



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ: Σ.Τ.ΕΦ

ΤΜΗΜΑ: Μηχανολογίας

Τίτλος Πτυχιακής Εργασίας

**Μετάδοση κινήσεων, τόννευση κωνικών επιφανειών, κατασκευή και θεωρητική
αντιμετώπιση των κοχλιών στον τόρνο**



Υπεύθυνος Καθηγητής: Παπαστεφανάκης Λεωνίδας
Σπουδαστής: Μενέγκης Παντελής

Ηράκλειο 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ιστορική αναδρομή.....	5.
----------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Εργαλειομηχανές κοπής	9.
---------------------------------	----

2.2 Εισαγωγή στον τόρνο	9.
-------------------------------	----

2.2.1 Κριτήρια ταξινόμησης	9.
----------------------------------	----

2.2.2 Χρήση τόρνου	11.
--------------------------	-----

2.2.3 Μέγεθος τόρνου	12.
----------------------------	-----

2.2.4 Βασικές δυνάμεις	13.
------------------------------	-----

2.2.5 Είδη τόρνων	13.
-------------------------	-----

2.3 Κύρια μέρη	15.
----------------------	-----

2.3.1 Σώμα	19.
------------------	-----

2.3.2 Κιβώτιο ταχυτήτων	19.
-------------------------------	-----

2.3.3 Κιβώτιο προώσεων	26.
------------------------------	-----

2.3.4 Αναστροφή	29.
-----------------------	-----

2.3.5 Κιβώτιο εργαλειοφορέα	32.
-----------------------------------	-----

2.3.6 Κεντροφορέας κουκουβάγια	36.
--------------------------------------	-----

2.4 Συσκευές συγκρατήσεως των κομματιών (Τσόκ – Πλατώ)	37.
--	-----

2.4.1 Συγκράτηση στο τσόκ.....	37.
--------------------------------	-----

2.4.2 Συγκράτηση μεταξύ τσόκ και κουκουβάγια	40.
--	-----

2.4.3 Συγκράτηση σε πλατώ	40.
---------------------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Κοπτικά εργαλεία τόρνου.....	42.
----------------------------------	-----

3.1.1 Υλικά κατασκευής των κοπτικών εργαλείων	43.
---	-----

3.2 Είδη και μορφές εργαλείων από ταχυγάλυβα και σκληρομέταλλα.....	51.
---	-----

3.3 Δεξιά και αριστερά εργαλεία.....	54.
--------------------------------------	-----

3.4 Συγκράτηση του κοπτικού εργαλείου.....	54.
--	-----

3.5 Κεντράρισμα του κοπτικού εργαλείου	55.
--	-----

3.6 Προεξοχή του κοπτικού από τον εργαλειοδέτη.....	56.
---	-----

3.7 Ψυκτικά υγρά κοπής.....	56.
-----------------------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Αρχές της Κοπής	58.
---------------------------	-----

4.1.1 Μορφή αποβλήτου.....	58.
----------------------------	-----

4.1.2 Ψευδοκόψη	60.
4.1.3 Γεωμετρία της κοπής	62.
4.1.4 Θερμοκρασίες κατά την κοπή	64.
4.1.5 Φθορά κοπτικών εργαλείων	65.
4.1.6 Πρακτικοί υπολογισμοί τόννευσης	67.
4.1.7 Δυνάμεις και ισχύς κοπής.....	70.
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
5.1 Τόννευση κωνικών επιφανειών	73.
5.1.1 Κατασκευή κώνου με εργαλειοφόρο	73.
5.1.2 Κατασκευή κώνου με μετάθεση κουκουβάγιας	74.
5.1.3 Κωνική αντιγραφή	76.
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
6.1 Κατασκευή κοχλιών	77.
6.1.1 Γενικές έννοιες.....	77.
6.1.2 Σπειρώματα στον τόρνο.....	80.
6.1.3 Κατασκευή σπειρωμάτων με κοπτικά εργαλεία	80.
6.1.4 Συμβολισμός των σπειρωμάτων	82.
6.1.5 Τοποθέτηση του μαχαιριού για την κοπή σπειρωμάτων	83.
6.1.6 Κοπή κανονικών σπειρωμάτων	83.
6.1.7 Υπολογισμός ανταλλακτικών οδοντοτροχών.....	87.
6.1.7 Κιβώτιο Norton.....	90.
Άσκηση – αντικείμενο της άσκησης	92.
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	109.

Θέλω να εκφράσω θερμά συγχαρητήρια στον κύριο Λεωνίδα Παπαστεφανάκη για τις οδηγίες και τις συμβουλές του που μου έδωσε σε όλη την διάρκεια της εργασίας αυτής. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω και την οικογένεια μου, που με στηρίζει σε όλη αυτή τη διάρκεια των σπουδών μου.

Κεφάλαιο 1

1.1 Ιστορική αναδρομή

Με την πρόοδο που σημείωνε ο άνθρωπος στα στάδια της εξέλιξης του, προσπάθησε να δώσει μορφή στα διάφορα άμορφα σώματα, ώστε να τα μετατρέψει σε λειτουργικά αντικείμενα, τα οποία θα εξυπηρετούσαν τους σκοπούς του.

Οι πρώτες ύλες και τα υλικά που είχαν στη διάθεσή τους οι Έλληνες επιστήμονες και Μηχανικοί καθόρισαν σε μεγάλο βαθμό, όπως ήταν λογικό, το επίπεδο της αντοχής, της λεπτομέρειας, της χρηστικότητας και του μεγέθους των έργων τους. Από τα σκεύη, τα εργαλεία και τα αντικείμενα, ως τους ναούς και τις άλλες μεγάλες κατασκευές, το επίπεδο της τεχνολογίας που διαμορφώθηκε εξαρτάται άμεσα από τη διαθεσιμότητα και τα χαρακτηριστικά των υλικών και των πρώτων υλών που χρησιμοποίησαν οι Έλληνες μηχανικοί.

Η μεταλλουργία η χρήση και η επεξεργασία των μετάλλων είναι – μαζί με τη γραφή – ένας βασικός παράγοντας πολιτισμού. Η ύπαρξη και ανάπτυξη μεταλλουργίας κατατάσσει τον όποιο πολιτισμό σε ανώτερη εξελικτική βαθμίδα. Οι Έλληνες επεξεργάστηκαν διάφορα μέταλλα και κυρίως χαλκό, σίδηρο, κασσίτερο, άργυρο, χρυσό, μόλυβδο, χάλυβα. Πάντως το μεγάλο βήμα έγινε: από τη χρονοβόρα κατεργασία στο χέρι με το κομμάτι ακίνητο, στην ταχύτερη κατεργασία με μηχανική κίνηση (περιστροφή) του υλικού. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ακόλουθη σύντομη επισκόπηση κάποιων εκ των κυριοτέρων εφευρημάτων αρχαίων Ελλήνων Μηχανικών: Πρέσα λαδιού, τόννος και κλίβανος μετάλλων, χειρουργικά εργαλεία, γνώμονας και χάρτης, κυλινδρική προβολή, ηλιακά κάτοπτρα και ρολόγια, ανυψωτικές μηχανές, μηχανές άντλησης νερού, ατμομηχανές, υδραυλικά όργανα και μηχανισμοί, αυτοματισμοί.

Ο τόννος ήταν πολύ γνωστός από τους προϊστορικούς ακόμη χρόνους. Ο Όμηρος μας μιλάει για τα τورνευτά στελέχη, δηλαδή τα τورνευτά πόδια καρέκλας ή κρεβατιού. Ναι, αλλά για την κατεργασία του ξύλου και όχι μετάλλων. Στα περισσότερα βιβλία που αναφέρονται και στην ιστορία των εργαλειομηχανών παρουσιάζεται σαν παλιότερη αναφορά στο μηχανουργικό τόννο μια εικόνα του 1395. Είναι αλήθεια ότι στα αρχαία κείμενα χρησιμοποιείται η λέξη τόννος και για το διαβήτη, εφευρέτης του οποίου αναφέρεται ο Δαίδαλος ή ο γιος του ο Τάλως, αλλά σαφώς σημαίνει και μηχανή «κύκλω στρεφόμενη» που χρησιμοποιείτο σε κατασκευές. Μπορούμε λοιπόν να μιλάμε για τόννο κατεργασίας μετάλλων από την αρχαιότητα, ίσως και από τον 6ο αιώνα π.Χ. Ο ξυλουργικός τόννος

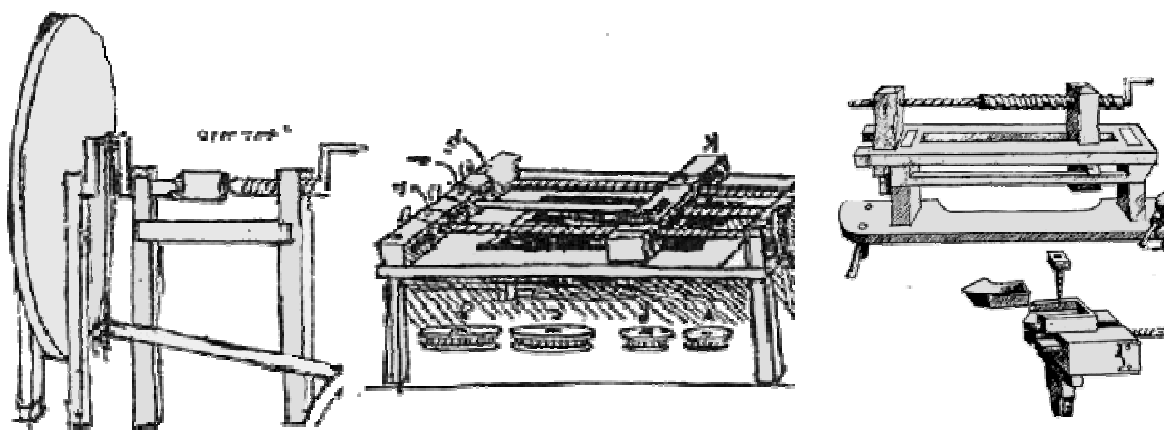
θεωρείται το αρχαιότερο μηχάνημα της ξυλουργικής και χρησιμοποιήθηκε από τους τεχνίτες για την τόννευση ξύλινων στοιχείων. Το συγκεκριμένο ομοίωμα ανήκει στην κατηγορία των τοξοτών τόννων, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν από τους αρχαίους Έλληνες και τους Ρωμαίους. Οι πηγές αναφέρουν ότι ο τόννος χρησιμοποιήθηκε σαν εργαλείο από τους Αιγύπτιους τουλάχιστον από το 1.300 π.χ. Παράλληλα, έχουν διασωθεί γραφικές αποτυπώσεις που παριστάνουν τεχνικούς ήδη στη Μεσοποταμία και την αρχαία Αίγυπτο να χειρίζονται ένα είδος τόννου, δηλαδή μιας «μηχανής» που περιστρέφει (με τη μυϊκή δύναμη του βοηθού, συνήθως δούλου) το προς επεξεργασία αντικείμενο και ο χειριστής (μάστορας) να επεμβαίνει στη μορφή του αντικειμένου και να το διαμορφώνει.

Στα αρχαία ελληνικά η λέξη τόννος σήμαινε αφενός το εργαλείο που είναι αντίστοιχο με το σημερινό ομώνυμο, αλλά και ένα όργανο σαν τον διαβήτη για χάραξη κύκλων. Η λέξη περνάει στα λατινικά ως *tornus* και ανοίγει ολόκληρη φλέβα λεξιλογική. Εκεί λοιπόν φτιάχτηκε το ρήμα *tornare*, το οποίο, κατ' αναλογία με το ελληνικό τόννεύω, σήμαινε «κατεργάζομαι κάτι στον τόννο». Επειδή όμως όταν δουλεύουμε κάτι στον τόννο το περιστρέφουμε, πολύ γρήγορα το *tornare* πήρε τη σημασία «στρέφω, περιστρέφω, γυρίζω» και απέσπασε μεγάλο μέρος του σημασιολογικού πεδίου των αυτοχθόνων λατινικών ρημάτων *vertere* και *torquere*. Από τα λατινικά παράγεται το παλαιογαλλικό ρήμα *torner*, και από εκεί το ουσιαστικό *torn*, *tor*. Η λέξη πέρασε και στα μεσαιωνικά αγγλικά, κι έτσι έχει δώσει κάμποσους όρους που διεθνοποιήθηκαν και επέστρεψαν σαν αντιδάνεια, όπως τουρισμός, τουρνέ, τουρνικέ κ.λπ.

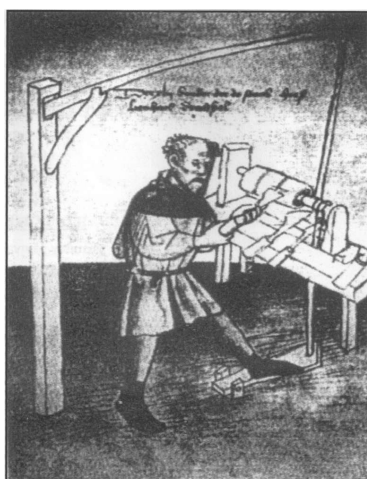
Έχουν διασωθεί γραφικές αποτυπώσεις που παριστάνουν τεχνικούς ήδη στη Μεσοποταμία και την αρχαία Αίγυπτο να χειρίζονται ένα είδος τόννου, δηλαδή μιας «μηχανής» που περιστρέφει (με τη μυϊκή δύναμη του βοηθού, συνήθως δούλου) το προς επεξεργασία αντικείμενο και ο χειριστής (μάστορας) να επεμβαίνει στη μορφή του αντικειμένου και να το διαμορφώνει. Αντίστοιχες παραστάσεις γνωρίζουμε από την Κίνα, την αρχαία Ελλάδα και άλλες περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας. Σημαντικά δημιουργήματα με χρήση τόννου έχουν διασωθεί από τους Κέλτες και τους Ετρούσκους. Συνηθέστερη και πρωταρχική μορφή αυτής της διαδικασίας επεξεργασίας είναι η διαμόρφωση με τα χέρια πήλινων κεραμικών στον περιστρεφόμενο τροχό. Στον τόννο επεξεργαζόμαστε κυρίως υλικά αρκετά πιο σκληρά από τον πηλό.

Το Μεσαίωνα χρησιμοποιούνται συνεχώς κάποιες μορφές τόννου για διάφορες κατασκευές, αλλά κυρίως μετά το 14ο αιώνα υπάρχουν συγκεκριμένες αποτυπώσεις και περιγραφές, συχνότερα στο γερμανόφωνο χώρο από τους ωρολογοποιούς, οι οποίοι κατασκεύαζαν λεπτά σπειρώματα σε βίδες. Ο Λεονάρντο ντα Βίντσι έχει σχεδιάσει πρωτότυπους τόννους για την κατασκευή πολεμικών μηχανών, δεν είναι γνωστό όμως, αν

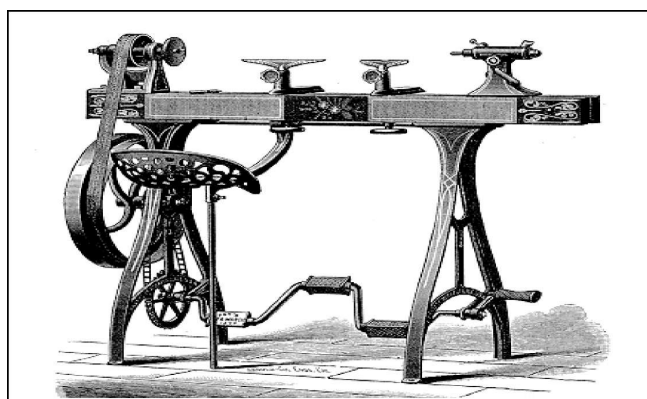
αυτές οι εργαλειομηχανές είναι επινοήσεις του ίδιου του μεγάλου μηχανικού και καλλιτέχνη και αν κατασκευάστηκαν ποτέ πραγματικά.



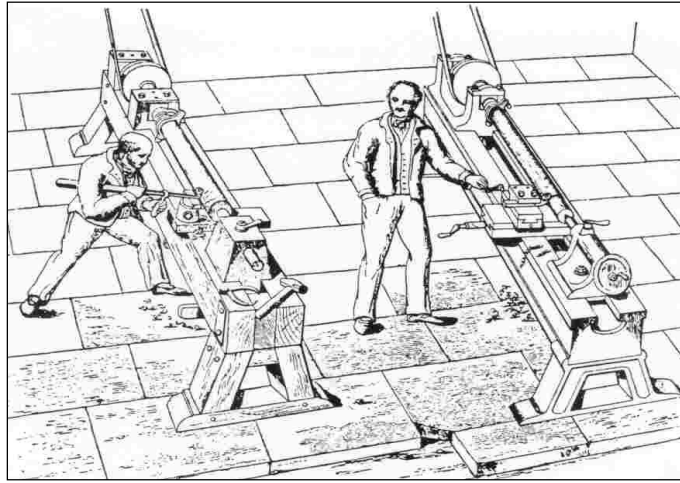
Αριστερά: Σχέδια για τórνους του Λεονάρντο ντα Βίντσι, Δεξιά: Τórνος Γερμανού ωρολογοποιού στα τέλη του 15ου αιώνα,



Μεσαιωνικός Τórνος του 1395.



Τύπος παλαιού ξυλουργικού τórνου.



Ιμαντοκίνητοι τόννοι

Μέχρι την Αναγέννηση φαίνεται να επικρατούσε στους τόννους η παλινδρομική κίνηση. Δηλαδή το προς επεξεργασία αντικείμενο άλλαζε φορά περιστροφής, λόγω του τοξοειδούς κινητήριου μηχανισμού που χειριζόταν ο βοηθός ή ενεργοποιούσε με το πόδι ο τεχνίτης. Από τα μέσα του 15ου αιώνα φαίνεται να καθιερώνονται οι τόννοι σταθερής κίνησης, όπως αυτός του Λεονάρντο με τον τροχό μάζας, ο οποίος διατηρεί μια σταθερή ταχύτητα περιστροφής.

Στη γνωστή εγκυκλοπαίδειά του περιγράφει ο Ντιντερό κατά το 18ο αιώνα τόννους για την κατασκευή εξωτερικών και εσωτερικών σπειρωμάτων. Η κινητήρια δύναμη της μηχανής του ερχόταν από ένα υδροτροχό. Ο Henry Maudslay (Μόσλυ, 1771-1831) κατασκεύασε το 1794 ένα μεταλλικό τόννο με αυτοδύναμη προώθηση του κοπτικού εργαλείου. Στη συνέχεια δε κατασκεύασε ο ίδιος διάφορους όμοιους τόννους με μεταβαλλόμενη ταχύτητα περιστροφής, καθώς επίσης κοπτικές μηχανές για σπειρώματα και γρανάζια.

Ο James Watt κατασκεύασε στη δεκαετία του 1810 ένα παντογράφο, μια μηχανή που χρησιμοποιείται συχνά και σήμερα για να «αντιγράψει» ανάγλυφες επιφάνειες (νομίσματα κ.ά.) και ο Thomas Blanchard (Μπλάνσαρντ, 1788-1864) κατασκεύασε ένα τόννο, στον οποίο το κοπτικό εργαλείο καθοδηγείτο από μια επαφή που «ακολουθούσε» ένα προκατασκευασμένο υπόδειγμα.



Maudslay



Wilkinson

Από αριστερά, Μόσλυ, τόννος με αυτοδύναμη προώθηση κοπτικού , Wilkinson.

Κεφάλαιο 2

2.1 Εργαλειομηχανές Κοπής

Ορισμός: Εργαλειομηχανές (EM) είναι το σύνολο μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται για την επιτέλεση μιας κατεργασίας.

Βασικές λειτουργίες μιας Εργαλειομηχανής Κοπής

- Παρέχει την αναγκαία ισχύ για την κατεργασία.
- Εξασφαλίζει την ασφαλή συγκράτηση του αντικειμένου προς κατεργασία και του κοπτικού εργαλείου και τη σωστή αρχική σχετική θέση μεταξύ τους.
- Εκτελεί τις βασικές κινήσεις για την κατεργασία, ελέγχει και διατηρεί τη σχετική θέση του αντικειμένου προς κατεργασία και του κοπτικού εργαλείου καθόλη τη διάρκεια της κατεργασίας.

Κινήσεις Εργαλειομηχανής Κοπής

Κύρια κίνηση (primary motion): Απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό της απαιτούμενης για την κατεργασία ισχύος και εξασφαλίζει τη σχετική κίνηση μεταξύ κοπτικού εργαλείου και αντικειμένου προς επεξεργασία, ώστε η κόψη του ΚΕ να προσεγγίζει το υλικό.

Κίνηση πρόωσης (feed motion): Συμπληρωματική προς την κύρια κίνηση, αποδίδεται στο ΚΕ ή στο αντικείμενο προς επεξεργασία και προκαλεί συνεχή ή διακεκομμένη αφαίρεση του υλικού, αποδίδοντας τα επιθυμητά γεωμετρικά χαρακτηριστικά στο αντικείμενο προς επεξεργασία. Εξαρτάται από το είδος της κατεργασίας κοπής.

2.2 Εισαγωγή στον Τόρνο

Στη μακρά ιστορία του τόρνου κατασκευάστηκαν πάμπολλα είδη τόρνων. Από αυτά αρκετά είναι πολύ εξειδικευμένα και γι αυτό παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον. Όμως η παρουσίασή τους ξεπερνά τα όρια του παρόντος και για τούτο θα περιοριστούμε σε μία ταξινόμηση των συνηθέστερων μοντέλων τόρνου.

2.2.1 Τα κριτήρια της ταξινόμησης είναι:

Το μέγεθος, οι χρήσεις και η μέθοδος ελέγχου της κίνησης των εργαλείων.

- **ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ**
 1. Μεγάλου μεγέθους

2. Μεσαίου μεγέθους

3. Μικρού μεγέθους

- **ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΡΗΣΗ**

1. Τόρνος γενικής χρήσεως

2. Τόρνοι για μεγάλα κοντά κομμάτια

3. Τόρνοι αντιγραφής

4. Τόρνοι μαζικής παραγωγής

5. Τόρνοι σπειρωμάτων

6. Κάθετοι τόρνοι

7. Τόρνοι δαπέδου

8. Ειδικοί τόρνοι

- **ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ**

1. Χειροκίνητα

2. Αυτόματα με μηχανικούς αυτοματισμούς

3. Μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (τόρνοι CNC)

Οι τόρνοι είναι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται βασικά στην κατασκευή αντικειμένων κυκλικής διατομής. Οι βασικές κινήσεις κατά τη τórνευση αποτελούνται από την κύρια κίνηση, η οποία είναι η περιστροφική κίνηση του αντικειμένου και την κίνηση πρόωσης του κοπτικού εργαλείου η οποία είναι ευθύγραμμη.

Με την τórνευση αποδίδονται επιφάνειες εκ περιστροφής, κυρτές ή κοίλες, καθώς και επιφάνειες επίπεδες. Το κοπτικό εργαλείο έχει κατά κανόνα μία μόνο κόψη, που κατά την παραγωγική λειτουργία βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με το κομμάτι και το κόβει. Όταν το εργαλείο κινείται παράλληλα προς τον νοητό άξονα τórνευσης αποδίδεται κυλινδρική επιφάνεια εσωτερική ή εξωτερική. Όταν το εργαλείο κινείται κάθετα προς τον νοητό άξονα αποδίδεται επίπεδη επιφάνεια. Όταν γίνονται ταυτόχρονα και οι δύο κινήσεις του εργαλείου, αποδίδεται μία εκ περιστροφής καμπύλη επιφάνειας.

Ο τόρνος, ακολουθώντας τη γενική τεχνολογική ανάπτυξη έχει εξελιχθεί και αυτός τόσο, ώστε να ανταποκρίνεται σε όλες τις απαιτήσεις των κατασκευών, που χαρακτηρίζονται από την ακρίβεια, την παραγωγικότητα και τον αυτοματισμό. Οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι οι βασικοί συντελεστές σε κάθε εργαλειομηχανή για μεγάλη παραγωγή, καλή ποιότητα προϊόντος και μικρό κόστος.

Εργασίες που γίνονται στο τόρνο

1. Εξωτερική κυλινδρική επιφάνεια ή τórνευση.

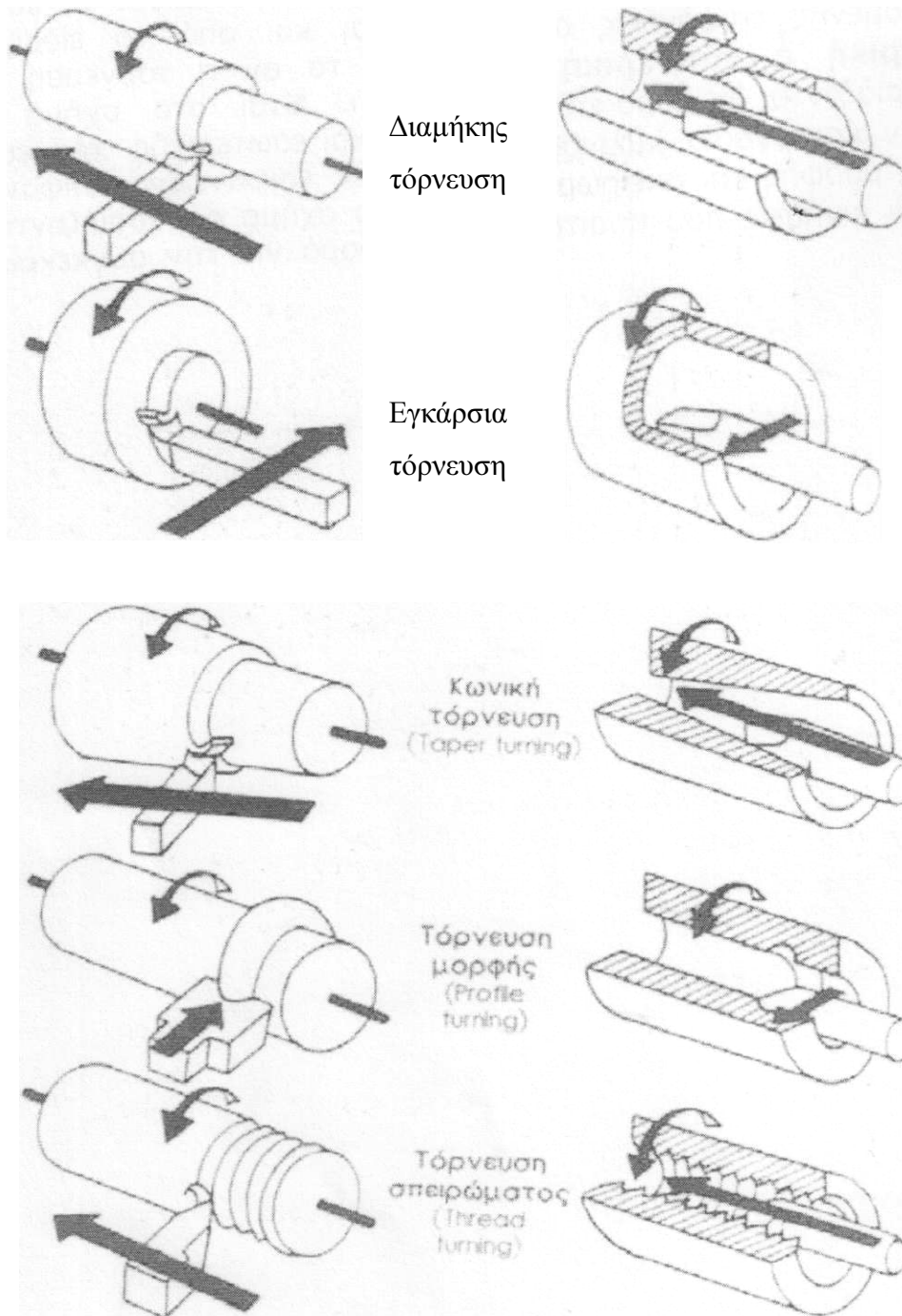
2. Εσωτερική κυλινδρική επιφάνεια ή τórνευση.

3. Εξωτερική κωνική επιφάνεια ή τórνευση.
4. Εσωτερική κωνική επιφάνεια ή τórνευση.
5. Εξωτερικό σπείρωμα.
6. Εσωτερικό σπείρωμα.
7. Επίπεδη επιφάνεια ή κάθετη τórνευση.
8. Διάτρηση (τρύπημα).
9. Κοπή.
10. Ειδικές κατεργασίες: α) Ρίκνωση.
β) Ατέρμονας κοχλίας.
γ) Ελατήρια.
11. Ειδικές επιφάνειες: α) Σφαίρα.
β) Λούκια.
γ) Κορδόνια.

2.2.2 Συνήθως χρησιμοποιούμε τον τόρνο για:

1. Να διαμορφώσουμε την εξωτερική επιφάνεια ενός αντικειμένου. Η απλούστερη περίπτωση τέτοιας διαμόρφωσης είναι η κατασκευή ενός κυλίνδρου.
2. Να διαμορφώσουμε την εσωτερική επιφάνεια ενός αντικειμένου.
3. Να κατασκευάσουμε επίπεδη επιφάνεια κάθετα στον άξονα περιστροφής (συνηθέστερη περίπτωση η τórνευση προσώπου και η αποκοπή του κομματιού).
4. Να ανοίξουμε οπή στο κέντρο του κομματιού.
5. Να κατασκευάσουμε ένα σπείρωμα.

Το κοπτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται, εξαρτάται και από το είδος της παραγόμενης επιφάνειας αλλά και από το αν η τórνευση είναι **εξωτερική** ή **εσωτερική** στο κομμάτι. Έτσι στο παρακάτω σχήμα, παρουσιάζονται διάφορα είδη εξωτερικής και εσωτερικής τórνευσης, για την κατεργασία κυλινδρικών, κωνικών επιφανειών, επιφανειών ειδικής μορφής και σπειρωμάτων. Στο ίδιο σχήμα παρουσιάζονται με βέλη οι κινήσεις που απαιτούνται κάθε φορά για την συγκεκριμένη κοπή.



Είδη εσωτερικής και εξωτερικής τόννευσης.

2.2.3 Το μέγεθος του τόννου εκτιμάται βασικά από δυο χαρακτηριστικά:

1. Τη **μέγιστη διάμετρο** του τεμαχίου που μπορεί να δεθεί στους σφιγκτήρες και να περιστραφεί γύρω από τους οδηγούς
2. Το **μήκος του μεγαλύτερου** τεμαχίου που μπορεί να δεχθεί ο τόννος μεταξύ των κέντρων του.

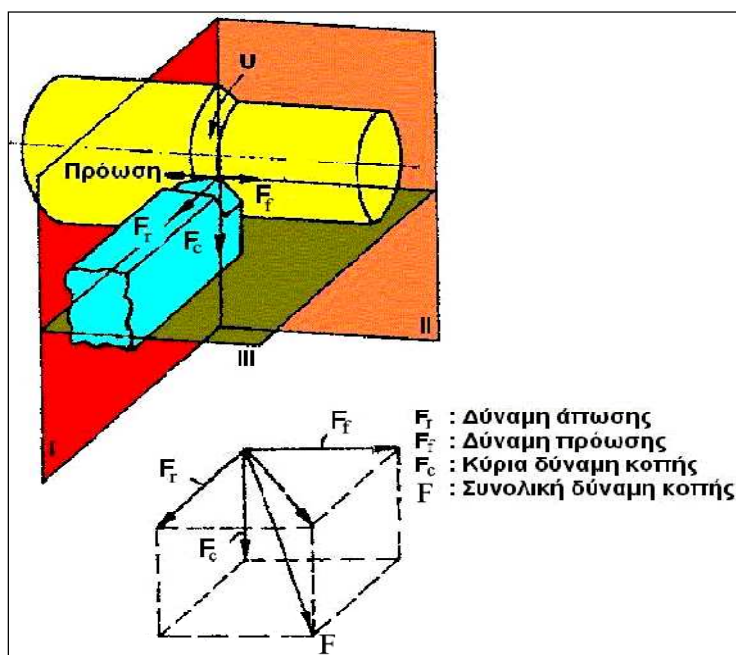
Εκτός των παραπάνω χαρακτηριστικών παίζουν σημαντικό ρολό τα εξής:

1. Ο μικρότερος και ο μεγαλύτερος αριθμός στροφών που μπορεί να επιτευχθεί.
2. Το πλήθος των ταχυτήτων.
3. Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα.
4. Το συνολικό βάρος του.

Η εργασία κοπής ή αφαίρεσης μετάλλου στον τόρνο είναι η βάση σε κάθε μηχανουργική εργασία. Αυτή η πράξη περιλαμβάνει σχηματισμό λεπτών αποκομμάτων από το μεταλλικό κομμάτι, με το εργαλείο κατά την κίνησή του. Ο σχηματισμός λεπτών αποκομμάτων συναντάται σε όλες τις λειτουργίες κοπής μετάλλων, είτε αυτές είναι περιστροφές, τρυπήματα - επεξεργασίες ή κοψίματα.

2.2.4 Βασικές δυνάμεις

Οι τρεις βασικές δυνάμεις που ασκούνται πάνω στο κοπτικό εργαλείο είναι γνωστές σαν: 1) οριζόντιες δυνάμεις 2) ακτινωτές δυνάμεις 3) εφαπτομενικές δυνάμεις. Αυτές επηρεάζονται από την ταχύτητα κοπής.



Αναπτυσσόμενες δυνάμεις κατά την τόννευση

2.2.5 Είδη Τόρνων

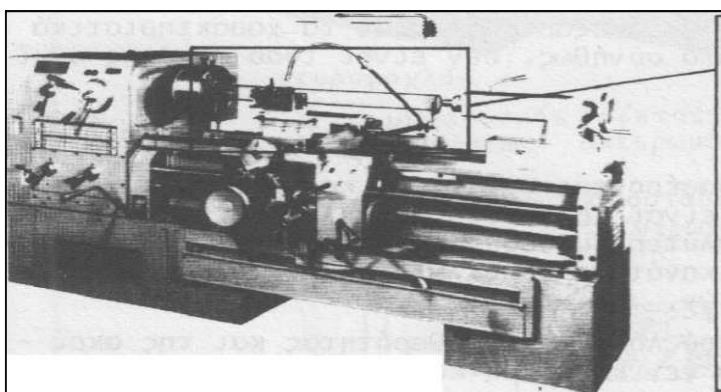
Λόγω των ποικίλων εργασιών αναπτύχθηκαν πολλά είδη τόρνων.

1. Τόρνοι UNIVERSAL.
2. Αυτόματοι προγραμματιζόμενοι.

3. Αντιγραφής.
4. Ρεβόλβερ.
5. Τόρνοι κεφαλής (ειδικοί).
6. Περιστρεφόμενοι.
7. Τόρνοι με ηλεκτρικούς υπολογιστές (αυτόματοι).

Περιγραφή Τόρνου – Τύποι Εισαγωγή

Για να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των μεταλλουργικών βιομηχανιών υπάρχουν διάφοροι τύποι τόρνων που ταιριάζουν στις διάφορες ανάγκες. Οι τόρνοι ποικίλουν σε μέγεθος, εμφάνιση και σύνθεση των εξαρτημάτων χειρισμού, αλλά όλοι είναι παρόμοιοι σε λειτουργία. Ένας τόρνος πρέπει να έχει τον μηχανισμό για να εφαρμόζει δύναμη με μορφή κίνησης. Επίσης πρέπει να έχει μηχανισμούς για τον έλεγχο της ταχύτητας της κίνησης και για τη συγκράτηση του υλικού ή του κομματιού. Πρέπει να είναι εφοδιασμένος με κατάλληλα εξαρτήματα για τη συγκράτηση των κοπτικών εργαλείων και τον έλεγχο των κινήσεων τους, έτσι ώστε το κομμάτι να επεξεργάζεται με ακρίβεια. Ο τόρνος μπορεί επίσης να τρυπήσει, να μεγαλώσει τρύπες και να κάνει εξωτερικά και εσωτερικά σπειρώματα.



Συνήθης τόρνος

Οι τόρνοι μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Ελαφριάς κατασκευής.
2. Κλασσικός τόρνος.
3. Βαριάς κατασκευής.
4. Αυτόματος τόρνος.

Εδώ θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι υπάρχουν και άλλα κριτήρια όπως ο αυτοματισμός ειδικού τόρνου, με προγραμματισμό (CNC) κλπ.

Τόρνοι ελαφριάς κατασκευής.

Ο τύπος αυτός τόρνου είναι σχεδιασμένος για εκπαίδευση και ελαφρές επεξεργασίες. Τα μηχανήματα αυτά τα συναντούμε σε δύο τύπους:

Σ'αυτά που είναι στερεωμένα στο δάπεδο.

Επιτραπέζια (στερεωμένα επάνω σε πάγκους).

Οι παραπάνω τόρνοι έχουν όλα τα εξαρτήματα και τα χαρακτηριστικά των μεγαλύτερων τόρνων, αλλά συνήθως, δεν είναι τόσο μεγάλης ακρίβειας.

Κλασσικοί τόρνοι.

Οι τόρνοι αυτοί συχνά αναφέρονται σαν κλασσικοί ή τόρνοι γενικής χρήσης. Τα μηχανήματα είναι κατασκευασμένα λίγο μεγαλύτερα από τα προηγούμενα, έχουν μεγαλύτερη ιπποδύναμη μεγαλύτερες ταχύτητες προώσεις, και πιο μεγάλη ικανότητα κοπής για την εκτέλεση επεξεργασίας μεγαλύτερων κομματιών.

Οι τόρνοι του είδους αυτού λόγω της σταθερότητας και της ακρίβειας είναι κατάλληλοι για γενική χρήση και περιορισμένη παραγωγή.

Τόρνοι βαρείας κατασκευής.

Οι τόρνοι αυτής της κατηγορίας είναι σχεδιασμένοι για την μηχανική επεξεργασία ράβδων μεγάλης διαμέτρου και μεγάλου μήκους κάθε χρήσης. Συνήθως αυτό το είδος τόρνου δεν είναι εφοδιασμένο με μεγάλες ταχύτητες. Η σταθερότητα και η ιπποδύναμη είναι περισσότερο ουσιαστικές σε αυτό το είδος, με σκοπό την κοπή μιας αρκετά μεγάλης ποσότητας μετάλλου ανά κυβική ίντσα.

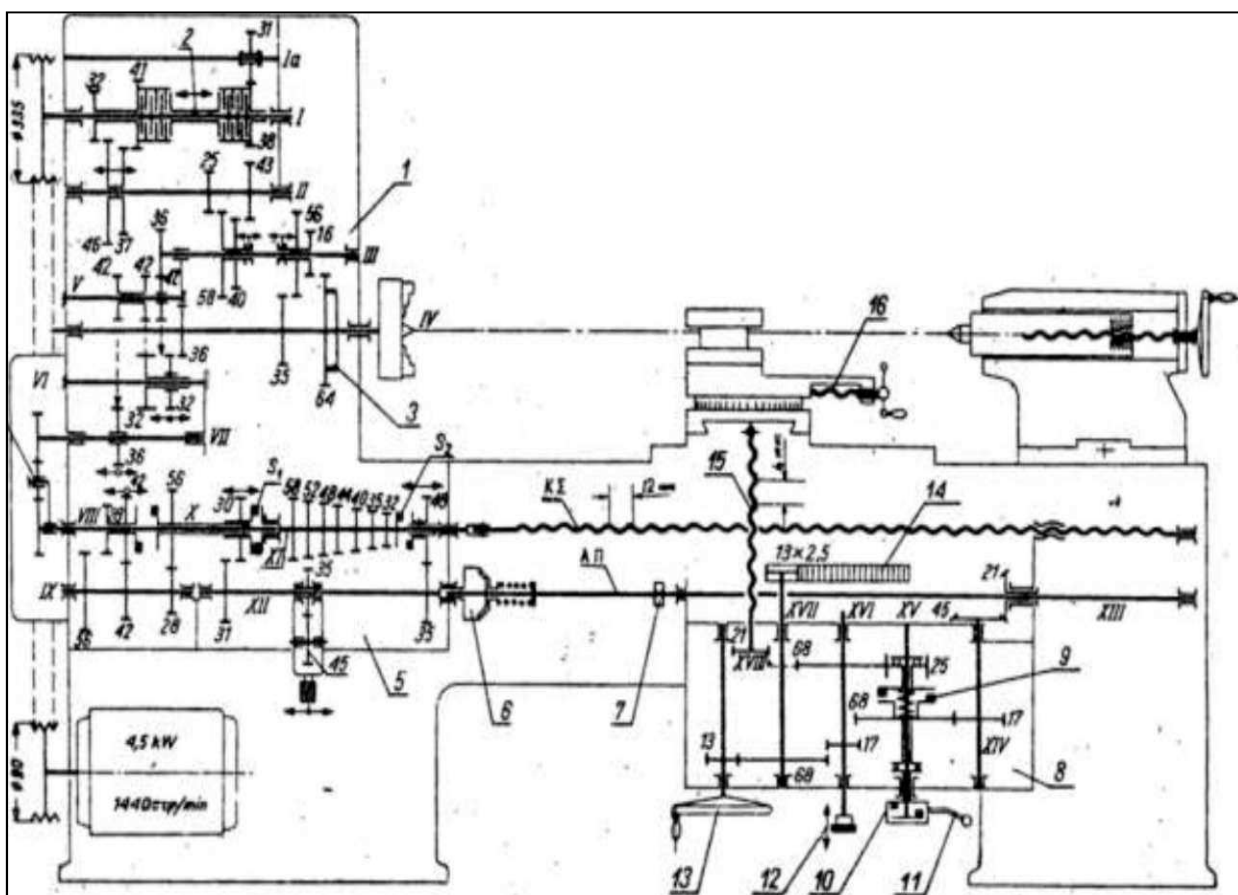
Αυτόματοι τόρνοι.

Η διαφορά ανάμεσα σε αυτή την κατηγορία και τις προηγούμενες είναι ότι οι τόρνοι αυτοί είναι κατασκευασμένοι με μεγαλύτερη ακρίβεια, μπορούν να εφοδιαστούν με ειδικά εξαρτήματα και επομένως παρέχουν την δυνατότητα μεγαλύτερης ποικιλίας επεξεργασιών, πολύ μεγάλης ακρίβειας και μαζικής παραγωγής.

2.3 Κύρια μέρη

Ορισμένα κύρια μέρη είναι κοινά σε όλους τους τόρνους. Με γνώση των μερών της θέσης τους και της χρήσης τους στις μηχανουργικές κατεργασίες δίνει την ικανότητα για πιο ακριβείς εργασίες με λιγότερη φθορά.

1. Κιθάρα του τόννου.
2. Κιβώτιο ταχυτήτων.
3. Κιβώτιο προώσεων (NORTON).
4. Chok με αυτορυθμιζόμενες σιαγόνες.
5. Πλατώ.
6. Γλίστρες ή ολισθητήρες.
7. Εργαλειοφορέας.
8. Ράβδος προώσεων και ράβδος σπειρωμάτων.
9. Κουκουβάγια ή κεντροφορέας.
10. Κρεβάτι του τόννου (σκελετός μηχανής).

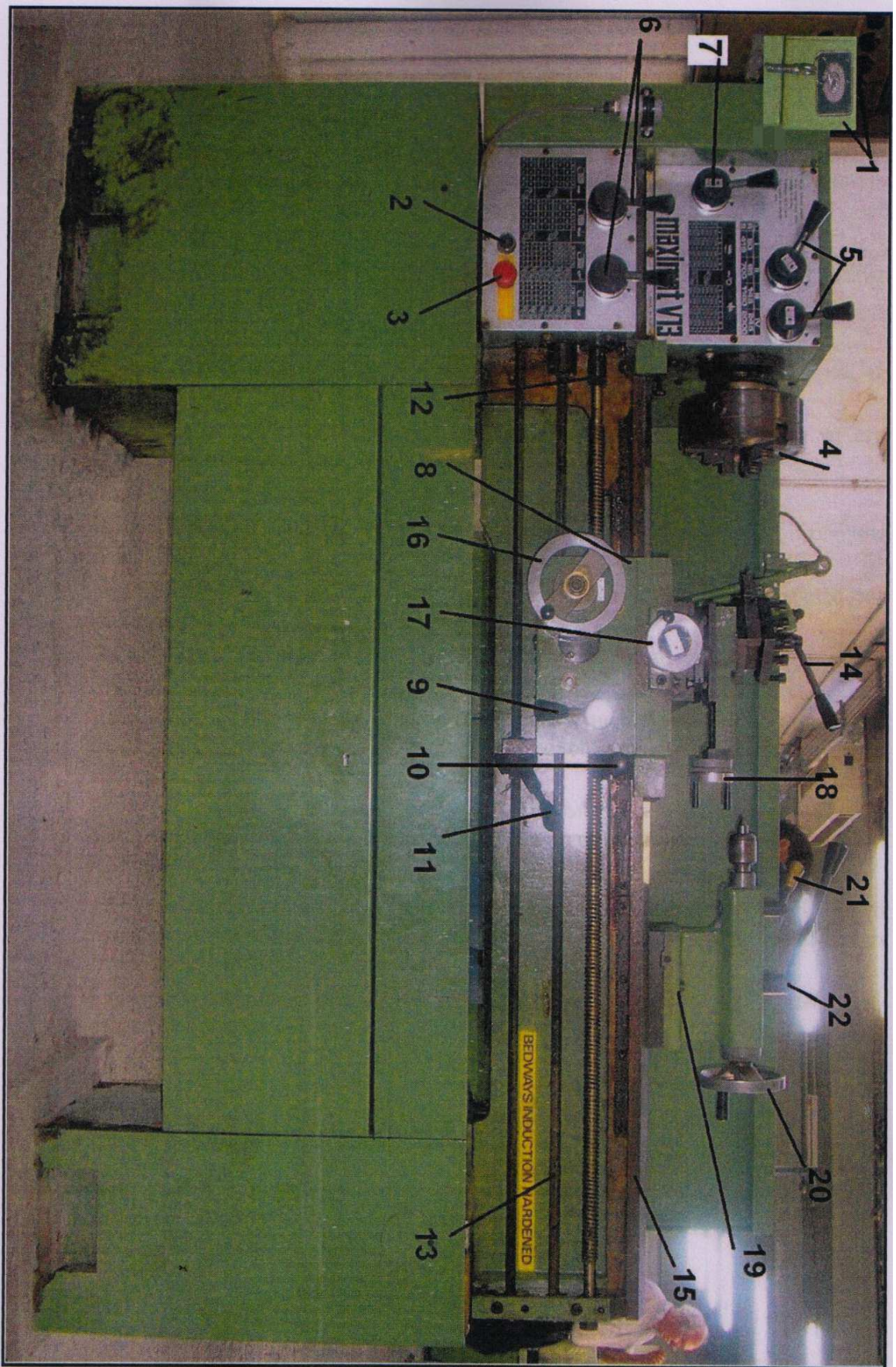


Κινηματικό σχήμα παράλληλου τόννου

1-Κιβώτιο ταχυτήτων, 2-Πολύδισκοι συμπλέκτες, 3-Πέδηση, 4-Σχέση κιθάρας, 5-Κιβώτιο προώσεων, 6-Συμπλέκτης υπερφόρτωσης, 7-Αντίσταση, 8-Κιβώτιο εργαλειοφορέα, 9-Οδοντωτός συμπλέκτης, 10-Συμπλέκτης αυτόματης διακοπής προώσεων, 11-Χειρολαβή εκκίνησης και διακοπής των μηχανικών προώσεων, 12-Χειρολαβή για την αλλαγή της φοράς των προώσεων από κατά μήκος σε εγκάρσιες, 13-Χειρολαβή για τη χειροκίνητη πρόωση του εργαλειοφορείου, 14-Οδοντωτός κανόνας, 15-Κοχλίας εγκάρσιων προώσεων, 16-Κοχλίας χειροκίνητης πρόωσης του άνω εργαλειοφορείου.

Αρίθμηση μερών του τόννου που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.

1. Διακόπτης on-off (κύριος διακόπτης κλεισίματος του τόννου).
2. Μπουτόν εκκίνησης.
3. Γενικό στόπ της μηχανής (Σε περίπτωση κινδύνου).
4. Τσόκ ή σφιγκτήρας.
5. Μοχλοί επιλογής περιστροφικής ταχύτητας του τσόκ.
6. Μοχλοί επιλογής πρόωσης ή βήματος σπειρώματος.
7. Μοχλός χειρισμού αναστροφέα.
8. Εργαλειοφορείο ή σεπόρτ.
9. Μοχλός εμπλοκής για κίνηση του εργαλειοφορείου από άτρακτο σπειρωμάτων.
10. Μοχλός εμπλοκής για εγκάρσια και διαμήκη κίνηση του εργαλειοφορείου.
11. Μοχλός εμπλοκής για περιστροφική κίνηση του τσόκ.
12. Κινητήρια άτρακτος σπειρωμάτων.
13. Άτρακτος προώσεων.
14. Μοχλός ασφάλισης εργαλειοδέτη.
15. Γλίστρες ή ολισθητήρες ή πρισματοδηγοί.
16. Χειροτροχός για διαμήκη κίνηση του εργαλειοφορείου.
17. Χειροτροχός για εγκάρσια κίνηση του εργαλειοφορείου.
18. Χειροτροχός για γωνιακή κίνηση του εργαλειοφορείου.
19. Κεντροφορέας ή κουκουβάγια.
20. Χειροτροχός για μετακίνηση της πόντας του κεντροφορέα.
21. Μοχλός ασφάλισης της μετακίνησης της πόντας.
22. . Μοχλός ασφάλισης της μετακίνησης του κεντροφορέα.

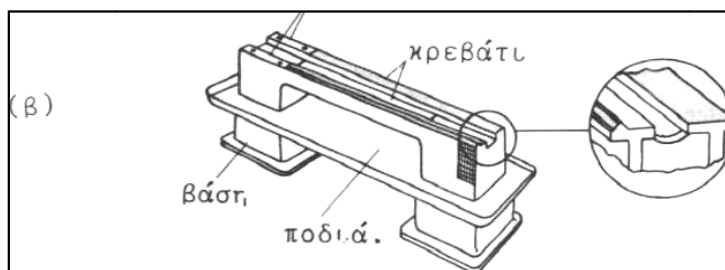


2.3.1 Το σώμα (κρεβάτι του τόννου)

Το σώμα (κρεβάτι) του τόννου είναι το μέρος εκείνο του τόννου που προσαρμόζονται και κινούνται σχεδόν όλα τα υπόλοιπα μέρη του. Πρέπει επομένως να είναι σχεδιασμένο με ακρίβεια και κατασκευασμένο πολύ στερεό. Το υλικό κατασκευής τους συνήθως είναι χυτοσίδηρος (μαντέμι). Οι γλίστρες που έχουν σχήμα ανάποδου Βε (v) είναι ενωμένες με μεγάλη ακρίβεια και έχουν σκληρυνθεί για να κάνουν δυνατή και χωρίς παρεκλίσεις την ευθεία κίνηση των τμημάτων που στηρίζονται πάνω στο σώμα (κρεβάτι).

Οι γλίστρες του τόννου χρησιμεύουν σαν οδηγοί για τον μεταφορέα καθώς αυτός κινείται κατά μήκος του κρεβατιού και οδηγεί το κοπτικό εργαλείο σε ευθεία γραμμή. Οι δύο εξωτερικές γλίστρες είναι συνήθως οδηγοί του μεταφορέα του τόννου. Οι εσωτερικές γλίστρες και οι επίπεδες επιφάνειες δίνουν από κοινού ένα μόνιμο στήριγμα για την κεφαλή και μια τέλεια ευθυγραμμισμένη θέση για την ουρά (κουκουβάγια), άσχετα με το που είναι αυτή τοποθετημένη.

Ο τόννος πρέπει να είναι προσεκτικά ισορροπημένος και κατά μήκος και κατά πλάτος. Ελαφρύ κλίση θα μπορούσε να προκαλέσει την παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων. Είναι αναγκαίο από καιρό σε καιρό, να γίνεται έλεγχος της ισορροπίας του τόννου, ειδικά μετά από μεγάλες περιόδους χρήσης.



Σώμα τόννου

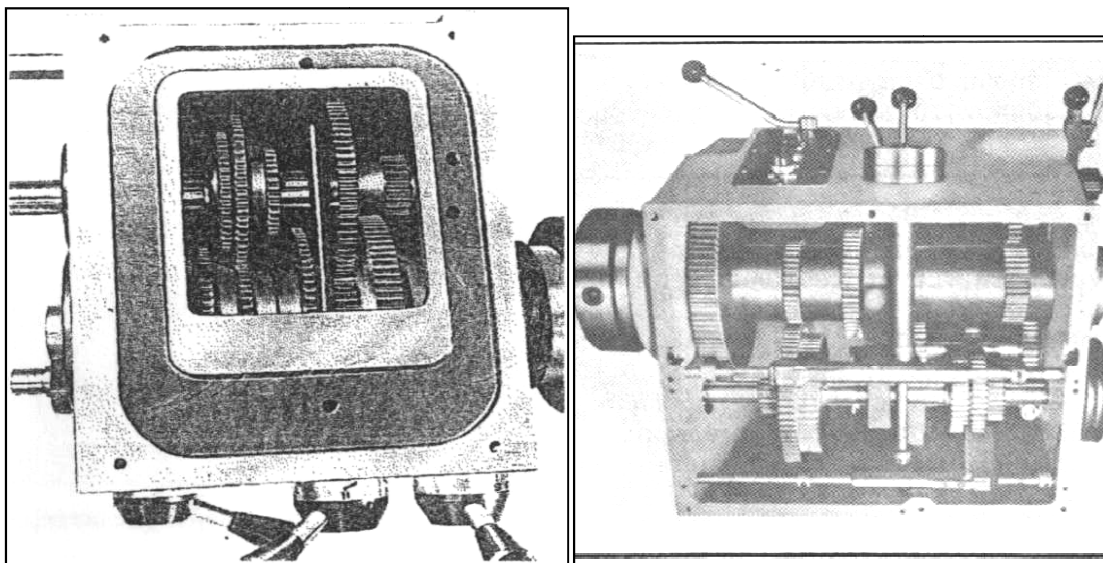
2.3.2 Κιβώτιο ταχυτήτων

Το κιβώτιο ταχυτήτων (κεφαλή τόννου) βρίσκεται στο αριστερό άκρο του μηχανήματος και είναι το τμήμα το οποίο περιστρέφει το επεξεργαζόμενο κομμάτι. Περιέχει τον άξονα και μια σειρά γραναζιών ή συνδυασμό γραναζιών (ή και τροχαλίες διαφορετικού μεγέθους) με τις οποίες ο άξονας περιστρέφεται σε διαφορετικές ταχύτητες. Προορισμός του κιβώτιου ταχυτήτων του τόννου είναι να παίρνει την κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα και να την μεταβιβάζει με μια ποικιλία στροφών στην κύρια άτρακτο στην οποία προσδένεται το κομμάτι. Η μετάδοση κινήσεως από τον ηλεκτροκινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων γίνεται με την βοήθεια τραπεζοειδών λουριών ή με απευθείας σύνδεση.

Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από δυο μέρη:

1. Την κύρια άτρακτο
2. Τους μηχανισμούς ταχυτήτων

Στους τόνρους που υπάρχουν γρανάζια η κεφαλή περιλαμβάνει μοχλούς ελέγχου (χειρισμού) για την επιλογή της κατάλληλης ταχύτητας περιστροφή του άξονα. Η ισχύς και η απαραίτητη ροπή παρέχεται στην κεφαλή από ένα ηλεκτρικό κινητήρα ο οποίος συνήθως βρίσκεται ενσωματωμένος στο μηχάνημα.



Κιβώτια ταχυτήτων

Αρχές ρύθμισης ταχυτήτων των κινήσεων εργασίας και προώσεως

Η πηγή κινήσεως των εργαλειομηχανών από όπου απορροφούν την απαραίτητη ισχύ συνήθως είναι ο ηλεκτρικός κινητήρας. Στην προκειμένη περίπτωση η μεταδιδόμενη κίνηση είναι περιστροφική ή ευθύγραμμη. Ενώ οι κινήσεις προώσεως και οι βοηθητικές κινήσεις συνήθως είναι ευθύγραμμες. Για να επιτευχθεί η ευθύγραμμη κίνηση επιβάλλεται απαραίτητα η χρησιμοποίηση μηχανισμού μετατροπής της περιστροφικής κινήσεως σε ευθύγραμμη.

Η μεταφορά της περιστροφικής κινήσεως διευκολύνεται με την χρησιμοποίηση μηχανισμών ρυθμίσεως ταχυτήτων οι οποίοι αποτελούνται από αριθμό αξόνων ή αριθμό γραναζιών, λέγονται και στοιχειώδεις μηχανισμοί μεταδόσεως κινήσεως.

Ανάλογα την διάσταση της απαιτούμενης ποιότητας επιφανείας του υπό κατεργασία αντικειμένου και της κατασκευής του κοπτικού εργαλείου προκύπτει η ανάγκη ποικίλων περιστροφικών ταχυτήτων (στροφών) ανερχόμενες από $n_{\min} - n_{\max}$.

Για να διευκολυνθεί η εκμετάλλευση των εργαλειομηχανών επιβάλλεται ο παρεχόμενος αριθμός στροφών από $n_{\min} - n_{\max}$ να ρυθμίζεται καταλλήλως, η ρύθμιση αυτή

είναι συνεχής ή κλιμακωτή. Πρέπει να τονισθεί ότι η ρύθμιση των περιστροφικών ταχυτήτων γίνεται στην άτρακτο της εργαλειομηχανής μέσω διαφόρων στοιχειωδών μηχανισμών μεταφοράς της κινήσεως.

Υπό τον όρο άτρακτος εννοούμε τον κύριο περιστρεφόμενο άξονα της εργαλειομηχανής ο οποίος φέρει στο ένα του άκρο ειδικούς σφιγκτήρες για το κατεργαζόμενο αντικείμενο ή το κοπτικό εργαλείο. Π.χ. στον τόρνο το άκρο της ατράκτου φέρει το προς κατεργασία αντικείμενο, ενώ στο δράπανο φέρει το κοπτικό εργαλείο. Η συνεχής ρύθμιση των στροφών επιτυγχάνεται ηλεκτρικός, μηχανικός και υδραυλικός. Οι παραπάνω ρυθμίσεις παρά την ποικιλία των στροφών παρουσιάζει μειονεκτήματα πολυδάπανης κατασκευής, γι' αυτό προτιμάτε η κλιμακωτή ρύθμιση των στροφών. Η κλιμακωτή ρύθμιση επιτυγχάνεται ηλεκτρικώς και μηχανικώς.

1. Άτρακτος και Πόντες

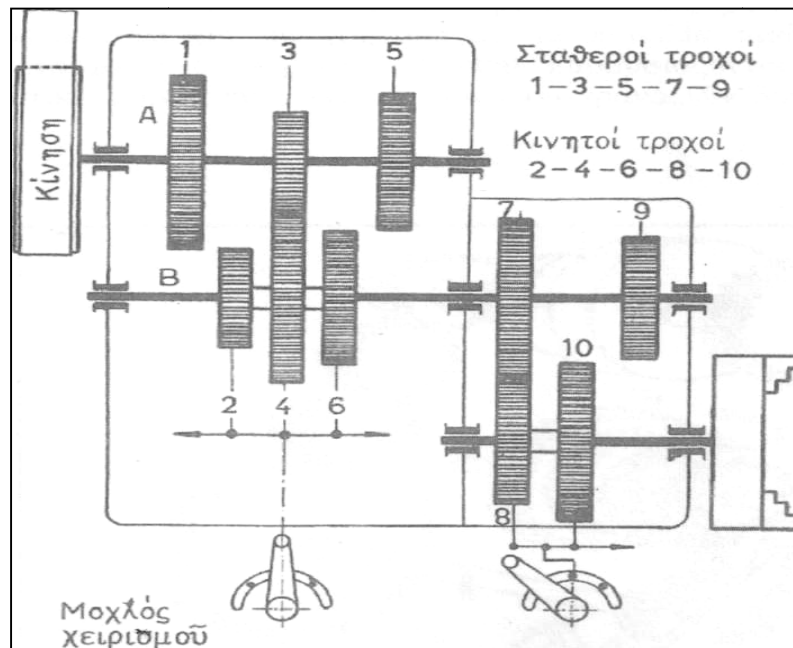
Κυρία άτρακτος του τόρνου

Είναι από τα κυριότερα στοιχεία του κιβώτιου ταχυτήτων του τόρνου. Στηρίζεται και περιστρέφεται επάνω σε δυο ή τρία έδρανα. Τα έδρανα αυτά είναι ολισθήσεως ή κυλίσεως (ρουλεμάν). Η κύρια άτρακτος σε όλα τα είδη των τόρνων είναι σε όλο το μήκος της τρυπημένη, για να μπορεί να περνά από μέσα από αυτή και να συγκρατείται ολόκληρη βέργα υλικού για επεξεργασία. Η διάμετρος της τρυπής της ατράκτου καθορίζει και το μέγεθος της διαμέτρου της βέργας που θα επεξεργαστεί.

Η τρύπα της ατράκτου στο άκρο της και προς τη δεξιά πλευρά της είναι διαμορφωμένη σε σχήμα κολουροκωνικό, για να δέχεται το μεγάλο κωνικό δακτύλιο Α (φωλιά) μέσα στον οποίο «φωλιάζουν» οι κώνοι «μορς» της πόντας Β ή άλλων εργαλείων. Εξωτερικά το δεξιό άκρο της ατράκτου έχει τυποποιημένη διαμόρφωση και είτε φέρει χοντρό σπείρωμα για να βιδώνει εκεί η πλάκα-φορέας του τσόκ ή το πλατώ, είτε έχει κωνικό οδηγητικό τμήμα μεγάλης διαμέτρου και σύστημα συσφίξεως με κοχλίες, για να κεντράρονται και να συγκρατούνται καλά το τσόκ ή το πλατώ. Ο άξονας βρίσκεται μέσα στην κεφαλή. Η άκρη του εξέχει έξω από το κλειστό τμήμα της κεφαλής και πάνω σε αυτό προσαρμόζεται η πόντα ή το τσόκ. Η μεν πρώτη προσαρμόζεται στο κωνικό μέρος του άξονα, το δε δεύτερο στο σύστημα πρόσδεσης.

2. Μηχανισμός ταχυτήτων

Στους τόνρους που υπάρχουν γρανάζια στην κεφαλή υπάρχουν μοχλοί για την επιλογή της κατάλληλης ταχύτητας. Η ισχύς και η ροπή παρέχεται από ένα ηλεκτρικό κινητήρα που είναι συνήθως ενσωματωμένος στο μηχάνημα.



Μηχανισμός ταχυτήτων

Σχηματική παράσταση απλού κιβωτίου ταχυτήτων τόννου σε λεπτομέρεια. Ο άξονας A παίρνει την κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα με την βοήθεια ιμάντα, ενώ ο άξονας B ανάλογα με τον τρόπο που εμπλέκονται οι ενδιάμεσοι οδοντωτοί τροχοί, μπορεί να κινηθεί με έξι διαφορετικές ταχύτητες. Οι τροχοί 1-3-5-7-9- είναι οι σταθεροί ενώ οι τροχοί 2-4-6-8-10 είναι κινητοί. Έτσι συνολικά η κύρια άτρακτος μπορεί να κινηθεί με έξι διαφορετικές.

3. Κλιμακωτή ρύθμιση περιστροφικών ταχυτήτων.

α) Ηλεκτρική κλιμακωτή ρύθμιση.

Η ηλεκτρική κλιμακωτή ρύθμιση συνιστάται στην χρησιμοποίηση ηλεκτρικού κινητήρα με αριθμό ταχυτήτων. Η μεταβολή των στροφών του κινητήρα επιτυγχάνεται με κατάλληλη σύνδεση των περιελίξεων του κινητήρα και με την βοήθεια ηλεκτρικού διακόπτη. Συνήθως χρησιμοποιείται ηλεκτροκινητήρας πολλών ταχυτήτων σε συνδυασμό με μηχανική κλιμακωτή ρύθμιση η οποία επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση ιμάντων

για την μετάδοση κίνησης. Τα πλεονεκτήματα αυτού του τρόπου είναι η απλή κατασκευή λόγω έλλειψης κιβωτίου ταχυτήτων με οδοντωτούς τροχούς και η δυνατότητα μεταβολής των στροφών κατά την διάρκεια κοπής.

Μειονέκτημα αυτής της λύσης είναι αφενός το υψηλό κόστος του ηλεκτροκινητήρα αφετέρου η δημιουργία διαφορετικής ισχύος, οφειλόμενη από την μεταβολή των στροφών του ηλεκτροκινητήρα.

B) Μηχανική κλιμακωτή ρύθμιση.

Αυξανόμενου του πλήθους των στροφών της εργαλειομηχανής καθίσταται η καλύτερη εκμετάλλευση αυτής. Με αύξηση των στροφών συνεπάγεται και αύξηση του κόστους. Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι αποφασιστικό ρόλο στη ρύθμιση των στροφών ασκεί η οικονομική άποψη.

Καλή εκμετάλλευση της εργαλειομηχανής θεωρείται όταν οι διάφορες περιστροφικές ταχύτητες της ατράκτου αποτελούν σειρά αριθμών οι οποίοι σχηματίζονται βάση καθορισμένης σχέσεως. Η κλιμακωτή ρύθμιση των περιστροφικών ταχυτήτων της εργαλειομηχανής γίνεται βασικά με δυο τρόπους, βασισμένη στην αριθμητική ή γεωμετρική πρόοδο την οποία σχηματίζουν οι διαδοχικοί αριθμοί των περιστροφικών ταχυτήτων. Στις εργαλειομηχανές που προορίζονται για μαζική παράγωγή η ρύθμιση ταχυτήτων γίνεται με την αλλαγή ανταλλακτικών τροχών, συνήθως δεν ακολουθείται συγκεκριμένη σειρά ρυθμίσεως των ταχυτήτων. Εξαρτάται από την μεγιστοποίηση των συνθηκών παραγωγής των παραχθέντων αντικειμένων.

Επειδή στην προκειμένη περίπτωση αποφασιστικός παράγοντας είναι το απαιτούμενο χαμηλό κόστος παραγωγής συχνά συμφέρει να γίνεται η χρησιμοποίηση ανταλλακτικών οδοντωτών τροχών ειδικά εκλεγμένων για την παραγωγή αντικειμένων.

Η κλιμάκωση των ταχυτήτων επιτυγχάνεται συνήθως με την γεωμετρική πρόοδο.

1. Αριθμητική πρόοδος.

Η αριθμητική πρόοδος των περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου με πλήθος όρων (k) γίνεται με άθροισμα του προηγούμενου αριθμού με την σταθερά τιμή (α) διαφορά της προόδου.

Οι διαδοχικοί όροι αυτής της προόδου είναι ως εξής:

$$n_1, n_2 = n_1 + \alpha, n_3 = n_2 + \alpha = n_1 + 2\alpha, n_k = n_1 + (k-1)\alpha$$

ο όρος n_1 είναι η ελάχιστη περιστροφική ταχύτητα ενώ n_k είναι η μέγιστη.

$$\text{Η σταθερά είναι } \alpha = \frac{n_k - n_1}{k - 1} .$$

Εφαρμογή 1_η. Η περιστροφική ταχύτητα της ατράκτου $n_1 = 9$ στρ./min και $n_k = 380$ στρ./min.

Ποιες είναι οι ενδιάμεσες ταχύτητες, εάν οι τιμές αυτών σχηματίζουν αριθμητική σειρά.

$$\alpha = \frac{nk - n_1}{k - 1} = \frac{380 - 9}{8 - 1} = \frac{371}{7} = 53.$$

$$n_k = n_1 + (k-1)\alpha$$

$$n_1 = 9 \text{ στρ./min}$$

$$n_2 = n_1 + (k-1)\alpha = 9 + (1-1) 53 = 62 \text{ στρ./min}$$

$$n_3 = 9+2 * 53 = 115 \text{ στρ./min}$$

$$n_4 = 9+3 * 53 = 168 \text{ στρ./min}$$

$$n_5 = 9+4 * 53 = 221 \text{ στρ./min}$$

$$n_6 = 9+5 * 53 = 274 \text{ στρ./min}$$

$$n_7 = 9+6 * 53 = 327 \text{ στρ./min}$$

$$n_8 = 9+7 * 53 = 380 \text{ στρ./min}$$

4. Γεωμετρική πρόοδος.

Η γεωμετρική πρόοδος των περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου με πλήθος όρων (k) επιτυγχάνεται δια του πολλαπλασιασμού του προηγούμενου βαθμού επί τον λόγο της προόδου φ . οι διαδοχικοί όροι αυτής της προόδου παρίστανται

$$n_1, n_2 = n_1 * \varphi, n_3 = n_2 * \varphi = n_1 * \varphi^2, n_k = n_1 * \varphi^{k-1}.$$

ο όρος n_1 είναι η ελάχιστη περιστροφική ταχύτητα και ο όρος n_k η μέγιστη.

$$\text{Ο λόγος } \varphi \text{ της προόδου ισούται } \varphi = \sqrt[k-1]{\frac{nk}{n1}}$$

Εφαρμογή 2_η: Η περιστροφική ταχύτητα της ατράκτου $n_1 = 9$ στρ./min και $n_k = 380$ στρ./min. Σχηματίζουν γεωμετρική πρόοδο. Να βρεθούν οι ενδιάμεσες περιστροφικές ταχύτητες.

$$\varphi = \sqrt[k-1]{\frac{nk}{n1}} = \sqrt[8-1]{\frac{380}{9}} = \sqrt[7]{42,2} = 1,705$$

οι διάφοροι όροι των περιστροφικών ταχυτήτων υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις

$$n_k = n_1 * \varphi^{k-1} \quad \varphi = n_1 * \varphi^{k-1}$$

$$n_1 = 9 \text{ στρ./min}$$

$$n_2 = 9 * 1,705^{2-1} = 9 * 1,705 = 15,4 \text{ στρ./min}$$

$$n_3 = 15,4 * 1,705 = 26,2 \text{ στρ./min}$$

$$n_4 = 26,2 * 1,705 = 44,6 \text{ στρ./min}$$

$$n_5 = 44,6 * 1,705 = 76,0 \text{ στρ./min}$$

$$n_6 = 76,0 * 1,705 = 129,5 \text{ στρ./min}$$

$$n_7 = 129,5 * 1,705 = 221 \text{ στρ./min}$$

$$n_8 = 221 * 1,705 = 377 \text{ στρ./min}$$

Εκλογή της κατάλληλης προόδου

Για να υπολογίσουμε την εκλογή της κατάλληλης προόδου αριθμητικής ή γεωμετρικής προόδου πρέπει να εξετάσουμε τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την ταχύτητα κοπής. Στην περίπτωση περιστροφικής κινήσεως εργασίας η ταχύτητα κοπής

υπολογίζεται από τον τύπο:
$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} \frac{m}{min}$$

Η ταχύτητα κοπής (v) εξαρτάται από την περιστροφική ταχύτητα (n) και από την διάμετρο (d) του κατεργαζόμενου αντικειμένου ή από τη διάμετρο του κοπτικού εργαλείου.

Για καθορισμένη ταχύτητα κοπής (v) υπολογίζουμε για κάθε περιστροφική ταχύτητα (n) με ανάλογη σειρά διαμέτρου των αντικειμένων προς κατεργασία δίνεται από

τον παρακάτω τύπο:
$$d_1 \dots d_k = \frac{v * 1000}{\pi * n_1 \dots n_k}$$

Εφαρμογή 3_η : Να υπολογιστούν οι διάμετροι των υπό κατεργασία αντικειμένων με

ταχύτητα κοπής $V = 20 \frac{m}{min}$ δια της αριθμητικής και γεωμετρικής προόδου περιστροφικών ταχυτήτων με πρώτο όρο $n_1 = 19$ στρ./min και τελευταίο $n_k = 474$ στρ./min.

$$\alpha = \frac{474 - 19}{7} = 65 \quad \varphi = \sqrt{\frac{474}{19}} = 1,58$$

$$d_{1 \dots k} = \frac{20 * 1000}{\pi * n_1 \dots n_k} = \frac{6370}{n_1 \dots n_k} \text{ mm.}$$

Από τον πίνακα προκύπτει ότι για την κλιμάκωση των περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου βάση της αριθμητικής προόδου στην επιτευχθείσα σειρά των διαμέτρων μεταξύ των τιμών 13,5 και 24mm υπάρχουν ακόμη δυο διαφορετικές τιμές ενώ μετά την διάμετρο 76 mm εμφανίζεται η τιμή 335 mm. Αυτού του είδους γεωμετρική διάταξη διαμέτρων δεν

έχει θέση κατά την κλιμάκωση των περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου επί τη βάση γεωμετρικής προόδου.

Για την κλιμάκωση βάση της αριθμητικής προόδου οι υψηλές περιστροφικές ταχύτητες της ατράκτου είναι διαταγμένες σε στενή περιοχή ενώ οι χαμηλές σε εκτεταμένη περιοχή.

Η αριθμητική πρόοδος χρησιμοποιείται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις π.χ. κατά τον υπολογισμό των διαμέτρων κλιμακωτών τροχαλιών για την μετάδοση της κίνησης στις εργαλειομηχανές και ιδιαίτερα στις παλαιού τύπου.

Η αριθμητική πρόοδος χρησιμοποιείται επίσης κατά την κλιμάκωση των περιστροφικών ταχυτήτων όπου απαιτείται η κοπή σπειρωμάτων.

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΟΔΟΣ		ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΟΔΟΣ	
Στροφές της ατράκτου (στρ./min)	Διάμετρος κατεργαζόμενου αντικειμένου (mm) δια $V = 20 \text{ m/min}$	Στροφές της ατράκτου (στρ./min)	Διάμετρος κατεργαζόμενου αντικειμένου (mm) δια $V = 20 \text{ m/min}$
$n_1 = 19$	$d_1 = 335$	$n_1 = 19$	$d_1 = 335$
$n_2 = 84$	$d_2 = 76$	$n_2 = 30$	$d_2 = 212$
$n_3 = 149$	$d_3 = 43$	$n_3 = 47,5$	$d_3 = 134$
$n_4 = 214$	$d_4 = 30$	$n_4 = 76$	$d_4 = 85$
$n_5 = 279$	$d_4 = 24$	$n_5 = 118$	$d_4 = 54$
$n_6 = 344$	$d_5 = 18,5$	$n_6 = 190$	$d_5 = 33,5$
$n_7 = 409$	$d_6 = 15,5$	$n_7 = 300$	$d_6 = 21$
$n_8 = 474$	$d_7 = 13,5$	$n_8 = 474$	$d_7 = 13,5$

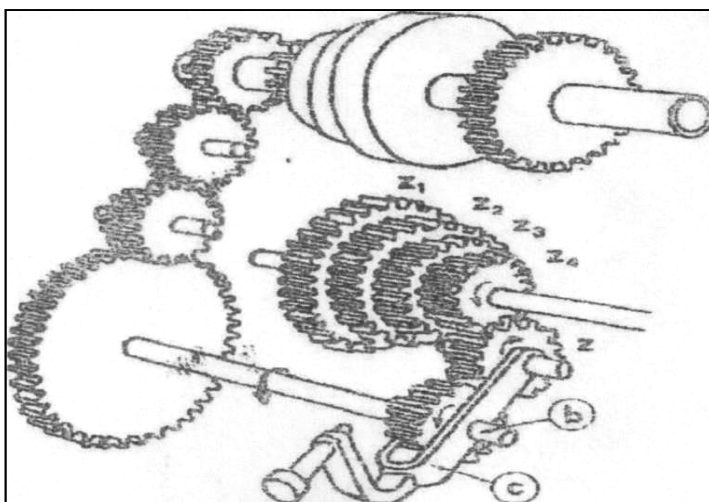
2.3.3 Κιβώτιο προώσεων (κιβώτιο norton)

Το κιβώτιο προώσεων είναι τοποθετημένο ακριβώς κάτω από την κεφαλή, και από την πλευρά του χειριστή. Είναι το τμήμα μέσω του οποίου ο άξονας πρόωσης περιστρέφεται για να κινήσει τον μεταφορέα κατά μήκος του κρεβατιού στο επιθυμητό πλάτος και τον άξονα σπειρωμάτων. Πάνω στο κιβώτιο προώσεων βρίσκεται ενδεικτικός

πίνακας που μας πληροφορεί για την επιθυμητή πρόωση ή το επιθυμητό σπείρωμα, με τον κατάλληλο χειρισμό των μοχλών οι οποίοι βρίσκονται στο μπροστινό μέρος του κιβωτίου ώστε να επιτευχθεί αυτό.

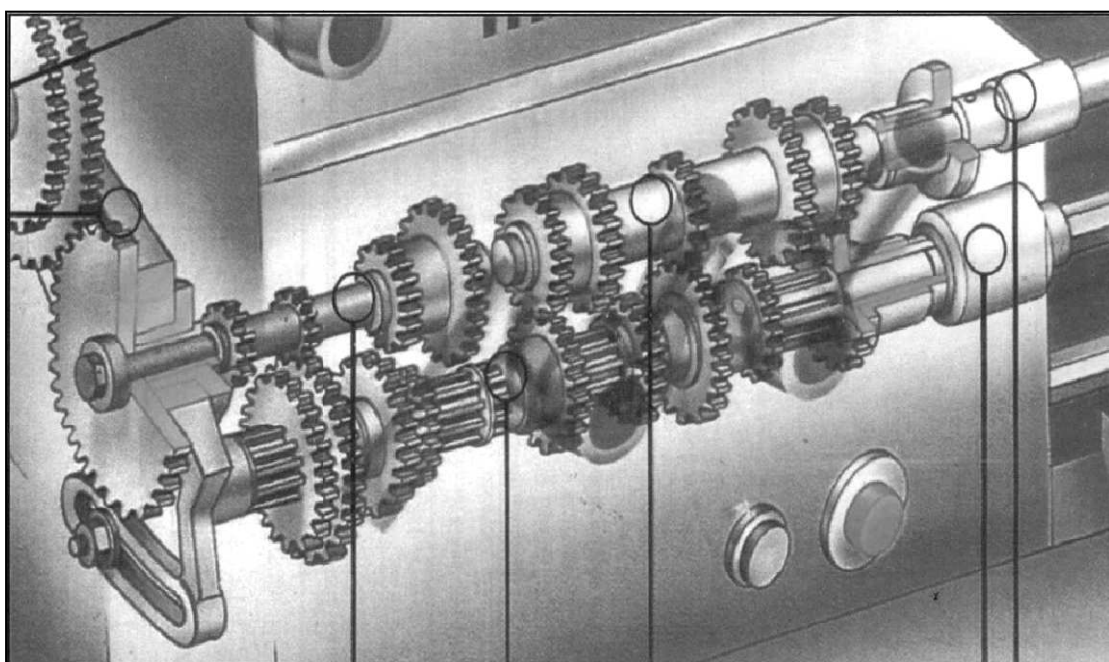
Ο μηχανισμός πρόωσης περιλαμβάνει γρανάζια και άλλα μέρη τα οποία είναι απαραίτητα για να μεταφέρουν την κίνηση από την κεφαλή μέσω των γραναζιών στον άξονα πρόωσης ή τον άξονα σπειρώματος. Αυτή η κίνηση των αξόνων προκαλεί την κίνηση του μεταφορέα.

Ο άξονας πρόωσης χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της επιθυμητής ταχύτητας κοπής. Ο δε άξονας σπειρώματος για τον καθορισμό της επιθυμητής κοπής σπειρωμάτων. Είναι ένα κιβώτιο που περιέχει έναν ενδιάμεσο μηχανισμό μεταξύ κιβωτίου ταχυτήτων και εργαλειοφορείου. Με έναν άξονα , που βρίσκεται στη μια πλευρά του (αριστερά), παίρνει κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων και την αποδίδει σε δυο άξονες που βρίσκονται στην άλλη πλευρά του (δεξιά). Οι άξονες αυτοί είναι: Ο άξονας πρόωσης που κινεί το εργαλειοφορείο για όλες τις περιπτώσεις κοπής και торνεύσεως, δηλαδή για ξεχόνδρισμα και τελική κατεργασία. Ο κοχλίας σπειρωμάτων που κινεί το εργαλειοφορείο μόνο στις περιπτώσεις κοπής σπειρωμάτων. Με τον μοχλό που διακρίνεται στο σχήμα, ο χειριστής συμπλέκει διαφορετικούς μεταξύ τους οδοντωτούς τροχούς, με αποτέλεσμα την γρήγορη και με ποικιλία τιμών επιλογής της πρόωσης. Οι οδοντωτοί τροχοί ενός κιβωτίου Norton παρουσιάζονται, όπως και στο σχήμα, στη χαρακτηριστική μορφή ενός ενιαίου συνόλου γραναζιών διαφορετικών μεγεθών σε μορφή κώνου.

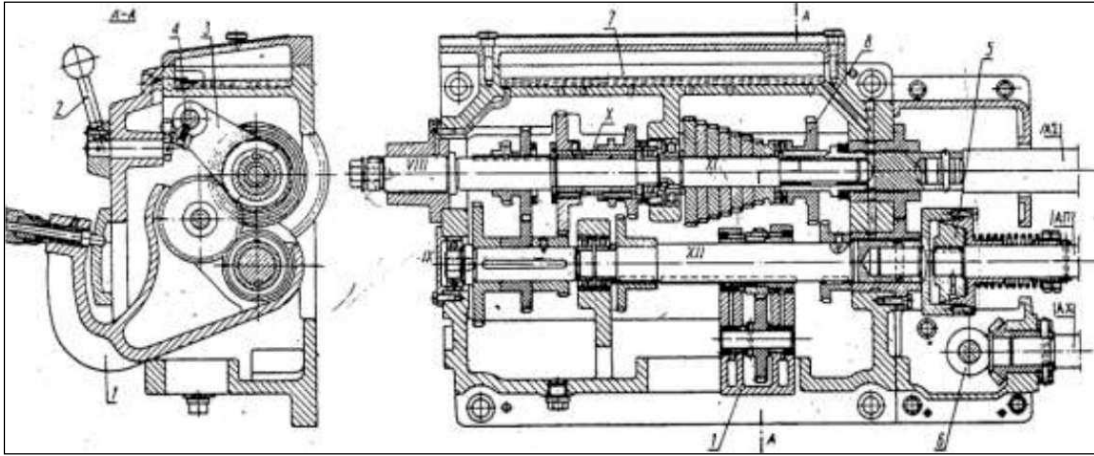


Οδοντωτοί τροχοί ενός κιβωτίου Norton.

Για να μετακινηθεί το κοπτικό εργαλείο από αριστερά προς τα δεξιά ή από τα δεξιά προς τα αριστερά, επιβάλλεται η αλλαγή της κατεύθυνσης περιστροφής του άξονα προώσεων ή και του κοχλιωτού άξονα. Αυτή η αλλαγή της κατεύθυνσης εξασφαλίζεται μέσω ενός **οδοντωτού τροχού** αναστροφής του οποίου η εμπλοκή και η απεμπλοκή εξασφαλίζει την μία κατεύθυνση ή την άλλη. Ο αναστροφέας τοποθετείται ανάμεσα στην μετάδοση της κίνησης από το κιβώτιο ταχυτήτων στο κιβώτιο προώσεων.



Κιβώτιο προώσεων.

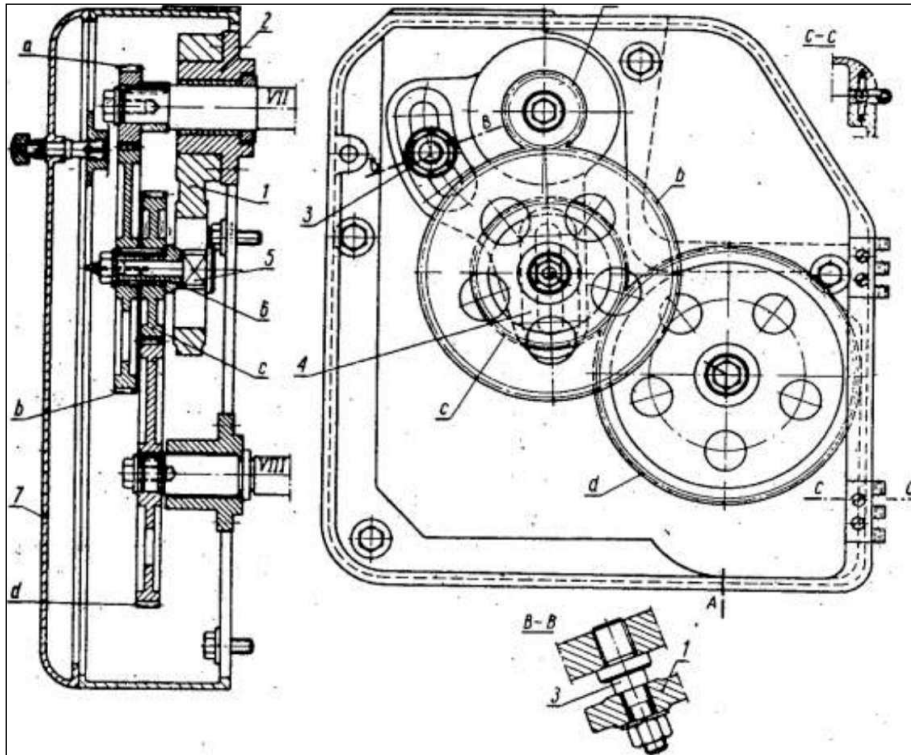


Κιβώτιο προώσεων

1-Μετατοπιζόμενο πλαίσιο, 2-Μοχλός για τη μετατόπιση του οδοντωτού τροχού (8) με τη βοήθεια διχάλων (3), 3-Δίχαλα, 4-Σφαίρα ρύθμισης της θέσης των διχάλων (3), 5-Συμπλέκτης υπερφόρτισης, 6-Αξονίσκος, 7-Δεξαμενή ελαίου, 8-Μετατοπιζόμενος οδοντωτός τροχός.

2.3.4 Αναστροφή

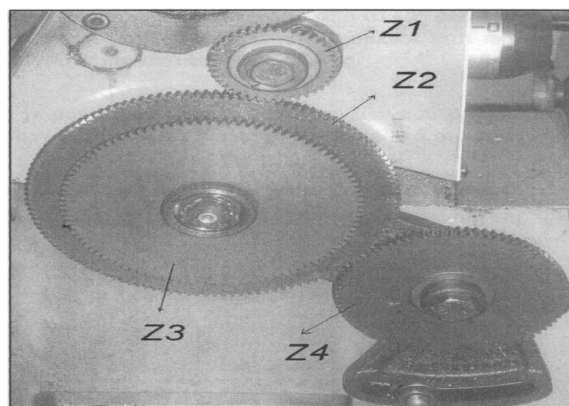
Σχέση μετάδοσης της κιθάρας: Η σχέση μετάδοσης της κιθάρας βρίσκεται στο ανοικτό κιβώτιο, μπροστά από το κιβώτιο προώσεων, ασφαλισμένη με το κάλυμμα (7). Το πλαίσιο σε μορφή κιθάρας, συγκρατείται στον σταθερό δακτύλιο (2), ο οποίος αποτελεί συγχρόνως και το έδρανο του άξονα VII. Για την σταθεροποίηση της κιθάρας χρησιμεύει ο κοχλίας (3). Στον αύλακα (4) συγκρατείται ο στροφέας (5) και ο δακτύλιος (6), πάνω στον οποίο εδράζονται περιστροφικά οι τροχοί b και c. Ο τροχός d είναι σφηνωμένος πάνω στο άκρο του άξονα VIII. Το κάλυμμα (7) αποτελεί και τη θύρα για την αλλαγή των ανταλλακτικών τροχών.



Σχέση μετάδοσης της κιθάρας

ΚΙΘΑΡΑ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ

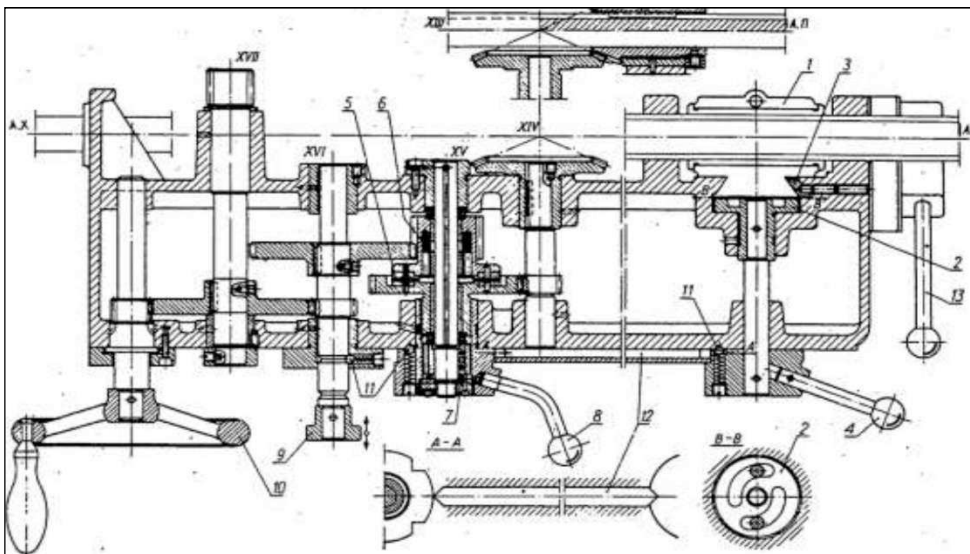
Για την μετάδοση της κίνησης από το κιβώτιο ταχυτήτων στο κιβώτιο προώσεων παρεμβάλλονται τρεις οδοντωτοί (ανταλλακτική) τροχοί του τórνου. Ο $Z1 = 40$ συνεργάζεται με τον $Z2=127$ και αυτός με τον $Z4=80$. Αντί του $Z4=80$ μπορούμε να τοποθετήσουμε τον $Z3=100$ αφού μετακινήσουμε τον μικρό άξονα που εδράζεται ο $Z2=127$ με την βοήθεια του μηχανισμού που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα και ονομάζεται κιθάρα του τórνου.



Κιθάρα Τórνου

2.3.5 Κιβώτιο εργαλειοφορέα

Η ανάπτυξη του κιβωτίου εργαλειοφορέα, φαίνεται στο σχήμα, εσωτερικά φέρει μηχανισμό που παίρνει κίνηση από το κιβώτιο προώσεων, μέσω της σχέσης μετάδοσης του εργαλειοφορέα επιτυγχάνονται οι απαιτούμενες κατά μήκος και εγκάρσιες προώσεις. Η μετάδοση της κινήσεως από το κιβώτιο προώσεων στο εργαλειοφορείο γίνεται διαμέσου του άξονα προώσεων και του άξονα σπειρωμάτων. Για την εμπλοκή του κοχλία σπειρωμάτων χρησιμεύει ο δίσκος (2), πάνω στον οποίο είναι κατασκευασμένες δύο σπείρες Αρχιμήδη. Σε κάθε αύλακα εισέρχεται ο πείρος του ενός ημιπερικοχλίου (1). Μέσω της περιστροφής του χειρομοχλού (4), προσεγγίζουμε ή απομακρύνουμε τα δύο ημιπερικόχλια και κατά αυτόν τον τρόπο ο κοχλίας σπειρωμάτων λαμβάνει κίνηση ή όχι. Για την γρήγορη ακινητοποίηση, χειροκίνητα, των μηχανικών προώσεων, χρησιμεύει ο χειρομοχλός (8). Μέσω της περιστροφής του χειρομοχλού προς τα κάτω, επιτυγχάνεται η ελευθέρωση του οδοντωτού συμπλέκτη (7), προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχρονη εκκίνηση του άξονα προώσεων και του κοχλία σπειρωμάτων, οι κινήσεις των χειρολαβών (4) και (8) προστατεύονται μέσω του μετατοπιζόμενου πλακιδίου (12).



Ανάπτυξη του κιβωτίου εργαλειοφορέα

1-Ημιπερικόχλιο, 2-Δίσκος, 3-Σφήνα για τη ρύθμιση των διακένων, 4-Χειρομοχλός για την εκκίνηση του κοχλία σπειρωμάτων, 5-Οδοντωτός συμπλέκτης, 6-Ελατήριο, 7-Οδοντωτός συμπλέκτης, 8-Χειρομοχλός για την εκκίνηση του άξονα προώσεων, 9-Χειρομοχλός για την εκκίνηση των κατά μήκος και εγκάρσιων προώσεων, 10-Χειρομοχλός για τη χειροκίνητη μετατόπιση του εργαλειοφορέα, 11-Σφαίρες ρύθμισης,

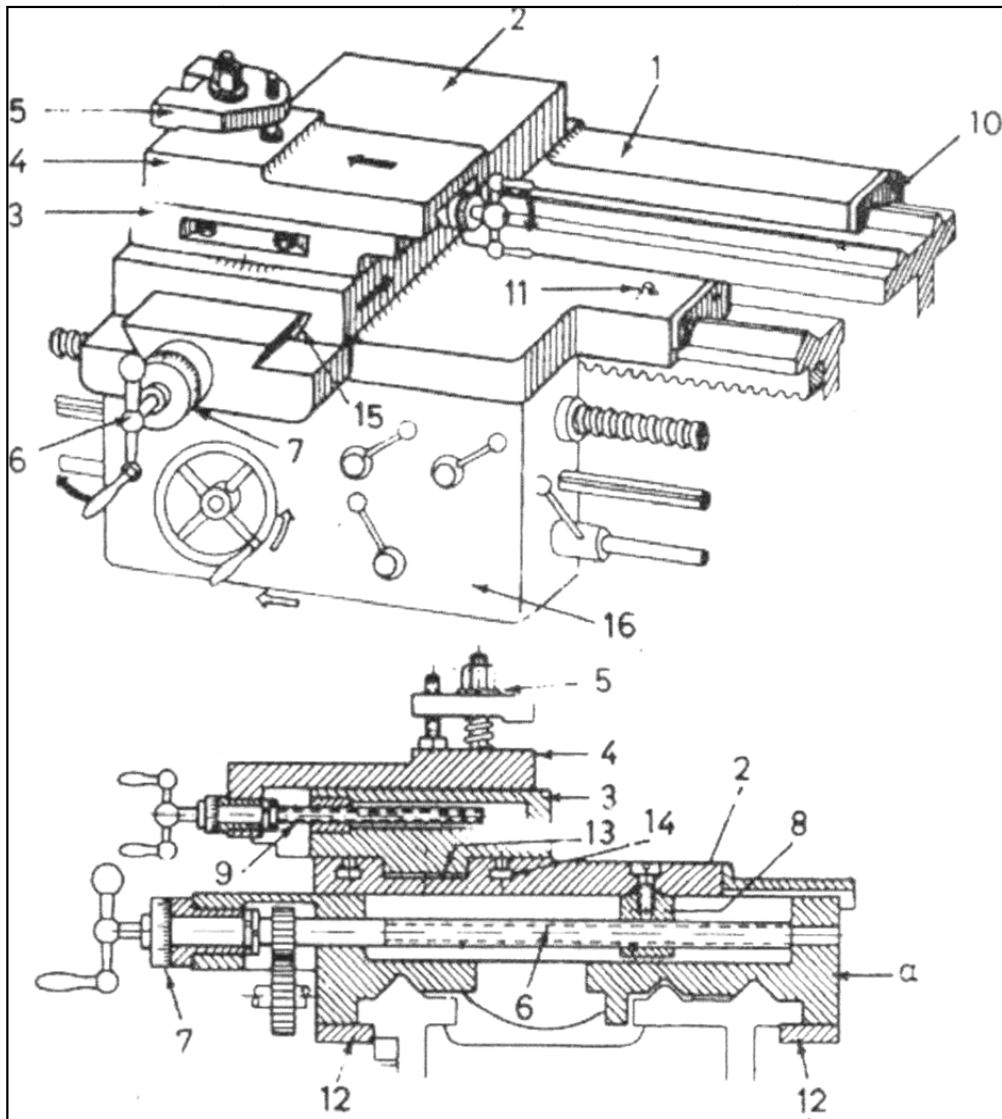
12-Ενδοασφάλειες, 13-Χειρομοχλός για την εκκίνηση και αλλαγή της φοράς των στροφών της ατράκτου.

1. Εργαλειοφορείο – Εργαλειοφορέας (Σεπόρτι – Μεταφορέας)

Ο μεταφορέας παίρνει κίνηση από το κιβώτιο προώσεων με δυο άξονες, έναν για τις προώσεις κοπής και έναν για τις προώσεις σπειρωμάτων. Αποτελείται από δύο γλίστρες στις οποίες κινείται το κάθετο σεπόρτι. Πάνω στο κάθετο σεπόρτι βρίσκεται το μικρό σεπόρτι, που χρησιμοποιείται σαν εργαλειοδέτης. Ο μεταφορέας κινείται σε όλο το μήκος του κρεβατιού και είναι κατασκευασμένος από δύο κυρίως μέρη: 1) Την βάση που είναι τοποθετημένη πάνω στις γλίστρες και 2) Την ποδιά που είναι προσαρμοσμένη στο μπροστινό μέρος της βάσης. Ο μεταφορέας κινείται με γρανάζια. Η κίνησή του ελέγχεται με μοχλούς που βρίσκονται στην ποδιά. Στην ποδιά του εργαλειοφορείου βρίσκονται δύο μοχλοί από τους οποίους ο ένας χρησιμεύει για να παίρνει κίνηση το εργαλειοφορείο από τον άξονα προώσεων (εμπρός-στόπ-ανάποδα) και ο άλλος από τον κοχλία σπειρωμάτων (κίνηση-στόπ). Η κίνηση του μεταφορέα μπορεί να γίνει και με το χέρι με το χειρομοχλό που βρίσκεται στην ποδιά. Επίσης μπορεί να μετακινηθεί κατά μήκος των γλιστρών με την χρησιμοποίηση του μοχλού πρόωσης που και αυτός βρίσκεται πάνω στην ποδιά.

2. Κάθετο σεπόρτι

Το κάθετο σεπόρτι είναι τοποθετημένο πάνω στην βάση και στηρίζει το μικρό σεπόρτι. Μπορεί να κινηθεί προς το μέρος του χειριστή και αντίθετα, περιστρέφοντας τον χειρομοχλό του κάθετου σεπόρτι. Ο χειρομοχλός έχει μικρομετρικό δίσκο που επιτρέπει (ρυθμίζοντας του) την αφαίρεση μετάλλου σε χιλιοστά ή ίντσες. Επίσης μπορεί να κινηθεί και μηχανικά με την βοήθεια ενός μοχλού ο οποίος βρίσκεται στην ποδιά του μεταφορέα.



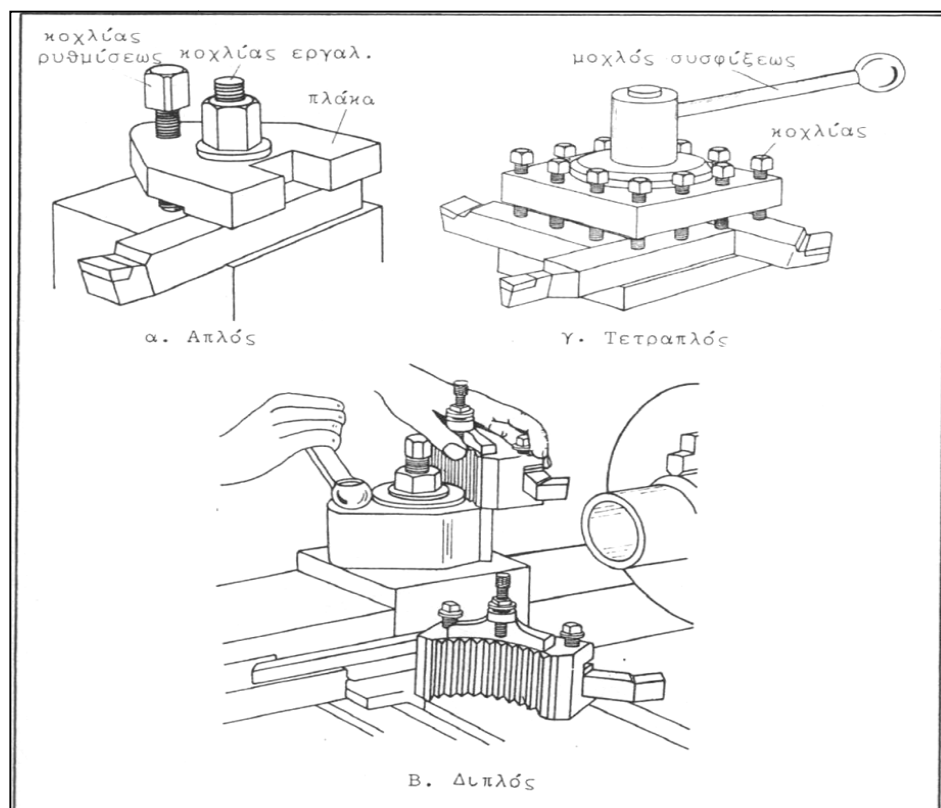
Όψη και εγκάρσια τομή εργαλειοφορείου.

- 1) Βάση εργαλειοφορείου με τις γλίστρες.
- 2) Εγκάρσιο φορείο.
- 3) Περιστρεφόμενη βάση εργαλειοδέτη.
- 4) Φορείο εργαλειοδέτη.
- 5) Εργαλειοδέτης.
- 6) Μεταφορικός κοχλίας Εγκάρσιας κινήσεως.
- 7) Βαθμονομημένος δακτύλιος.
- 8) Περικόχλιο Εγκάρσιας κινήσεως.
- 9) Μεταφορικός κοχλίας τού φορείου εργαλειοδετη,
- 10) Τσιμούχα καθαρισμού γλίστρας.
- 11) Κοχλίας σταθεροποίησης εργαλειοφορείου.

- 12) Λάμα-κόντρα.
- 13) Οδηγός εδράσεως της περιστρεφόμενης βάσεως 3.
- 14) Κυκλικά αυλάκια.
- 15) Σφήνα χελιδονουράς Εγκάρσιου φορείου.
- 16) Κιβώτιο μεταδόσεως κινήσεως.

Εργαλειοδέτης

Ο εργαλειοδέτης βρίσκεται πάνω στο κάθετο σεπόρτ και συγκρατεί το εργαλείο και είναι συνήθως τετραπλός. Μπορεί να περιστραφεί κατά 360° μοίρες και να σταθεροποιηθεί σε οποιαδήποτε επιθυμητή γωνία. Μπορεί ακόμη να κινηθεί εμπρός και πίσω πάνω στο κάθετο σεπόρτ, με την βοήθεια δύο γλιστρών (γυρίζοντας τον χειρομοχλό του). Ο χειρομοχλός του μικρού σεπόρτ όπως και χειρομοχλός του κάθετου σεπόρτ έχει μικρό μετρικό δίσκο σε χιλιοστά της ίντσας ή δέκατα του mm του μέτρου για ακριβείς μετρήσεις. Η θέση στήριξης του εργαλείου βρίσκεται πάνω στον εργαλειοδέτη και χρησιμοποιείται για να συγκρατεί το κοπτικό εργαλείο.

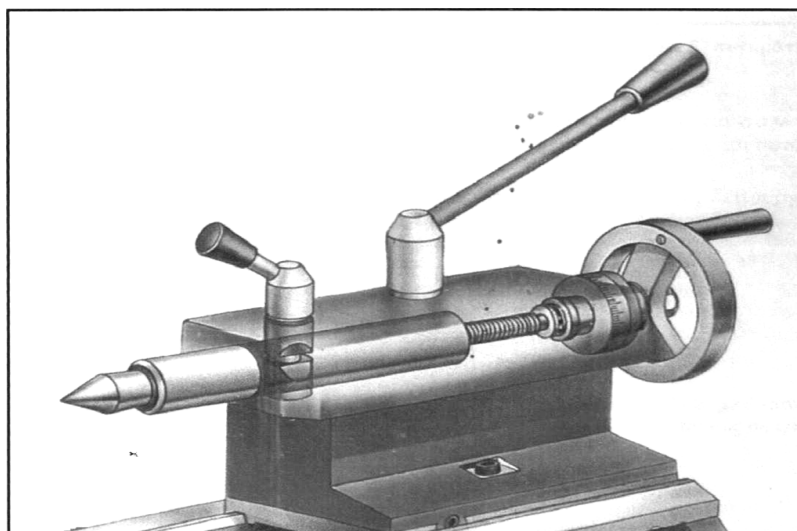


2.3.6 Κεντροφορέας Κουκουβάγια

Ο κεντροφορέας (ουρά ή κουκουβάγια) είναι βασικό εξάρτημα του τόννου, είναι κινητός πάνω στις γλίστρες του κρεβατιού. Αποτελείται από ένα κωνικό άξονα στο οποίο τοποθετούνται περιστρεφόμενες πόντες, κωνικά τρυπάνια. Για να αφαιρέσουμε την πόντα ή τα κωνικά τρυπάνια, αρκεί να περιστρέψουμε αντίθετα τον χειρομοχλό της ουράς (αριστερόστροφα). Όταν επεξεργαζόμαστε μεγάλα κομμάτια μετακινούμε ολόκληρο τον κεντροφορέα πάνω στις γλίστρες του κρεβατιού ενώ όταν πρόκειται για μικρά μετακινούμε μόνο τον άξονα (έμβολο) με την βοήθεια του χειρομοχλού ο κεντροφορέας έχει την δυνατότητα να κινείται δεξιά ή αριστερά (εγκάρσια) και αυτό για να μπορούμε να κάνουμε κωνική τόννευση. Ο άξονας του κεντροφορέα και η πόντα πρέπει οπωσδήποτε να συμπίπτουν με το νοητό άξονα που έχει η άτρακτος του τόννου, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το υλικό κατασκευής του κεντροφορέα είναι από χυτοσίδηρο (μαντέμι).

36

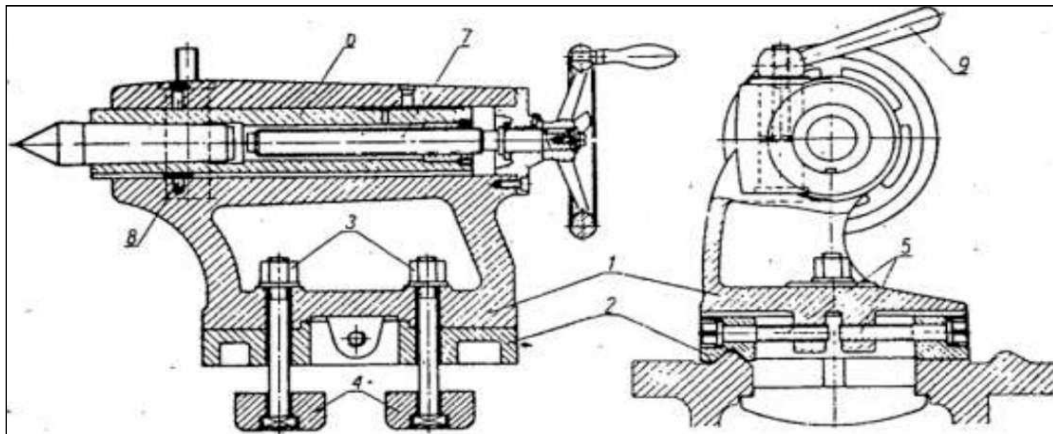
Ο κεντροφορέας συγκρατεί τα άλλο άκρο μακρών αξόνων (συνήθως όταν $L/d > 4$), δηλαδή όταν γίνεται τόννευση με συγκράτηση μεταξύ τσόκ και κεντροφορέα σε πόντα ή τρυπάνι όταν γίνονται οπές.



Κεντροφορέας.

Ο κορμός του κεντροφορέα (1), είναι τοποθετημένος πάνω στη βάση (2), η οποία επικάθεται πάνω στους ολισθητήρες του τραπεζιού. Για τη στερέωση του κεντροφορέα πάνω στο τραπέζι χρησιμεύουν οι δύο κοχλίες (3) και τα εξαρτήματα (4).

Ο κεντροφορέας είναι δυνατόν να μετακινηθεί κάθετα με τη βοήθεια του κοχλία (5). Η κάθετη αυτή μετατόπιση χρησιμοποιείται κατά την κωνική τόνρευση κώνων με μικρή κωνικότητα. Η μετακίνηση του επιμήκους δακτυλίου (6) μετά του κέντρου, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του κοχλία (7). Ο πείρος (8) ασφαρίζει τον δακτύλιο από την περιστροφή του. Η χειρολαβή (9) χρησιμεύει για τη σύσφιξη σε επιθυμητή θέση του επιμήκους δακτυλίου.



Κεντροφορέας (κουκουβάγια)

2.4 Συσκευές συγκρατήσεως των κομματιών (Τσόκ – Πλατώ)

Υπάρχουν πολλά εξαρτήματα τα οποία χρησιμοποιούνται στον τόρνο. Ανάμεσα σε αυτά είναι και τα εξαρτήματα που συγκρατούν το προς επεξεργασία κομμάτι. Τα εξαρτήματα χρησιμοποιούνται για να κρατούν σταθερό το κομμάτι στον τόρνο. Κάποια από αυτά τα εξαρτήματα είναι:

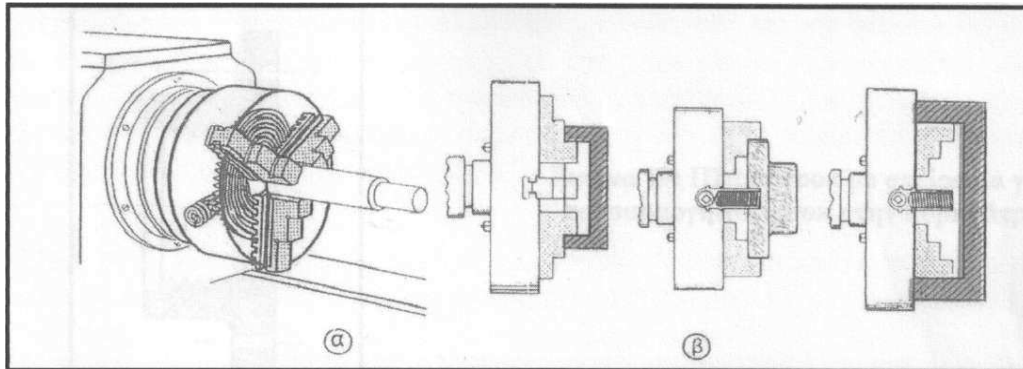
1. τσόκ.
2. Πλατώ.
3. Κέντρα (πόντες).

2.4.1 Συγκράτηση στο τσοκ

Μερικά κομμάτια εξαιτίας του μεγέθους ή του σχήματος τους ή του είδους της εκτελούμενης εργασίας πρέπει να συγκρατούνται σταθερά πάνω στον τόρνο και να

περιστρέφονται ταυτόχρονα. Τα κομμάτια συγκρατούνται σταθερά και περιστρέφονται με την βοήθεια εξαρτημάτων που ονομάζονται συγκρατητήρες (τσόκ). Τα τσόκ χρησιμοποιούνται όταν τα κομμάτια είναι μικρά και με κυλινδρικό ή άλλο κανονικό πολυγωνικό σχήμα και δεν υπάρχει φόβος κατά την τόννευση να λυγίσουν από τις δυνάμεις κοπής. Τα τσόκ προσαρμόζονται στην κεφαλή του τόννου υπάρχουν σε πολλούς τύπους.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται διάφορες περιπτώσεις συγκρατήσεως κομματιών στο τσόκ με κανονικούς και ανάποδους σφιγκτήρες.



α) Συγκράτηση κομματιού σε τσόκ με κανονικούς σφιγκτήρες β) συγκράτηση κομματιών σε τσόκ τόννου με ανάποδους σφιγκτήρες.

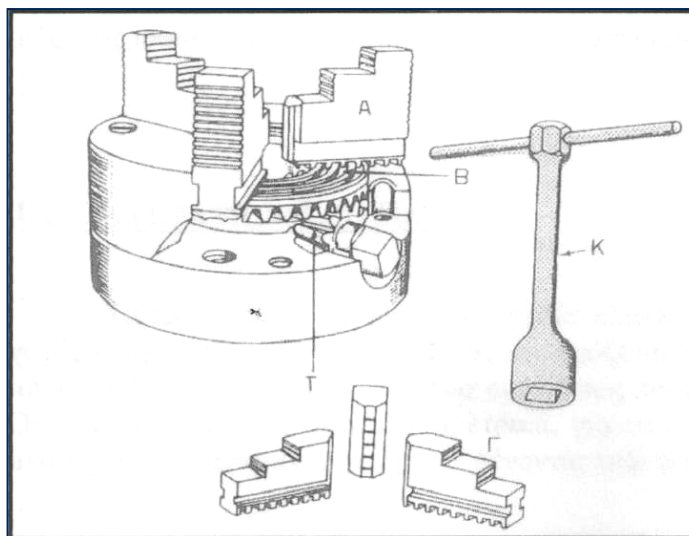
Τσόκ με τρεις σφιγκτήρες.

Το τσόκ αυτό έχει τρεις σφιγκτήρες που κινούνται συγχρόνως σε ίση απόσταση προς ή από το κέντρο περιστρεφόμενοι με ειδικό κλειδί (τσοκόκλειδο). Αφού οι σφιγκτήρες κινούνται όλοι προς το κέντρο συγχρόνως το κομμάτι αυτόματα κεντράρεται.

Τσόκ με 4 σφιγκτήρες (πλατώ).

Αυτό έχει τέσσερις σφιγκτήρες, που ο καθένας από αυτούς μπορεί να κινείται (προσαρμόζεται) ανεξάρτητα. Επομένως με την προσαρμογή των σφιγκτήρων ένα κομμάτι, κυλινδρικό, τετράγωνο ή ακανόνιστου σχήματος μπορεί να κρατείται στο κέντρο ή σε μια επιθυμητή απόσταση από το κέντρο.

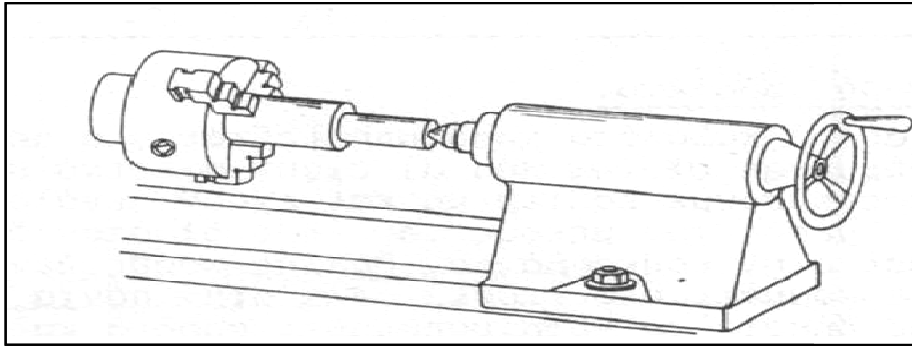
Στο παρακάτω τμήμα φαίνεται η διαμόρφωση και ο τρόπος λειτουργίας του τσόκ.



Τσόκ με 3 κανονικούς και με 3 ανάποδους σφιγκτήρες.

Με το γύρισμα του κλειδιού γυρίζει ο κωνικός τροχός T (Εικόνα 18) περιστρέφοντας την πλάκα B, η οποία από τη μεριά της διαμορφώνεται σε οδοντωτή στεφάνη και από την άλλη διαμορφώνεται σε σπειροειδές αυλάκι (αυτόματο τσόκ). Οι σφιγκτήρες A πλησιάζουν ή απομακρύνονται από το κέντρο του τσόκ, σφίγγοντας ή ξεσφίγγοντας τα κομμάτια που δένονται πάνω τους. Για την προσαρμογή του τσόκ στην κύρια άτρακτο, χρησιμοποιείται πλάκα η οποία στερεώνεται με τρεις ή τέσσερις βίδες. Η πλάκα αυτή, ανάλογα με την διαμόρφωση του άκρου της άτρακτου, έχει σπείρωμα αφού προσαρμοστεί πρώτα μόνη της και γίνει ένα σώμα με την άτρακτο, γίνεται η τελική της τόννευση, δηλαδή η τόννευση των επιφανειών εκείνων που πρόκειται να έρθουν σε επαφή με το τσόκ. Με τον τρόπο αυτό το τσόκ είναι απόλυτα συγκεντρικό και γυρίζει εντελώς ομοαξονικά με την άτρακτο. Πριν τα τσόκ και τα πλατό προσαρμοστούν στην άτρακτο, πρέπει να καθαρίζονται καλά τα σπειρώματα ή οι κώνοι επαφής από τις διάφορες ακαθαρσίες γιατί αυτές προκαλούν «στραβογυρίσματα» και άλλες ανωμαλίες.

2.4.2 Συγκράτηση μεταξύ τσόκ και κουκουβάγιας

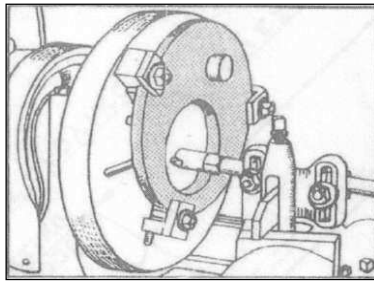


Συγκράτηση μεταξύ τσόκ και κουκουβάγιας.

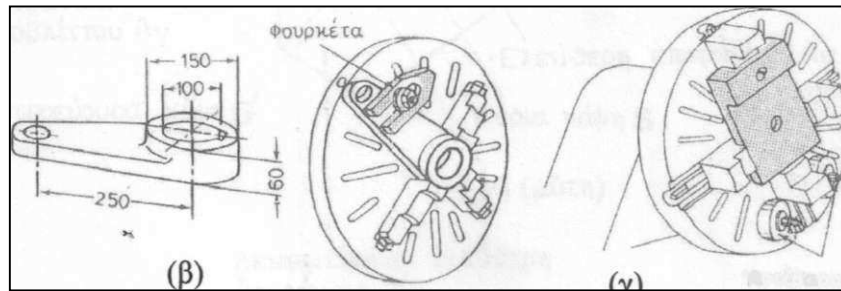
Οι πόντες του τόρνου συγκρατούν το κομμάτι ανάμεσα στην κεφαλή (τσόκ) και στην ουρά (κουκουβάγια) του τόρνου. Το κέντρο που χρησιμοποιείται στην κεφαλή ονομάζεται ζωντανό κέντρο. Αυτό περιστρέφεται μαζί με τον άξονα της κεφαλής. Το κέντρο που χρησιμοποιείται στην ουρά ονομάζεται νεκρό κέντρο. Συνήθως αυτό δεν περιστρέφεται, όμως μερικοί κατασκευαστές φτιάχνουν περιστρεφόμενες πόντες και για την ουρά. Ένα στάσιμο κέντρο ουράς πρέπει να είναι πολύ σκληρυμένο για να αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες τριβής. Η τρύπα του άξονα στην οποία το κέντρο προσαρμόζεται είναι κωνική και τυποποιημένη με το σύστημα (MOPS). Πρέπει είναι τέλεια ευθυγραμμισμένα μεταξύ τους. Τα κέντρα του τόρνου έχουν γωνία ακμής 60° .

2.4.3 Συγκράτηση σε πλατό

Τα πλατό τοποθετούνται και αυτά στην κεφαλή του τόρνου. Είναι μεγάλες στρογγυλές πλάκες στις οποίες υπάρχουν ακτινωτές σχισμές ίσα κατανεμημένες. Στα πλατό δένονται κομμάτια με τη βοήθεια σφιγκτήρων και κοχλιών, τα οποία είναι ασημετρικά με ακανόνιστο σχήμα και δεν μπορούν να συγκρατηθούν στο τσόκ. Κατά την επεξεργασία του κομματιού εάν αυτό δεθεί από το ένα μέρος της πλάκας χαλάει η ζυγοστάθμιση του πλατό και πρέπει να χρησιμοποιηθούν αντίβαρα, για να υπάρξει ομαλή περιστροφή χωρίς ταλαντώσεις και να μην καταπονείται ο μηχανισμός του τόρνου.



(α)



(β)

(γ)

α) συγκράτηση κομματιού με σφιγκτήρες β) συγκράτηση με φουρκέτα και σφιγκτήρες γ) παράκεντρη συγκράτηση με σφιγκτήρες.
στο σχήμα γ βλέπουμε τα αντίβαρα τα οποία έχουν τοποθετηθεί για την ζυγοστάθμιση του πλατό.

Κεφάλαιο 3

3.1 Κοπτικά εργαλεία τόννου (cutting tools)

Τα κοπτικά εργαλεία είναι κατασκευασμένα από υλικά αυξημένης αντοχής στην φθορά όπως (χάλυβα, σκληρομέταλλα, κ.λ.π) και από σκληρά κράματα (στελλείτες), ορυκτά (αδάμαντες), κεραμικά (οξειδία μετάλλων, καρβίδια και σκόνες αδάμαντος. Η εκλογή του υλικού κατασκευής για τα εργαλεία κοπής των εργαλειομηχανών εξαρτάται από:

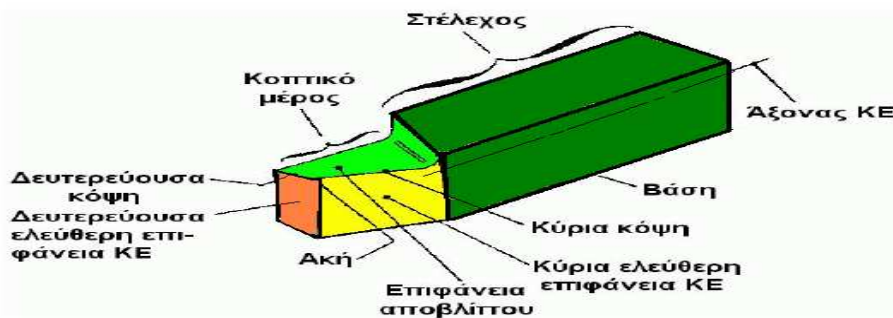
- α. Το είδος της κατεργασίας.
- β. Τις συνθήκες εργασίας του κοπτικού εργαλείου.
- γ. Τις φυσικές ιδιότητες του κατεργαζόμενου κομματιού.
- δ. Τη μορφή του κοπτικού εργαλείου.

Από άποψη χημικής συνθέσεως τα κοπτικά εργαλεία διακρίνονται σε:

1. Ανθρακοχάλυβες.
2. Ταχυχάλυβες.
3. Κεκραμένους χάλυβες.
4. Σκληρομέταλλα.
5. Στελλείτες.
6. Ορυκτά.

Οι ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα κοπτικό εργαλείο συνοψίζονται παρακάτω:

- > **Μεγάλη σκληρότητα**, ώστε να μπορεί το εργαλείο να εισχωρεί στο μαλακότερο κατεργαζόμενο τεμάχιο
- > **Αντίσταση στη θερμότητα**, ώστε να διατηρεί την σκληρότητά του στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την κοπή
- > **Αντίσταση σε φθορά**, ώστε η κοπτική ακμή του να διατηρεί τις κοπτικές ιδιότητές



Τυπικό εργαλείο τόννευσης

3.1.1 Υλικά κατασκευής των κοπτικών εργαλείων

Βασικά σήμερα χρησιμοποιούνται οι ταχυχάλυβες, τα σκληρομέταλλα και τα κεραμικά υλικά. Η χρήση εργαλείων από ανθρακούχο χάλυβα (ατσάλια, νερού) πρακτικά έχει πλέον καταργηθεί.

Ανθρακοχάλυβες εργαλείων

Διακρίνονται σε:

- α. Βαθείας βαφής με περιεκτικότητα σε άνθρακα 0,6 - 1,35%.
- β. Αβαθούς βαφής με περισσότερες προσμίξεις και πιο ανθεκτική.
- γ. Συγκολλημένα (συνήθως ο καταλληλότερος τρόπος για αντίσταση) με περιεκτικότητα σε άνθρακα 0,038 - 0,7%.

Πλεονεκτήματα.

- α. Μεγάλη αντοχή (λόγω λεπτόκοκκης δομής).
- β. Μεγάλη σκληρότητα (μετά από θερμική κατεργασία (βαφή).
- γ. Χαμηλό κόστος παραγωγής.

Μειονεκτήματα.

- α. Μικρή αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες.
- β. Ανάπτυξη κατά την κατεργασία μεγάλων τριβών (και παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων θερμότητας).
- γ. Η μεγάλη θερμοκρασία που αναπτύσσεται στο κοπτικό εργαλείο μας, δημιουργεί απότομη πτώση της σκληρότητας, και το κοπτικό εργαλείο παύει να έχει την ίδια απόδοση.

Χάλυβες εργαλείων κεκραμένοι

Στοιχεία σύνθεσης κεκραμένων χαλύβων

- α. Χρώμιο (Cr) β. Μαγγάνιο (Mn) γ. Βολφράμιο (W) δ. Μολυβδαίνιο (Mo) ε. Βονάδιο (V) στ. Νικέλιο (Ni) ζ. Πυρίτιο (Si). Τα παραπάνω στοιχεία βελτιώνουν σημαντικά τους χάλυβες αυτής της κατηγορίας σε σύγκριση με τους ανθρακοχάλυβες.
- Χρώμιο (Cr): Δημιουργεί καρβίδια του χρωμίου (CrC) ή σύνθετα καρβίδια με άλλα στοιχεία και έτσι με αυτόν τον τρόπο έχουμε αύξηση της αντοχής του κράματος στη

φθορά. Επίσης όταν υπάρχει χρώμιο στο κράμα έχουμε αύξηση του βαθμού βαφής του χάλυβα και παράλληλα αύξηση της αντοχής του σε εφελκυσμό.

Μαγγάνιο (Mn): Συνήθως επηρεάζει την σκληρότητα μετά την βαφή και δεν δημιουργεί καρβίδια. Όταν υπάρχει αυξημένη ποσότητα μαγγανίου βελτιώνεται η βαφή και αυξάνονται μερικώς οι ιδιότητες του χάλυβα ως προς την αντοχή.

Βολφράμιο (W): Σε μικρή ποσότητα όταν υπάρχει στην σύνθεση του χάλυβα αυξάνει την ποσότητα των σκληρών και ανθεκτικών στην φθορά καρβιδίων που βρίσκονται στην υφή του μετάλλου. (Μεγάλης σημασίας για βελτιωμένες κοπτικές ικανότητες).

Μολυβδαίνιο (Mo): Όταν υπάρχει στο κράμα του χάλυβα συντελεί στην αύξηση του βαθμού βαφής, της ανθεκτικότητας, της επαναφοράς και της αντοχής στη φθορά. Μεγάλες ποσότητες μολυβδαινίου συναντούμε στους ταχυχάλυβες.

Βανάδιο (V): Συναντάται σε ελάχιστες ποσότητες (0,1 - 0,25%) και χρησιμοποιείται στους κεκραμένους χάλυβες εργαλείων για αποφυγή της διόγκωσης των κόκκων του κράματος και την αύξηση του βαθμού βαφής.

Ανάλογα με τα παραπάνω τους χάλυβες τους διακρίνουμε σε

1. Χαμηλής πρόσμιξης
2. Μεσαίας πρόσμιξης
3. Υψηλής πρόσμιξης

Από άποψη χρήσης και θερμικής κατεργασίας τους κεκραμένους χάλυβες τους διακρίνουμε σε:

1. Κεκραμένους χάλυβες χαμηλής πρόσμιξης:
Βάφονται στο νερό και περιέχουν μεγάλη ποσότητα σε άνθρακα και μικρή βολφραμίου. Χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εργαλείων τόννου.
2. Κεκραμένοι χάλυβες με υψηλή ποσότητα προσμίξεων:
Η βαφή τους γίνεται σε λάδι. Έχουν μεγάλη ποσότητα σε άνθρακα και απαραίτητα χρωμίου ή μαγγανίου. Αντέχουν στην παραμόρφωση, και έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα φθορά από την τριβή. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή διαμορφωτικών - ελεγκτήρων και εργαλείων κοπής, εργαλειομηχανών (όταν αυτά πρέπει να έχουν αυξημένη αντοχή στην φθορά).

Ταχυχάλυβες

Οι ταχυχάλυβες ανήκουν στην κατηγορία των κεκραμένων χαλύβων έχουν δε στη βασική τους σύνθεση βολφράμιο, χρώμιο, και βανάδιο. Για καλύτερη ποιότητα πρέπει να υπάρχει στην σύνθεση τους κοβάλτιο και μολυβδαίνιο. Σε σύγκριση με τους ανθρακοχάλυβες έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα.

1. Μεγάλη ανθεκτικότητα σε υψηλές θερμοκρασίες επαναφοράς (550-650 °C) (που προέρχονται από τις μεγάλες ταχύτητες κοπής και την φόρτιση του κοπτικού εργαλείου, προκειμένου να πετύχουμε απόβλητο σε μεγάλο μέγεθος (όγκο).
2. Μεγάλη ανθεκτικότητα στην φθορά από τις τριβές. (Για αυτό χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εργαλείων κοπής).
3. Μικρή φθορά των κοπτικών ακμών (χρησιμοποιούνται για κατασκευή εργαλείων που απαιτούνται σε κατεργασίες μεγάλης ακρίβειας, όπως εργαλεία φρέζας.

Πλεονεκτήματα.

Δυνατότητα βαφής στο λάδι ή με πεπιεσμένο αέρα με αποτέλεσμα να μην έχουμε παραμόρφωση κατά την βαφή.

Μειονεκτήματα.

Υψηλό κόστος παραγωγής σε σχέση με τους ανθρακούχους χάλυβες.

Σκληρομέταλλα ή widia

Τα σκληρομέταλλα κατασκευάζονται με κατεργασία κονιοποιημένων καρβιδίων, έχουν δε πολύ υψηλό σημείο τήξεως. Το υλικό κατασκευής τους είναι από καρβίδια του βολφραμίου (WC) του τιτανίου (TiC), του τανταλίου (TdC) με συνθετικό υλικό συνήθως το κοβάλτιο.

Τα σκληρομέταλλα σαν κοπτικά εργαλεία, παράγονται σε τυποποιημένα πλακίδια, τα οποία στη συνέχεια στερεώνονται σε χαλύβδινα στελέχη και συγκρατούνται με κοχλίες και πλάκες στερεώσεως ή με συγκόλληση.

Τα σκληρομέταλλα συνήθως λέγονται και WIDIA.

Ιδιότητες σκληρομετάλλων

1. Χρήση σαν εργαλεία κοπής χωρίς ψυκτικό υγρό (εάν χρησιμοποιηθεί ψυκτικό υγρό πρέπει να έχει σταθερή παροχή, ώστε η θερμοκρασία του εργαλείου να μην έχει αυξομειώσεις γιατί υπάρχει κίνδυνος να σπάσει).

2. Σε μικρές ταχύτητες κοπής χρησιμοποιείται στην κατεργασία χαλύβων που έχουν βελτιωθεί με θερμική κατεργασία (βαμμένοι χάλυβες)

3. Η σκληρότητά τους μπορεί να διατηρηθεί ακόμη και αν η θερμοκρασία φθάσει τους (900 - 1000°C). Για αυτό οι ταχύτητες κοπής φθάνουν μέχρι και 5 φορές περισσότερο από τις ταχύτητες των ταχυχαλύβων.

Χρησιμοποίηση των σκληρομετάλλων.				
ΚΑΤΗ- ΓΟΡΙΑ	ΧΡΩΜ Α- ΤΙΣΜΟΙ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑ- ΖΟΜΕΝΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ
P01	Μπλέ	Χάλυβας	Κατεργασία ακριβείας με τórνευση.	Μικρή πρόωση Μεγάλη ταχύτητα κοπής
PIO P01	Μπλέ	Χάλυβας	Κατεργασία ακριβείας & μέσης ακριβείας με τórνευση και, φρεζάρισμα.	Μέση πρόωση Μεγάλη ταχύτητα κοπής Συνεχής & διάκενο. Κοπή.
P20 PIO	Μπλέ	Χάλυβας και όλκιμος χάλυβας	Κατεργασία εκχόνδρσης με τórνευση και φραιζάρισμα.	Μεγάλη πρόωση Μέση ταχύτητα κοπής.
P25	Μπλέ	Χάλυβας	Κατεργασία τórνευσης & φραιζαρίσματος με μεταβαλλόμενη θερμοκρασία.	Μέση πρόωση και, μέση ταχύτητα κοπής Διακεκομμένη κοπή.

P30 P20 M10 M20	Μπλέ	Χάλυβας και χυτοχάλυβας	Κατεργασία εκχόνδρυνσης και μέσης ακρίβειας με τόρνευση. Οριζόντιο & κάθετο πλάνισμα.	Μικρά ταχύτητα κοπής Διακεκομμένη κοπή.
P40 P30 M30 M40	Μπλέ	Χάλυβας και χυτοχάλυβας	Κατεργασίες εκχόνδρυνσης Προσφέρεται ιδιαίτερος για κάθετο τόρνευση.	Μεγάλη πρόωση και μεγάλο βάθος κοπής Μεγάλη γωνία τριβής (γ).
P50 M40	Μπλέ	Χάλυβας και χυτοχάλυβας	Όπως παραπάνω (P40)	Προσφέρεται για πολύ μεγάλη πρόωση, μεγάλο βάθος κοπής και για μεγάλες γωνίες τριβής (γ)
K01	Κόκκινο	Χυτοσίδηρος με μεγάλη σκληρότητα, βαμμένος χάλυβας, συνθετικά υλικά	Τόρνευση ακρίβειας	Μικρή πρόωση και μικρό βάθος κοπής. Μεγάλη ταχύτητα κοπής. Διακεκομμένη και συνεχής κοπή.
K10	Κόκκινο	Χυτοσίδηρος με σκληρότητα $HB <^{1}+00$ κράματα αλουμινίου και αλουμινίου- πυριτίου.	Κατεργασίες μέσης ακρίβειας και ακρίβειας με τόρνευση, διάτρηση και φρεζάρισμα.	Μέση πρόωση και μέσο βάθος κοπής. Μέση ταχύτητα κοπής
K20 K30 KHO κίτρινο		Χυτοσίδηρος με σκληρότητα $HB < 200$, χαλκός και κράματα αυ- τού.	Κατεργασίες εκχόνδρυνσης και μέσης ακρίβειας με τόρνευση διάτρησης, φρεζάρισμα και, πλάνισμα	Μικρά ταχύτητα κοπής. Δυναμική καταπόνηση της κόψης. Διακεκομμένη και συνεχής κοπή.

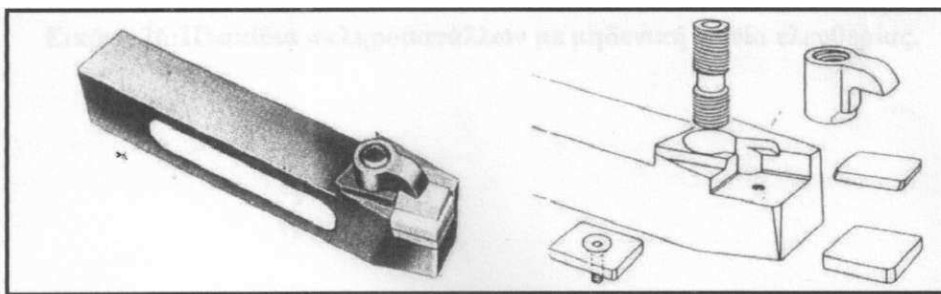
M10 M20 κίτρινο	M30	Μαγγανιούχοι χάλυβες, κράματα χυτοσιδήρων μεγάλης ολκι- μότητας, συγκολλημένα εξαρτήματα.	Κατεργασίες εκχόνδρουσης και, αποπεράτωση για, τους μαγγανιούχους χάλυβες.	Για τους μαγγανιούχους χάλυβες μεγάλη ταχύτητα κοπής, για άλλες εργασίες περιορισμένη ταχύτητα κοπής.
-----------------------	-----	--	--	--

4. Έχουν μικρή αντοχή στην θραύση (σπάνε εύκολα).

5. Συνήθως το τρόχισμα τους αποφεύγεται όταν δε αυτή είναι απαραίτητο πρέπει να γίνεται σε εργαστήριο με ειδικά μηχανήματα τρόχισης από εξειδικευμένο προσωπικό.

Ποιοτικώς, κατά την τυποποίηση ISO, τα σκληρομέταλλα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες.

- Όσο μικραίνουν οι αριθμοί τόσο αυξάνεται η σκληρότητα και η αντοχή του κοπτικού, αλλά γίνεται περισσότερο εύθραυστο. Οι μικρότεροι αριθμοί συνιστώνται περισσότερο για σκληρότερα υλικά με μικρή πρόωση και μικρό βάθος κοπής, αλλά με μεγάλη ταχύτητα κοπής.
- Όσο μεγαλώνουν οι αριθμοί τόσο ελαττώνεται η σκληρότητα και αντοχή σε φθορά του πλακιδίου, αλλά γίνεται περισσότερο κατάλληλο για διακοπτόμενη κοπή και αντέχει περισσότερο σε κρούσεις.

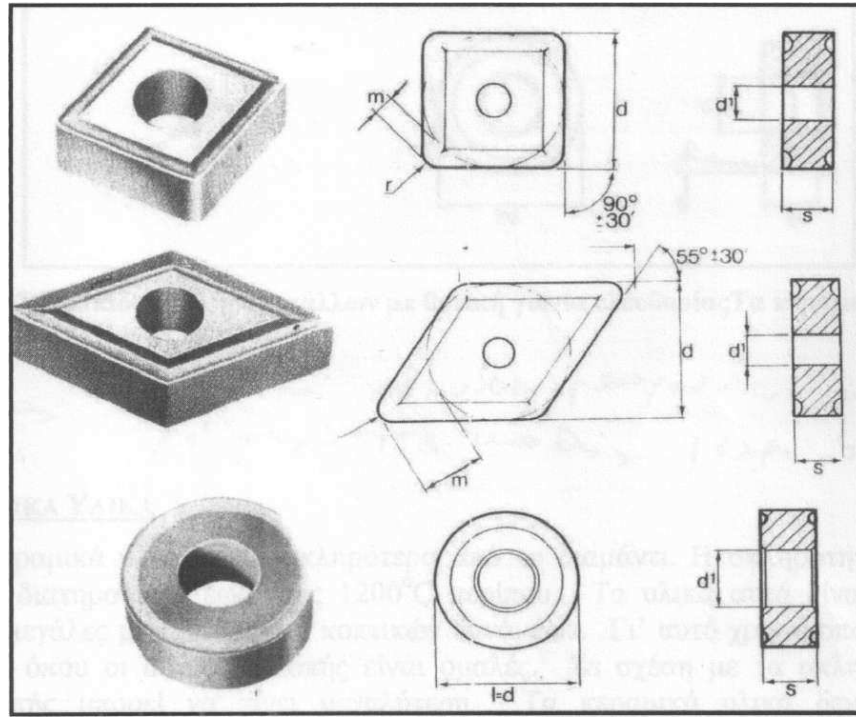


25: Ένθετο πλακίδιο με γρεξοσπάση και τα εξαρτήματα στερεώσεως του στη μανέ

- οι μορφές και το σχήμα των εργαλείων από σκληρομέταλλα είναι πολλές και εξαρτώνται από το είδος της κατεργασίας(ξεχόνδρισμα, σπειρωτόμηση,

εσωτερική τόννευση), καθώς επίσης και από τον τρόπο στερεώσεως τους στη μανέλα.

- Τελευταία χρησιμοποιούνται και πλακίδια με μηδενική γωνία ελευθερίας, έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλες τις πλευρές. π.χ. το τετράγωνο πλακίδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνολικά 8 φορές και να πεταχτεί εφόσον το τρόχισμα του είναι ασύμφορο.



Πλακίδια σκληροματάλλων με μηδενική γωνία ελευθερίας

Κεραμικά υλικά

Τα κεραμικά υλικά έχουν σαν πρώτη υλη τα οξειδία του αλουμινίου με προσμίξεις οξειδίων άλλων μετάλλων. Παράγονται και αυτά σε μορφή πλακιδίων. Έχουν αυξημένη σκληρότητα, αντοχή σε θερμοκρασία μέχρι και 1200°C , αυξημένες μηχανικές ιδιότητες αλλά μικρή αντοχή σε κάμψη. Τα υλικά αυτά είναι ψαθυρά γι' αυτό και χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ταχύτητες κοπής. Η χρήση τους γίνεται με εργαλειομηχανές χωρίς τζόγο, είναι ευαίσθητα σε μεγάλα φόρτια και κραδασμούς.

Στελίτες (είδος σκληροκραμάτων)

Είναι χυτά κράματα χρωμίου 25-33%, κοβάλτιου 40-50%, βολφραμίου 10- 25%, άνθρακα 5% και μικρής ποσότητας σιδήρου. Χαρακτηρίζονται από:

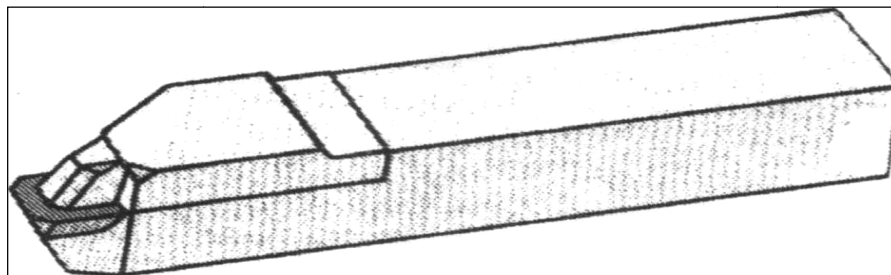
- Μεγάλη σκληρότητα που διατηρείται και σε υψηλές θερμοκρασίες μέχρι 900°C.
- δεν επιδέχονται θερμική επεξεργασία.

Χρησιμοποιούνται σαν κοπτικά εργαλεία στους μαλακούς χάλυβες με ταχύτητα κοπής 25-35 mm/min. Επειδή όμως δεν επιδέχονται και μηχανική κατεργασία, τα επιθυμητά σχήματα παρασκευάζονται σαν χυτά (σε πλακίδια) που συγκολλούνται στην συνέχεια στην περιοχή της κόψεως του αντίστοιχου χαλύβδινου σώματος. Μειονέκτημά τους είναι η μεγάλη σχετικά ευθραυστότητα που περιορίζει και την χρήση σαν κοπτικά εργαλεία.

Μονοκρυσταλικο Διαμάντι

Τα διαμάντια είναι άνθρακες σε κρυσταλλική μορφή, έχουν πολλή μεγάλη σκληρότητα και αιχμηρή κόψη, υψηλή αντοχή στη φθορά, χαμηλό συντελεστή τριβής, , υψηλή θερμική αγωγιμότητα αντέχουν σε μεγάλες θερμοκρασίες έως 1000⁰ c. Το διαμάντι δεν είναι κατάλληλο για την κατεργασία χάλυβα γιατί έχει την τάση να δίνει στον σίδηρο άτομα άνθρακα και έτσι να φθείρεται γρήγορα.

- Το Συνθετικό διαμάντι (πολυκρυσταλλικό) χρησιμοποιείται κυρίως για μη σιδηρούχα κράματα, κεραμικά, πορσελάνη, ενισχυμένα με υαλονήματα πλαστικά κλπ.
- Μονοκρυσταλλικό υλικό παίζει μεγάλο ρόλο ο προσανατολισμός του κρυστάλλου

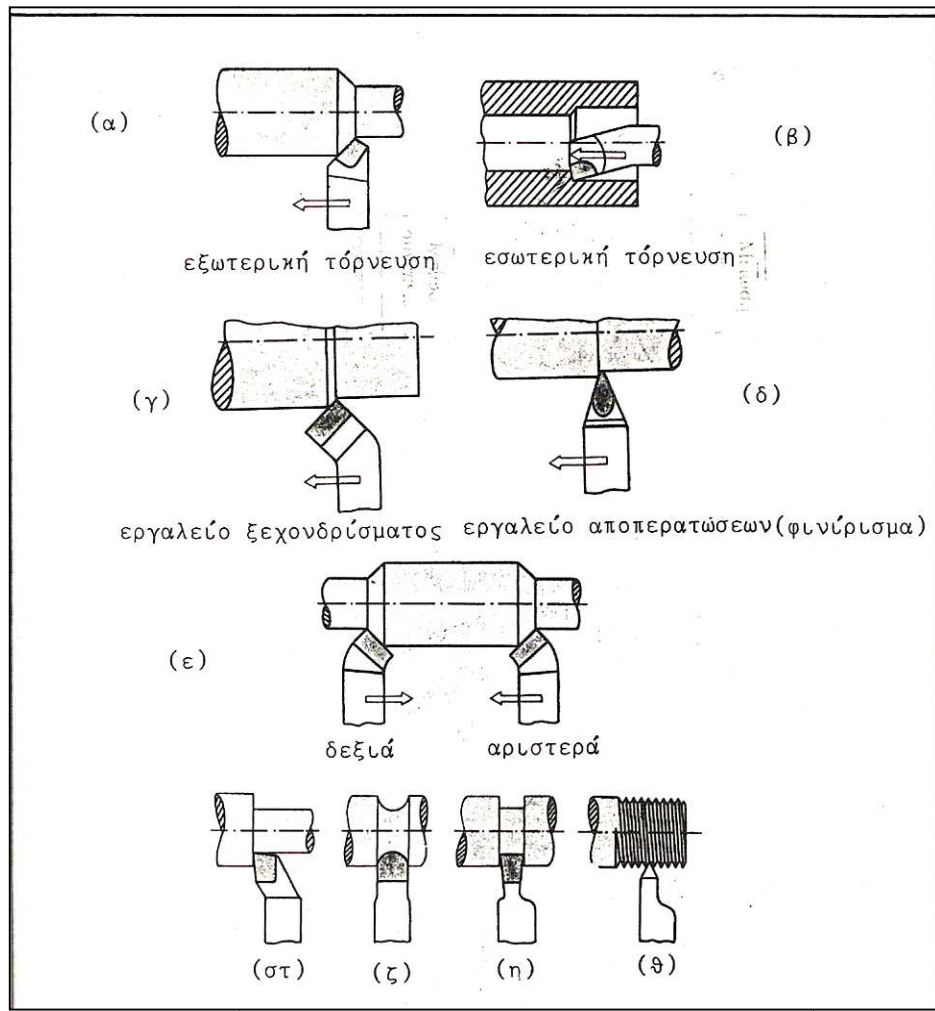


Εργαλείο τόννου με κόψεις από φυσικό διαμάντι

3.2 Είδη & μορφές εργαλείων από ταχυχάλυβα & σκληρομέταλλα

Το κοπτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται, εξαρτάται και από το είδος της παραγόμενης επιφάνειας αλλά και από το αν η τόννευση είναι **εξωτερική** ή **εσωτερική** στο κομμάτι. Για να διαλέξουμε το κατάλληλο κοπτικό εργαλείο πρέπει απαραίτητα να γνωρίζουμε το υλικό του κομματιού προς επεξεργασία και την ταχύτητα κοπής.

Οι ταχυχάλυβες και τα σκληρομέταλλα είναι τα συνηθέστερα υλικά κοπτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για κοπή. Τα κοπτικά από ταχυχάλυβα μπορεί να έχουν διάφορες μορφές ανάλογα με το σχήμα που θέλουμε να δώσουμε διαλέγουμε και το κατάλληλο κοπτικό.



Μορφές κοπτικών εργαλείων από ταχυχάλυβα.

στ)πλευρικό μαχαίρι, ζ)μορφής, η)αυλακώσεως, θ)σπειρώματος.

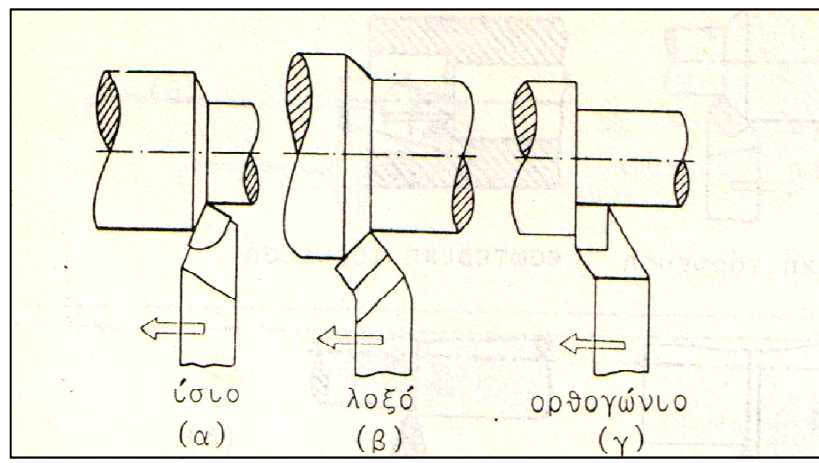
Εργαλεία ξεχονδρίσματος

Το εργαλείο ξεχονδρίσματος αφαιρεί μεγάλη ποσότητα μέταλλου σε μικρό χρονικό διάστημα. Γι' αυτό είναι ιδιαίτερα ισχυρής κατασκευής. Η μορφή τους είναι ευθεία ή καμπυλωτή.

Εργαλεία φινιρίσματος.

Τα εργαλεία για φινιρίσμα χρησιμεύουν για την λείανση των επεξεργαζόμενων κομματιών. Γι' αυτό η μύτη του κοπτικού έχει σπασμένες γωνίες. Η μορφή τους είναι ευθεία.

Ανάλογα με την τόννευση και την διαμορφούμενη μορφή στο επεξεργαζόμενο κομμάτι υπάρχουν για χρήση διαφόρων μορφών εργαλεία, ευθεία, κυρτά, ορθογώνια.

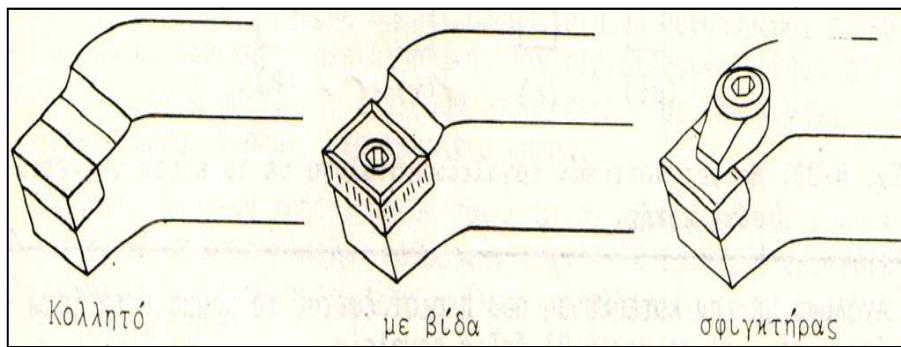


Μορφές εργαλείων

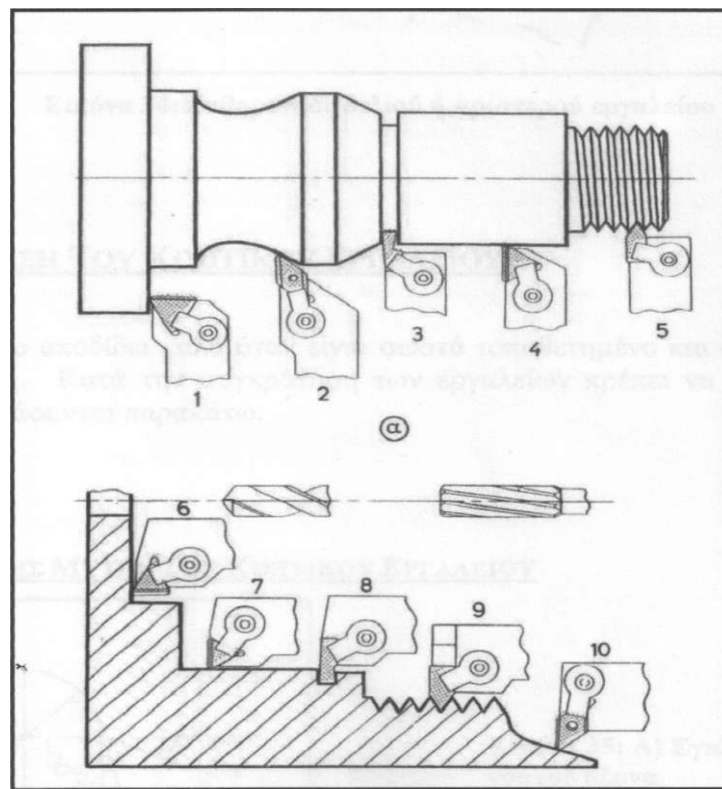
Λόγω της υψηλής ποιότητας και του μεγάλου κόστους που έχουν τα εργαλεία από ταχυάλυβες και σκληρομέταλλα, έχουν τυποποιηθεί κατασκευαστικά σε μικρά τεμάχια που προσαρμόζονται σε μανέλες τα λεγόμενα βίντια.

Τα βίντια προσαρμόζονται στις μανέλες με τρεις τρόπους παρακάτω σχήμα.

- Συγκολλητό (με ασημοκόλληση, θερμοκόλληση).
- Στερέωση με κοχλία.
- Στερέωση με ειδικό σφιγκτήρα.



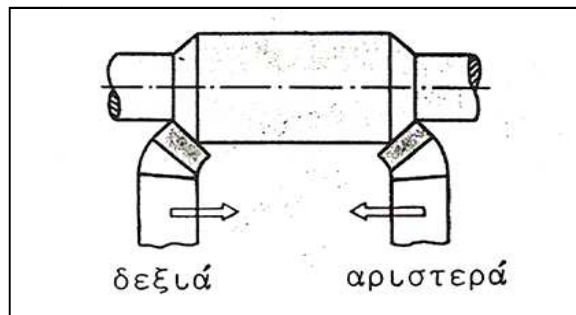
Τα εργαλεία κοπής από σκληρομέταλλα είναι τυποποιημένα ανάλογα με την μορφή τους και το είδος της κατεργασίας που κάνουν.



A) εξωτερική τόννευση 1) προσώπου 2) κωνικής τόννευσεως και μορφής 3) αυλακώσεως 4) τελικής κατεργασίας 5) σπειρώματος. B) εσωτερική τόννευση 6) προσώπου 7) διατηρήσεως 8) αυλακώσεως 9) σπειρώματος 10) κωνικής τόννευσεως και μορφής

3.3 Δεξιά και αριστερά εργαλεία

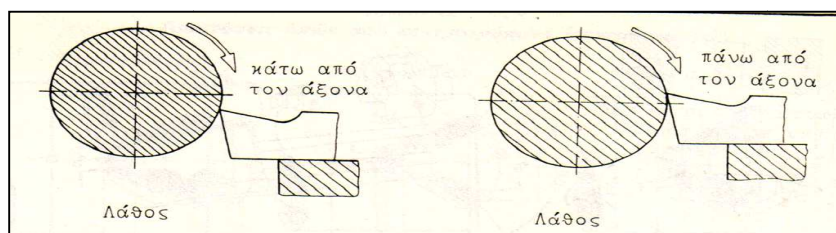
Η κατεύθυνση των κινήσεων του μεταφορέα είναι 90%, από δεξιά προς αριστερά, μερικές φορές και ανάποδα. Ανάλογα με την κατεύθυνση που περιστρέφεται το κομμάτι τα ξεχωρίζουμε σε αριστερά και δεξιά εργαλεία. Με τα δεξιά εργαζόμαστε από δεξιά προς αριστερά και με τα αριστερά εργαλεία εργαζόμαστε αντίθετα, από αριστερά προς δεξιά.



Δεξιά και αριστερά εργαλεία

3.4 Συγκράτηση του κοπτικού εργαλείου

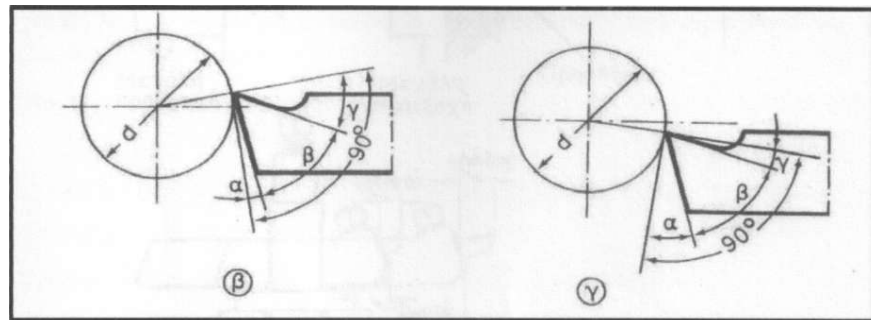
Το κοπτικό εργαλείο πρέπει να είναι τοποθετημένο πάνω στην αξονική γραμμή για να αποδίδει το μέγιστο.



Λάθος συγκράτηση κοπτικού.

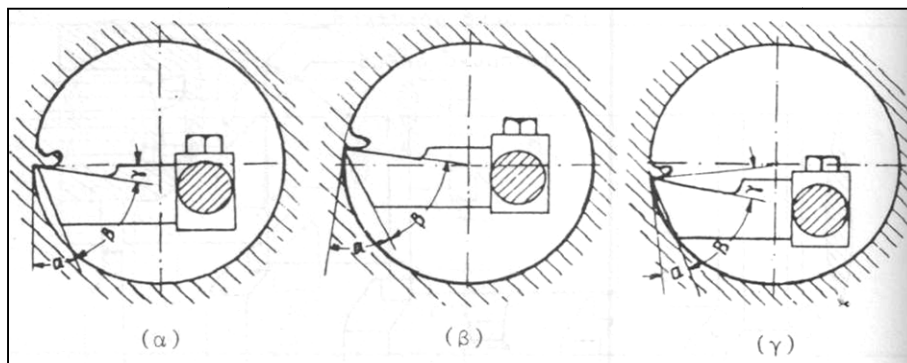
Αν το εργαλείο είναι τοποθετημένο πάνω από την αξονική θέση τότε μειώνεται η γωνία ελευθερίας α και αυξάνεται η γωνία αποβλήτου γ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ελάττωση της γωνίας α αυξάνει την τριβή μεταξύ εργαλείου και κομματιού, αλλά το απόβλητο, λόγω αύξησης της γ , φεύγει ευκολότερα. Όταν το εργαλείο είναι ψηλότερα στερεωμένο, όπως το παρακάτω σχήμα κατά 1...2% της διαμέτρου του κομματιού, γίνεται η εργασία εκχονδρίσματος. Αν το εργαλείο είναι στερεωμένο χαμηλότερα τότε

κατά την κοπή τείνει να ανασηκώσει το κομμάτι, τρέμει και υπάρχει κίνδυνος να σπάσει ή ακόμα να ξεφύγει το κομμάτι από το τσόκ.



Λάθος συγκράτηση κοπτικού

Όλα τα παραπάνω ισχύουν για την εξωτερική τόννευση, για την εσωτερική τόννευση ισχύουν τα αντίθετα, παρακάτω σχήμα.

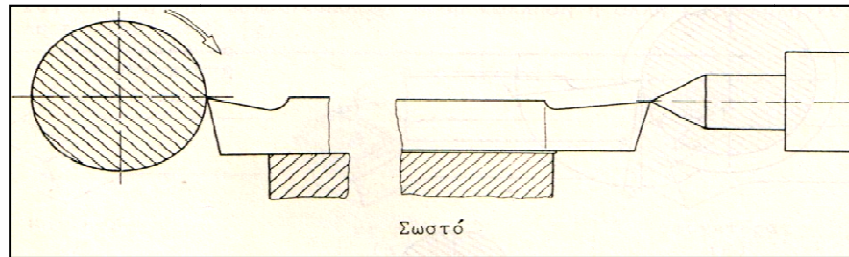


- α) Το εργαλείο βρίσκεται σε κανονική θέση και πάνω στην αξονική γραμμή (α).
- β) Το εργαλείο είναι πάνω από την αξονική γραμμή (σε λανθασμένη θέση) (β).
- γ) Το εργαλείο είναι κάτω από την αξονική γραμμή (σε λανθασμένη θέση) (γ).

3.5 Κεντράρισμα του κοπτικού εργαλείου

Η κανονική τόννευση και ιδίως για τελική κατεργασία απαιτεί η αιχμή του εργαλείου να βρίσκεται στο ύψος του νοητού άξονα του τόννου. Αυτό ελέγχεται είτε πλησιάζοντας τη μύτη του εργαλείου στη μύτη της πόντας του κεντροφορέα, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, είτε με ένα ελεγκτήρα (γωνία κεντραρίσματος) και λέγεται **κεντράρισμα του κοπτικού εργαλείου**. Το ύψος του εργαλείου ρυθμίζεται με

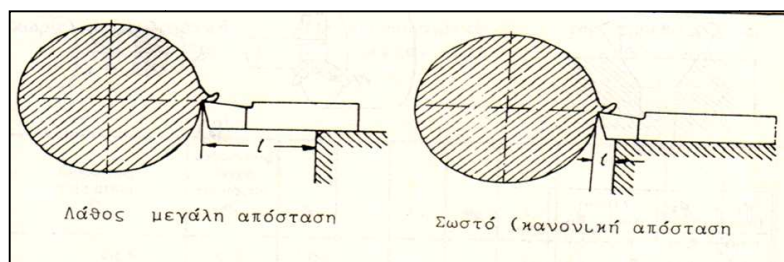
προσθήκες, δηλαδή επίπεδα λαμάκια διαφόρων παχών, κάτω από το στέλεχος του εργαλείου.



Κεντράρισμα κοπτικού

3.6 Προεξοχή του κοπτικού από τον εργαλειοδέτη

Το κοπτικό αλλά και η μανέλα πρέπει να εξέχουν από τον εργαλειοδετη όσο το δυνατό λιγότερο. Μεγάλη προεξοχή προκαλεί μεγάλη ροπή, δηλαδή ελαστικότητα και τρέμουλο.



Συγκράτηση κοπτικών.

3.7 Ψυκτικά Υγρά Κοπής

Κατά την διάρκεια της κοπής στην περιοχή της κοπής έχουμε φθορά της αιχμής του κοπτικού εργαλείου, την ανάπτυξη τριβής που προκαλεί την ανάπτυξη θερμοκρασίας. Η αναπτυσσόμενη θερμοκρασία προκαλεί πτώση της σκληρότητας του κοπτικού και συμβάλλει έτσι και αυτή στην φθορά του κοπτικού εργαλείου.

Η παραγόμενη θερμότητα κατά την διάρκεια της κοπής υπολογίζεται από την σχέση:

$$Q = P_v \cdot z_j \text{ (callmm)}$$

Για την μείωση των πιο πάνω φαινομένων (τριβής, θερμάνσεως) κατά την διάρκεια των κατεργασιών και κατά συνέπεια για την αύξηση της ζωής του κοπτικού

εργαλείου χρησιμοποιούμε **ψυκτικά υγρά κοπής**. Όπως είπαμε είναι απαραίτητη η χρήση ψυκτικών υγρών στις κατεργασίες τόννου γιατί έχουν τις εξής ιδιότητες:

- α) Βοηθούν στην καλύτερη τόννευση.
- β) Ψύχουν το κατεργαζόμενο τεμάχιο εμποδίζοντας έτσι την ανάπτυξη της θερμοκρασίας
- γ) Αυξάνουν την διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου και μειώνουν τις φθορές του.
- δ) Η αφαίρεση υλικού γίνεται πιο σωστά γιατί το κοπτικό μας εργαλείο παραμένει χωρίς αλλοιώσεις.

Τα είδη των ψυκτικών υγρών ποικίλουν. Συνήθως όμως χρησιμοποιούμε το γνωστό σαπουνέλαιο που αποτελείτο· από 5% περίπου λάδι, 5% σαπούνι και 90% νερό. Το υγρό αυτό εκτός από την ψύξη μας λιπαίνει το μηχάνημα και το προφυλάσσει τις εκτεθειμένες επιφάνειες από την σκουριά. Ορισμένα θέλουν ειδικά ψυκτικά υγρά. (Π.χ. ο ορείχαλκος μπορεί· καταταρασθεί καλύτερα αν χρησιμοποιήσουμε ελαφρό παραφινέλαιο, νέφτι ή γαλάκτωμα λαδιού και νερού). Τα παραπάνω υγρά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τον χαλκό. Στο αλουμίνιο χρησιμοποιούμε πετρέλαιο ή νέφτι. Όταν κάνουμε χρήση ψυκτικού υγρού έχουμε αύξηση απόδοσης της ταχύτητας κοπής κατά 10-30%. Τέλος τα λευκά μέταλλα και στην αποπεράτωση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πετρέλαιο.

Κεφάλαιο 4

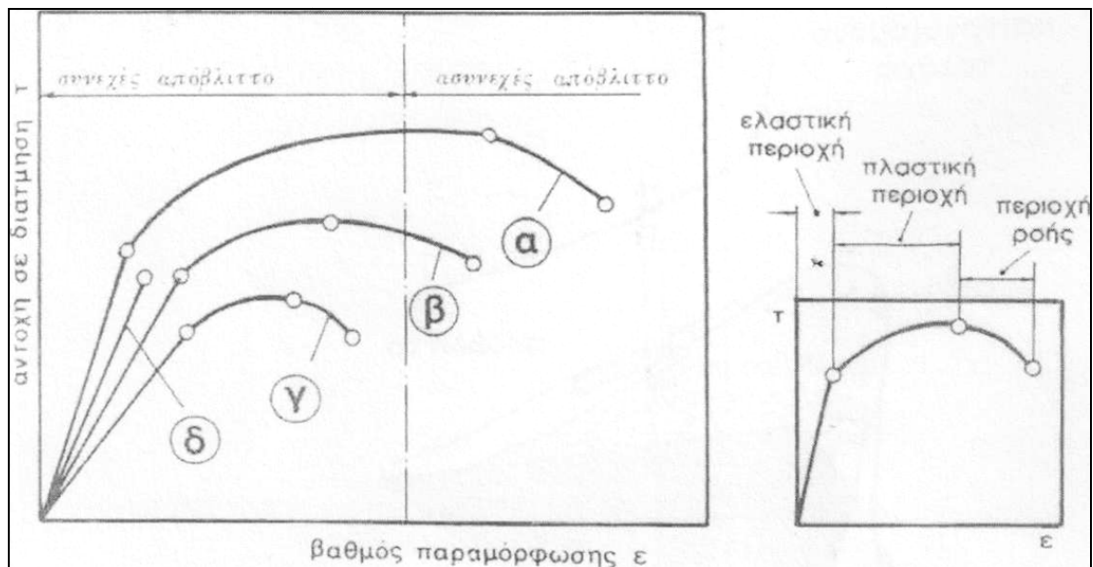
4.1 Αρχές της Κοπής

4.1.1 Μορφή αποβλήτου

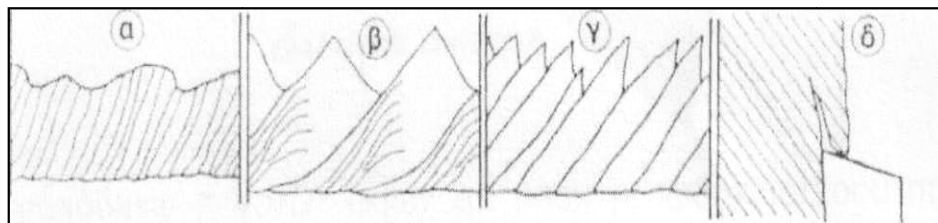
Η αφαίρεση του υλικού στις εργαλειομηχανές επιτυγχάνεται μέσω της διαφορετικής κινηματικής του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου, με καθορισμένο βάθος (το οποίο ονομάζεται **βάθος κοπής**) και προδιαγεγραμμένη ταχύτητα εισχώρησης. Το υλικό του τεμαχίου που απομακρύνεται λέγεται **απόβλητο** (γρέζι) και μπορεί, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες κατεργασίας και το υλικό του τεμαχίου, να έχει διάφορες μορφές. Ανάλογα με τον βαθμό παραμορφώσεως ϵ και την αντοχή σε διάτμηση τ του κατεργαζόμενου υλικού, το παραγόμενο απόβλητο μπορεί να είναι συνεχές ή ασυνεχές, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

Το συνεχές απόβλητο είναι και το επιθυμητό στην πράξη, μια και σχετίζεται με ευνοϊκές συνθήκες όσον αφορά τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής, την καταναλισκόμενη ισχύ, την προκύπτουσα τραχύτητα επιφάνειας του τεμαχίου καθώς και την αναπτυσσόμενη φθορά στο κοπτικό εργαλείο. Το **συνεχές απόβλητο** δημιουργείται από συνεχή πλαστική παραμόρφωση που υφίσταται στην περιοχή της ζώνης διάτμησης. Το γεγονός αυτό, έχει σαν συνέπεια την διαρροή του υλικού του και την ροή του σαν ταινία πάνω στην επιφάνεια αποβλήτου του κοπτικού εργαλείου. Το **ασυνεχές απόβλητο** δημιουργείται με την περιοδική θραύση του αποβλήτου κατά την διέλευσή του από την ζώνη διατμήσεως. Τέτοιο απόβλητο συναντάται σε ψαθυρά υλικά όπως ο χυτοσίδηρος ή σε πολύ χαμηλές ταχύτητες κοπής, σε μεγάλες προώσεις ή σε κοπή με εργαλεία με μικρές γωνίες αποβλήτου. Έτσι ευνοϊκές συνθήκες κοπής όσον αφορά την δημιουργία του αποβλήτου, γενικά επιτυγχάνονται με τις εξής συνθήκες :

- μεγάλη ταχύτητα κοπής
- μικρή πρόωση
- μεγάλη γωνία αποβλήτου



συνεχές μερικά συνεχές ασυνεχές απόβλητο
 απόβλητο απόβλητο απόβλητο απόσχισης

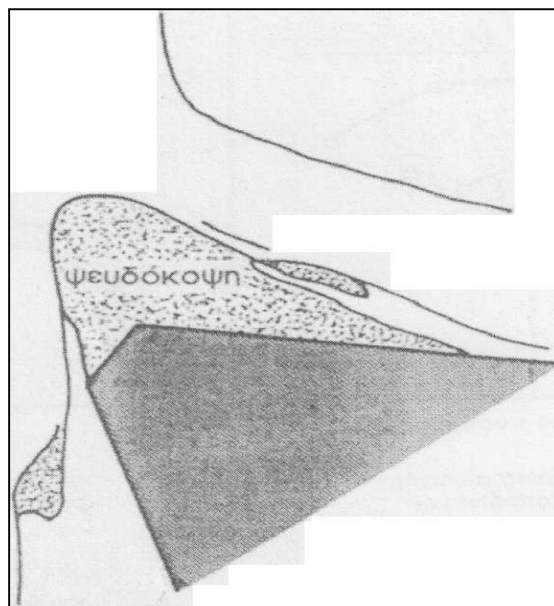


Μορφές αποβλήτου σε κατεργασίες με αφαίρεση υλικού

Σε περιπτώσεις που το συνεχές απόβλητο αποκτά μεγάλο μήκος (ιδίως στην κατεργασία όλκιμων υλικών), με αποτέλεσμα να επιφέρει δυσκολίες αλλά και κινδύνους κατά την ώρα της κατεργασίας, χρησιμοποιούνται κατάλληλες διαμορφώσεις του κοπτικού εργαλείου που ονομάζονται **γρεζοθραύστες**. Ένα φαινόμενο που σχετίζεται με την δημιουργία του συνεχούς αποβλήτου είναι και η δημιουργία της **ψευδόκοψης**.

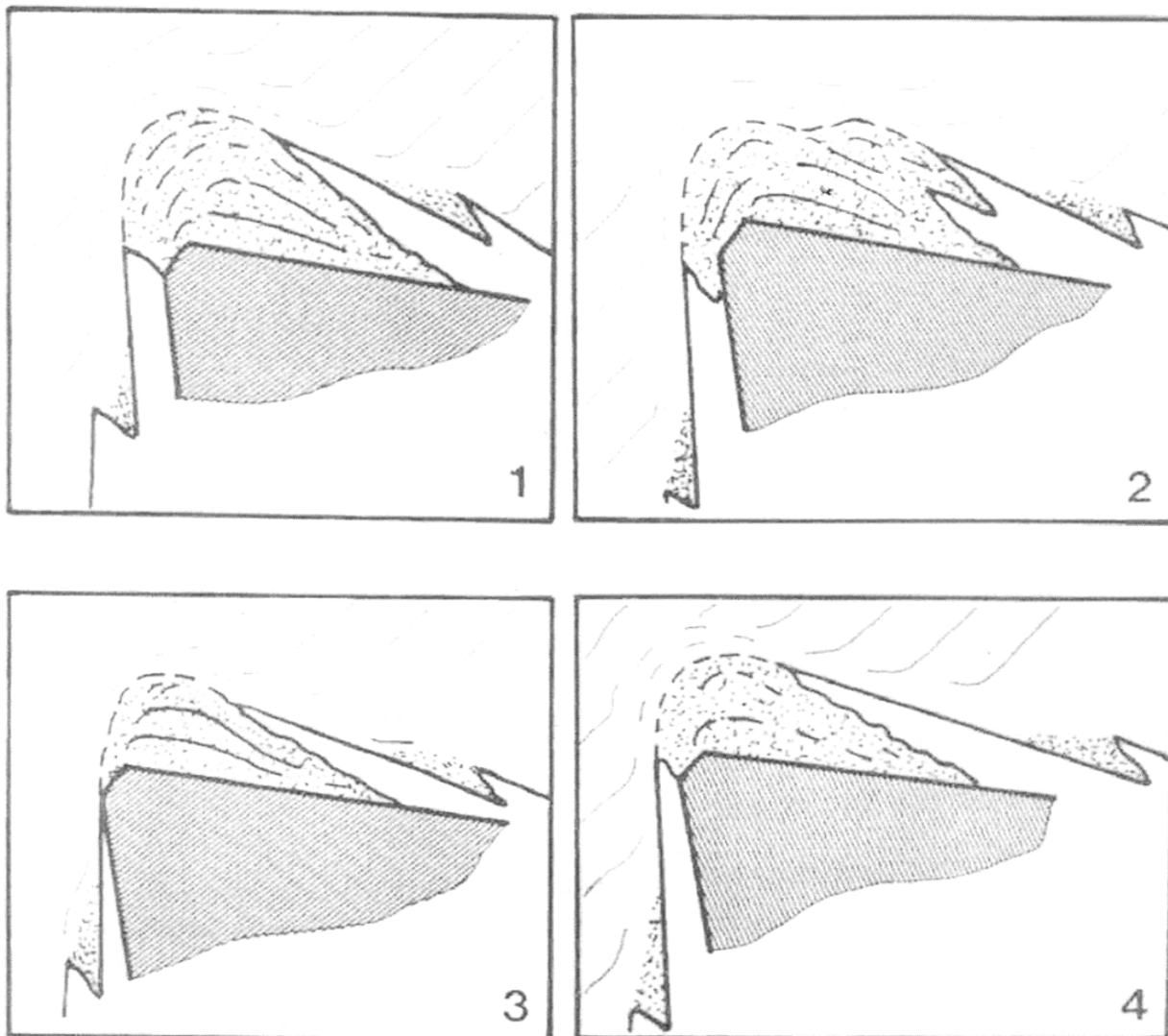
4.1.2 Ψευδόκοψη

Κατά την διαδικασία δημιουργίας του αποβλήτου, υπό κατάλληλες προϋποθέσεις, είναι δυνατόν να δημιουργηθεί στην κόψη του εργαλείου η ψευδόκοψη. Πρόκειται για σφηγοειδές, ασύμμετρο σώμα από ισχυρά παραμορφωμένο και σκληρυμένο υλικό του τεμαχίου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο σχήμα αυτό διακρίνονται η κοπτική ακμή του εργαλείου που έχει μορφή σφήνα, το κατεργαζόμενο τεμάχιο, το απόβλιτο που παράγεται και η ψευδόκοψη ανάμεσα στο κοπτικό εργαλείο και το τεμάχιο. Η ψευδόκοψη αυτή δημιουργείται από επάλληλα στρώματα υλικού του τεμαχίου, που προσκολλώνται στην επιφάνεια του κοπτικού εργαλείου.



Μορφή ψευδόκοψης

Η ψευδόκοψη αναπτύσσεται καθώς η κοπή προχωρεί. Όταν η ψευδόκοψη αποκτά ένα ορισμένο μέγεθος, αποχωρίζονται από το σώμα της, λόγω των δυνάμεων κοπής, μικρά κομμάτια τα οποία προσκολλώνται είτε στο απόβλητο που ρέει, είτε στην νεοσχηματισμένη επιφάνεια του τεμαχίου. Ο περιοδικός αυτός σχηματισμός και τεμαχισμός της ψευδόκοψης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, όπου παρατηρείται στην φάση 2 ο διαχωρισμός της ψευδόκοψης προς το απόβλητο και την κατεργασμένη επιφάνεια του τεμαχίου, τεμαχισμός που ολοκληρώνεται στη συνέχεια.



Φάσεις δημιουργίας ψευδόκοψης

Η ύπαρξη της ψευδόκοψης χειροτερεύει την ποιότητα της κατεργασμένης επιφάνειας, ενώ η συμπεριφορά της ως προς το κοπτικό εργαλείο εξαρτάται από τις συνθήκες κοπής. Έτσι υπάρχει περίπτωση η σταθερή παρουσία της ψευδόκοψης να προστατεύει το κοπτικό εργαλείο, μια και κόβει αυτή και όχι άμεσα η κοπτική ακμή του, ενώ υπάρχει και η περίπτωση, ανάλογα τις συνθήκες κοπής, η ψευδόκοψη να φθείρει το εργαλείο κυρίως στην επιφάνεια αποβλήτου του, με τον μηχανισμό της απόξεσης. Η δημιουργία ή αποφυγή της ψευδόκοψης μπορεί να ελεγχθεί από την κατάλληλη επιλογή των συνθηκών κατεργασίας.

Έτσι το μέγεθος της ψευδόκοψης μειώνεται αν :

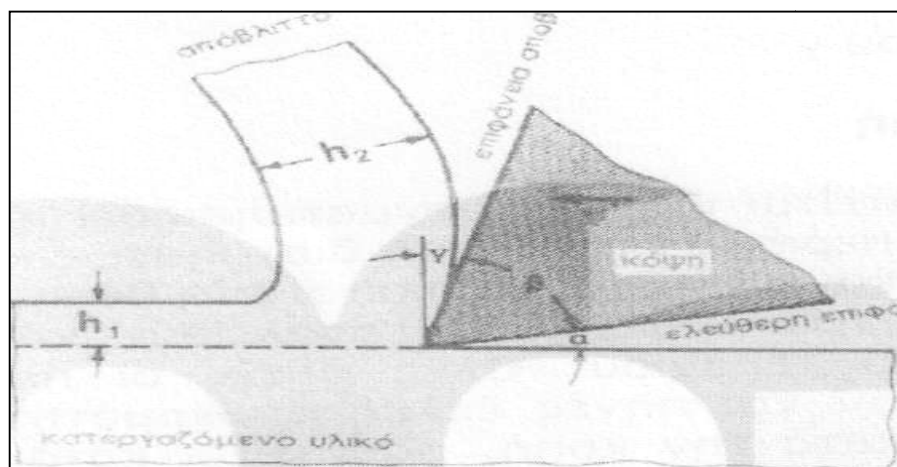
- αυξηθεί η ταχύτητα κοπής
- χρησιμοποιηθεί εργαλείο με μεγαλύτερη γωνία αποβλήτου
- μειωθεί η χρησιμοποιούμενη πρόωση
- χρησιμοποιηθεί κατάλληλο υγρό κοπής.

4.1.3 Γεωμετρία της κοπής

Κατά την διάρκεια της κοπής, με την υπόθεση πως το κοπτικό εργαλείο κινείται με ταχύτητα v ενάντια στο σταθερό κατεργαζόμενο τεμάχιο, το υλικό του τεμαχίου που κόβεται, σχηματίζεται με συνεχή πλαστική διάτμηση που λαμβάνει χώρα ακριβώς μπροστά στην κόψη του εργαλείου. Το απόβλητο που παράγεται κινείται πάνω στην επιφάνεια του κοπτικού εργαλείου και απομακρύνεται, ενώ η τελική παραγόμενη επιφάνεια του τεμαχίου δημιουργείται από συνεχή θραύση του υλικού του. Η πλαστική διάτμηση που γίνεται σε μια στενή περιοχή που ονομάζεται **ζώνη διατμήσεως**, έχει σαν συνέπεια το υλικό του τεμαχίου που περνά από την ζώνη αυτή να εφελκύεται.

Η κατεργασία με αφαίρεση υλικού μπορεί να προσομοιωθεί με την είσοδο στο κατεργαζόμενο τεμάχιο, μιας κοπτικής σφήνας. Η κόψη αυτής της σφήνας έχει σχεδόν πάντα συγκεκριμένη γεωμετρία, επιλεγμένη σχετικά με το προς κατεργασία υλικό και τις συνθήκες κατεργασίας. Τα χαρακτηριστικά αυτής της γεωμετρίας αποτελούν και τα κύρια γεωμετρικά χαρακτηριστικά κάθε κοπτικού εργαλείου. Το επιλεγόμενο βάθος κοπής για κάθε κατεργασία αποτελεί επίσης σημαντική παράμετρο που ανήκει στις συνθήκες κοπής. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μορφή αυτής της κοπτικής σφήνας στην οποία διακρίνονται δύο κύριες επιφάνειες:

- **επιφάνεια αποβλήτου:** είναι αυτή στην οποία πάνω ρέει το απόβλητο.
- **ελεύθερη επιφάνεια:** είναι η επιφάνεια προς το μέρος της νεοσχηματισμένης επιφάνειας του κατεργαζόμενου τεμαχίου.



Μορφή κοπτικής σφήνας

Στο ίδιο σχήμα το πάχος **h₂** του παραμορφωμένου απόβλητου, λόγω της συνεχούς πλαστικής διάτμησης, παρουσιάζεται μεγαλύτερο από το πάχος **h₁** του αντίστοιχου απαραμόρφωτου απόβλητου ενώ διακρίνονται και οι τρεις χαρακτηριστικές γωνίες κοπής, που είναι :

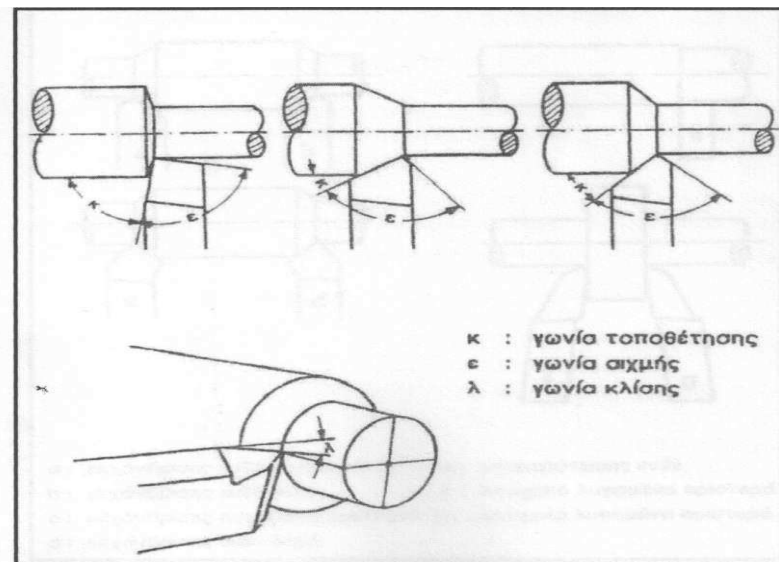
- γωνία **α** : γωνία ελευθερίας
- γωνία **β** : γωνία κοπτικού σφήνα
- γωνία **γ** : γωνία αποβλήτου

Οι γωνίες αυτές είναι χαρακτηριστικές στην κοπή, την επηρεάζουν σημαντικά και επιλέγονται ανάλογα με τον συνδυασμό υλικού κοπτικού εργαλείου - κατεργαζόμενου τεμαχίου και συνθηκών κοπής. Μεταξύ των τριών αυτών γωνιών, που ονομάζονται **γωνίες κοπής**, ισχύει η σχέση : **$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$**

- Η **γωνία ελευθερίας α**, σχηματίζεται ανάμεσα στην ελεύθερη επιφάνεια του εργαλείου (δηλαδή στην επιφάνεια που κείται προς την κατεργασμένη επιφάνεια του τεμαχίου) και την κατεύθυνση της κοπής. Η γωνία α επηρεάζει την φθορά του κοπτικού εργαλείου.
- Η **γωνία κοπτικού σφήνα β**, είναι η γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στις επιφάνειες αποβλήτου και ελευθερίας του κοπτικού εργαλείου.
- Η **γωνία αποβλήτου γ**, σχηματίζεται ανάμεσα στην επιφάνεια αποβλήτου του εργαλείου (δηλαδή στην επιφάνεια επάνω στην οποία κινείται το απόβλητο) και τη κάθετο στην κατεύθυνση της κοπής. Η γωνία γ μπορεί να πάρει θετικές τιμές, αρνητικές ή μηδέν. Τα πιο μαλακά κατεργαζόμενα υλικά, απαιτούν πιο αιχμηρή κόψη του κοπτικού σφήνα ενώ τα σκληρά υλικά απαιτούν στιβαρότερο και άρα πιο χοντρή σφήνα. Συνολικά μπορεί να παρατηρηθεί πως όσο πιο μαλακό είναι ένα υλικό, τόσο οι γωνίες κοπής του κοπτικού εργαλείου πρέπει να τείνουν αντίστοιχα σε :

- αύξηση της γωνίας ελευθερίας α
- μείωση της γωνίας σφήνας β
- αύξηση της γωνίας αποβλήτου γ

Εκτός από τις τρεις βασικές γωνίες κοπής υπάρχουν και άλλες τρεις γωνίες σημαντικές για την κατεργασία της τórνευσης. Οι γωνίες αυτές παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα.



Τρεις βασικές γωνίες κοπής

- > **Γωνία τοποθέτησης κ:** ορίζεται ανάμεσα στην κύρια κοπτική ακμή και στην κατεργαζόμενη επιφάνεια. Όταν η γωνία κ είναι μεγάλη, το πάχος του απόβλητου είναι μικρό, αλλά η κατανομή της φόρτισης στο εργαλείο γίνεται σε μια πολύ μικρή περιοχή του. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ελάττωση του χρόνου ζωής του κοπτικού εργαλείου. Μια μικρή γωνία κ ισοδυναμεί με πιο παχύ απόβλητο για το ίδιο βάθος κοπής, αλλά η διάρκεια ζωής του εργαλείου μεγαλώνει. 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 λαμβάνει θέση οριζόντια ή με κλίση. Η γωνία κλίσης λ για εργαλεία εκχονδρίσματος λαμβάνει τιμές περίπου από 3° έως 5°.

4.1.4 Θερμοκρασίες κατά την κοπή

Η συνολική ενέργεια που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η κοπή, καταναλώνεται σε δύο βασικά περιοχές, στη ζώνη διατμήσεως και στη ζώνη τριβής. Πολύ λιγότερη ενέργεια καταναλώνεται στη θέση τριβής της ελεύθερης επιφάνειας του κοπτικού εργαλείου και της κατεργασμένης επιφάνειας του τεμαχίου. Όλες αυτές οι περιοχές ανάλωσης ενέργειας, αποτελούν και πηγές έκλυσης θερμότητας. Η παραγόμενη αυτή θερμότητα κατά την κοπή, παράγεται κατά κύριο λόγο στην ζώνη διατμήσεως και κυμαίνεται σε ποσοστό 65% έως 80 %. Η υπόλοιπη θερμότητα

παράγεται στην ζώνη τριβής του αποβλήτου, πάνω στο κοπτικό εργαλείο, αλλά και στην θέση που εφάπτεται η ελεύθερη επιφάνεια του εργαλείου με το τεμάχιο. Η συνολική θερμότητα που παράγεται, παραλαμβάνεται από το απόβλητο κατά κύριο λόγο, από το κοπτικό εργαλείο και από το κατεργαζόμενο τεμάχιο.

Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο κοπτικό εργαλείο, είναι πιο υψηλές από τις θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο απόβλητο ή στο τεμάχιο, ενώ η μέγιστη θερμοκρασία του εργαλείου δεν βρίσκεται στην μύτη του εργαλείου αλλά σε θέση που απέχει αρκετά από αυτήν. Το γεγονός αυτό, που έχει σχέση με την ροή του απόβλητου πάνω στην επιφάνεια απόβλητου του κοπτικού εργαλείου, οδηγεί σε δημιουργία κοιλώματος ή κρατήρα πάνω στην επιφάνεια αυτή. Αυτή είναι χαρακτηριστική αιτία για την φθορά του κοπτικού εργαλείου. Ταυτόχρονα όμως, οι υψηλές θερμοκρασίες στην περιοχή της κοπής, έχουν και ευνοϊκή επίδραση πάνω στην **κατεργαστικότητα** του υλικού του τεμαχίου, μια και μειώνεται το όριο διαρροής του. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά την κοπή, αυξάνονται όσο αυξάνεται η ταχύτητα κοπής ή η ειδική αντίσταση κοπής του κατεργαζόμενου μετάλλου.

4.1.5 Φθορά κοπτικών εργαλείων

Το κοπτικό εργαλείο κατά την κοπή, υπόκειται όπως προαναφέρθηκε, σε υψηλές θερμοκρασίες και τάσεις. Αυτό έχει σαν συνέπεια το κοπτικό εργαλείο σταδιακά να **φθείρεται** και τελικά να **αστοχεί**, που σημαίνει πως είναι πλέον άχρηστο και πρέπει να επανατροχιστεί ή να απορριφθεί. Η φθορά που αναπτύσσεται παρουσιάζεται με τις παρακάτω μορφές :

- φθορά της ελεύθερης επιφάνειας
- φθορά κρατήρα στην επιφάνεια αποβλήτου
- απολέπιση της κόψης
- μικροθραύσεις, ρωγμές

Οι παράγοντες που επιδρούν σημαντικά στην ζωή 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 υγρό κοπής.

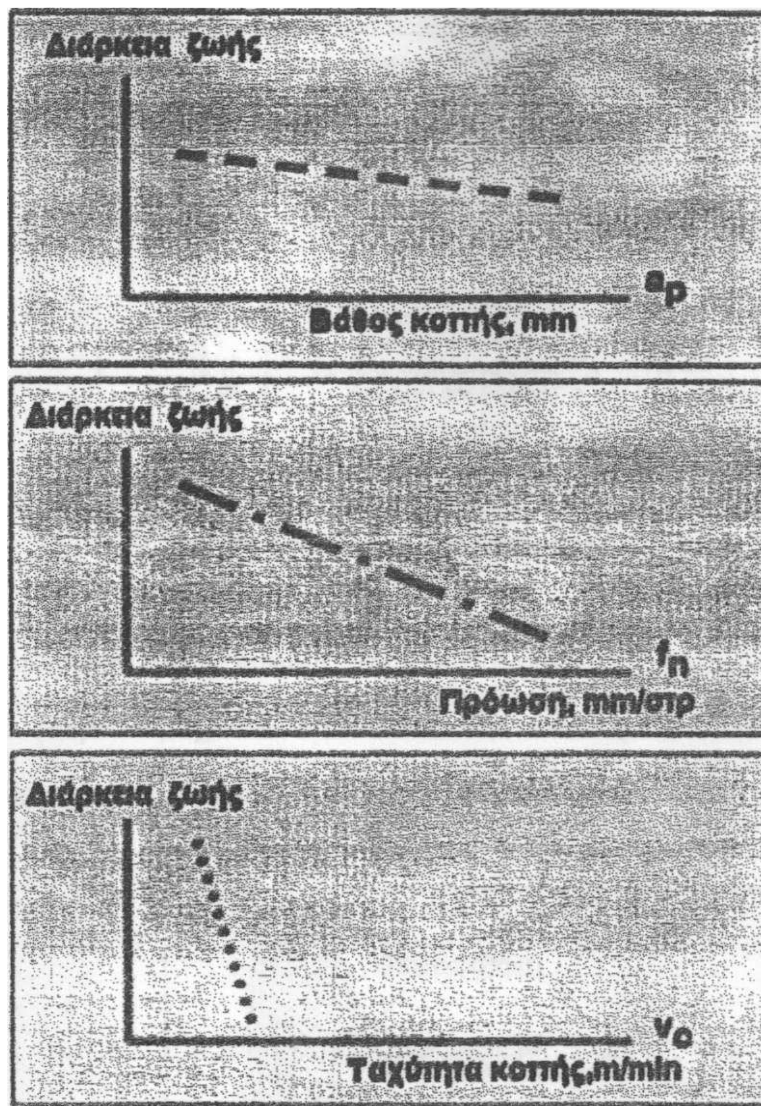
Οι μηχανισμοί βάσει των οποίων εξελίσσεται η φθορά στα κοπτικά εργαλεία είναι οι εξής

- **σχηματισμός και λύση συγκολλητών δεσμών** : Οι δεσμοί αυτοί δημιουργούνται λόγω της τριβής μεταξύ αποβλήτου και εργαλείου ή εργαλείου και τεμαχίου. Ο διαρκής σχηματισμός και καταστροφή των δεσμών αυτών κατά την διάρκεια της κοπής, έχει σαν συνέπεια την απόσπαση μικρών τεμαχίων από το εργαλείο προς το απόβλητο ή το τεμάχιο αντίστοιχα.

- **απόξεση** : Σκληρά τεμάχια του αποβλήτου κινούμενα και συγχρόνως πιεζόμενα πάνω στην επιφάνεια απόβλητου του κοπτικού εργαλείου, την φθείρουν συνεχώς, εκτελώντας κοπή σε μικρή κλίμακα. Τα τεμάχια αυτά μπορεί να προέρχονται και από μικρά κομμάτια της ψευδόκοψης.

- **διάχυση στερεάς κατάστασης** : Άτομα από το υλικό του κοπτικού εργαλείου, διαχέονται προς το απόβλητο ή το τεμάχιο, λόγω της ύπαρξης ευνοϊκών συνθηκών για διάχυση που προσφέρουν οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες και η μεταλλική επαφή του εργαλείου με το απόβλητο ή το τεμάχιο. Έτσι ενώ σε χαμηλές ταχύτητες κοπής και προώσεις, άρα και αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες, η φθορά ακολουθεί κυρίως τους μηχανισμούς της απόξεσης (μέσω της ύπαρξης της ψευδόκοψης) και της φθοράς λόγω σχηματισμού και λύσης συγκολλητών δεσμών (μέσω της τριβής εργαλείου-κατεργαζόμενου τεμαχίου), όσο αυξάνεται η ταχύτητα κοπής και η πρόωση, άρα αναπτύσσονται μεγαλύτερες θερμοκρασίες, η φθορά ακολουθεί κυρίως τον μηχανισμό της διάχυσης στερεάς κατάστασης ενώ παρουσιάζεται και οξείδωση του κοπτικού εργαλείου. Σε υψηλές θερμοκρασίες η φθορά που οφείλεται σε απόξεση είναι ελάχιστη λόγω της ελάττωσης του φαινομένου της ψευδόκοψης στις ταχύτητες αυτές.

Η επίδραση των συνθηκών κοπής στη διάρκεια ζωής του εργαλείου απεικονίζεται στα παρακάτω σχήματα:



4.1.6 Πρακτικοί υπολογισμοί τόννευσης

Τα βασικά χαρακτηριστικά της κοπής στον τόρνο είναι το βάθος κοπής a (mm), η πρόωση s (mm/στροφή) και η ταχύτητα κοπής v_k (m/min).

Το **βάθος κοπής** ισούται με την ημιδιαφορά της αρχικής και της τελικής διαμέτρου ενός πάσου. Για ξεχόνδρισμα κυμαίνεται ανάλογα με το υλικό του τεμαχίου, το εργαλείο και τη στιβαρότητα της μηχανής από 3 έως 10 mm και για φινίρισμα από 0.5 έως 1mm.

Το πάχος του αποβλήτου εξαρτάται από την πρόωση ενώ το πλάτος του εξαρτάται από το βάθος κοπής. Όσο αφορά το βάθος κοπής επιδιώκεται να έχει τις δυνατόν μεγαλύτερες τιμές, αφού αυτό επηρεάζει λιγότερο από τα άλλα στοιχεία τη διάρκεια του εργαλείου.

Η **πρόωση** είναι η μετατόπιση του εργαλείου ανά στροφή της ατράκτου. Διακρίνεται σε διαμήκη παράλληλα με τον άξονα της ατράκτου και εγκάρσια, που συνήθως είναι το ήμισυ της διαμήκους. Συνήθως η πρόωση για ξεχόνδρισμα κυμαίνεται από 0.3 έως 1 mm/στροφή ενώ για φινίρισμα από 0.05 έως 0.20 mm/στροφή. Η ταχύτητα πρόωσης S (mm/min) είναι η μετατόπιση του εργαλείου σε ένα λεπτό και άρα εκφράζεται ως :

$S = s * n$ όπου n ο αριθμός στροφών ανά λεπτό της ατράκτου. Η ταχύτητα πρόωση επηρεάζει αποκλειστικά το χρόνο κοπής T_K στη διαμήκη τόννευση ενός τεμαχίου μήκους L : $T_K = L / S$.

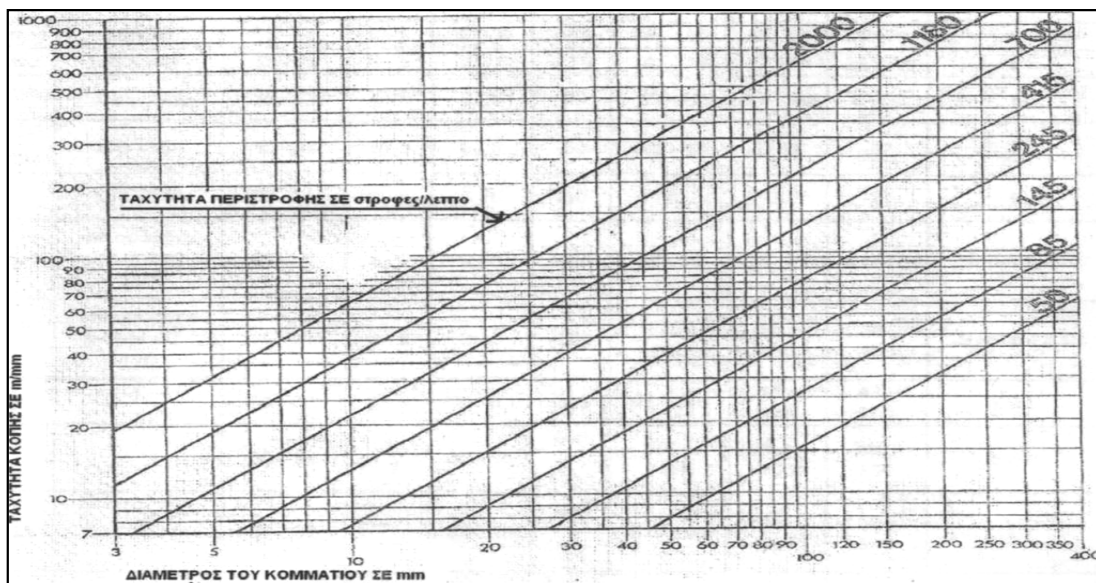
Η **ταχύτητα κοπής** αντιπροσωπεύει την ταχύτητα με την οποία «ρέει» το απόβλητο δηλαδή το διάστημα που διανύει η κοπτική ακμή του εργαλείου κατά την επεξεργασία του κομματιού και εκφράζεται ως $V \leq \pi * d * n / 1000$ όπου d η διάμετρος τόννευσης και n οι στροφές ανά λεπτό της ατράκτου. Κάθε συνδυασμός εργαλείου υλικού τεμαχίου αντιστοιχεί σε ένα εύρος επιτρεπτών ταχυτήτων κοπής που αποτελούν οδηγό επιλογής. Οι τιμές αυτές δίνονται από τους κατασκευαστές εργαλείων και αντιστοιχούν σε μία ονομαστική διάρκεια ζωής του εργαλείου (αποδεκτή φθορά) συνήθως 60, 240 ή 480 λεπτά. Αυξημένη διάρκεια ζωής αντιστοιχεί σε προφανώς χαμηλότερες ταχύτητες κοπής.

Η ταχύτητα κοπής εξαρτάται:

- > Από την απαιτούμενη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου.
- > Από την ποιότητα του υλικού του κοπτικού ως και του κατεργαζόμενου αντικειμένου
- > Από την απαιτούμενη ποιότητα επιφάνειας που θέλουμε να πετύχουμε
- > Από ειδικές συνθήκες κοπής.

Στους σύγχρονους τόννους για την αποφυγή υπολογισμών και χάσιμο χρόνου, οι ταχύτητες κοπής δίνονται από διαγράμματα (V-D). Στην εικόνα δείχνουμε ένα τέτοιο διάγραμμα τόννου με οχτώ ταχύτητες.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ



Χαρακτηριστικό διάγραμμα V-D.

Η ταχύτητα κοπής δεν επιλέγεται τυχαία. Με χαμηλή ταχύτητα κοπής έχουμε μεγάλο χρόνο κατεργασίας ενώ αντίθετα με υψηλή ταχύτητα κοπής έχουμε πρόωρη φθορά και καταστροφή του κοπτικού εργαλείου λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται.

Ο αριθμός των στροφών στον τόρνο δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί με ακρίβεια, γιατί επεμβαίνουν πολλοί παράγοντες που δεν μας δίνουν την δυνατότητα να προσδιορίσουμε με σχετική ευκολία τις στροφές του. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- α. Η διάμετρος του αντικειμένου.
- β. Η σκληρότητα του υλικού.
- γ. Το τρόχισμα του εργαλείου στις σωστές γωνίες.
- δ. Η ποιότητα του υλικού του κοπτικού εργαλείου και η κοπτική του ικανότητα.
- ε. Τι είδος επεξεργασία πρόκειται να γίνει.
- στ. σταθερότητα που μπορεί να δώσει το δέσιμο του κομματιού.

Στον παρακάτω πίνακα μας δίνονται οι κανονικές ταχύτητες κοπής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-5 Ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής U_{240} ή U_{480} για ξεχόνδρι- σμα σε τόρνο με σκληρομέταλλα (HM) και ταχυχάλυβα (S.S)					
ΥΛΙΚΟ	σ_B Kp/mm ²	Κοπτικό υλικό	U_{60} m/min	U_{240} m/min	U_{480} m/min
Ανθρακούχος χάλυβας C35 (C:0,35%)	55...65	P 10 P 20 P 30 SS	160...200 150...180 120...150 40...45	120...140 100...120 70...90 30...35	80...100 60...80 50...60 -
Ανθρακούχος χάλυβας C45 (C:0,45%)	65...75	P 10 P 20 P 30 SS	150...180 120...150 100...120 35...40	110...130 90...110 60...80 28...33	- 60...70 50...60 -
Ανθρακούχος χάλυβας C60 (C:0,60%)	75...90	P 10 P 20 P 30 SS	110...130 90...110 70...90 25...30	70...90 50...60 30...40 18...22	50...60 - - -
Χάλυβας Mn-Si (37 Mn Si5)	80...90	P 10 P 20 P 30 SS	150...170 120...140 90...110 20...25	100...120 80...100 60...70 15...20	70...80 60...70 35...45 -
Χάλυβας Cr-Mn(24 Cr Mn4)	80-90	P 10 P 20 P 30 SS	140...160 110...130 80...100 20...25	90...110 70...90 40...60 15...20	70...80 60...70 35...45 -
Χάλυβες εναθρακώσεως	50...70	P 10 P 20 P 30 SS	160...200 140...180 120...160 40...50	110...140 100...130 70...100 30...45	70...100 60...90 - -
Χυτοσίδηρος (GG 18)	15...20	K 10 SS	80...120 30...35	60...90 20...25	50...70 15...18
Χυτοσίδηρος (GG 26)	~ 26	K 10 SS	60...75 25...30	40...50 15...20	30...40 -
Χαλκός		K 20 SS	- -	350...450 30...50	- -
Μπρούντζος		K 20 SS	- -	300...400 35...50	- -
Χυτός Μπρούντζος		K 20 SS	- -	250...350 30...45	- -
Κράμα AI		K 20 SS	- -	200...500 30...60	- -
Κράμα AI-Si		K 20 SS	- -	100...160 20...50	- -

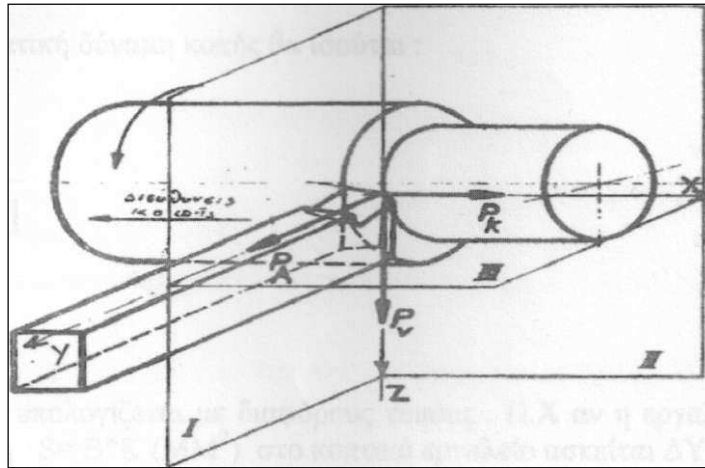
Κανονικές ταχύτητες κοπής

4.1.7 Δυνάμεις και Ισχύς Κοπής

Δυνάμεις Κοπής

Κατά την διάρκεια της κοπής αναπτύσσεται στο κοπτικό εργαλείο μια συνισταμένη δύναμη κοπής P σαν αντίδραση του κατεργαζόμενου αντικειμένου στην δράση του κοπτικού εργαλείου με την οποία πετυχαίνεται η κοπή.

Για την μελέτη της κατεργασίας, η ΔΥΝΑΜΗ ΚΟΠΗΣ P μπορεί να αναλυθεί σε τρεις κάθετες μεταξύ τους δυνάμεις (συνιστώσες), όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:



Σχηματικά οι δυνάμεις κοπής.

- > P_V : Συνιστώσα δύναμη κατά την φορά της αξονικής γραμμής Z, που συμφωνεί με την φορά του διανύσματος της ταχύτητας και ονομάζεται **ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ή ΚΥΡΙΑ ΔΥΝΑΜΗ ΚΟΠΗΣ**.
- > P_K : Συνιστώσα δύναμη, που δρα κατά την φορά της αξονικής γραμμής X, και είναι σύμφωνη με την φορά του διανύσματος της προωστικής ταχύτητας και ονομάζεται **ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΠΡΟΩΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΟΠΗΣ**.
- > P_A : Συνιστώσα δύναμη, που δρα κατά την φορά της αξονικής γραμμής Y, είναι κάθετη στις προηγούμενες δυνάμεις και ονομάζεται **ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΔΥΝΑΜΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ**.

Κατά προσέγγιση έχουμε:

$$P_V : P_K : P_A = 1 : 0,4 : 0,25$$

$$P = \sqrt{P_V^2 + P_K^2 + P_A^2}$$

$$P = P_V \cdot \sqrt{1^2 + 0,4^2 + 0,25^2} = 1,11 \cdot P_V$$

άρα η πραγματική δύναμη κοπής θα ισούται:

$$P_v = \frac{P}{1.11}$$

η δύναμη P_v υπολογίζεται με διαφόρους τύπους. Π.χ. αν η εργαλειομηχανή βγάζει απόβλητο με διατομή $S=B*K$ (mm^2) στο κοπτικό εργαλείο ασκείται δύναμη κοπής:

$$P_v = K_S * S$$

Όπου K_S ο συντελεστής αναλογίας που εκφράζει την ειδική αντίσταση κατά την κοπή σε kg/mm^2 .

Χοντρικά παίρνουμε :

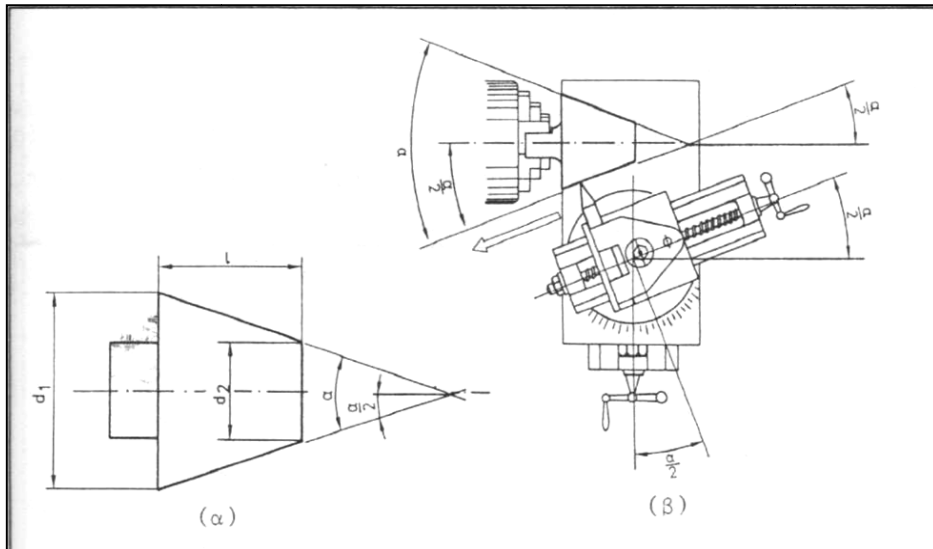
- Για χάλυβα $K_S = (2.5+3.5) \sigma_B$
- Για χυτοσίδηρο $K_S = (4.5+5.5) \sigma_B$

Όπου σ_B είναι η αντοχή σε εφελκυσμό ή φορτίο θραύσεως των πιο πάνω υλικών σε kg/mm^2 .

Κεφάλαιο 5

5.1 Τόρνευση κωνικών επιφανειών

Στην κωνική τόρνευση χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από την θέση και την γωνία κώνου.



Κατασκευή κώνου με εργαλειοφόρο

5.1.1 Κατασκευή κώνου με εργαλειοφόρο.

Μικροί κοντοί κώνοι συνήθως κατασκευάζονται με την τοποθέτηση του εργαλειοφορείου υπό γωνία (λοξά). Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς κώνους. Στον εργαλειοφορέα υπάρχει κλίμακα γωνιών βάση της οποίας μπορεί κανείς να πάρει την κατάλληλη γωνία. Η κατάλληλη γωνία του εργαλειοφορέα ορίζεται από το μέγεθος των κώνων που θέλουμε.

Καθορισμός γωνίας του εργαλειοφορέα, από την γωνία κώνου.

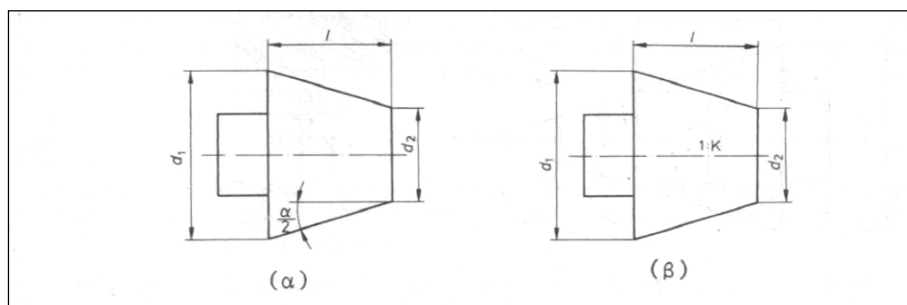
Όταν μας δίνεται η γωνία του κώνου (α), η γωνία θέσης του εργαλειοφορέα είναι ακριβώς η μισή από την γωνία του κώνου. Δηλαδή βρίσκουμε την γωνία του εργαλειοφορέα, εάν διαιρέσουμε την γωνία του κώνου δια 2.

$$\text{Γωνία εργαλειοφορέα} = \frac{\text{γωνία κώνου}}{2} = \frac{\alpha}{2}$$

Καθορισμός γωνίας του εργαλειοφορέα από το μήκος και την διάμετρο του κώνου.

Συχνά είναι γνωστά σε ένα κώνο οι δύο διαμέτροι D και d καθώς και το μήκος L . Η τότε γωνία του εργαλειοφορέα πρέπει να υπολογιστεί με τον τύπο

$$\text{Γωνία εργαλειοφορέα} = \varepsilon\varphi \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2 \cdot L}$$



Καθορισμός γωνίας από το μήκος και τη διάμετρο του κώνου

Εμπειρικός τύπος της γωνίας περιστροφής του εργαλειοφορείου κατά προσέγγιση (μας δίνει τις μοίρες απευθείας κατά προσέγγιση).

$$\text{Γωνία εργαλειοφορέα} = \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{L} \cdot 29$$

Αυτός ο τρόπος κωνικής τόννευσης είναι εύκολος αλλά έχει τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε κωνικές επιφάνειες όπου το μήκος τους υπερβαίνει τη διαδρομή του φορείου του εργαλειοδέτη.
- Η κίνηση του κοπτικού γίνεται χειροκίνητα.

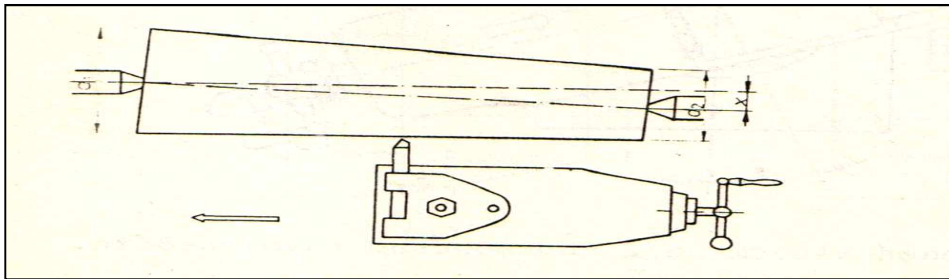
5.1.2 Κατασκευή κώνου με μετάθεση κουκουβάγιας

Με την μετάθεση της κουκουβάγιας (και τη συγκράτηση του άξονα a - μέσα σε δύο πόντες) μπορούμε να κατασκευάσουμε κώνους μεγάλου μήκους. Η μορφή του κώνου επιτυγχάνεται με την πλευρική μετατόπιση της κουκουβάγιας σε καθορισμένη απόσταση (X). Η απόσταση μετατόπισης (X) καθορίζεται από την μεγάλη και τη μικρή διάμετρο του κώνου (d_1, d_2), ο υπολογισμός της μετατόπισης της κουκουβάγιας γίνεται

στο περίπου και γιατί κατά το τρνίσμα πρέπει να γίνεται συνεχής μετατόπιση του κώνου.

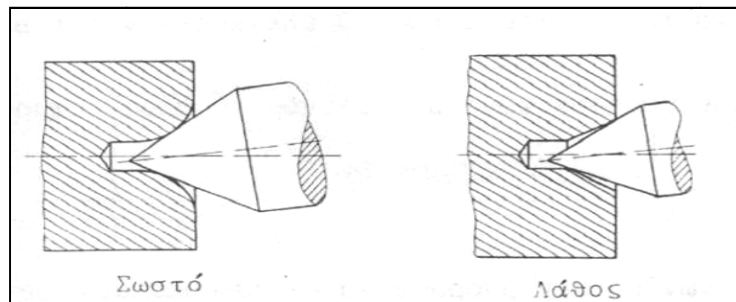
$$\text{Τύπος: } X = \frac{D - d}{2}$$

Ο παραπάνω τύπος ισχύει μόνο όταν κάνουμε κώνο σε όλο το μήκος του κομματιού.



Κώνος σε όλο το μήκος.

Με την μετατόπιση του κεντροφορέα το κέντρο (κωνική οπή στην άκρη του άξονα) δεν παραμένει στην ίδια ευθεία. Γι αυτό είναι προτιμότερο σε αυτές τις περιπτώσεις το κεντροτρύπημα να γίνεται με ειδικό κεντραδόρο.



Κεντροτρύπημα με ειδικό κεντραδόρο

Αυτός ο τρόπος κωνικής τρνευσης έχει τα παρακάτω πλεονέκτημα:

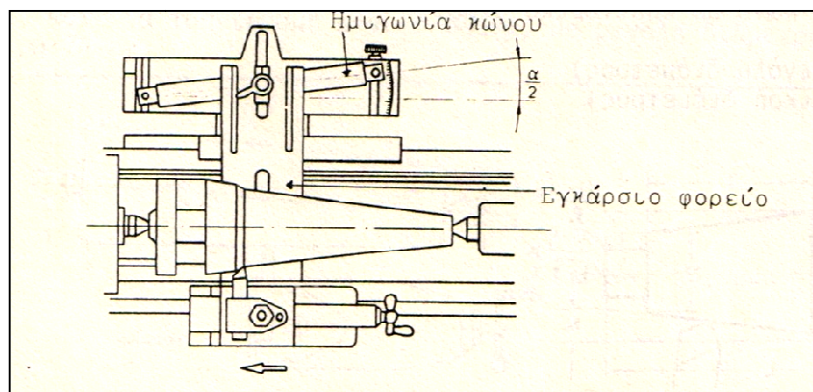
- Είναι δυνατόν να τρνευτούν εξαρτήματα μεγάλου μήκους.
- Η τρνευση γίνεται με αυτόματη πρόωση.

Έχει όμως και μειονεκτήματα:

- Δεν είναι κατάλληλος για κώνους με μεγάλη κλίση.
- Έχουμε κακή εδράση του εξαρτήματος στις ποντες.
- Ξερυθμίζουμε την παραλληλότητα του τρνου.

5.1.3 Κωνική αντιγραφή.

Μικροί κώνοι με μεγάλες γωνίες δεν μπορούν να κατασκευαστούν, ούτε με την στροφή του εργαλειοφορείου, ούτε με την μετατόπιση της κουκουβάγιας. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές. Ένας γνωστός τρόπος κατασκευής κώνου είναι αυτός με την κωνική αντιγραφή. Η κωνική αντιγραφή, περιορίζεται από την γωνία $\alpha/2$ και την κίνηση του εργαλειοφορέα (σεπόρτ). Όταν το εργαλειοφορείο κινείται με την αυτόματη πρόωση, οδηγείται το κοπτικό εργαλείο με το μηχανισμό αντιγραφής στην κατασκευή του κώνου.



Μηχανισμός αντιγραφής κώνου

Κεφάλαιο 6

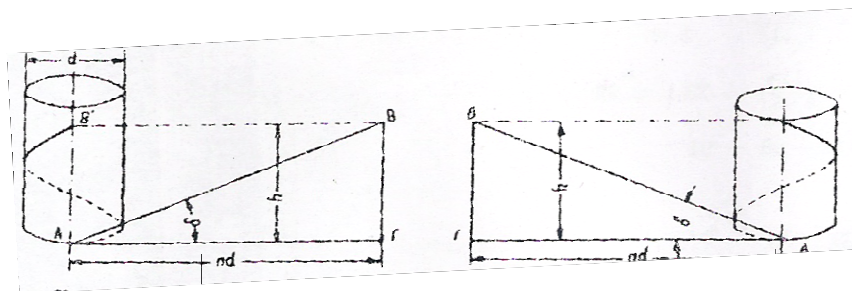
6.1 Κατασκευή κοιλιών

6.1.1 Γενικές έννοιες

Η κατασκευή του σπειρώματος γίνεται βάση της ελικοειδούς γραμμής επί κυλινδρικής επιφάνειας.

Η ελικοειδής γραμμή δημιουργείται δια της περιελίξεως του τριγώνου ABΓ επί του κυλίνδρου d. Το διάστημα ΑΓ είναι ίσον με την περιφέρεια της βάσης του κυλίνδρου (άρα $ΑΓ = \pi * d$). Το διάστημα ΒΓ ονομάζεται βήμα της ελικοειδούς γραμμής και συμβολίζεται δια του γράμματος h. Η γωνία δ η οποία δημιουργείται εκ των διαστημάτων ΑΒ ΚΑΙ ΑΓ ονομάζεται γωνία της ελικοειδούς γραμμής και υπολογίζεται δια του ακόλουθου τύπου.

$$\epsilon\phi\delta = \frac{h}{\pi * d}$$

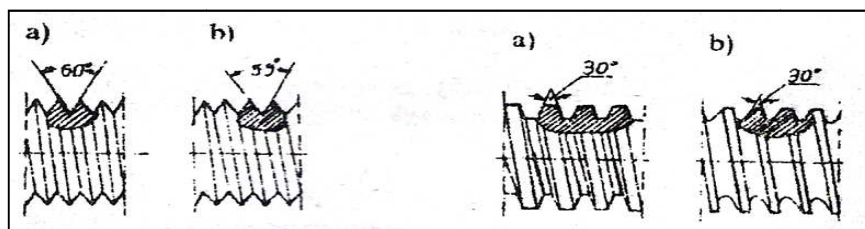


Δεξιόστροφη ελικοειδής γραμμή

Αριστερόστροφη ελικοειδή γραμμή

Το σπείρωμα φαίνεται να έχει την ελικοειδή γραμμή δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα.

1. Η κατατομή του σπειρώματος.
2. Οι διαστάσεις του σπειρώματος.
3. Η φορά της ελικοειδούς γραμμής του σπειρώματος.
4. Ο αριθμός αρχών του σπειρώματος.

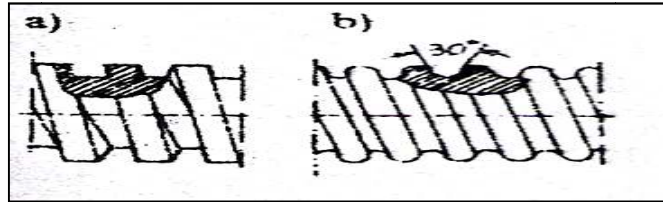


α)σπείρωμα μετρικό β)αγγλικό,

τραπεζοειδή σπείρωμα.

Από άποψη κατατομής τα σπειρώματα είναι:

- A. Με τριγωνική κατατομή και γωνία 60° χρησιμοποιούμενα στα μετρικά σπειρώματα.
- B. Με τριγωνική κατατομή και γωνία 55° χρησιμοποιούμενα στα αγγλικά σπειρώματα.
- C. Με τραπεζοειδή συμμετρική κατατομή (σχ. 110 α).
- D. Με τραπεζοειδή μη συμμετρική κατατομή (110 β).



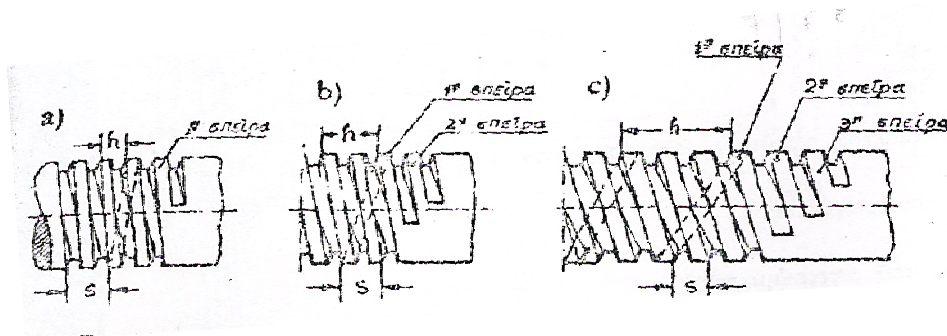
Κατατομή σπειρώματος α) ορθογωνική β) στρογγυλή

- A. Με ορθογώνια κατατομή (σχ. α)
- B. Με στρογγυλή κατατομή (σχ. β)

Εάν το σπείρωμα έχει μια μόνο ελικοειδή γραμμή ονομάζεται σπείρωμα με μια αρχή, αν έχει περισσότερες ονομάζεται σπείρωμα πολλαπλών αρχών.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τρεις περιπτώσεις σπειρωμάτων, το πρώτο έχει σπείρωμα με μια αρχή που σημαίνει ότι η απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών σπειρών ισούται με το βήμα της ελικοειδούς γραμμής ($s=h$).

Το δεύτερο έχει δυο αρχές και το βήμα ($h=2s$), ενώ το τρίτο έχει τρεις αρχές, άρα ($h=3s$).



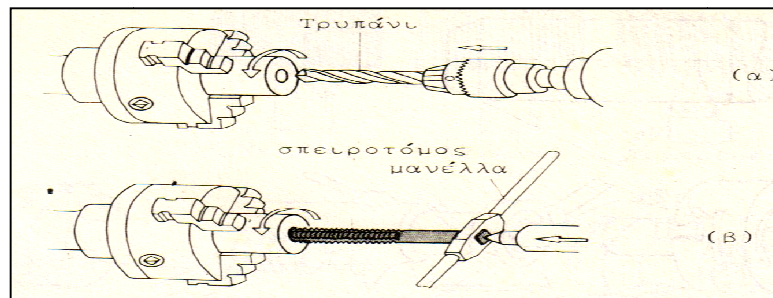
(α) Σπείρωμα με μια αρχή, (β) με δυο αρχές, (c) με τρεις αρχές.

Στους τόνους μπορούν να κατασκευασθούν όλα τα είδη των σπειρωμάτων, εσωτερικών και εξωτερικών. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται ειδικά εργαλεία, όπως, σπειροτόμους, πλάκες σπειροτόμων και κοπτικά εργαλεία.

Η κοπή των σπειρωμάτων μέχρι 20 mm εξωτερικής διαμέτρου γίνεται ευκολότερα με σπειροτόμους (κολαούζα) και πλάκες σπειρωμάτων. Για σπειρώματα μεγαλύτερης διαμέτρου χρησιμοποιούμε ειδικά εργαλεία κοπής και τους μηχανισμούς κοπής σπειρωμάτων του τέρνου.

α. Εσωτερικό σπείρωμα (κατασκευή με σπειροτόμους στον τέρνο).

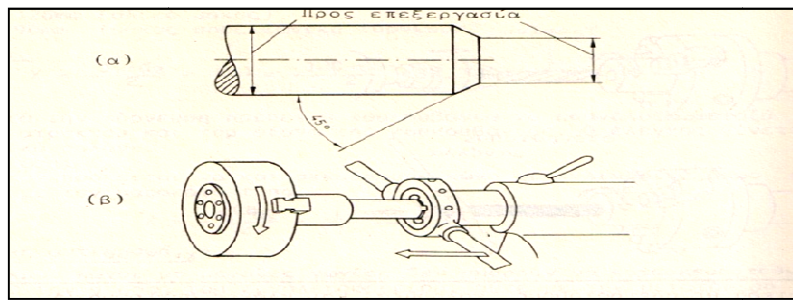
1. Δένουμε το κομμάτι στο τσόκ, παρακάτω σχήμα.
2. Δένουμε το κατάλληλο τρυπάνι στο τσόκ της κουκουβάγιας αφού μετρήσουμε την διάμετρο του.
3. Κάνουμε το άνοιγμα της τρύπας σε βάθος, ανάλογα με τα σχέδια που υπάρχουν.
4. Βάζουμε τον σπειροτόμο στην τρύπα, αφού τοποθετήσουμε την μανέλα στην ουρά του (στέλεχος), το συγκρατούμε με το κέντρο της κουκουβάγιας και γυρίζουμε την μανέλλα με το χέρι κόβοντας μερικές σπείρες, γυρίζοντας ταυτόχρονα το χειροστρόφαλο της κουκουβάγιας ώστε να συγκρατείται οριζόντια ο σπειροτόμος. Κατά τα άλλα ισχύουν οι ίδιοι κανόνες όπως και όταν γίνεται το σπείρωμα με το χέρι.



Εσωτερικό σπείρωμα

β. Εξωτερικά σπειρώματα (με πλάκες σπειροτόμων στον τέρνο).

1. Δένουμε τον άξονα στο τσόκ και τονάρουμε στην εξωτερική διάμετρο του σπειρώματος που θέλουμε, κάνοντας και το σπάσιμο σε γωνία 45^0 για να καθίσει η πλάκα του βιδολόγου σωστά, παρακάτω σχήμα.
2. Ακουμπάμε την μανέλα στα κέντρα του άξονα της κουκουβάγιας και πιέζοντας την ελαφρά πάνω στο κομμάτι.
3. Κόβουμε μερικές σπείρες γυρίζοντας το τσόκ με το χέρι και στη συνέχεια τραβάμε πίσω την κουκουβάγια και γυρνάμε την μανέλα με το χέρι.



Εξωτερικό σπείρωμα

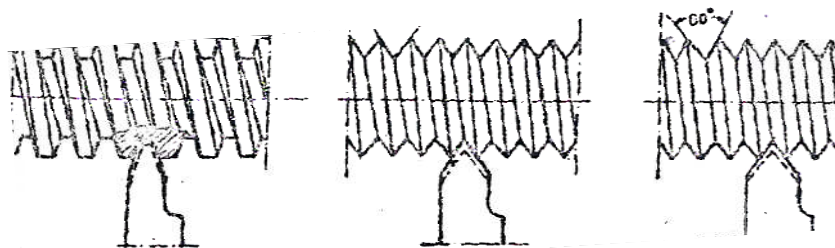
6.1.2 Σπειρώματα στον τόρνο.

Η τοποθέτηση του κομματιού για κοπή εξωτερικού σπειρώματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το σχήμα και το μέγεθος του κομματιού. Τα σπειρώματα συχνά γίνονται πάνω σε ράβδους στις οποίες έχουν γίνει προηγουμένως κέντρα και περιστρέφονται πιασμένες στο τσόκ και στην περιστρεφόμενη πόντα, ή πόντα. Αφού γίνει αυτή η τοποθέτηση και, αποκτήσει το κομμάτι την κατάλληλη εξωτερική διάμετρο κινούμε τον τόρνο, ενώ η φορά του εργαλείου στα δεξιά σπειρώματα είναι από δεξιά προς τα αριστερά και στα αριστερά αντίστροφα. Όταν επεξεργαζόμαστε γενικά κομμάτια στον τόρνο, με την βοήθεια της πόντας, πρέπει να ελέγχουμε αν αυτή πιέζεται κανονικά στο κέντρο του κομματιού. Σε κοπή σπειρωμάτων μεγάλου μήκους είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση καβαλέτου.

6.1.3 Κατασκευή σπειρωμάτων με κοπτικά εργαλεία.

Τα μαχαίρια κοπής σπειρωμάτων πρέπει να πληρούν δύο βασικές συνθήκες.

- A) Η μορφή του κοπτικού μέρους του μαχαιριού πρέπει να είναι διαμορφωμένη σύμφωνα με το περιγραμμά του σπειρώματος.
- B) Η ακμή κοπής πρέπει να εισέρχεται ελευθερά στο αυλάκι του σπειρωματος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην δημιουργείται τριβή στην επιφάνεια ελευθερίας του μαχαιριού.



Τραπεζοειδές

αγγλικό

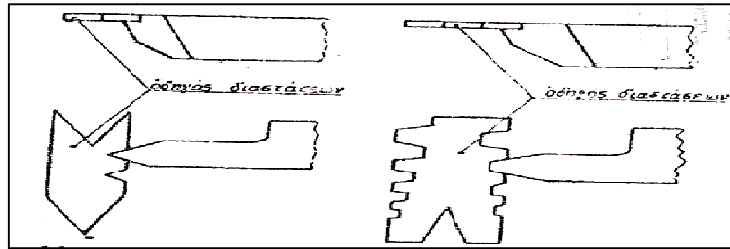
μετρικό

Η πρώτη συνθήκη επιτυγχάνεται όταν το μαχαίρι έχει την κανονική γωνία κόψης (π.χ. για μετρικά σπειρώματα 60°).

Στα κανονικά σπειρώματα δεν επιβάλλεται η αύξηση της γωνίας ελευθερίας.

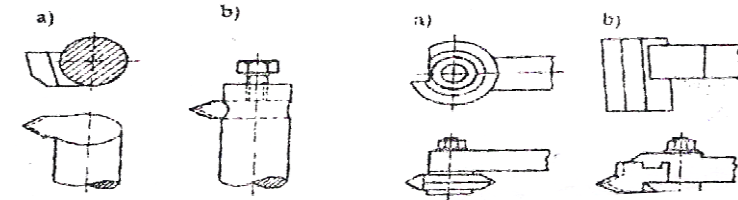
Η γωνία τριβής συνήθως έχει τιμή $\gamma=0$.

Η μορφή του μαχαιριού μετά το τρόχισμα ελέγχεται με οδηγό (καλίμπρα)



Έλεγχος μαχαιριού.

Μαχαίρια για την κοπή εσωτερικών σπειρωμάτων.



Μαχαίρι για εσωτερικό σπείρωμα

Ειδικά μαχαίρια

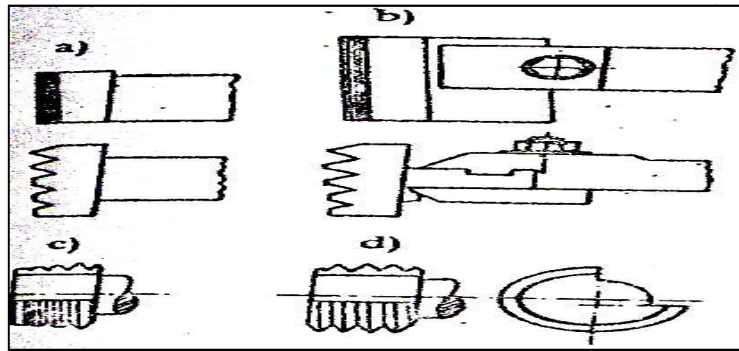
a) Με στρογγυλό στέλεχος.

b) Τοποθετημένο σε θήκη.

a) Δισκοειδή.

b) Πρισματοειδή.

Στη μαζική παραγωγή χρησιμοποιούνται ειδικά μαχαίρια μορφής σπειρωμάτων: δισκοειδή ή ορθογώνια απλά και πολλαπλάσια (πριονωτά) για τα εξωτερικά σπειρώματα (a,b) και για τα εσωτερικά σπειρώματα (c,d).



Μαχαίρια πριωνωτά

Τα πλεονεκτήματα αυτών των μαχαιριών είναι ότι τροχίζονται μόνο στην επιφάνεια τριβής, η μορφή παραμένει αμετάβλητη μέχρι την τελική φθορά. Με τα μαχαίρια πολλαπλών κόψεων επιτυγχάνεται κοπή σπειρωμάτων με ένα πέρασμα του κοπτικού εργαλείου. Οι διαστάσεις των διαδοχικών δοντιών του μαχαιριού εκλέγονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε από τα αρχικά δόντια να γίνεται η κοπή εκχονδρισματος και από τα τελευταία η τελική κατεργασία του σπειρώματος.

6.1.4 Συμβολισμός των σπειρωμάτων

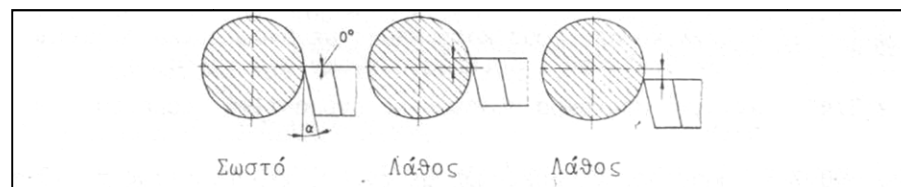
Στα κατασκευαστικά σχέδια τα σπειρώματα συμβολίζονται με ορισμένο τρόπο όπως φαίνεται στα παρακάτω παραδείγματα:

- M20 = Κοινό μετρικό σπείρωμα ονομαστικής διαμέτρου $d = 20\text{mm}$.
- M20X2 = Μετρικό σπείρωμα κατασκευής ονομαστικής διαμέτρου $d = 20\text{mm}$ και βήματος $h = 2\text{mm}$.
- $5/8"$ = Αγγλικό χονδρόδοντο σπείρωμα με ονομαστική διάμετρο $d = 5/8"$.
- R $3/4"$ = Αγγλικό σπείρωμα σωλήνων με ονομαστική διάμετρο $d_o = 3/4"$.
- $T_r 40 \times 7$ = Τραπεζοειδές σπείρωμα με ονομαστική διάμετρο $d = 40\text{ mm}$ και βήμα $h = 7\text{ mm}$.

6.1.5 Τοποθέτηση του μαχαιριού για την κοπή σπειρωμάτων.

Το κοπτικό εργαλείο τοποθετείται ακριβώς στο μέσο του επεξεργαζόμενου κομματιού, απόλυτος κάθετα στην αξονική γραμμή του υπό κατεργασία σπειρώματος. Εάν τοποθετηθεί πιο ψηλά ή πιο χαμηλά αλλάζει η μορφή του σπειρώματος. Το βάθος κοπής (πάσσο) που βάζουμε είναι ανάλογο με το σπείρωμα. Εδώ μεγάλης σημασίας

είναι το μέγεθος του μηχανήματος, επιλέγουμε όσο το δυνατόν μικρότερο πάσο για να παρακολουθούμε πιο εύκολα την κοπή του σπειρώματος. Η κοπή πρέπει να γίνεται βαθμιαία για να μην έχουμε καταστροφή του εργαλείου κοπής και του κατεργαζόμενου σπειρώματος. Τα σπειρώματα ελέγχονται με ελεγκτήρες τυποποιημένους ανάλογα με αυτά.



Τοποθέτηση κοπτικού

6.1.6 Κοπή κανονικών σπειρωμάτων.

Πριν την έναρξη κοπής του σπειρώματος πρέπει να γίνει η τοποθέτηση των μοχλών για την δημιουργία της κατάλληλης περιστροφικής ταχύτητας της ατράκτου και της περιστροφής του κοχλία σπειρωμάτων. Η περιστροφική ταχύτητα υπολογίζεται ή εκλέγεται από πίνακα βάση ταχύτητας κοπής και της διαμέτρου του σπειρώματος. Το μέγεθος του βήματος επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση κατάλληλων ανταλλακτικών τροχών στην κιθάρα και διάφορων μοχλών του κιβωτίου προώσεων. Το σπείρωμα υφίσταται κατεργασία σε δυο στάδια. Κατά το πρώτο πέρασμα επιτυγχάνεται εκχόνδριση και κατά το δεύτερο αποπεράτωση.

Η κατεργασία εκχόνδρισματος επιτυγχάνεται συνήθως με λίγα ή πολλά περάσματα του μαχαιριού. Στον πίνακα 30 και 31 δίνεται ο αριθμός περασμάτων του μαχαιριού κατά την κατεργασία σπειρώματος, ανάλογα το είδος και το βήμα του σπειρώματος. Κατά την κατεργασία εκχόνδρισματος μετά το πρώτο πέρασμα του μαχαιρία εκτός από προώθηση αυτού κατά την ακτινική διεύθυνση Α σχ. a, πρέπει να μετακινηθεί κατά την προς αξονική διεύθυνση Β. οι διαδοχικές προώθησης εμβάθυνσης του μαχαιριού στο υλικό φαίνονται στο σχ. 120 b.

Γνωρίζοντας τον αριθμό περασμάτων κατά την εκχόνδριση, το μέγεθος προώθησης εκλέγεται αρχικά μεγαλύτερο, αντίθετα όσο αυξάνει το πλάτος του αποβλήτου μικραίνει.

ΠΙΝΑΞ 29. Ταχύτητες κατά την κοπήν σπειρωμάτων εις τόρνον

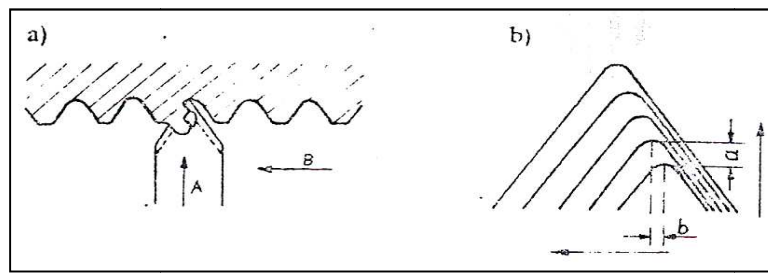
Ταχύτητες	Διάμετρος του σπειρώματος, mm							
	18-22	24-27	30-33	36-39	42-45	48-52	56-60	64-68
Ταχύτης κοπής m/min	4	6	8	10	12	14	15	18
Περιστροφική ταχύτης στρ./min	83	73	80	84	85	80	80	80

ΠΙΝΑΞ 30. Αριθμός περασμάτων κατά την κοπήν σπειρωμάτων τριγωνικής κατατομής

Είδη σπειρώματος, mm	1,25—1,1	1,75	2—3	3,5—4,5	5—5,5	6	
Αριθμός σπειρών ανά 1"	16—20	14	8—12	6—7	4,5—5	4	
Αριθμός περασμάτων	Εκχονδρύνσεως	7	9	11	13	15	18
	Αποπερατώσεως	7	5	5	7	7	7

ΠΙΝΑΞ 31. Αριθμός περασμάτων κατά την κοπήν σπειρωμάτων τραπεζοειδούς κατατομής

Περάσματα	Είδη σπειρώματος εις mm							
	3—4	5	6	8	10	12	16	20
Εκχονδρύνσεως	12	15	16	18	21	24	27	30
Αποπερατώσεως	7	9	10	11	12	15	15	18



Εκχόνδριση σπειρώματος κάθετα και κατά μήκος προώθησης του κοπτικού

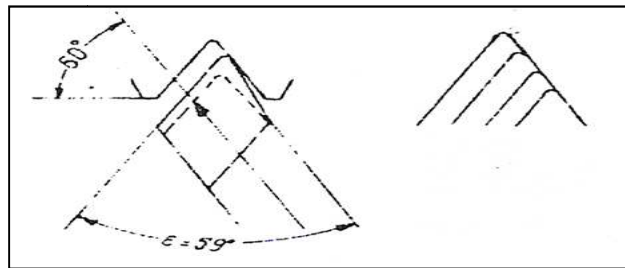
Κατά την κατεργασία αποπερατώσεις του σπειρώματος πρέπει να αφήνεται περιθώριο 0,1-0,3 mm, η εκλογή του μεγέθους των διαδοχικών εμβαθύνσεων να γίνει κατά τρόπον ώστε κατά το τελικό πέρασμα του μαχαιριού, το πάχος του αποβλήτου να είναι περίπου 0,05mm.

Ο παραπάνω τρόπος χρησιμοποιείται κατά την κατεργασία μαλακών και όλκιμων υλικών. Το εξερχόμενο απόβλητο από την ακμή κόψεως του μαχαιριού

σφηνώνεται με αποτέλεσμα να δημιουργείται επιφάνεια σπειρώματος μεγάλης τραχύτητας.

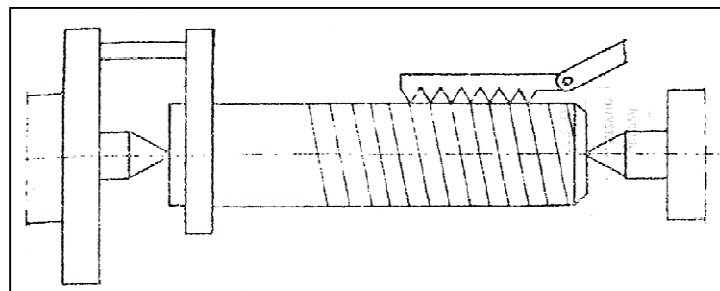
Κατά την κατεργασία εκχονδρίσεως σπειρωμάτων με βήμα μεγάλου μεγέθους είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του παρακάτω σχήματος. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής επιβάλλεται η στροφή του εργαλειοφορείου και η εμβάθυνση του μαχαιριού κατά διεύθυνση παράλληλη ως προς την πλευρά της κατανομής του σπειρώματος.

Η κορυφή του μαχαιριού είναι κατά μικρότερη της γωνίας κατατομής του σπειρώματος (π.χ. στα μετρικά σπειρώματα $\epsilon = 59^\circ$)



Εκχόνδριση σπειρώματος με τοποθέτηση του μαχαιριού υπό γωνία

Μετά το πρώτο πέρασμα του κοπτικού εργαλείου πρέπει να ελεγχθεί το βήμα του σπειρώματος με τη βοήθεια οδηγού καλίμπρας.

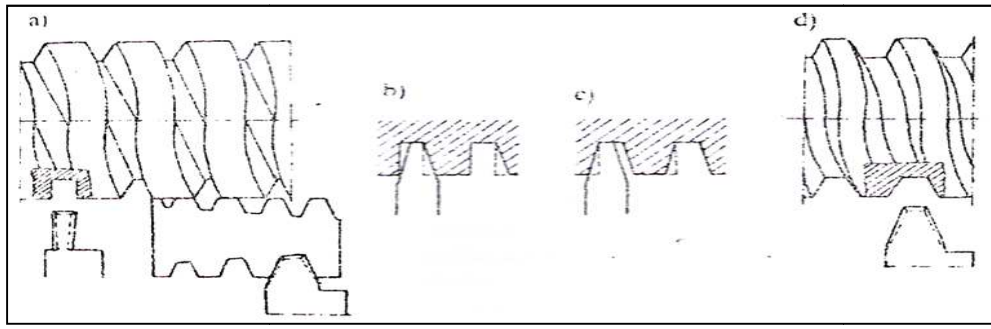


Αρχικώς έλεγχος του βήματος με ελεγκτήρα

Η τελική κατεργασία του σπειρώματος επιτυγχάνεται μόνο με την εγκάρσια εμβάθυνση του μαχαιριού. Η κόψη του μαχαιριού πρέπει να λειανθεί καταλλήλως.

Για να επιτευχθεί λεία επιφάνεια του σπειρώματος πρέπει να αφαιρεθούν τα επιζήμια κενά της ατράκτου και εργαλειοφορείου, πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλα υγρά ψύξεως-λίπανσης.

Τα τραπεζοειδή σπειρώματα κατεργάζονται ομοίως με τα τριγωνικά.



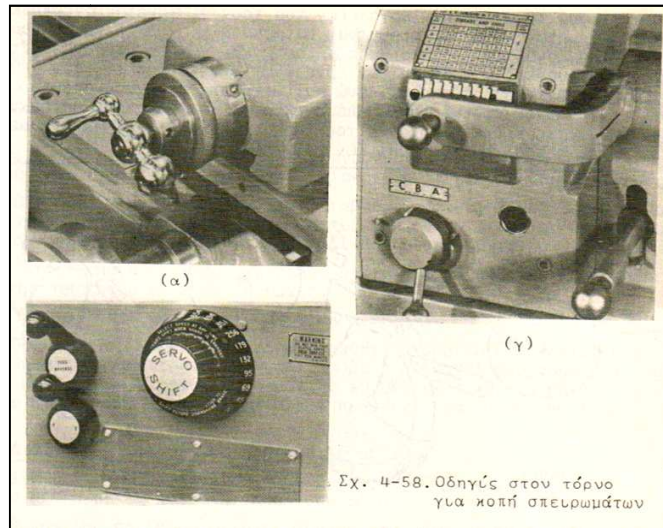
Διαδικασία κοπής σπειρώματος τραπεζοειδούς μορφής

Αρχικά κατασκευάζεται ορθογώνιο αυλάκι έχοντας πλάτος το πλάτος του πυθμένα της κατατομής του σπειρώματος όπως το παραπάνω σχήμα. Στη συνέχεια με αριστερό και δεξιό μαχαίρι κατεργαζόμαστε τις πλευρές της κατατομής του σπειρώματος αφήνοντας περιθώριο για την τελική κατεργασία. Τέλος με δίπλευρο μαχαίρι κατάλληλης διάστασης επιτυγχάνεται η τελική κατεργασία του σπειρώματος.

Αφού τοποθετηθούν τα εργαλεία κοπής στον εργαλειοδέτη και ελεγχθούν, είναι απαραίτητο να επιλεγεί η κατάλληλη ταχύτητα κοπής και το κατάλληλο βήμα. Η σωστή επιλογή γίνεται με το κιβώτιο ταχυτήτων (πάνω στο οποίο βρίσκονται συνήθως οδηγίες κατάλληλων χειρισμών τοποθέτηση των μοχλών ανάλογα με το σπείρωμα που θέλουμε να κόψουμε).

Μηδενίζουμε το ενδεικτικό ρολόι του σεπόρτ αφού πρώτα ακουμπήσουμε το εργαλείο ελαφρά πάνω στο κομμάτι ώστε να έχουμε σημείο αναφοράς μηδέν. Εμπλέκουμε στην συνέχεια την βέργα σπειρώματος με τον κατάλληλο μοχλό που βρίσκεται στο μπροστινό μέρος, συνήθως του μεγάλου σεπόρτ, μέχρι το εργαλείο να φθάσει στο τέλος του επιθυμητού μήκους του σπειρώματος, κάνοντας έτσι μια δοκιμή του σπειρώματος και τέλος ελέγχουμε το σπείρωμα.

Εάν χρησιμοποιηθεί το ρολόι σπειρωμάτων, βεβαιωνόμαστε ότι αυτό είναι σε εμπλοκή με την βέργα σπειρωμάτων.



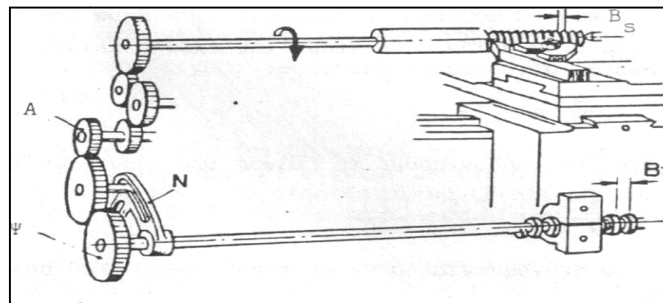
Οδηγίες στο τόρνο για κοπή στο σπειρωμάτων

6.1.7 Υπολογισμός ανταλλακτικών οδοντοτροχών

Προκειμένου να κοπεί σπείρωμα πρέπει απαραίτητα να μεταδοθεί η κίνηση της ατράκτου στο εργαλειοφορείο με κατάλληλα γρανάζια, ώστε σε κάθε πλήρη στροφή της ατράκτου να μετακινείται το εργαλείο τόσο όσο είναι το βήμα του κοχλίου που πρόκειται να κατασκευαστεί.

Διάταξη οδοντοτροχών σε κοπή σπειρωμάτων.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η σύνδεση του άξονα του τόρνου με την βέργα σπειρωμάτων κατά την κοπή σπειρώματος. **Ο κοχλίας σπειρωμάτων έχει βήμα 5 mm.** Όπως είπαμε παραπάνω, σε κάθε στροφή του κομματιού πρέπει η μετακίνηση του εργαλείου να είναι ίση με το βήμα του σπειρώματος που πρόκειται να κατασκευαστεί.



Για να πραγματοποιηθεί αυτό πρέπει σε κάθε πλήρη στροφή του κομματιού (στο οποίο γίνεται κοπή σπειρώματος) να έχουμε και μια πλήρη στροφή της ράβδου

σπειρωμάτων, ώστε η μετατόπιση του εργαλείου κοπής να είναι ίση με το βήμα του προς κατασκευή σπειρώματος.

Όταν το σπείρωμα που πρόκειται να κατασκευαστεί έχει βήμα = 5 mm (όσο και το βήμα της ράβδου σπειρωμάτων) πρέπει η σχέση μετάδοσης μεταξύ του άξονα του τόννου και της βέργας σπειρωμάτων να είναι 1:1.

Σ'αυτή την περίπτωση οι οδοντωτοί τροχοί του άξονα του τόννου και του κοχλία σπειρωμάτων έχουν ίδιο αριθμό οδόντων, ώστε στην πράξη ο άξονας του τόννου και η ράβδος σπειρωμάτων να περιστρέφονται με τον ίδιο αριθμό στροφών. Συνήθως όμως τα σπειρώματα που κόβονται στον τόννο δεν έχουν ίδιο βήμα με το βήμα της ράβδου σπειρωμάτων οπότε αλλάζει και η σχέση μετάδοσης που προαναφέρθηκε παραπάνω.

Εξετάζοντας την περίπτωση κοπής σπειρώματος με βήμα ίσο με το μισό του βήματος της ράβδου σπειρωμάτων, δηλαδή ίσο με 2,5 mm, βλέπουμε ότι η ράβδος σπειρωμάτων κάνει μια πλήρη περιστροφή για κάθε δύο περιστροφές του άξονα του τόννου. (Δηλαδή για κάθε στροφή του άξονα του τόννου έχουμε μισή στροφή της ράβδου σπειρωμάτων με αποτέλεσμα μετακίνηση του εργαλείου κατά 2,5 mm).

Στην πράξη η σχέση μετάδοσης εξαρτάται από τον αριθμό οδόντων του οδοντοτροχού (αναστροφέα) και οδοντοτροχού ψ (της ράβδου σπειρωμάτων).

Σε εφαρμογή του προηγούμενου παραδείγματος (βήμα σπειρώματος 2,5 mm) ο αναστροφέας (τροχός A) έχει τον μισό αριθμό οδόντων από τον τροχό (Ψ) της βέργας σπειρωμάτων.

Αν B_K = βήμα κοχλία ράβδου σπειρωμάτων, B_S = βήμα του προς κοπή Σπειρώματος, έχουμε για τον υπολογισμό της σχέσης μετάδοσης άξονα τόννου και βέργας σπειρωμάτων τον τύπο:

$$\frac{A}{\Psi} = \frac{B_S}{B_K}$$

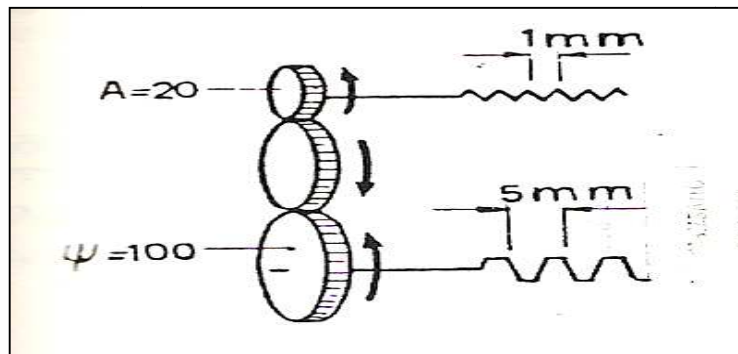
Μπορούμε έτσι να υπολογίσουμε το ζεύγος των οδοντωτών τροχών π.χ

$$\frac{A}{\Psi} = \frac{B_S}{B_K} \quad \frac{2.5}{5} = \frac{20}{40}$$

Βλέπουμε ότι το ζεύγος ανταλλακτικών τροχών έχει A=20 οδόντες και $\Psi=40$ οδόντες.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Σε τόρνο που έχει βήμα σπειρωμάτων ίσο με 5 mm θέλουμε να κατασκευάσουμε σπείρωμα με βήμα 1.



Πρώτο βήμα είναι να υπολογίσουμε τους ανταλλακτικούς τροχούς A και Ψ ώστε να έχουμε την επιθυμητή σχέση μετάδοσης.

$$\frac{A}{\Psi} = \frac{B_S}{B_K} \quad \text{έχουμε} \quad \frac{B_S}{B_K} = \frac{1}{5} \quad \text{άρα σχέση μετάδοσης } 1:5$$

Για να βρεθεί όμως ο αριθμός οδόντων των οδοντοτροχών πρέπει η σχέση μετάδοσης 1:5 να πολλαπλασιαστεί με ένα αριθμό, συνήθως ζυγό.

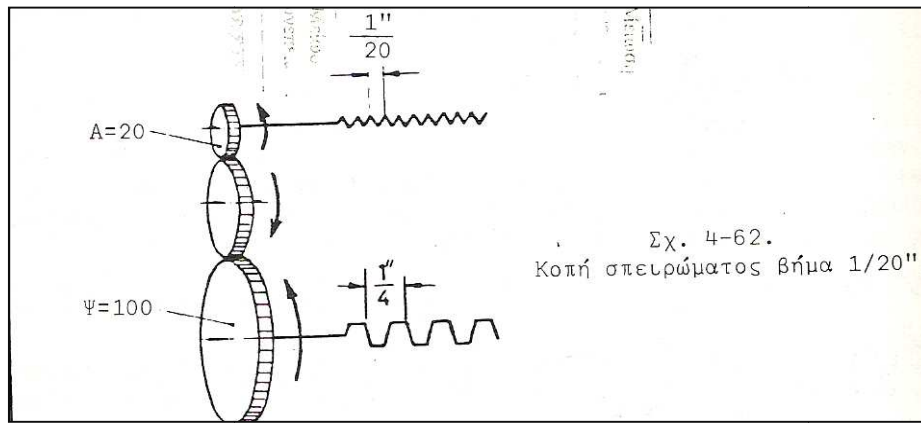
$$\frac{B_S}{B_K} * \frac{20}{20} \Rightarrow * \frac{20}{20} = \frac{20}{100}$$

Άρα ο οδοντοτροχός του αναστροφέα έχει 20 όδοντες ενώ ο οδοντοτροχός του κοχλία σπειρωμάτων έχει 100

Η συνεργασία του οδοντωτού τροχού της βέργας σπειρωμάτων (ψ) με τον αναστροφέα (A) γίνεται με ενδιάμεσο τροχό που στηρίζεται με ιδιαίτερο άξονα στην κιθάρα (N) της βέργας σπειρωμάτων.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Σε τórνο που έχει κοχλία σπειρωμάτων με βήμα 4 σπείρες / 1" πρέπει να κοπεί σπείρωμα με 20 σπείρες / 1". Όπως είναι γνωστό οι 4 σπείρες ανά ίντσα δίνουν σπείρωμα με βήμα $1":4 = \frac{1}{4}$, ενώ οι 20 σπείρες ανά ίντσα δίνουν σπείρωμα με βήμα $1":20 = \frac{1}{20}$.



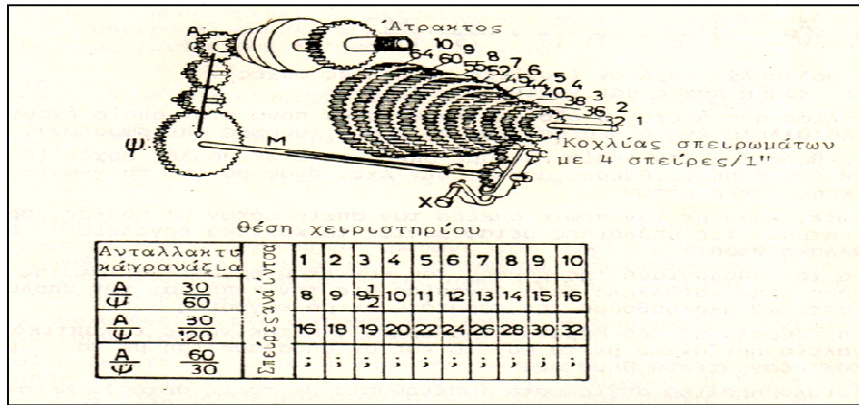
από τον γνωστό τύπο έχουμε

$$\frac{A}{\Psi} = \frac{B_S}{B_K} = \frac{\frac{1}{20}}{\frac{1}{4}} = \frac{4}{20}$$

6.1.8 Κιβώτιο NORTON

Το κιβώτιο NORTON είναι σύστημα του τórνου που μας παρέχει την δυνατότητα να αποφύγουμε τους υπολογισμούς για οικονομία χρόνου και τυχόν σφάλματα. Σήμερα όλοι οι σύγχρονοι τórνοι διαθέτουν κιβώτιο Norton .

Το κιβώτιο Norton βρίσκεται μπροστά και αριστερά στον τεχνίτη, δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένα πλήρες κιβώτιο γραναζιών που μπορούμε με κατάλληλο χειρισμό μέσω μοχλών που υπάρχουν έξω από το κιβώτιο να συμπλέκουμε σε ένα αρκετά μεγάλο αριθμό συνδυασμών ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες κοπής σπειρωμάτων στο τórνο.



Κιβώτιο norton

ΑΣΚΗΣΗ

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ: ΑΤΕΡΜΟΝΑΣ ΚΟΧΛΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ ΠΡΟΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΙΑ ΜΕΓΓΕΝΗ.

Να κατασκευαστεί στον τόρνο ατέρμονας κοχλίας διαστάσεων $\varnothing 24$ mm και ολικού μήκους 300 mm, στον οποίο τα 200mm θα είναι τετράγωνο σπείρωμα, βήμα 5.

Να κατασκευαστεί επίσης περικόχλιο μήκους 50mm για τον ανάλογο κοχλία.

- Υλικό: χάλυβας c 60 (χάλυβας ενανθράκωσης με περιεκτικότητα σε άνθρακα ίση με 0,6 %), $\varnothing 26*310$ mm.
- Γενική ανοχή: $\pm 0,1$ mm.
- Επιφάνεια λείανσης, σπείρωμα

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

- Εξωτερική κυλινδρική τόννευση.
- Εγκάρσια τόννευση.
- Κατεργασία διάτρησης με κεντροτρύπανο, τρυπάνι.
- Κωνική τόννευση με στροφή του εργαλειοφορείου.
- Σχίσιμο.
- Κοπή τετραγωνικού σπειρώματος, εξωτερικού, εσωτερικού.

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

- Τόρνος.
- Σμυριδοτρόχος (για το τρόχισμα των κοπτικών εργαλείων).

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.

- Εργαλείο κοπής προσώπου, πάσο.
- Κεντροτρύπανο.
- Εργαλείο σχισίματος.
- Εργαλείο κοπής τετραγωνικού εξωτερικού σπειρώματος.
- Εργαλείο κοπής τετραγωνικού εσωτερικού σπειρώματος.

ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ.

- Παχύμετρο.
- Σπειρόμετρο.
- Καλίμπρα.

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.

ΣΦΗΝΟΕΙΔΗΣ ΕΠΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΟΣ

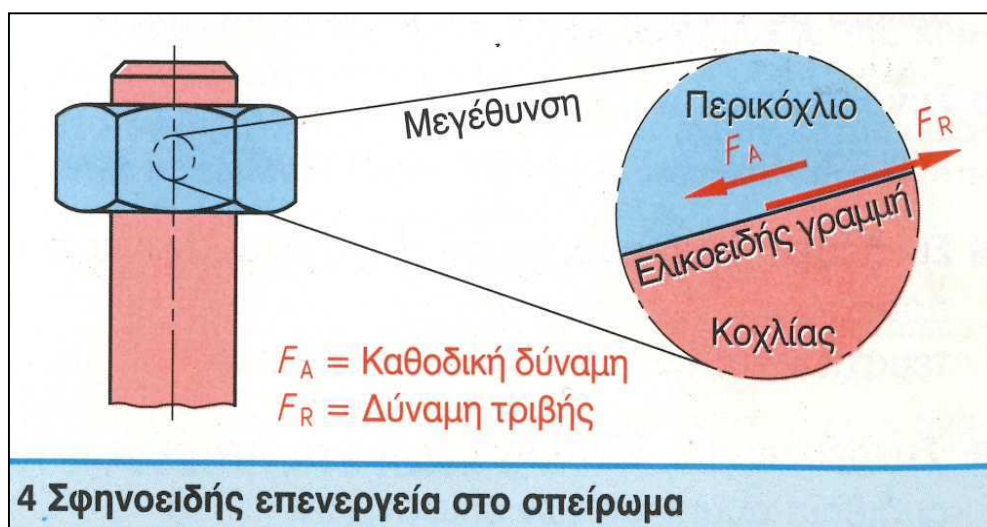
Αν περιστραφεί ένα περικόχλιο σε ένα σπειρωτομημένο στέλεχος, τότε αυτό ολισθαίνει κατά μήκος της κυλινδρικής έλικας. Για να φανούν οι δυνάμεις που ενεργούν στην κοχλίωση, παρατηρεί κανείς ένα μικρό τμήμα από το περικόχλιο και

από τον κοχλία. Αν περιστραφεί ο κοχλίας, τότε ολισθαίνουν μεταξύ τους δυο κεκλιμένα επίπεδα (σχ.4). Χωρίς εξωτερικές δυνάμεις, θα κατερχόταν με ολίσθηση το άνω μέρος, κινούμενο κατά μήκος του σπειρώματος του κοχλία. Λόγω όμως τριβής μεταξύ των επιφανειών, παρεμποδίζεται αυτή η προς τα κάτω κίνηση.

ΑΥΤΟΣΥΣΦΙΞΗ ΤΩΝ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ.

Αν η γωνία κλίσεως α είναι μικρή, τότε ένα περικόχλιο δεν μπορεί να ολισθήσει προς τα κάτω από μόνο του, κατά μήκος της έλικας. Η μικρή γωνία κλίσεως προκαλεί μια μεγάλη κάθετη δύναμη (σε σχέση με το βάρος) και συνεπώς μια μεγάλη δύναμη τριβής. Η προς τα κάτω δύναμη είναι μικρή (παρακάτω σχήμα). Αν η δύναμη τριβής F_R είναι μεγαλύτερη από την F_A τότε παρεμποδίζεται μια κίνηση προς τα κάτω. Το σπείρωμα τότε παρουσιάζει αυτοσύσφιξη.

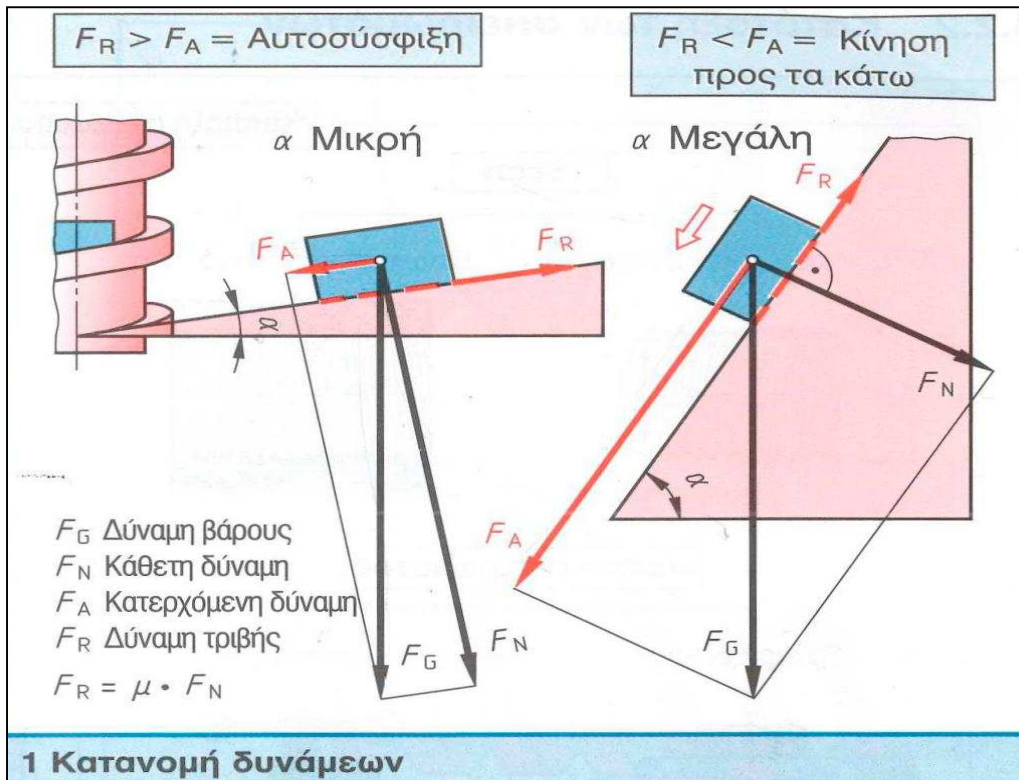
Οι κοχλίες συσφίξεως είναι αυτοασφαλιζόμενοι και έχουν μικρή γωνία κλίσεως.
Η γωνία κλίσεως των κοχλιών συσφίξεως είναι περίπου $1^\circ - 3^\circ$, με κανονικές συνθήκες δεν μπορούν να λυθούν αυτοί οι κοχλίες από μόνοι τους.



ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.

Αν η γωνία κλίσεως α γίνει μεγαλύτερη, τότε μειώνεται η κάθετη δύναμη και με αυτήν μειώνεται και η δύναμη τριβής. Η καθοδική δύναμη αντίθετα μεγαλώνει (παρακάτω σχήμα). Όταν η F_A γίνει μεγαλύτερη από την F_R , τότε δημιουργείται μια κίνηση προς τα κάτω. Αυτό το σπείρωμα δεν είναι αυτοασφαλιζόμενο.

Τα σπείρωματα κινήσεως έχουν μεγάλη γωνία κλίσεως.



ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ.

Σπειρώματα συσφίξεως έχουν οι κοχλίες με τους οποίους συνδέονται τα τεμάχια κατά λυόμενο τρόπο. Αυτοί οι κοχλίες πρέπει να επιτρέπουν την ισχυρή σύσφιξη ενώ δεν πρέπει σε κανονικές συνθήκες να λύνονται από μόνοι τους.

Τα **σπειρώματα κινήσεως** χρησιμεύουν για τη μετατροπή περιστροφικών κινήσεων σε ευθύγραμμες. Π.χ. η περιστροφική κίνηση μιας ατράκτου μετατρέπεται σε ευθύγραμμη κίνηση. Στην κατηγορία λοιπόν αυτή ανήκουν και τα τετραγωνικά σπειρώματα.

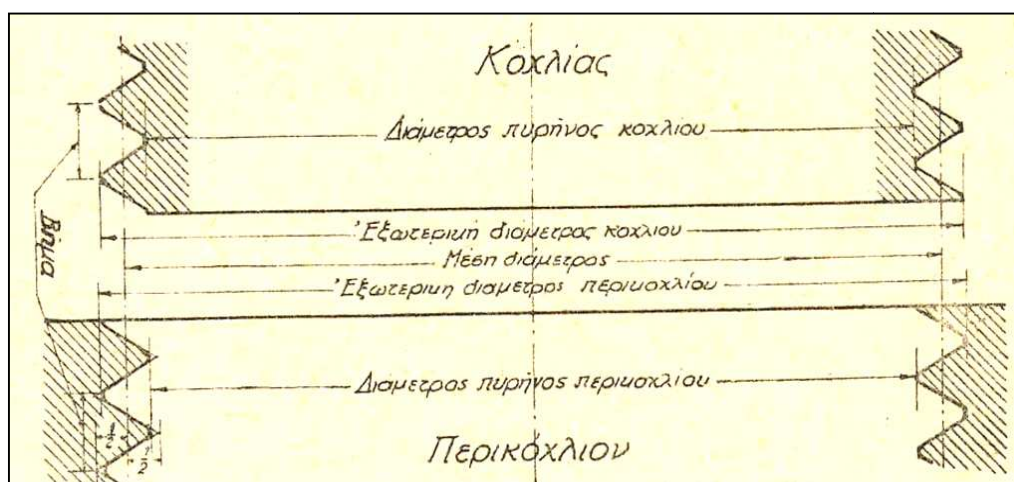
Τα τετραγωνικά σπειρώματα χρησιμοποιούνται σε πρέσες, μέγγκες.

Έχουν το ίδιο βάθος και πλάτος αυλάκωσης, δεν είναι τυποποιημένα και παρουσιάζουν δυσκολία στην κατασκευή του. Ο κοχλίας και το περικόχλιο έχουν το ίδιο σπείρωμα και λόγω της τετραγωνικής μορφής του σπειρώματος αναμασά στα δυο σπειρώματα δεν υπάρχει διάκενο.

Σε ένα κοχλία διακρίνουμε την διάμετρο πυρήνα κοχλία και σε ένα περικόχλιο την διάμετρο πυρήνα του περικόχλιου (παρακάτω σχήμα). Ομοίως την εξωτερική

διάμετρο κοχλία καθώς και την εξωτερική διάμετρο περικοχλίου. Επίσης σε ένα κοχλία διακρίνουμε τη μέση διάμετρο η οποία η ορίζεται από τη μέση των απέναντι σπειρωμάτων.

Η εξωτερική διάμετρος ενός κοχλία χαρακτηρίζει τον κοχλία, το περικόχλιο και γενικά την κοχλιοφορο σύνδεση.



Η κοπή κοχλίων στον τόρνο είναι από τις δυσκολότερες εργασίες και απαιτεί προσοχή και ακρίβεια. Για να κατασκευαστεί ένας κοχλίας πρέπει πρώτα να κατασκευαστεί η διάμετρος του κοχλιοφόρου άξονα ίση προς την εξωτερική διάμετρο κοχλία. Επίσης συνίσταται, εάν το υλικό του άξονα είναι σκληρό να κατασκευάζεται η διάμετρος του μικρότερη μέχρι ενός πέμπτου του βάθους του σπειρώματος, ενώ εάν το υλικό του είναι μαλακό να κατασκευαστεί μεγαλύτερο πάλι μέχρι ενός πέμπτου του βάθους του σπειρώματος. Η διάμετρος του κοχλιοφόρου άξονα ονομάζεται και διάμετρος κοχλία.

Για να λειτουργήσει ένα περικόχλιο σε ένα κοχλία πρέπει:

- 1) Η εσωτερική διάμετρος και η διάμετρος πυρήνα του περικοχλίου να είναι μεγαλύτερα των αντίστοιχων διαμέτρων του κοχλιοφόρου άξονα.
- 2) Το βήμα του εσωτερικού και εξωτερικού σπειρώματος να είναι απολύτως αυτή.
- 3) Η μέση διάμετρος του εσωτερικού και εξωτερικού σπειρώματος να αυτή.
- 4) Η γωνία των αυλάκων των δυο σπειρωμάτων να είναι αυτή.

Για να έχουμε καλή ποιότητα της κοχλιοφόρου σύνδεσης, περικοχλίου επί του κοχλία πρέπει να έχουμε απόλυτη ισότητα των τριών στοιχείων, δηλαδή το βήμα, τη μέση διάμετρο και τη γωνία αυλάκων των δυο κοχλιών. Εάν τα βήματα δεν είναι ίσα, τότε εργάζονται μόνο ένα έως τρία σπειρώματα, το περικόχλιο δεν προχωρεί, οπότε η σύνδεση κοχλία-περικοχλίου δεν είναι ανθεκτική. Η ισότητα των μέσων διαμέτρων καθώς και των γωνιών των αυλακών απαιτείται για να εφάπτονται τα αυλάκια σε όλο μήκος.

ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ.

ΔΙΑΘΕΣΙΜΕΣ ΣΤΡΟΦΕΣ ΤΟΡΝΟΥ.

50	85	145	245
415	700	1180	2000

Για ξεχόνδρισμα:

Για υλικό C 60 και υλικό κοπτικού HSS επιλέγω από πίνακα σελ.70 επιτρεπόμενη ταχύτητα κοπής $V = 20 \text{ m/min}$.

$$V = 20 \text{ m/min.}$$

$$\varnothing = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Άρα } n = \frac{V}{\pi * \varnothing} \Rightarrow n = \frac{20}{3,14 * 0,025} \Rightarrow n = 254,8 \text{ στροφές ανά λεπτό.}$$

Από πίνακα επιλέγονται 245 στροφές ανά λεπτό. (την πλησιέστερη προς τα κάτω και ποτέ προς τα πάνω).

Για λείανση:

$$V = 35 \text{ m/min.}$$

$$\varnothing = 25 \text{ mm}$$

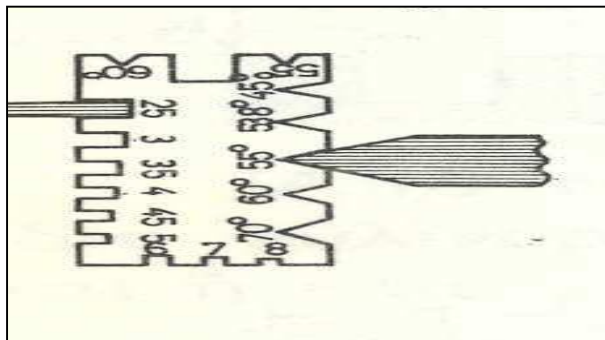
$$\text{Άρα } n = \frac{V}{\pi * \varnothing} \Rightarrow n = \frac{35}{3,14 * 0,025} \Rightarrow n = 445,85 \text{ στροφές ανά λεπτό.}$$

Από πίνακα επιλέγονται 415 στροφές ανά λεπτό.

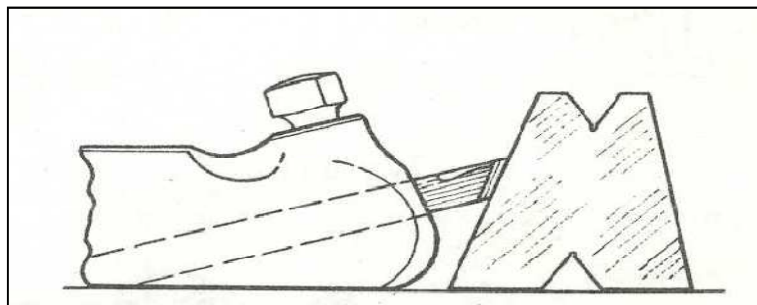
- Κοπή του τεμαχίου από άξονα $\varnothing 26$ σε μήκος 350mm.
- Κατεργασία διαμόρφωσης προσώπου.
- Κατασκευή κέντρου με κεντροτρίπανο, στροφές 700 στρ/min.

- Συγκράτηση κομματιού τσόκ –πόντα για την διαμόρφωση της διαμέτρου $\varnothing 24$ σε μήκος 310mm περίπου.
- Κατασκευή κώνου $2.5^{\circ} \times 45^{\circ}$ στην αρχή όπου θα κατασκευαστεί το σπείρωμα.
- Σημάδεμα στα 200mm μήκος για την κατεργασία τετραγωνικού σπειρώματος με βήμα 5 mm.
- Κατασκευή αυλακιού μήκους 2,5mm για ξεθύμασμα του εργαλείου, για το σπείρωμα με διάμετρο ίση με την διάμετρο πυρήνα του σπειρώματος που είναι 19mm.
- Τρόχισμα του κοπτικού σε πάχος 2,5mm.(υλικό κοπτικού HSS).

Το τρόχισμα γίνεται σε τροχιστικό μηχάνημα και ο έλεγχος της κόψεως του εργαλείου με ειδικούς ηλεκτίρες (καλίμπρες). Τέτοιες καλίμπρες για τριγωνικά σπειρώματα και τετραγωνικά σπειρώματα βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα.



Για τον έλεγχο της δευτερεύουσας (εμπρόσθιας) γωνίας ελευθερίας χρησιμοποιείται η καλίμπρα όπως το παρακάτω σχήμα.



Η επάνω επιφάνεια της κοπτικής άκρης του εργαλείου τροχίζεται ίσια χωρίς γωνία αποβλήτου, γιατί θα μας χαλάσει η μορφή του σπειρώματος.

- Κατασκευή του σπειρώματος ως εξής:

Προετοιμασία του κομματιού.

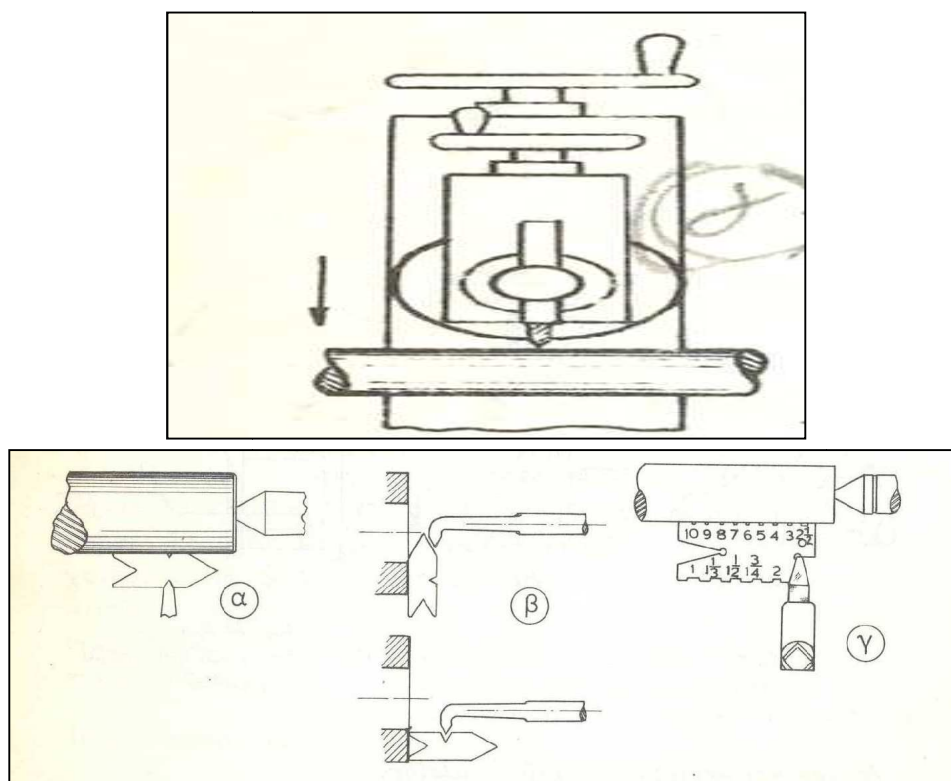
Το κομμάτι δένεται στον τόρνο με τον τρόπο που δένεται και για τις άλλες κατεργασίες. Προσέχουμε να είναι καλά στερεωμένο γιατί το κομμάτι πιέζεται πάρα πολύ κατά την κοπή του σπειρώματος. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα αντιστηρίζουμε το κομμάτι και με την κουκουβάγια ή με το καβαλέτο. Αν θέλουμε να κάνουμε εξωτερικό σπείρωμα, τονρεύουμε αρχικά το κομμάτι στην εξωτερική διάμετρο του σπειρώματος.

Δέσιμο και κεντράρισμα του κοπτικού εργαλείου.

Το εργαλείο δένεται στον εργαλειοδέτη, όπως βλέπουμε στο σχήμα με τέτοιο τρόπο ώστε η διχοτόμος της γωνίας σπειρώματος του εργαλείου να είναι κάθετη προς τον νοητό άξονα του κομματιού. Γι' αυτή τη δουλειά χρησιμοποιούμε έναν ελεγκτήρα σπειρώματος.

Τοποθετούμε τον ελεγκτήρα επάνω στο κύλινδρο κατά την γενέτειρα του σχημα (α) και πλησιάζουμε το εργαλείο τόσο ώστε να εφαρμόζει στην εγκοπή του ελεγκτήρα.

Στο σχήμα (β) και (γ) βλέπουμε πως κεντράρουμε τα εργαλεία για την κοπή εσωτερικού και τραπεζοειδούς σπειρώματος



Κεντράρισμα κοπτικού για (α) εξωτερικό σπείρωμα, (β) εσωτερικό, (γ) τραπεζοειδή

Κοπή του σπειρώματος.

Η πρόωση του βάθους γίνεται με τη γλίστρα του μοιρογνωμόνιο .

Στην αρχή πλησιάζουμε τη μύτη του εργαλείου ώστε να ακουμπά στο κομμάτι.

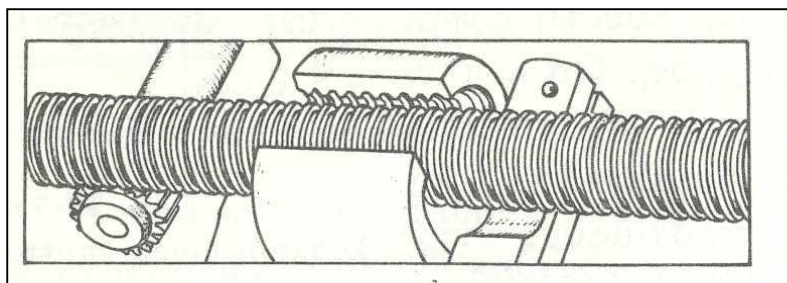
Η εισχώρηση του εργαλείου γίνεται ή κάθετα προς το κομμάτι ή υπό γωνία ανάλογη με την γωνία του σπειρώματος που κατασκευάζουμε, γωνιακή εισχώρηση.

Η εισχώρηση του εργαλείου στην περίπτωση τη δικιά μας θα γίνεται κάθετα προς το κομμάτι. Χρησιμοποιήσαμε στην αρχή βάθος κοπής 0,5mm όπου αναπτύχθηκαν μεγάλες δυνάμεις κοπής και καταστράφηκε το δοκίμιο μας. Στη συνέχεια εργαστήκαμε με βάθος κοπής 0.1mm. Μέχρι συνολικού βάθους σπειρώματος 2 mm και το υπόλοιπο βάθος 0,5mm με περάσματα βάθους 0,05mm.

Κίνηση του εργαλειοφορείου για την κοπή του σπειρώματος.

Κατά την κοπή σπειρωμάτων η μετακίνηση του εργαλειοφορείου γίνεται με τον κοχλία σπειρωμάτων, βιδώνεται ή ξεβιδώνεται ένα παξιμάδι που βρίσκεται στερεωμένο μέσα στο κουτί του εργαλειοφορα και έτσι το αναγκάζει να κινείται από τα αριστερά προς τα δεξιά ή από τα δεξιά προς αριστερά κατά μήκος του τόννου.

Το παξιμάδι αυτό είναι χωρισμένο σε δυο μέρη παρακάτω σχήμα και με κατάλληλο εξωτερικό χειρισμό, δηλαδή όταν ανεβάζουμε ή κατεβάζουμε το μοχλό κλείνει ή ανοίγει. Με αυτό τον τρόπο το εργαλειοφορείο παίρνει κίνηση από τον κοχλία σπειρωμάτων ή είναι ελεύθερο να κινηθεί από τον χειρομοχλό.



Κοχλίας σπειρωμάτων και περικόχλιο

Για να κοπεί ένα σπείρωμα όπως είπαμε πρέπει σε κάθε στροφή του κομματιού να μετατίθεται το εργαλείο κατά ένα βήμα του σπειρώματος που κατασκευάζουμε. Αυτό το κατορθώνουμε όταν συσχετίσουμε τις στροφές της ατράκτου με τις στροφές του κοχλίας σπειρωμάτων.

Ο κοχλίας σπειρωμάτων έχει ορισμένο βήμα και επομένως σε κάθε στροφή του μεταθέτει το εργαλειοφορείο σε απόσταση ίση προς το βήμα του.

Όταν κόβουμε δεξιά σπειρώματα το εργαλείο κινείται και κόβει από δεξιά προς τα

αριστερά , δηλαδή από την κουκουβάγια προς την άτρακτο, ενώ όταν κόβουμε αριστερά σπειρώματα το εργαλείο κινείται αντίθετα.

Την κίνηση του εργαλείου προς τα δεξιά ή αριστερά την ρυθμίζουμε με τον αναστροφέα.

Μετά από κάθε κοπή (πασσο) το εργαλείο πρέπει να γυρίζει πάλι στο αρχικό σημείο που ξεκίνησε. Η επαναφορά αυτή πρέπει απαραίτητα να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε το εργαλείο να ξαναπέφτει μέσα στο αυλάκι που το ίδιο δημιούργησε.

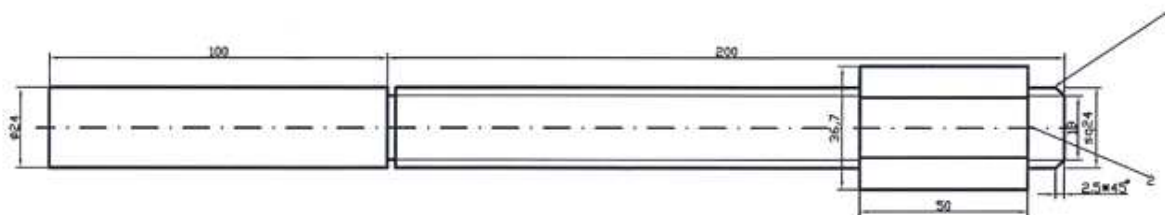
Σ' αυτή την περίπτωση από την αρχή μέχρι το τέλος της κοπής του σπειρώματος δεν αποσυμπλέκουμε τον κοχλία σπειρωμάτων από το παξιμάδι του. Η επαναφορά του εργαλαιοφορείου εδώ γίνεται με το ανάποδα του τόννου. Το ανάποδα στους τόννους γίνεται ή ηλεκτρικά με διακόπτη αναστροφής ή με με σύστημα μηχανικό που βρίσκεται μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων.

- Έλεγχος για το βήμα, με σπειρόμετρο.
- Σημάδεμα στα 310mm και αναστροφή του κομματιού, κόψιμο και διαμόρφωση προσώπου για την επίτευξη μήκους 300mm.
- Δέσιμο στο τσόκ εξάγωνου κομματιού για την κατασκευή του περικοχλίου.
- Σημάδεμα 52mm μήκος και κόψιμο αυτού διαμόρφωση κατεργασίας προσώπου από την μια μεριά, αναστροφή του κομματιού και κατεργασία διαμόρφωσης από την άλλη μέχρι την επίτευξη του μήκους 50mm.
- Κατασκευή κέντρου με κεντροτρύπανο, με ταχύτητα περιστροφής 700 στρ./min.
- Διάτρηση με τρυπάνι \varnothing 8mm. $V_k = 20$ m/min, $d = 8$ mm τότε $n = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = 796$ στροφές ανά λεπτό. Εκλέγονται 700 στροφές ανά λεπτό.
- Διάτρηση με τρυπάνι \varnothing 18mm. $n = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = 353$ στροφές ανά λεπτό. Εκλέγονται 245 στροφές ανά λεπτό.
- Εσωτερική τόννευση σε διάμετρο 19,20mm.
- Κατασκευή κοπτικού εσωτερικού τετραγωνικού σπειρώματος πάχους 2,5mm και δέσιμο σε μανέλα για εσωτερικό σπείρωμα.
- Κατεργασία εσωτερικού τετραγωνικού σπειρώματος αντίστοιχα με τον τρόπο του εξωτερικού σπειρώματος.

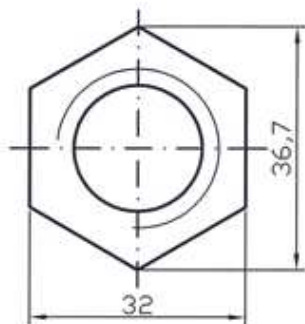
Η ταχύτητα κοπής κατά την κατασκευή του σπειρώματος λαμβάνεται συνήθως στο $\frac{1}{4}$ της ταχύτητας κοπής που αντιστοιχεί σε τόννευση ξεχονδρίσματος. Άρα λαμβάνεται ταχύτητα περιστροφής του τόρνου 50 στροφές ανά λεπτό.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα ήταν ότι όντως η κατασκευή ενός τετραγωνικού σπειρώματος είναι πιο δύσκολη καθώς και όλα τα σπειρώματα κινήσεως διότι το κοπτικό κατασκευής τους, έχει πολύ μεγαλύτερη επαπτομένη κοπτική ακμή, με συνέπεια να αναπτύσσονται πολύ μεγαλύτερες δυνάμεις κοπής. Και μεγαλύτερο βάθος σπειρώματος. Με το βάθος κοπής που χρησιμοποιήθηκε αρχικά, δηλαδή 0,5mm αναπτύχτηκαν μεγάλες δυνάμεις κοπής και καταστράφηκε το δοκίμιο και γι' αυτό στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε βάθος κοπής 0.1mm. Μέχρι συνολικού βάθους σπειρώματος 2 mm και το υπόλοιπο βάθος 0,5mm, με περάσματα βάθους 0,05mm.



2	1	Τεμ.	Περικόχλιο			
1	1	Τεμ.	Ατέρμονας κοχλίας			
α/α	Ποσό- τητα	Μονά- δες	Όνομασία	Τυποποιημένη ονομασία	Παρατήρηση	
Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ			Οπές ISO 2768-m	DIN-ISO 1302	Κλίμακα: 1:2	
					Βάρος:	
					Υλικό St 50	
			Ημερόμ: 05/12/08	Όνομα: Παντελής Μενέγκης	Όνομασία σχεδίου:	
			Σχεδ. Ελεγχ.			
			Κατασκευαστής:	Αριθμός σχεδίου:	Φύλλο	
Π/α	Αλλαγή	Ημερομ.	Όνομ.	Προέρχεται από:	Αντικαθίστα το:	Αντικαθίσταθηκε από:



Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ		Οπές ISO 2768-m		DIN-ISO 1302		Κλίμακα: 1:1		Βάρος:	
						Υλικό St 50			
				Ημερόμ:	Όνομα:	Ονομασία σχεδίου:			
			Σχέδ.	05/12/08	Παντελής				
			Έλεγχ.		Μενεγκής				
				Κατασκευαστής:		Αριθμός σχεδίου:			Φύλλο
π/α	Αλλαγή	Ημερομ.	Όνομ.	Προέρχεται από:	Αντικαθιστά το:	Αντικαθιστάθηκε από:			











ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Λάζος, Μηχανική και Τεχνολογία στην Αρχαία Ελλάδα, Εκδόσεις ΑΙΟΛΟΣ.
- Εργαλειομηχανές, Γ.Τσέα ,εκδόσεις << ΙΩΝ>>.
- Κατασκευαστικές τεχνολογίες, Καρούζος Στέφανος.
- Σημειώσεις από το μάθημα κατασκευαστικές τεχνολογίες.
- Τεχνολογία μηχανολογικών κατασκευών , Μελέτης Βούλγαρης , εκδόσεις << ΙΩΝ>>.
- Εργαλειομηχανές, Γεώργιου Παγκάκη, εκδόσεις συγγραφέως.
- Μηχανουργική τεχνολογία, ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ.