνω στο σώμα ή σφραγιστός.

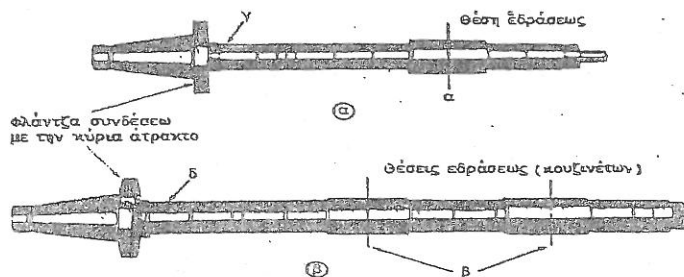
Η κόρια άτρακτος.

Σ' αυτήν καταλήγουν όλες οι κινήσεις που δίνονται από το κιβώτιο ταχυτήτων. Σε όλο το μήκος της είναι διάτρητη (σχήμα 2β). Στο μπροστινό μέρος της, την κεφαλή, καταλήγει σε μια κολυροκωνική οπή μέσα στην οποία εφαρμόζει το άκρο του εργαλειοφόρου άξονα.

Με την ονομασία αυτή χαρακτηρίζεται ο άξονας που φέρει επάνω του κάθε φορά τα κοπτικά εργαλεία της φρέζας.

Η κολυροκωνική οπή στο δεξιό άκρο της κόριας ατράκτου είναι διεθνώς τοποποιημένη (DIN 2079,2080) με κωνικότητα 3,5:12 και χρησιμεύει για το κεντράρισμα του εργαλειοφόρου άξονα με μεγάλη ακρίβεια ή για το κεντράρισμα του κοπτικού εργαλείου καθώς και για την γρήγορη αφαίρεσή τους.

Έτσι ο εργαλειοφόρος άξονας (σχήμα 2γ) στερεώνεται στην κόρια άτρακτο με κωνική εφαρμογή και αντιστηρίζεται στο βραχίονα της φρέζας με ένα ή δύο κουζινέτα.

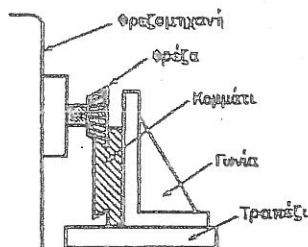


Σχήμα 2γ Εργαλειοφόρος άξονας.

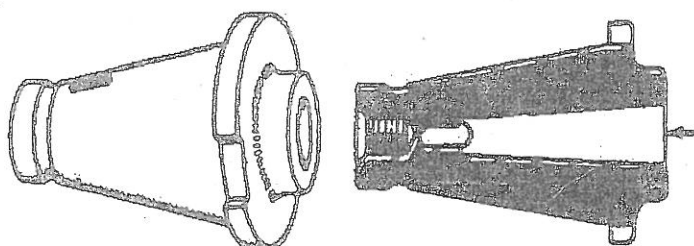
Α)Με ένα κουζινέτο στηρίξεως. Β)Με δύο κουζινέτα στηρίξεως.

Υπάρχουν και περιπτώσεις που ο εργαλειοφόρος άξονας στηρίζεται σαν πρόβολος μόνο στην κόρια άτρακτο ενώ στο άκρο του προσαρμόζονται οι φρέζες (κοπτικά εργαλεία).

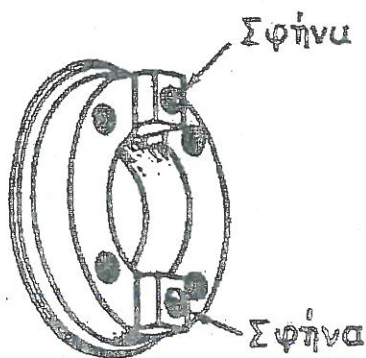
Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που οι ίδιες φρέζες έχουν ολόσωμο όμοιο κώνο με κωνικότητα 3,5:12, οπότε φωλιάζουν απευθείας στην κεφαλή της ατράκτου (σχήμα 2δ), ή έχουν κώνο «Μορς», οπότε προσαρμόζονται σε μια δεύτερη φωλιά η οποία εσωτερικά έχει κοίλο κώνο «Μορς» και εξωτερικά αρσενικό κώνο με κωνικότητα 3,5:12 (σχήμα 2ε).



Σχήμα 2δ Φρέζα Ενσωματωμένη στην κύρια άτρακτο.



Σχήμα 2ε Διπλή φωλιά συγκρατήσεως με εσωτερικό κώνο



Το φορτίο περιστροφής από τους εργαλειοφόρους άξονες (ροπή) το παραλαμβάνουν οι δύο σφήνες που έχει η κόρια ατράκτος στην κεφαλή της (σχήμα 2στ).

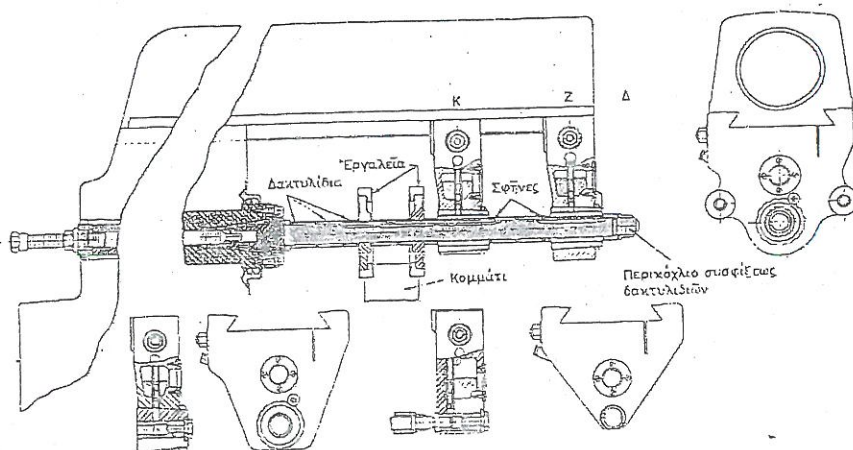
Σχήμα 2στ Άκρο

κεφαλής

ατράκτου

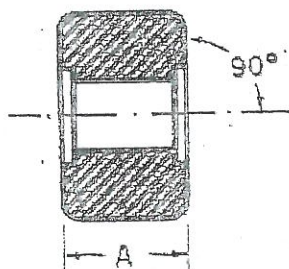
Στις σφήνες θηλοκάνουν δύο εγκοπές Ε, που έχει ο εργαλειοφόρος άξονας γι' αυτό το σκοπό (Σχήμα 2ζ).

Ο εργαλειοφόρος άξονας κρατείται σταθερά στη φωλιά με τη βοήθεια μιας ντίζας (σχήμα 2ζ και 2β). Η ντίζα αυτή περνά από το πίσω μέρος της ατράκτου και βιδώνεται στο εσωτερικό σπειρώμα του εργαλειοφόρου άξονα. (σχήμα 2η).



Σχήμα 2η Τομή κόριας ατράκτου και εργαλειοφόρου άξονα.

Αφού βιδωθεί η ντίζα στον εργαλειοφόρο άξονα, σφίγγεται το περικόχλιο για την έλξη και σταθεροποίηση του κωνικού άκρου του εργαλειοφόρου άξονα μέσα στην ατράκτο. Οι εργαλειοφόροι άξονες φέρουν σε όλο το μήκος τους σφηνόδρομο (σχήμα 2η). ο σφηνόδρομος αυτός χρειάζεται για να εξασφαλίζεται η περιστροφή των κοπτήρων όταν έχουν μεγάλη διάμετρο και φορτώνονται με μεγάλο φορτίο. Σε κοπτήρες με μικρή διάμετρο και γενικά σε κοπτήρες ελαφράς κοπής, δε χρησιμοποιείται ο σφηνόδρομος. Στην περίπτωση αυτή ο κοπτήρας συγκρατείται μόνο με δακτολίδια (σχήμα 2θ).

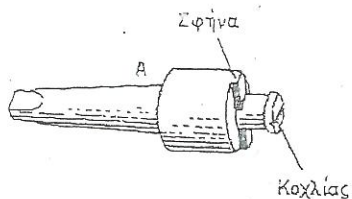


Σχήμα 2θ Δακτολίδι συγκράτησεως φρεζών

Κάθε εργαλειοφόρος άξονας φέρει μια σειρά από τέτοια δακτολίδια με διάφορα πάχη. Αυτά βοηθούν, ώστε με κατάλληλους συνδυασμούς να τοποθετείται ο κοπτήρας ή οι κοπτήρες στη θέση που πρέπει κατά μήκος του άξονα. Όλοι σχεδόν οι εργαλειοφόροι άξονες, εκτός από μερικές εξαιρέσεις, αντιστηρίζονται σε ειδικά

στηρίγματα Κ και Ζ (σχήμα 2η). Η αντιστήριξη αυτή γίνεται συνήθως πάνω σε κουζινέτα, όπου ο άξονας μπορεί να στηρίζεται είτε με το κυλινδρικό άκρο του Κ, είτε με ένα δακτυλίδι Δ (σχήμα 2η). Το δακτυλίδι αυτό εξυπηρετεί δύο σκοπούς: χρησιμεύει δηλαδή ως δακτυλίδι συγκρατήσεως του κοπτήρα και ως «στροφέας», οπότε στηρίζει ολόκληρο τον άξονα στο αντιστήριγμά του.

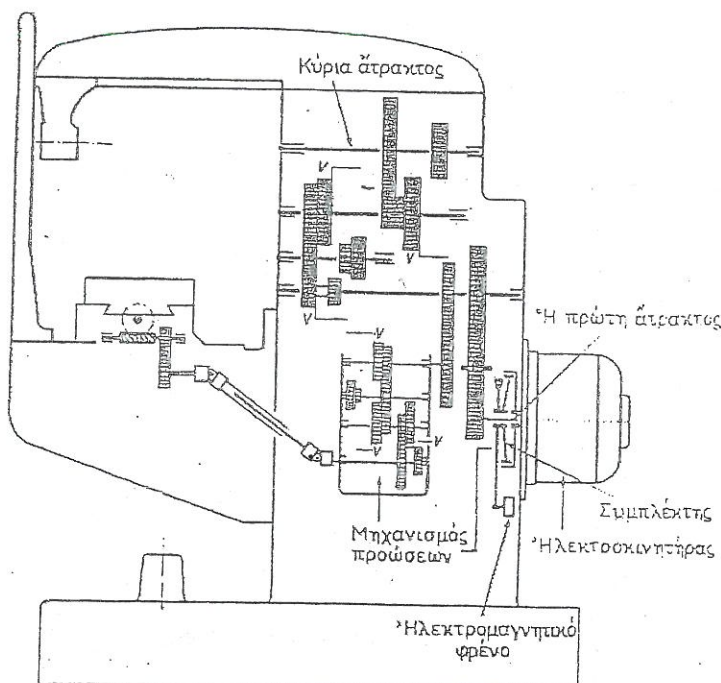
Στο σχήμα 2ι φαίνεται ο άξονας συγκρατήσεως της φρέζας.



Σχήμα 2ι Άξονας συγκρατήσεως της φρέζας

7. Η κίνηση στις φρέζες.

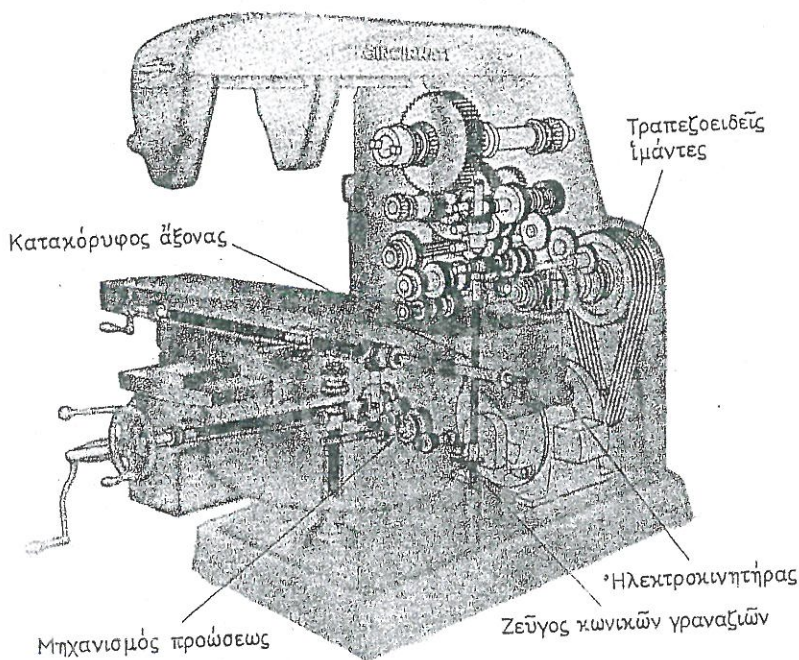
Σχεδιάγραμμα του μηχανισμού κινήσεως μιας σύγχρονης οριζόντιας φρέζας φαίνεται στα σχήματα 4α και 4β. Ο ηλεκτροκινητήρας τοποθετείται στο εσωτερικό του σώματος της εργαλειομηχανής και σε τέτοια θέση, ώστε η θερμότητα, που αναπτύσσεται κατά τη λειτουργία του, να μην επηρεάζει τον κινητήριο μηχανισμό της. Από τον ηλεκτροκινητήρα, με τραπεζοειδή λουριά ή και απευθείας, μεταδίδεται η κίνηση σε μια πρώτη άτρακτο. Η άτρακτος αυτή φέρει συμπλέκτη με ηλεκτρομαγνητικό φρένο. Με το συμπλέκτη τίθεται σε λειτουργία και σταματά η φρέζα.



Σχήμα 4α Σχεδιάγραμμα φρέζας με τους μηχανισμούς κινήσεως κύριας άτρακτου και προώσεων.

Από την άτρακτο αυτή η κίνηση, μέσω άλλων ενδιάμεσων αξόνων, μεταδίδεται στην κύρια άτρακτο. Με τους διάφορους συνδυασμούς των γραναζιών που υπάρχουν στους ενδιάμεσους άξονες επιτυγχάνονται οι προβλεπόμενες ταχύτητες στην κύρια άτρακτο. Η μετάδοση της κινήσεως για τα τρία φορεία του τραπεζιού εφόσον δεν υπάρχει

ιδιαίτερος κινητήρας, ξεκινά συνήθως από έναν κατακόρυφο άξονα με τη βοήθεια ζεύγους κωνικών γραναζιών (σχήμα 4β).



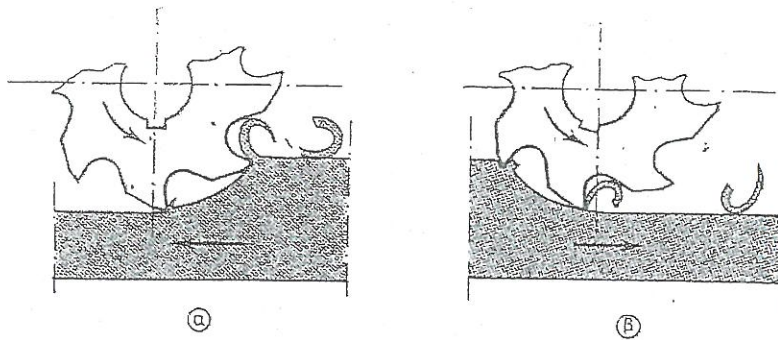
Σχήμα 4β
Ο μηχανισμός κινήσεως
οριζόντιας φρέζας.

Ο κατακόρυφος άξονας φέρει διαμήκη σφήνα στην οποία ολισθαίνει ένα γρανάτζι. Το γρανάτζι αυτό ενεργοποιεί μια σειρά από άλλα γρανάτζια που χρησιμοποιούν για τις κινήσεις των τριών φορείων. Ένας παραπλήσιος με τον προηγούμενο μηχανισμός, τοποθετημένος σε κατάλληλη θέση, με μεταβαλλόμενους συνδυασμούς μεταδόσεως, εξασφαλίζει τις διάφορες προώσεις (σχήμα 4α, 4β). οι προώσεις δίνονται σε χλυστά ανά λεπτό ή σε ίντσες ανά λεπτό. Και για τις τρεις διευθύνσεις των φορείων προβλέπονται τρεις μεγάλες ταχύτητες επαναφοράς των φορείων στην αρχική τους θέση. Με τις γρήγορες αυτές ταχύτητες των τριών φορείων εξοικονομείται μεγάλη μοϊκή προσπάθεια και χρόνος. Η κύρια άφρακτος στις φρέζες (σχήμα 4α), ανάλογα με τον κατασκευαστή, δέχεται από 9 - 18 ταχύτητες. Οι ταχύτητες αυτές είναι κλιμακωμένες όπως και στον τόρνο, σε γεωμετρική πρόοδα. Δηλαδή κάθε αριθμός στροφών προκύπτει από τον προηγούμενο με πολλαπλασιασμό με ένα σταθερό αριθμό 1,25 ή 1,40. οι προώσεις σε αρκετές νεότερες φρέζες πραγματοποιούνται με υδραυλική κίνηση και φυσικά χωρίς κλιμακώσεις, αλλά με συνεχή μεταβολή μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης τιμής.

Κοιπή εργαλεία φρέζας

Κοιπήρες ονομάζονται τα κοιπή εργαλεία που χρησιμοποιούνται στις φρέζες για την αφαίρεση υλικού. Στις προηγούμενες εργαλειομηχανές κοπής, που εξετάστηκαν στο βιβλίο αυτό, τα κοιπή εργαλεία ήταν συνήθως ραβδόμορφα με μια κύρια και μια δευτερεύουσα κόψη το πολύ στο άκρο τους. Στις φρέζες το κοιπή εργαλείο έχει ποικιλία μορφών και πολλά δόντια από τα οποία το κάθε δόντι μπορεί να έχει μια, δυο ή τρεις κόψεις. Επίσης στις φρέζες, σε αντίθεση με τον τόρνο, η κύρια κίνηση μεταφέρεται στο κοιπή εργαλείο, ενώ η βοηθητική στο κομμάτι που δένεται σταθερά στο τραπέζι της μηχανής. Για τους δύο παραπάνω λόγους, οι κοιπήρες έχουν μεγάλη απόδοση μορφών στην κοπή υλικού και επιτυγχάνουν ποικιλία απλών ή και σύνθετων μορφών στην κατεργαζόμενη επιφάνεια. Η διεύθυνση περιστροφής του κοιπήρα είναι κατά κανόνα αντίθετη προς τη διεύθυνση της προώσεως των κομματιών (αντίρροπο φρεζάρισμα [σχήμα 4γ(α)]). Έτσι τα δόντια του κοιπήρα όπως φαίνεται στην κλασική περίπτωση

φρεζαρίσματος με κυλινδρικό κοπτήρα, δίνουν την εντύπωση ότι προσπαθούν να σηκώσουν το κομμάτι προς τα πάνω. Γι' αυτό το απόβλητο κατευθύνεται από κάτω προς τα πάνω.



Σχήμα 4γ
α)αντίρροπο φρεζάρισμα
β)ομόρροπο φρεζάρισμα

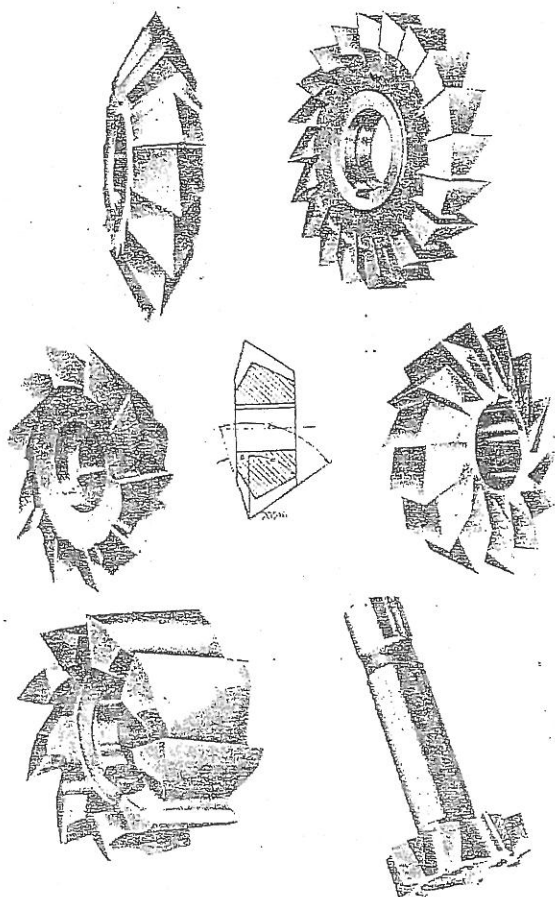
Μερικές φορές όμως συμβαίνει και το αντίθετο (διεύθυνση περιστροφής κοπτήρα ίδια με τη διεύθυνση της προώσεως του κομματιού) και έτσι η κοπή γίνεται από πάνω προς τα κάτω [ομόρροπο φρεζάρισμα, σχήμα 4γ(β)]. Στην πραγματικότητα το κομμάτι πιέζεται προς τα κάτω και πατά καλύτερα πάνω στο τραπέζι ή στη μέγγενη. Όμως η μέθοδος αυτή παρουσιάζει άλλα μειονεκτήματα και απαιτεί πολύ στιβαρές μηχανές. Το πάχος του αποβλήτου στο αντίρροπο φρεζάρισμα αρχίζει από μηδέν και μεγαλώνει, ενώ στο ομόρροπο αρχίζει από μεγάλη τιμή και τελικά μηδενίζεται. Και στις δύο περιπτώσεις το απόβλητο έχει μορφή όπως το κόμμα [σχ. 4γ(α),(β)].

Είδη κοπτήρων.

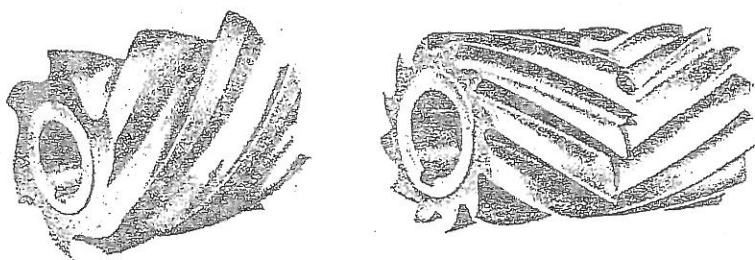
Υπάρχουν πολλών ειδών κοπτήρες. Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται για να κόψουν, οι κοπτήρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

Σε κοπτήρες που κόβουν από τις κόψεις που βρίσκονται στην κυλινδρική ή παράπλευρη επιφάνεια (κυλινδρικοί κοπτήρες). Σε κοπτήρες που κόβουν από τις κόψεις που βρίσκονται στη μετωπική επιφάνεια [μετωπικοί κοπτήρες (σχ. 5α)]. Όπως θα δούμε παρακάτω στις περισσότερες περιπτώσεις οι κοπτήρες έχουν κόψεις και στις δύο επιφάνειές τους και η κοπή γίνεται ταυτόχρονα και στις δύο επιφάνειες, με μόνη τη διαφορά ότι η μία από τις δύο κόψεις θα υστερεί σε σύγκριση με την άλλη από πλευρά βαθμού κατεργασίας. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα παρακάτω είδη κοπτήρων:

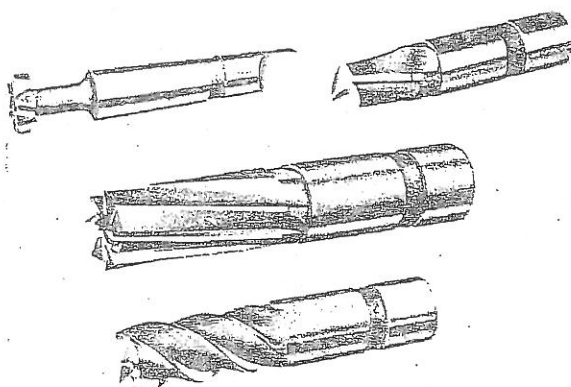
- Οι καθαρά κυλινδρικοί (σχ. 5β).
- Τα κονδύλια διαφόρων μορφών (σχ. 5γ).
- Οι δισκοειδείς μονόκοποι ή τρίκοποι κοπτήρες (σχ. 5δ).
- Οι δισκοειδείς κοπτήρες μορφής για απόδοση ορισμένων διατομών (σχ. 5ε) όπως π.χ. για δόντια οδοντοτροχών, αλυσίδων, για πολύσφηνα, για σπειρώματα κλπ.
- Οι κοχλιωτοί κοπτήρες (χόμπ) (σχ.5στ)
- Κυλινδρικοί ή δισκοειδείς κοπτήρες μορφής [ειδικοί κοπτήρες (σχ. 5ζ)].



Σχήμα 5α Μετωπικοί
Κοπτήρες

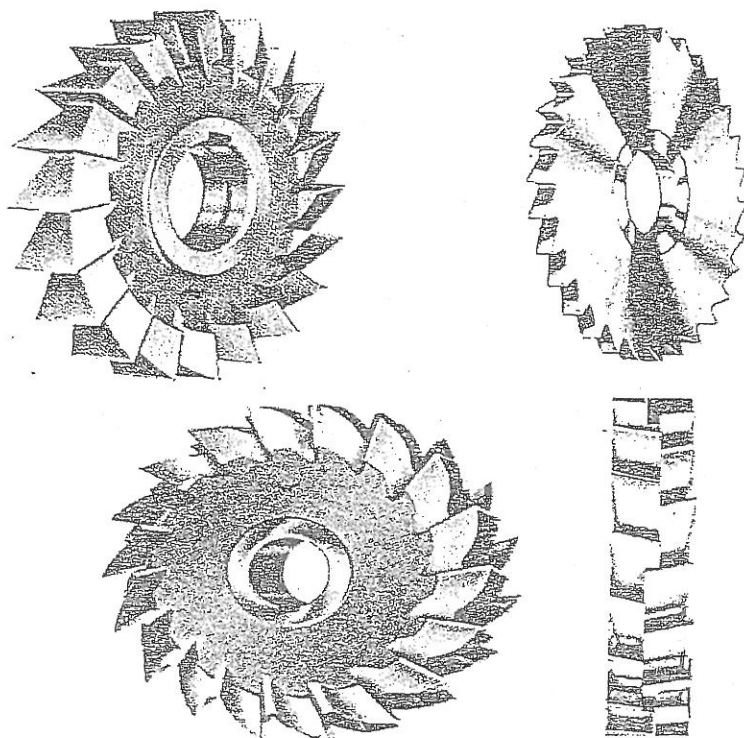


Σχήμα 5β Καθαρά
κυλινδρικοί κοπτήρες.

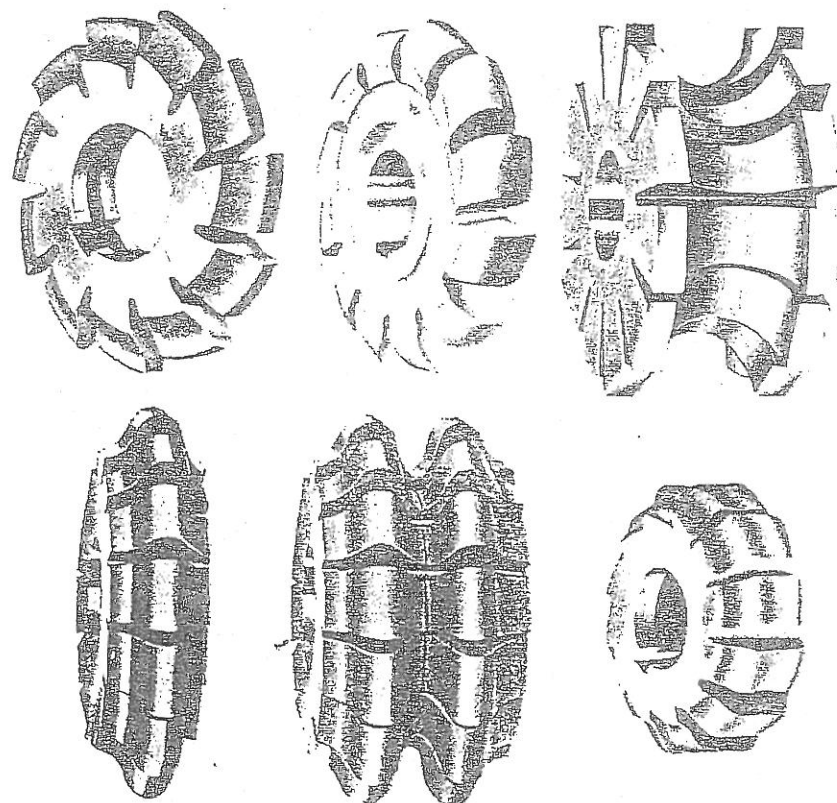


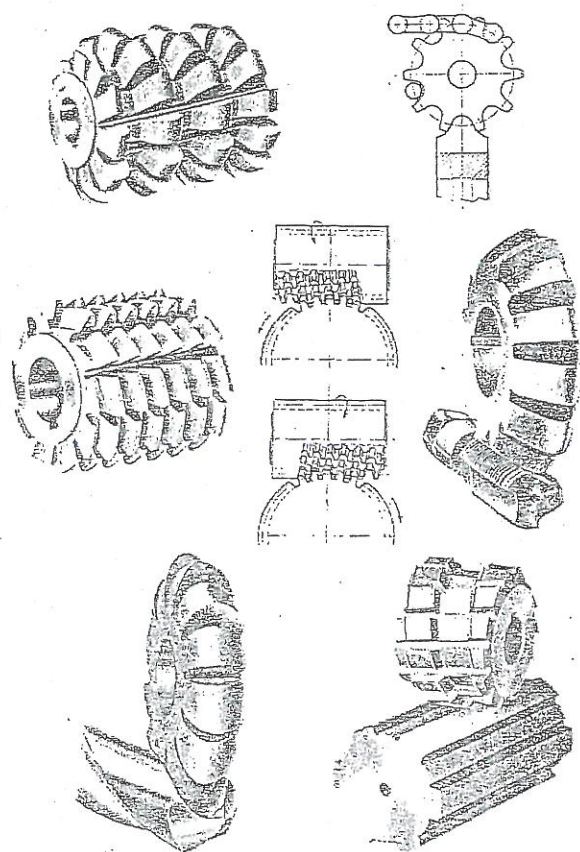
Σχήμα 5γ Κονδύλια

Σχήμα 5δ Δισκοειδής
μονόκοποι και τρίκοποι
κοπτήρες

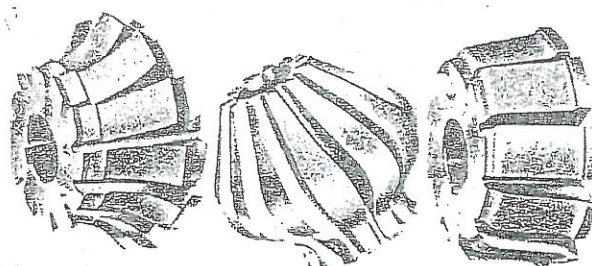


Σχήμα 5ε Δισκοειδής
κοπτήρες μορφής

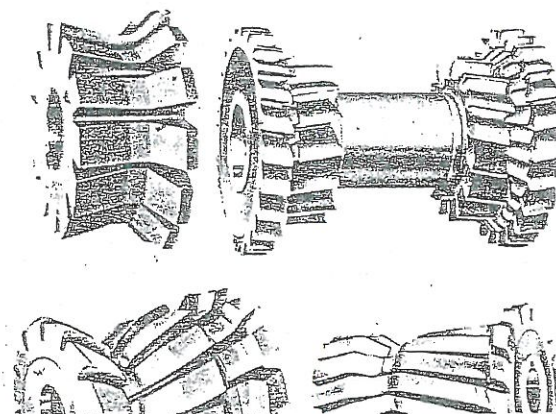




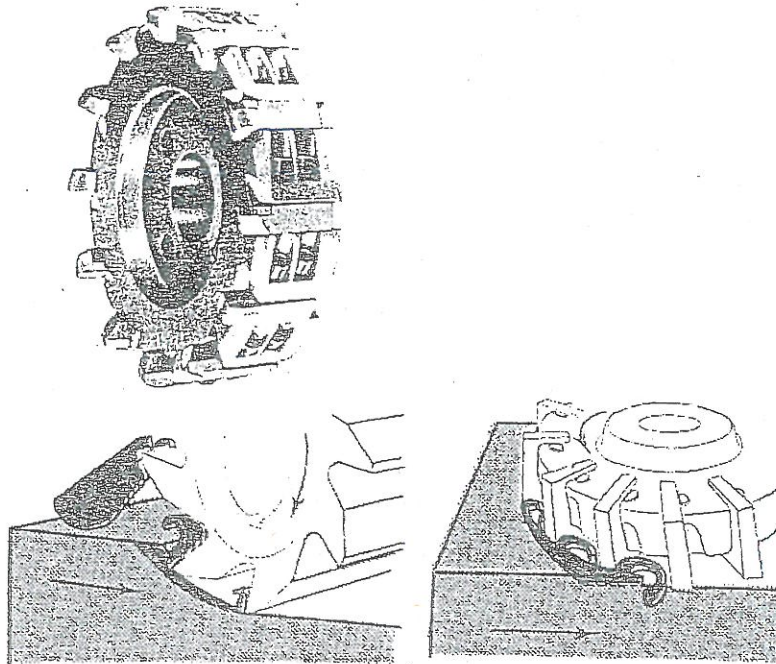
Σχήμα 5στ Κοπτήρες χόμης.



Σχήμα 5ζ Ειδικοί κοπτήρες

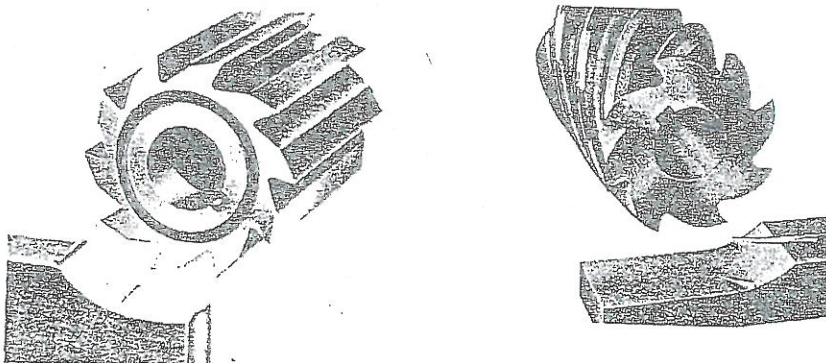


Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι μαχαιροφόρες κεφαλές (σχ. 5η) και οι μετωπικοί κοπτήρες. Το απόβλητο στους καθαρά κυλινδρικούς κοπτήρες έχει διατομή και μορφή όπως το κόμμα [σχ. 5η(α)] ενώ στις μαχαιροφόρες κεφαλές και στους μετωπικούς κοπτήρες, όταν η διάμετρος τους είναι μεγαλύτερη από το πλάτος του κομματιού, η διατομή του αποβλήτου είναι ορθογωνική [σχ. 5η(β)].



Σχήμα 5η Μορφή αποβλήτου. α) Με κυλινδρικό κοπτήρα β) Με μαχαιροφόρα κεφαλή

Αυτός είναι και ένας από τους λόγους για τους οποίους οι μαχαιροφόρες κεφαλές έχουν μεγαλύτερη απόδοση. Στους κυλινδρικούς κοπτήρες οι κόψεις των δοντιών είναι είτε ευθύγραμμες και παράλληλες (σχ. 5θ), είτε όπως συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις, ελικοειδής (σχ. 5ι).

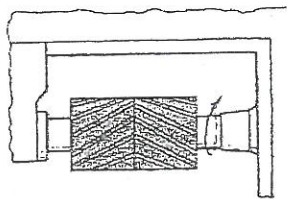


Σχήμα 5θ Ευθύγραμμες και παράλληλες κόψεις

Σχήμα 5ι Ελικοειδής κόψεις

Τα ελικοειδή δόντια επιβαρύνουν το κόστος του κοπτήρα σχετικά με τα ευθύγραμμα, έχουν όμως το πλεονέκτημα ότι κάνουν ομαλή κοπή χωρίς κραδασμούς, γιατί κόβουν πάντοτε, τουλάχιστον δύο δόντια ταυτόχρονα. Δηλαδή πριν τελειώσει την κοπή το ένα δόντι, έχει αρχίσει ήδη να κόβει ένα άλλο. Λόγω της κλίσεως των δοντιών κατά την κοπή, παρουσιάζεται αξονική δύναμη που είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση.

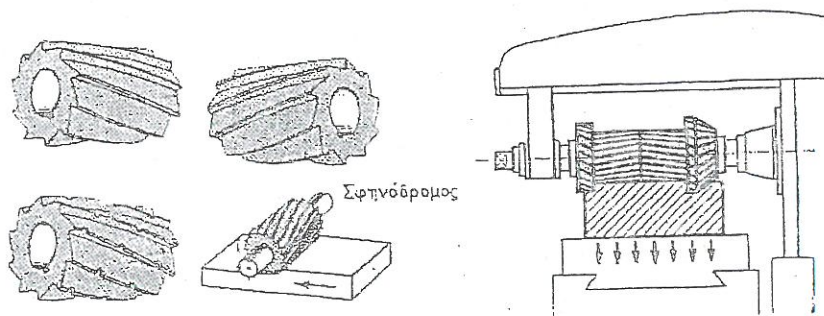
Η αξονική αποτή δυνάμη σε μεγάλα κομμάτια είναι μεγάλη. Για να αντιμετωπισθεί αυτή τοποθετούνται ταυτόχρονα δύο κοπτήρες αντίθετης κλίσεως, που δημιουργούν αντίθετες δυνάμεις που ισορροπούν (σχ. 5κ).



Σχήμα 5κ Κοπτήρες με αντίθετες κλίσεις δοντιών.

Εφαρμογές φρεζών.

Στο σχήμα 5ρ(α) φαίνονται εφαρμογές διαφόρων μορφών κοπτήρων.



Σχήμα 5ρ(α)

Τοποποίηση κοπτήρων.

Όλοι οι κοπτήρες κατασκευάζονται σε μια ορισμένη σειρά μεγεθών. Σε όλα τα είδη των κοπτήρων καθώς και στις μαχαιροφόρες κεφαλές, η γενική γεωμετρική διαμόρφωση τους είναι τοποποιημένη.

- Στους κυλινδρικούς κοπτήρες είναι τοποποιημένα:
 - Η διάμετρος της οπής που δέχεται τον εργαλειοφόρο άξονα ($\Phi 13-16-22-32-40-50-60-80-100$)(DIN 2506).
 - Η εξωτερική διάμετρος.
 - Το μήκος.
- Στα διάφορα κονδύλια.
 - Η διάμετρος.
 - Το ωφέλιμο μήκος.
 - Το στέλεχος (ουρά) για την άρση ή έρση προσαρμογή του στην άτρακτο, το οποίο είναι κυλινδρικό, με ή χωρίς σπείρωμα, ή κωνικό με κώνο Μορς.
- Στις μαχαιροφόρες κεφαλές.

- Η διάμετρος της κεντρικής οπής.
- Η εξωτερική διάμετρος.
- Το ολικό πάχος.
- Η διαμόρφωση του επάνω μέρους τους για την ασφαλή προσαρμογή του στην άτρακτο της φρέζας (οδηγητικές πατούρες, σφηνοαύλακες, οπές για κοχλίες στερεώσεως κλπ. (DIN 1830).

12. Τύποι κοπήρων για διαφορετικά υλικά.

Οι κοπήρες, ανάλογα με την περιοχή χρησιμοποίησής τους, (υλικά μαλακά, σκληρά, ψαθωρά ή συνεκτικά) για την ίδια διάμετρο, έχουν διαφορετικό αριθμό δοντιών. Σύμφωνα με τους γερμανικούς κανονισμούς, όλοι κοπήρες, κατατάσσονται σε τρεις τύπους που χαρακτηρίζονται με τα γράμματα N, H ΚΑΙ W.

Τύπος N

Για μαλακούς χάλυβες, χυτοσίδηρο και μέσης σκληρότητας μη σιδηρούχα μέταλλα.

Τύπος H

Για πολύ σκληρά και συνεκτικά υλικά, π.χ. χάλυβες με φορτίο θραύσεως πάνω από 100 Kg/mm^2 .

Τύπος W

Για πολύ μαλακά και συνεκτικά υλικά, π.χ. μαλακά κράματα χαλκού και αλουμινίου. Ο αριθμός δοντιών για την ίδια διάμετρο κοπήρα είναι μεγαλύτερος στον τύπο H και μικρότερος στον τύπο W.

13. Διαιρέτης.

Παρέχει τη δυνατότητα το τοποθετούμενο πάνω σ' αυτόν κομμάτι να υφίσταται κατεργασίες υπό ίσες ακριβώς γωνίες. Η διαίρεση σε γωνίες μπορεί να γίνει στην κυλινδρική επιφάνεια του κομματιού ή στην επίπεδη του μετωπική.

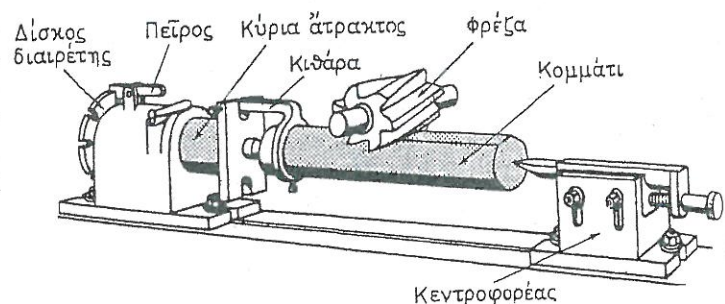
Με τη βοήθεια του διαιρέτη η φρέζα μπορεί να κάνει τις ακόλουθες εργασίες:

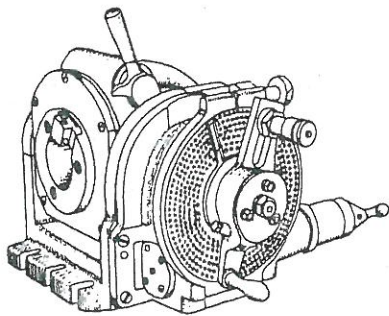
- Κοπή δοντιών σε οδοντοτροχούς.
- Κατασκευή πολύσφηγων.
- Κατασκευή πολυγωνικών πρισματικών μορφών (τρίγωνα, τετράγωνα, εξάγωνα κλπ.)
- Διάνοξη ισομερή οπών με φλάντζες.
- Κατασκευή ελικοειδών αυλακώσεων.
- Κοπή σπειρωμάτων σε κοχλίες διαφόρων διατομών (τριγωνικά, τραπεζοειδή κλπ.).
- Κοπή ελικοειδών οδοντωτών τροχών.
- Κοπή οδόντων σε οδοντωτούς κανόνες.
- Διαίρεση σε άνισα μέρη, όπως είναι η διαίρεση των δοντιών σε όλα τα γλύφοντα (αλεξούφι).

Υπάρχουν δύο ειδών διαιρέτες:

- Απλοί, για άμεση διαίρεση (σχ. 6α).
- Γενικής χρήσεως για έμμεση διαίρεση (σχ. 6β).

Σχήμα 6α Απλός διαιρέτης για άμεση διαίρεση





Σχήμα 6β Διαιρέτης για έρμεση διαίρεση.

14.1 Διαιρέτης απλός για άμεση διαίρεση.

Κάθε διαιρέτης αυτής της κατηγορίας αποτελείται από μία κύρια άτρακτο η οποία συγκρατεί από τη μια μεριά το κομμάτι και από την άλλη φέρει ένα δίσκο κυκλικό που στην περιφέρειά του έχει ομοιόμορφα διαταγμένες οπές ή εγχοπές (σχ. 6α). Το κομμάτι στερεώνεται είτε σε τσούκ που προσαρμόζεται στο άκρο της κύριας άτρακτου και κεντροφορέα όπως στον τόρνο. Με τους διαιρέτες αυτούς γίνονται διαιρέσεις σ' έναν περιορισμένο αριθμό, ανάλογα με τους δίσκους διαιρέσεων που διατίθενται. Επάνω στην άτρακτο υπάρχει επίσης ένα στρόφαλο β και ένας πείρος. Με την περιστροφή του δίσκου περιστρέφεται η άτρακτος του διαιρέτη και συνεπώς και το κομμάτι που είναι στερεωμένο σ' αυτή. Οι τρύπες ή οι σχισμές του δίσκου βοηθούν στο να καθορίζεται πόσο θα περιστραφεί το στρόφαλο. Ο πείρος βοηθά στη σταθεροποίηση της άτρακτου σε μια θέση που αντιστοιχεί σε μια τρύπα ή σε μια σχισμή του δίσκου.

Ας υποθεθεί ότι θα φρεζαριστεί σ' έναν κώνδυρο ένα εξαγων άκρο. Τοποθετείται δίσκος με 12 τρύπες ή σχισμές. Ο πείρος με ελατήριο εισχωρεί στην τρύπα (ή στη σχισμή) και κρατεί το δίσκο και την άτρακτο σε μια θέση. Φρεζάρεται σ' αυτή τη θέση η μία έδρα του εξαγώνου. Αποσυμπλέκεται μετά ο πείρος και γυρίζεται ο δίσκος κατά 1/6 στροφής, δηλαδή κατά δύο τρύπες. Επειδή ο δίσκος βρίσκεται σφηνωμένος απευθείας επάνω στην άτρακτο, είναι φυσικό ότι θα στραφεί και το κομμάτι κατά 1/6 στροφής. Κάθε λάθος κατά το γύρισμα μεταφέρεται και στο κομμάτι. Με διαιρέτες άμεσης διαιρέσεως συνηθίζεται να γίνονται 3-4-6-8-12 και 24 διαιρέσεις. Με ειδικούς δίσκους επιτυγχάνεται κάθε επιθυμητή διαίρεση ανοίγοντας σ' αυτούς τον αντίστοιχο αριθμό εγχοπών π.χ. 11, 19 κλπ. Με άμεση διαίρεση γίνεται ο τετραγωνισμός της ουράς κολαούζων, αλεξούαρ, το εξαγώνισμα κεφαλών, βιδών κ.α. με την άμεση διαίρεση τέλος επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια με την οποία είναι διαιρεμένος ο δίσκος της άτρακτου.

Χαρακτηριστικά στοιχεία κατεργασίας στη φρέζα.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία κατεργασίας για όλες τις εργαλειομηχανές έχουν πολύ μεγάλη σημασία γιατί από αυτά εξαρτάται ο χρόνος παραγωγής, η διάρκεια ζωής του εργαλείου, η σωστή εκμετάλλευση της μηχανής και τελικά το κόστος της κατεργασίας.

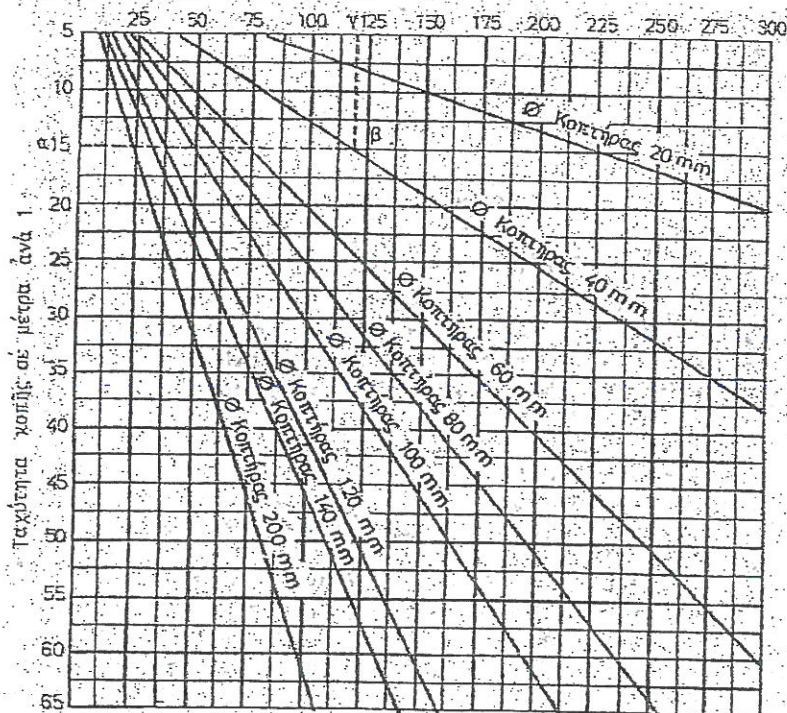
15.1 Ταχύτητα κοπής V_k .

Ταχύτητα κοπής στη φρέζα είναι το διάστημα σε m που διατρέχει η κόψη ενός δοντιού του κοπτήρα σε ένα λεπτό. Εκφράζεται σε m/μιν. Ο τύπος με τον οποίο υπολογίζουμε την ταχύτητα κοπής, όταν είναι γνωστή η διάμετρος του κοπτήρα σε mm και η περιστροφική ταχύτητά της (n) σε στρ./λεπτό, είναι:

$$V_k = \pi \cdot d \cdot n / 1000$$

Στο σχήμα 7α φαίνεται γραφικό διάγραμμα το οποίο μας διευκολύνει στην εύρεση (προσεγγιστικά) του ενός από τα στοιχεία V_k , d, n όταν γνωρίζουμε τα άλλα δύο.

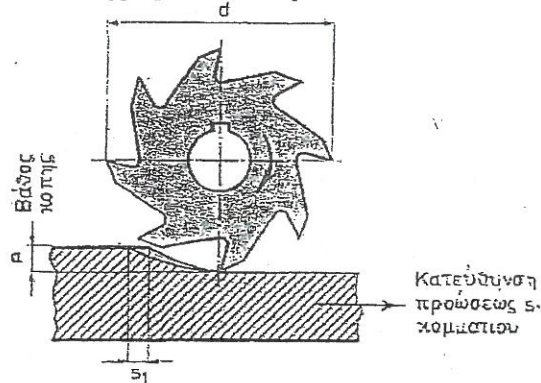
Σχήμα 7^α Διάγραμμα ταχυτήτων κοπής. 1.4



15.2 Πρόωση.

➤ Πρόωση ανά οδόντι (s_1).

Ονομάζεται η μετατόπιση του κομματιού από τη στιγμή που ακουμπά ένα δόντι στο κομμάτι μέχρι τη στιγμή που θα ακουμπήσει το επόμενο δόντι (σχ. 7β). Δηλαδή το s_1 είναι η μετατόπιση του τραπεζιού σε σχέση με τον κοιτήρα, που αντιστοιχεί σε ένα δόντι. Εκφράζεται σε mm/δόντι.



Σχήμα 7β Χαρακτηριστικά κατεργασίας στη φρέζα.

➤ Πρόωση S ανά λεπτό.

Ονομάζεται η ολική μετατόπιση του κομματιού, σε σχέση με τον κοιτήρα, σε χιλιοστόμετρα στο λεπτό. Δηλαδή η μετατόπιση του τραπεζιού της φρέζας σε ένα λεπτό. Στη φρέζα η κίνηση προώσεως του τραπεζιού είναι εντελώς ανεξάρτητη από την κίνηση της κύριας απτάκτου. Για το λόγο αυτό ο μηχανισμός προώσεως παίρνει κίνηση είτε από ένα ενδιάμεσο βοηθητικό άξονα, με σταθερό αριθμό περιστροφών, είτε από έναν ανεξάρτητο δεύτερο ηλεκτροκινητήρα. Αντίθετα στον τόρνο και στο δρέπανο, οπενθορίζεται ότι ο μηχανισμός προώσεως συνδέεται και παίρνει κίνηση από την κύρια απτάκτου.

➤ Σχέση των προώσεων S και s_1 .

Αν συμβολίσουμε με Z τον αριθμό δοντιών του κοπτήρα και με (n) τις στροφές του ανά λεπτό, τότε

Σε μια στροφή του κοπτήρα, αφού περνούν Z δόντια, η μετατόπιση του κομματιού θα είναι $s_1 \cdot Z \cdot n$. Άρα

$$S = s_1 \cdot Z \cdot n \text{ mm/min}$$

Οι φρέζες δίνουν διάφορες τιμές του s_1 για τα διάφορα είδη κοπτήρων και υλικών. Για να αποφασίσουν όμως πόση πρέπει να είναι η ταχύτητα προώσεων S , πρέπει πρώτα να καθορίσουμε πόση πρέπει να είναι η πρόωση s_1 ανά δόντι στον κοπτήρα. Για εργασίες ξεχονδρίσματος διαλέγουμε σχετικά μεγάλες προώσεις s_1 ανά δόντι, ενώ για τελική κατεργασία μικρές, για να αποδοθεί λεία επιφάνεια. Ο αριθμός στροφών (n) καθορίζεται από την ταχύτητα κοπής V_k που θα εκλέξουμε καθώς και από τη διάμετρο του κοπτήρα. Η εκλογή του S και s_1 εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Το υλικό και το είδος (μορφή) του κοπτικού εργαλείου, π.χ. ταχυχάλυβας, σκληρομέταλλο, κοπτήρας κυλινδρικός, κόνδυλοι, κοπτήρας χορη κλπ.
- Το υλικό του κομματιού, π.χ. χάλυβας σκληρός, χάλυβας μαλακός, αλουμίνιο κλπ.
- Τη μορφή, το μέγεθος και τον τρόπο συγκράτησής του κομματιού.
- Το βάθος κοπής. Όσο μεγαλύτερο το βάθος κοπής τόσο μικρότερη πρέπει να είναι η πρόωση.
- Την επιθυμητή ποιότητα επιφάνειας. Καλή ποιότητα, μικρή πρόωση και αντιστροφή.
- Την κατάσταση και τη στιβαρότητα της φρέζας.

Οι πίνακες 5 και 6 δίνουν ενδεικτικές τιμές των ταχυτήτων κοπής και προώσεων ανά δόντι στις πιο συνηθισμένες περιπτώσεις φρεζαρίσματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4

Ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής κατά το φρεζάρισμα, σε m/min

Υλικό	Φρέζες από ταχυχάλυβα			Φρέζες με σκληρομέταλλο
	Κυλινδρικές φρέζες	Δισκοειδείς φρέζες	Κονδύλια	
Χάλυβας άντοχής 35-70 kp/mm ²	20-30	20-30	20-35	60-120
Χάλυβας άντοχής 70-90 kp/mm ²	15-20	18-25	15-30	40-80
Χάλυβας άντοχής πάνω από 90 kp/mm ²	8-15	10-18	10-20	30-60
Χυτοχάλυβας	15-25	15-25	25-30	40-80
Χυτοσίδηρος ανάλογα με τη σκληρότητα	15-30	15-30	15-30	60-100
Χαλκός και όρείχαλκος	30-60	30-60	30-60	100-200
Βελτιωμένα κράμματα	200-300	250-350	150-300	400-500
Αλουμίνιο και συνεκτικά ελαφρά μέταλλα	400-500	400-500	200-350	800-1500

Σημείωση: Οι μικρότερες τιμές ισχύουν για ξεχόνδρισμα και οι μεγαλύτερες για τελική κατεργασία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5 Ενδεικτικές τιμές προώσεων S_z κατά το φρεζάρισμα σε mm/δόντι

Υλικό	Κυλινδρικές φρέζες	Δισκοειδείς φρέζες	Κονδύλια	Μαχαιροφόρες κεφαλές	
	Ταχυχάλυβας			Ταχυχά- λυβας	Σκληρο- μέταλλο
Χυτοσίδηρος ανάλογα με τη σκληρότητα	0,18—0,22	0,04—0,08	0,01—0,05	0,28—0,32	0,06—0,10
Χάλυβας άντοχης 50-60 kp/mm ²	0,20—0,22	0,06—0,08	0,04—0,06	0,30—0,32	0,07—0,09
Χάλυβας άντοχης 60-85 kp/mm ²	0,14—0,16	0,05—0,06	0,02—0,04	0,20—0,10	0,06—0,05
Χάλυβας ένανθρακώσεως άντοχης μέχρι 85 kp/mm ²	0,10—0,12	0,04—0,06	0,01—0,04	0,12—0,10	0,03—0,05
Σκληρός ορείχαλκος Μπρούντζος	0,14—0,16	0,06—0,08	0,04—0,06	0,30—0,32	0,08—0,10
Όρείχαλκος	0,20—0,22	0,06—0,08	0,04—0,06	0,30—0,32	0,10—0,12
Άλουμίνιο-Ντουραλουμίνιο	0,14—0,16	0,06—0,08	0,04—0,06	0,20—0,22	0,08—0,10
Σιλουμίν	0,10—0,12	0,06—0,08	0,04—0,06	0,18—0,20	0,06—0,08
Ηλεκτρο	0,10—0,12	0,06—0,08	0,03—0,05	0,18—0,20	0,06—0,08

Βάθος κοπής

Το βάθος κοπής είναι μεγαλύτερο κατά τις εργασίες ξεχονδρίσματος και μικρότερο κατά την τελική καταργασία. Γενικά το βάθος κοπής για ξεχονδρίσμα με κοπτήρες από ταχυχάλυβα λαμβάνεται

- Για κυλινδρικούς κοπτήρες $a = 2 \dots 4 \text{ mm}$.
- Για δισκοειδείς κοπτήρες, μονόκοπους και τρίκοπους, $a_{\text{μεγ}}$ = περίπου όσο το πλάτος των δοντιών.
- Για κονδύλια $a_{\text{μεγ}}$ όσο η διάμετρος του κονδυλίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΥΛΙΚΑ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΕ

- (α) Ανθρακούχοι και κραματομένοι χάλυβες
- (β) Χυτοκράματα
- (γ) Ταχυχάλυβες
- (δ) Σκληρομέταλλα
- (ε) Κεραμικά υλικά
- (στ) Βιομηχανικός αδάμας
- (ζ) Συνθετικά υπέρσκληρα υλικά

Η χρήση των (α) και (β) είναι σήμερα πολύ περιορισμένη και τείνει να εκλείψει, η αναφορά τους θα γίνει κατωτέρω για λόγους ιστορικής αναδρομής και εξέλιξης στην τεχνολογία παραγωγής των ΚΕ.

2. ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΙ ΚΑΙ ΚΡΑΜΑΤΩΜΕΝΟΙ ΧΑΛΥΒΕΣ

ΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟΙ ΧΑΛΥΒΕΣ

- Το πρώτο υλικό κατασκευής ΚΕ.
- Περιεκτικότητα σε άνθρακα: $\pi(C)=0.8\div 1.5\%$. Αύξηση της $\pi(C)$ οδηγεί σε αύξηση της σκληρότητας και της αντοχής σε φθορά, αλλά καθιστά το ΚΕ πιο εύθραυστο σε κρούση.
- Το φθηνότερο από όλα τα υλικά ΚΕ.
- Χαμηλό σημείο επαναφοράς και σε χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες ($200\div 250^{\circ}\text{C}$) απότομη απώλεια της σκληρότητας (ακαταλληλότητα για χρήση ως ΚΕ).
- Βαφή σε νερό με απλή διαδικασία.
- Πολύ χαμηλές ταχύτητες κοπής ($8\div 10 \text{ m/min}$).

Πίνακας 1: Τυποποίηση ανθρακούχων εργαλείοχαλύβων

Αριθμός προτύπου	Συμβολισμός DIN	Χημική σύνθεση					Αμερικανική τυποποίηση	
		C [%]	Si [%]	Mn [%]	P ≤ [%]	S ≤ [%]	Κατηγορία	AISI*
1.1520	C 70 W1	0,65-0,75	0,10-0,25	0,10-0,35	0,025	0,025	110 Spec.	W 1-0,8 C
1.1530	C 85 W1	0,80-0,90	0,10-0,25	0,10-0,30	0,025	0,025	110 Std.	W 1-0,9 C
1.1540	C 100 W1	0,95-1,05	0,10-0,25	0,10-0,25	0,025	0,025	110 Std.	W 1-1,0 C
1.1550	C 110 W1	1,05-1,15	0,10-0,25	0,10-0,25	0,025	0,025	110 Spec.	W 1-1,2 C
1.1560	C 125 W1	1,20-1,35	0,10-0,25	0,10-0,25	0,025	0,025		
1.1620	C 70 W2	0,65-0,75	0,10-0,30	0,10-0,35	0,030	0,030	110 Extra	W 1-0,8 C
1.1630	C 85 W2	0,80-0,90	0,10-0,30	0,10-0,35	0,030	0,030	110 Extra	W 1-0,9 C
1.1640	C 100 W2	0,95-1,05	0,10-0,30	0,10-0,35	0,030	0,030	110 Extra	W 1-1,0 C
1.1650	C 110 W2	1,05-1,15	0,10-0,30	0,10-0,35	0,030	0,030	110 Extra	W 1-1,2 C
1.1660	C 125 W2	1,20-1,35	0,10-0,30	0,10-0,35	0,030	0,030		
1.1740	C 60 W3	0,56-0,64	0,15-0,40	0,60-0,80	0,035	0,035		
1.1744	C 67 W3	0,64-0,72	0,15-0,40	0,60-0,80	0,035	0,035		
1.1750	C 75 W3	0,72-0,82	0,15-0,40	0,60-0,80	0,035	0,035		
1.1760	C 90 W3	0,85-0,95	0,15-0,40	0,40-0,60	0,035	0,035		
1.1820	C 55 WS	0,50-0,57	≤ 0,15	0,30-0,50	0,030	0,030		
1.1822	C 80 WS	0,78-0,83	0,08-0,15	0,20-0,32	0,030	0,030	110 Std.	W 1-0,8 C
1.1830	C 85 WS	0,80-0,90	0,25-0,40	0,50-0,70	0,025	0,025		
1.1840	C 87 WS	0,82-0,90	0,25-0,40	0,50-0,70	0,025	0,020		

* AISI: American Iron and Steel Institute.

Πίνακας 2: Στοιχεία θερμικών κατεργασιών ανθρακούχων εργαλειοχαλύβων

Αριθμός προτύπου	Θερμηλασία [°C]	Ανόπτηση [°C]	Σκληρότητα άνωπτημένου ≤ [BHN] ¹		Μέγιστη αντοχή ανοπτημένου ≤ [daN/mm ²]		Βαφή σε			Σκληρότητα μετά βαφή [RHN] ²	Επαναφορά [°C]
			Ράβδος	Έλασμα	Ράβδος	Έλασμα	[°C]	Νερό	Λάδι		
1.1520	1000-800	680-710	190	-	65	-	790-820	-	-	63	180-300
1.1560	1000-800	680-710	190	-	65	-	780-810	-	-	64	180-300
1.1540	1000-800	680-710	190	248	85	85	770-800	-	-	65	180-300
1.1550	1000-800	680-710	195	-	67	-	760-790	-	-	65	180-300
1.1560	1000-800	680-710	210	-	72	-	760-790	-	-	65	180-300
1.1620	1000-800	680-710	190	225	65	78	790-820	-	-	63	180-300
1.1630	1000-800	680-710	190	-	65	-	780-810	-	-	64	180-300
1.1640	1000-800	680-710	190	-	65	-	770-800	-	-	65	180-300
1.1650	1000-800	680-710	195	-	67	-	760-790	-	-	65	180-300
1.1660	1000-800	680-710	210	-	72	-	760-790	-	-	65	180-300
1.1740	1050-800	680-710	207	-	71	-	800-830	-	-	58	180-300
1.1744	1000-800	680-710	217	246	74	85	800-830	-	-	60	180-300
1.1750	1000-800	680-710	217	-	74	-	780-810	-	-	62	180-300
1.1760	1000-800	680-710	225	248	78	85	780-810	-	-	63	180-300
1.1820	1100-800	680-710	170	-	58	-	790-820	-	-	60	180-300
1.1822	1000-800	680-710	190	-	65	-	800-830	-	-	60	180-300
1.1830	1000-800	680-710	(225)	248	(78)	85	800-830	-	-	60	180-300
1.1840	1000-800	680-710	(225)	248	(78)	85	800-830	-	-	61	180-300

1. Αριθμός σκληρότητας κατά Brinell.

2. Αριθμός σκληρότητας κατά Rockwell C.

ΚΡΑΜΑΤΟΥΧΟΙ ΑΝΘΡΑΚΟΧΑΛΥΒΕΣ

- Κύρια κραματικά στοιχεία: Cr, Mn, W, Mo, V σε συνολικό ποσοστό κραμάτωσης <3%.
- Διατήρηση της σκληρότητας σε υψηλότερες θερμοκρασίες (~500°C).
- Υψηλότερες ταχύτητες κοπής (μέχρι 25 m/min).
- Βαφή σε λάδι που εξασφαλίζει μεγαλύτερη αντοχή σε κάμψη και κρούση.

Πίνακας 3: Τυποποίηση κραματούχων εργαλειοχαλύβων

Αριθμός προτύπου	Συμβολισμός DIN	Χημική σύνθεση								
		C [%]	Si [%]	Mn [%]	P ≤ [%]	S ≤ [%]	Cr [%]	Mo [%]	V [%]	W [%]
1.2002	125 Cr 1	1,20-1,30	0,15-0,30	0,25-0,40	0,030	0,030	0,20-0,35	-	-	-
1.2003	75 Cr 1	0,70-0,80	0,25-0,50	0,50-0,70	0,035	0,035	0,25-0,40	-	-	-
1.2004	85 Cr 1	0,80-0,90	0,30-0,50	0,50-0,70	0,035	0,035	0,30-0,45	-	-	-
1.2059	120 Cr 5	1,10-1,25	0,20-0,40	0,20-0,40	0,030	0,030	1,20-1,50	-	-	-
1.2063	145 Cr 6	1,40-1,60	0,15-0,30	0,50-0,70	0,035	0,035	1,30-1,50	-	(0,10)	-
1.2067	100 Cr 6	0,95-1,05	0,15-0,30	0,25-0,40	0,035	0,035	1,40-1,70	-	-	-
1.2080	x120 Cr 12	1,90-2,20	0,20-0,40	0,20-0,40	0,035	0,035	11,00-12,00	-	-	-
1.2108	90 CrSi 5	0,85-0,95	1,05-1,25	0,60-0,80	0,035	0,035	1,10-1,30	-	-	-
1.2109	125 CrSi 5	1,20-1,30	1,05-1,25	0,60-0,80	0,035	0,035	1,10-1,30	-	-	-
1.2201	x165 CrV 12	1,55-1,75	0,25-0,40	0,20-0,40	0,035	0,035	11,00-12,00	-	0,07-0,12	-
1.2206	140 CrV 1	1,35-1,45	0,15-0,35	0,25-0,40	0,025	0,025	0,20-0,40	-	0,07-0,12	-
1.2210	115 CrV 3	1,10-1,25	0,15-0,30	0,20-0,40	0,035	0,035	0,50-0,80	-	0,07-0,12	-
1.2235	80 CrV 2	0,75-0,85	0,25-0,40	0,30-0,50	0,030	0,030	0,40-0,70	-	0,15-0,25	-
1.2376	x96 CrMoV 12	0,90-1,0	0,20-0,40	0,20-0,40	0,030	0,030	11,0-12,0	0,85-0,95	0,85-0,95	-
1.2378	x220 CrVMo 122	2,10-2,30	0,20-0,40	0,20-0,40	0,030	0,030	11,5-12,5	0,85-0,95	2,10-2,30	-
1.2436	x210 CrW 12	2,00-2,25	0,25-0,40	0,20-0,40	0,035	0,035	11,0-12,0	-	-	0,60-0,80
1.2442	115 W 8	1,10-1,20	0,15-0,30	0,20-0,40	0,035	0,035	0,15-0,25	-	-	1,80-2,10
1.2516	120 WV 4	1,15-1,25	0,15-0,30	0,20-0,35	0,035	0,035	0,15-0,25	-	0,07-0,12	0,90-1,10
1.2631	x50 CrMoW 911	0,45-0,55	0,80-1,00	0,40-0,60	0,035	0,035	8,00-9,00	1,10-1,30	-	1,10-1,30
1.2842	90 MnV 8	0,85-0,95	0,15-0,30	1,90-2,10	0,030	0,030	(0,20-0,50)	-	0,05-0,15	-

Πίνακας 4: Στοιχεία θερμικών κατεργασιών κραματούχων εργαλειοχαλύβων

Αριθμός προτύπου	Θερμηλασία [°C]	Ανόπτηση [°C]	Σκληρότητα [BHN]	Βαφή				Επαναφορά [°C]	Σκληρότητα [(RHN),]					
				[°C]	Νερό	Λάδι	Αέρας		Ανόπτηση σε °C					
									Βαμ- μένος	100	200	300	400	500
1.2002	1000-800	700-720	200	770-800	-	-	-	180-200	66	66	63	57	50	-
1.2003	1000-800	700-720	200	770-800	-	-	-	180-200	66	66	60	52	43	-
1.2004	1050-850	680-720	211	800-830	-	-	-	150-300	65	64	61	56	50	-
1.2059	1000-800	710-740	211	810-840	-	-	-	100-200	64	64	61	57	51	-
1.2063	1050-850	750-780	223	820-850	-	-	-	150-250	64	64	63	60	56	-
1.2067	1050-850	740-770	211	830-860	-	-	-	100-180	64	64	63	60	-	-
1.2080	1050-850	800-830	231	930-980	-	-	-	180-250	63	63	62	60	58	-
1.2108	1050-850	710-740	230	830-850	-	-	-	180-250	65	65	62	58	54	-
1.2109	1050-850	710-740	231	830-860	-	-	-	180-250	64	64	62	58	-	-
1.2201	1050-850	800-830	231	960-1000	-	-	-	180-250	64	64	63	60	58	-
1.2206	1000-850	710-740	211	770-800	-	-	-	100-150	66	65	62	58	-	-
1.2210	1050-850	710-740	211	800-830	-	-	-	180-250	64	64	61	58	-	-
1.2235	1050-800	680-710	250	800-830	-	-	-	180-300	63	63	60	55	50	45
1.2376	1100-800	820-850	250	1010-1050	-	-	-	180-500	62	62	61	59	57	58
1.2378	1000-850	870-900	255	1050-1100	-	-	-	550-570	63	62	61	59	59	62
1.2436	1000-850	800-830	239	930-980	-	-	-	180-250	64	64	63	60	58	-
1.2442	1050-850	710-750	219	800-830	-	-	-	180-250	66	65	63	60	55	-
1.2516	1050-850	710-740	219	780-810	-	-	-	180-250	65	65	62	60	-	-
1.2631	1100-850	750-800	228	1020-1050	-	-	-	180-300	58	58	57	56	55	-
1.2842	1050-850	690-720	211	760-820	-	-	-	150-250	64	64	62	58	-	-

3. ΧΥΤΟΚΡΑΜΑΤΑ - ΣΤΕΛΛΙΤΕΣ

- Μη σιδηρούχα κράματα αποτελούμενα από Co (κυρίως), Cr, W, C.
- Αντιπροσωπευτική σύνθεση: $\pi(\text{Co})=40\div50\%$, $\pi(\text{Cr})=27\div32\%$, $\pi(\text{W})=14\div29\%$, $\pi(\text{C})=2\div4\%$.
- Δεν επιδέχονται θερμική κατεργασία και κυκλοφορούν υπό τη μορφή χυτών πλακιδίων.
- Σκληρότητα μικρότερη των ταχυχαλύβων, διατήρησή της όμως σε υψηλότερες θερμοκρασίες.
- Ευπαθή σε κρούσεις.
- Υψηλές ταχύτητες κοπής (μέχρι 60 m/min) με μέτριες προώσεις.

Πίνακας 5: Τυπικά χαρακτηριστικά χυτοκραμάτων

Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες	Χημική σύνθεση [%]																			
	Co Cr W C άλλα ⁴					Co Cr W C άλλα					Co Cr W C άλλα					Co Cr W C άλλα				
	53	31	10	1,5	4	52	30	11	2,5	4	41	32	17	2,5	4	38	30	18	2,0	12
Πυκνότητα [g/cm ³]	8,36					8,38					8,76					8,63				
Σημείο τήξεως [°C]	1256-1298					1235-1320					1166-1332					1139-1314				
Μέγιστη αντοχή [daN/mm ²] ¹	75					58					51					51				
Όριο διαρροής [daN/mm ²]	Προσεγγίζει τη μέγιστη αντοχή																			
Ολκιμότητα [%]	0-1					0					0					0				
Σκληρότητα [RHN _c]	58					60					61,5					62,5				
Αντοχή θλίψεως [daN/mm ²] ²	210					217					230					250				
Δυσθραυστότητα [daNcm] ³	170					100					50					45				
Μέτρο ελαστικότητας [daN/mm ²]	2,7×10 ⁴					2,3×10 ⁴					2,5×10 ⁴					2,7×10 ⁴				

1. Δοκίμιο διαμέτρου αρχικής διατομής 1/4 in.
2. Δοκίμιο διαμέτρου αρχικής διατομής 3/8 in.
3. Δοκιμασία δυσθραυστότητας κατά IZOD σε τετραγωνικά δοκίμια με πλευρά 0,394 in. χωρίς εγκοπή.
4. άλλα: λοιπά στοιχεία περιεχόμενα στο κράμα.

4. ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΕΣ

- Υλικό ΚΕ με ευρύτατη εφαρμογή.
- Καλύπτει όλη την περιοχή των ταχυτήτων κοπής, από τις πολύ χαμηλές μέχρι και τις υψηλές τιμές (~60 m/min).

• Από απόψης σύνθεσης διακρίνονται σε 3 κατηγορίες, βλ. Πίν. 6:

Κατηγορία Α: Με υψηλό ποσοστό W.

Κατηγορία Β: Με υψηλό ποσοστό Mo.

Κατηγορία C: Με μέση συμμετοχή W και Mo.

Πίνακας 6: Τυπικές συνθέσεις ταχυχαλύβων

Κατηγορία	W	Cr	Mo	V	Co	C	Fe
A	18	4	0.5	5	-	0.8	Υπόλοιπο
B	2	4	9	1	-	0.8	
C	6	4	5	2	5	0.85	

Πίνακας 7: Τυποποίηση ταχυχαλύβων κατά DIN

Αριθμός προτύπου	Συμβολισμός	Χημική ανάλυση									
		C [%]	Si [%]	Mn [%]	P ≤ [%]	S ≤ [%]	Co [%]	Cr [%]	Mo [%]	V [%]	W [%]
1.3202	S 12-1-4-5 (EV 4 Co)	1,30-1,45	0,45	0,40	0,030	0,030	4,50-5,00	3,80-4,50	0,70-1,00	3,50-4,00	11,50-12,50
1.3207	S 10-4-3-10 (EW 9 Co 10)	1,20-1,35	0,45	0,40	0,030	0,030	10,00-11,00	3,80-4,50	3,50-4,00	3,00-3,50	9,50-11,00
1.3211	S 12-1-2-3 (ECo 3)	0,77-0,85	0,45	0,40	0,030	0,030	2,50-3,00	3,80-4,50	0,70-1,00	1,70-2,00	11,50-12,50
1.3215	S 12-1-5-5	1,40-1,60	0,50	0,50	0,030	0,030	4,50-5,50	4,50-5,50	0,70-1,00	4,50-5,50	11,00-13,00
1.3243	S 6-5-2-5 (EMo 5 Co 5)	0,88-0,96	0,45	0,40	0,030	0,030	4,50-5,00	3,80-4,50	4,70-5,20	1,70-2,00	6,00-6,70
1.3245	S 18-0-2-2 (E 18 Co 3)	0,73-0,81	0,45	0,40	0,030	0,030	2,20-2,60	4,00-4,50	0,40-0,60	1,40-1,70	17,50-18,50
1.3247	S 2-10-1-8	1,05-1,12	0,35	0,35	0,025	0,025	7,50-8,50	3,60-4,40	9,00-10,00	1,00-1,30	1,20-1,80
1.3249	S 2-9-2-8	0,85-0,92	0,45	0,40	0,030	0,030	7,75-8,75	3,50-4,20	8,00-9,20	1,80-2,20	1,50-2,00
1.3251	S 12-1-2-5 (ECo 5)	0,75-0,82	0,45	0,40	0,030	0,030	4,50-5,00	4,00-4,50	1,00-1,50	1,70-2,00	12,00-13,00
1.3255	S 18-1-2-5 (E 18 Co 5)	0,75-0,83	0,45	0,40	0,030	0,030	4,50-5,00	3,80-4,50	0,50-0,80	1,40-1,70	17,50-18,50
1.3257	S 18-1-2-15 (E 18 Co 15)	0,60-0,70	0,45	0,40	0,030	0,030	15,00-16,00	3,80-4,50	0,50-1,00	1,40-1,70	17,50-18,50
1.3265	S 16-1-2-10 (E 18 Co 10)	0,72-0,80	0,45	0,40	0,030	0,030	9,00-10,00	3,80-4,50	0,50-0,80	1,40-1,70	17,50-18,50
1.3302	S 12-1-4 (EV 4)	1,20-1,35	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,80-4,50	0,70-1,00	3,50-4,00	11,50-12,50
1.3316	S 9-1-2 (ABC II)	0,78-0,86	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,80-4,50	0,70-1,00	1,40-1,70	8,00-9,00
1.3318	S 12-1-2 (D)	0,90-1,00	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,80-4,50	0,70-1,00	2,30-2,60	11,50-12,50
1.3333	S 3-3-2 (ABC III)	0,95-1,03	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,80-4,50	2,50-2,80	2,20-2,50	2,70-3,00
1.3342	SC 6-5-2	0,95-1,05	0,35	0,35	0,025	0,025	-	3,80-4,50	4,70-5,20	1,70-2,00	6,00-6,70
1.3343	S 6-5-2 (D Mo 5)	0,84-0,92	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,80-4,50	4,70-5,20	1,70-2,00	6,00-6,70
1.3344	S 6-5-3 (EMo 5 V 3)	1,17-1,27	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,80-4,50	4,70-5,20	2,70-3,20	6,00-6,70
1.3346	S 2-9-1 (BMo 9)	0,78-0,86	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,50-4,20	8,00-9,20	1,00-1,30	1,50-2,00
1.3348	S 2-9-2 (BMo 9 V)	0,97-1,07	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,50-4,20	6,00-9,20	1,80-2,20	1,50-2,00
1.3355	S 18-0-1 (B 18)	0,70-0,78	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,80-4,50	-	1,00-1,20	17,50-18,50
1.3357	S 18-0-2 (C 18)	0,82-0,87	0,45	0,40	0,030	0,030	-	3,60-4,50	(0,40-0,60)	1,80-2,20	18,00-19,00

- Συμβολή των κραματικών στοιχείων

W: Σχηματίζει σύνθετα καρβίδια με τα καρβίδια του Fe, με αποτέλεσμα την εξασφάλιση της σκληρότητας σε υψηλές θερμοκρασίες.

Mo: Ομοίως

Co: Διαλύεται στο φερριτικό ιστό του χάλυβα, με συνέπεια την ανύψωση του σημείου αναक्रυστάλλωσης και τη διατήρηση της σκληρότητας σε υψηλότερες θερμοκρασίες (λόγω μηχανισμού σκλήρυνσης και όχι λόγω θερμικής κατεργασίας).

V: Εμποδίζει την ανάπτυξη μεγάλου μεγέθους κόκκων στις υψηλές θερμοκρασίες (κατά τη θερμική τους κατεργασία). Ευνοεί το σχηματισμό ελεύθερων πολύ σκληρών καρβιδίων που συντελούν στην αύξηση της αντοχής σε φθορά σε όλες τις θερμοκρασίες κοπής.

- Η βαφή τους είναι πολύπλοκη διαδικασία και απαιτεί ιδιαίτερη εμπειρία. Η θερμοκρασία βαφής είναι της τάξης των 1200÷1300°C, αλλά αποκλίσεις της τάξης των 20÷30°C από την

προδιαγεγραμμένη τιμή μπορεί να οδηγήσει σε αντίθετα αποτελέσματα (μείωση σκληρότητας). Η βαφή γίνεται σε λάδι ή ειδικά λουτρά αλάτων και ακολουθεί ήρεμη απόψυξη σε ρεύμα αέρα.

• ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΩΝ

- Μεγάλη αντοχή σε φθορά.
- Διατήρηση της σκληρότητας μέχρι τους 600°C περίπου.
- Ικανοποιητική αντοχή σε κρούσεις και κραδασμούς.
- Μικρό σχετικά κόστος κτήσης
- Ευχερής και οικονομική επανατρόχιση.

Πίνακας 8: Τυποποίηση ταχυχαλύβων κατά AISI

Τυποποίηση AISI	Χημική σύνθεση									Αριθμός Γερμανικού προτύπου	Αντοχή σε φθορά ¹	Αντοχή σε επαναφορά ¹
	C [%]	Si [%]	Mn [%]	Co [%]	Cr [%]	Mo [%]	V [%]	W [%]	Έτερα [%]			
M 1	0,78-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	-	3,75-4,00	8,00-9,00	1,00-1,25	1,50-1,65	-	1.3346	ΛΚ	ΛΚ
M 2	0,80-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,25	4,75-5,25	1,70-2,10	6,00-6,50	-	1.3343	ΛΚ	ΛΚ
M 3	1,00-1,10	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,25	5,70-6,25	2,40-2,55	6,00-6,25	-	-	ΛΚ	ΛΚ
M 3	1,10-1,20	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,25	5,00-6,25	3,00-3,30	5,60-6,25	-	1.3344	ΛΚ	ΛΚ
M 4	1,25-1,30	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,25-4,50	4,50-4,75	3,75-4,25	5,50-6,00	-	-	A	ΛΚ
M 6	0,75-0,80	0,10-0,40	0,10-0,40	11,5-12,5	3,75-4,25	4,75-5,25	1,25-1,55	3,75-4,25	-	-	ΛΚ	ΛΚ
M 7	0,97-1,03	0,10-0,40	0,10-0,40	-	3,75-4,00	8,50-8,75	1,90-2,10	1,50-1,75	-	1.3348	ΛΚ	ΛΚ
M 8	0,80-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,50	4,30-4,70	1,35-1,65	5,25-5,75	Cb 1,25	-	ΛΚ	ΛΚ
M 10	0,85-0,90	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,25	8,00-8,50	1,90-2,10	-	-	1.3345	ΛΚ	ΛΚ
M 15	1,50-1,60	0,10-0,40	0,10-0,40	4,75-5,25	4,00-4,75	3,00-5,00	4,75-5,25	6,25-6,75	-	-	A	A
M 30	0,80-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	4,75-5,25	3,75-4,25	8,25-8,50	1,10-1,40	1,50-1,80	-	1.3249	ΛΚ	A
M 33	0,85-0,95	0,10-0,40	0,10-0,40	7,75-8,25	3,50-4,00	9,25-9,75	1,00-1,30	1,30-1,70	-	1.3249	-	-
M 33	1,05-1,10	0,10-0,40	0,10-0,40	7,75-8,25	3,50-4,00	9,25-9,75	1,05-1,25	1,30-1,70	-	-	-	-
M 34	0,87-0,93	0,10-0,40	0,10-0,40	8,00-8,50	3,50-4,00	8,45-8,95	1,85-2,25	1,30-1,60	-	-	ΛΚ	A
M 35	0,80-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	4,75-5,25	3,90-4,40	4,75-5,25	1,75-2,15	6,15-6,65	-	1.3243	ΛΚ	A
M 36	0,80-0,90	0,10-0,40	0,10-0,40	7,75-9,00	3,75-4,25	4,25-5,25	1,65-2,00	5,50-6,00	-	-	ΛΚ	A
T 1	0,70-0,75	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,10	0,70	1,00-1,20	18,00-18,25	-	1.3355	ΛΚ	ΛΚ
T 2	0,80-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,25	0,50-0,75	2,00-2,15	18,00-18,50	-	1.3357	ΛΚ	ΛΚ
T 2	0,95-0,98	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,25	0,50-0,75	2,00-2,15	18,00-18,50	-	-	ΛΚ	ΛΚ
T 3	1,08-1,13	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,00-4,25	0,70-0,90	2,90-3,30	18,00-18,50	-	-	ΛΚ	ΛΚ
T 4	0,70-0,75	0,10-0,40	0,10-0,40	4,75-5,25	4,00-4,50	0,60-0,80	1,00-1,25	18,00-19,00	-	1.3255	ΛΚ	A
T 5	0,77-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	7,60-9,00	4,00-4,50	0,65-1,00	1,85-2,00	18,50-19,00	-	1.3265	ΛΚ	A
T 6	0,75-0,85	0,10-0,40	0,10-0,40	11,5-12,2	4,00-4,50	0,60-0,80	1,60-2,00	18,75-20,00	-	-	ΛΚ	A
T 7	0,70-0,75	0,10-0,40	0,10-0,40	-	4,50-5,00	-	1,50-1,80	13,50-14,50	-	1.3321	ΛΚ	ΛΚ
T 8	0,75-0,80	0,10-0,40	0,10-0,40	5,00-5,25	3,75-4,25	0,75	2,00-2,25	13,75-14,00	-	1.3251	ΛΚ	A
T 9	1,22-1,28	0,10-0,40	0,10-0,40	-	3,75-4,25	0,75	3,75-4,25	18,00-18,50	-	-	A	ΛΚ
T 15	1,50-1,60	0,10-0,40	0,10-0,40	4,75-5,25	4,50-4,75	0,50	4,75-5,00	12,50-13,50	-	1.3202	A	A

1. ΛΚ: Λίαν καλή. Α: Άριστη σε σχέση και προς τους υπόλοιπους χάλυβες εργαλείων.

• ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΩΝ

- (i) Με *σύντηξη* του μίγματος. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ο ανομοιογενής σχηματισμός των καρβιδίων κατά τη φάση στερεοποίησης που συντελεί στη μείωση της απόδοσης του ΚΕ.
- (ii) Με *κονιομεταλλουργία* και *πυροσυσσωμάτωση*. Η μέθοδος αποδίδει πιο ομοιογενή δομή στον ταχυχάλυβα και τα αντίστοιχα ΚΕ τροχίζονται ευκολότερα, είναι λιγότερο ευαίσθητα στη θερμική τους κατεργασία και έχουν υψηλότερη κοπτική ικανότητα. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι είναι το υψηλό κόστος.

Πίνακας 9: Στοιχεία θερμικών κατεργασιών ταχυχαλύβων κατά DIN

Αριθμός προτύπου	Θερμηλασία [°C]	Ανόπτηση [°C]	Βαφή [°C]	Επαναφορά [°C]	Σκληρότητα ύστερα από επαναφορά ≥ RHN _c
1.3202	1100-900	780-810	1220-1260	560-580	65
1.3207	1100-900	800-830	1210-1250	550-570	65
1.3211	1100-900	770-820	1220-1260	560-580	64
1.3215	1100-900	770-820	1220-1270	570-590	64
1.3243	1100-900	790-820	1210-1250	550-570	64
1.3245	1150-900	770-820	1220-1270	560-580	64
1.3247	1050-900	770-820	1180-1210	510-540	67
1.3249	1100-900	790-820	1190-1230	550-570	64
1.3251	1150-900	770-820	1240-1280	550-570	65
1.3255	1150-900	820-850	1260-1300	560-580	64
1.3257	1150-900	820-850	1260-1300	560-580	64
1.3265	1150-900	820-850	1260-1300	560-580	64
1.3302	1100-900	780-810	1220-1260	560-580	65
1.3316	1100-900	770-820	1210-1250	540-560	64
1.3318	1100-900	780-810	1230-1270	550-570	64
1.3333	1100-900	780-790	1180-1220	530-550	64
1.3342	1050-900	770-820	1180-1220	540-560	65
1.3343	1100-900	790-820	1200-1240	540-560	64
1.3344	1100-900	770-820	1200-1240	550-570	64
1.3346	1100-900	790-820	1180-1220	530-550	64
1.3340	1100-900	780-810	1190-1230	540-560	64
1.3355	1150-900	820-850	1250-1290	550-570	64
1.3357	1150-900	820-850	1250-1290	550-570	64

Πίνακας 10: Χρήσεις ταχυχαλύβων

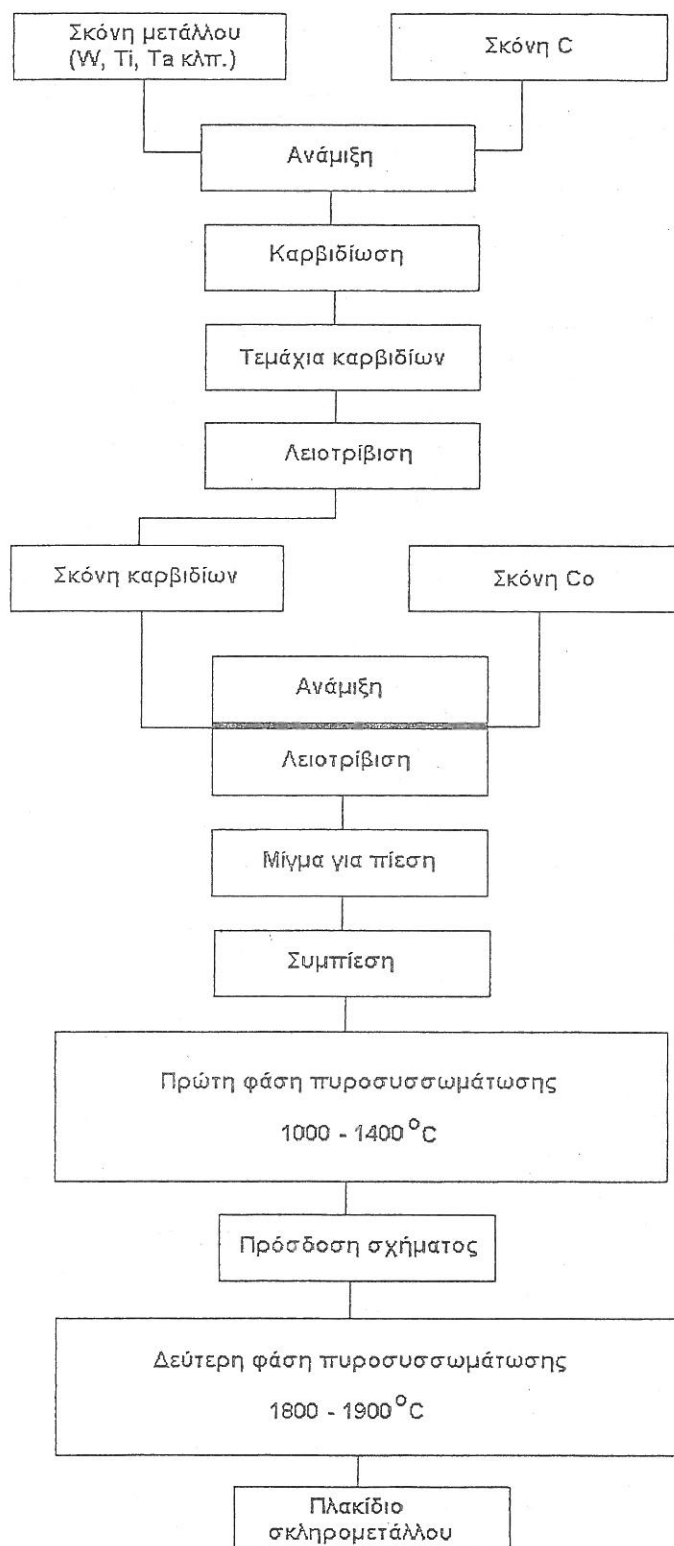
Αριθμός Γερμανικού προτύπου	Αμερικανική τυποποίηση AISI	Βιομηχανικές χρήσεις
1.3202	T 15	Κοπτικά εργαλεία εκχονδρίσεως και αποπερατώσεως ύψιστης αντοχής σε φθορά.
1.3207	—	Εργαλεία τορνεύσεως, ιδιαίτερα για κατεργασία σε αυτόματο τόρνο.
1.3211	—	Εργαλεία τορνεύσεως, φραιζες με καλή αντοχή σε επαναφορά.
1.3243	M 35	Τρύπανα αντοχής σε μεγάλες καταπονήσεις, εργαλεία αποκοπής κάθε είδους.
1.3245	—	Φραιζες, εργαλεία εκχονδρίσεως και αποπερατώσεως με αυξημένη δυσθραυστότητα.
1.3249	M 30, M 33	Φραιζες, εργαλεία εκχονδρίσεως σε μεγάλες καταπονήσεις.
1.3251	T 8	Εργαλεία τορνεύσεως και φραιζες για βαρείες κατεργασίες χαλύβων και χυτοσιδήρων.
1.3255	T 4	Εργαλεία τορνεύσεως και πλανίσματος μεγάλης καταπονήσεως και αυξημένης δυσθραυστότητας.
1.3265	T 5	Εργαλεία τορνεύσεως, φραιζες αυξημένης αντοχής σε επαναφορά.
1.3302	—	Εργαλεία αποπερατώσεως, φραιζες, εργαλεία αποκοπής, εργαλεία αυλακώσεως.
1.3316	—	Φραιζες, τρύπανα, σπειροτόμοι για κατεργασία μαλακών μεταλλικών υλικών.
1.3318	—	Εργαλεία τορνεύσεως, φραιζες για κατεργασία σκληρών μεταλλικών υλικών.
1.3333	—	Τρύπανα, φραιζες, εργαλεία αυλακώσεως.
1.3343	M 2	Τρύπανα, φραιζες, εργαλεία αυλακώσεως.
1.3344	M 3	Φραιζες βαρείας εργασίας, γλύφανα, εργαλεία αυλακώσεως.
1.3346	M 1	Τρύπανα, σπειροτόμοι, φραιζες για υλικά με αυξημένη μέγιστη αντοχή.
1.3348	M 7	Φραιζες για σκληρά υλικά.
1.3355	T 1	Τρύπανα, σπειροτόμοι, φραιζες.
1.3357	T 2	Τρύπανα, σπειροτόμοι, φραιζες, γλύφανα και άλλα κοπτικά εργαλεία.

5. ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΑ

- Διακρίνονται σε απλά (κλασσικά) και επενδυμένα σκληρομέταλλα.
- Ονομάζονται και *βίντια* (από το γερμανικό Wie Diamant = όπως το διαμάντι) λόγω της αυξημένης σκληρότητάς τους.
- Αποτελούνται από καρβίδια βαρέων μετάλλων (υψηλού σημείου τήξης), κατά βάση από WC σε συνδυασμό με TiC, TaC, MoC και VC. Ως συνδετική ύλη χρησιμοποιείται συνήθως Co και σπανιότερα σε ειδικές περιπτώσεις Ni και Fe.
- Παρασκευάζονται αποκλειστικά με τη μέθοδο της κονιομεταλλουργίας και πυροσυσσωμάτωσης, όπως περιγράφεται στο Σχ. 1.

Μεταξύ της πρώτης και δεύτερης φάσης πυροσυσσωμάτωσης γίνεται η πρόσδοση της τελικής μορφής του πλακιδίου σκληρομετάλλου, ενώ μετά και τη δεύτερη φάση παρατηρείται μείωση όγκου του πλακιδίου κατά 20÷30%.

Περαιτέρω πρόσδοση μορφής στο ΚΕ γίνεται μόνο με λείανση με τροχούς SiC ή με διαμαντοτροχούς.



Σχήμα 1: Διάγραμμα παραγωγής σκληρομετάλλων

Η σύνθεση των σκληρομετάλλων ποικίλει ανάλογα με το υλικό του κατεργάσιμου τεμαχίου και το είδος της κατεργασίας κοπής (τόρνευση, φρεζάρισμα, πλάνιση, ξεχόντρισμα, φινίρισμα κ.ο.κ.). Απαιτείται λοιπόν πολύ προσεκτική επιλογή τους.

• ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΩΝ

(α) *Κατά ISO 813 ή κατά DIN 4990*

Τα σκληρομέταλλα κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες που συμβολίζονται με τα γράμματα P, M και K και έχουν διακριτικό χρώμα μπλε, κίτρινο και κόκκινο, αντίστοιχα.

Κάθε κατηγορία έχει μια σειρά από ποιότητες που χαρακτηρίζονται από διψήφιους αριθμούς (αριθμοί ποιότητας). Η κατηγορία P έχει τις ποιότητες 01, 10, 20, 25, 30, 40 και 50, η κατηγορία M τις ποιότητες 10, 20, 30 και 40 και η κατηγορία K τις ποιότητες 01, 05, 10, 20, 30 και 40.

Ελάττωση του αριθμού ποιότητας σημαίνει αύξηση της σκληρότητας και της αντοχής σε φθορά λόγω τριβής του σκληρομετάλλου και μείωση της δυσθραυστότητάς του.

Στον Πίν. 2 δίνονται οι κατηγορίες και ποιότητες των σκληρομετάλλων με πληροφορίες για τη σύνθεση, τις ιδιότητες και τη χρήση τους.

(β) *Αμερικανική προτυποποίηση*

Διακρίνει δύο μεγάλες κατηγορίες σκληρομετάλλων:

- Σκληρομέταλλα με βάση το WC και συνδετικό υλικό Co και με μικρές προσθήκες TiC και TaC που δεν υπερβαίνουν το 5% κ.β. Τα σκληρομέταλλα αυτά εμπίπτουν στην ομάδα K κατά την προτυποποίηση ISO.

Τυπική συνηθέστερη σύνθεση:

$\pi(\text{Co}) : 8 \div 14\%$

$\pi(\text{TiC}+\text{TaC}) : 0 \div 2\%$

$\pi(\text{WC}) : 84 \div 96\%$.

- Σκληρομέταλλα με βάση το WC και συνδετικό υλικό Co, αλλά με μεγαλύτερες προσθήκες TiC και TaC (8÷42% κ.β). Τα σκληρομέταλλα αυτά εμπίπτουν στις κατηγορίες P και M κατά την προτυποποίηση ISO.

Τυπική συνηθέστερη σύνθεση:

$\pi(\text{Co}) : 3 \div 7\%$

$\pi(\text{TiC}+\text{TaC}) : 20 \div 42\%$

$\pi(\text{WC}) : 51 \div 77\%$.

• ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΩΝ

- Διατήρηση της σκληρότητας (περίπου 850 HB) σε υψηλές θερμοκρασίες (900÷1000°C), πρακτικά μη επηρεαζόμενη από την εκλυόμενη θερμότητα κοπής.
- Αντοχή σε φθορά πολλαπλάσια σε σύγκριση με τα άλλα υλικά ΚΕ.
- Μικρός συντελεστής θερμικής διαστολής και μεγάλη θερμική αγωγιμότητα.
- Μεγάλο μέτρο ελαστικότητας και όριο διαρροής (δηλ. είναι πολύ στιβαρά).
- Ψαθυρά υλικά με χαμηλή αντοχή σε εφελκυσμό.
- Ευαίσθητα σε κραδασμούς, κρούσεις και απότομες μεταβολές φορτίου και θερμοκρασίας.
- Τάση για σχηματισμό ψευδοακμής σε χαμηλές ταχύτητες (μειονέκτημα έναντι ταχυχαλύβων).
- Δεν απαιτείται η χρήση υγρών κοπής (ξηρή κοπή), αλλά, όποτε εφαρμόζεται χρήση υγρών κοπής, η παροχή τους πρέπει να είναι συνεχής και μεγάλη (γιατί;).
- Η τρόχισή τους γίνεται με ειδικούς μαλακούς τροχούς, ενώ η τελική λείανση με διαμαντο-τροχούς.

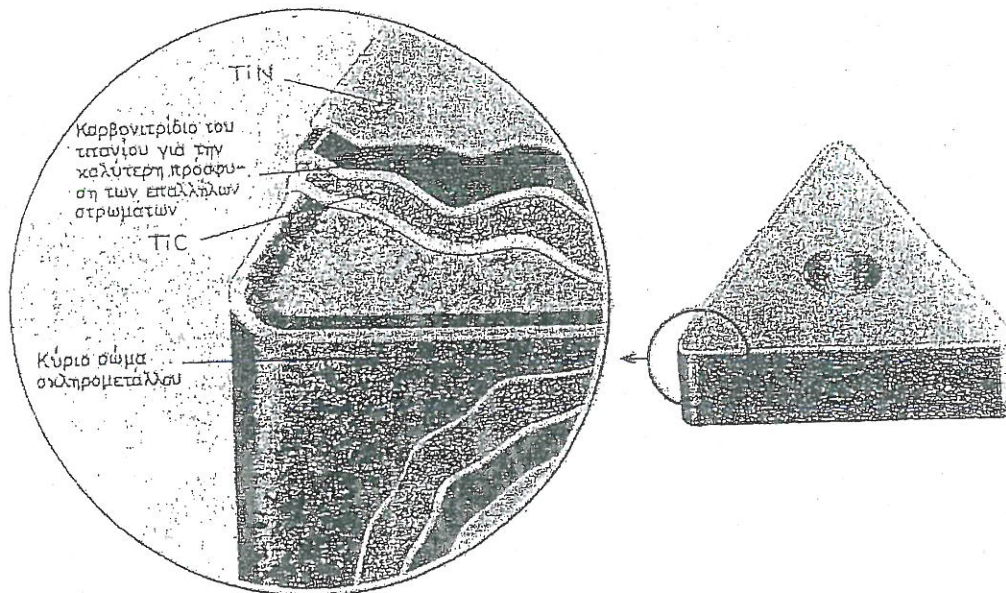
• ΕΠΕΝΔΥΜΕΝΑ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΑ

- Πρώτη εμφάνιση τους το 1969-71.
- Είναι σκληρομέταλλα επικαλυμμένα με λεπτό στρώμα καρβιδίου του τιτανίου (TiC) ή νιτρίδιο του τιτανίου (TiN) πάχους 4÷8 μm.
- Τεχνικές επένδυσης: Χημική εναπόθεση με ατμό (CVD), φυσική εναπόθεση με ατμό (PVD).

Προτυποποίηση, ιδιότητες και εφαρμογές των σκληρομετάλλων

Βασικές Ομάδες	Συμβολισμός	Υλικό	Είδος και συνθήκες κατεργασίας		αυξανόμενη ταχύτητα κοπής	αυξανόμενες προώσεις
P χάλυβας, χυτοχάλυβας, σιδηρούχα, υλικά με συνεχές απόβλητο	P01	χάλυβας, χυτοχάλυβας	Λεπτή τόνρευση και διάτρωση μεγάλων ταχύτητες κοπής, μικρές προώσεις	Μεγάλη ακρίβεια διαστάσεων πολύ καλή ποιότητα επιφανείας κατεργασία χωρίς δονήσεις		
	P10	χάλυβας, χυτοχάλυβας	Τόνρευση συνήθους και αντιγραφής, σπειρωτότητα, φρεζάρισμα. Μεγάλες ταχύτητες κοπής μικρές μέχρι μεσαίες προώσεις		1	2
	P20	χάλυβας, χυτοχάλυβας, μαλακόπλη με συνεχές απόβλητο	Τόνρευση συνήθους και αντιγραφής, σπειρωτότητα, φρεζάρισμα. μέσες ταχύτητες κοπής	πλάνισμα με μικρές μέχρι μεσαίες προώσεις		
	P30	χάλυβας χυτοχάλυβας μαλακόπλη με συνεχές απόβλητο	Τόνρευση πλάνισμα, φρεζάρισμα μέσες μέχρι χαμηλές ταχύτητες κοπής	μέσες μέχρι μεγάλες προώσεις ακόμα και κάτω από ολιγότερο ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας ^①		
	P40	χάλυβας χυτοχάλυβας με εγκλεισμένα ψήγματα άμμου και κενά συστολής	Τόνρευση, πλάνισμα, εργασίες αυτομάτων χαμηλές ταχύτητες κοπής	μεγάλες προώσεις δυνατή εφαρμογή μεγάλης γωνίας αποβλήτων από μη ευνοϊκές συνθήκες εργασίας ^②		
	P50	χάλυβας χυτοχάλυβας μέσης και χαμηλής αντοχής επίσης με εγκλεισμένα ψήγματα άμμου και κενά συστολής	Τόνρευση, πλάνισμα, εργασία αυτομάτων χαμηλές ταχύτητες κοπής	μεγάλες προώσεις δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου από μη ευνοϊκές συνθήκες εργασίας ^③ και με μεγάλες απαιτήσεις για τη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου.		
M χάλυβας, μαγνησιούχος χάλυβας, ωστενιτικοί χάλυβες, χάλυβες αυτομάτων, χυτοχάλυβες, χυτοσίδηρος και κράματα του, χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτη, χυτοσίδηρος μαλακόπλη μη σιδηρούχα μέταλλα	M10	χάλυβας, μαγνησιούχος χάλυβας χυτοσίδηρος και κράματά του	Τόνρευση μέσες μέχρι υψηλές ταχύτητες κοπής	μικρές μέχρι μέσες προώσεις	αυξανόμενη ταχύτητα κοπής	αυξανόμενες ταχύτητες προώσεις
	M20	χάλυβας ωστενιτικός χάλυβας μαγνησιούχος	χυτοσίδηρος, χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφίτη, χυτοσίδηρος μαλακόπλη	Τόνρευση, φρεζάρισμα μέσες ταχύτητες κοπής μέσες προώσεις		
	M30	χάλυβας ωστενιτικοί χάλυβες κράματα αντοχής σε υψηλή θερμοαντοχή χυτοχάλυβας χυτοσίδηρος	Τόνρευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα μέσες ταχύτητες κοπής μέσες μέχρι μεγάλες προώσεις			
	M40	χάλυβας μικρής αντοχής χάλυβας αυτομάτων μη σιδηρούχα μέταλλα	Τόνρευση συνήθους, τόνρευση με εργαλεία μορφής, αποκοπή			
K χυτοσίδηρος, χυτοσίδηρος μαλακόπλη με διακεκομμένο απόβλητο, σκληρός χυτοσίδηρος για κοκίλες, μη σιδηρούχα μέταλλα, χάλυβας μικρής αντοχής, βαμμένος χάλυβας, τεχνητά υλικά, ξύλο, μη μεταλλικά υλικά	K01	βαμμένος χάλυβας σκληρός χυτοσίδηρος κοκίλες με HRC ≤ 60 χυτοσίδηρος μεγάλης συγκρότησης κράματα αλουμινίου με υψηλή περιεκτικότητα σε πυρίτη σκληρά τεχνητά υλικά, χάρτιπλόρντ κεραμικά υλικά	Τόνρευση, λεπτή τόνρευση, λεπτή διάτρωση λεπτό φρεζάρισμα, στρώσιμο επιπέδους επιφανείας		αυξανόμενη ταχύτητα κοπής	αυξανόμενες ταχύτητες προώσεις
	K10	βαμμένος χάλυβας χυτοσίδηρος με HB ≥ 220 χυτοσίδηρος μαλακόπλη με διακεκομμένο απόβλητο κράματα χαλκού πυριτιούχα κράματα αλουμινίου τεχνητά υλικά γυαλί, σκληρά ελαστικό πορσελάνη, χάρτιπλόρντ, πετρώματα	Τόνρευση, διάτρωση, φρεζάρισμα, κώνων ολεξονόρισμα, κατασκευή αυλακώσεων στρώσιμο επιπέδους επιφανείας			
	K20	χυτοσίδηρος με HB ≤ 220 χαλκός, ορείχαλκος, αλουμίνιο και συναφή μη σιδηρούχα μέταλλα, σκληρή ξυλεία	Τόνρευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα κώνων ολεξονόρισμα κατασκευή αυλακώσεων με υψηλότερες απαιτήσεις για τη συνεκτικότητά του σκληρομετάλλου			
	K30	χάλυβας μικρής αντοχής χυτοσίδηρος χαμηλής σκληρότητας	Τόνρευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου υπό μη ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας ^④			
	K40	μη σιδηρούχα μέταλλα, μαλακή και σκληρή φυσική ξυλεία	Τόνρευση φρεζάρισμα δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου υπό μη ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας ^⑤			

ⓐ Περιπτώσεις μη ευνοϊκών συνθηκών καταργασίας: α) ανομοιογενές υλικό β) σκληρές περιοχές επιφάνειας από χυτήριο ή σφουρήλωση γ) μεταβαλλόμενη: σκληρότητα δ) μεταβαλλόμενο βάθος κοπής ε) διακοπόμενη κοπή στ) εργασίες με δόνηση και ζ) κενά οχι κυλινδρικά



Σχήμα 2: Επάλληλες στρώσεις επενδυμένου σκληρομετάλλου.

• ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

- Αυξημένη αντοχή σε φθορά έναντι των άλλων υλικών ΚΕ.
- Η χρήση τους είναι ευνοϊκότερη για μέτριες προώσεις της τάξης των $0.1 \div 0.8$ mm/στρ.
- Για την κατεργασία χαλύβων μέσης σύνθεσης οι επιτυγχανόμενες ταχύτητες κοπής είναι μέχρι και 100 m/min μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των κοινών σκληρομετάλλων.
- Δεν ενδείκνυνται για την κοπή κραμάτων Al, Mg και Ti, των περισσότερων ανοξειδωτων χαλύβων και κραμάτων πλούσιων σε Ni.
- Επίσης, δεν ενδείκνυνται για κατεργασίες αποπεράτωσης (λείανση) λόγω των μεγάλων σχετικά ακτίνων καμπυλότητας των κόψεων τους.
- Σήμερα, παράγονται επενδυμένα σκληρομέταλλα με πολλαπλές επάλληλες στρώσεις (Σχ. 2)

6. ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

- Κατασκευάζονται με τη μέθοδο της κονιομεταλλουργίας.
- Το βασικό κοπτικό υλικό είναι σκόνη τεχνητού κορουνδίου (Al_2O_3) με συνδετικό μέσο μικρά ποσοστά πυρίμαχων οξειδίων Mg και Si.
- Η σκληρότητα τους είναι πολύ υψηλή (>90 HRC) και διατηρείται σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Μεγάλη αντίσταση φθοράς και πολύ μικρή τάση διάχυσης.
- Ευαίσθητα σε καμπτική κόπωση, κρουστική φόρτιση και θερμοκρασιακές εναλλαγές.
- Κατασκευάζονται σε πλακίδια ορισμένων μορφών και συγκρατούνται σε μανέλες όπως τα σκληρομέταλλα.
- Επιτυγχάνονται ταχύτητες κοπής 2-3πλάσιες από εκείνες των σκληρομετάλλων.
- Χρησιμοποιούνται για την κοπή σχεδόν όλων των υλικών (πλην Al, Ti, Zr).
- Δεν χρησιμοποιούνται υγρά κοπής.
- Η χρήση τους σε μηχανές CNC συνεχώς διευρύνεται.

7. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΔΑΜΑΣ

• ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΜΑΝΤΙΟΥ

- Έχει πολύ μεγάλη σκληρότητα (περίπου 7000 HB) και μεγάλη αντοχή έναντι φθοράς (λόγω της ειδικής κρυσταλλικής δομής του). Η κόψη του παραμένει πρακτικά άφθαρτη σε συνεχή κοπή.
- Είναι ψαθυρό υλικό και συνεπώς ευαίσθητο στις κρούσεις.
- Δεν αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες κοπής (μέχρι 800°C).
- Έχει πολύ μικρό συντελεστή τριβής με τα μέταλλα.
- Δεν απαιτείται χρήση υγρού κοπής.
- Έχει το μικρότερο συντελεστή θερμικής διαστολής από οποιοδήποτε άλλο καθαρό υλικό, υψηλή θερμική αγωγιμότητα και είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού.

• ΧΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΜΑΝΤΙΟΥ

- Χρησιμοποιείται στις φάσεις φινιρίσματος (αποπεράτωση) σε ελαφρά μέταλλα και κράματα (Cu, Al, Ορείχαλκος), σκληρά τεχνητά υλικά και σπανιότερα στην κοπή βαμμένου χάλυβα και σκληρομετάλλων.
- Απαιτεί μικρές γωνίες αποβλίττου, βάθη κοπής και προώσεις, αλλά χρησιμοποιείται σε πολύ ευρύ πεδίο ταχυτήτων κοπής (40-3000 m/min).
- Αποδίδεται άριστη ποιότητα επιφάνειας κατεργασίας
- Έχει απεριόριστη διάρκεια ζωής (πρακτικά απεριόριστη).
- Υπάρχει ανάγκη χρήσης εργαλειομηχανών στιβαρών (στατικά και δυναμικά), με μεγάλη ακρίβεια μετάθεσης και κίνησης, καθώς επίσης και ειδικής μεθόδου συγκράτησης του διαμαντιού πάνω στη μανέλα του (με συγκόλληση ή σύσφιξη).

8. CBN (ΚΥΒΙΚΟΣ ΒΟΡΙΟΝΙΤΡΙΤΗΣ)

- Είναι συνθετικό υπέρσκληρο υλικό, δεύτερο κατά τάξη σκληρότητας μετά το διαμάντι. Υπερέχει όμως έναντι αυτού στο γεγονός ότι δεν οξειδώνεται στον αέρα και ότι αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες.
 - Πρόκειται για αλλοτροπική μορφή του βοριονιτρίτη και παρασκευάζεται με μεθόδους υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων.
 - Χρησιμοποιείται στην κοπή σιδηρούχων μετάλλων με μεγάλες ταχύτητες κοπής.
 - Τοποθετείται σε πλακίδια σκληρομετάλλου διαφόρων σχημάτων.
 - Έχει υψηλό κόστος κτήσης (60πλάσιο εκείνου του σκληρομετάλλου).
 - Στις ΗΠΑ κυκλοφορεί με την εμπορική ονομασία Borazon από την General Electric.
-

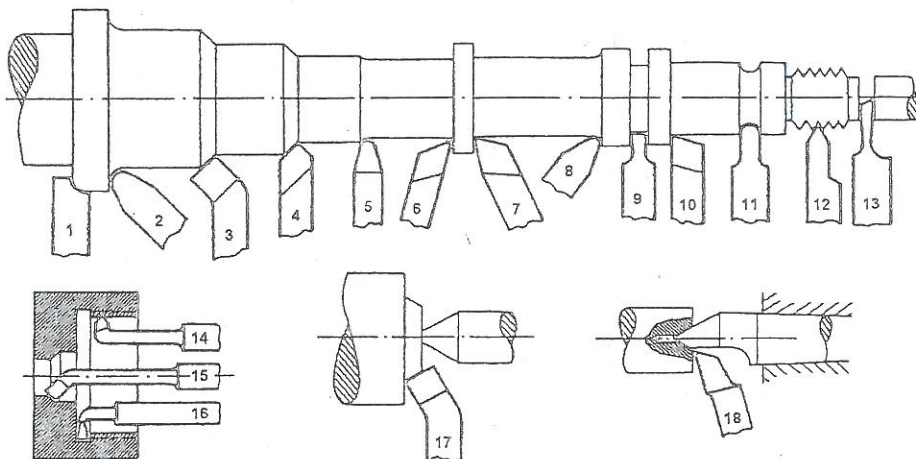
ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΟΡΝΕΥΣΗΣ

1. ΚΕ ΑΠΟ ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΑ

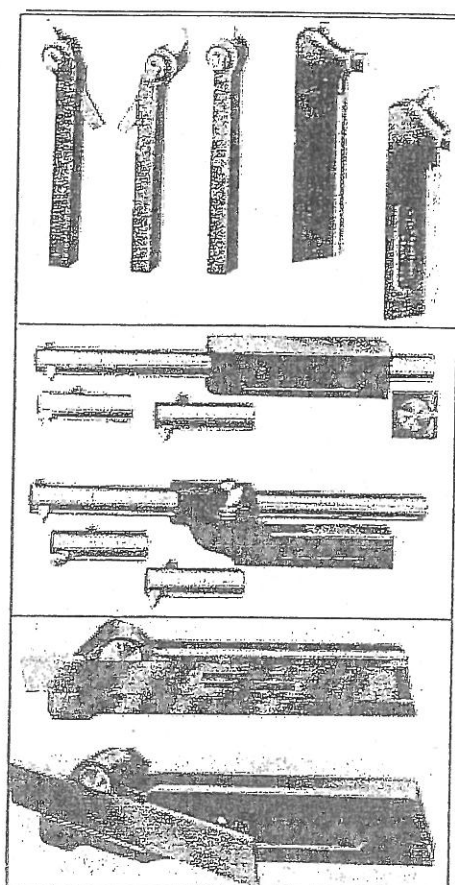


Σχήμα 1 Καθορισμός δεξιού ή αριστερού εργαλείου.

Κρατούμε το εργαλείο έτσι, ώστε το κοπτικό άκρο του να κατευθύνεται προς εμάς. Αν η κύρια κόψη βρίσκεται δεξιά, το εργαλείο χαρακτηρίζεται ως δεξιό, αν βρίσκεται αριστερά, χαρακτηρίζεται ως αριστερό.



Σχήμα 2 Βασικές μορφές εργαλείων торνεύσεως από ταχυχάλυβα και αντίστοιχες περιπτώσεις торνεύσεως. 1) Μορφής (στρογγυλεμένο κοίλο). 2) Μορφής (στρογγυλεμένο κυρτό). 3) Ξεχονδρίσματος λοξό. 4) Ξεχονδρίσματος ίσιο. 5) Τελειώματος ίσιο. 6) Προσώπου αριστερό. 7) Προσώπου δεξιό. 8) Μορφής. 9) Αυλακώσεως. 10) Μαχαίρι πλευρικό. 11) Μορφής. 12) Σπειρώματος εξωτερικό. 13) Αποκοπής. 14) Σπειρώματος εσωτερικό. 15) Ξεχονδρίσματος. 16) Αυλακώσεως. 17) Πρόσωπο. 18) Προσώπου για άκρο άξονα.



ΚΕ για εξωτερική τόννευση
(ξεχόνδρισμα και φινίρισμα)

ΚΕ για εσωτερική τόννευση
(μανέλα με ρυθμιζόμενο μήκος)

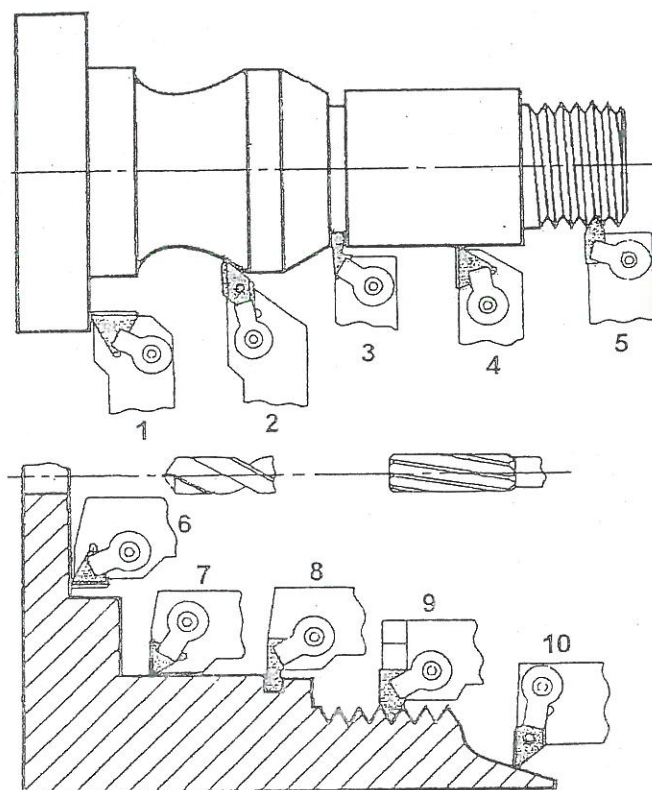
ΚΕ σχισίματος

Σχήμα 3 ΚΕ από ταχυχάλυβα σε κατάλληλες μανέλες

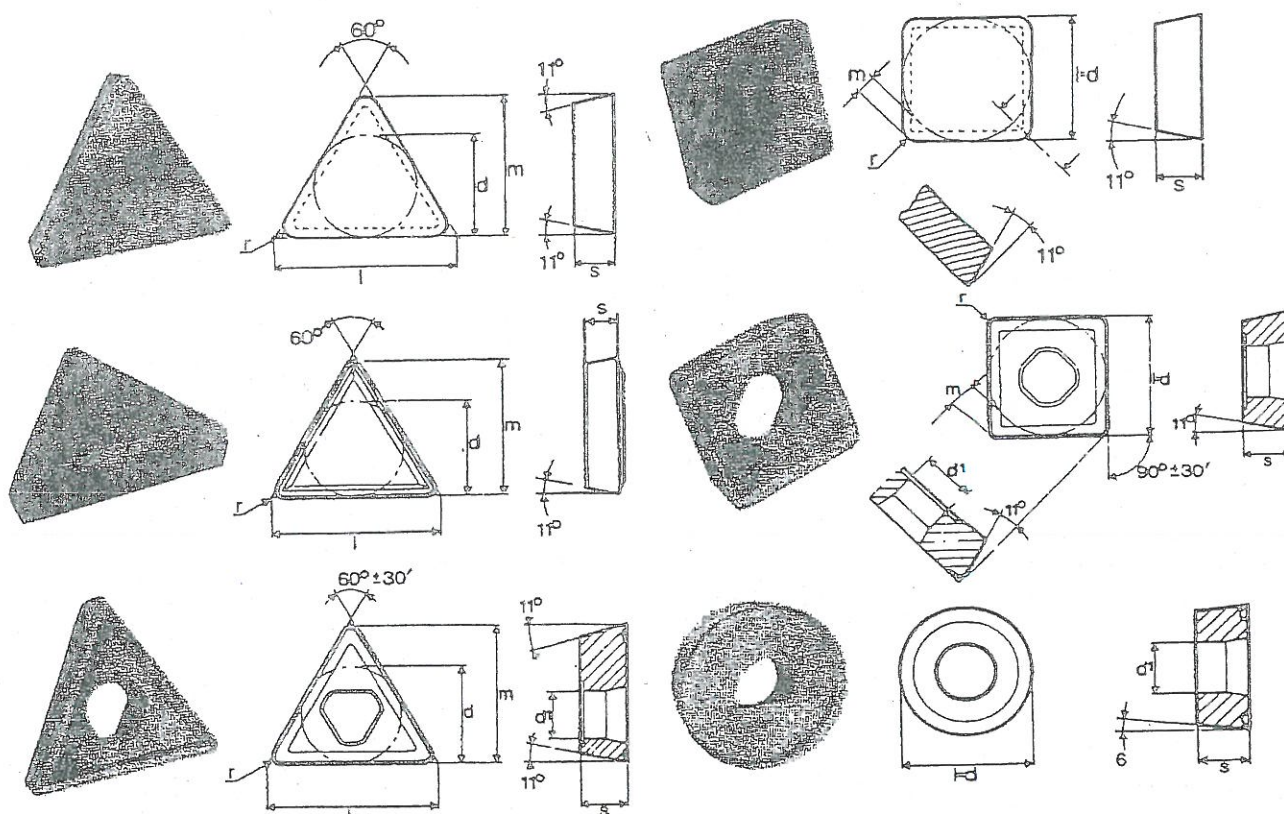
Μορφή	A	B	Γ	Δ	Ε
Διατομή					
Σχέση πλευρών	—	1:1	1:1:1	1.6:1 2:1 4:1	4:1

Σχήμα 4 Τυποποιημένες διατομές ραβδίων από ταχυχάλυβα για κοπτικά εργαλεία (DIN 4964).

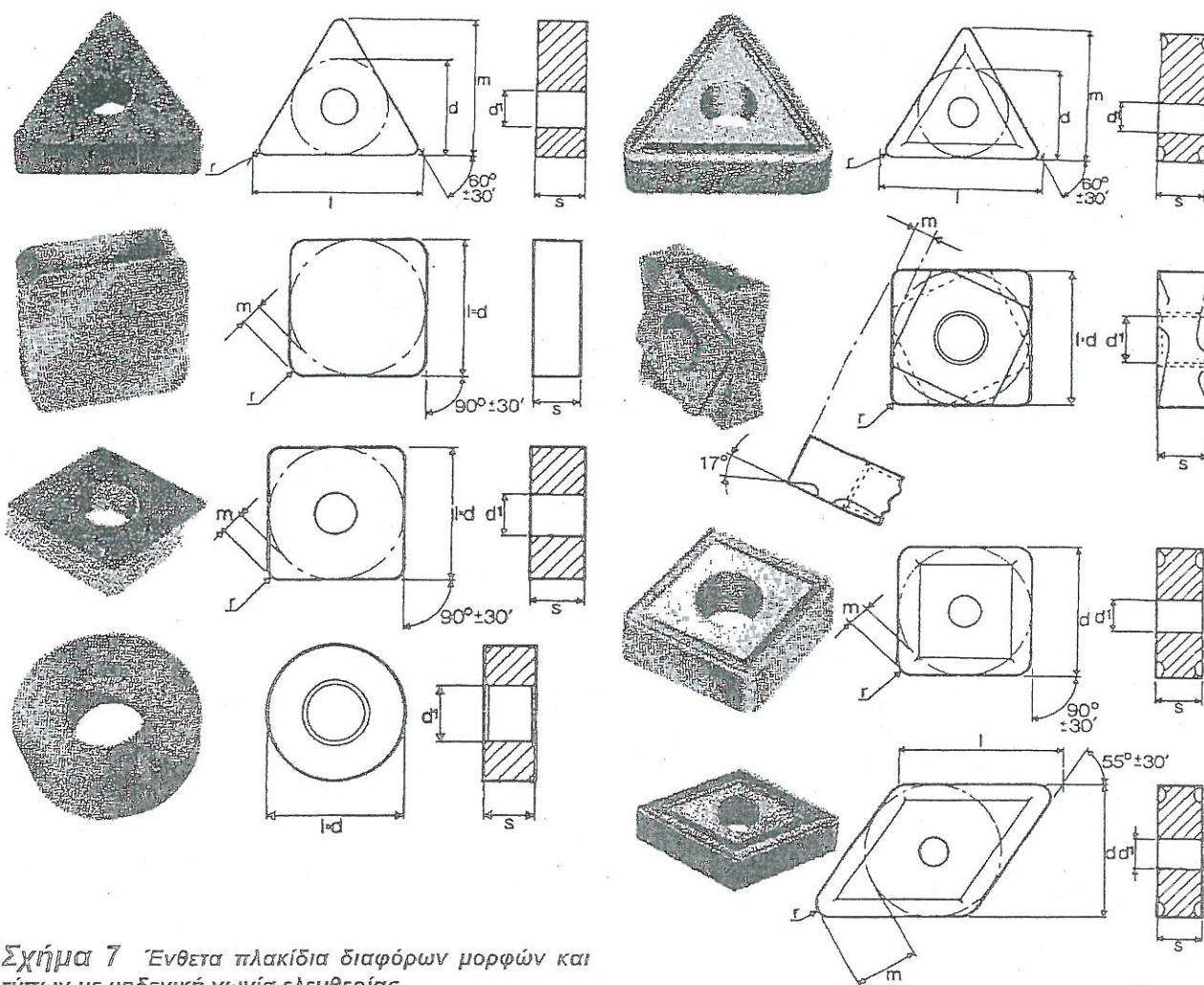
2. ΚΕ ΑΠΟ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΟ



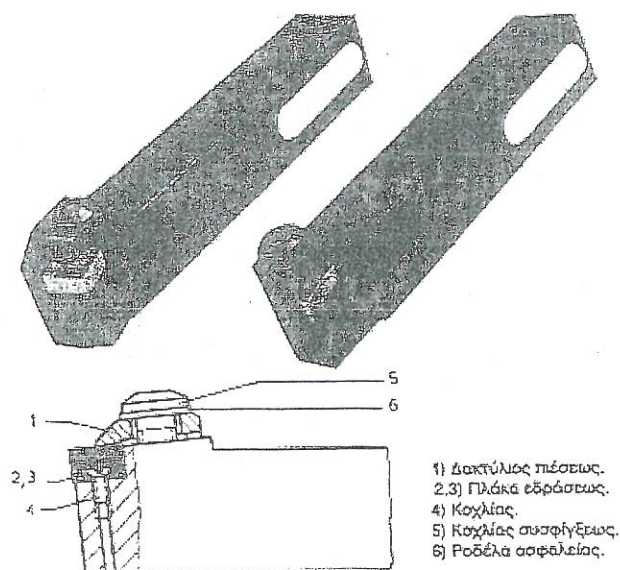
Σχήμα 5 Βασικές μορφές εργαλείων για εξωτερική και εσωτερική τórνευση με ένθετα πλακίδια.



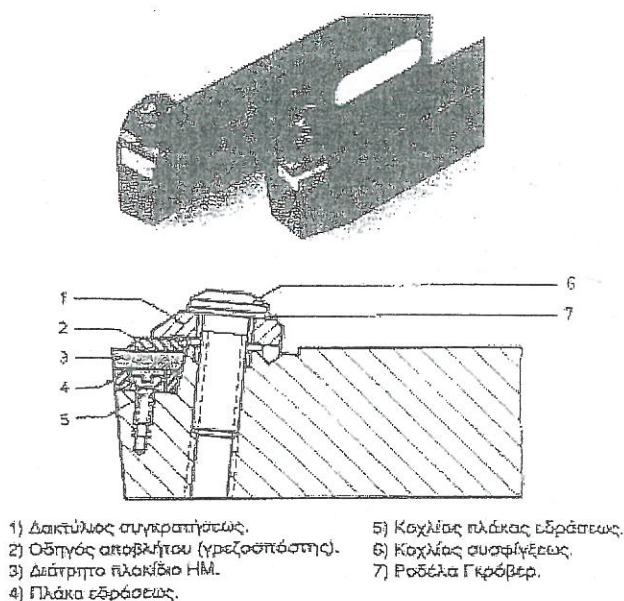
Σχήμα 6 Ένθετα πλακίδια σκληρομετάλλου διαφόρων μορφών και τύπων με θετική γωνία ελευθερίας



Σχήμα 7 Ένθετα πλακίδια διαφόρων μορφών και τύπων με μηδενική γωνία ελευθερίας

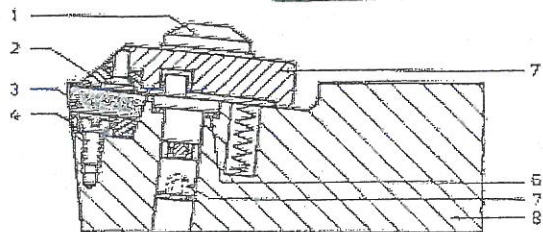
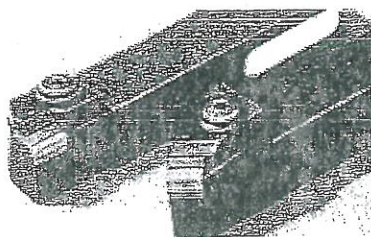


ΚΕ με απλή συγκράτηση πλακιδίου



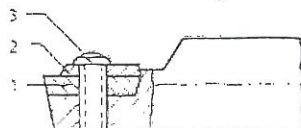
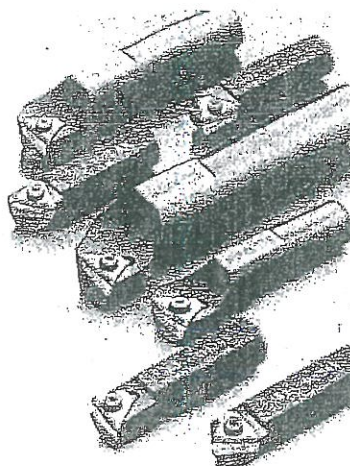
ΚΕ με σταθερό οδηγό αποβλήτου

Σχήμα 8 Τρόποι συγκράτησης ενθέτων πλακιδίων σκληρομετάλλου



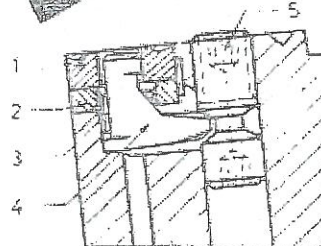
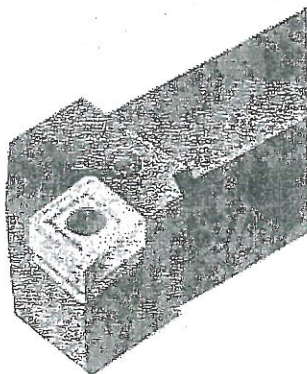
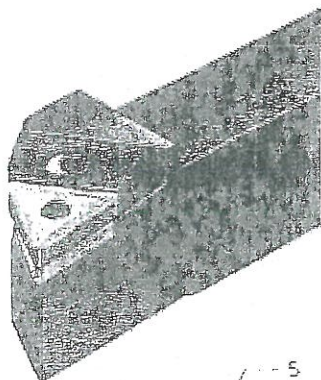
- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| 1) Κοχλίας στερεώσεως. | 5) Πλάκα πιέσεως. |
| 2) Γρεζοσπάστης. | 6) Ροδέλα ασφαλείας. |
| 3) Διάτρητο πλακίδιο ΗΜ. | 7) Έκκεντρο. |
| 4) Πλάκα εδράσεως. | 8) Στέλεχος - μανέλα. |

ΚΕ με ρυθμιζόμενο οδηγό αποβλήτου (γρεζοθραύστη)



- | |
|-----------------------------------|
| 1) Διάτρητο πλακίδιο ΗΜ. |
| 2) Οδηγός γρεζιού ή γρεζοσπάστης. |
| 3) Κοχλίας στερεώσεως. |

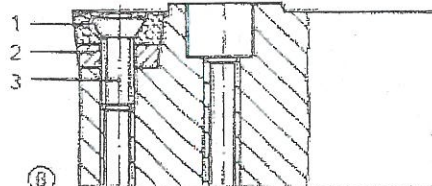
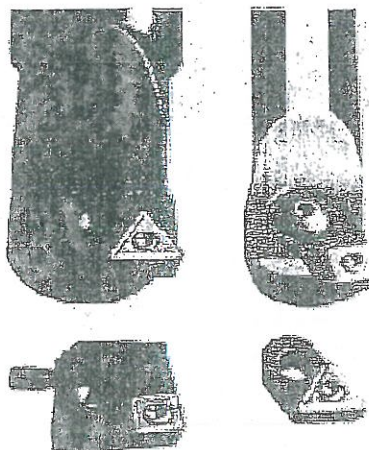
ΚΕ με διάτρητο πλακίδιο και σταθερό οδηγό αποβλήτου



- | |
|----------------------------|
| 1) Διάτρητο πλακίδιο ΗΜ. |
| 2) Πλάκα εδράσεως. |
| 3) Δακτύλιος συγκράτησεως. |
| 4) Γωνιακός μοχλός. |
| 5) Κοχλίας στερεώσεως. |

α

ΚΕ με διάτρητο πλακίδιο και αυλάκι για: (α) Εξωτερική τórνευση, (β) Εσωτερική τórνευση



β

Σχήμα 8 Τρόποι συγκράτησης ενθέτων πλακιδίων σκληρομετάλλου

3.6. ΚΕΡΑΜΟ-ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (CERMETS)

Την τρέχουσα δεκαετία, τα υλικά που χρησιμοποιούνται για εργαλεία είναι:

- Κραματωμένοι χάλυβες
- Εργαλειοχάλυβες
- Cermets (σύνθετα κεραμικών σωματιδίων, συνήθως καρβιδίων, με μεταλλική σύνδεση)
- Κεραμικά.

Τα κυριότερα ανταγωνιστικά υλικά των εργαλειοχαλύβων είναι οι cermets. Ο όρος cermet προέρχεται από τις λέξεις κεραμικό και μέταλλο, που είναι οι δύο κύριες φάσεις αυτών των υλικών. Η κεραμική φάση μπορεί να περιλαμβάνει καρβίδια, νιτρίδια ή ανθρακονιτρίδια τιτανίου, μολυβδαινίου, βολφραμίου, τανταλίου, νιόβιου, βαναδίου, αλουμινίου και των στερεών διαλυμάτων τους. Η φάση του μεταλλικού συνδετικού μπορεί να αποτελείται από κράμα νικελίου - κοβαλτίου, κοβάλτιο, εργαλειοχάλυβα, ανοξείδωτο χάλυβα κ.λπ. και συστατικά της κεραμικής φάσης, ανάλογα με τη διαλυτότητα τους στη μεταλλική φάση. Συνήθως παρασκευάζονται με μεθόδους κονιομεταλλουργίας, όπως πυροσυσσώματωση (sintering), κατά την οποία τα κεραμικά σωματίδια αντιδρούν με το υγρό μέταλλο, με αποτέλεσμα τη συσσωμάτωση του συστήματος.

Οι ιδιότητες των cermets καθορίζονται από τη σχέση μεταξύ του κοκκομετρικού μεγέθους των καρβιδίων και του ποσοστού του συνδετικού. Συνοψίζοντας, στην περίπτωση των σύνθετων υλικών μεταλλικής μήτρας με γόμωση καρβιδίων (cermets):

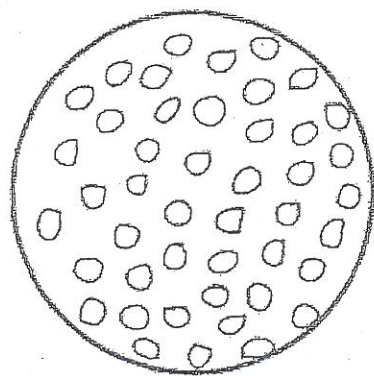
- Η κεραμική γόμωση προσδίδει αντίσταση σε φθορά και τριβή, ενώ η μεταλλική μήτρα προσδίδει δυσθραυστότητα και αντίσταση σε σοκ και τη δυσθραυστότητα.
- Τα λεπτοκρυσταλλικά καρβίδια ευνοούν τη σκληρότητα και την αντίσταση σε φθορά λόγω τριβής αλλά δεν ευνοούν την αντίσταση σε σοκ.
- Υψηλό ποσοστό μεταλλικού συνδετικού προάγει τη δυσθραυστότητα, την αντίσταση σε σοκ και την αντίσταση σε φθορά, αλλά μειώνει τη σκληρότητα, την αντοχή σε θλίψη, το μέτρο ελαστικότητας και την αντίσταση σε τριβή.
- Χαμηλό ποσοστό συνδετικού και λεπτή - πυκνή διασπορά καρβιδίων προσδίδουν αντίσταση σε τριβή αλλά μικρή δυσθραυστότητα.
- Χαμηλό ποσοστό συνδετικού και μικτό μέγεθος καρβιδίων προσδίδουν αντοχή σε τριβή και κάποια δυσθραυστότητα

Στο Σχήμα 3.6, δίνονται μερικές τυπικές μικροδομές cermets. Η μικροδομή ενός cermet συνίσταται σε σκληρά κεραμικά σωματίδια μέσα σε μία όλκιμη μήτρα. Η μικροδομή 3.6 (α) είναι τυπική εργαλειοχάλυβα με ενίσχυση TiC 45% κ.ό. και προσδίδει αντίσταση σε φθορά και δυσθραυστότητα. Το καρβίδιο του τιτανίου έχει διπλάσια σκληρότητα από τον εργαλειοχάλυβα. Η μικροδομή 3.6 (β) είναι τυπική 80% κ.ό. καρβιδίων (π.χ. WC) που συνδέονται με κοβάλτιο (υψηλό ποσοστό συνδετικού) με μεγάλα σωματίδια καρβιδίων. Η μικροδομή αυτή χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου απαιτείται αντίσταση σε σοκ. Η μικροδομή 3.6 (γ) χαρακτηρίζεται από χαμηλό ποσοστό συνδετικού με μικτό μέγεθος καρβιδίων και μπορεί να απαντηθεί σε καρβίδια (π.χ. WC) σε 10% κ.ό. μήτρα κοβαλτίου. Η μικροδομή αυτή χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου απαιτείται αντίσταση σε τριβή και κάποια δυσθραυστότητα. Η μικροδομή 3.6 (δ) χαρακτηρίζεται από χαμηλό ποσοστό συνδετικού με πυκνή και λεπτομερή διασπορά καρβιδίων και απαντάται σε καρβίδια (π.χ. WC) σε 10% κ.ό. μήτρα κοβαλτίου. Η μικροδομή αυτή προσδίδει αντίσταση σε τριβή αλλά μικρή δυσθραυστότητα.

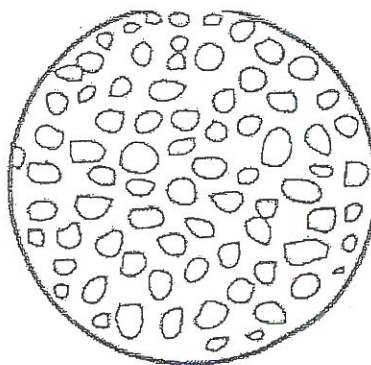
Σήμερα οι cermets χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στην τόννευση, τη διάτρηση, τη χάραξη και τη σπείρωση χαλύβων, χυτοσιδηρών και μη σιδηρούχων μετάλλων, σε ευρεία γκάμα ταχυτήτων κοπής. Στο Σχήμα 3.7, παρουσιάζονται εξαρτήματα τόννων από cermets.

Οι σύγχρονες τάσεις στην ανάπτυξη των cermets είναι:

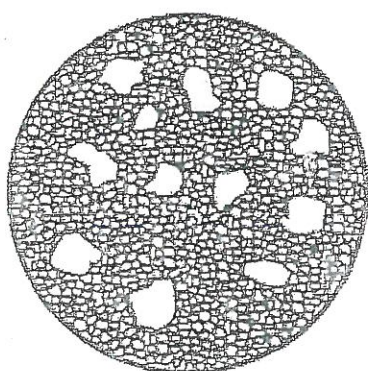
- Ακριβής έλεγχος της σύστασης της κεραμικής γόμωσης, έτσι ώστε το εσωτερικό των κεραμικών σωματιδίων να παρουσιάζει μέγιστη σκληρότητα και αντίσταση ορά και η περιφέρεια τους καλή πρόσφυση στη μεταλλική σύνδεση.
- Ακριβής έλεγχος της χημικής σύστασης της μεταλλικής φάσης, με σκοπό τη βελτιστοποίηση της σκληρότητας και της αντοχής εν θερμώ, χωρίς όμως παράλληλη αύξηση της ψαθυρότητας.



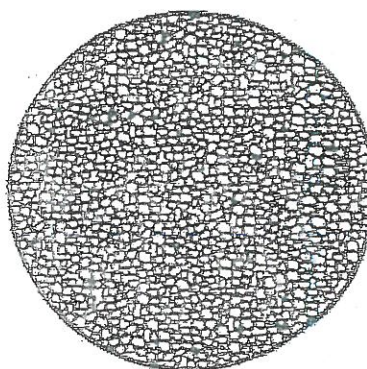
(α)



(β)



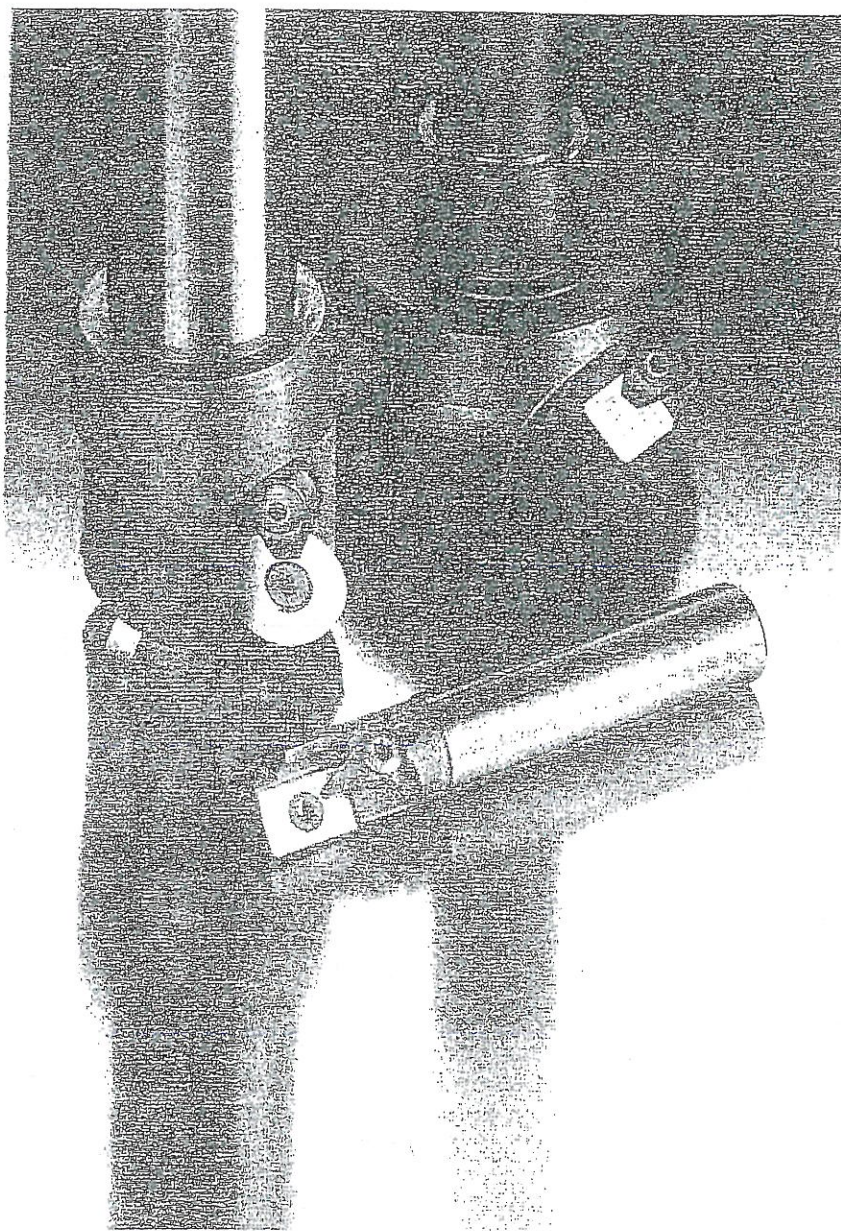
(γ)



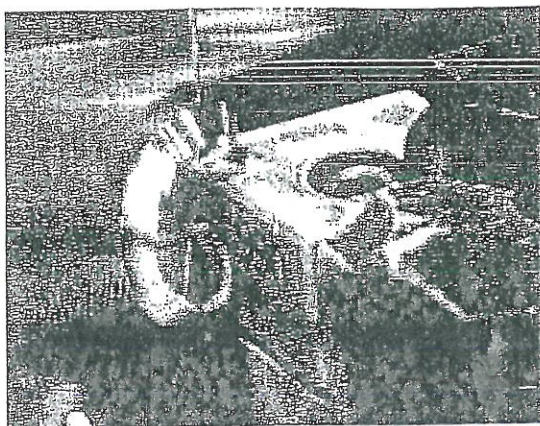
(δ)

Σχήμα 3.6: Μικροδομές cermets (σύνθετα μεταλλικής μήτρας με κεραμική γόμωση) που είναι ανταγωνιστικά υλικά με τους εργαλειοχάλυβες.

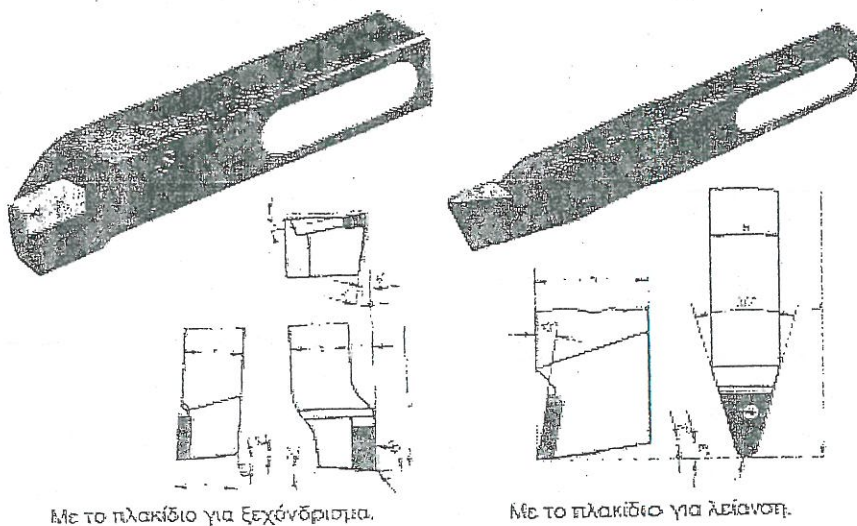
- (α) 45% κ.ό. καρβίδια (π.χ. TiC) σε μήτρα εργαλειοχάλυβα (*400) (Αντίσταση σε φθορά)
- (β) 80% κ.ό. καρβίδια (π.χ. WC) σε μήτρα κοβαλτίου (*1500) - Υψηλό ποσοστό συνδετικού και μεγάλα σωματίδια καρβιδίων (Αντίσταση σε σοκ)
- (γ) Καρβίδια (π.χ. WC) σε 10% κ.ό. μήτρα κοβαλτίου (*1500) -Χαμηλό ποσοστό συνδετικού με μικτό μέγεθος καρβιδίων (Αντίσταση σε τριβή και κάποια δυσθραυστότητα)
- (δ) Καρβίδια (π.χ. WC) σε 10% κ.ό. μήτρα κοβαλτίου (*1500) -Χαμηλό ποσοστό συνδετικού με λεπτά καρβίδια (Αντίσταση σε τριβή αλλά μικρή δυσθραυστότητα).



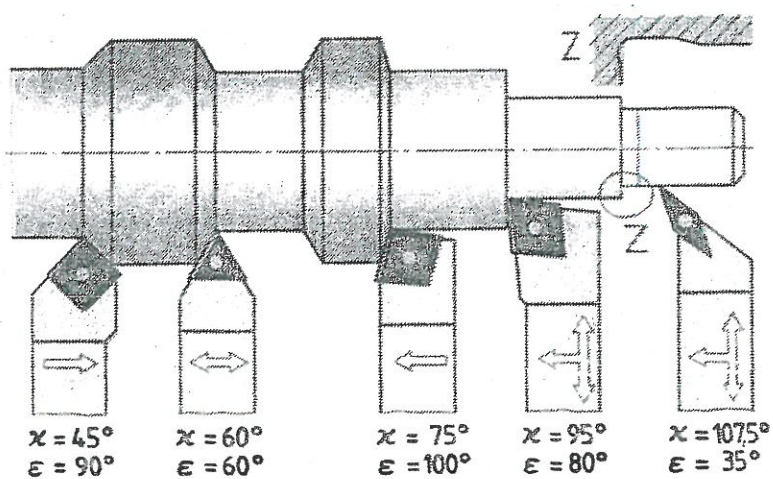
Σχήμα 3.7: Εξαρτήματα τórνευσης από cermet.



Σχήμα 9 Κοπή με ΚΕ σκληρομετάλλου



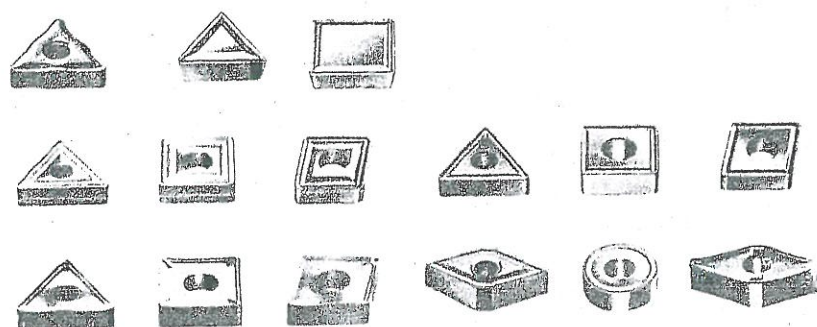
Σχήμα 9 ΚΕ με πλακίδιο σκληρομετάλλου στερεωμένο με συγκόλληση



Εργαλεία για εξωτερική κυκλική τόννευση

Τυποποίηση σκληρομετάλλων

Τα πλακίδια κυκλοφορούν με διάφορες μορφές και ονομασίες στο εμπόριο όπως Titanit, Windia, Uddia, Carboly, Coromant, Kertel κ.λ.π. Η τυποποίηση τους αναφέρεται στην καταλληλότητά τους για διάφορα είδη κοπής, στις διάφορες ποιότητες μετάλλων και στη μορφή των πλακιδίων (τριγωνική, ορθογωνική κ.τ.λ. και στις διαστάσεις τους.



Στο εμπόριο διατίθενται και επενδυμένα σκληρομέταλλα τα οποία στην επιφάνειά τους φέρουν λεπτό στρώμα νιτρίδιων του τιτανίου έτσι αυξάνεται η αντοχή τους σε φθορά ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες.

Ομάδες σκληρομετάλλων:

Ομάδα P: Έχει κύριο πεδίο εφαρμογής σε σιδηρούχα μέταλλα με συνεχές ή διακοπτόμενο απόβλητο. Έχει χαρακτηριστικό χρώμα το μπλε και η βασική τους σύνδεση είναι $WC+TiC+TaC+Co$.

Ομάδα M: Έχει κύριο πεδίο εφαρμογής σε μη σιδηρούχα μέταλλα και χαρακτηριστικό χρώμα το κίτρινο.

Ομάδα K: Έχει κύριο πεδίο εφαρμογής σε σιδηρούχα μέταλλα με διακοπτόμενο απόβλητο, σε μη σιδηρούχα, μέταλλα, και σε μη μεταλλικά υλικά. Έχει χαρακτηριστικό χρώμα το κόκκινο και η βασική τους σύνδεση είναι $WC+Co (TiC+TaC)$.

Κατηγορίες βιντιών για τórνευση

ISO

(Χάλυβας, χυτοχάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας μακράς σμίλευσης σφυρήλατος σιδήρος)

Βασικές κατηγορίες

S1P (P01-P15)

Τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδρισμα χάλυβα και χυτοχαλύβων. Ευνοϊκές συνθήκες. Μεγάλη ταχύτητα κοπής, μέτρια πρόωση. Καλύτερη χρήση χωρίς ψυκτικό. Κατάλληλο για αντιγραφή και ελικοτόμηση.

CC415 (P05-P30)

Για τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδρισμα χάλυβα, χυτοχαλύβων, σφυρήλατου σιδήρου, και μακράς σμίλευσης κονδυλώδους χυτοσιδήρου. Η-εξαιρετικά υψηλή του αντίσταση στην τριβή και η καλή του αντοχή σε πλαστική παραμόρφωση, επιτρέπει πολύ υψηλές τιμές αφαίρεσης μετάλλου πάνω σ' ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

GC015 (P05-P35)

Για τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδρισμα χάλυβα, χυτοχαλύβων, σφυρήλατου σιδήρου και μακράς σμίλευσης κονδυλώδους χυτοσιδήρου. Η πολύ υψηλή του αντίσταση στην τριβή, επιτρέπει πολύ υψηλές τιμές αφαίρεσης μετάλλου πάνω σ' ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

S10T (P01-P15)

Για ελικοτόμηση σε χάλυβα, χυτοχάλυβα τόσο καλό όσο στα ανοξείδωτα υλικά. Μέτριο για υψηλές ταχύτητες κοπής. Ευνοϊκές συνθήκες. Πολύ καλό όριο κοφτερότητας. Μεγάλη αντίσταση σε πλάγια τριβή.

S2 (P20)

Ελαφρύ στο μέτριο ξεχόνδρισμα χάλυβα και χυτοχαλύβων. Λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες. Μέτρια ταχύτητα κοπής και πρόωσης. Κατάλληλο για αντιγραφή.

GC225 (P10 - P30)

Για ελικοτόμηση σε χάλυβα, χυτοχάλυβα και ανοξείδωτα υλικά. Η υψηλή του αντίσταση στην τριβή επιτρέπει πολύ υψηλή ταχύτητα κοπής. Καλή αντοχή στην πλαστική παραμόρφωση.

Σχετικό ευνοϊκές συνθήκες.

S30 T(P20 - P40)

Για ελικοτόμηση σε χάλυβα, χυτοχάλυβα τόσο καν όσο στα ανοξείδωτα υλικά. Μέτριο στις σχετικά υψηλές ταχύτητες κοπής. Λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες. Καλό όριο κοφτερότητας.

GC135 (P25 - P45)

Μέτριο σε βαρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα, χυτοχάλυβα, σφυρήλατου χυτοσιδήρου και κονδυλωδών σιδήρων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω από μη ευνοϊκές συνθήκες. Σχετικά, υψηλή ταχύτητα κοπής και πρόωσης. Πολύ υψηλή αντίσταση στην τριβή. Ιδανική κατηγορία για μηχαν. κατεργασία χάλυβα.

Συμπληρωματικές κατηγορίες

GCI 025 (P10-P35)

Ελαφρύ και μέτριο ξεχόνδριασμα χάλυβα, χυτοχάλυβα, σφυρήλατου χυτοσιδήρου και κονδυλωδών σιδήρων. Υψηλή ταχύτητα κοπής και σχετικά υψηλή πρόωση. Πολύ υψηλή αντίσταση στην τριβή.

S6 (P35-P45)

Βαρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα, ανοξείδωτου χάλυβα και χυτοχαλύβων. Δύσκολες συνθήκες. Χαμηλή ταχύτητα κοπής, βοριά πρόωση, μεγάλο βάθος κοπής.

Κατηγορίες για ειδικές εφαρμογές

F02 (P01)

Τελείωμα χάλυβα και χυτοχαλύβων. Σταθερές συνθήκες. Πολύ υψηλή ταχύτητα κοπής, χαμηλή πρόωση.

S4 (P25-P35)

Μέτριο σε βαρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα και χυτοχαλύβων. Μη ευνοϊκές συνθήκες. Μέτρια ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση.

S35 (P30-P40)

Ξεχόνδριασμα χάλυβα και χυτοχάλυβα σε φυσιολογικές συνθήκες. Κάτω του μετρίου ταχύτητες κοπής και μεγάλες προώσεις. Καλά όριο κοφτερότητας.

R4 (P45-P50)

Βαρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα, χυτοχαλύβων. Πολύ δύσκολες συνθήκες. Χαμηλή ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση.

M

(Χάλυβος, χυτοχάλυβας, μαγγανιούχος χάλυβας, κράμμα χυτοσιδήρου, ωστενιτικοί ανοξείδωτοι χυτοχάλυβες, σφυρήλατος σίδηρος, ελεύθερης κοπής χάλυβας).

ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

R1P (M 10)

Τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα των κραμμάτων υψηλής θερμοκρασίας και ανοξείδωτου χάλυβα, όπως ακριβώς τα εξαρτήματα των πυρηνικών αντιδραστήρων. Υψηλή αντίσταση στην τριβή. Σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής, μέτρια πρόωση.

CC415 (M10-M20)

Τελείωμα και μέτριο ξεχόνδριασμα κυλινδρικού ή σφυρήλατου ανοξείδωτου χάλυβα. Λειτουργεί σε σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής.

CC315 (M15-M20)

Τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα κραμάτων θερμικής αντοχής. Υψηλό όριο δύναμης κοπής. Σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής και μέτρια πρόωση. Υψηλή αντίσταση τριβής.

CC015 (M10-M20)

Τελείωμα και μέτριο ξεχόνδριασμα κυλινδρικού ή σφυρήλατου ανοξείδωτου χάλυβα. Λειτουργεί σε σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής.

R4 (M40)

Τελείωμα και ξεχόνδριασμα ωστενιτικών ανοξείδωτων χυτοχαλύβων και ανοξείδωτων χαλύβων με δύσκολη έλαση ή χυτή επιφάνεια. Χαμηλή ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση. Μεγάλη αντίσταση ορίου καταστροφής κατά τη διάρκεια διακοπτόμενης μηχανικής κατεργασίας.

Συμπληρωματικές κατηγορίες

CC13S (M1S-M30)

Ελαφρύ και βαρύ ξεχόνδριασμα κυλινδρικών ή σφυρήλατου ανοξείδωτου χάλυβα με ωστενιτική δομή. Σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής και πρόωση. Κατάλληλο για διάφορους τύπους χαλύβων ελεύθερος κοπής.

S6 (M30-M40)

Ελαφρές και τραχείς μηχανικές κατεργασίες ωστενιτικών ανοξείδωτων χαλύβων και ανοξείδωτων υλικών με κυλινδρική ή χυτή επιφάνεια. Επίσης, για δύσκολες συνθήκες μηχανικής κατεργασίας.

Κατηγορίες για ειδικές εφαρμογές

SH (M20)

Βαρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα και χυτοχαλύβων. Μαγγανούχοι χάλυβες και εύπλαστο (μαλακά) κράματα χυτοσιδήρου με μια ροπή μακράς σμίλευσης. Ειδικά κατάλληλο για επανατόρνευση σιδηροδρομικών τροχών.

H20(M20-M30)

Ελαφριά και τροχεία μηχανική κατεργασία κραμάτων θερμικής αντοχής. Επίσης, για δύσκολες συνθήκες μηχανικής κατεργασίας. Υψηλό όριο δύναμης κοπής.

H13A (M10-M30)

Συνδυάζει καλή λειαντική αντίσταση κατά της τριβής και σκληρότητα από μέτριο σε τραχεία τórνευση υλικών θερμικής αντοχής, ειδικά στην αεροδιαστημική βιομηχανία κάτω από μέτριο ταχύτητα κοπής και από μέτρια ως υψηλή πρόωση.

K

(Χυτοσίδηρος, σκληροποιημένος χυτοσίδηρος, βραχείας σμίλευσης, σφυρήλατος σίδηρος, σκληροποιημένος χάλυβας μη σιδηρούχο μέταλλα, πλαστικό, ξύλο).

ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

H1P (K01-K20)

Τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα χυτοσιδήρου. Επίσης για κραματοποιημένο χυτοσίδηρο, μπούντζο και ορείχαλκο. Σχετικό υψηλή ταχύτητα κοπής και μέτρια πρόωση.

GC415 (K05-K.20)

Για τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα χυτοσιδήρου υψηλής και χαμηλής έλασης, σφυρήλατου σιδήρου και κονδυλώδη χυτοσιδήρου. Ειδικά κατάλληλο για σύγχρονα κράμματα χυτοσιδήρου. Η υπερβολικά υψηλή του αντίσταση τριβής επιτρέπει πολύ υψηλές τιμές αφαίρεσης μετάλλου και παράγει τα καλύτερα αποτελέσματα με θραυσματοκρούστες.

CC315 (K05-K25)

Κατηγορία για μηχανική κατεργασία χυτοσιδήρου και άλλων υλικών βραχείας σμίλευσης.

Λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες. Σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση. Πολύ υψηλή αντίσταση στην τριβή.

CC015 (K05-K20)

Για τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα χυτοσιδήρου υψηλής και χαμηλής έλασης, σφυρήλατου σιδήρου και κονδυλώδους χυτοσιδήρου. Ειδικά κατάλληλο για σύγχρονα κράματα χυτοσιδήρου. Η πολύ υψηλή αντίσταση του στην τριβή επιτρέπει πολύ υψηλές τιμές αφαίρεσης μετάλλου και παράγει τα καλύτερα αποτελέσματα με θραυσματοθραύστες.

Συμπληρωματικές κατηγορίες

CC1025 (K05-K20)

Ελαφρύ και μέτριο ξεχόνδριασμα πρωτογενών κραμάτων χυτοσιδήρου. Υψηλή τοχύτητα κοπής και; σχετικά υψηλή πρόωση. Πολύ υψηλή αντίσταση στην τριβή.

K20 (K20-K25)

Βαρύ ξεχόνδριασμα χυτοσιδήρου. Μη ικανοποιητικές συνθήκες. Χαμηλή ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση.

Κατηγορίες για ειδικές εφαρμογές

H05 (K01)

Τελείωμα χυτοσιδήρου. Κατάλληλο για σκληροποιημένο χυτοσίδηρο, μπετόν, πλαστικά κ.λ.π.

H10 (K10)

Κατάλληλο για μηχανική κατεργασία αλουμινίου. Εξαιρετικό όριο κοφτερότητας.

H13A (K15-K25)

Κατηγορίες βιντιών για φρεζάρισμα

P

Χάλυβας, χυτοχάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, μακράς σμίλευσης σφυρήλατος σίδηρος.

Βασικές κατηγορίες

GC120 (P10-P30)

Φρεζάρισμα χάλυβα κάτω από καλές συνθήκες σε υψηλές ταχύτητες. Αυτή η κατηγορία είναι η ανώτερη για πρόσωπο και πλευρό και λειτουργίες φρεζαρίσματος προσώπου.

SMA (P15-40)

Ανακαλύφθηκε ειδικά για φρεζάρισμα χάλυβα και χυτοχάλυβα. Καλή ισοστάθμιση κλίσης και γεωμετρίας. Η αντοχή στη φθορά σε σχέση με την σκληρότητα του είναι έξοχη.

SM (P15-P30)

Ανακαλύφθηκε ειδικά για φρεζάρισμα χάλυβα και χυτοχάλυβα. Πολύ υψηλή αντοχή, σε θερμικό ράγισμα και πλαστική παραμόρφωση. Πολύ καλή αντοχή στη φθορά σε σχέση με την σκληρότητα του.

SM30 (P20-P40)

Φρεζάρισμα χάλυβα και χυτοχάλυβα, σε λειτουργίες όπου υπάρχουν ταυτόχρονα, απαίτηση για σκληρότητα, αντοχή στη φθορά και αντοχή σε θερμικό ράγισμα. Ευρύ φάσμα εφαρμογών.

S6(P35-P40)

Εσχόνδριασμα χαλύβων, ανοξείδωτων χαλύβων και χυτοχαλύβων σε χαμηλές ταχύτητες κοπής κάτω από δύσκολες συνθήκες εργασίας. Χρησιμοποιείται για μεγάλα βάθη κοπής και ισχυρές προώσεις.

HM (K10-K20)

Επινοήθηκε ειδικά για φρεζάρισμα χαμηλών κραμάτων χυτοσιδήρου, όπως για παράδειγμα χυτά μέταλλα για βιομηχανίες αυτοκινήτων. Πολύ υψηλή αντοχή στη φθορά και στην πλαστική παραμόρφωση.

CC320 (K10-K25)

Κατηγορία διπλής επίστρωσης για ακατέργαστο χαμηλά κράματα χύτευσης κάτω από απόλυτο δύσκολες συνθήκες εργασίας. Πολύ καλός συνδυασμός αντοχής της φθοράς και ορίου σκληρότητας. δίνει χαμηλό όριο τριβής πάνω στο δοκίμιο.

H13A (K15-K30)

Συνδυάζει καλή λειαντική αντοχή στη φθορά και σκληρότητα για φρεζάρισμα χυτοσιδήρου και κραμάτων με θερμική αντοχή κάτω από μέτριες συνθήκες κοπής.

K4 (K20-K30)

Τελείωμα και ξεχόνδρισμα ανοξείδωτων ωστενιτικών χυτοχαλύβων, συμπεριλαμβανομένης άμμου, δύσκολο κυλινδράρισμα και δύσκολη χύτευση επιφανείας. Χαμηλές ταχύτητες κοπής και δυνατές προώσεις. Πολύ υψηλή αντοχή σε θερμικό ράγισμα

Συμπληρωματικές κατηγορίες

H1P (K05-K15)

Τελείωμα και ξεχόνδρισμα χυτοσιδήρων, μπρούντζων και ορείχαλκων. Υψηλές ταχύτητες, κοπής και μέτριες προώσεις.

H20 (K15-K25)

Ξεχόνδρισμα χυτοσιδήρων κάτω από δύσκολες συνθήκες δούλειας. Χαμηλές ταχύτητες κοπής και δυνατές προώσεις.

Συμπληρωματικές κατηγορίες

R 4 (P40-P50)

Τελείωμα και ξεχόνδριασμα ανοξειδώτων ωστενιτικών χυτοχαλύβων, συμπεριλαμβανομένης άμμου και δύσκολη χύτευση επιφάνειας. Πολύ υψηλή αντοχή σε θερμικό ράγισμα

S1P (P05-P15)

Τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα χαλύβων και χυτοχαλύβων σε υψηλές ταχύτητες κοπής και μέτριες προώσεις κάτω από ευνοϊκές συνθήκες εργασίας. Αντιστέκεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες κοπής.

Κατηγορίες για ειδικές εφαρμογές

CC135 (P15-P25)

Ελαφρύ σε μέτρια μηχανική κατεργασία χάλυβα, χυτοχάλυβα, σφυρήλατου σιδήρου και κονδυλώδη σιδήρου. Πολύ υψηλή αντοχή στην φθορά. Ικανοποιητικές συνθήκες.

K

Χυτοσίδηρος, σκληροποιημένος χυτοσίδηρος, βραχείας σμίλευσης σφυρήλατος σίδηρος.

Βασικές κατηγορίες

GC310 (K05-K20)

Ελαφρύ ξεχόνδριασμα χυτοσιδήρων κάτω από σχετικά καλές συνθήκες. Η επένδυση οξειδίου αλουμινίου δίνει χαμηλότερα φορτία κοπής και μια πολύ υψηλή αντοχή στη φθορά, ως εκ τούτου επιτρέπει υψηλά αποθέματα ...ών αφαίρεσης.

Κατηγορίες για ειδικές εφαρμογές

H10 (K05-K20)

Κατάλληλο για μηχαν. κατεργασίες αλουμινίου. Εξαιρετικό όριο θραύσης.

IRB (K10-K25)

Κατάλληλο για τραχύ φρεζάρισμα χαμηλών κραμάτων χυτοσιδήρου, όπως για παράδειγμα: Αυτοκίνητη . χύτευση με αντοχή στη φθορά. Εξαιρετικό όριο σκληρότητας και ιδιότητες αυτοακονίσματος.

HML (K25-K30)

Κατάλληλο για τραχιά μηχαν. κατεργασία χυτοσιδήρου κάτω από δύσκολες συνθήκες. Η δική του ικανότητα αυτοακονίσματος προσφέρει την ευκαιρία να χρησιμοποιηθούν οι καταχωρητές και κατ' επέκταση η ζωή του εργαλείου αυξάνεται

H10F (K20-K35)

Λεπτόκκοκοι καρβιδίων, με εξαιρετικό καλή αντοχή σε φθορά από εγκοπές. Κατάλληλο για φρεζάρισμα κραμάτων με θερμική αντοχή. Μοναδικό είδος για κατεργασία σε χαμηλή ταχύτητα. Κατάλληλο για μια μεγάλη ποικιλία υλικών της αεροδιαστημικής.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΡΒΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΡΥΠΗΜΑ

ISO

P

(Χάλυβας, χυτοχάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, μακράς σμίλευσης σφυρήλατος σίδηρος)

Βασικές κατηγορίες

S1P (P01-P15)

Τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα και χυτο-χαλύβων. Ευνοϊκές συνθήκες. Υψηλή ταχύτητα κοπής, μέτριο πρόωση. Καλύτερα να μην χρησιμοποιείται ψυκτικό. Κατάλληλο για αντιγραφή και ελικοτόμηση.

CC015 (P05-P30)

Για τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα, χυτοχαλύβων, σφυρήλατου σιδήρου και κονδυλώδους χυτοσιδήρου μακράς σμίλευσης. Η υπερβολικά υψηλή αντίσταση του στην τριβή, επιτρέπει πολύ υψηλές τιμές αφαίρεσης μετάλλου πάνω ο' ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

GC135 (P20-P50)

Μέτριο σε *βαρύ* ξεχόνδριασμα χάλυβα, χυτοχαλύβων, σφυρήλατου χυτοσιδήρου και κονδυλωδών σιδήρων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάτω από μη ευνοϊκές συνθήκες. Σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής και πρόωση. Πολύ υψηλή αντίσταση στην τριβή. Ιδανική κατηγορία για μηχαν. κατεργασία χάλυβα.

Συμπληρωματικές κατηγορίες

54 (P20-P35)

Μέτριο σε βαρύ ξεχόνδριασμα χάλυβα και χυτοχαλύβων. Μη ικανοποιητικές συνθήκες. Μέτριο ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση.

M

(Χάλυβας, χυτοχάλυβας, μαγγανιούχος χάλυβος, κράμα χυτοσιδήρου, ωστενιτικοί ανοξείδωτοι χάλυβες, σφυρήλατος σίδηρος, χάλυβος ελευθέρας κοπής).

ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

GC015 (M10-M20)

Τελειωμό και μέτριο ξεχόνδριασμα κυλινδρικών ή ελατών ανοξείδωτων χαλύβων. Λειτουργεί σε σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής.

H20 (M20-M30)

Ελαφριές και τραχείς μηχανικές κατεργασίες κραμάτων θερμικής αντοχής. Επίσης για δύσκολες συνθήκες μηχανικής κατεργασίας. Υψηλό όριο κοπής δύναμης

GC135 (M20-M30)

Ελαφρύ και βαρύ ξεχόνδριασμα κυλινδρικών ή ελατών ανοξείδωτων χαλύβων με ωστενιτική δομή. Σχετικό υψηλή ταχύτητα κοπής και πρόωση. Κατάλληλο για διάφορους τύπους χαλύβων ελευθέρας κοπής.

S6 (M30-M40)

Ελαφριές και τραχείς μηχανικές κατεργασίες ωστενιτικών ανοξείδωτων χαλύβων και ανοξείδωτων υλικών με κυλινδρική ή χυτή επιφάνεια. Επίσης για δύσκολες συνθήκες μηχανικής κατεργασίας.

Συμπληρωματικές κατηγορίες

R 1 P (M10)

Τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα κραμάτων υψηλής θερμοκρασίας και ανοξείδωτων χαλύβων, όπως εξαρτήματα πυρηνικών αντιδραστήρων. Υψηλή αντίσταση στην τριβή. Σχετικά

υψηλή ταχύτητα κοπής. Μέτρια πρόωση.

R4 (M40)

Τελείωμα και ξεχόνδριασμα ωστενιτικού ανοξείδωτου χυτοχάλυβα και ανοξείδωτου χάλυβα με κυλινδρική ή χυτή επιφάνεια Χαμηλή ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση. Μεγάλη αντίσταση στο όριο καταστροφής κατά τη διάρκεια διακοπτόμενης μηχ. κατεργασίας.

K

(Χυτοσίδηρος, σκληροποιημένος χυτοσίδηρος, σφυρήλατος σίδηρος βραχείας σμίλευσης, σκληροποιημένος χάλυβας, μη σιδηρούχα μέταλλα, πλαστικά, ξύλο).

Βασικές κατηγορίες

CC015 (K01-K10)

Για τελείωμα και ελαφρύ ξεχόνδριασμα χυτοσιδήρου υψηλής και χαμηλής έλασης, σφυρήλατου σιδήρου και κονδυλώδους χυτοσιδήρου. Ειδικά κατάλληλο για σύγχρονα κράματα χυτοσιδήρου. Η υπερβολικά υψηλή του αντίσταση στην τριβή, επιτρέπει πολύ υψηλές τιμές αφαίρεσης μετάλλου καί παράγει και καλύτερα αποτελέσματα με θραυσματοθραύστες.

CC315 (K01-K20)

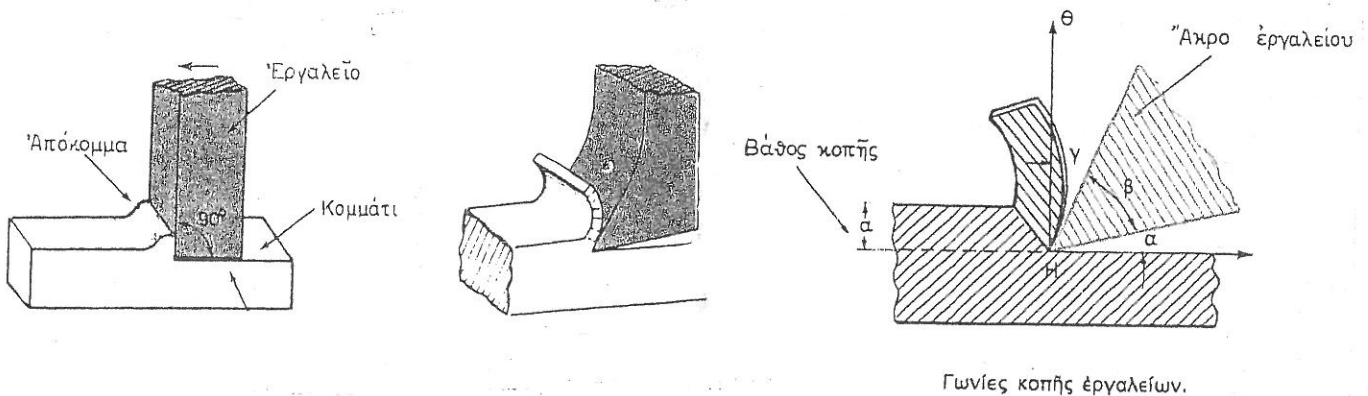
Ιδανική κατηγορία για μηχ. κατεργασία χυτοσιδήρου και άλλων υλικών βραχείας σμίλευσης. Λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες. Σχετικά υψηλή ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση. Πολύ υψηλή αντίσταση στην τριβή.

H20 (K15-K30)

Βαρύ ξεχόνδριασμα χυτοσιδήρου. Μη ευνοϊκές συνθήκες. Χαμηλή ταχύτητα κοπής, μεγάλη πρόωση.

Ορθογωνική κοπή

Σ' αυτό το είδος κοπής το εργαλείο έχει ευθεία κόψη με πλάτος μεγαλύτερο από το πλάτος του κομματιού. Η κόψη είναι κάθετη προς την κατεύθυνση κοπής και παράλληλη προς την κατεργαζόμενη επιφάνεια.



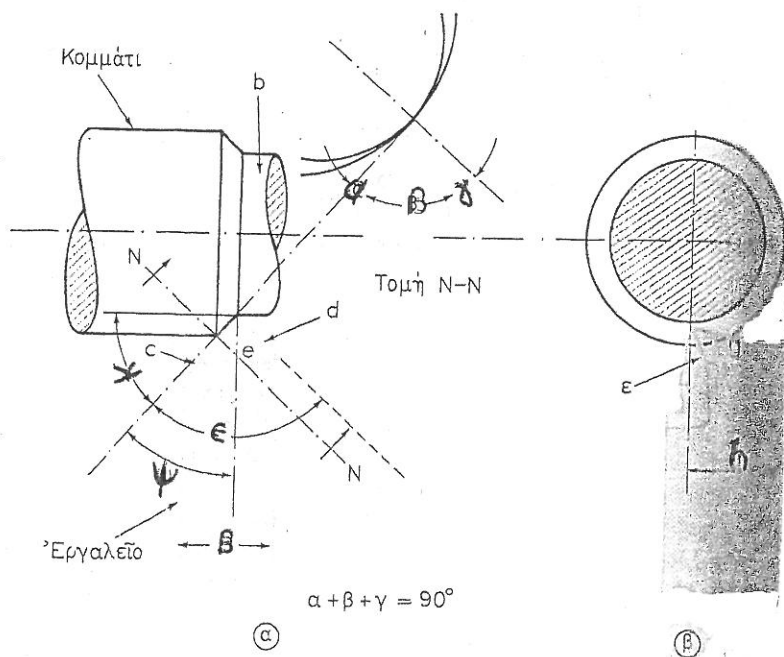
Αν συγκρίνουμε τα δύο σχήματα που απεικονίζουν δύο ορθογωνικές κοπές με διαφορετικά κοπτικά εργαλεία, θα δούμε ότι στην πρώτη έχουμε μεγάλες τριβές, άρα και κατ'απόννηση του κοπτικού εργαλείου και της μηχανής.

Στη δεύτερη περίπτωση, έχουμε λιγότερες τριβές, ανάπτυξη μικρότερων δυνάμεων και πιο ελεύθερη μετακίνηση του κοπτικού.

Λοξή κοπή

Λοξή κοπή έχουμε όταν η κόψη του εργαλείου σχηματίζει γωνία με την κατεύθυνση κοπής ή με την επιφάνεια που σχηματίζεται. Η λοξή κοπή στην πράξη προτιμάται κατά κανόνα από την ορθογωνική κοπή.

Στα επόμενα σχήματα βλέπουμε όλα τα μορφολογικά στοιχεία των παραπάνω κοπών καθώς και τις δυνάμεις που αναπτύσσονται. Βλέπουμε ακόμα το σχήμα του αποβλήτου, τη διανομή σκληρότητας στο απόβλητο, την ψευδόκοψη που σχηματίζεται και το κομμάτι



Σχ. 5.5β.

Λοξή κοπή.

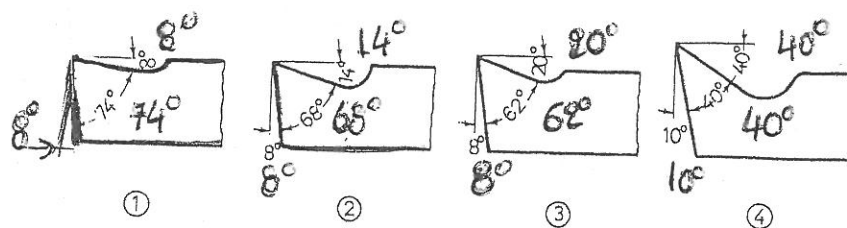
(α) Κάθετη τομή N-N στην κοπτική άκμή του εργαλείου. β) Πλάγια όψη του αχμίου κομμάτι-εργαλείο.

- α: Γωνία έλευθερίας
- β: Γωνία σφήνας
- γ: Γωνία αποβλίπτου
- ε: Γωνία κόψεων
- κ: Γωνία θέσεως της κόψεως
- λ: Γωνία κλίσεως της κόψεως
- ψ: Κλίση της κόψεως προς τον άξονα του εργαλείου
- β: Κατεργασμένη επιφάνεια
- α: Κύρια κόψη
- α: Δευτερεύουσα κόψη
- ε: Επιφάνεια αποβλίπτου
- α: Έλεύθερη επιφάνεια της κόψεως α
- α: Έλεύθερη επιφάνεια της κόψεως α
- h: Ύψος αχμής
- H: Ύψος εργαλείου
- B: Πλάτος εργαλείου

Σημείωση: Οι γωνίες α, β, γ μετριοούνται επάνω στο επίπεδο NN τό όποιο πρέπει να είναι κάθετο προς την κύρια κόψη α.

Σημασία των γωνιών κοπής

Γωνία γ: Είναι η σημαντικότερη από όλες τις γωνίες κοπής όσο μεγαλώνει η γωνία αυτή, τόσο μικραίνει η δύναμη κοπής. Εξασθενίζει όμως η κόψη και στομώνει πιο γρήγορα το κοπτικό εργαλείο. Όσο πιο σκληρό είναι το υλικό τόσο η γωνία γ πρέπει να είναι μικρότερη. Παίρνει τιμές, για σκληρά υλικά, μέχρι και 0° ενώ για μαλακά υλικά η τιμή της φθάνει μέχρι τις 40°.



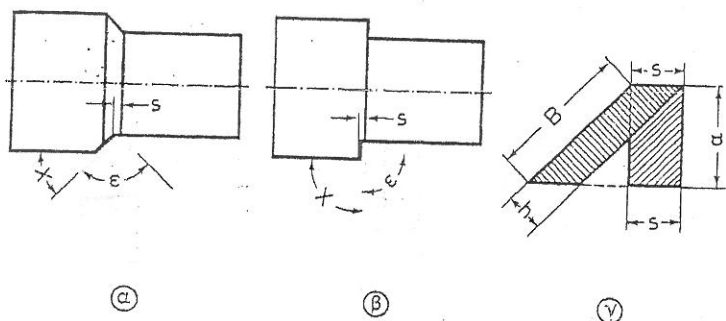
Σχ. 5.51δ.
Μεταβολή της γωνίας «γ» στα διάφορα υλικά.

Μετρίεται πάντα σε επίπεδο κάθετο προς τη διεύθυνση κοπής και ονομάζεται γωνία αποβλήτου. Έχει σαν σκοπό τη διευκόλυνση του σχηματισμού και της ροής του αποβλήτου.

Γωνία α: Αυτή η γωνία είναι σχεδόν ίδια σε όλα τα κοπτικά εργαλεία και είναι ανεξάρτητη από το είδος του υλικού που κατεργάζεται, καθώς και από το υλικό του εργαλείου κοπής. Η τιμή της κυμαίνεται από $6^\circ - 8^\circ$. Ονομάζεται γωνία ελευθερίας. Ο σκοπός της είναι, να μην τρίβεται η κάτω επιφάνεια του κοπτικού εργαλείου, πάνω στο τεμάχιο κατεργασίας, με αποτέλεσμα την ελάττωση των τριβών.

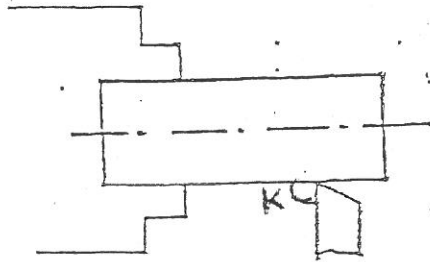
Γωνία β: Είναι η γωνία σφήνωσης του κοπτικού εργαλείου.

Γωνία ε: Είναι η γωνία κόψεων. Η τιμή της κυμαίνεται από $45^\circ - 90^\circ$. Όσο μικρότερη είναι η γωνία ε τόσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου. Για την ίδια τιμή πρόωσης, όσο μικρότερη είναι η γωνία ε τόσο το πλάτος του αποβλήτου είναι μεγαλύτερο. Για εργασίες ξεχονδρίσματος η πιο συνηθισμένη τιμή της γωνίας ε είναι: $\varepsilon = 70^\circ$



α) Επίδραση της γωνίας ε του εργαλείου στη μορφή του αποβλήτου.
β) Αποβλήτο στη λοξή κοπή. γ) Αποβλήτο στην κάθετη κοπή. γ) Μορφές αποβλήτων.

Γωνία Κ: Είναι η γωνία τοποθέτησης του κοπτικού προς το κατεργαζόμενο τεμάχιο.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΓΙΑ :

ΤΟΡΝΟ

ΠΛΑΝΗ

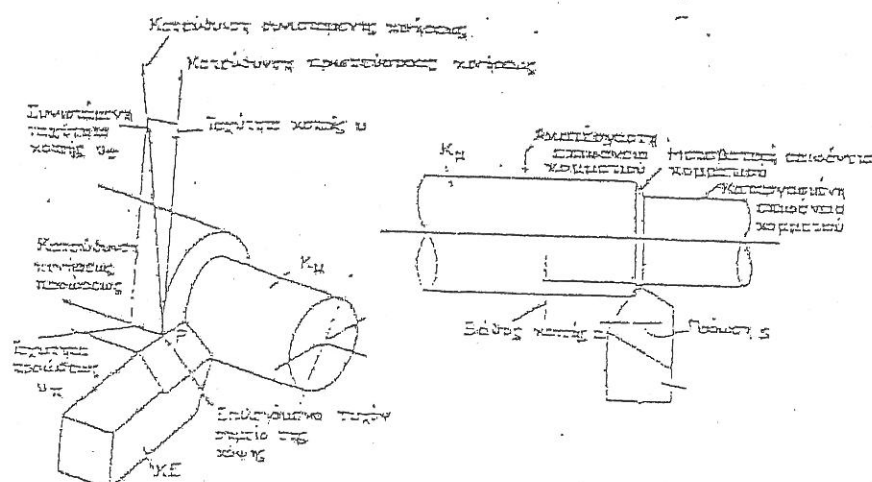
ΦΡΕΖΑ

Συνθήκες κοπής

Γενικά

1. Ταχύτητα κοπής (V_t)

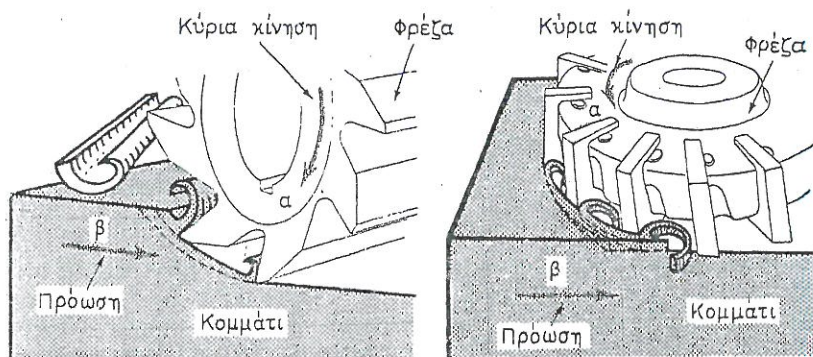
- α) Ταχύτητα κοπής ονομάζουμε την περιφερειακή ταχύτητα του κομματιού που τорνεύεται.
 β) Ακόμα μπορεί να θεωρηθεί και το άθροισμα των περιφερειών σ' ένα λεπτό.
 γ) Η σχετική ταχύτητα (σύνολο διαστημάτων) ως προς το αντικείμενο.



2. Χρόνος ζωής του κοπτικού εργαλείου: Είναι ο καθαρός αφέλιμος χρόνος που το κοπτικό εργαλείο είναι σ' επαφή με το τεμάχιο και κόβει, η μονάδα μέτρησης είναι το 1 λεπτό (1 MIN).
 Για τους ταχυχάλυβες είναι 60 MIN
 Για τα σκληρομέταλλα είναι 240 MIN

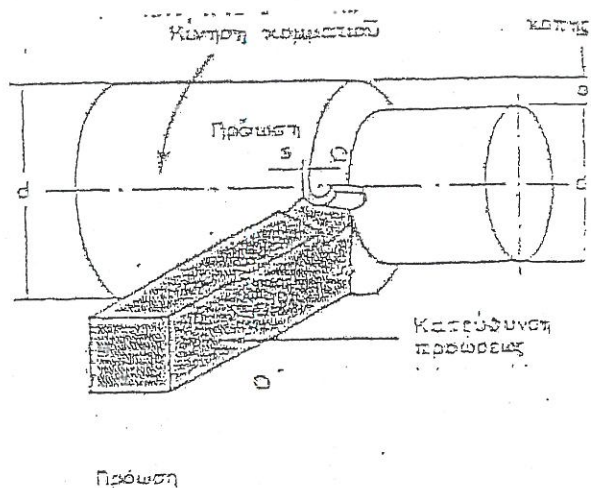
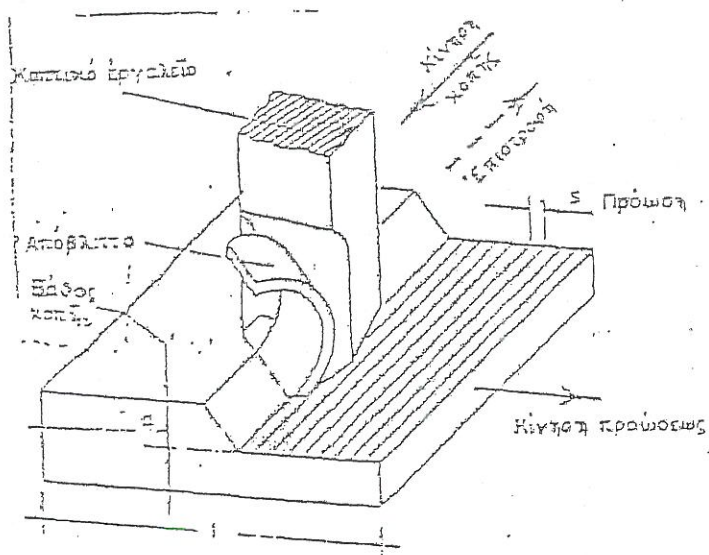
3. Πρόωση: Είναι η μετακίνηση του κοπτικού εργαλείου κατά την κατεύθυνση του νοητού άξονα τόννευσης σε κάθε στροφή του κομματιού ή πιο απλά η μετακίνηση του κοπτικού μπρος ή πίσω ανά στροφή. Μονάδες είναι : MM/ στροφή. Οι πιο συνηθισμένες προώσεις για τα διάφορα κοπτικά εργαλεία είναι : (S)

Ταχυχάλυβας	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	MM/ στροφή
Σκληρομέταλλο	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	MM/ στροφή



Κινήσεις φρεζομηχανής με οριζόντιο άξονα. α) Περιστροφική. β) Εύθύγραμμη.

Κινήσεις φρεζομηχανής με κατακόρυφο άξονα. α) Περιστροφική. β) Εύθύγραμμη.



4. Ταχύτητα προώσεων (s)

Ονομάζουμε την μετακίνηση που κάνει το κοπτικό εργαλείο μπροστά ή πίσω σε ένα λεπτό. Μονάδα είναι το MM/ λεπτό.

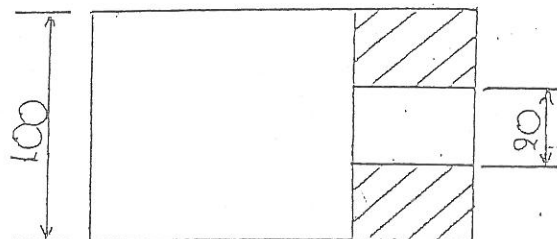
5. Βάθος κοπής (α)

Ονομάζουμε την απόσταση της κατεργασμένης επιφάνειας από την ακατέργαστη. Μονάδα είναι το MM.

6. Διαίρεση βάθους

Ονομάζουμε το βάθος κατεργασίας για κάθε πάσο. Μονάδα είναι το MM/ πάσο.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:



Έχουμε : $= (100 - 20) / 2 = 40 \text{ MM}$

Η διαίρεση βάθους είναι : Για ξεχόνδρισμα $= 13 * 3 = 39 \text{ MM} / \text{πάσο}$

Για φινίρισμα $= 1 * 1 = 1 \text{ MM} / \text{πάσο}$

Άρα 39 MM για ξεχόνδρισμα $+ 1 \text{ MM}$ για φινίρισμα $= 40 \text{ MM}$

$40 * 2 = 80 \text{ MM}$ (γιατί το κοπτικό τρώει και από τις δύο μεριές διαμετρικά) και

$100 - 80 = 20 \text{ MM}$ η διάμετρος που θέλουμε.

Α. Υπολογισμός ταχύτητας κοπής

Τόρνος: $V_t = V_0 * K_k * K_g$

όπου V_0 = Συνισταμένη ταχύτητα κοπής

K_k = Συντελεστής που εξαρτάται από τη γωνία τοποθέτησης

K_g = Συντελεστής που εξαρτάται από το βάθος κοπής

Ακόμη έχουμε : $V_t = V_0 * X_t$

όπου X_t = συντελεστής που εξαρτάται από την διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου.

$$V_t = C_v / (T^{uv} * g^{ev} * p^{uv})$$

όπου C_v = συντελεστής που εξαρτάται από την αντίσταση του υλικού

T = διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου

g = βάθος κοπής

p = πρόωση

uv, ev, kv, = διορθωτικοί συντελεστές

$$V_t = (\pi * d * n) / 1000$$

όπου d = διάμετρος κατεργαζόμενου κομματιού

n = στροφές λειτουργίας της μηχανής (τόρνος)

Πλάνη:

Η ταχύτητα κοπής κατά το πλάνισμα συμπίπτει με την ταχύτητα του έλικθρου στις βραχείες πλάνες ή της τράπεζας στις τραπεζοπλάνες στην ενεργό τους διαδρομή και δεν είναι ευγένει σταθερή, αλλά μεταβαλλόμενη, εξαιτίας της κινηματικής διαμόρφωσης της διάταξης μετάδοσης της παλινδρομικής κίνησης. Για το λόγο αυτό μας ενδιαφέρει η μέση τιμή ταχύτητας κοπής U_m . Πρακτικά όμως η μέση ταχύτητα κοπής U_m δεν διαφέρει σημαντικά από τη μέγιστη τιμή της U_{μ} . Και στις μεν τραπεζοπλάνες, εξαιτίας βέβαια του συστήματος μετάδοσης της παλινδρομικής κίνησης στην τράπεζα, ελάχιστη διαφορά υπάρχει ανάμεσα στην U_m και την U_{μ} , ενώ στις βραχείες πλάνες με σύστημα στροφάλου η διαφορά αυτή είναι πιο αισθητή. Άρα όπου στα επόμενα αναφερόμαστε σε μέση τιμή της ταχύτητας θα εννοούμε τη μέγιστη.

$$U_m \approx U_{\mu} = L n' / 1000^{(\delta/(\delta+1))} = L / 1000^{(\delta/(\delta+1)) * t} = m/min$$

όπου : L = Ενεργός διαδρομή του έλικθρου ΜΜ.

n' = Συχνότητα παλινδρόμησης του έλικθρου, παλινδρομήσεις/min

δ = Εξαρτάται από την κατασκευή της πλάνης, για βραχείες πλάνες είναι από

1,5-2 και για τραπεζοπλάνες είναι από 1,5-3,5 (η μικρότερη τιμή της δ

αντιστοιχεί για μικρές διαδρομές ενώ η μεγαλύτερες τιμές του δ

αντιστοιχούν σε μεγαλύτερες διαδρομές.)

t = Συνολικός χρόνος μιας παλινδρόμησης σε MIN

Φρέζα

$$V_t = (\pi * D * n) / 1000 = M/MIN$$

όπου D = ονομαστική διάμετρος του κοπτήρα σε ΜΜ

n = περιστροφική ταχύτητα του κοπτήρα

$$V_t = (C_v * d^{uv}) / (T^{kv} * P_2^{av} * g^{ev} * B^{bv} * Z^{xv}) = \text{m/min}$$

όπου d = διάμετρος του κοπτήρα σε ΜΜ

g = βάθος κοπής σε ΜΜ

P_2 = πρόωση ανά δόντι σε ΜΜ/δόντι

Z = αριθμός δοντιών του κοπτήρα

B = πλάτος φρεζαρίσματος σε ΜΜ

T = διάρκεια ζωής του κοπτήρα σε ΜΙΝ

$(U_v, K_v, b_v, x_v, a_v, e_v)$ = διορθωτικοί συντελεστές

B. Υπολογισμός δυνάμεων κοπής

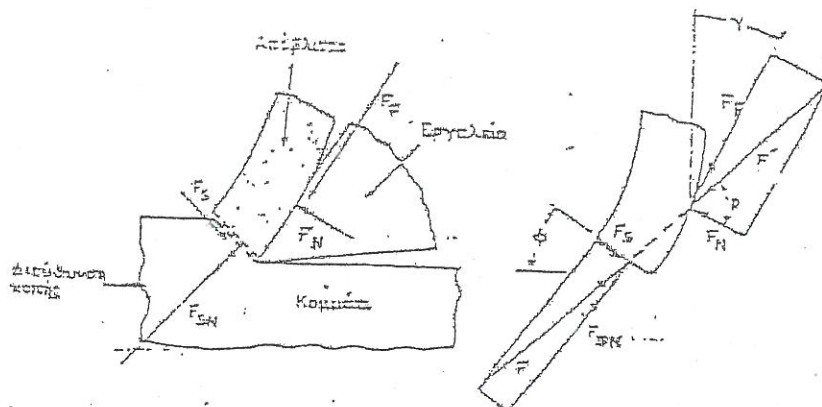
1. Γενικά

Κατά την κοπή έχουμε δημιουργία συνεχούς αποβλήτου, γι' αυτό ισχύουν τα εξής:

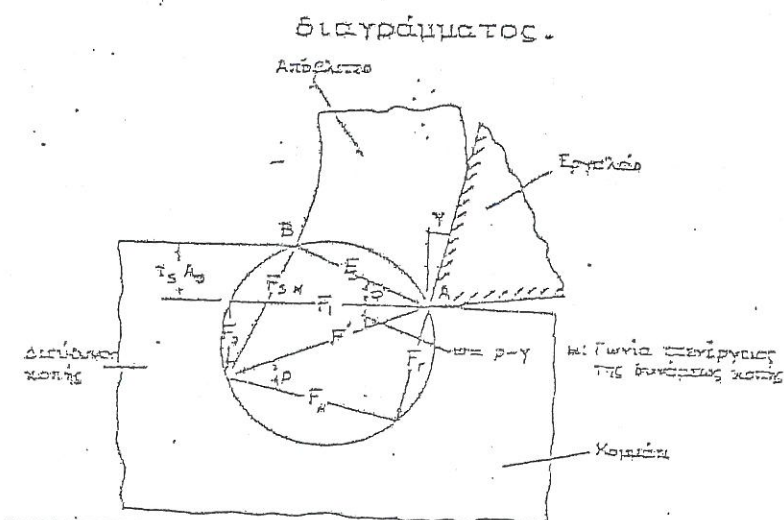
- α) Το απόβλητο σχηματίζεται με συνεχή πλαστική διάτμηση στην ζώνη των διατμήσεων.
- β) Το σχηματιζόμενο απόβλητο κινείται επάνω στην επιφάνεια αποβλήτου και υπερνικώντας σημαντική τριβή.
- γ) Η κατεργασμένη επιφάνεια του κομματιού δημιουργείται με θραύση του μετάλλου.

Ας μιλήσουμε λίγο για το σύστημα των δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά τον σχηματισμό του συνεχούς αποβλήτου με ορθογωνική κοπή. Οι δυνάμεις που ενεργούν στο απόβλητο αν το θεωρήσουμε ως ελεύθερο απόλυτα στερεό που βρίσκεται σε ηρεμία ή σε ομαλή κίνηση, είναι η ακόλουθη:

- α) Η δύναμη διατμήσεως F_s : είναι η αντίσταση σε διάτμηση που παρουσιάζει το κατεργαζόμενο υλικό (κομμάτι).
- β) Η κάθετη στο επίπεδο διατμήσεως $F_s N$ που είναι η αντίδραση του κομματιού προς το εργαλείο.
- γ) Η δύναμη τριβής F_N που επενεργεί στην ζώνη τριβής και που αντιτίθεται στην κίνηση του αποβλήτου.
- δ) Η κάθετη ζώνη τριβής F_N .



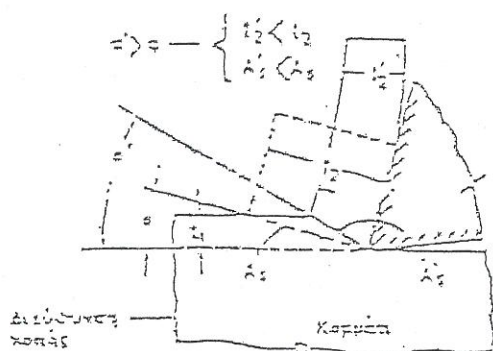
Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε το σύστημα των δυνάμεων κοπής σε μορφή κυκλικού διαγράμματος.



F₂ = η δεύτερη συνιστώσα, έχει διεύθυνση κάθετη στην κατεύθυνση κοπής.

ονομάζουμε μέσο συντελεστή τριβής και την γωνία $\rho = \tan^{-1}(\mu)$ την ονομάζουμε μέση γωνία τριβής. Ο μέσος συντελεστής τριβής αποτελεί αποφασιστικό μέγεθος για τα φαινόμενα που λαμβάνουν χώρα στη ζώνη τριβής.

Γενικά μπορούμε να διατυπώσουμε την αρχή ότι μεγάλες γωνίες διατμήσεως χαρακτηρίζουν αποδοτική κοπή γιατί αναπτύσσονται μικρότερες δυνάμεις κοπή, άρα ξοδεύεται μικρότερη ισχύ.



- 98 -

2. Υπολογισμός της κύριας συνιστώσας της δύναμης κοπής και της ισχύος κοπής από την ειδική αντίσταση κοπής.

α) Υπολογισμός της δύναμης κοπής

Ειδική αντίσταση κοπής $K_s = K_p / M M^2$

$K_s = F_1 / A_1 = F_1 / (B_1 + t_1)$ όπου F_1 = κύρια συνιστώσα της δύναμης κοπής

A_1 = θεωρητική διατομή αποβλήτου

t_1 = θεωρητικό πάχος αποβλήτου

B_1 = πλάτος αποβλήτου

Η ειδική αντίσταση κοπής (με σταθερούς τους λοιπούς όρους, παράγοντες κοπής) εξαρτάται σημαντικά από το θεωρητικό πάχος t_1 του αποβλήτου, με τέτοιο τρόπο ώστε όσο το πάχος του αποβλήτου μεγαλώνει τόσο η ειδική αντίσταση μικραίνει.

Η ειδική αντίσταση κοπής K_s σε συνάρτησή με το θεωρητικό πάχος αποβλήτου δίνεται από τη σχέση.

$K_s = K_1 * t_1^{-Z}$ όπου Z = συντελεστής ανάλογος του υλικού ο οποίος ειλέγεται

K_1 = σταθερά

Η κύρια συνιστώσα της δύναμης κοπής μπορεί να εκφραστεί ως:

$F_1 = A_1 * K_s = b_1 * t_1 * u_s$ και αν λάβουμε υπόψη ότι :

$K_s = K_1 * t_1^{-Z}$ τότε :

$F_1 = b_1 * t_1 * K_1 * t_1^{-Z} \rightarrow F_1 = B_1 * K_1 * t_1^{(1-Z)}$

Επειδή οι τιμές τις K_1 και του δείκτη Z , καθώς και οι τιμές της ειδικής αντίστασης κοπής K_s για ορισμένες τιμές του θεωρητικού πάχους αποβλήτου t_1 έχουν προσδιοριστεί και ισχύουν για δοσμένη περιοχή ταχυτήτων κοπής και γεωμετρική μορφή και υλικού του κοπτικού εργαλείου και χωρίς το υγρό κοπής, είναι συνετό να επιφέρουμε διορθώσεις στην συνισταμένη F_1 εισάγοντας τους κατάλληλους συντελεστές διόρθωσης ως εξής:

$$F_{1δ} = (K_v * K_\gamma * K_\epsilon * K_\phi) * F_1$$

Όπου : $F_{1δ}$ = η διορθωμένη τιμή της F_1

K_v = συντελεστής διόρθωσης λόγω της ταχύτητας κοπής

K_γ = « « « της γωνίας αποβλήτου

K_ϵ = « « « του υλικού του κοπτικού

K_ϕ = « « « φθοράς του κοπτικού

Οι τιμές των συντελεστών εκλέγονται :

Η K_v από νομογράφημα

Η K_γ από πίνακα και $K_\gamma = 1 - [(\gamma - \gamma_0)/66,7]$, όπου $\gamma_0 = 6$ για χάλυβες
 $\gamma_0 = 2$ για χυτοσίδηρο

Η K_ϵ για ταχυχάλυβα = 1

για σκληρομέταλλο = 1

για κεραμικά = 0,9

Η K_ϕ 1,3 – 1,5

β) Ισχύς κοπής

Δίνεται συνάρτηση της $F_{1\delta}$ και της ταχύτητας κοπής V_t

$$N_k = (V_t * F_{1\delta}) / 4500 \text{ σε } P_s \text{ ή}$$

$$N_k = (V_t * F_{1\delta}) / 6116 \text{ σε } KW$$

γ) Ισχύς του ηλεκτροκινητήρα (H_k)

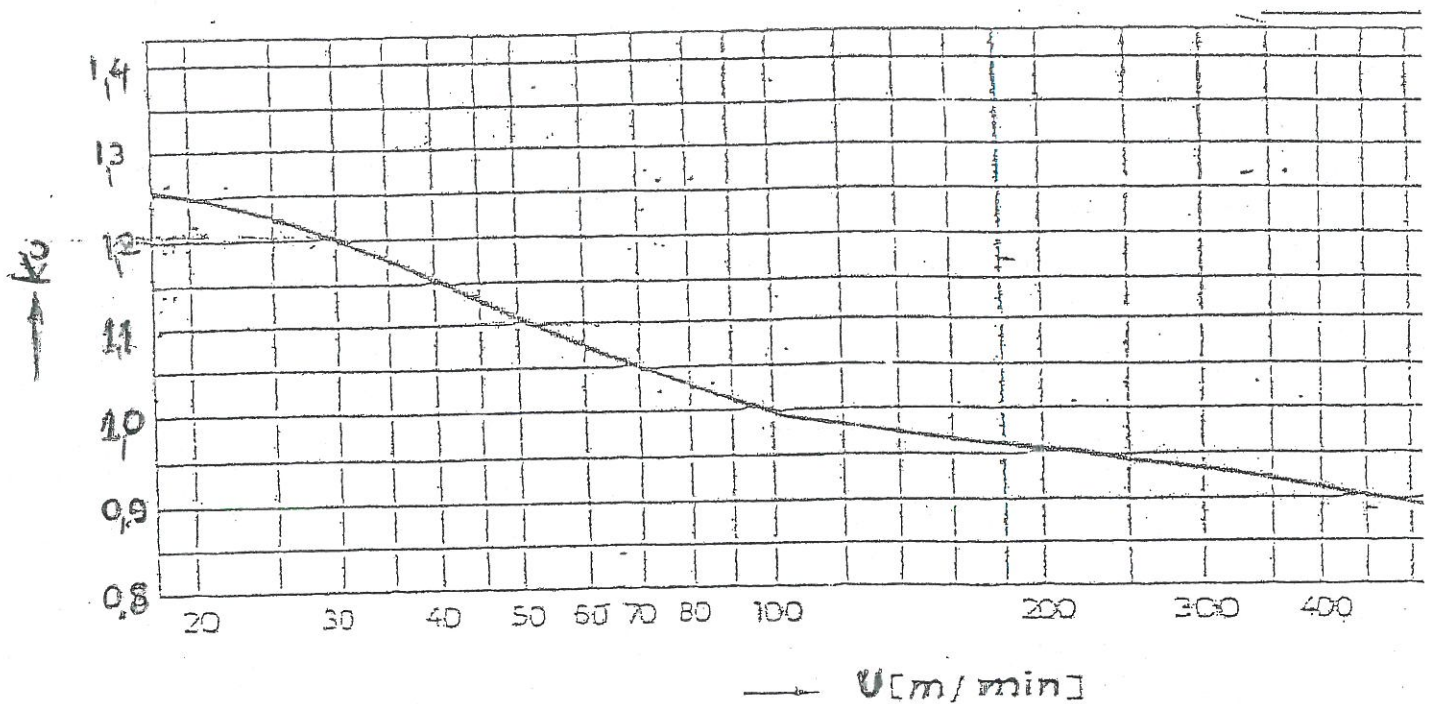
Αν $\eta = 0$ βαθμός απόδοσης του H_k τότε

$$N_{\eta k} = N_k / \eta \text{ } P_s \text{ ή } KW \text{ ανάλογα με τις μονάδες του } N_k$$

$$\eta = 0,6 - 0,8$$

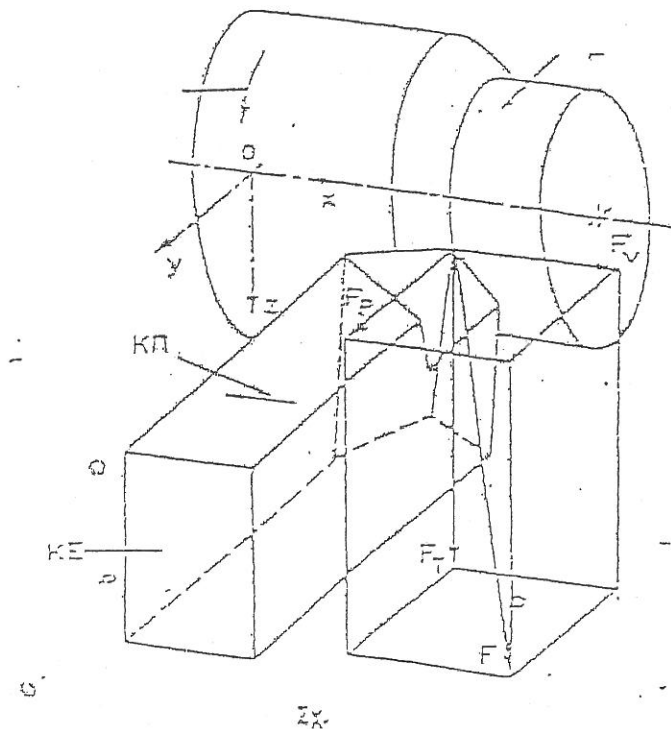
Ειδικεύοντας τα παραπάνω έχουμε:

Καμπύλη του συντελεστή διορθώσεως της κύριας συνιστώσας της δύναμης κοπής λόγω ταχύτητας κοπής.



1. Για τον τόρνο

Οι τρεις συνιστώσες της δύναμης κοπής F στην τórνευση. F_T : κύρια συνιστώσα της δύναμης κοπής (περίπου $0,65 F$). F_v : Δύναμη προώσεως (περίπου $0,25 F$). F_p : Δύναμη απωθήσεως του εργαλείου (περίπου $0,10 F$). (ΠΚ: πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠ: κίνηση προώσεως, K_μ : κομμάτι, ΚΕ:



κοπτικό εργαλείο).

α). $F_t = [g/\eta\mu(\kappa)]\kappa_s * h^{(1-z)}$ όπου: $h = \rho * \eta\mu(\kappa)$, άρα η τελική ασκούμενη δύναμη είναι:
 $F_{t\delta} = F_t * K_\gamma * K_v * K_\phi * K_\epsilon$

β) $N_k = (F_{t\delta} * V_t)/4500 = P_\zeta$ ή $N_k = (F_{t\delta} * V_t) / 6116 = KW$

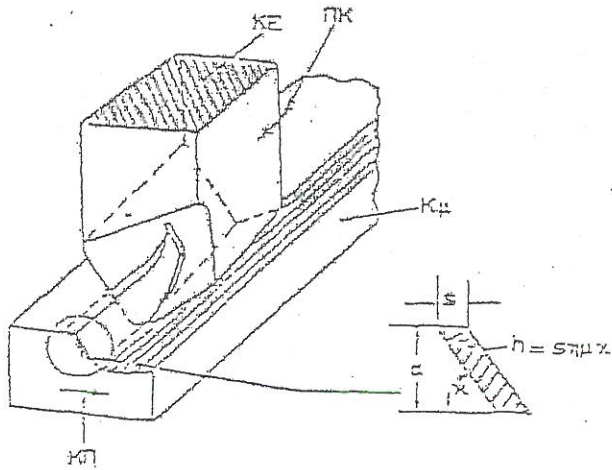
γ) $NH_k = N_k/n = KW$ ή P_ζ όπου $n = 0,6 - 0,8$

2. Για πλάνη

α) $F_t = A * K_\zeta = \alpha * \zeta * K_\zeta = (\alpha * h * K_\zeta) / \eta\mu(\kappa)$ επειδή $K_\zeta = K_1 * h^{-z}$ έχουμε
 $F_t = (\alpha * h * K_\zeta) / \eta\mu(\kappa) = [(\alpha * K_1) / \eta\mu(\kappa)] * h^{(1-z)}$
 $F_{t\delta} = F_t * (K_\gamma * K_v * K_\phi * K_\epsilon) = K_\rho$

β) $N_k = (F_{t\delta} * V_t) / 6116 = KW$ ή $(F_{t\delta} * V_t) / 4500 = P_\zeta$

γ) $NH_k = N_k / n = KW$ ή P_ζ $n = 0,6 - 0,8$



Εικόνα: Στοιχεία για τη θεωρητική διατομή και το πάχος του αποβλήτου στο πλάνισμα. (ΠΚ: πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠ: κίνηση προώσεως, ΚΕ: κοπτικό εργαλείο, Κμ: κομμάτι, S: πρόωση)

3. Για τη φρέζα

α) Η μέση τιμή της κύριας συνιστώσας της δύναμης κοπής ανά δόντι κατά το φρεζάρισμα είναι :

$$F_{tzm} = b_1 * h_m * K_{sm}$$

όπου για μετωπικό φρεζάρισμα : $b_1 = a / \eta\mu(\kappa)$, a = αξονικό βάθος κοπής σε MM, κ = γωνία μεταξύ της κατεύθυνσης πρόωσης και της κόψης του κοπτικού εργαλείου, h_m = το μέσο πάχος του απαραμόρφωτου αποβλήτου σε MM είναι : $h_m = (114,6 / \Phi_s) * S_z * \eta\mu(\kappa) * (B/D)$ όπου Φ_s = τόξ $\sin(1-2a/D)$ ή $\Phi_s = \Phi_2 - \Phi_1$ σε μοίρες ° , S_z = η πρόωση σε MM/δόντι και στροφή, $B = B_1 + B_2$ το πλάτος της κατεργαζόμενης λαρίδας υλικού σε MM, D = η διάμετρος του κοπέα σε MM, $K_{sm} = K_{s11} * h_m^{-z}$,

$$F_{tzm} = b_1 * h_m * K_{sm} ,$$

όπου : για περιφερειακό φρεζάρισμα : b_1 = το πλάτος της κατεργαζόμενης λαρίδας σε MM, $h_m = S_2 * [1 - \sin(\Phi_s)] / \Phi_s$, όπου Φ_s = τόξ $\sin(1-2a/D)$ ή $\Phi_s = \Phi_2 - \Phi_1$ σε μοίρες ° $K_{sm} = K_{s11} * h_m^{-z}$.

Επομένως για μετωπικό φρεζάρισμα:

$$F_{tzm} = a / \eta\mu(\kappa) * K_{11} * [(114,6 / \Phi_s * S_z * \eta\mu(\kappa) * B/D)^{(1-z)} \text{ σε KP}]$$

h_m = το μέσο πάχος του απαραμορφωτού αποβλήτου σε MM

$$\text{είναι } h_m = \frac{114,6}{\Phi_S} * S_Z * \eta_m(\kappa) * \frac{B}{D}$$

όπου $\Phi_S = \text{τοξ} \cdot \sin(1 - \frac{2a}{D})$ ή

$\Phi_S = \Phi_2 - \Phi_1$ σε μοίρες °

S_Z = Η πρόωση σε MM/δόντι και στροφή

$B = B_1 + B_2$ το πλάτος της κατεργαζομένης λωρίδας υλικού σε MM

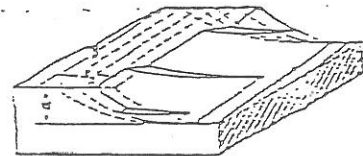
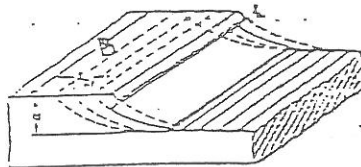
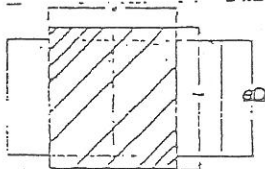
D = Η διάμετρος του κοπέα σε MM.

$$K_{Sm} = K_{S11} * h_m^{-Z}$$

$$F_{tzm} = b_i * h_m * K_{Sm}$$

όπου: για περιφεριακό φρεζάρισμα

$b_i = B$ το πλάτος της κατεργαζόμενης λωρίδος σε MM

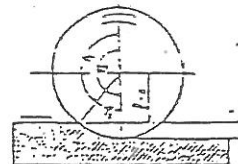


$$h_m = S_Z * \frac{1 - \sin(\Phi_S)}{\Phi_S}$$

όπου: $\Phi_S = \text{τοξ} \cdot \sin(1 - \frac{2a}{D})$ ή

$\Phi_S = \Phi_2 - \Phi_1$ σε μοίρες °

$$K_{Sm} = K_{S11} * h_m^{-Z}$$



Επομένως:

Για μετωπικό φρεζάρισμα:

$$F_{tzm} = \frac{a}{\eta_m(\kappa)} * K_{11} * \left[\frac{114,6}{\Phi_S} * S_Z * \eta_m(\kappa) * \frac{B}{D} \right]^{1-Z} \text{ σε κρ}$$

Για περιφεριακό φρεζάρισμα:

$$F_{t2m} = B * K_{s11} * \left[S_z * \frac{1 - \sin(\Phi_s)}{\Phi_s} \right]^{1-Z} \quad \text{σε κρ}$$

$$F_{tm} = F_{t2m} * Z_e \quad \text{όπου } Z_e = \frac{\Phi_s * ZD}{360} \quad \text{για μετωπικό φρεζάρισμα}$$

$$\text{και } Z_e = \frac{\Phi_s + \Phi_m}{\Phi_s} \quad \text{για περιφεριακό φρεζάρισμα}$$

$$\text{όπου } \Phi_m = \frac{2 * B * \varepsilon\phi(\delta)}{D} * \frac{180^\circ}{\Pi}$$

$\sigma =$ γωνία ελίκωσης των δοντιών

$$F_{tm\Delta} = F_{tm} * (K_Y * K_U * K_\phi * K_{\phi\phi})$$

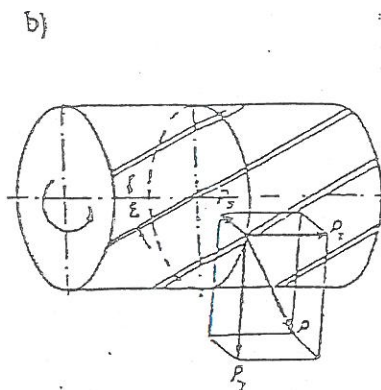
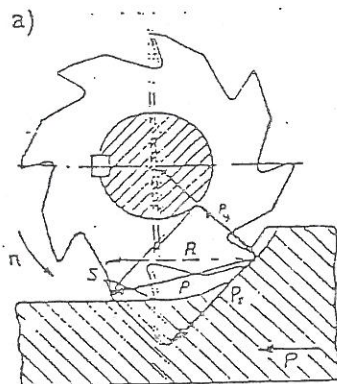
όπου $K_{\phi\phi} = 1$ για μετωπικό φρεζάρισμα

$K_{\phi\phi} = 0,85 - 0,9$ για περιφεριακό φρεζάρισμα

$$\beta) \quad N_k = \frac{F_{tm\Delta} * V_t}{6116} = KW \quad \text{ή}$$

$$N_k = \frac{F_{tm\Delta} * V_t}{6116} = P_s$$

$$\eta) \quad N_{Hk} = \frac{N_k}{\eta} = KW \quad \text{ή } P_s \quad \eta = 0,6 - 0,8$$



Αφώσσαι δυνάμεις εἰς τὰς κόψεις τοῦ κυλινδρικοῦ κοπτήρος
α) με εὐθεῖς ὀδόντας, b) με ἑλικοειδῆς ὀδόντας.

Γ. Χρόνος κατεργασίας

α) Τόρνος

Γενικός τύπος : $T = i * L / (p * n)$

Όπου : p = πρόωση

n = στροφές του κινητήρα

i = αριθμός ενεργών διαδρομών

L = μήκος τórνευσης

Μετωπική τórνευση : $T = i * L / (p * n) = \text{MIN}$

Όπου $L = (D_a - D) / 2 + a + n$

Σπείρωμα : $T = i * g * L / (n * t)$

Όπου : g = αριθμός αρχών του σπειρώματος

t = βήμα σπειρώματος

β) Πλάνη

$T = X / n' = B / (\zeta * n') = \text{MIN}$

Όπου $X = B / \zeta$

n' = συχνότητα παλινδρόμησης του ελκίθρου

Το υλικό του αντικειμένου (σχήμα Ι)

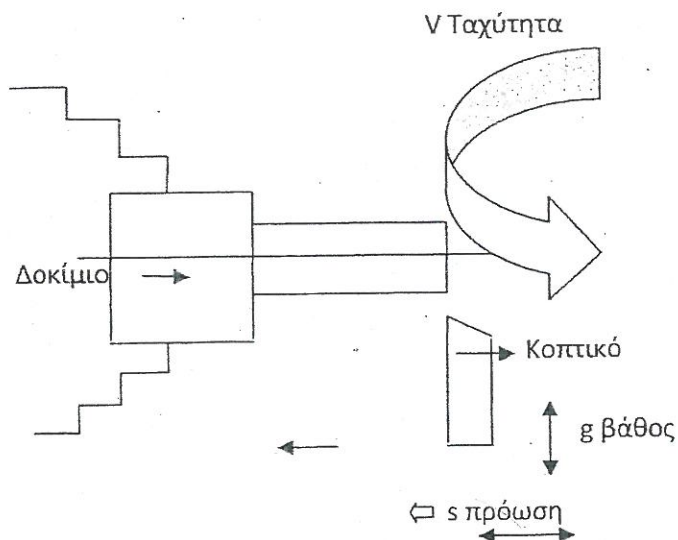
- Να επιλεγούν τα κοπτικά εργαλεία (μορφή) που θα χρησιμοποιηθούν για την κατεργασία των δοκιμίων.
- Να επιλεγούν τα υλικά των κοπτικών εργαλείων για την κατεργασία των δοκιμίων.
- Να επιλέξετε τη γεωμετρία των κοπτικών εργαλείων.
- Να σχεδιάσετε τα σκαριφήματα των κοπτικών εργαλείων.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟΥ ΙΙ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ

Τα φυσικά μεγέθη τα οποία εμφανίζονται στο σχήμα 1. (κινηματική του τόρνου) είναι: η ταχύτητα, η πρόωση και το βάθος κοπής.

- Ταχύτητα κοπής είναι η σχετική ταχύτητα του κατεργαζόμενου αντικειμένου ως προς το κοπτικό εργαλείο.
- Πρόωση είναι η μετακίνηση του κοπτικού εργαλείου σε MM σε κάθε περιστροφή του κατεργαζόμενου εξαρτήματος.
- Βάθος είναι η εισχώρηση του κοπτικού στο κατεργαζόμενο εξάρτημα και διαχωρίζεται σε ακτινικό και διαμετρικό: ακτινικό ονομάζουμε την εισχώρηση του κοπτικού κατά τη διεύθυνση της ακτίνας μέσα στο αντικείμενο, ενώ αυτονόητο είναι ότι το διαμετρικό είναι διπλάσιο του ακτινικού.

ΣΧΗΜΑ 1.



Η ταχύτητα, η πρόωση και το βάθος κοπής χαρακτηρίζονται - ονομάζονται συνθήκες κοπής και η βελτιστοποίησή τους είναι καθοριστική για την ποιότητα-μείωση του κόστους του παραγόμενου προϊόντος και επιπλέον διασφαλίζουν την ασφάλεια του εργαζόμενου, των εργαλειομηχανών και των κοπτικών εργαλείων. Στις συμβατικές, αλλά και στις ψηφιακά προγραμματιζόμενες εργαλειομηχανές οι συνθήκες κοπής επιλέγονται-υπολογίζονται από το χρήστη τους και στη συνέχεια με καθορισμένα πλέον τα δεδομένα ρυθμίζονται ή εισάγονται στο πρόγραμμά τους στοχεύοντας στην εύρυθμη λειτουργία τους. Στις εργαλειομηχανές η κατεργασία των δοκιμίων διαχωρίζεται σε κατεργασίες ξεχονδρίσματος και φινιρίσματος, μεγέθη τα οποία εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Στον πίνακα εμφανίζονται ο συμβολισμός η ονομασία, οι μονάδες και το τυπολόγιο των συνθηκών κοπής

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ ΤΟΡΝΟΥ				
α/α	Συμβολισμός	Ονομασία	Μονάδες	Τυπολόγιο
1.	$V\Xi$	Ταχύτητα κοπής ξεχονδρίσματος	M/MIN	$V\Xi = V_0 \times K_g \times K_k$
2.	$V\Phi$	Ταχύτητα κοπής φινιρίσματος	M/MIN	$V\Phi = V_0 \times K_g \times K_k$
3.	$s\Xi$	Πρόωση ξεχονδρίσματος	MM/στροφή	Επιλογή
4.	$s\Phi$	Πρόωση φινιρίσματος	MM/στροφή	Επιλογή
5.	$sz\Xi$	Ταχύτητα πρόωσης ξεχονδρίσματος	MM/MIN	$Sz\Xi = s\Xi \times h\Xi$
6.	$sz\Phi$	Ταχύτητα πρόωσης φινιρίσματος	MM/MIN	$Sz\Phi = s\Phi \times h\Phi$
7.	g_{max}	Βάθος μέγιστο	MM	$g_{max} = d_{\text{Αρχ}} - d_{\text{τελ}}/2$
8.	$g\Xi$	Βάθος ξεχονδρίσματος	MM/Πάσο	$g\Xi = g_{max\Xi} / g_{z\Xi}$
9.	$g\Phi$	Βάθος φινιρίσματος	MM/Πάσο	Επιλογή
10.	$gz\Xi$	Διαίρεση βάθους	Αριθμός	$i = g_{max\Xi} / g_{\text{θεωρητ}}$
11.	$h\Xi$	Στροφές ξεχονδρίσματος	στροφές/MIN R P M	$h\Xi = V\Xi \times 1000 / \pi \times d_M$ $d_M = d_{\text{Αρχ}} + d_{\text{τελ}}/2$
12.	$h\Phi$	Στροφές φινιρίσματος	στροφές/MIN R P M	$h\Phi = V\Phi \times 1000 / \pi \times d\Phi$

- Οι ταχύτητες κοπής ξεχονδρίσματος-φινιρίσματος εξαρτώνται από το υλικό του κατεργαζόμενου δοκιμίου, τη διάρκεια ζωής, τη γεωμετρία και το υλικό του κοπτικού εργαλείου, την πρόωση και το βάθος εργασίας του δοκιμίου.
- Οι προώσεις ξεχονδρίσματος-φινιρίσματος εξαρτώνται από το υλικό του κατεργαζόμενου δοκιμίου, τη διάρκεια ζωής, τη γεωμετρία και το υλικό του κοπτικού εργαλείου.
- Οι ταχύτητες προώσεων ξεχονδρίσματος-φινιρίσματος είναι το γινόμενο των προώσεων επί τις στροφές
- Το μέγιστο βάθος ξεχονδρίσματος είναι το $\frac{1}{2}$ της διαφοράς αρχικής και τελικής διαμέτρου.
- Τα βάθη ξεχονδρίσματος και φινιρίσματος είναι ο λόγος του μέγιστου βάθους προς τον αριθμό που προκύπτει από την διαίρεση βάθους
- Η διαίρεση βάθους είναι ο λόγος του μέγιστου βάθους προς το επιλεγόμενο θεωρητικό βάθος
- Οι στροφές ξεχονδρίσματος-φινιρίσματος εξαρτώνται από την επιλεγμένη ταχύτητα κοπής και τη διάμετρο κατεργασίας του αντικειμένου.

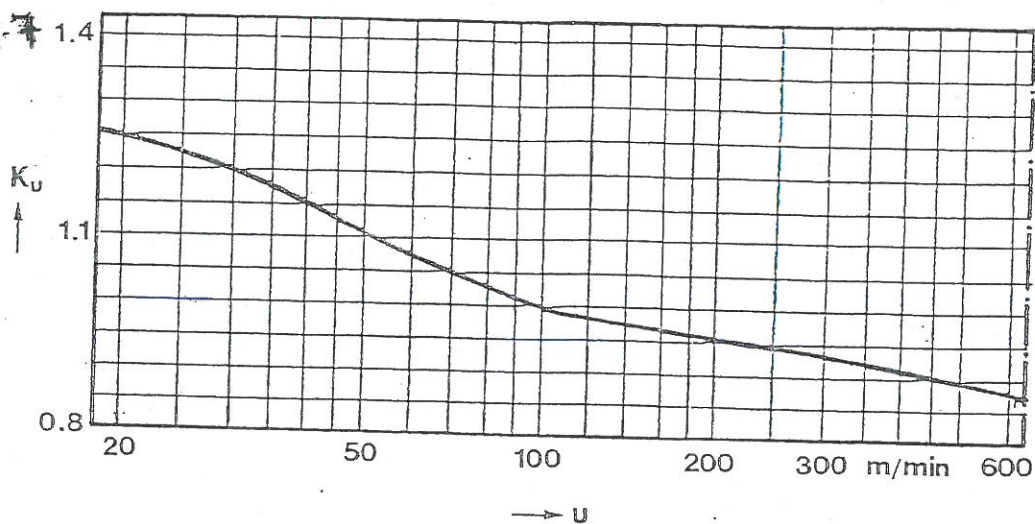
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6

Συνιστώμενες τιμές του δείκτη κατεργαστικότητας v_T (v_{240} , v_{60}) κατά την διαμήκη τórνευση, για μεταβαλλόμενη πρόωση, για διάφορα υλικά τεμαχίου και για εργαλεία από σκληρομέταλλο και ταχυχάλυβα.

V_0 (m/min) ①

Υλικό τεμαχίου	Όριο θραύσεως σ_n [kp/mm ²]	Σκληρομέταλλα						Ταχυχάλυβες				
		s [mm/στρο.]						s [mm/στρο.]				
		0,1	0,2	0,4	0,8	1,6		0,2	0,4	0,8	1,6	3,2
		v_{240} [m/min]						v_{60} [m/min]				
Ανθρακούχοι χάλυβες	έως 50	290	245	210	180	—	P10					
		—	170	145	125	105	P20	60	45	34	25	19
		—	—	94	80	67	P30					
	50 ... 60	260	215	185	155	—	P10					
		—	145	121	103	85	P20	48	36	27	20	15
		—	—	78	67	56	P30					
	60 ... 70	225	188	160	155	—	P10					
		—	122	104	89	71	P20	40	30	22	17	13
		—	—	65	56	48	P30					
	70 ... 85	188	155	128	108	—	P10					
		—	98	83	70	52	P20	32	24	18	13	10
		—	—	50	44	34	P30					
	85 ... 100	167	135	112	95	—	P10					
		—	84	71	61	45	P20	25	19	14	11	8
		—	—	43	38	28	P30					
		105	86	70	56	—	P10					
Κεκραμένοι χάλυβες	100 ... 120	—	55	45	36	28	P20	16	11	8	5,6	4,0
		—	—	27	22	18	P30					
Ανοξείδωτοι χάλυβες		90	71	56	48	—	P10					
		—	43	34	28	22	P20	21	15	11	7,5	5,3
		—	—	22	19	15	P30					
		142	120	101	88	—	P10					
Χυτοχάλυβες	38 ... 52	—	78	66	57	45	P20	50	38	28	21	10
		—	—	43	36	30	P30					
Φαίος χυτοσίδηρος	έως 200 HB	130	108	90	75	63	K20	48	34	19	13	11
		95	80	70	61	50	K40	44	27	18	14	9,5
	άνω 200 HB	38	32	28	23	20	K10	24	15	10	7,1	4,8
							K05					
Μαλακτικοποιημένος χυτοσίδηρος		100	84	70	60	50	K10					
							P10	43	28	20	13	9
						P20						
Κράματα αργιλίου έως 9% Si άνω 9% Si		226	192	164	140	118	K20	125	85	56	36	24
		100	90	80	71	67	K20	67	45	30	19	11
Κράματα μαγνησίου Ορείχαλκος		1800	1500	1250	1060	900	K20	900	800	750	716	600
		600	530	450	400	355	K20	125	85	56	36	24
		500	450	375	335	300	K20	85	63	48	34	24
Χυτό κρατέρωμα		355	280	236	200	180	K20	63	53	43	36	28
Πλαστικές ύλες							K10					
		280	212	170	132	100	K20	—	—	—	—	—

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.7



(K_g) ②

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.8 Συντελεστές διορθώσεως των ταχυτήτων v_{60} και v_{240} του Πίνακα 2.10 για ποικίλλουσες τιμές του βάθους κοπής a .

Βάθος κοπής a [mm]	Υλικό κοπτικού εργαλείου		
	P10, P20, P30 P40, P50 K10, K20 $a = 2-15$ mm	P01, P02, K01  $a = 0,4-3,0$ mm	M20, M30 $a = 0,4-5,0$ mm
0,4	1,30	1,10	1,20
0,8	1,20	1,04	1,14
1,0	1,18	1,00	1,10
1,5	1,16	0,97	1,08
2,0	1,14	0,94	1,04
3,0	1,06	0,90	1,00
4,0	1,03	0,88	0,97
5,0	1,00	0,86	0,95
6,0	0,98	0,84	0,92
8,0	0,95		
10,0	0,92		
12,0	0,90		
15,0	0,88		

1. Δεν χρησιμοποιείται το σκληρομέταλλο P10.
2. Δεν χρησιμοποιούνται τα σκληρομέταλλα P01 και P02.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.9 Συντελεστές διορθώσεως των ταχυτήτων v_{60} και v_{240} του Πίνακα 2.10 για διάφορες τιμές της γωνίας θέσεως της κύριας κόψης, K

Υλικό εργαλείου και υλικό τεμαχίου	Συντελεστές διορθώσεως των v_{60} και v_{240} για τιμές του K		
	45°	60°	90°
Κοπή χάλυβα και χυτοχάλυβα με εργαλείο από ταχυχάλυβα.	1,0	0,80	0,66
Κοπή χυτοσιδήρου με εργαλείο από ταχυχάλυβα.	1,0	0,89	0,72
Κοπή υπόλοιπων υλικών με εργαλείο από ταχυχάλυβα.	1,0	0,96	0,90
Κοπή ανθρακούχων χαλύβων και χυτοχαλύβων με εργαλείο από σκληρομέταλλα P10, P20 και P30.	1,0	0,96	0,80
Κοπή χαλυβοκραμάτων με εργαλείο από σκληρομέταλλα P10, P20 και P30.	1,0	0,96	0,70
Κοπή ανθρακούχων χαλύβων και επιβελτιωμένων χαλυβοκραμάτων με εργαλείο από σκληρομέταλλο P40 και P50.	1,0	0,93	0,86
Κοπή ανθρακούχων χαλύβων, επιβελτιωμένων χαλυβοκραμάτων και χυτοσιδήρων με εργαλείο από σκληρομέταλλα M20 και M30.	1,0	0,95	0,90
Κοπή χυτοσιδήρων με εργαλείο από σκληρομέταλλο K10 και K20.	1,0	0,96	0,90

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.10 Εκλογή της γωνίας αποβλίττου γ και της γωνίας ελευθερίας α του κοπτικού εργαλείου κατά την διαμήκη τόρνευση με εργαλείο από ταχυχάλυβα.

Υλικό τεμαχίου	α [°]	γ [°]
Χάλυβες St34 έως St70	8	14
St 85	8	10
Χαλυβοκράματα: $\sigma_B = 70-85 \text{ daN/mm}^2$	8	14
$\sigma_B = 85-100$	8	10
$\sigma_B = 100-180$	8	6
Χάλυβες εργαλείων	8	6
Χυτοσίδηροι (φαιοί)	8	6
Μαλακτοποιημένος χυτοσίδηρος	8	10
Χυτοχάλυβας: $\sigma_B = 50 \text{ daN/mm}^2$	8	10
$\sigma_B = 50-70$	8	10
$\sigma_B = 70$	8	6
Σκληρός χυτοσίδηρος	8	0
Χαλκός	8	18
Ορείχαλκος, κρατέρωμα	8	0
Αργίλιο	12	30
Κράματα αργιλίου	12	18
Κράματα αργιλίου με μεγάλη περιεκτικότητα σε Si	12	18
Κράματα ψευδαργύρου	12	10
Κράματα μαγνησίου	8	6
Πλαστικές ύλες	12	14

σ_B : Μέγιστη αντοχή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.12 Εκλογή της γωνίας αποβάλλττου γ και της γωνίας ελευθερίας α του κοπτικού εργαλείου κατά την διαμήκη τόρνευση με εργαλείο από σκληρομετάλλο.

Υλικό τεμαχίου	Μέγιστη αντοχή σ _B , daN/mm ² ή σκληρότητα, BHN	Εγκόνδυση			Αποπερίτωση				
		Κατηγορία και ποιότητα σκλη- ρομετάλλου	α [°]	γ [°]	λ [°]	Κατηγορία και ποιότητα σκλη- ρομετάλλου	α [°]	γ [°]	λ [°]
Χάλυβες κατασκευών	≤ 50	P20 / P40	6	10	-5 έως -6	P01 / P10	6	12	-4
Χάλυβες κατασκευών και επιβατηγά οχήματα	50 - 70	P20 / P50	6	8 - 10	-5 έως -6	P01 / P10	6	10	-4
	70 - 100	P20 / P50	6	6 - 8	-5 έως -6	P01 / P10	6	8	-4
Μαγνησιούχοι, χρωμίουχοι και χρωμιομαγνησιούχοι χάλυβες	70 - 85	P20 / P40	6	6 - 8	-5 έως -6	P01 / P10	6	8	-4
	85 - 100	P20 / P40	6	6	-6 έως -8		6	6	-4
Χάλυβοκορδύματα	100 - 140	P20 / P30	6	0 - 4	-8	P01 / P10	6	4	-4
Ανοξείδωτοι χάλυβες	60 - 70	P20 / P40	6	4	-6	P01 / P10	6	6	-4
Χάλυβες εργαλείων	150 - 180	P20	6	0	-6	P01 / P10	6	2	-4
Χυτοχάλυβες	≤ 50	P20 / P40	6	4 - 6	-6	P01 / P10	6	8	-4
	50 - 70	P20 / P40	6	2 - 4	-6	P01 / P10	6	6	-4
	> 70	P20 / P30	6	-5 έως 0	-6	P01 / P10	6	0 - 2	-4
Χυτοσίδηροι (φαιολ)	≤ 200 BHN	K20	6	0 - 6	-6	K20	6	6	-4
	> 200	K10	6	0 - 4	-6	K01 / K10	6	4	-4
Ευδικοί χυτοσίδηροι	200 - 250 BHN	K10	6	4	-6	K10	6	6	-4
Μαλακτοποιημένοι χυτοσίδηροι	≤ 220 BHN	K20	6	2 - 4	-6	K10 / K20	6	4	-4
Σιδηρός χυτοσίδηρος		K10	6	0	-6	K10	6	0	-4
Χαλκός, νικατεράματα		K20	8	10 - 12	-4	K20	8	15	-4
Κράματα ψευδαργύρου		K20	6	10	-4	K20	6	10	-4
Κράματα αργιλίου		K20	8	20	-4	K20	8	25	-4

Ταχύτητα κοπής κατά την κατά μήκος τόννευση (άνευ ψύξης) $(V_0) \text{ m/min}$

Υλικό κατεργαζομένου αντικειμένου		Υλικό κοπτικού εργαλείου							
		από ταχυχάλυβα					από σκληρο-μέταλλο		
		(A)	Διατομή αφαιρουμένου στρώματος σε mm ²						
		0,1	0,5	1	3	5	0,1	1	3
Ανθρακοχάλυβες και κράματα με αντοχή σε kp / mm ²	50-60	97	61	51	37	32	282	140	110
	60-70	72	46	38	28	24	217	115	84
	70-85	61	39	32	23	20	185	97	72
	95	46	29	24	18	15	135	71	52
	120						97	51	38
Χυτοσίδηρος με σκληρότητα σε βαθμούς Brinell (HB)	160	51	37	32	26	23	214	135	108
	180	44	32	28	22	20	178	113	90
	200	39	29	25	20	18	142	90	72
	" 220	32	23	20	16	14	122	77	61
Κράματα χαλκού		126	107	100	90	85	1110	890	760
Κράματα αλουμινίου		288	184	152	112	96	830	440	320

Κανονικές ταχύτητες κοπής σε μέτρα ανά πρώτο λεπτό χωρίς ψύξη. $(V_0) \text{ m/min}$

Κατεργαζόμενο υλικό	Εργαλείο από:					
	Ανθρακοχάλυβα		Ταχυχάλυβα		Σκληρομέταλλο	
	Ξεχόνδρ.	Τελείωμα	Ξεχόνδρ.	Τελείωμα	Ξεχόνδρ.	Τελείωμα
Μαλακός χυτοσίδηρος	6 - 12	12 - 18	14 - 20	18 - 24	80 - 100	90 - 130
Σκληρός »	4 - 6	8 - 10	8 - 10	14 - 18	50 - 70	90 - 100
Μαλακός »	8 - 14	14 - 20	15 - 22	20 - 28	60 - 80	70 - 100
Χάλυψ αντοχής						
30 — 40 kg	12 - 16	14 - 20	20 - 30	28 - 32	100 - 200	150 - 300
50 — 70 kg	10 - 14	12 - 18	16 - 24	22 - 28	130 - 180	150 - 250
80 — 90 kg	6 - 10	8 - 12	12 - 18	16 - 20	80 - 120	110 - 150
Όρειχαλκος και Μπροϋντζος						
Μαλακός	25 - 35	30 - 40	30 - 40	40 - 50	350 - 450	450 - 550
Σκληρός	15 - 22	25 - 28	20 - 30	30 - 40	150 - 220	250 - 330
Αλουμίνιο	80 - 120	160 - 240	140 - 170	300 - 380	800 - 1200	1000 - 1500

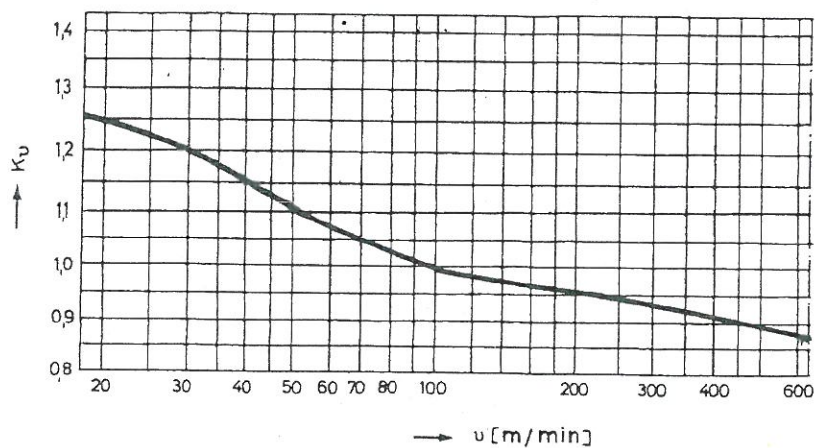
Τιμές της ειδικής αντίστασης *K_s*

(4)

Κατεργασμένο υλικό	Όριο θραύσεως σ_{θ} kp/mm ²	Σκληρό- τητα HB kp/mm ²	Ειδική αντίσταση k_s σε kp/mm ² (για διατομή του αεροβλήτου F mm ²)			
			1	2	5	10
Μαλακός ανθρακοχάλυβας	60-70		200	180	158	142
Ανθρακοχάλυβας μέσης σκληρότητας	70-85	220	220	197	172	155
Σκληρός ανθρακοχάλυβας	85-100		240	217	188	172
Χυτοσίδηρος φαιός		160-180	127	118	105	100
Σκληρός χυτοσίδηρος φαιός		200-220	143	132	118	110
Ελαφρά κράματα		50-60	25	23	21	20
Μαγνήσιος		80-100	110	93	76	63

Τιμές συντελεστή X_T για τον υπολογισμό της ταχύτητας V_T ανάλογα της διάρκειας T της κόψης του εργαλείου

Κοπτικό εργαλείο κατεργαζομένου αντικειμένου		T=30	60	90	120	180	240	360	480
Από ταχυ- χάλυβα	Χάλυβας και χυτοχάλυβας	1,09	1,00	0,95	0,92	0,87	0,85	0,8	0,76
	Χυτοσίδηρος	1,07	1,00	0,96	0,93	0,89	0,87	0,84	0,81
	Κράματα χαλκού	1,16	1,00	0,91	0,84	0,78	0,73	0,66	0,63
	Κράματα αλουμινίου	1,23	1,00	0,88	0,81	0,72	0,66	0,58	0,53
Από σκληρο- μέταλλο	Χάλυβας μη βαμμένος	1,24	1,08	1,00	0,94	0,87	0,82	0,76	0,72
	Χυτοσίδηρος, χάλυβας βαμμένος	1,11	1,04	1,00	0,97	0,93	0,91	0,88	0,85



Τιμές της σταθεράς k_1 και του $(1 - z)$ όπως και τιμές της ειδικής αντιστάσεως κοπής k_g για διάφορα υλικά και τιμές του θεωρητικού πάχους αποβλίττου.

Υλικό κομματιού	σ_B [kp/mm ²] ή BHN*	1 - z	k_1 [kp/mm ²]	k_g [kp/mm ²] για θεωρητικό πάχος αποβλήττου σε mm									
				0,08	0,1	0,13	0,25	0,4	0,63	1	1,6	2,5	
Ανθρακούχοι χάλυβες	St 50	0,74	199	420	361	319	283	250	224	199	178	158	
	St 60	0,83	211	331	308	283	282	244	227	211	196	182	
	St 70	0,70	226	512	450	392	341	299	260	226	198	174	
	Ck 45	0,86	222	324	304	284	266	250	234	222	209	196	
	Ck 60	0,82	213	343	315	292	270	249	230	213	196	181	
Χαλύβινα κράματα	60 MnCr 5	0,74	210	435	383	340	302	266	236	210	188	167	
	18 Cr Ni 6	0,70	228	514	451	392	341	300	259	228	198	175	
	42 Cr Mo 4	0,74	250	500	450	400	355	315	280	250	224	200	
	34 Cr Mo 4	0,79	224	400	361	329	300	275	246	224	205	187	
	50 Cr V 4	0,74	222	462	410	361	319	282	250	222	199	178	
	55 Ni Cr Mo V 6G.	0,76	174	347	307	272	239	217	193	174	154	135	
	55 Ni Cr Mo V6V. EC Mo 80	0,78 0,83	192 229	387 365	331 339	295 313	268 290	238 268	210 247	192 229	172 202	153 198	
Χυτο- σίδηροι	Φαίδς	0,74	116	236	211	187	166	147	130	116	103	93	
	Μαλακτοποιημένος	0,74	127	258	230	205	184	164	144	127	113	101	
Κράματα Χυτο- αλυσίδας	Κρατέρωμα	0,83	178	285	263	243	225	208	193	178	164	152	
	Ορείχαλκος	0,82	78	128	118	109	100	92	85	78	72	66	

* Σκληρότητα σε βαθμούς Brinell.

: Ταχύτητα πρόωσης ξεχονδρίσματος κατά την τόννευση σπών με κοπτικά εργαλεία

Σπών (mm/στρ)

Βάθος κοπής g [mm]	Διάμετρος κυλινδρικής διατομής του εργαλείου X εκτάσεως [mmxmm]					
	12x60	16x80	20x100	25x125	30x150	40x200
	Πρόωση ρ [mm/στρ]					

ΧΑΛΥΒΑΣ

2	<0,10	0,08-0,20 -	0,15-0,40	0,25-0,70	0,50-1,00	-
3	<0,08	<0,120	0,10-0,25	0,15-0,40	0,2-0,50 0,12-	0,25-0,6
5	-	<0,080	<0,10	0,08-0,20	0,30	1,13-0,4

ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ ΚΑΙ ΜΠΡΟΥΝΤΖΟΣ

2	0,12-0,20	0,25-0,40.	0,50-0,80	0,90-1,50	-	-
3	0,08-0,12	0,15-0,25	0,30-0,50	0,5-0,80	0,90-1,20	-
5	<0,08	0,08-1,12	0,15-0,25	0,25-0,50	0,50-0,70	0,60-1,0

Στρυπανιού με διάμετρό του
Προώσεις τρυπανιού ανάλογα με την διάμετρό του.

(2τ)

Συνιστώμενες τιμές γωνιών κοπής για
εσωτερική τόννευση α, δ, κ

Προώσεις τρυπανιού σε mm και ίντσες			
Διάμετρος τρυπανιού		Πρόωση	
σε mm	σε ίντσες	σε mm	σε ίντσες
0 - 1,5	1/16"	0,05	0,002"
0,5 - 3	1/8"	0,07	0,003"
3 - 4,5	3/16"	0,1	0,004"
4,5 - 6	1/4"	0,12	0,005"
6 - 7,5	5/16"	0,15	0,006"
7,5 - 9,5	3/8"	0,17	0,007"
9,5 - 11,5	7/16"	0,20	0,008"
11,5 - 13	1/2" - 9/16"	0,22	0,009"
13 - 16	5/8 - 11/16"	0,25	0,010"
16 - 20	3/4 - 13/16"	0,27	0,011"
20 - 24	7/8 - 15/16"	0,30	0,012"
24 - 28	1 - 1 1/16"	0,33	0,013"
28 - 31	1 1/8 - 1 13/16"	0,35	0,014"
31 - 35	1 1/4 - 1 7/16"	0,37	0,015"
35 - 50	1 1/2 - 2"	0,40	0,016"

Υλικό τεμαχίου	Υλικό εργαλείου	Γωνία ελευθερίας α [°]	Γωνία αποβλίττου γ [°]	Γωνία θέσεως κύρια κόψης κ [°]
Χαλύβες:				
σ _H έως 60 daN/mm ²	SS	8	18	
	HM	6	16	
σ _B έως 85 daN/mm ²	SS	8	16	45
	HM	6	10	
σ _B άνω 85 daN/mm ²	SS	8	14	~60
	HM	5	7	
Χυτοσίδηρος:				
έως 200 BHN	SS	7	12	
	HM	5	10	~60
έως 400 BHN	SS	6	6	
	HM	4	6	
Μαλακτικοποιημένος	SS	6	10	45
	HM	5	10	
Κρατέρωμα,	SS	10	20	75 - 90
ορείχαλκος	HM	5	13	
Ελαφρά μέταλλα και κράματα	SS	10	35	45
	HM	8	32	

SS: Ταχυχάλυβας, HM: σκληρομέταλλο.

Συνιστώμενες τιμές για την πρόωση s κατά το τρυπάνισμα διαφόρων υλικών με ελικοειδές τρυπάνι από ταχυχάλυβα.

$S_{\text{Τρυπανίου}} (mm/στρ)$

Είδος υλικού	Όριο θραύσεως (Kp/mm^2) ή σκληρότητα σε Brinell	Πρόωση s (mm/στρ) για διάφορες			
		περιοχές ονομαστικής διαμέτρου τρυπανιού ϕ (mm)			
		2...10	10...20	20...40	40...60
Ανθρακούχοι χάλυβες	ως 50	0,03...0,2	0,2 ...0,3	0,3 ...0,4	0,4 ...0,5
	50... 70	0,03...0,16	0,16...0,24	0,24...0,32	0,32...0,4
	70... 90	0,02...0,125	0,12...0,18	0,16...0,24	0,24...0,32
	90... 110	0,01...0,1	0,1 ...0,14	0,14...0,2	0,2 ...0,24
Χαλυβοκράματα	100... 120	0,01...0,1	0,1 ...0,14	0,14...0,2	0,2 ...0,24
Ανοξείδωτοι χάλυβες		0,02...0,125	0,12...0,18	0,18...0,24	0,24...0,32
Χυτοχάλυβες	38... 52	0,03...0,16	0,16...0,24	0,24...0,32	0,32...0,4
Φαιός χυτοσίδηρος	ως 200 Brinell	0,06...0,24	0,24...0,32	0,32...0,35	0,45...0,56
	άνω 200 Brinell	0,04...0,18	0,04...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Χυτοσίδηρος με σφαι- ροειδή γραφίτη		0,04...0,18	0,18...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Μαλακτοποιημένος χυτοσίδηρος		0,02...0,125	0,12...0,18	0,18...0,24	0,24...0,32
Κράματα αργιλίου		0,05...0,24	0,24...0,3	0,3 ...0,45	0,45...0,56
Ορείχαλκος		0,4 ...0,18	0,18...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Κρατέρωμα		0,04...0,18	0,18...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Πλαστικά		0,08...0,32	0,32...0,45	0,45...0,56	0,56...0,70

Εκλογή ταχύτητας κοπής και πρόωσης

$V_{\text{Τρυπανίου}} (m/min)$

Στον πίνακα του φαίνονται οι ενδεικτικές τιμές ταχύτητας κοπής και πρόωσης για τρυπάνια από ταχυχάλυβα και σκληρομέταλλο.

(4τ)

Α/Α	Υλικό για τρυπάνισμα	Τρυπάνι από ταχυχάλυβα (HSS)		Τρυπάνι από σκληρομέταλλο (HM)	
		Ταχύτητα κοπή V_k m/min	Πρόωση s mm/στρφ.	Ταχύτητα κοπή V_k m/min	Πρόωση s mm/στρφ.
1	Χάλυβες γενικά $\sigma_B < 50 Kp/mm^2$	25...40	0,15...0,45	-	-
2	Βελτιωμένοι χάλυβες $\sigma_B < 90 Kp/mm^2$	15...20	0,1...0,30	45...35	0,05...0,12
3	Χάλυβες εργαλείων $\sigma_B < 90 Kp/mm^2$	8...15	0,07...0,25	25...32	0,04...0,08
4	Χυτοχάλυβας $\sigma_B < 70 Kp/mm^2$	20...30	0,1...0,4	30...38	0,05...0,12
5	Χυτοσίδηρος μαλακός Σκληρότητα μέχρι 200 HB	20...30	0,25...0,55	60...80	0,08...0,3
6	Χυτοσίδηρος Σκληρότητα πάνω από 200 HB	10...25	0,12...0,4	50...70	0,08...0,16
7	Ανοξείδωτοι, οξυμαχοί και πυρίμαχοι χάλυβες	3...10	0,05...0,3	-	-
8	Χαλκός	40...65	0,15...0,45	-	-
9	Κασσιτερόχαλκος (Μπρούντζος)	25...55	0,15...0,5	55...75	0,08...0,12
10	Ορείχαλκος	40...100	0,15...0,5	90...110	0,1...0,2
11	Κράματα αλουμινίου με Si < %	50...120	0,15...0,5	110...130	0,1...0,18
12	Κράματα αλουμινίου με Si 5...12%	30...40	0,12...0,5	55...70	0,06...0,08
13	Ήλεκτρο	100...300	0,15...0,8	-	-
14	Θερμοπλαστικά	15...35	0,1...0,4	-	-
15	Γυαλί - Μάρμαρο	6...10	-	10...30	με το χέρι

Σημείωση:

- Οι τιμές είναι ενδεικτικές και πρέπει να ελαττώνονται ανάλογα με το βάθος των οπών, την κατεργαστικότητα του υλικού και τις δυσκολίες γενικά της εργασίας. Οι μικρές τιμές πρέπει να προτιμώνται για τις μικρές διαμέτρους και οι μεγάλες για τις μεγάλες διαμέτρους.
- Για τρυπάνια με διάμετρο κάτω από 1 mm εφαρμόζεται ταχύτητα κοπή $V_k = 0,15 \dots 2,5 m/min$ και πρόωση συνήθως με το χέρι ή 0,01...0,15 mm/στρ.
- Η κατάσταση του δραπεάνου από άποψη ηλικίας και φθορών, το σωστό τρόχισμα του τρυπανιού και η καλή συγκράτηση του κομματιού επάνω στο τραπέζι του δραπεάνου λαμβάνονται σοβαρά υπόψη και ελαττώνονται ανάλογα οι τιμές που επιλέγουμε από τον πίνακα.

Ενδεικτικές τιμές για ταχύτητες κοπής $v(m/min)$ και προώσεις ανά δόντι $S_z(mm)$ (φρεζάρισμα με κυλινδρικούς κοπτήρες και κονδύλια)

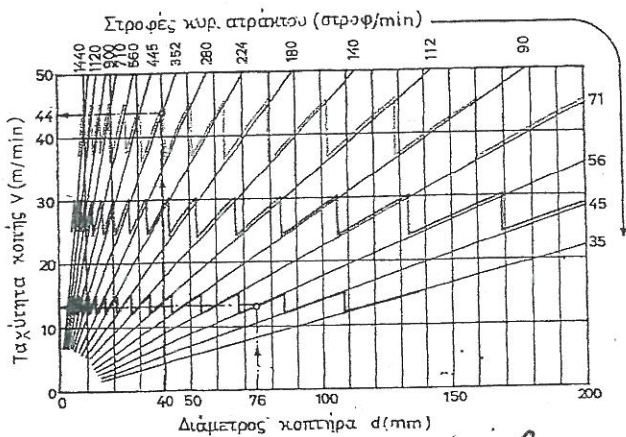
Υλικό (Αντοχή σε kg/mm^2)	u^1				s_z εξαρτώμενο από είδος κοπτήρα			
	ταχυχάλυβας (HSS)		σκληρομέταλλο (HM)		κυλινδρικοί και μετωπικοί κοπτήρες	κοπτήρες - δίσκοι	κονδύλια	κοπτήρες με οπισθοτόρνευση
	∇	$\nabla\nabla$	∇	$\nabla\nabla$			(10 $\varnothing$ 40 $\varnothing$)	
Χάλυβας μέχρι 60	16 ... 20 ... 25		100 ... 120 ... 150		0,1 ... 0,2	0,06 ... 0,08	0,016 ... 0,08	0,04 ... 0,06
Χάλυβας μέχρι 80	10 ... 12 ... 18		50 ... 63 ... 100		0,08 ... 0,16	0,05 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,05
Χυτοχάλυβας μέχρι 110	8 ... 10 ... 16		40 ... 50 ... 63		0,05 ... 0,1	0,04 ... 0,05	0,01 ... 0,04	0,02 ... 0,04
Χυτοσίδηρος μέχρι 180 HB	16 ... 20 ... 25		50 ... 80 ... 100		0,16 ... 0,25	0,07 ... 0,1	0,02 ... 0,1	0,05 ... 0,08
Χυτοσίδηρος πάνω από 180 HB.....	8 ... 12 ... 18		30 ... 50 ... 80		0,1 ... 0,2	0,04 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,05
Χαλκός	40 ... 50 ... 63		63 ... 90 ... 150		0,2 ... 0,25	0,08 ... 0,1	0,018 ... 0,08	0,05 ... 0,08
Ορείχαλκος, Μπρούτζος, Ψαθυρά υλικά	40 ... 50 ... 63		100 ... 120 ... 160		0,2 ... 0,3	0,07 ... 0,09	0,016 ... 0,07	0,04 ... 0,08
Συνεκτικά υλικά	32 ... 40 ... 50		80 ... 100 ... 120		0,16 ... 0,2	0,05 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,06
Αλουμίνιο μαλακό	120 ... 180 ... 250		300 ... 400 ... 500		0,16 ... 0,2	0,06 ... 0,08	0,018 ... 0,09	0,04 ... 0,07
Αλουμίνιο σκληρό	80 ... 120 ... 160		160 ... 200 ... 300		0,1 ... 0,16	0,05 ... 0,06	0,016 ... 0,08	0,03 ... 0,06
Κράματα ψευδαργύρου	60 ... 80 ... 120		100 ... 160 ... 200		0,2 ... 0,3	0,06 ... 0,08	0,016 ... 0,08	0,04 ... 0,08

1 = Για κοπτήρες από σκληρομέταλλο να προτιμούνται οι χαμηλότερες τιμές του S_z

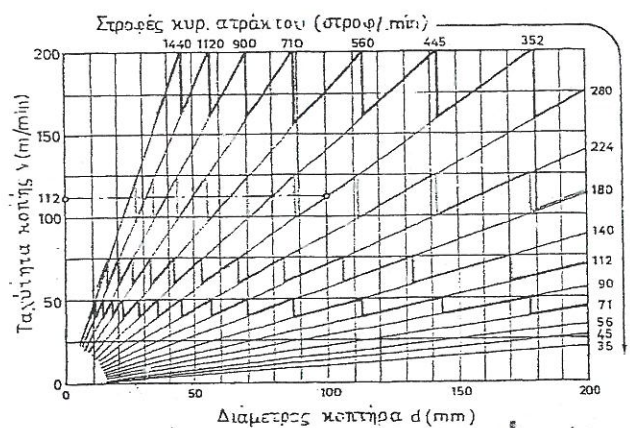
ΠΙΝΑΚΑΣ

Ενδεικτικές τιμές για ταχύτητα κοπής v (m/min) και προώσεις ανά δόντι S_z (mm)
(φρεζάρισμα με μαχαιροφόρες κεφαλές)

Υλικό (Αντοχή σε kg/mm^2)	Ταχυχάλυβας (HSS-Co)				Μαχαιροφόρα κεφαλή με δόντια από σκληρομέταλλο				Είδος σκληρομετάλλου
	u		S _z		u		S _z		
	▽	▽▽	▽▽	▽	▽	▽▽	▽▽	▽	
Χάλυβας μέχρι 60	20 ... 25 ... 32	0,1 ... 0,16...0,25	90 ... 120 ... 160	0,1 ... 0,16...0,28	P 20/P 30 (S 2/3)				
Χυτοχάλυβας μέχρι 80	16 ... 20 ... 25	0,08 ... 0,12...0,2	80 ... 100 ... 140	0,1 ... 0,16...0,25	desgl.				
Χυτοχάλυβας μέχρι 110	12 ... 16 ... 20	0,05 ... 0,1 ...0,16	70 ... 90 ... 120	0,1 ... 0,16...0,2	desgl.				
Χυτοσίδηρος μέχρι 180 HB ..	20 ... 25 ... 28	0,12 ... 0,25 ...0,4	50 ... 63 ... 80	0,16 ... 0,2 ... 0,36	K 20 (G 1)				
Χυτοσίδηρος πάνω από 180 HB	14 ... 18 ... 22	0,1 ... 0,16...0,3	40 ... 50 ... 63	0,1 ... 0,16...0,25	K 10 (H 1)				
Χαλκός και κράματα χαλκού ..	50 ... 63 ... 80	0,1 ... 0,2 ...0,3	100 ... 180 ... 250	0,1 ... 0,16...0,2	K 10/K 20				
Αλουμίνιο μαλακό	300 ... 400 ... 500	0,1 ... 0,18 ...0,25	500 ... 630 ... 800	0,08 ... 0,16...0,2	K 20				
Αλουμίνιο σκληρό	150 ... 250 ... 300	0,1 ... 0,2 ...0,3	300 ... 360 ... 400	0,1 ... 0,2 ... 0,25	K 10/K 20				
Κράματα ψευδαργύρου	50 ... 63 ... 80	0,1 ... 0,2 ...0,3	80 ... 120 ... 160	0,1 ... 0,12...0,16	K 10				



Ⓐ Ταχυχάλυβα



Ⓔ Γκληρομέταλλο

Κοπτικά εργαλεία Γίνονται κοπής των διαφόρων κοπών κατά το προέχοντα.

Όνομασία κοπτήρων	Διά χαλύβας και κράμα- τούχους χαλύβας	Δι' ελαφρά μέταλλα	1. Διά κανονικούς χαλύβας 2. Διά σκληρούς χαλύβας 3. Διά μέταλλα				D = εξωτερική διάμετρος Z ₁ = διά κανονικούς χαλύβας Z ₂ = διά σκληρούς χαλύβας Z ₃ = διά ελαφρά μέταλλα d = διάμετρος άξονος										
			α	γ	ε												
Κυλινδρικός			1 4° 10° 40°	D	40	50	60	75	90	110	130	150					
			2 3° 5° 35°	Z ₁	6	8	10	12	14	16	18	20					
			3 6° 25° 50°	Z ₂	4	4	5	5	6	8	10	12					
Κυλινδρικός- μετωπικός			1 5° 10° 15°	D	40	50	60	75	90	110	130	150					
			2 3° 5° 15°	Z ₁	8	8	10	10	12	14	16	18					
			3 6° 25° 35°	Z ₂	6	6	7	8	9	10	12	14					
Μετωπικός- γωνιακός			1 5° 10° 10°	D				65	75	90	110						
			2 3° 5° 5°	Z ₁				8	7	8	9						
			3 6° 25° 15°	Z ₂				9	10	12	14						
Δισκοειδής τρίκοπος			1 5° 10° 12°	D	60	75	90	110	130	150	175	200					
			2 3° 5° 9°	Z ₁	8	10	12	14	16	18	20	22					
			3 6° 25° 20°	Z ₂	6	7	8	10	10	12	12	14					
Ατέρμων			1 5° 10° 10°	D				100	130	175	210						
			2 3° 5° 10°	Z ₁				9	9	8	8						
			3 6° 25° 15°	Z ₂													
Μαρούτις			1 10° 0° 10°	D				50	60	70	80	90					
			2 10° 0° 0°	Z ₁				7	8	9	9	10					
			3 15° 20° 20°	Z ₂				8	8	10	10	12					
Πριονοειδής			1 5° 5° 10°	D	60	80	100	150	200	250	300						
			2 3° 0° 3°	Z ₁	44	54	64	84	104	124	136						
			3 6° 15° 2°	Z ₂	34	40	48	56	64	80	88						
Όλοσωμος κρουσηλαειδής			1 5° 8° 15°	D	10	14	20	24	30	36	40						
			2 3° 5° 5°	Z ₁	4	4	5	5	6	6	6						
			3 6° 20° 20°	Z ₂	6	6	8	8	10	10	10						
Δισκοειδής μετ' έμβολέως			1 5° 12° 4°	D													
			2 3° 5° 10°	Z ₁													
			3 6° 25° 10°	Z ₂													
Κρεαλή μετά προσέτων πλακιδίων			1 5° 12° 4°	D													
			2 3° 5° 10°	Z ₁													
			3 6° 25° 10°	Z ₂													

ΠΙΝΑΚΑΣ
Οδηγίες για την εκλογή αριθμού δοντιών και γωνιών κοπής σε φρέζες από ταχυχάλυβα

Τυποποιημένη φρέζα	Μορφή	Γωνίες κοπής N για κανονικούς χάλυβες H για σκληρά υλικά W για ελαφρά μέταλλα				Αριθμός δοντιών d ₁ = εξωτερική διάμετρος z ₁ = για κανονικούς χάλυβες z ₂ = για σκληρά υλικά z ₃ = για ελαφρά μέταλλα													
			α	γ	λ	d ₁	40	50	63	80	100	125	160	200					
Κυλινδρικές φρέζες DIN 884 και 1892		N*	5 ... 8°	10°	35 ... 40°	z ₁	6	7	8	8	10	10	12						
		H	3 ... 5°	5°	30°	z ₂	10	12	14	16	18	20	22						
		W	8 ... 12°	25°	45°	z ₃	4	5	6	6	8	8	10						
Κυλινδρικές - μεταλλικές φρέζες DIN 1880		N*	5 ... 8°	10°	20 ... 25°	z ₁	8	8	10	10	12	14	16						
		H	3 ... 5°	5°	15°	z ₂	12	14	16	18	20	22	24						
		W	8 ... 12°	22°	30°	z ₃	5	5	6	8	8	10	10						
Γωνιακές φρέζες DIN 842		N	5 ... 8°	0°	0°	z ₁	16	18	20	22	24	28	32						
		W	8 ... 12°	20°	8 ... 15°														
Δισκοειδείς φρέζες DIN 885 και 1291		N*	5 ... 8°	10°	15 ... 20°	z ₁	—	10	10	12	14	16	18	20					
						z ₂	—	14	16	18	20	24	26	30					
		H	3 ... 5°	5°	10°	z ₃	—	6	6	8	8	10	10	12					
		W	8 ... 12°	25°	20 ... 30°	z ₁	—	—	10	12	14	16	18	20					
						z ₂	—	—	14	18	20	22	26	30					
Κυλινδρικές - δισκοειδείς φρέζες για οδοντωτούς παχυντές DIN 8002		N	10°	0°	1 ... 5°	—	—	12	10	10	9	8	9	9					
Φρέζες για πλαστικά προφίλ κοίλα και κυρτά DIN 855, 856 & 8513 (τεταρτοκύκλιο)		N	10°	0°	0°			56°											
		W	15°	bis 20°	0 ... 10°			12	12	12	10	10	—	—					
Δίσκοι κοπής DIN 1837, 1838		N	5°	5°	0°														
		H	3°	(15) 0°	0°														
		W	8°	(8) 10° (25)	0°														
Κονδύλια DIN 844, 845		N	8 ... 10°	10°	20°	d ₁	2	5	8	10	16	20	25	32	36	40	50		
		H	4 ... 6°	5°	15°	z ₁	3	4	4	4	5	5	6	6	6	8			
		W	8 ... 12°	20°	30°	z ₂	4	5	5	6	6	8	8	10	10	10	12		
Κονδύλια για σφηνάκια DIN 326, 327		N	5 ... 8°	8°	bis 15°	z ₁	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—		
		H	3 ... 5°	4°	10°														
		W	8 ... 12°	20°	20°														
Κονδύλια για σιλάκια DIN 851		N	5 ... 8°	10°	0 ... 10°	d ₁	12,5	16	22	25	32	40	50	63	75	85	95		
							6	6	6	8	8	8	10	10	12	12	14		

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.11 Συνιστώμενες τιμές της σταθεράς k_{ST} και του εκθέτη Z [σχέση (2.12)] για κατά μήκος τόξου προκύβας
 ναυικών τεμαχίου. Υπολογισμένες τιμές της ειδικής αντιστάσεως κοπής k_{ST} για επιλεγμένο θεωρητικό πλάτος
 ή του αποβαλλένου.

Υλικό τεμαχίου	Z	k _{ST} σε daN/mm ² για h σε mm																		
		daN/mm ²	0,05	0,063	0,08	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,315	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5
St 34, St 37, St 42.	0,17	178	296	285	273	263	254	243	234	225	217	208	200	193	185	178	171	164	158	152
St 50	0,26	199	434	408	384	362	343	321	302	285	269	253	238	225	211	199	188	176	166	157
St 60	0,17	211	351	338	324	312	300	288	277	267	257	247	237	228	219	211	203	195	188	181
St 70	0,30	226	555	518	482	451	422	392	366	343	320	298	278	260	242	226	212	196	184	172
C 15	0,22	182	352	335	317	302	288	272	259	247	235	223	212	202	191	182	173	164	156	149
C 35	0,20	186	339	323	308	295	282	268	257	245	234	223	214	204	195	186	178	169	162	155
Ck 45	0,14	222	338	327	316	307	297	287	278	270	261	252	245	237	229	222	215	208	202	195
Ck 60	0,18	213	365	350	336	322	310	296	285	273	262	251	241	232	222	213	205	196	188	181
15CrMo5	0,17	229	381	366	352	339	326	313	301	290	279	268	258	248	238	229	221	211	204	196
16MnCr5	0,26	210	458	431	405	382	361	338	319	301	284	266	251	237	223	210	198	186	175	166
18 CrNi6	0,30	226	555	518	482	451	422	392	366	343	320	298	278	260	242	226	212	196	184	172
20MnCr5	0,25	214	453	427	402	381	360	338	320	303	286	269	255	240	226	214	202	190	180	170
25CrMo4, 41Cr4	0,25	207	438	413	389	368	348	327	310	293	276	260	246	232	219	207	196	184	174	165
30CrNiMo8	0,20	260	473	452	431	412	394	375	359	343	328	312	299	285	272	260	249	237	226	217
34CrMo4	0,21	224	420	400	381	363	347	329	314	300	286	272	259	247	235	224	214	203	194	185
37MnV7	0,26	181	394	372	349	329	311	292	275	260	244	230	217	204	192	181	171	160	151	143
37MnSi5	0,20	226	412	393	375	358	343	326	312	298	285	272	260	248	236	226	216	206	197	188
42CrMo4	0,26	250	545	513	482	455	429	403	380	358	338	317	299	282	265	250	236	221	209	197
50CrV4	0,26	222	484	456	428	404	381	358	337	318	300	282	266	250	235	222	210	197	185	175
55NiCrMoV6N	0,24	174	357	338	319	302	287	270	256	243	230	217	205	194	184	174	165	156	147	140
GGL-15	0,21	95	178	170	161	154	147	140	133	127	121	115	110	105	100	95	91	86	82	78
GGL-20	0,25	102	216	204	192	181	172	161	153	144	136	128	121	115	108	102	96	91	86	81
GGL-25	0,26	116	253	238	224	211	199	187	176	166	157	147	139	131	123	116	110	103	97	91
GS-45	0,17	160	266	256	246	237	228	219	210	203	195	187	180	173	166	160	154	148	142	137
GS-52	0,17	178	296	285	273	263	254	243	234	225	217	208	200	193	185	178	171	164	158	152
Σκληρός χυτοσίδηρος	0,19	206	364	348	333	319	306	292	280	268	257	245	235	225	215	206	197	188	181	173
Χυτό κράτρωμα	0,17	178	296	285	273	263	254	243	234	225	217	208	200	193	185	178	171	164	158	152
Ορείχαλκος	0,18	78	134	128	123	118	113	109	104	100	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66
Κράματα Mg	0,19	28	49	47	45	43	42	40	38	36	35	33	32	31	29	28	27	26	25	24

ΛΕΙΑΝΣΗ

Η λείανση είναι κατεργασία με αφαίρεση υλικού , από ένα κομμάτι με τη βοήθεια περιστρεφόμενου λειαντικού τροχού . Γενικά η λείανση είναι μια κατεργασία αποπερατώσεως . Το κοπτικό εργαλείο στις λειαντικές μηχανές είναι ο λειαντικός τροχός . Αποτελείται από ένα μεγάλο πλήθος μικρών κόκκων , από πολύ σκληρό υλικό , φυσικό ή τεχνητό , που συγκρατούνται από ένα συνδετικό υλικό .

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- α) Ο κόκκος , σε αντίθεση με άλλα κοπτικά εργαλεία , είναι άμορφος και δεν έχει καθορισμένες γωνίες κοπής .
- β) Ως κοπτικό εργαλείο διαθέτει άπειρα κοπτικά στοιχεία , όσα και κόκκοι που βρίσκονται στην επιφάνεια που έρχονται σε επαφή με το κομμάτι .
- γ) Στη λείανση το βάθος κοπής κυμαίνεται από 0,005 μέχρι 0,08 mm .
- δ) Η ταχύτητα κοπής του τροχού κυμαίνεται από 25 – 30 m/sec , ενώ ενός κοπτικού από ταχυχάλυβα κυμαίνεται 20 -25 m/min .
- ε) Στη λείανση υπάρχουν τρεις κύριες κινήσεις , περιστροφή του τροχού , περιστροφή του κομματιού και παλινδρόμηση του τροχού ή του κομματιού .
- ζ) Είναι η κύρια μέθοδος κατεργασίας κομματιών που έχουν υποστεί θερμική κατεργασία της βαφής , ακόμα και κομμάτια από σληρομέταλλο .

ΕΙΔΗ ΛΕΙΑΝΣΕΩΝ

- α) Λείανση εξωτερικών κυλινδρικών επιφανειών .
- β) Λείανση εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών .
- γ) Λείανση επίπεδων επιφανειών .
- δ) Άκεντρη λείανση .
- ε) Λείανση μορφής .
- ζ) Με το λειαντικό τροχό γίνεται και κοπή υλικού .

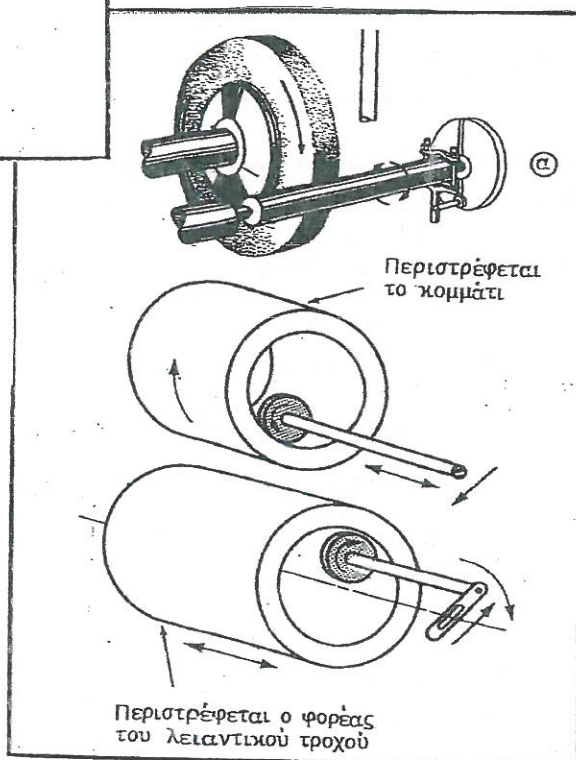
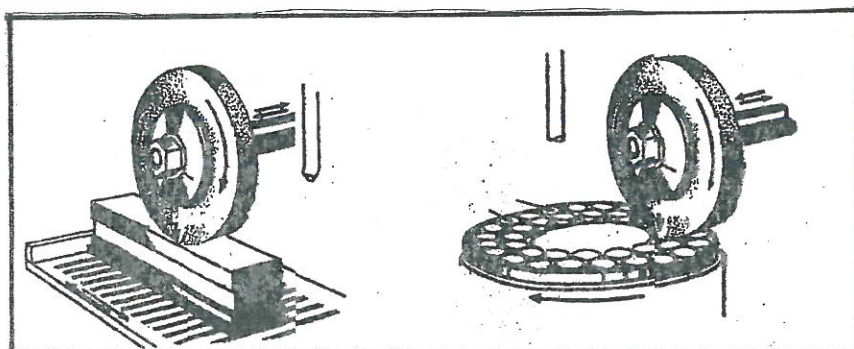
ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΕΙΑΝΤΙΚΟΥ ΤΡΟΧΟΥ

- α) Τον κόκκο .
- β) Το συνδετικό υλικό .
- γ) Τα διάκενα αέρα ή πόρους .

ΥΛΙΚΑ ΚΟΚΚΟΥ

α) Το φυσικό ή τεχνητό , κορούνδιο (οξείδια του αλουμινίου) , συμβολισμός A .

β) Το ανθρακοπυρίτιο, συμβολισμός C.



ΜΕΓΕΘΗ ΚΟΚΚΩΝ

Πολύ χονδροί:	No	8	10	12		
Χονδροί:	No	<u>14</u>	<u>16</u>	20	<u>24</u>	<u>30</u>
Μεσαίοι:	No	36	40	<u>46</u>	50	<u>60</u>
Λεπτοί:	No	70	<u>80</u>	90	100	120
Πολύ λεπτοί:	No	150	<u>180</u>	200	220	<u>240</u>
Άχνη:	No	<u>260</u>	300	400	<u>500</u>	600

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ

1 2 3 4 5 6

Ἀριθμὸς ἔργου Εἶδος Μένεθος Συναρπάζου Ἔιδος Ἀριθμὸς

ἐργοστάσιου πόσων κόπων συνδετικοί συνδετικοῦ ἐργοστάσιου

51 — A — 36 — L — 5 — V — 23

Χανδροί	Μέσοι	Λεπτοί	Πολύ λεπτοί		
10	30	70	220	1	9
12	36	80	240	2	10
14	46	90	280	3	11
16	34	100	320	4	12
20	60	120	400	5	13
24		150	500	6	14
		180	600	7	15
				8	

Α - Ὀξείδιον τοῦ Ἀλουμινίου

Β - Καρβίδιον τοῦ Πυριτίου

Μαλακός

ABCDEF GHIJK

Μέσος

LMNOPQRSTU VWXYZ

V - Γαλῶδες

S - Πυριτικό

R - Ἐλαστικό

B - Ρητινώδες

E - Γομολάκα

O - Ὀξυγλυφίδιον τοῦ μαγνησίτου

Σκληρὸς