

Α.ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ : ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΤΟΡΝΟΥ

ΘΕΟΔΩΡΟΥ ΘΟΔΩΡΗΣ



ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΙΟΥΝΙΟΣ-2011

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΠΑΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας κύριο **Παπαστεφανάκη Λεωνίδα** για τη βοήθεια και τη συνδρομή που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους τους ειδικούς και τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα των μηχανουργικών κατεργασιών, για την απρόσκοπτη παροχή πληροφοριών σχετικά με την κατασκευή και τη λειτουργία των εργαλειομηχανών και συγκεκριμένα του τόννου.

Τέλος, θα επιθυμούσα να αποστείλω τις ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου και στους φίλους μου, οι οποίοι όλο αυτόν τον καιρό της προετοιμασίας της συγκεκριμένης εργασίας στήριξαν την προσπάθειά μου.

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	1
1. Τόρνοι	3
1.1. Γενικά	3
1.1.1. Βασικές κατηγορίες τόρνων	3
1.1.2. Κατάταξη και χαρακτηρισμός των τόρνων γενικής χρήσης	5
1.1.2.1. Τόρνοι παράλληλοι κεντροφόροι	6
1.1.2.2. Τόρνοι μετωπικοί	8
1.1.2.3. Τόρνοι κατακόρυφοι	9
1.1.2.4. Περιστροφικοί τόρνοι (Revolver)	11
1.2. Τόρνοι παράλληλοι κεντροφόροι γενικής χρήσης	12
1.2.1. Γενικά	13
1.2.2. Συνθήκες κοπής και ισχύς του τόρνου	14
1.2.2.1. Υπολογισμός της ταχύτητας κοπής	15
1.2.2.2. Υπολογισμός των δυνάμεων κοπής	20
1.2.2.3. Ισχύς του τόρνου	23
1.2.3. Κατασκευή και λειτουργία του τόρνου	25
1.2.3.1. Βασικά συκροτήματα του τόρνου	25
1.2.3.2. Μετάδοση των κινήσεων	26
1.2.3.3. Κατασκευαστικές λύσεις των βασικών συκροτημάτων του τόρνου	28
1.2.4. Κοπτικά εργαλεία	- 35 -
1.2.4.1. Είδη κοπτικών εργαλείων τόρνου	- 35 -
1.2.4.2. Τοποθέτηση του κοπτικού εργαλείου ως προς το αντικείμενο	43
1.2.5. Εξοπλισμός του τόρνου για τη συγκράτηση των προς κατεργασία αντικειμένων	45
1.2.5.1. Το άκρο της ατράκτου	45
1.2.5.2. Είδη σφιγκτήρων τόρνου	47
1.2.5.3. Καβαλέτα στήριξης των αντικειμένων	51
1.2.6. Κατεργασίες επιτυχανόμενες σε τόρνο παράλληλο γενικής χρήσης	53
1.2.6.1. Γενικά	53
1.2.6.2. Τόρνευση κατά μήκος	53
1.2.6.3. Τόρνευση εγκάρσια	54

1.2.6.4.	Κατεργασία εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών	55
1.2.6.5.	Κατεργασία σπειρωμάτων	56
1.2.6.6.	Τόρνευση μορφής	57
1.2.6.7.	Τόρνευση κωνικών επιφανειών	58
1.2.6.8.	Τόρνευση αντιγραφής	60
1.3.	Τόρνοι ημιαυτόματοι και αυτόματοι	62
1.3.1.	Κατάταξη με κριτήριο τον βαθμό αυτοματισμού	62
1.3.2.	Γενικά	66
1.3.3.	Τύποι ρεβόλβερ – Δομή και χαρακτηριστικά	68
1.3.4.	Ταχύτητες	73
1.3.5.	Πρόωση και διαδρομές προώσεων	73
1.3.6.	Βασικοί αυτοματισμοί	74
1.3.7.	Εργασίες που κάνει ο τεχνίτης	74
1.3.8.	Τα εργαλεία στον τόρνο ρεβόλβερ και η σημασία τους	74
1.3.9.	Καθορισμός φάσεων κατεργασίας και επιλογή εργαλείων	75
1.3.10.	Εξέλιξη και παραλλαγές στους τόνους ρεβόλβερ	75
1.3.11.	Η ψύξη στους τόνους ρεβόλβερ	77
1.3.12.	Ψύξη και υγρά κοπής	77
1.3.13.	Εκλογή συνθηκών κοπής	78
1.3.14.	Υπολογισμός της ισχύος του κινητήρα μετάδοσης	79
	Συμπεράσματα	81
1.4	Άσκηση 1 ^η	82
1.4.1	Αντικείμενο της άσκησης	82
1.4.2	Σκοπός της άσκησης	83
1.4.3	Χρησιμοποιούμενα μηχανήματα	83
1.4.4	Χρησιμοποιούμενα εργαλεία	83
1.4.5	Χρησιμοποιούμενα όργανα	83
1.4.6	Φάσεις κατεργασίας	84
	Παρατηρήσεις	85
	Βιβλιογραφία	87

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1: Τόρνος γενικής χρήσης	4
Σχήμα 2: Σύγχρονος προγραμματιζόμενος τόρνος και η εργαλειοφόρα κεφαλή του με 12 εργαλεία	5
Σχήμα 3: Σύγχρονος προγραμματιζόμενος τόρνος και η εργαλειοφόρα κεφαλή του με 12 εργαλεία	5
Σχήμα 4: Τόρνοι επιτραπέζιοι	6
Σχήμα 5: Τόρνοι παραγωγικοί	7
Σχήμα 6: Τόρνοι παράλληλων χρήσεων (Universal)	8
Σχήμα 7: Τόρνοι βαρείς	8
Σχήμα 8: Τόρνοι μετωπικοί	9
Σχήμα 9: Κατακόρυφοι μονόστυλοι τόρνοι	10
Σχήμα 10: Κατακόρυφοι δίστυλοι τόρνοι	10
Σχήμα 11: Περιστρεφόμενοι τόρνοι με κατακόρυφο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής	11
Σχήμα 12: Περιστρεφόμενοι τόρνοι με οριζόντιο άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής	12
Σχήμα 13: Βασικές χαρακτηριστικές διαστάσεις παράλληλου κεντροφόρου τόρνου	13
Σχήμα 14: Σύστημα μετάδοσης παράλληλου τόρνου	14
Σχήμα 15: Γενική όψη παράλληλου τόρνου	26
Σχήμα 16: Κινηματικό σχήμα παράλληλου τόρνου	27
Σχήμα 17: Κιβώτιο ταχυτήτων	28
Σχήμα 18: Σχέση μετάδοσης της κιθάρας	29
Σχήμα 19: Κιβώτιο προώσεων	30
Σχήμα 20: Ανάπτυξη του κιβωτίου εργαλειοφορέα	31
Σχήμα 21: Εργαλειοφορείο	33
Σχήμα 22: Κεντροφορέας (κουκουβάγια)	34
Σχήμα 23: Μαχαίρια ολόσωμα	35
Σχήμα 24: Μαχαίρια μορφής	36
Σχήμα 24α: Πλακίδια σκληρομετάλλων με θετική γωνία ελευθερίας	37
Σχήμα 24β: Πλακίδια σκληρομετάλλων με μηδενική γωνία ελευθερίας	38

Σχήμα 24γ: Χαρακτηριστικές επιφάνειες και ακμές του εργαλείου του κατεργαζόμενου τεμαχίου κατά την τόννευση	38
Σχήμα 24δ: Χαρακτηριστικές επιφάνειες ακμές και γωνίες κοπτικού εργαλείου τόννευσης	39
Σχήμα 25: Τοποθέτηση των μαχαιρών στον εργαλειοδέτη	43
Σχήμα 26: Διαφορετική τοποθέτηση της επιφάνειας τριβής	44
Σχήμα 27: Τοποθέτηση του μαχαιριού ως προς την αξονική γραμμή του κατεργαζόμενου άξονα	45
Σχήμα 28: Τοποθέτηση του μαχαιριού ως προς την αξονική γραμμή της κατεργαζόμενης οπής	45
Σχήμα 29: Άκρο της ατράκτου με σπείρωμα	46
Σχήμα 30: Κωνικό άκρο της ατράκτου	47
Σχήμα 31: Άκρο της ατράκτου μετά κέντρου	47
Σχήμα 32: Είδη κέντρων	48
Σχήμα 33: Τρόπος μεταφοράς της περιστροφικής κίνησης στο αντικείμενο με τη βοήθεια λυγισμένου μεταφορέα	49
Σχήμα 34: Τρόπος μεταφοράς της περιστροφικής κίνησης στο αντικείμενο με τη βοήθεια ευθύ μεταφορέα	49
Σχήμα 35: Σφιγκτήρας τεσσάρων σιαγόνων	50
Σχήμα 36: Σφιγκτήρας αυτοκεντραριζόμενος	51
Σχήμα 37: Καβαλέτο κινητό	52
Σχήμα 38: Καβαλέτο σταθερό	52
Σχήμα 39: Συγκράτηση στον σφιγκτήρα	54
Σχήμα 40: Συγκράτηση μέσω κέντρων	54
Σχήμα 41: Τόννευση μετωπικής επιφάνειας	55
Σχήμα 42: Κοπή μέσω τόννευσης	55
Σχήμα 43: Εσωτερική τόννευση μέσω μαχαιριού	55
Σχήμα 44: Διάνοιξη οπής μέσω τρυπανιού	56
Σχήμα 45: Κοπή τριγωνικής και τετραγωνικής μορφής σπειρώματος	56
Σχήμα 46: Μεγέθη και διαστάσεις του προς κατεργασία σπειρώματος	57
Σχήμα 47: Τόννευση μορφής (κοίλης και κυλινδρικής επιφάνειας)	58
Σχήμα 48: Τόννευση μορφής (κυρτής και κυλινδρικής επιφάνειας)	58
Σχήμα 49: Τόννευση κώνου με στροφή του εργαλειοφορείου	59

Σχήμα 50: Τόρνευση κώνου με μετατόπιση του κεντροφορέα	59
Σχήμα 51: Τόρνευση κώνου σε όλο το μήκος του εξαρτήματος	60
Σχήμα 52: Τόρνευση αντιγραφής με την κατά μήκος προώθηση του εργαλείου	61
Σχήμα 53: Τόρνευση αντιγραφής με την εγκάρσια προώθηση του εργαλείου	61
Σχήμα 54: Τόρνευση κώνου μέσω αντιγραφής	62
Σχήμα 55: Ημιαυτόματος τόρνος -Revolver	63
Σχήμα 56: Αυτόματος τόρνος μηχανικού προγραμματισμού	64
Σχήμα 57: Τόρνος ημιαυτόματος πολυαξονικός (8 κύριες άτρακτοι)	64
Σχήμα 58: Τόρνος ημιαυτόματος πολυαξονικός (8 κύριες άτρακτοι)	65
Σχήμα 59: Τόρνος ρεβόλβερ με πύργο	68
Σχήμα 60: Τόρνος ρεβόλβερ με μύλο	69
Σχήμα 61: Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής εξαγωνικού πύργου σε αξονομετρικό	70
Σχήμα 62 Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής εξαγωνικού πύργου σε αξονομετρικό	70
Σχήμα 63: Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής μύλου εξοπλισμένη με εργαλεία	70
Σχήμα 64: Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής μύλου.	71
Σχήμα 65: Διάταξη για την κατά μήκος μετακίνηση του πύργου τόρνου ρεβόλβερ	71
Σχήμα 66: Πολυάτρακτος αυτόματος τόρνος με 8 ατράκτους (8 x φ32)	76
Σχήμα 67: Χαρακτηριστικό διάγραμμα V-D	85

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Ταχύτητα κοπής κατά την κατά μήκος τόννευση (άνευ ψύξης)	16
Πίνακας 2: Τιμές συντελεστή X_T για τον υπολογισμό της ταχύτητας V_T ανάλογα της διάρκειας \bar{t} της κόψης του εργαλείου	17
Πίνακας 3: Ταχύτητα πρόωσης ξεχονδρίσματος κατά την κατά μήκος και εγκάρσια τόννευση με κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα	17
Πίνακας 4: Ταχύτητα πρόωσης ξεχονδρίσματος κατά την τόννευση οπών με κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα	18
Πίνακας 5: Ταχύτητα πρόωσης κατά την κοπή με εργαλεία από ταχυχάλυβα	19
Πίνακας 6: Τιμές της ειδικής αντίστασης k_s	20
Πίνακας 7: Τιμές της σταθεράς και εκθετών για τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής κατά τη τόννευση και πλάνιση με κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα	22
Πίνακας 8: Τιμές της σταθεράς για τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής κατά την τόννευση και πλάνιση με κοπτικά εργαλεία από σκληρομέταλλο	23

Εισαγωγή

Στα πλαίσια της προσπάθειας να ικανοποιηθεί μεγάλο πλήθος αναγκών του ανθρώπου μέσω της αξιοποίησης και εκμετάλλευσης των μετάλλων, σε συνδυασμό με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, αναπτύχθηκε μεγάλη ποικιλία μηχανών.

Με τον όρο εργαλειομηχανές ονομάζουμε τις μηχανές εκείνες που χρησιμεύουν ως εργαλεία για την εφαρμογή με κατανάλωση ενέργειας των διαφόρων μεθόδων που έχει επινοήσει ο άνθρωπος για την παραγωγή προϊόντων.

Συνήθως οι εργαλειομηχανές είναι σταθερές στη θέση λειτουργίας τους, επεξεργάζονται το μέταλλο και αποδίδουν στο παραγόμενο προϊόν την επιθυμητή μορφή και μέγεθος είτε με διαμόρφωση είτε με αφαίρεση του πλεονάζοντος υλικού. Ιδιαίτερη θέση στις σύγχρονες εργαλειομηχανές έχουν οι εργαλειομηχανές με αυτόματο πρόγραμμα και με ηλεκτρονικό υπολογιστή οι οποίες ονομάζονται εργαλειομηχανές NC και CNC.

Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι παραγωγής για την κατεργασία του μετάλλου σύμφωνα με τις οποίες κατατάσσονται οι διάφορες εργαλειομηχανές είναι οι ακόλουθες:

- *Πρωτογενής μορφοποίηση:* Παραγωγή από ένα άμορφο υλικό (σε κατάσταση ρευστού ή σκόνης) ενός ημικατεργασμένου ή τελειωμένου προϊόντος.
- *Μορφοποίηση με πλαστική παραμόρφωση:* Εξαναγκασμένη πλαστική μορφοποίηση σε ψυχρή ή πυρακτωμένη κατάσταση ημικατεργασμένου υλικού (ράβδοι σιδήρου, επίπεδα ελάσματα) για την παραγωγή προϊόντος με προκαθορισμένη μορφή και διαστάσεις. Εκτέλεση εν θερμώ ή εν ψυχρώ.
- *Αφαίρεση υλικού:* Διεργασία με αφαίρεση μεγάλου ή μικρού τμήματος από το αρχικό υλικό, με τοπική διακοπή της συνοχής του και αλλαγή της μορφής του. Στις εργαλειομηχανές αφαίρεσης υλικού περιλαμβάνονται:
 - *Εργαλειομηχανές τεμαχισμού* της πρώτης ύλης σε μικρότερα μέρη (ψαλίδια λαμαρινών), ή αποχωρισμού (απότμηση) σε κομμάτια με καθορισμένη μορφή χωρίς τη δημιουργία αποβλήτων.
 - *Εργαλειομηχανές κοπής*, όπου με χρήση κοπτικού εργαλείου και ελεγχόμενες μηχανικές κινήσεις πραγματοποιείται βαθμιαία αφαίρεση μικρών τεμαχίων ύλης μέχρι το υλικό να λάβει τις προκαθορισμένες διαστάσεις και μορφή.

- *Εργαλειομηχανές* όπου η επιθυμητή μορφή λαμβάνεται με αφαίρεση υλικού μέσω *φυσικοχημικών μεθόδων*.
- *Συσσωμάτωση*: Στερεή συνένωση δύο ή περισσότερων τεμαχίων με σύνδεση μορφοποιημένου ή άμορφου υλικού.
- *Διάφορες άλλες μέθοδοι*: Τις τελευταίες δεκαετίες αντί μίας εργαλειομηχανής, χρησιμοποιούνται συγκροτήματα συνεργαζόμενων εργαλειομηχανών. Διακρίνονται σε:
 - *Γραμμή παραγωγής*.
 - *Ευέλικτα συστήματα κατεργασιών*.

Αναφέρεται ότι οι τόννοι καταλαμβάνουν την πρώτη θέση στην ομάδα των εργαλειομηχανών κοπής.

Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται την κατασκευή και θεωρητική αντιμετώπιση ασκήσεων τόννου. Διακρίνεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρουσιάζονται γενικά στοιχεία για τους τόννους, τις βασικές κατηγορίες τόννων, την ανάλυση τόννου γενικής χρήσης, τις συνθήκες κοπής και την ισχύ του τόννου, την κατασκευή και λειτουργία του τόννου και τα κοπτικά εργαλεία.

1. Τόρνοι

1.1. Γενικά

1.1.1. Βασικές κατηγορίες τόννων

Οι τόννοι είναι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται βασικά στην κατασκευή αντικειμένων κυκλικής διατομής. Οι βασικές κινήσεις κατά τη τόννευση 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 τόννευση 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 τόννευσης 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.

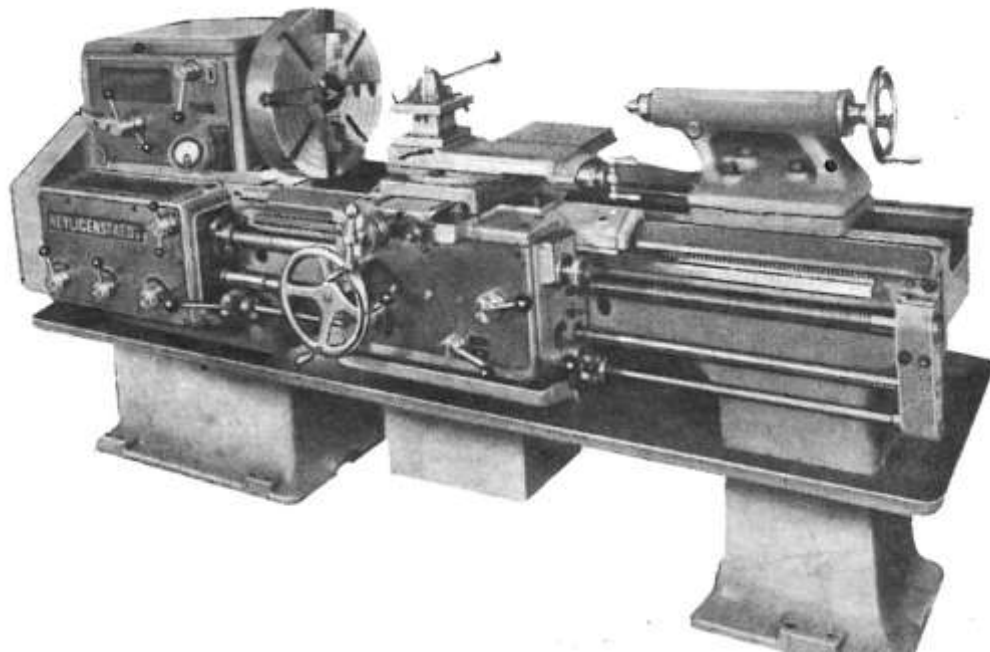
Ο τόννος, ακολουθώντας τη γενική τεχνολογική ανάπτυξη έχει εξελιχθεί και αυτός τόσο, ώστε να ανταποκρίνεται σε όλες τις απαιτήσεις των κατασκευών, που χαρακτηρίζονται από την ακρίβεια, την παραγωγικότητα και τον αυτοματισμό. Οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι οι βασικοί συντελεστές σε κάθε εργαλειομηχανή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

Από την άποψη χρησιμοποίησής τους, οι τόννοι διαιρούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- *Τόρνοι γενικής χρήσης.* Προορίζονται για την κατεργασία ποικίλων ειδών εξαρτημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται σε διάφορους βιομηχανικούς κλάδους. Στην κατηγορία τόννων γενικής χρήσης, υπάγονται οι κεντροφόροι παράλληλοι universal, (εφοδιασμένοι με άξονα προώσεων και κοχλία σπειρωμάτων), οι κεντροφόροι παράλληλοι παραγωγικοί (εφοδιασμένοι μόνο με άξονα προώσεων ή με υδραυλική μετάδοση των προώσεων), οι παράλληλοι πολυμάχαιροι, οι τόννοι

αντιγραφής, οι περιστροφικοί (Revolver), οι ημιαυτόματοι και αυτόματοι, οι κατακόρυφοι και οι μετωπικοί.

- *Τόρνοι ειδικευμένοι.* Χρησιμοποιούνται σε ειδικές κατεργασίες αντικειμένων σε διάφορους βιομηχανικούς κλάδους (π.χ. οι τόρνοι για την κοπή σπειρωμάτων, οι τόρνοι κοπής).
- *Τόρνοι ειδικοί (κλαδικοί).* Χρησιμοποιούνται σε ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους, π.χ. στη βιομηχανία αυτοκινήτων (τόρνοι κατεργασίας στροφαλοφόρων αξόνων), στη σιδηροδρομική κ.α.

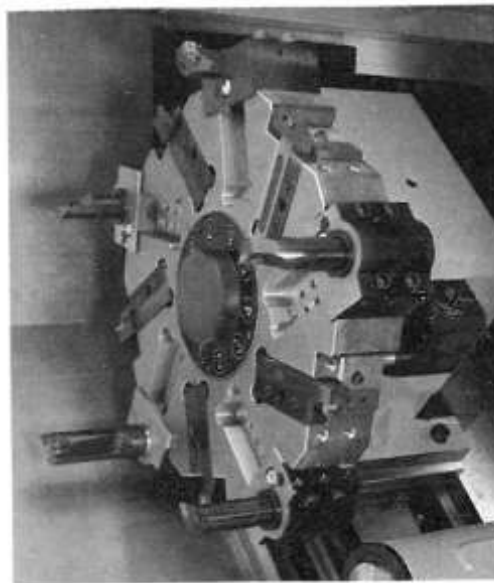


Σχήμα 1: Τόρνος γενικής χρήσης



Σχήμα 2: Σύγχρονος προγραμματιζόμενος τόννος και η εργαλειοφόρα κεφαλή του με 12 εργαλεία

α) Γενική όψη



Σχήμα 3: Σύγχρονος προγραμματιζόμενος τόννος και η εργαλειοφόρα κεφαλή του με 12 εργαλεία

β) Εργαλειοφόρα κεφαλή

1.1.2. Κατάταξη και χαρακτηρισμός των τόννων γενικής χρήσης

Η κατάταξη των τόννων της κατηγορίας αυτής πραγματοποιείται ανάλογα με τη χρήση αυτών, τις χαρακτηριστικές κατασκευαστικές διαστάσεις και τα διάφορα μεγέθη. Χρησιμοποιούνται συνήθως οι παρακάτω συμβολισμοί:

D : Μέγιστη διάμετρος τόννευσης πάνω από τους ολισθητήρες του τραπεζιού (για τόννους κατακόρυφους, η μέγιστη διάμετρος τόννευσης του αντικειμένου) σε mm .

d : Μέγιστη διάμετρος της κατεργαζόμενης ράβδου (αντικείμενου) σε mm .

L : Απόσταση μεταξύ κέντρων (αιχμών) σε mm .

k_n : Το πλήθος των περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου.

n_{max} : Μέγιστη περιστροφική ταχύτητα της ατράκτου σε $στρ./min$.

P_{min} : Ελάχιστη πρόωση του κοπτικού εργαλείου σε $mm/στρ.$

N : Ισχύς του κινητήρα μετάδοσης της εργαλειομηχανής σε kW .

G : Βάρος της εργαλειομηχανής σε T ή kp .

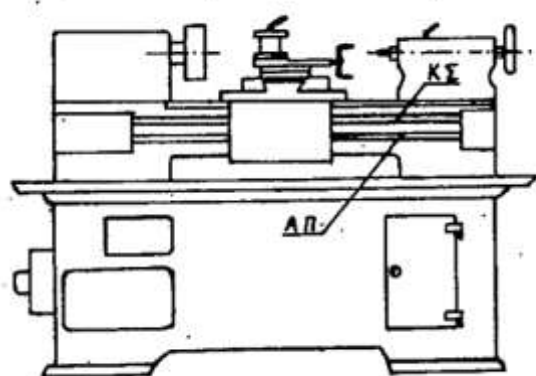
G_a : Βάρος του κατεργαζόμενου τεμαχίου σε T ή kp .

1.1.2.1. Τόρνοι παράλληλοι κεντροφόροι

Οι παράλληλοι κεντροφόροι τόρνοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

α) Τόρνοι επιτραπέζιοι

Η μετάδοση των κινήσεων της ατράκτου επιτυγχάνεται με κλιμακωτές τροχαλίες. Οι προωθητικές κινήσεις του εργαλειοφορείου εγκάρσια και κατά μήκος επιτυγχάνονται χειροκίνητα όπως επίσης και μηχανικά. Παρουσιάζουν μεγάλη ακρίβεια. Χρησιμοποιούνται στα μηχανουργία κατασκευής μικρών αντικειμένων, στη βιομηχανία ρολογιών και στην ηλεκτροτεχνουργία. Τα κύρια χαρακτηριστικά των επιτραπέζιων τόννων είναι τα ακόλουθα:

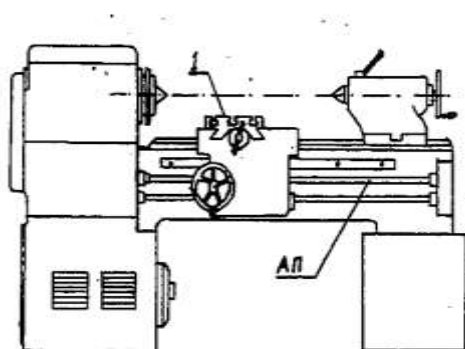


$$\begin{aligned} D &= 100 \div 250 \text{ mm} \\ L &= 250 \div 500 \text{ mm} \\ k_n &= 6 \div 18 \\ n_{max} &= 1250 \div 3800 \text{ στρ./min} \\ P_{min} &= 0,01 \div 0,05 \text{ mm/στρ.} \\ N &= 0,25 \div 1,5 \text{ KW} \\ G &= 25 \div 500 \text{ kp} \end{aligned}$$

Σχήμα 4: Τόρνοι επιτραπέζιοι

β) Τόρνοι παραγωγικοί

Χαρακτηριστικό στοιχείο των παραγωγικών τόνων είναι η έλλειψη κοχλία σπειρωμάτων. Οι κατά μήκος προωθητικές κινήσεις του εργαλειοφορείου μεταδίδονται μηχανικά μέσω του άξονα προώσεων. Οι εγκάρσιοι ολισθητήρες κατασκευάζονται σε μορφή πλάκας με αύλακες σχήματος (T) και χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση του εργαλειοδέτη και των βοηθητικών συσκευών, Χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή σε σειρά. Τα κύρια χαρακτηριστικά των παραγωγικών τόνων είναι τα ακόλουθα:



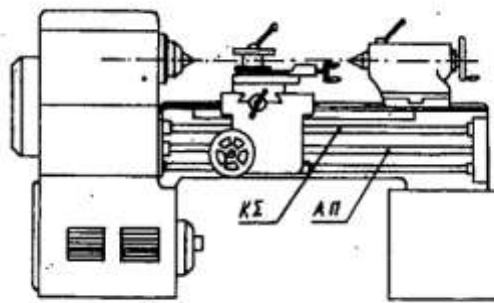
$$\begin{aligned} D &= 315 \div 630 \text{ mm} \\ L &= 750 \div 2000 \text{ mm} \\ k_n &= 12 \div 24 \\ n_{\max} &= 1400 \div 3150 \text{ στρ/min} \\ p_{\min} &= 0,05 \div 0,1 \text{ mm/στρ.} \\ N &= 5 \div 30 \text{ KW} \\ G &:= 2000 \div 5000 \text{ kp} \\ G_a &= 600 \div 1800 \text{ kp} \end{aligned}$$

Σχήμα 5: Τόρνοι παραγωγικοί

γ) Τόρνοι πολλαπλών χρήσεων (Universal)

Παράπλευρα του άξονα προώσεων ΑΠ και του οδοντωτού κανόνα, οι τόρνοι πολλαπλών χρήσεων είναι εφοδιασμένοι με κοχλία σπειρωμάτων ΚΣ μέσω του οποίου παρέχεται η δυνατότητα κοπής σπειρωμάτων και γενικότερα ελικώσεων. Το εργαλειοφορείο με διάταξη στροφής προσαρμόζεται για την κατά μήκος, εγκάρσια και λοξή τόννευση.

Συγκρινόμενος με τον παραγωγικό τόρνο έχει μεγαλύτερο εύρος περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου και μεγαλύτερο πλήθος προώσεων του εργαλειοφορείου. Χρησιμοποιείται στα μηχανουργία για την παραγωγή μονάδας ή μικρών σειρών. Τα κύρια χαρακτηριστικά των τόνων πολλαπλών χρήσεων είναι τα ακόλουθα:

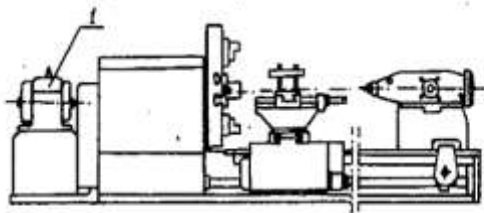


D	$= 315 \div 800 \text{ mm}$
L	$= 750 \div 8000 \text{ mm}$
k_n	$= 18 \div 36$
n_{\max}	$= 1250 \div 2800 \text{ στρ/min}$
P_{\min}	$= 0,02 \div 0,1 \text{ mm/στρ.}$
N	$= 3 \div 35 \text{ KW}$
G	$= 2000 \div 5000 \text{ kp}$

Σχήμα 6: Τόρνοι παράλληλων χρήσεων (Universal)

δ) Τόρνοι βαρείς

Το τραπέζι σε μορφή πλαισίου στηρίζεται σε θεμελιωμένο έδαφος. Το κιβώτιο ταχυτήτων λαμβάνει την κίνηση από τον κινητήρα (1), ο οποίος είναι τοποθετημένος επάνω σε ειδική βάση. Το εργαλειοφορείο μετακινείται πάνω στους ολισθητήρες όπως επίσης και στους τόρνους Universal. Οι προωθητικές κινήσεις του εργαλειοφορείου μεταδίδονται από διαφορετικό κινητήρα μέσω του κιβωτίου προώσεων. Χρησιμοποιείται για την κατεργασία αντικειμένων μεγάλου βάρους. Υπάρχει επίσης και η δυνατότητα κοπής σπειρωμάτων. Τα κύρια χαρακτηριστικά των βαρέων τόρνων είναι τα ακόλουθα:



D	$= 900 \div 4000 \text{ mm}$
L	$= 3000 \div 15000 \text{ mm}$
k_n	$= 18 \div 36$
n_{\max}	$= 71 \div 450 \text{ στρ/min}$
P_{\min}	$= 0,1 \div 1,25 \text{ mm/στρ.}$
N	$= 18 \div 150 \text{ KW}$
G	$= 10 \div 80 \text{ T}$
G_a	$= 3,6 \div 140 \text{ T}$

Σχήμα 7: Τόρνοι βαρείς

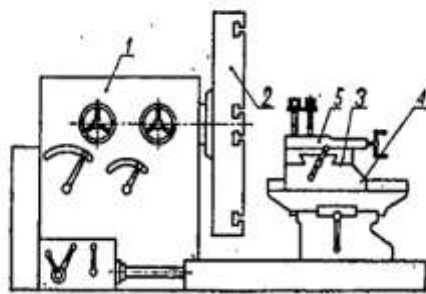
1.1.2.2. Τόρνοι μετωπικοί

Οι μετωπικοί τόρνοι διακρίνονται από κατασκευαστικής άποψης σε:

- Μετωπικούς τόρνους με εγκάρσιο τραπέζι.
- Μετωπικούς τόρνους με επίμηκες τραπέζι περιτετμημένο.

- Μετωπικούς τόρνους με τραπέζι δαπέδου (σε μορφή πλάκας).

Τα προς κατεργασία αντικείμενα προσδένονται πάνω στην αντικειμενοφόρο πλάκα (2), η οποία λαμβάνει την περιστροφική κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων. Η διάταξη των εργαλειοφορείων (3), (4) και του εργαλειοδέτη (5) είναι αντίστοιχη με αυτή των βαρέων τόρνων. Προορίζονται για την κατεργασία αντικειμένων μεγάλης διαμέτρου αλλά μικρού πάχους και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μονάδας. Τα κύρια χαρακτηριστικά των μετωπικών τόρνων είναι τα ακόλουθα:



$$\begin{aligned}
 D &= 1500 \div 4000 \text{ mm} \\
 k_n &= 12 \div 18 \\
 n_{\max} &= 72 \div 280 \text{ στρ/min} \\
 P_{\min} &= 0,05 \div 0,1 \text{ mm/στρ.} \\
 N &= 7,5 \div 40 \text{ KW} \\
 G &= 40 \div 50 \text{ T} \\
 G_a &= 1,5 \div 10 \text{ T}
 \end{aligned}$$

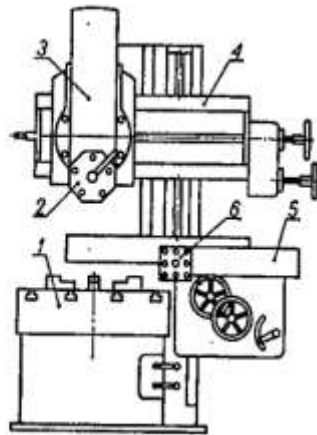
Σχήμα 8: Τόρνοι μετωπικοί

1.1.2.3. Τόρνοι κατακόρυφοι

Οι κατακόρυφοι τόρνοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

α) Κατακόρυφοι μονόστυλοι τόρνοι

Η πλάκα που φέρει το προς κατεργασία αντικείμενο (1), στρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα. Το πλευρικό εργαλειοφορείο (5) μετακινείται κατακόρυφα επάνω στους ολισθητήρες του στύλου, ενώ το άνω εργαλειοφορείο (3) μετακινείται οριζόντια στους ολισθητήρες του βραχίονα (4). Ανεξάρτητα από αυτό, οι εργαλειοδέτες είναι δυνατόν να μετακινηθούν επάνω στα αντίστοιχα εργαλειοφορεία. Ο άνω εργαλειοδέτης είναι δυνατόν επίσης να στραφεί επάνω στους ολισθητήρες του εργαλειοφορείου. Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μονάδας και μικρών σειρών αντικειμένων μεγάλης διαμέτρου. Τα κύρια χαρακτηριστικά των μονόστυλων κατακόρυφων τόρνων είναι τα ακόλουθα:

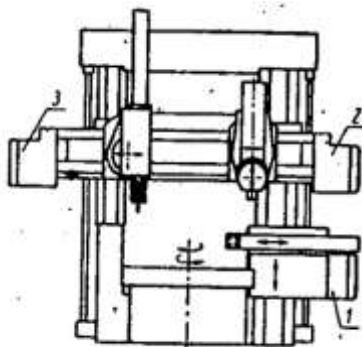


$$\begin{aligned}
 D &= 850 \div 1600 \text{ mm} \\
 L &= 700 \div 1250 \text{ mm} \\
 k_n &= 12 \div 18 \\
 n_{\max} &= 160 \div 350 \text{ στρ/μιν} \\
 P_{\min} &= 0,05 \div 0,15 \text{ mm/στρ.} \\
 N &= 12 \div 45 \text{ KW} \\
 G &= 6 \div 20 \text{ T}
 \end{aligned}$$

Σχήμα 9: Κατακόρυφοι μονόστυλοι τórνοι

β) Κατακόρυφοι δίστυλοι τórνοι

Το σύστημα εργασίας της πλάκας που φέρει το προς κατεργασία αντικείμενο και των εργαλειοφορέων είναι όπως και στο μονόστυλο τórνο. Η εργαλειοφόρος δοκός μετακινείται επάνω στους ολισθητήρες των δύο στύλων. Οι στύλοι στο κάτω μέρος συνδέονται με τη βάση του τραπεζιού, ενώ στο άνω μέρος μέσω της εγκάρσιας δοκού. Για τη μετάδοση των προώσεων στα εργαλειοφορεία χρησιμοποιούνται τρία ανεξάρτητα κιβώτια προώσεων (1), (2) και (3). Χρησιμοποιούνται όπως και οι μονόστυλοι τórνοι αλλά για αντικείμενα μεγαλύτερου βάρους και μεγαλύτερης διαμέτρου. Τα κύρια χαρακτηριστικά των κατακόρυφων δίστυλων τórνων είναι τα ακόλουθα:



$$\begin{aligned}
 D &= 1400 \div 11000 \text{ mm} \\
 L &= 1250 \div 4000 \text{ mm} \\
 k_n &= 12 \div 24 \\
 n_{\max} &= 15 \div 350 \text{ στρ/μιν} \\
 P_{\min} &= 0,1 \div 0,4 \text{ mm/στρ.} \\
 N &= 25 \div 80 \text{ KW} \\
 G &= 25 \div 80 \text{ T}
 \end{aligned}$$

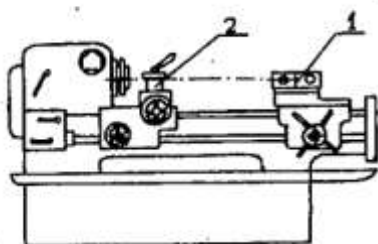
Σχήμα 10: Κατακόρυφοι δίστυλοι τórνοι

1.1.2.4. Περιστροφικοί τόρνοι (Revolver)

Οι περιστροφικοί τόρνοι (revolver) διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

α) Με κατακόρυφο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής.

Στους τόρνους αυτούς τα εργαλεία συγκρατούνται στην περιστρεφόμενη κεφαλή (1) και στον εργαλειοδέτη (2) του εγκάρσιου εργαλειοφορείου με τη σειρά, την οποία θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Το εργαλειοφορείο που φέρει την περιστρεφόμενη κεφαλή μετακινείται κατά μήκος, ενώ το εγκάρσιο εργαλειοφορείο κατά μήκος και κάθετα. Το σύστημα μετάδοσης των κινήσεων της ατράκτου είναι όπως και στους παράλληλους κεντροφόρους τόρνους. Χρησιμοποιείται συνήθως για την κατεργασία αντικειμένων μικρών διαστάσεων ή ημιπροϊόντων στην παραγωγή μεσαίων και μεγάλων σειρών. Τα κύρια χαρακτηριστικά των περιστροφικών τόρνων με κατακόρυφο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής είναι τα ακόλουθα:

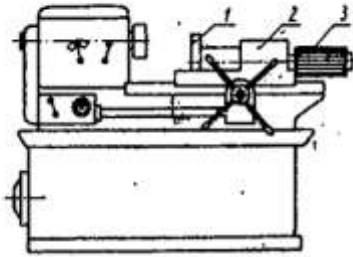


$$\begin{aligned} D &= 200 \div 450 \text{ mm} \\ d &= 25 \div 80 \text{ mm} \\ k_n &= 12 \div 18 \\ n_{\max} &= 1400 \div 2800 \text{ στρ/μιν} \\ P_{\min} &= 0,05 \div 0,1 \text{ mm/στρ.} \\ N &= 3 \div 18 \text{ KW} \\ G &= 800 \div 6300 \text{ kp} \end{aligned}$$

Σχήμα 11: Περιστρεφόμενοι τόρνοι με κατακόρυφο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής

β) Με οριζόντιο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής.

Η περιστρεφόμενη κεφαλή (1) κινείται γύρω από τον οριζόντιο άξονα και είναι δυνατόν να μετακινηθεί μετά του εργαλειοφορείου (2) ως προς την φορά του άξονα της ατράκτου. Η εγκάρσια τόννευση επιτυγχάνεται μέσω της περιστροφής της κεφαλής. Τα εξαρτήματα αντίστασης και περιορισμού των κατά μήκος προώσεων του εργαλείων είναι στερεωμένα πάνω στο τύμπανο (3). Χρησιμοποιούνται για την κατεργασία αντικειμένων που προέρχονται από ράβδους. Τα κύρια χαρακτηριστικά των τόρνων με οριζόντιο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής είναι τα ακόλουθα:



$$\begin{aligned}
 D &= 100 \div 350 \text{ mm} \\
 d &= 16 \div 63 \text{ (80) mm} \\
 k_n &= 12 \div 16 \\
 n_{\max} &= 1400 \div 2800 \text{ στρ/min} \\
 p_{\min} &= 0,02 \div 0,1 \text{ mm/στρ.} \\
 N &= 1,5 \div 12 \text{ KW} \\
 G &= 750 \div 3000 \text{ kp}
 \end{aligned}$$

Σχήμα 12: Περιστρεφόμενοι τόρνοι με οριζόντιο άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής

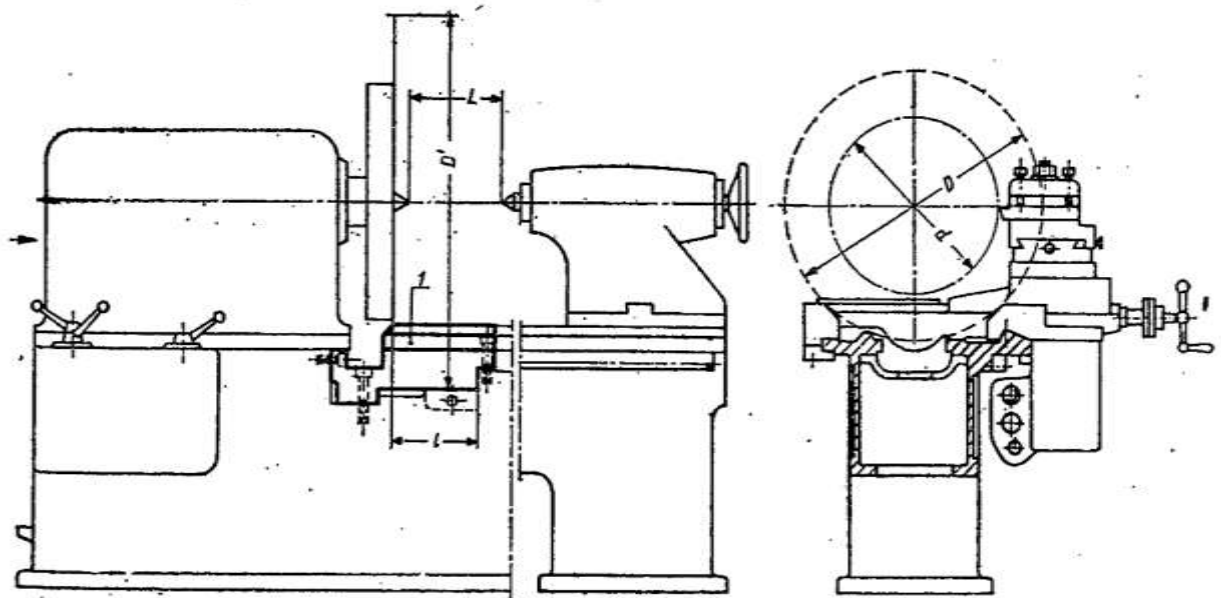
1.2. Τόρνοι παράλληλοι κεντροφόροι γενικής χρήσης

1.2.1. Γενικά

Οι παράλληλοι κεντροφόροι τόρνοι ανήκουν στους πλέον διαδεδομένους τόρνους και χρησιμοποιούνται στα παραγωγικά μηχανουργικά εργοστάσια. Η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την πρόσδεση των προς κατεργασία αντικειμένων μεταξύ των κέντρων (αιχμών) της ατράκτου και του κεντροφορέα (από όπου η ονομασία 'κεντροφόροι').

Οι παράλληλοι κεντροφόροι τόρνοι ανάλογα με τη χρησιμοποίησή τους διακρίνονται σε:

- Τόρνους απλούς με περιορισμένο εύρος των περιστροφικών ταχυτήτων, που χρησιμοποιούνται κυρίως σε μηχανουργικά τμήματα επισκευών και σε εκπαιδευτικούς σκοπούς.
- Τόρνους πολλαπλών χρήσεων (universal). Χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα για την κατεργασία ξεχονδρίσματος και αποπεράτωσης αντικειμένων από χυτοσίδηρο, χάλυβα και από κράματα μη σιδηρούχων μετάλλων, με κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα και σκληρομέταλλο. Από αυτή την άποψη το εύρος των περιστροφικών ταχυτήτων είναι πολύ μεγάλο (200). Η κατασκευή του κιβωτίου πρόωσης είναι τέτοια ώστε να επιτρέπεται η κοπή σπειρωμάτων μετρικών, whithworth, modul και diametral-pitch.



Σχήμα 13: Βασικές χαρακτηριστικές διαστάσεις παράλληλου κεντροφόρου τόρνου

- Τόρνοι υψηλής ακρίβειας. Αυτοί διαφέρουν από τους τόρνους universal, ως προς τη μεγαλύτερη ακρίβεια κατασκευής και ως προς τον πληρέστερο ειδικό εξοπλισμό. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατεργασία εργαλείων κοπής.

Οι τόρνοι ταξινομούνται επίσης σύμφωνα με βασικές χαρακτηριστικές διαστάσεις οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα κατεργασίας αντικειμένων ανάλογων διαστάσεων. Οι διαστάσεις αυτές καθορίζονται:

- Από το μέγιστο άνοιγμα μεταξύ των κέντρων.
- Από τη μέγιστη διάμετρο τórνευσης D πάνω από τους ολισθητήρες του τραπέζιού.
- Από τη μέγιστη διάμετρο τórνευσης d πάνω από τους ολισθητήρες του εργαλειοφορείου.
- Από τη διάμετρο τórνευσης D_1 και από το μήκος l για τόρνους με περιτετμημένο τραπέζι.

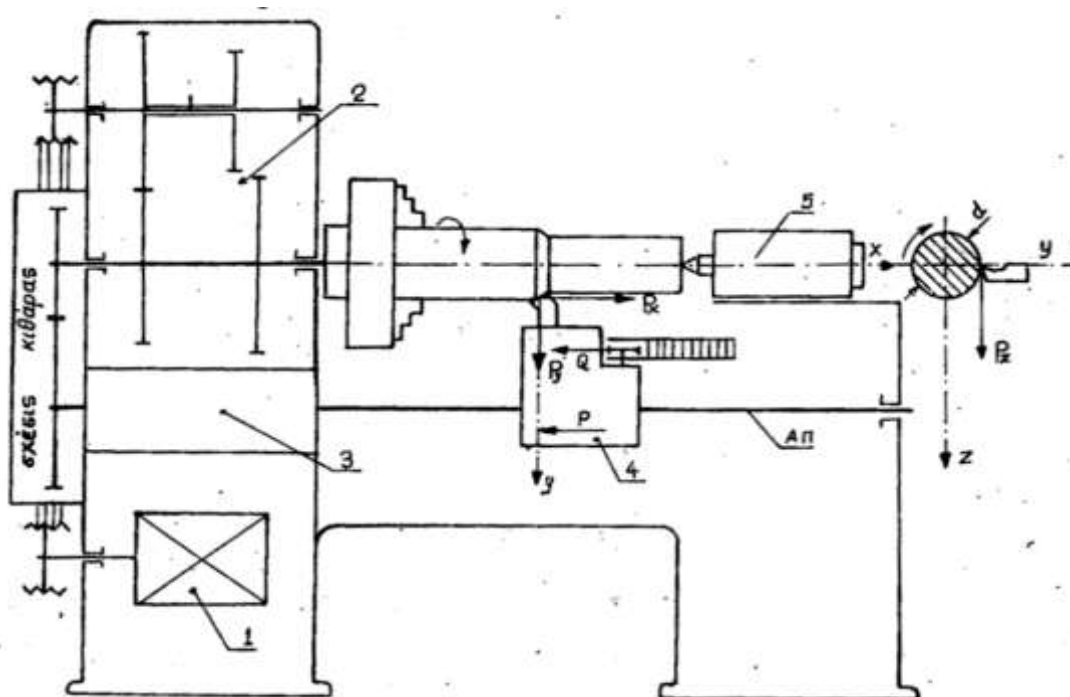
Ανάλογα με τη μέγιστη διάμετρο τórνευσης πάνω από το τραπέζι, οι τόρνοι διαιρούνται σε:

- α) Σε μικρούς $D \leq 250 \text{ mm}$.
- β) Σε μεσαίους $250 < D < 800 \text{ mm}$.
- γ) Σε μεγάλους $D > 800 \text{ mm}$.

1.2.2. Συνθήκες κοπής και ισχύς του τόρνου

Τα βασικά μεγέθη, τα οποία χαρακτηρίζουν τη διαδικασία αφαίρεσης υλικού κατά τη τórνευση είναι τα εξής:

- Η διάμετρος τórνευσης d [mm].
- Η ταχύτητα κοπής V [m/min].
- Η διατομή του αφαιρούμενου στρώματος υλικού F [mm²], η οποία προκύπτει από το βάθος κοπής g [mm] και την ταχύτητα πρόωσης p [mm/στρ].
- Οι συνιστώσες δυνάμεις κοπής P_x, P_y, P_z , [N].



Σχήμα 14: Σύστημα μετάδοσης παράλληλου τόρνου

- 1- Κινητήρας μετάδοσης, 2- Κιβώτιο ταχυτήτων, 3- Κιβώτιο προώσεων, 4- Εργαλειοφορείο, 5- Κεντροφορέας

1.2.2.1. Υπολογισμός της ταχύτητας κοπής

Η ταχύτητα κοπής είναι το βασικότερο μέγεθος, το οποίο επηρεάζει τις συνθήκες κοπής. Εξαρτάται από την απαιτούμενη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου, από το υλικό του προς κατεργασία αντικειμένου και του κοπτικού εργαλείου, από το είδος της κατεργασίας και από την απαιτούμενη ποιότητα της κατεργαζόμενης επιφάνειας.

Η εκλογή της διάρκειας ζωής μεταξύ δύο διαδοχικών τροχισμάτων εξαρτάται από τον τρόπο συγκράτησης και τη μορφή του κοπτικού εργαλείου. Στις περιπτώσεις που η μορφή του εργαλείου είναι απλή, η αλλαγή του για νέο τρόχισμα δεν αποτελεί πρόβλημα, το τρόχισμα δεν είναι δύσκολο και διαρκεί λίγο χρονικό διάστημα η διάρκεια ζωής των κοπτικών εργαλείων από ταχυχάλυβα λαμβάνεται ίση με 60 min, ενώ η διάρκεια ζωής των κοπτικών εργαλείων από σκληρομέταλλο λαμβάνεται ίση με 90 min. Στην περίπτωση όπου το τρόχισμα είναι δύσκολο και απαιτείται πολύς χρόνος, όπως συμβαίνει στους περιστροφικούς και αυτόματους τόνους, η διάρκεια ζωής των κοπτικών εργαλείων λαμβάνεται ίση με 120÷480 min. Γνωρίζοντας την ταχύτητα κοπής από τον πίνακα 1, η οποία εγγυάται τη διάρκεια ζωής των κοπτικών εργαλείων από ταχυχάλυβα για 60min και τη διάρκεια ζωής των κοπτικών εργαλείων από σκληρομέταλλο για 90min, είναι δυνατόν να υπολογιστεί η ταχύτητα κοπής για την απαιτούμενη διάρκεια.

Η ταχύτητα κοπής υπολογίζεται ίση με $V_T = V_0 * X_T$

όπου V_T , η υπολογιστική ταχύτητα,

V_0 , η ταχύτητα βάσει του πίνακα 1

X_T , ο συντελεστής βάσει του πίνακα 2.

Πίνακας 1: Ταχύτητα κοπής κατά την κατά μήκος τόννευση (άνευ ψύξης)

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

- 1) Οι τιμές αναφέρονται για την κοπή χωρίς ψύξη.
- 2) Οι τιμές ταχύτητας για τα κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα εγγυώνται τη διάρκεια ζωής των 60 min.
- 3) Οι τιμές ταχύτητας για τα κοπτικά εργαλεία από σκληρομέταλλα εγγυώνται τη διάρκεια ζωής των 90 min.

Πίνακας 2: Τιμές συντελεστή X_T για τον υπολογισμό της ταχύτητας V_T ανάλογα της διάρκειας T της κόψης του εργαλείου

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

Πίνακας 3: Ταχύτητα πρόωσης ξεχονδρίσματος κατά την κατά μήκος και εγκάρσια τόννευση με κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα

Διάμετ ρ. κατεργ. υλικού d=mm	Βάθος g [mm]			
	5	8	10	15
Πρόωση ρ σε [mm/στρ]				
30	0,25	—	—	—
30	0,2-0,5	—	—	—
50	0,4-0,8	0,3-0,6	—	—
80	0,6-1,2	0,5-1,0	—	—
120	1,0-1,6	0,7-1,3	0,5-1,0	—

Διάμετρο κατεργαστικού d=mm	Βάθος g [mm]			
	5	8	10	15
	Πρόωση ρ σε [mm/στρ]			
130	1,4-2,0	1,1-1,8	0,8-1,5	-
260	1,8-2,6	1,5-2,0	1,1-2,0	1,0-1,5
360	2,0-3,25	1,8-2,8	1,5-2,5	1,3-2,0
>360	-	2,5-3,0	2,0-3,0	1,5-2,5

Πίνακας 4: Ταχύτητα πρόωσης ξεχονδρίσματος κατά την τórνευση οπών με κοπτικά εργαλεία

Βάθος κοπής g [mm]	Διάμετρος κυλινδρικής διατομής του εργαλείου X εκτάσεως [mmxmm]					
	12 x 60	16 x 80	20 x 100	25x125	30x150	40x200
	Πρόωση ρ [mm/στρ]					
ΧΑΛΥΒΑΣ						
2	<0,10	0,08-0,20	0,15-0,40	0,25-0,70	0,50-1,00	-
3	<0,08	<0,120	0,10-0,25	0,15-0,40	0,2-0,50 0,12-	0,25-0,6
5	-	<0,080	<0,10	0,08-0,20	0,30	1,13-0,4
ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ ΚΑΙ ΜΠΡΟΥΝΤΖΟΣ						
2	0,12-0,20	0,25-0,40.	0,50-0,80	0,90-1,50	-	-
3	0,08-0,12 .	0,15-0,25	0,30-0,50	0,5-0,80	0,90-1,20	-
5	<0,08	0,08-1,12	0,15-0,25	0,25-0,50	0,50-0,70	0,60-1,0

Πίνακας 5: Ταχύτητα πρόωσης κατά την κοπή με εργαλεία από ταχυχάλυβα

Διάμετρο κατεργαζόμενου υλικού d(mm)	Πλάτος μαχαιρίου mm	Χάλυβας σθ=75 κρ/mm ²	Όγκμος χυτοσίδηρος HB=150 κρ/mm ²	Φαίός χυτοσίδηρος HB=190 κρ/mm ²
		Πρόωση ρ mm/στρφ.		
18	2	0,05-0,07	0,9-0,12	0,07-0,10
30	3	0,07-0,09	0,12-0,15	0,10-0,12
50	3-4	0,09-0,11	0,15-0,17	0,12-0,15
80	4-5	0,11-0,13	0,18-0,22	0,15-0,18
120	5-7	0,13-0,15	0,22-0,25	0,18-0,20
180	7-8	0,15-0,18	0,25-0,30	0,20-0,25
260	8-10	0,18-0,20	0,30-0,35	0,25-0,28
360	10-12	0,20-0,25	0,35-0,40	0,28-0,32
>360	12-15	0,25-0,28	0,40-0,45	0,32-0,38

1.2.2.2. Υπολογισμός των δυνάμεων κοπής

Για να επιτευχθεί η αναγκαία ταχύτητα κοπής κατά την αφαίρεση υλικού από το κατεργαζόμενο υλικό, απαιτούνται ανάλογες δυνάμεις για την υπερνίκηση των αντιστάσεων του κατεργαζόμενου υλικού.

Πίνακας 6: Τιμές της ειδικής αντίστασης k_s

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

Ο υπολογισμός των δυνάμεων κοπής γίνεται με εμπειρικούς τύπους, διότι ο, απόλυτος καθορισμός αυτών είναι εξαιρετικά δυσχερής ή και αδύνατος, καθώς τα προκύπτοντα φαινόμενα κατά τη διάρκεια κοπής εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, πολλοί από τους οποίους είναι και ακαθόριστοι.

Ένας προσεγγιστικός απλός τρόπος υπολογισμού της δύναμης κοπής P_z είναι:

$$P_z = k_s * F ,$$

όπου k_s , ειδική αντίσταση του κατεργαζόμενου υλικού k_p / mm^2 , όπου λαμβάνεται από τον πίνακα 6.

F , εγκάρσια διατομή σε mm^2 .

Για τον προσεγγιστικό υπολογισμό των υπολοίπων δυνάμεων P_x , P_y , είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί η σχέση:

$$P_z : P_y : P_x = 1 : 0,4 : 0,25$$

Άλλος τρόπος υπολογισμού αναλυτικότερος μέσω του οποίου λαμβάνονται υπόψη και οι ιδιότητες των χρησιμοποιούμενων κοπτικών εργαλείων είναι:

$$P_z = C_z * g^{e_z} * p^{u_z} , \quad \star p_-^{\sim}$$

$$P_y = C_y * g^{e_y} * p^{u_y} , \quad \star p_-^{\sim}$$

$$P_x = C_x * g^{e_x} * p^{u_x} , \quad \star p_-^{\sim}$$

όπου g , το βάθος κοπής σε mm .

p , η ταχύτητα πρόωσης σε $mm / στρ$.

C_z, C_y, C_x , σταθερές με τις οποίες λαμβάνονται υπόψη οι ιδιότητες του υλικού από τους πίνακες 7 και 8.

e_z, e_y, e_x , εκθέτες δυνάμεων του βάθους κοπής g , (πίνακες 7 και 8).

u_z, u_y, u_x , εκθέτες δυνάμεων της ταχύτητας πρόωσης p , (πίνακες 7 και 8).

Πίνακας 7: Τιμές της σταθεράς και εκθετών για τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής κατά τη τόννευση και πλάνιση με κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα

Είδος κατεργαζόμενου υλικού	Τρόπος κατεργασίας	P _z			P _y			P _x		
		C _z	e _z	U _z	C _y	e _y	U _y	C _x	e _x	U _x
Ανθρακο-χάλυβας σ ₀ = 75 kp/mm ²	Τόννευση κυλινδρικών επιφανειών και οπών	200	1,0	0,75	124,8	0,90	0,75	66,8	1,20	0,65
	Τόννευση μορφής	212	1,0	0,75						
	Κοπή	247	1,0	1,0	---	—	—	—	—	—
Ολκιμος χυτοσίδηρος H = 150 [$\frac{kp}{mm^2}$] ^B	Τόννευση κυλινδρικών επιφανειών και οπών	100	1,0	0,75	87,6	0,90	0,75	39,6	1,20	0,65
	Τόννευση μορφής	138,7	1,0	1,0						
Χυτοσίδηρος φαιός HB=190 kp/mm ²	Τόννευση κυλινδρικών επιφανειών και οπών	114	1,0	0,75	119,2	0,90	0,75	51,4	1,20	0,65
	Τόννευση μορφής	158	1,0	1,0						
Μπρούντζος μέσης σκληρότ.	Τόννευση κυλινδρικών επιφανειών και οπών	55	1,0	0,66						

Πίνακας 8: Τιμές της σταθεράς για τον υπολογισμό των δυνάμεων κοπής κατά την τόννευση και πλάνιση με κοπτικά εργαλεία από σκληρομέταλλο

Είδος κατεργαζόμενου υλικού	Pz			Px			Py		
	Cz	e _z	Uz	C _x	e _x	U _x	C _y	e _y	U _y
Ανθρακοχάλυβας σ _σ =775 kp/mm ²	191	1	0,75	64	1,2	0,65	120	0,9	0,75
Βαμμένος χάλυβας σ _σ =150 kp/mm ²	280	1	0,75						
Χυτοσίδηρος φαιός H =190 kp/mm ²	105	1	0,75	47,3	1,2	0,65	102,6	0,9	0,75

1.2.2.3. Ισχύς του τόννου

Ισχύς κοπής

Η συνολική ισχύς κοπής N_k του τόννου που περιγράφεται στο σχήμα 14, αποτελείται από την κύρια ισχύ κοπής N_z και την ισχύ πρόωσης N_x . (Η συνιστώσα ισχύς $N_y=0$, διότι η ταχύτητα $V_y=0$).

$$N_k = \frac{P_z * V}{60 * 102} + \frac{P_x * p * n}{102 * 60 * 1000} kW$$

όπου: P_z , περιφερειακή δύναμη κοπής $[kp]$.

P_x , αξονική δύναμη κοπής $[kp]$.

V , ταχύτητα κοπής $[m/min]$.

p , ταχύτητα πρόωσης του κοπτικού εργαλείου $[m/στρ]$.

n , περιστροφική ταχύτητα του κατεργαζόμενου αντικειμένου $[στρ./min]$.

Επειδή η ισχύς πρόωσης συγκρινόμενη με την κύρια ισχύ είναι πολύ μικρή (ακόμη και στις υψηλές ταχύτητες προώσεων δεν υπερβαίνει το 1% της ισχύος κοπής), είναι δυνατόν να παραλειφθεί.

Ισχύς του κινητήρα μετάδοσης

Η ισχύς του κινητήρα μετάδοσης της εργαλειομηχανής υπολογίζεται κατά προσέγγιση από τον τύπο:

$$N_{κιν} = \frac{N_k}{\eta}$$

όπου: η , ο βαθμός απόδοσης της σχέσης μετάδοσης μεταξύ κινητήρα και ατράκτου, λαμβάνεται κατά προσέγγιση ίσος με 0,75-0,85.

Ισχύς μετάδοσης των προώσεων

Η ισχύς μετάδοσης των προώσεων αποτελεί το 5-8% της συνολικής ισχύος μετάδοσης και εξαρτάται από το μέγεθος της δύναμης έλξης Q και της ταχύτητας πρόωσης P_t . Η δύναμη έλξης Q υπολογίζεται βάσει της γενικής σχέσης

$$Q = k * P_x + \mu' * \Sigma * P_n$$

όπου: k , συντελεστής ο οποίος εξαρτάται από τη μορφή των ολισθητήρων του εργαλειοφορείου.

μ' , συντελεστής τριβής.

ΣP_n , άθροισμα δυνάμεων με κάθετη φορά ως προς τη φορά της κίνησης.

Για εργαλειοφορεία με ολισθητήρες τριγωνικής μορφής, ή με έναν τριγωνικό και τον άλλο ορθογώνιο, η δύναμη έλξης Q υπολογίζεται:

$$Q = 1,15 * P_x + 0,18 * (P_z + G) * \mu_p$$

όπου: G , το βάρος των μετακινούμενων εξαρτημάτων (εργαλειοφορείου).

Για εργαλειοφορεία με ορθογώνιους ολισθητήρες:

$$Q = 1,1 * P_x + 0,15 * (P_z + P_y + G) * \mu_p$$

Η ταχύτητα πρόωσης P_t υπολογίζεται:

$$P_t = p * n \quad \text{mm/min}$$

όπου: p , η πρόωση σε mm/στρ.

n , το πλήθος στροφών του κατεργαζόμενου αντικειμένου σε στρ/min.

Για τον καθορισμό της δύναμης έλξης Q και της ταχύτητας p μπορούμε να υπολογίσουμε την ισχύ μετάδοσης των προώσεων μέσω:

$$N = \frac{Q * P_t}{102 * 1000 * 60 * n_p}, \text{ KW} \quad \text{όπου: } n_p, \text{ βαθμός απόδοσης σχέσεων μετάδοσης των}$$

προώσεων. Λαμβάνεται κατά προσέγγιση $n_p = 0,1-0,2$.

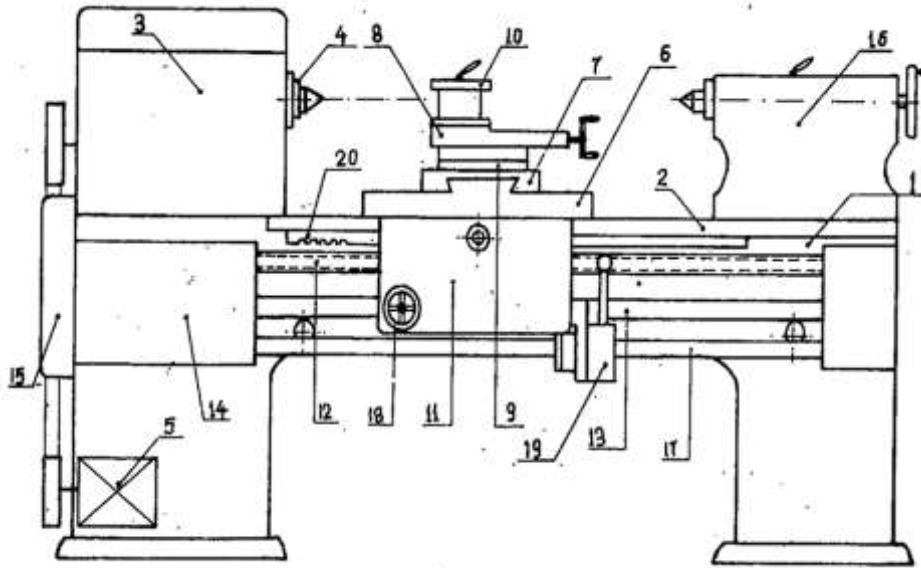
1.2.3. Κατασκευή και λειτουργία του τόννου

1.2.3.1. Βασικά συκροτήματα του τόννου

Στο σχήμα 15, παρουσιάζεται η γενική όψη παράλληλου τόννου. Το βασικότερο μέρος του τόννου είναι ένα τραπέζι (1), το οποίο στηρίζεται επάνω σε δύο βάθρα ενωμένα μέσω μίας εξαιρετικά ισχυρής δοκού. Το τραπέζι διαθέτει στο ανώτερο τμήμα ολισθητήρες (2) επίπεδους ή πρισματικούς, οι οποίοι πρέπει να παρουσιάζουν τέλεια ευθυγράμμιση και να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικοί στη διάβρωση.

Στο αριστερό άκρο του τραπεζιού, βρίσκεται το κιβώτιο ταχυτήτων (3), με το απαραίτητο πλήθος οδοντωτών τροχών, συμπλεκτών για τη μετάδοση των περιστροφικών ταχυτήτων στην άτρακτο (4) του κινητήρα (5). Οι προωθητικές κινήσεις κατά μήκος και εγκάρσια επιτυγχάνονται μέσω του εργαλειοφορείου, το οποίο αποτελείται από τους ακόλουθους ολισθητήρες: Των κατά μήκος (6), των εγκαρσίων (7) και της στρεφόμενης πλάκας (9). Τα κοπτικά εργαλεία συγκρατούνται στον εργαλειοδέτη (10), ο οποίος βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του τραπεζιού του εργαλειοφορέα (11) (κιβώτιο εργαλειοφορέα) και ολισθαίνει κατά μήκος των ολισθητήρων (6). Η κίνηση του εργαλειοφορείου επιτυγχάνεται είτε χειροκίνητα με τη βοήθεια μοχλού (βολάν) (18), μέσω στροφής του οποίου πιέζεται οδοντωτός τροχός που συμπλέκεται, με οδοντωτό κανόνα σταθερό στο τραπέζι (20) ή αυτόματα μέσω στρεφόμενου άξονα (13), του άξονα προώσεων, ενώ για την κοπή σπειρωμάτων μέσω ελικοτομημένου άξονα (12), του κοχλία σπειρωμάτων.

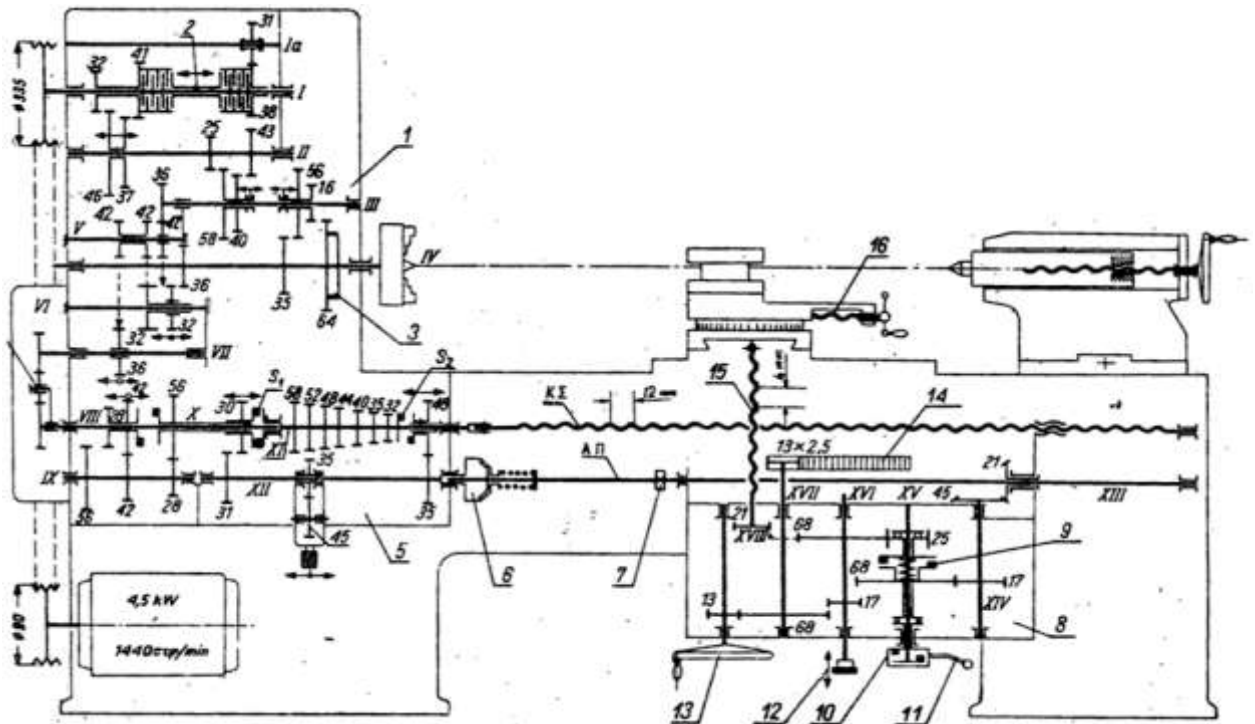
Όλοι οι άξονες λαμβάνουν την περιστροφική κίνηση από το κιβώτιο προώσεων (14). Στη δεξιά πλευρά κινείται ο κεντροφορέας (16), κουκουβάγια, σκοπός του οποίου είναι η συγκράτηση του αντικειμένου όταν απαιτείται στερέωση μεταξύ δύο κέντρων (αιχμών) ή για τη συγκράτηση κοπτικών εργαλείων όπως τρυπάνια, γλύφανα για την κατεργασία οπών.



Σχήμα 15: Γενική όψη παράλληλου τόρνου

1.2.3.2. Μετάδοση των κινήσεων

Το κινηματικό σχήμα του τόρνου, εμφανίζεται στο σχήμα 16. Στον περιγραφόμενο τόρνο υπάρχουν τρεις δυνατότητες μεταφοράς της κίνησης από την άτρακτο στον άξονα VII, ο οποίος μεταδίδει την κίνηση στους ανταλλακτικούς τροχούς της κιθάρας. Για κάθε μία από τις δυνατότητες μεταφοράς της κίνησης από την άτρακτο στον άξονα VII, αντιστοιχούν δύο διαφορετικές διευθύνσεις περιστροφής του άξονα VII.



Σχήμα 16: Κινηματικό σχήμα παράλληλου τόρνου

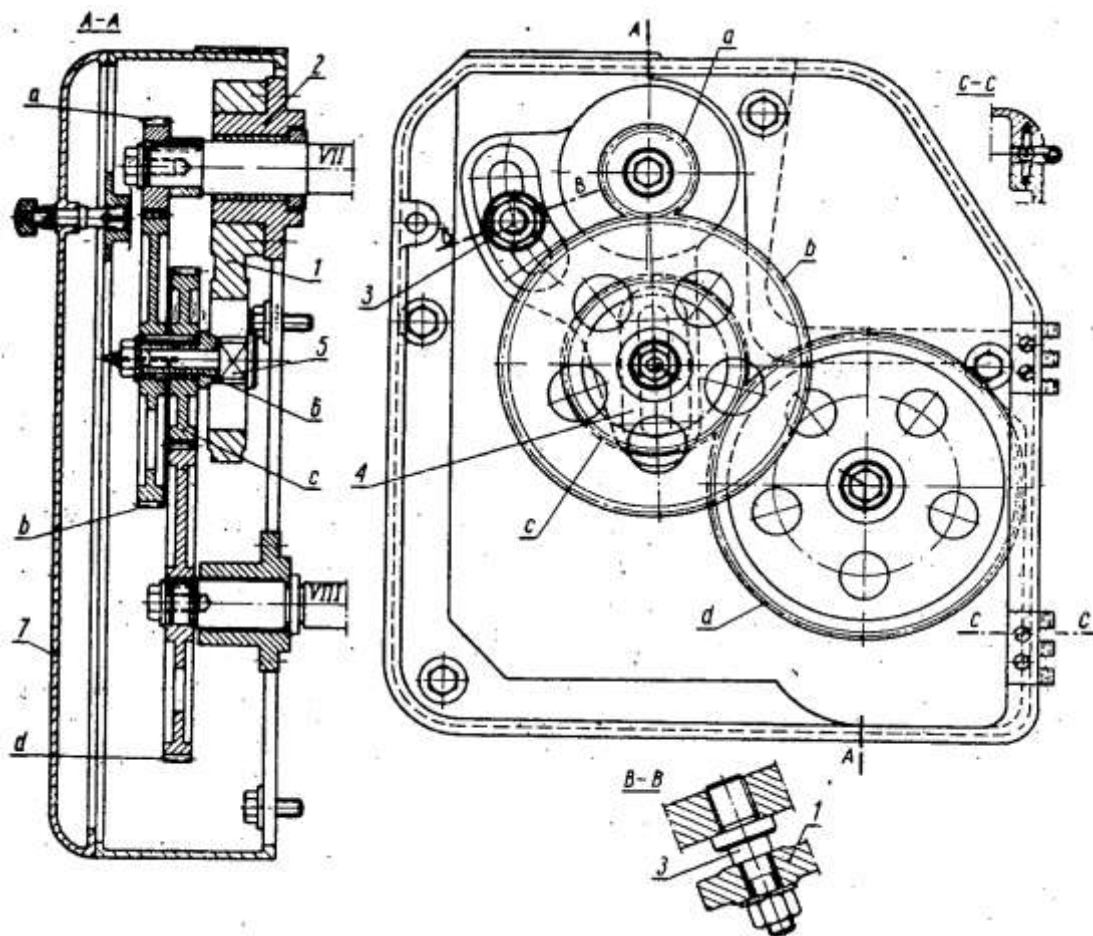
1-Κιβώτιο ταχυτήτων, 2-Πολύδισκοι συμπλέκτες, 3-Πέδηση, 4-Σχέση κιθάρας, 5-Κιβώτιο προώσεων, 6-Συμπλέκτης υπερφόρτωσης, 7-Αντίσταση, 8-Κιβώτιο εργαλειοφορέα, 9-Οδοντωτός συμπλέκτης, 10-Συμπλέκτης αυτόματης διακοπής προώσεων, 11-Χειρολαβή εκκίνησης και διακοπής των μηχανικών προώσεων, 12-Χειρολαβή για 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 προώθησης του άνω εργαλειοφορείου

Από τον άξονα VII, η μετάδοση των προώσεων γίνεται μέσω της σχέσης μετάδοσης των ανταλλακτικών τροχών της κιθάρας στον άξονα VIII και στη συνέχεια μέσω των ολισθαινόντων δίτροχου – συμπλέκτη (28-42) των τροχών (56), (42), (28) στον κοίλο άξονα X. Από τον κοίλο άξονα X, η κίνηση μεταδίδεται στον κοχλία σπειρωμάτων ΚΣ ή στον άξονα προώσεων ΑΠ.

Η άτρακτος εδράζεται στο μπροστινό μέρος της με έδρανο ολίσθησης και στο οπίσθιο μέρος της με έδρανο κύλισης. Οι αξονικές δυνάμεις και στις δύο διευθύνσεις μεταφέρονται μέσω των αξονικών εδράνων κύλισης που ρυθμίζονται με τη βοήθεια περικοχλίου, που είναι τοποθετημένο στο οπίσθιο μέρος της ατράκτου.

β) Σχέση μετάδοσης της κιθάρας

Η σχέση μετάδοσης της κιθάρας βρίσκεται στο ανοικτό κιβώτιο (σχήμα 18), 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.

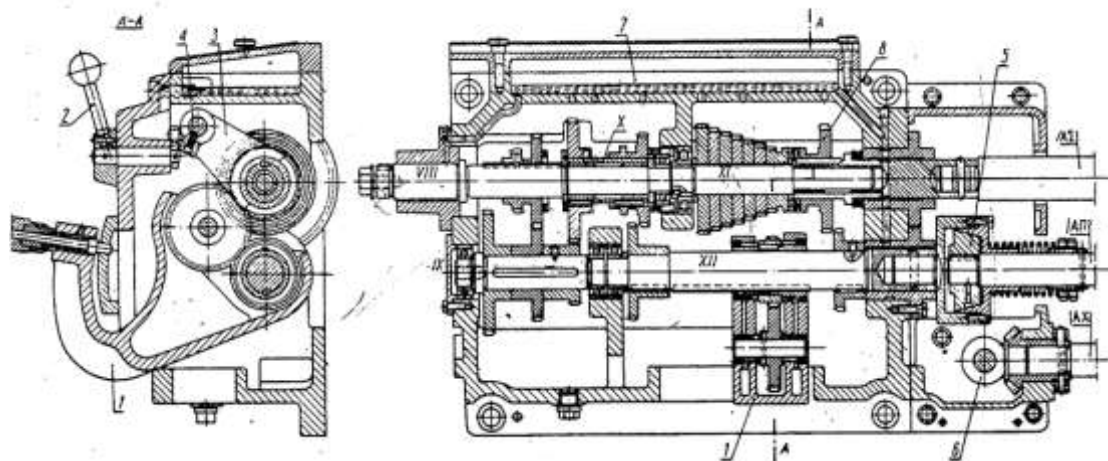


Σχήμα 18: Σχέση μετάδοσης της κιθάρας

γ) Κιβώτιο προώσεων

Το κιβώτιο προώσεων αποτελεί ανεξάρτητο συγκρότημα συναρμολογημένο και στερεωμένο στο μπροστινό μέρος του τραπεζιού (σχήμα 19). Το μπροστινό μέρος του κιβωτίου ασφαλίζεται μέσω καλύμματος. Η λίπανση επιτυγχάνεται μέσω της παροχής ελαίου από τη δεξαμενή (7). Για την αυτόματη διακοπή της κάθετης προωθητικής κίνησης του εργαλειοφορείου, ως προς την άτρακτο, χρησιμεύει ο κωνικός συμπλέκτης (5), ο οποίος αποσυμπλέκεται, όταν ο εργαλειοφορέας έρθει σε επαφή με την αντίσταση, η οποία βρίσκεται στερεωμένη πάνω στον άξονα προώσεων (ΑΠ). Ο άξονας αυτός περιστρέφεται συγχρόνως με τον κοχλία σπειρωμάτων (ΚΣ).

Στο σχήμα 19 παρουσιάζεται επίσης ένα μέρος του άξονα χειρισμού (ΑΧ) με τους κωνικούς τροχούς του ενδιάμεσου άξονα (6), πάνω στον οποίο είναι τοποθετημένος ο μοχλός για την αλλαγή της φοράς των στροφών και για την πέδηση της ατράκτου. Για τη μεταφορά της κίνησης από τον άξονα (6) στον αξονίσκο, ο οποίος περιστρέφει τον μοχλό (3), σχήμα 18, χρησιμεύει ο κάθετος αξονίσκος, πάνω στον οποίο και στα άκρα του είναι τοποθετημένος οδοντωτός κανόνας, ο οποίος δε διακρίνεται στο σχήμα 19.



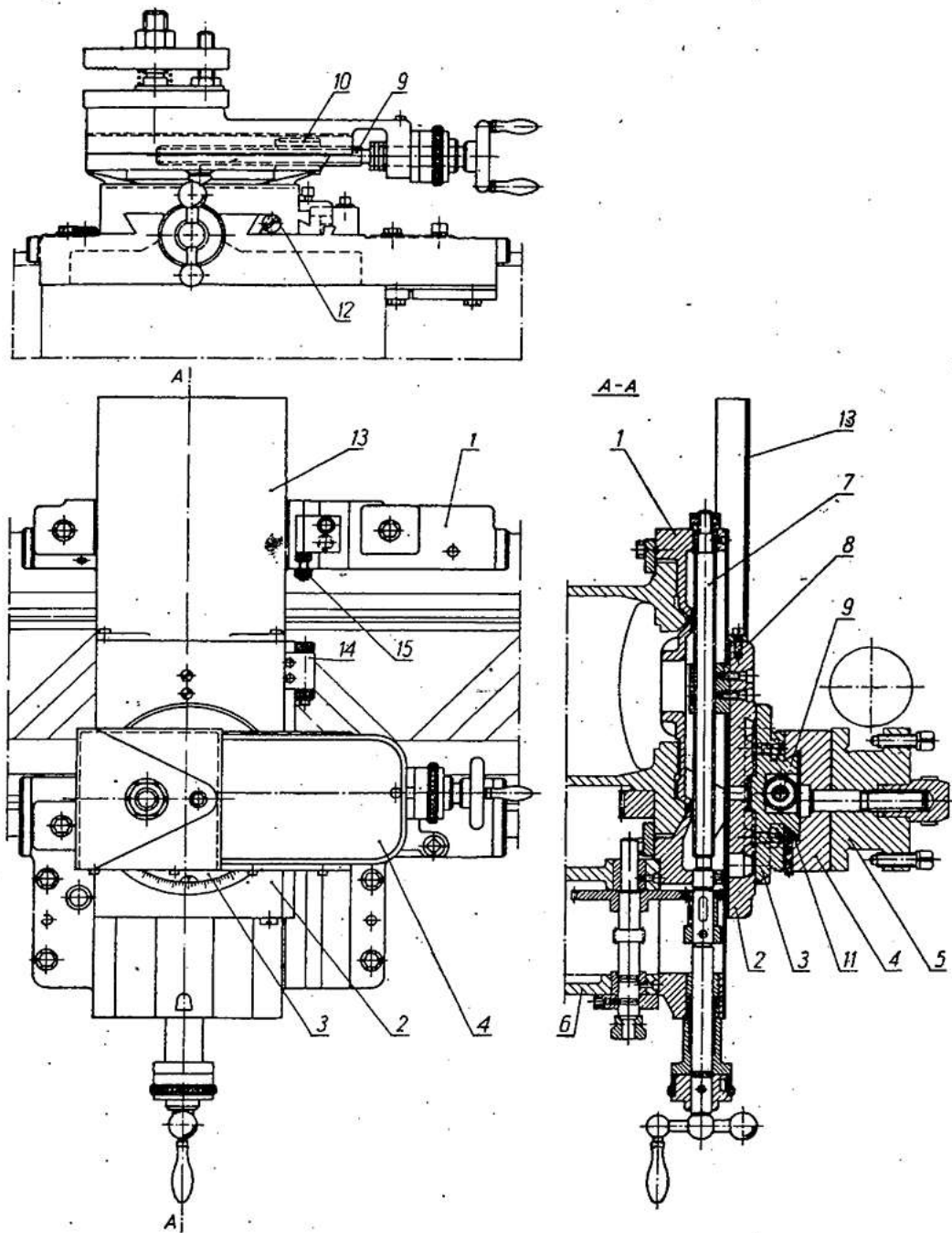
Σχήμα 19: Κιβώτιο προώσεων

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

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

ε) Εργαλειοφορέας

Αυτός αποτελείται από τους επιμήκεις ολισθητήρες (1), σχήμα 21, που κινούνται πάνω στους ολισθητήρες του τραπεζιού, από τους εγκάρσιους ολισθητήρες (2), από τη στρεφόμενη πλάκα (3), βαθμονομημένη σε μοίρες, από τους εγκάρσιους ολισθητήρες (4) και από τον εργαλειοδέτη (5), απλού ή τεσσάρων μαχαιριών.



Σχήμα 21: Εργαλειοφορείο

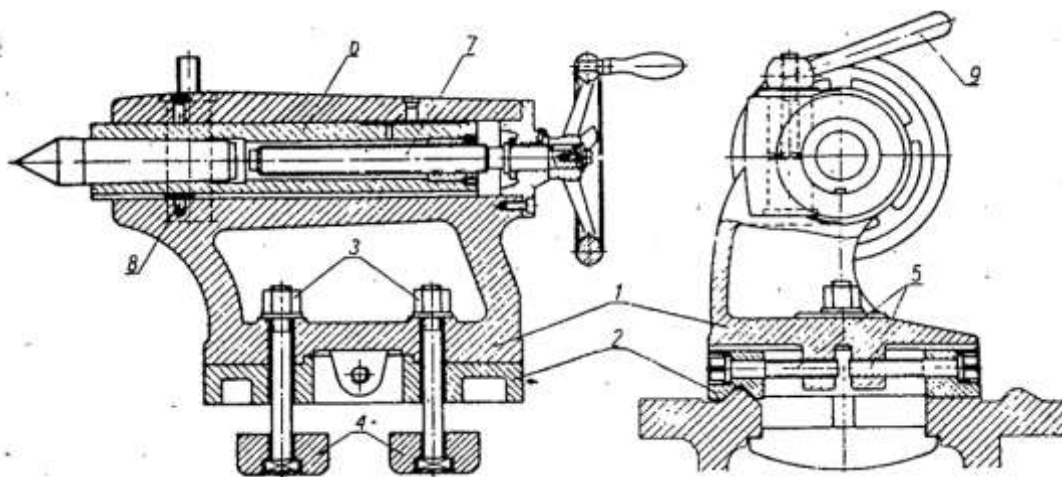
Η συγκράτηση του εργαλειοφορείου επιτυγχάνεται μέσω των επιμηκών ολισθητήρων. Για την προώθηση των εγκάρσιων ολισθητήρων χρησιμεύει ο κοχλίας (7), κοχλιωμένος στο περικόχλιο (8). Ο κοχλίας αυτός μεταφέρει τη δύναμη αντίστασης P_y . Η προώθηση του άνω εργαλειοφορείου (4) επιτυγχάνεται μέσω του κοχλία (9), του οποίου το περικόχλιο (10) είναι στερεωμένο στην πλάκα (3). Τα

δημιουργημένα διάκενα απαλείφονται με τη βοήθεια σφηνών, που ρυθμίζονται μέσω κοχλιών (11) και (12). Το κάλυμμα (13) προστατεύει τους ολισθητήρες. Η κάθετη προώθηση του εργαλειοφορείου προστατεύει μέσω των αντιστάσεων, κινητών (14) και σταθερών (15).

στ) Κεντροφορέας

Ο κορμός του κεντροφορέα (1), σχήμα 22, 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 τόννευση κώνων με μικρή κωνικότητα. Η μετακίνηση του επιμήκου 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 επιμήκου δακτυλίου.

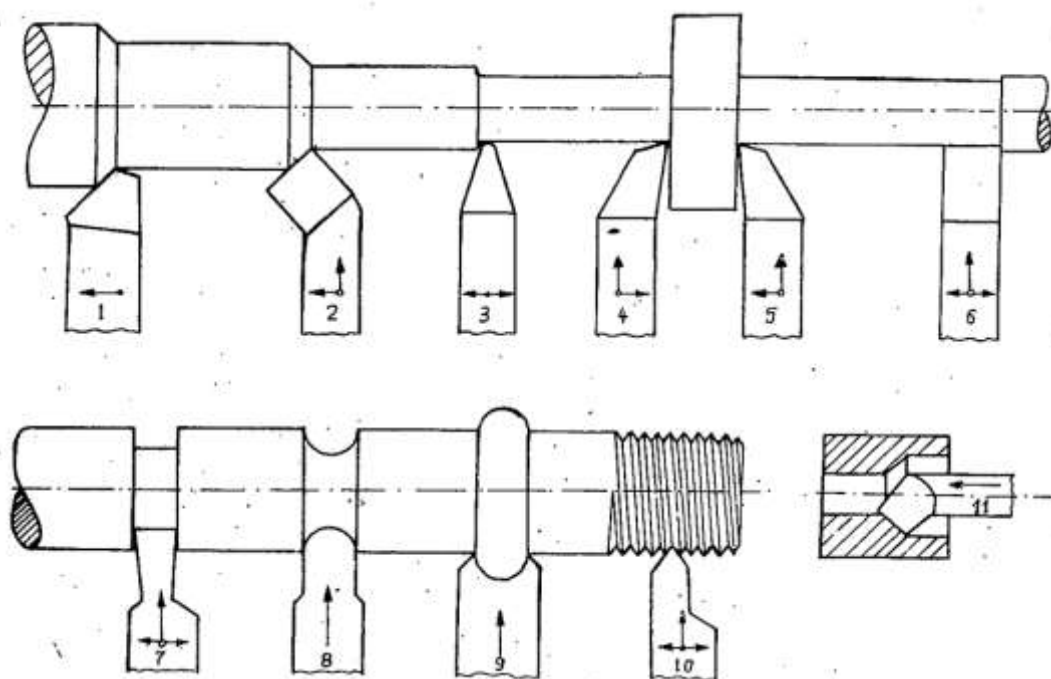


Σχήμα 22: Κεντροφορέας (κουκουβάγια)

1.2.4. Κοπτικά εργαλεία

1.2.4.1. Είδη κοπτικών εργαλείων τόννου

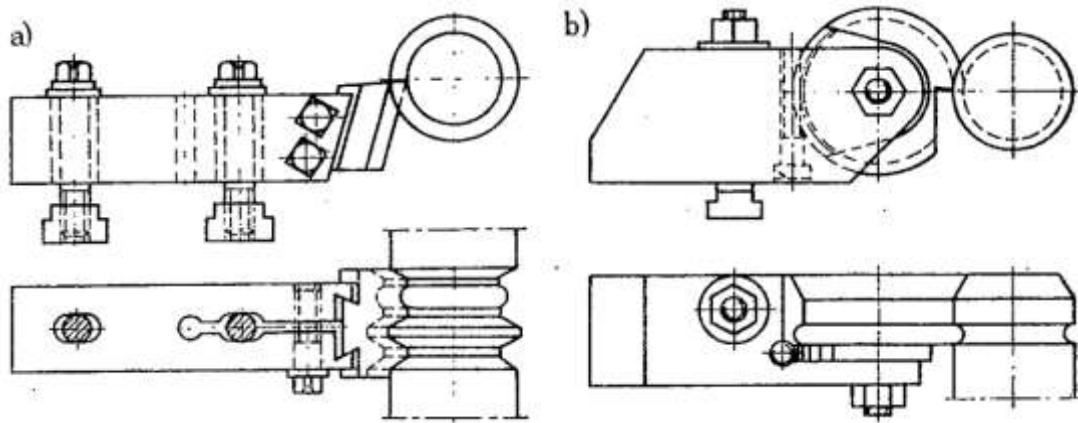
Για την τόννευση χρησιμοποιούνται κοπτικά εργαλεία (κοινώς μαχαίρια) διαφόρων μορφών. Σε αυτά ανήκουν τα μαχαίρια γενικής χρήσης, τα κανονικά όπως επίσης και τα ειδικά (μορφής). Τα κανονικά μαχαίρια κατασκευάζονται ολόσωμα (σχήμα 23) ή σύνθετα. Τα σύνθετα αποτελούνται από το στέλεχος και το πρόσθετο πλακίδιο, το οποίο είναι κατασκευασμένο από υλικό μεγάλης αντοχής ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως τα σκληρομέταλλα. Αυτά συγκολλούνται πάνω στο στέλεχος με μπρουτζοκόλληση ή με ηλεκτρική αντίσταση ή συγκρατούνται σε ειδικές θήκες.



Σχήμα 23: Μαχαίρια ολόσωμα

1-Ξεχνοδρίσματος ευθύ δεξιό, 2-Ξεχνοδρίσματος λυγισμένο, 3-Αποπεράτωσης μυτερό, 4-Πλευρικό λυγισμένο αριστερό, 5-Πλευρικό λυγισμένο δεξιό, 6-Αποπεράτωσης ευθύ, 7-Κοπής ευθύ, 8-Μορφής κοίλης επιφάνειας, 9-Μορφής κυρτής επιφάνειας, 10-Κοπής σπειρωμάτων, 11-Εσωτερικής τόννευσης

Τα μαχαίρια μορφής κατασκευάζονται είτε σε δισκοειδή είτε σε πρισματική μορφή (σχήμα 24). Τα εργαλεία αυτού του είδους κατάλληλα τροχισμένα διατηρούν σταθερό το περίγραμμα της κόψης μέχρι της τελικής τους φθοράς. Για τη συγκράτησή τους χρησιμοποιούνται ειδικές θήκες όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 24.

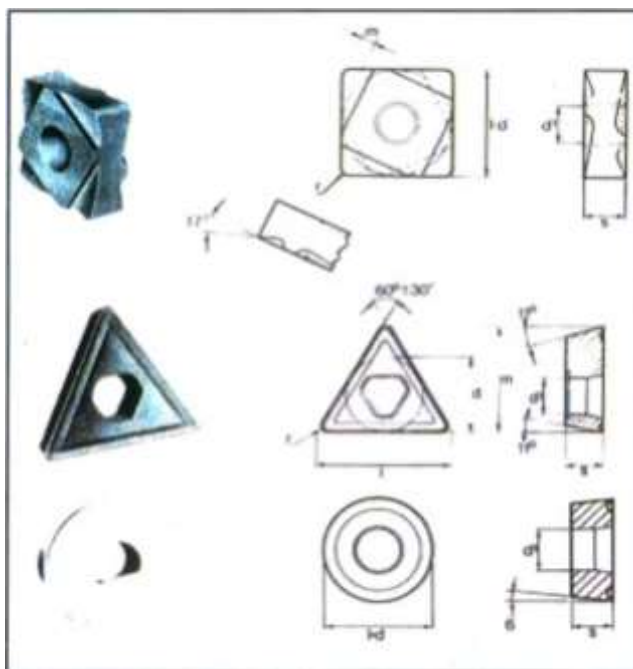


Σχήμα 24: Μαχαίρια μορφής
α) πρισματοειδή, β) δισκοειδή

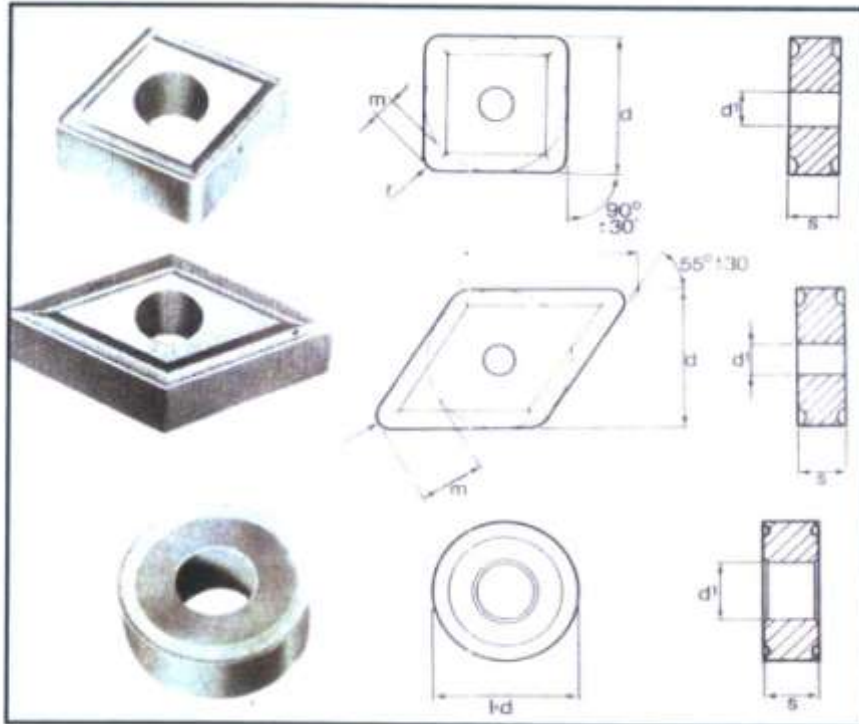
Στο κοπτικό εργαλείο διακρίνονται δύο χαρακτηριστικά τμήματα ,φαίνεται και στο σχήμα 24α, το στέλεχος (shank) και το κοπτικό άκρο (tool point). Το μεν στέλεχος χρησιμοποιείται για την συγκράτηση του εργαλείου στον εργαλειοδέτη , ενώ το κοπτικό άκρο περιλαμβάνει τις κοπτικές ακμές που συμμετέχουν στην κοπή. Το στέλεχος είναι από μαλακό υλικό ώστε να δέχεται τα κρουστικά φορτία και τις δυναμικές καταπονήσεις κατά τη διάρκεια της κοπής χωρίς να θραύεται. Μια επίπεδη τομή του κοπτικού άκρου έχει το σχήμα σφήνας, η οποία ονομάζεται και κοπτική σφήνα (wedge shape of the tool). Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται γενικά οι χαρακτηριστικές επιφάνειες και ακμές του εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου κατά την τόννευση.

Για τόνους σημειώνονται τα παρακάτω :

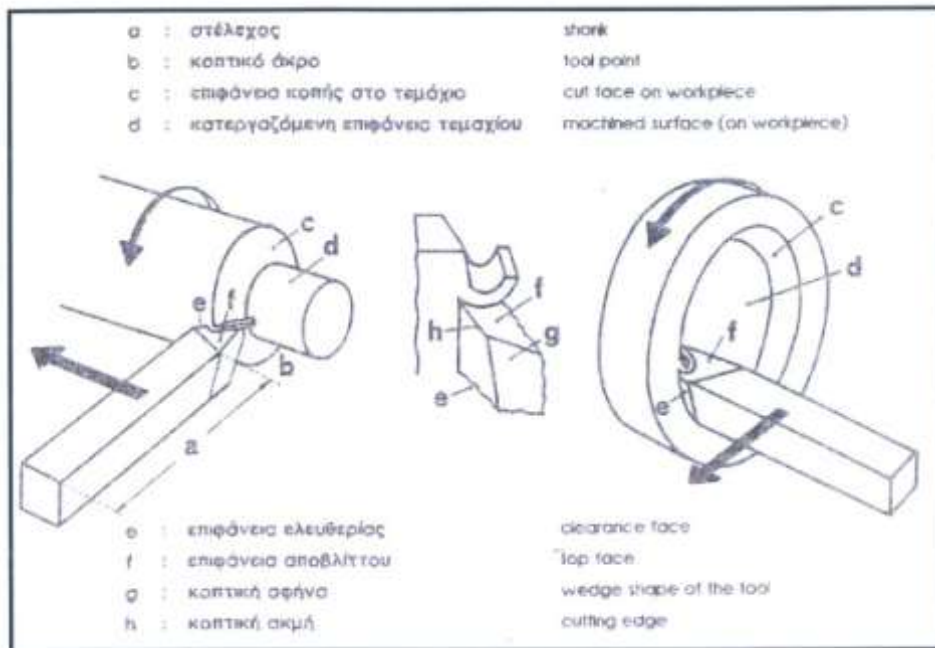
- Η χρησιμοποίηση κολλημένων πλακιδίων τείνει να εκλείψει γιατί τα ένθετα έχουν πολύ μικρότερο κόστος εκμεταλεύσεως.
- Οι μορφές των εργαλείων με σκληρομέταλλο είναι πολλές, γιατί είναι προσαρμοσμένες αφενός στο είδος της κατεργασίας που Όα κάνουν (ξεχόνδρισμα, σπειροτόμηση, εσωτερική τόνρευση κλπ) και αφετέρου στην ανάγκη κατάλληλης στερειάσεως του πλακιδίου, ανάλογα με το σχήμα του. Όπως στο παρακάτω σχήμα
- Τελευταία επεκτείνεται η χρησιμοποίηση πλακιδίων με μηδενική γωνία ελευθερίας όπως στο παρακάτω σχήμα. Ένα τέτοιο πλακίδιο, τετραγωνικό ή ρομβοειδές, σε αντίθεση με τα κολλημένα πλακίδια, χρησιμοποιείται και από τις δύο πλευρές του, συνολικά δηλαδή 8 φορές ($4+4=8$ ακμές) και τελικά απορρίπτεται χωρίς να ακονισθεί, γιατί το ακόνισμα είναι οικονομικά ασύμφορο.



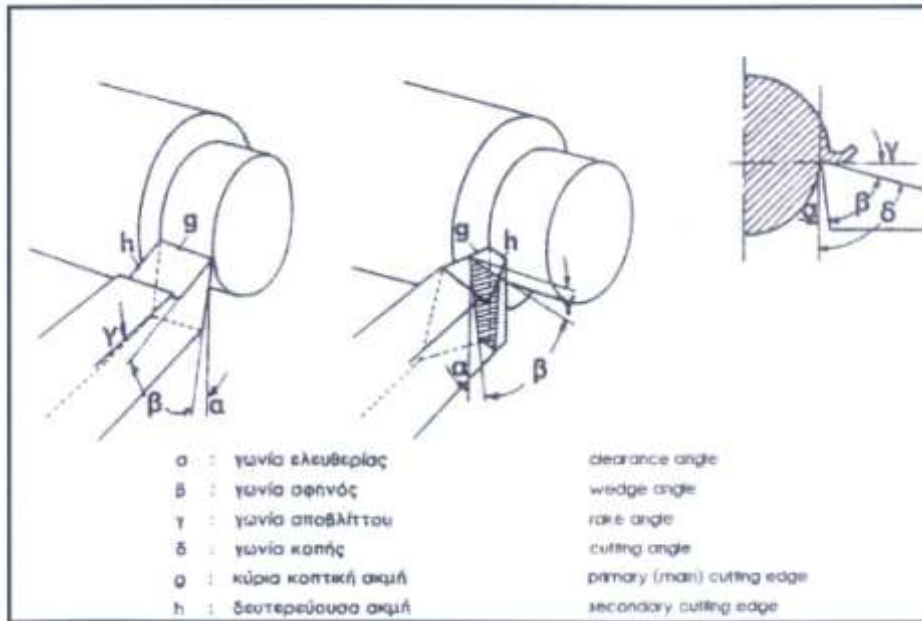
Σχήμα : 24α Πλακίδια σκληρομομετάλλων με θετική γωνία ελευθερίας



Σχήμα : 24β Πλακίδια σκληρομετάλλων με μηδενική γωνία ελευθερίας



Σχήμα: 24γ Χαρακτηριστικές επιφάνειες και ακμές του εργαλείου του κατεργαζόμενου τεμαχίου κατά την τόννευση.



Σχήμα: 24^ο Χαρακτηριστικές επιφάνειες, ακμές και γωνίες κοπτικού εργαλείου τórνευσης.

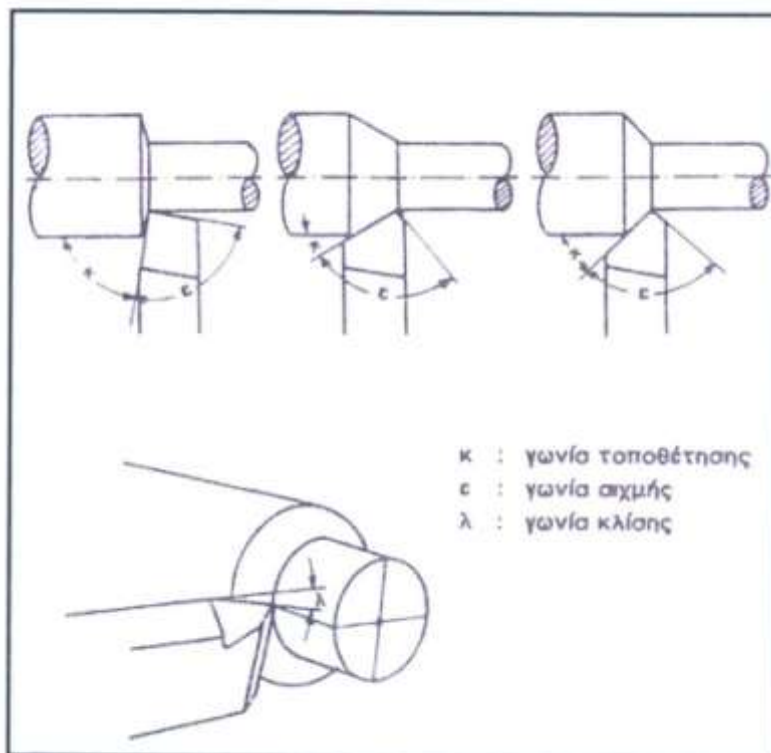
ΕΠΙΦΛΑΝΕΙΕΣ	
Επιφάνεια αποβλήτου:	Είναι η επιφάνεια πάνω στην οποία ρέει το απόβλητο
Επιφάνεια ελευθερίας:	Είναι η απέναντι επιφάνεια από την κατεργασμένη του τεμαχίου
Α Κ Μ Ε Σ	
Κύρια κοπτική ακμή:	Είναι η κοπτική ακμή, η παράλληλη ή κάθετη στον άξονα περιστροφής του τεμαχίου, ανάλογα με την κατεύθυνση της πρόωσης
Δευτερεύουσα ακμή:	Είναι η διπλανή κοπτική ακμή. στο ίδιο επίπεδο της κύριας κοπτικής ακμής
ΓΩΝΙΕΣ:	Γωνία ελευθερίας α
	Γωνία σφήνας β
	Γωνία αποβλήτου γ

Οι γωνίες κοπής που προαναφέρθηκαν, επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα της κοπής (ποιότητα επιφάνειας, τραχύτητα, κλπ) και εξαρτώνται από το υλικό που πρόκειται να κατεργαστεί. Έτσι για να αποφευχθεί η θραύση της κοπτικής ακμής στην κατεργασία σκληρών υλικών, επιλέγεται μεγάλη γωνία σφήνας. Η γωνία ελευθερίας κρατείται τόση ώστε να μην δημιουργείται τριβή ανάμεσα στην επιφάνεια ελευθερίας και την κατεργαζόμενη επιφάνεια του τεμαχίου, ενώ η μεγάλη γωνία αποβλήτου βοηθά στην καλύτερη ροή του αποβλήτου και κατά συνέπεια στην διαδικασία κοπής. Η γωνία αποβλήτου όμως δεν μπορεί να μεγαλώνει τυχαία, μιας και επηρεάζει τη γωνία σφήνας. Αυτό σημαίνει πως ανάμεσα στις κοπτικές γωνίες του εργαλείου υπάρχει αλληλεξάρτηση και πρέπει να γίνεται βέλτιστη επιλογή τους.

Οι κατάλληλες αυτές γωνίες για το συνδυασμό υλικό κοπτικού εργαλείο υλικό κατεργαζόμενου τεμαχίου προκύπτουν μετά από συστηματικά πειράματα. Γενικά ισχύουν τα παρακάτω:

- > Σκληρό υλικό απαιτεί μεγάλη γωνία σφήνας
- > Μαλακό υλικό απαιτεί μεγάλη γωνία αποβλίττου

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.



Πιο αναλυτικά:

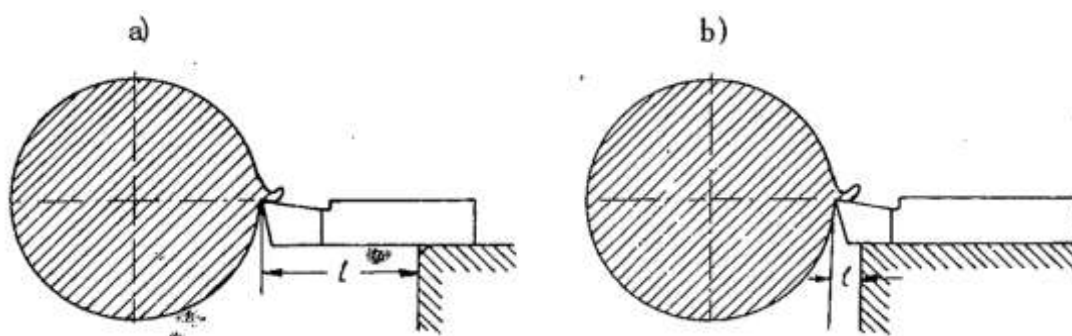
> Γωνία τοποθέτησης κ: ορίζεται ανάμεσα στην κύρια κοπτική ακμή και στην κατεργαζόμενη επιφάνεια. Όταν η γωνία κ είναι μεγάλη, το πάχος του αποβλήτου είναι μικρό, αλλά η κατανομή της φόρτισης στο εργαλείο γίνεται σε μια πολύ μικρή περιοχή του. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ελάττωση του χρόνου ζωής του κοπτικού 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° .

1.2.4.2. Τοποθέτηση του κοπτικού εργαλείου ως προς το αντικείμενο

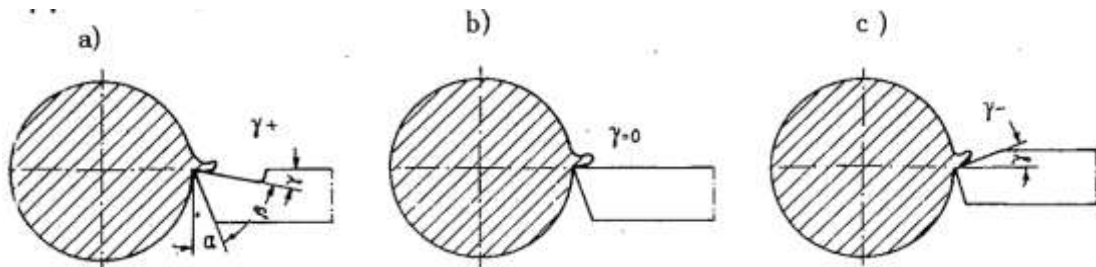
Η απόκλιση (κάμψη) του μαχαιριού κάτω από την επίδραση των δυνάμεων κοπής είναι τόσο μεγαλύτερη όσο αυτές οι δυνάμεις είναι μεγαλύτερες, οι διαστάσεις της εγκάρσιας τομής του κοπτικού εργαλείου μικρότερες και η απόσταση l μεγαλύτερη (σχήμα 25).



Σχήμα 25: Τοποθέτηση των μαχαιρών στον εργαλειοδέτη
α)εσφαλμένα, β)κανονικά

Το κοπτικό εργαλείο πρέπει να τοποθετηθεί κατά τέτοιο τρόπο σε σχέση με το προς κατεργασία αντικείμενο, ώστε οι τιμές των γωνιών ελευθερίας (α) και τριβής (γ) να βρίσκονται εντός καθορισμένων ορίων. Η τιμή της γωνίας ελευθερίας γενικά κυμαίνεται από $6^{\circ} \div 10^{\circ}$ (οι μικρές τιμές χρησιμοποιούνται κατά την κατεργασία σκληρών υλικών, όπως ο μπρούντζος), ενώ κατά την κατεργασία μαλακών μετάλλων και κραμάτων μπορεί να είναι μέχρι 12° .

Η τιμή της γωνίας τριβής (γ) κυμαίνεται σε μεγαλύτερα όρια, από $-15^{\circ} \div +25^{\circ}$ (κατά την κατεργασία μαλακών υλικών χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες τιμές της γωνίας τριβής), που μπορεί να είναι θετικές (σχήμα 26a), μηδενικές (σχήμα 26b) και αρνητικές (σχήμα 26c).



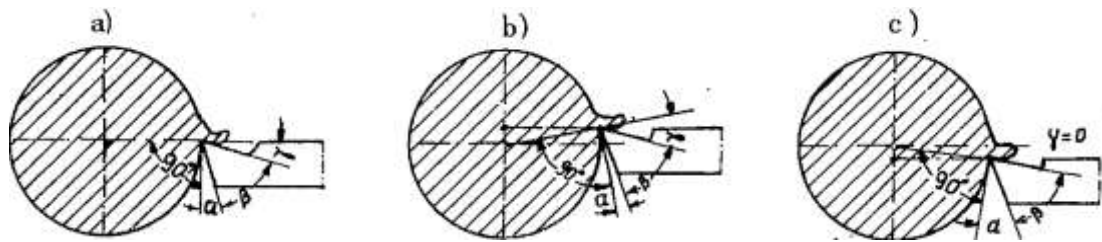
Σχήμα 26: Διαφορετική τοποθέτηση της επιφάνειας τριβής

a) με θετική γωνία τριβής, b) με μηδενική γωνία τριβής, c) με αρνητική γωνία τριβής

Κατά το ξεχόνδρισμα μαλακών υλικών με ολόσωμο κοπτικό εργαλείο χρησιμοποιούνται μεγάλες θετικές γωνίες τριβής, ενώ κατά την κατεργασία σκληρών υλικών μικρές μέχρι και αρνητικές γωνίες τριβής. Επί πλέον αρνητικές γωνίες τριβής χρησιμοποιούνται κατά την κατεργασία με κοπτικά εργαλεία κατασκευασμένα από σκληρομέταλλο. Στην περίπτωση χρησιμοποίησης θετικών γωνιών τριβής, η εμφανιζόμενη πίεση, η οποία δημιουργείται από το απόβλητο, προσπαθεί να αποσυνδέσει το πλακίδιο από τη θέση του. Ενώ στην περίπτωση αρνητικής γωνίας τριβής, το πλακίδιο πιέζεται στην υποδοχή του.

Τοποθετώντας το κοπτικό εργαλείο με κλίση ως προς την αξονική γραμμή του αντικειμένου, είναι δυνατόν να μεταβάλλουμε σε μικρό εύρος τις τιμές των γωνιών ελευθερίας και τριβής.

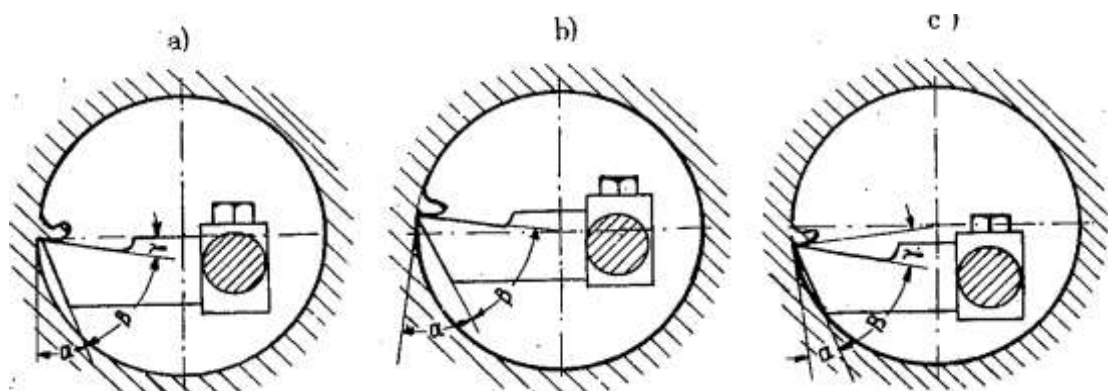
Εάν η κορυφή της κόψης βρίσκεται πάνω από την αξονική γραμμή (σχήμα 27b), τότε σε σύγκριση με την κεντρική θέση της κορυφής (σχήμα 27a), ελαττώνεται η γωνία ελευθερίας (α) και αυξάνεται η γωνία τριβής (γ) (σχήμα 27b). Σε αυτή την περίπτωση υπάρχει κίνδυνος εισχώρησης της κόψης στο υλικό. Εάν όμως η κορυφή της κόψης βρίσκεται κάτω από την αξονική γραμμή του αντικειμένου (σχήμα 27c), τότε η γωνία ελευθερίας (α), ενώ η γωνία τριβής (γ) μειώνεται.



Σχήμα 27: Τοποθέτηση του μαχαιριού ως προς την αξονική γραμμή του κατεργαζόμενου άξονα

a) στο ύψος της αξονικής γραμμής, b) πάνω από την αξονική γραμμή, c) κάτω από την αξονική γραμμή

Κατά την τόννευση οπών είναι τελείως διαφορετικά (σχήμα 28 a, b). Εκτός από ότι η ακμή κοπής θα βρεθεί κάτω από την αξονική γραμμή, είναι δυνατόν επίσης να δημιουργηθεί κίνδυνος εισχώρησης του κάτω σημείου A του κοπτικού εργαλείου στο υλικό (σχήμα 28, c).



Σχήμα 28: Τοποθέτηση του μαχαιριού ως προς την αξονική γραμμή της κατεργαζόμενης οπής

a) στο ύψος της αξονικής γραμμής, b) πάνω από την αξονική γραμμή και c) κάτω από την αξονική γραμμή

1.2.5. Εξοπλισμός του τόννου για τη συγκράτηση των προς κατεργασία αντικειμένων

1.2.5.1. Το άκρο της ατράκτου

Το άκρο της ατράκτου είναι διαμορφωμένο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εύκολη η συγκράτηση των διάφορων δίσκων και σφιγκτήρων στην εξωτερική του επιφάνεια και στην εσωτερική του οπή τα κέντρα.

Η στερέωση του σφιγκτήρα πάνω στο άκρο της ατράκτου πρέπει να είναι τέτοια ώστε να πληρούνται οι εξής όροι:

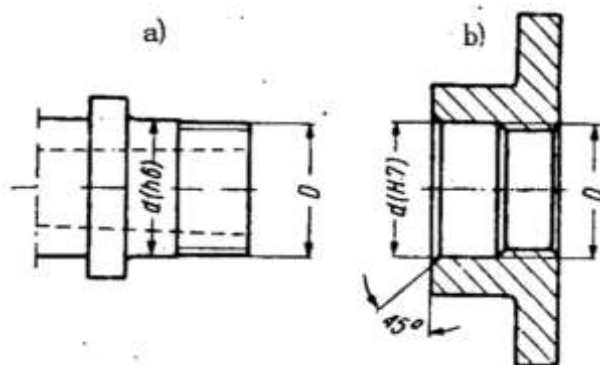
- 1) Η ομοκεντρότητα της ατράκτου με τον σφιγκτήρα.
- 2) Η μεταφορά της περιστροφικής ροπής από την άτρακτο στον σφιγκτήρα.
- 3) Η ευστάθεια, με σκοπό τη μείωση των κραδασμών κατά τη διάρκεια της κατεργασίας.
- 4) Η εύκολη αλλαγή των διαφόρων ειδών σφιγκτήρων.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύπου άκρων, με σπείρωμα (σχήμα 29) ή κωνικοί (σχήμα 30).

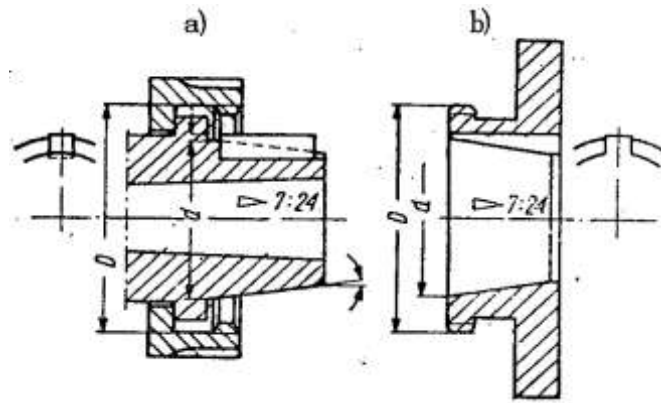
Η εσωτερική υποδοχή του άκρου της ατράκτου χρησιμεύει για την τοποθέτηση του κέντρου, ο οποίος είναι δυνατόν να είναι κώνος Mors με κωνικότητα 1:19 έως 1:20 ή κώνος μετρικός με τυποποιημένη τη διάμετρο d_0 και κωνικότητα 1:20.

Το άκρο με σπείρωμα (σχήμα 29) έχει εξωτερικό σπείρωμα πάνω στον οποίο κοχλιώνεται ο δίσκος μεταφοράς ή ο ενδιάμεσος δίσκος (για τη συγκράτηση των σφιγκτήρων).

Επειδή στις κοχλιωτές συνδέσεις εμφανίζονται διάκενα, για αυτό το λόγο πάνω στο άκρο, υπάρχει και ένα μέρος κυλινδρικής επιφάνειας διαμέτρου d_{H0} , η οποία καθορίζει την ομοκεντρότητα του σφιγκτήρα ως προς την αξονική γραμμή της ατράκτου.

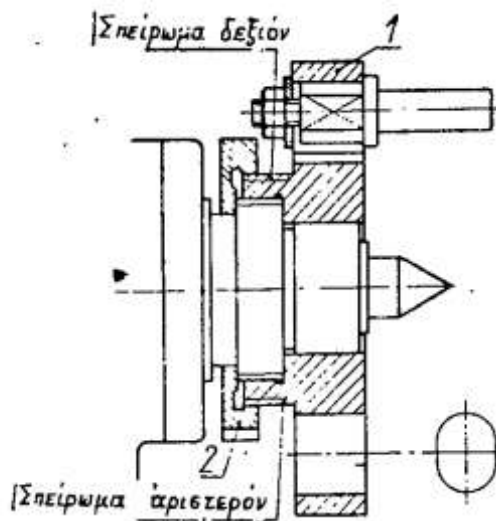


Σχήμα 29: Άκρο της ατράκτου με σπείρωμα
 a) το άκρο, b) ο ενδιάμεσος δίσκος



Σχήμα 30: Κωνικό άκρο της ατράκτου
 a) το άκρο, b) ο κωνικός δίσκος

Στους τόνους, όπου το ύψος τοποθέτησης των κέντρων είναι μεγάλο, χρησιμοποιούνται άκρα όπως στο σχήμα 31. Ο δίσκος μεταφοράς (1) κοχλιώνεται και επιπρόσθετα συσφίγγεται μέσω του περικόχλιου (2), ώστε με αυτόν τον τρόπο να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη σταθερότητα και ασφάλεια της σύνδεσης.



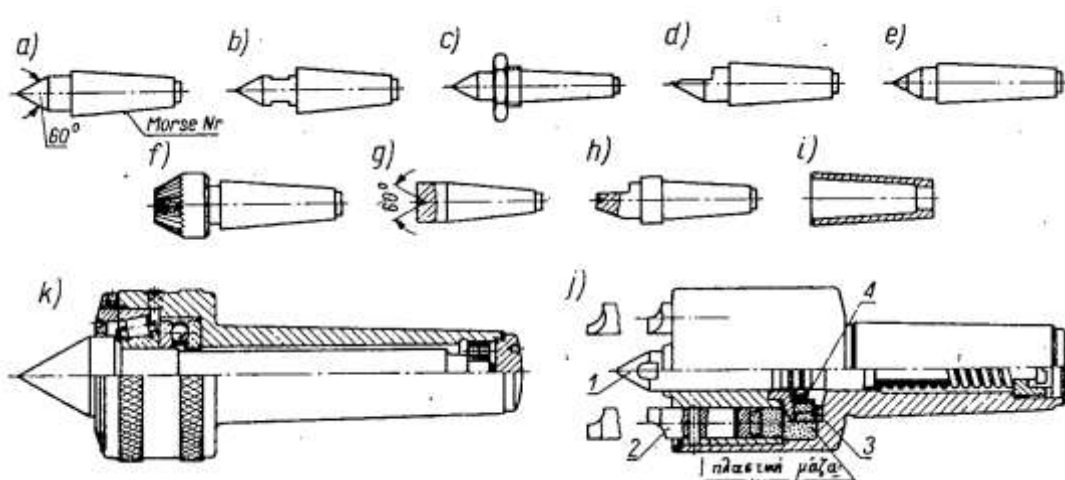
Σχήμα 31: Άκρο της ατράκτου μετά κέντρου
 1-Περικόχλιο ασφαλείας, 2-Δίσκος μεταφοράς

1.2.5.2. Είδη σφιγκτήρων τόνου

Η πρόσδεση των προς κατεργασία αντικειμένων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να πληρούνται δύο όροι:

-Ο καθορισμός της θέσης του αντικειμένου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η αξονική γραμμή του κατεργαζόμενου αντικειμένου να συμπίπτει με την αξονική γραμμή περιστροφής της ατράκτου.

-Η μεταφορά των δυνάμεων και περιστροφικών ροπών, οι οποίες εμφανίζονται κατά την κοπή.



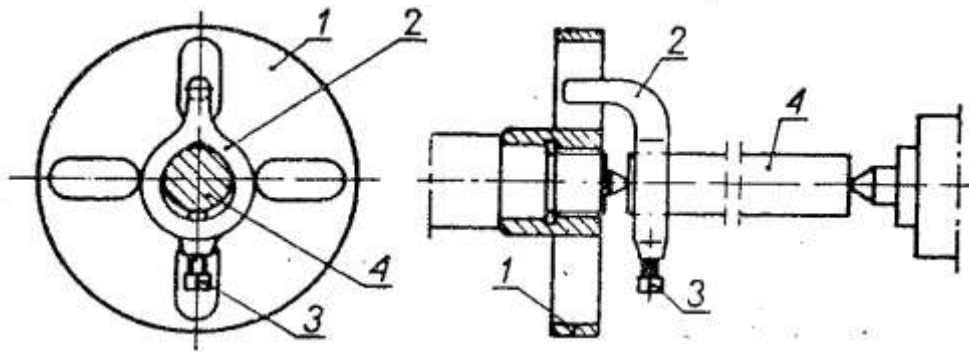
Σχήμα 32: Είδη κέντρων

a) απλό, b) με υποδοχή για το κλειδί, c) μετά περικοχλίου, d) με εγκοπή, e) με άκρο από σκληρομέταλλο, f) μέσω σωλήνα, g) εσωτερικό απλό, h) εσωτερικό με εγκοπή, i) δακτύλιος μείωσης, k) περιστροφικό, l) περιστροφικό με πλαστική μάζα

Γενικά, οι σφιγκτήρες είναι δυνατόν να πληρούν μόνο έναν από τους δύο όρους ή και τους δύο συγχρόνως. Στην κατηγορία των σφιγκτήρων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται μόνο για τον καθορισμό της θέσης του αντικείμενου ανήκουν τα κέντρα τόννου. Ενώ οι δίσκοι μεταφοράς, μεταφέρουν μόνο τη ροπή στέψης από την άτρακτο στο κατεργαζόμενο αντικείμενο.

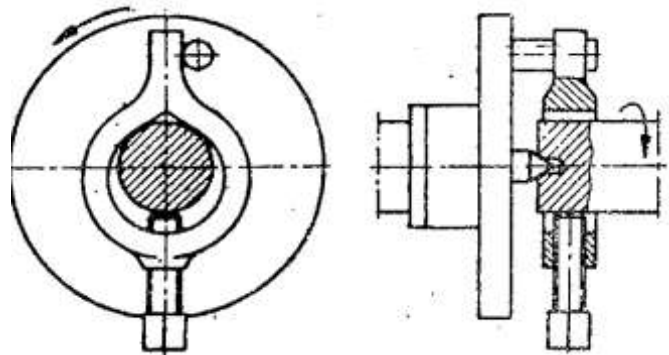
Στους σφιγκτήρες, οι οποίοι πληρούν συγχρόνως και τους δύο όρους, δηλαδή τον καθορισμό της θέσης και τη σύσφιξη του αντικείμενου, υπάγονται οι αυτοκεντριζόμενοι σφιγκτήρες, οι σταθεροί και οι διαστελλόμενοι εμβολής τόννου. Στο σχήμα 32, παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι κέντρων τόννου.

Για ελαφρές εργασίες χρησιμοποιούνται δίσκοι μεταφοράς όπως στο σχήμα 33. Η περιστροφική κίνηση από την άτρακτο στο κατεργαζόμενο αντικείμενο, μεταφέρεται μέσω του δίσκου μεταφοράς (1) και του γωνιακού μεταφορέα (2), ο οποίος συνδέεται μετά του αντικείμενου με τη βοήθεια του κοχλίου (3).



Σχήμα 33: Τρόπος μεταφοράς της περιστροφικής κίνησης στο αντικείμενο με τη βοήθεια λυγισμένου μεταφορέα

Εκτός από τους γωνιακούς μεταφορείς, χρησιμοποιούνται και μεταφορείς ευθείς (σχήμα 34).

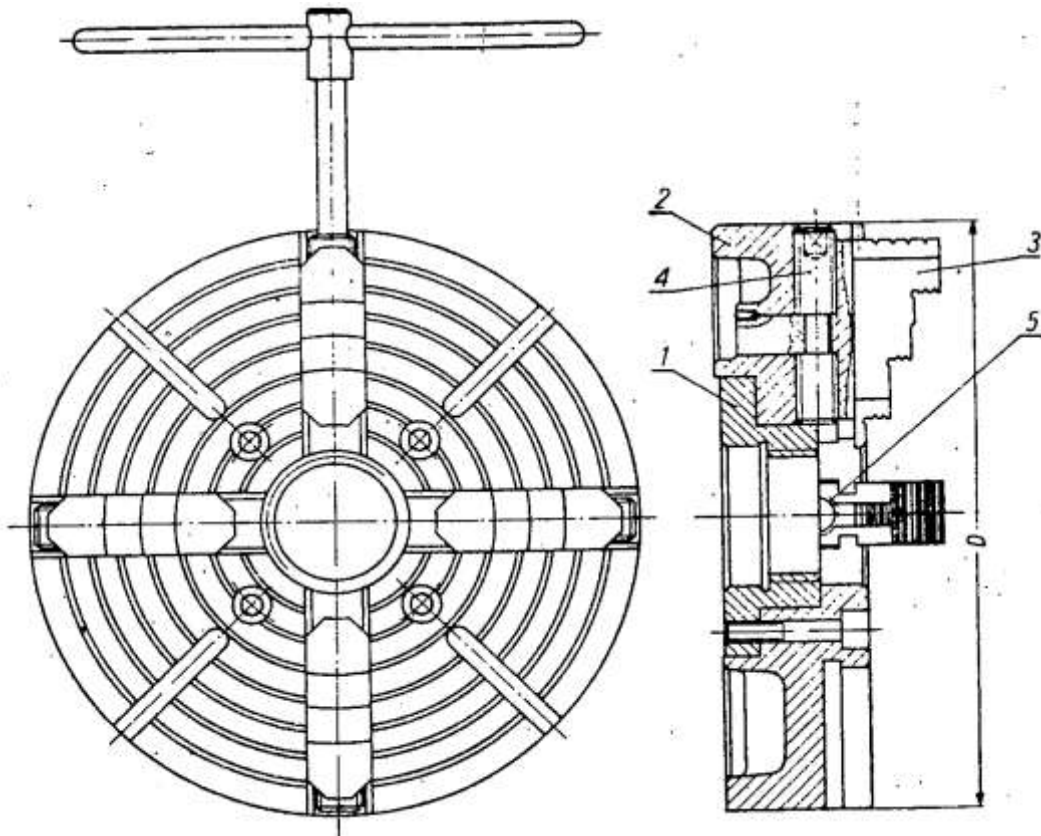


Σχήμα 34: Τρόπος μεταφοράς της περιστροφικής κίνησης στο αντικείμενο με τη βοήθεια ευθύ μεταφορέα

Μεταξύ του μεγάλου πλήθους παραλλαγών σφιγκτήρων περισσότερο διαδεδομένοι είναι οι σφιγκτήρες τεσσάρων σιαγόνων και οι αυτοκεντραριζόμενοι.

Σφιγκτήρες τεσσάρων σιαγόνων

Αυτοί χρησιμοποιούνται για την πρόσδεση αντικειμένων μη στρογγυλών και μεγάλων διαστάσεων (σχήμα 35). Οι σιαγόνες μετατοπίζονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Είναι δυνατόν να αναστραφούν, ανάλογα με τον επιθυμητό τρόπο πρόσδεσης του αντικειμένου εσωτερικά ή εξωτερικά. Στον δίσκο είναι κατασκευασμένοι ακτινοειδείς αύλακες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση αντίβαρων. Επιπλέον υπάρχουν οι κυκλικοί αύλακες, σκοπός των οποίων είναι ο καθορισμός της θέσης των σιαγόνων.



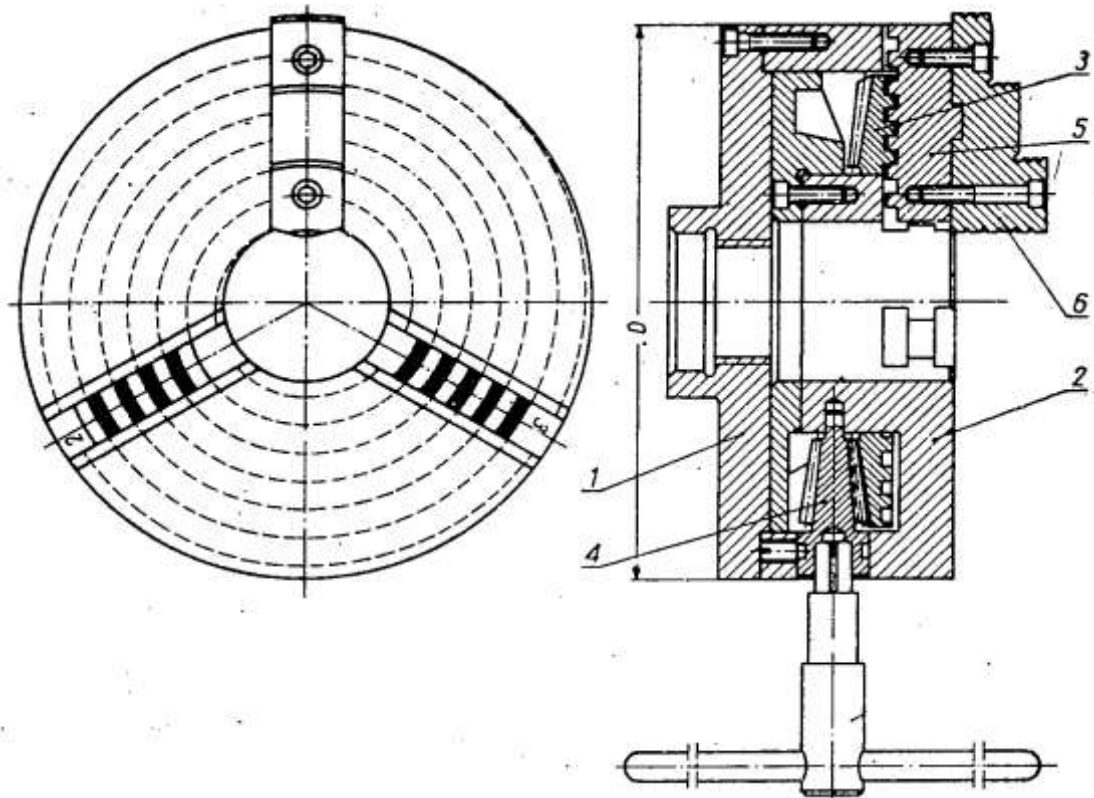
Σχήμα 35: Σφιγκτήρας τεσσάρων σιαγόνων

1-Ενδιάμεσος δίσκος, 2-Σφιγκτήρας, 3-Σιαγόνα, 4-Κοχλίας μετακίνησης της σιαγόνας μέσω των ενδιάμεσων περικογλιών (5)

Σφιγκτήρες αυτοκεντραριζόμενοι

Συνήθως κατασκευάζονται με τρεις σιαγόνες και σπάνια με δύο. Χαρακτηριστικό τους είναι, ότι όλες οι σιαγόνες μετακινούνται συγχρόνως κατά την ίδια απόσταση ακτινικά. Κατά αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ομόκεντρη σύσφιξη του αντικειμένου στο κέντρο του σφιγκτήρα.

Μεταξύ των διαφόρων τύπων των αυτοκεντραριζόμενων σφιγκτήρων περισσότερο χρησιμοποιείται ο, αυτοκεντραριζόμενος σφιγκτήρας (σχήμα 36), ο κατασκευασμένος με σπείρα Αρχιμήδη (τύπος Cushman).



Σχήμα 36: Σφιγκτήρας αυτοκεντραριζόμενος

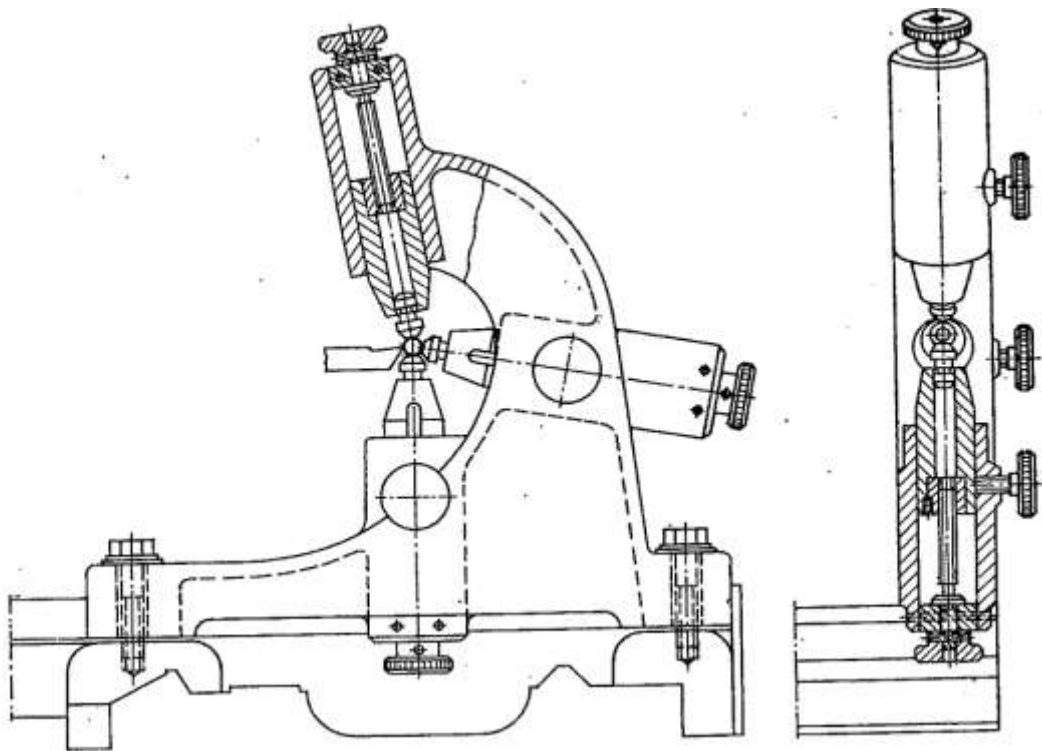
1-Ενδιάμεσος άξονας, 2-Σφιγκτήρας, 3-Δίσκος πάνω στον οποίο είναι κατασκευασμένοι αύλακες σε μορφή σπείρας Αρχιμήδη, 4-Κωνικός οδοντωτός τροχός για την περιστροφή του δίσκου, 5-Οδηγός της σιαγόνας, 6-Σιαγόνα

1.2.5.3. Καβαλέτα στήριξης των αντικειμένων

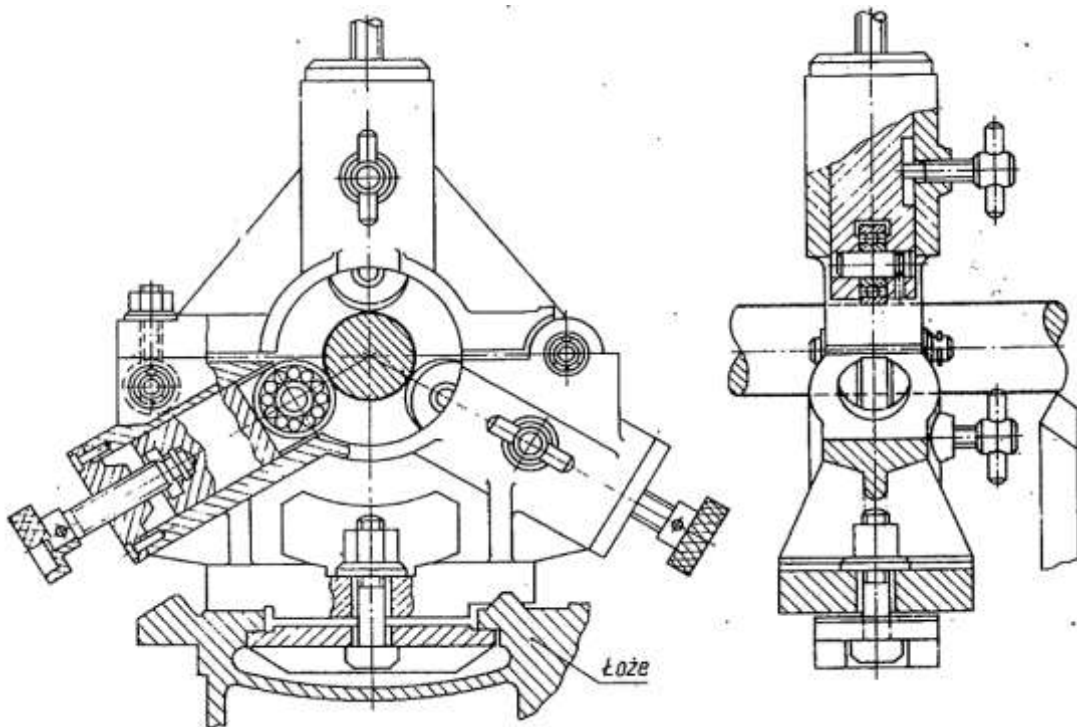
Μέσω των καβαλέτων στήριξης επιτυγχάνεται η στήριξη των κατεργαζόμενων αντικειμένων και κατά αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται η κάμψη του κατεργαζόμενου αντικειμένου (άξονα) και οι κραδασμοί.

Ως μέτρο για τη χρησιμοποίησή τους, είναι δυνατόν να αποδεχθούμε τη σχέση του μήκους ως προς τη διάμετρο του άξονα, δηλαδή πρέπει $\frac{l}{d} \leq 10 - 12$.

Στους άξονες με λεία επιφάνεια χρησιμοποιούνται κινητά καβαλέτα (σχήμα 37) ενώ στους άξονες με μη λεία επιφάνεια τα σταθερά (σχήμα 38).



Σχήμα 37: Καβαλέτο κινητό



Σχήμα 38: Καβαλέτο σταθερό

1.2.6. Κατεργασίες επιτυγχανόμενες σε τόρνο παράλληλο γενικής χρήσης

1.2.6.1. Γενικά

Ένας τόρνος γενικής χρήσης μπορεί να κάνει τις εξής εργασίες:

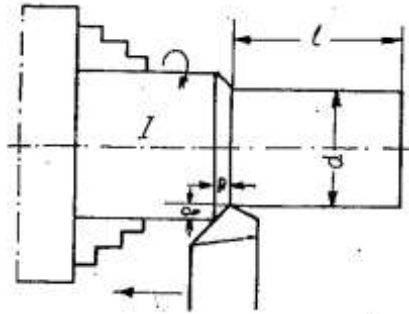
- Τόρνευση εξωτερικών και εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.
- Τόρνευση κωνικών επιφανειών.
- Τόρνευση επίπεδων επιφανειών (εγκάρσια τόρνευση).
- Διάνοιξη οπών μικρού ή μεγάλου βάθους.
- Κατεργασία επιφανειών μορφής.
- Έκκεντρη τόρνευση (έκκεντρα, στροφαλοφόροι άξονες).
- Κοπή εξωτερικών και εσωτερικών σπειρωμάτων όλων των μορφών.
- Κατεργασία εξωτερικών και εσωτερικών σφαιρικών επιφανειών (με σχετική ιδιοσυσκευή).
- Λείανση με ιδιοσυσκευές επάνω στο εργαλειοφορείο.
- Περιέλιξη ελατηρίων, ρικνώματα (κανελάζ) κλπ.

Οι βασικές κατεργασίες, οι εκτελούμενες στον παράλληλο κεντροφόρο τόρνο είναι οι εξής:

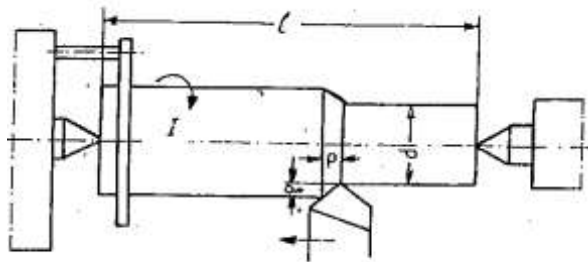
1.2.6.2. Τόρνευση κατά μήκος

Η πρόσδεση του προς κατεργασία αντικειμένου επιτυγχάνεται:

- Μέσω σφιγκτήρα (όταν $\frac{l}{d} \leq 1 \div 4$), (σχήμα 39).
- Μεταξύ κέντρων (αιχμών) ή μεταξύ σφιγκτήρων (σχήμα 40) και κέντρου κεντροφορέα (κουκουβάγιας) (όταν $\frac{l}{d} \leq 5 \div 10$, ενώ για $\frac{l}{d} \geq 10 \div 12$, επιβάλλεται και η στήριξη του αντικειμένου με καβαλέτα σταθερά ή κινητά). (σχήματα 37, 38).



Σχήμα 39: Συγκράτηση στον σφιγκτήρα



Σχήμα 40: Συγκράτηση μέσω κέντρων

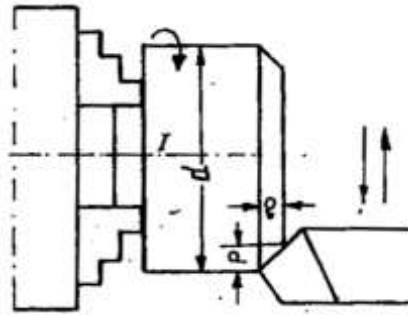
Το κατεργαζόμενο αντικείμενο εκτελεί την περιστροφική κίνηση εργασίας γύρω από τον άξονα I, ενώ το κοπτικό εργαλείο μετακινείται σε παράλληλη ευθεία και πάνω στην εξωτερική επιφάνεια του κατεργαζόμενου αντικειμένου. Η ταχύτητα κοπής παραμένει σταθερή σε όλο το μήκος τόννευσης.

1.2.6.3. Τόρνευση εγκάρσια

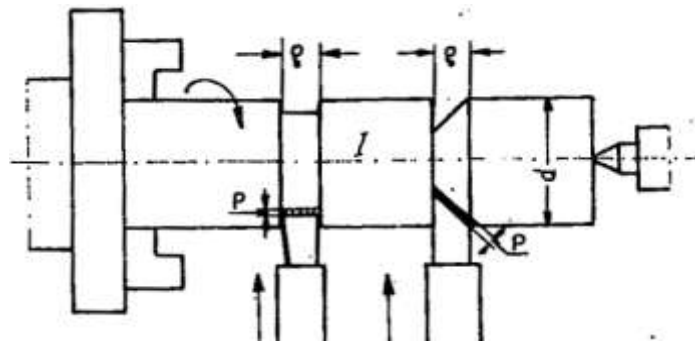
Μέσω της εγκάρσιας τόννευσης επιτυγχάνεται:

- Τόρνευση επίπεδων επιφανειών (σχήμα 41).
- Κοπή με εισχώρηση του μαχαιριού (σχήμα 42).
- Τόρνευση μορφής (σχήματα 47, 48).

Το κατεργαζόμενο αντικείμενο εκτελεί την περιστροφική κίνηση εργασίας γύρω από τον άξονα I, ενώ το κοπτικό εργαλείο την προωθητική ευθύγραμμη κίνηση κάθετα ως προς τον άξονα I.



Σχήμα 41: Τόρνευση μετωπικής επιφάνειας



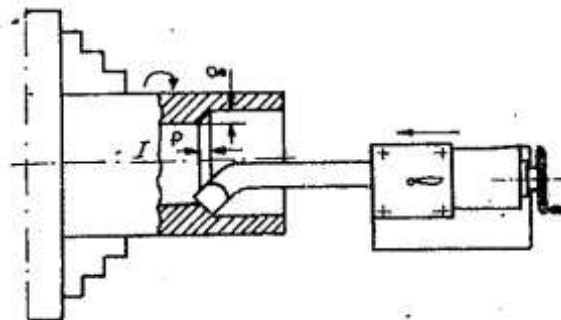
Σχήμα 42: Κοπή μέσω τόρνευσης

Μέσω σταθερής περιστροφικής ταχύτητας της ατράκτου, η ταχύτητα κοπής, μεταβάλλεται από τη μέγιστη στη διάμετρο d , μέχρι της μηδενικής στο σημείο της αξονικής γραμμής I. Η διατομή του αφαιρούμενου στρώματος είναι $F = p * g$.

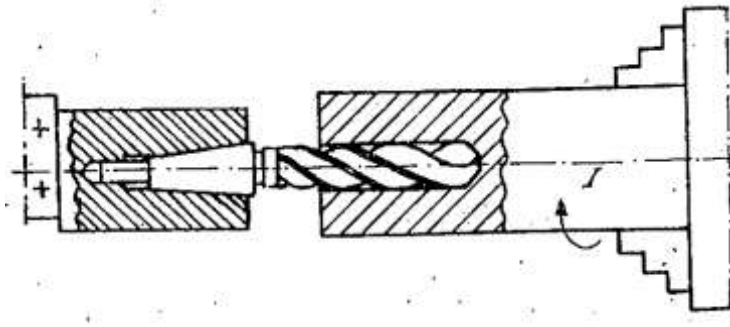
1.2.6.4. Κατεργασία εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών

Η κατεργασία εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών επιτυγχάνεται μέσω:

- Μέσω μαχαιριών εσωτερικής τόρνευσης (σχήμα 43) και
- Μέσω τρυπανιών (σχήμα 44).



Σχήμα 43: Εσωτερική τόρνευση μέσω μαχαιριού



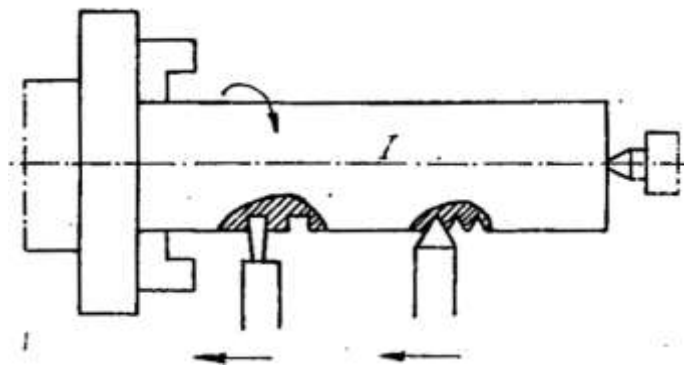
Σχήμα 44: Διάνοιξη οπής μέσω τρυπανιού

Η περιστροφική ταχύτητα εκτελείται από το κατεργαζόμενο αντικείμενο γύρω από τον άξονα I, ενώ η κίνηση πρόωσης εκτελείται χειροκίνητα ή μηχανικά από μαχαίρι συγκρατούμενο στον εργαλειοδέτη, ή μόνο χειροκίνητα μέσω του τρυπανιού, που συγκρατείται πάνω στον κεντροφορέα. Η ταχύτητα κοπής παραμένει σταθερή.

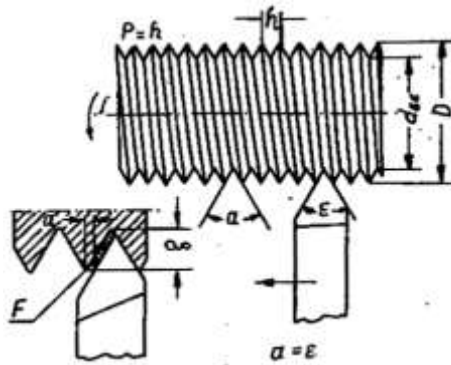
1.2.6.5. Κατεργασία σπειρωμάτων

Μία από τις βασικότερες κατεργασίες που επιτυγχάνονται στον παράλληλο τόρνο είναι και η κοπή σπειρωμάτων.

Στο σχήμα 45, παρουσιάζεται η κοπή τριγωνικής και τετραγωνικής μορφής σπειρώματος και στο σχήμα 46 δίνονται οι χαρακτηριστικές διαστάσεις του προς κατεργασία τριγωνικής μορφής σπειρώματος και του κοπτικού εργαλείου.



Σχήμα 45: Κοπή τριγωνικής και τετραγωνικής μορφής σπειρώματος



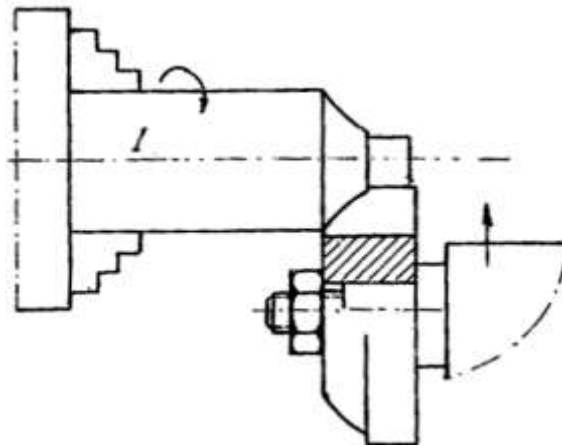
Σχήμα 46: Μεγέθη και διαστάσεις του προς κατεργασία σπειρώματος

Το κατεργαζόμενο αντικείμενο εκτελεί την περιστροφική κίνηση εργασίας γύρω από τον άξονα I, το δε κοπτικό εργαλείο την ευθύγραμμη κίνηση πρόωσης παράλληλα προς την αξονική γραμμή (I).

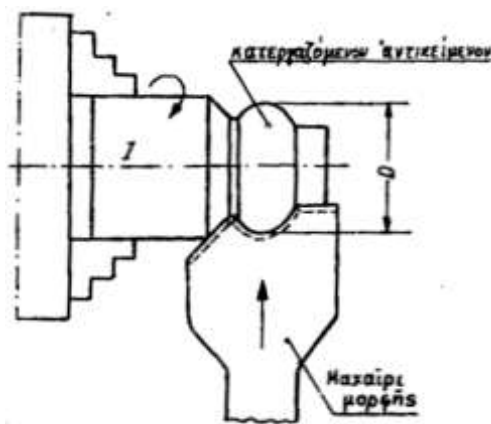
Η πρόωση p mm/στρ.^{-1} ισούται με το βήμα του προς κατεργασία σπειρώματος ϕ .

1.2.6.6. Τόρνευση μορφής

Η τόρνευση μορφής επιτυγχάνεται με τη χρήση κοπτικών εργαλείων με μορφή της κόψης τους ανάλογη της προς κατεργασίας επιθυμητής επιφάνειας. Στο σχήμα 47 παρουσιάζεται η τόρνευση κοίλης και κυλινδρικής επιφάνειας, στο σχήμα 48 η τόρνευση κυρτής και κυλινδρικής επιφάνειας. Το αντικείμενο εκτελεί την περιστροφική κίνηση εργασίας, το κοπτικό εργαλείο την εγκάρσια προωθητική κίνηση. Η ταχύτητα κοπής εξαρτάται από τη διάμετρο D , πάνω στην οποία εφάπτεται η κόψη του κοπτικού εργαλείου και είναι διαφορετική στα επί μέρους σημεία της κόψης.



Σχήμα 47: Τόρνευση μορφής (κοίλης και κυλινδρικής επιφάνειας)



Σχήμα 48: Τόρνευση μορφής (κυρτής και κυλινδρικής επιφάνειας)

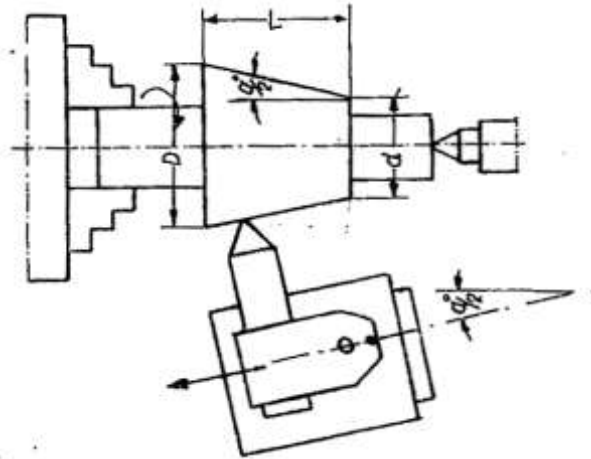
1.2.6.7. Τόρνευση κωνικών επιφανειών

Η τόρνευση κωνικών επιφανειών επιτυγχάνεται με τους ακόλουθους τρόπους:

- 1) Μέσω της κάθετης κίνησης του κοπτικού εργαλείου ως προς την αξονική γραμμή (I) του άξονα (σχήμα 41). Η περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται για το σπάσιμο των ακμών στα πρόσωπα των αξόνων.
- 2) Μέσω της στροφής του εργαλειοφορείου. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται στην περίπτωση, κατά την οποία η προς κατεργασία κωνική επιφάνεια δεν υπερβαίνει σε μήκος τη διαδρομή του άνω εργαλειοφορείου (σχήμα 49).

Για τον υπολογισμό της γωνίας στροφής $\alpha/2$ εφαρμόζεται ο τύπος:

$$\varepsilon\phi\alpha/2 = \frac{\eta\mu\frac{\alpha}{2}}{\sigma\upsilon\nu\alpha/2} = \frac{D-d}{L} = \frac{D-d}{2L}$$



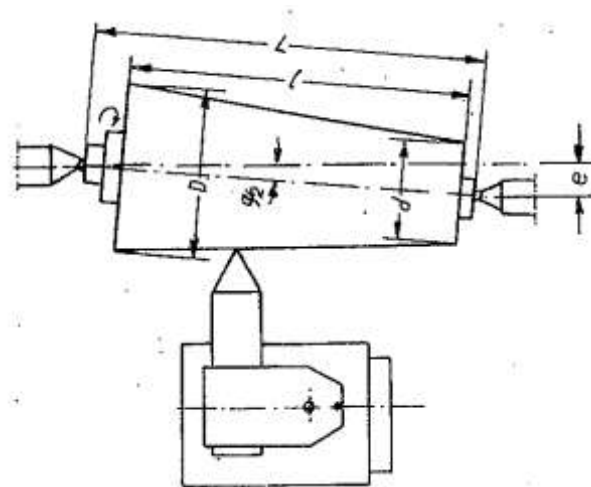
Σχήμα 49: Τόρνευση κώνου με στροφή του εργαλειοφορείου

3) Τόρνευση κωνικών επιφανειών με μετατόπιση του κεντροφορέα.

i) Περίπτωση κατά την οποία μέρος του όλου μήκους του κατεργαζόμενου εξαρτήματος πρόκειται να γίνει κωνικό (σχήμα 50).

Η μετατόπιση του κεντροφορέα (e) υπολογίζεται μέσω του τύπου:

$$e = \frac{D - d}{2} * \frac{L}{l} \text{ (mm)}$$

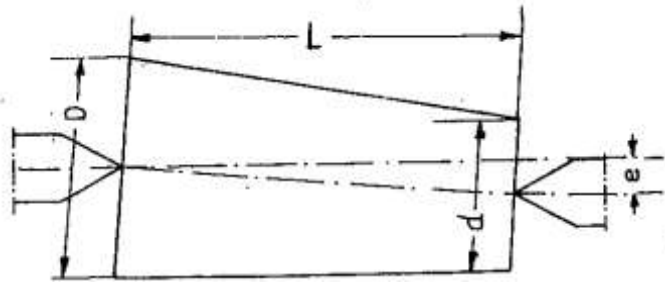


Σχήμα 50: Τόρνευση κώνου με μετατόπιση του κεντροφορέα

ii) Περίπτωση τόρνευσης κώνου σε όλο το μήκος του αντικειμένου (σχήμα 51).

Στην περίπτωση αυτή, εφαρμόζεται ο κάτωθι τύπος:

$$e = \frac{D - d}{2}, \text{ mm}$$



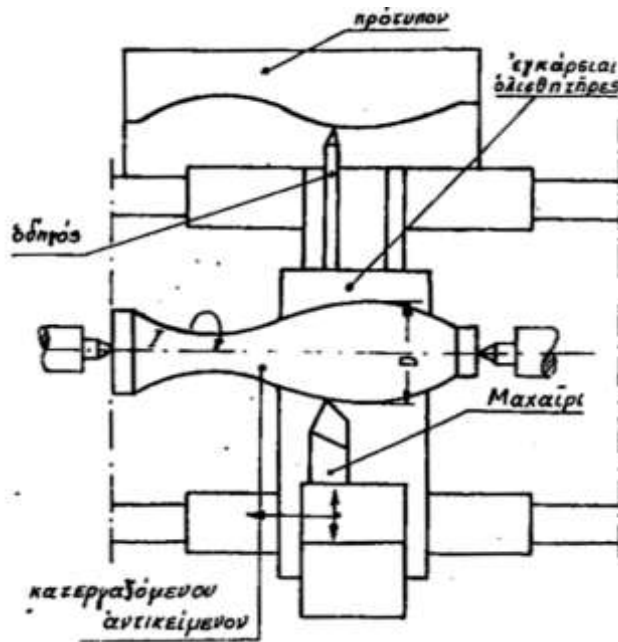
Σχήμα 51: Τόρνευση κώνου σε όλο το μήκος του εξαρτήματος

1.2.6.8. Τόρνευση αντιγραφής

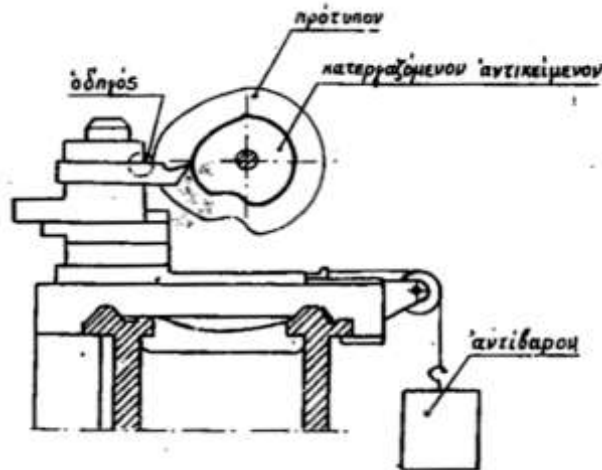
Κατά την τόρνευση αντιγραφής η κίνηση πρόωσης του κοπτικού εργαλείου δημιουργείται από δύο σύγχρονες ευθύγραμμες κινήσεις. Η κατά μήκος κίνηση επιτυγχάνεται μέσω του μηχανισμού της εργαλειομηχανής, ενώ η εγκάρσια με τη βοήθεια του μηχανισμού αντιγραφής.

Το βασικό εισερχόμενο εξάρτημα στους μηχανισμούς αντιγραφής είναι το πρότυπο, του οποίου η μορφή αντιγράφεται με τη βοήθεια ειδικών μηχανισμών (μηχανικά, υδραυλικά, ηλεκτρικά ή συνδυασμένα) πάνω στο αντικείμενο.

Ανάλογα με το επιτυγχανόμενο σχήμα του κατεργαζόμενου αντικειμένου διακρίνουμε την αντιγραφή: Κατά μήκος (το αντικείμενο μετά την κατεργασία έχει στρογγυλό σχήμα 52), εγκάρσια αντιγραφή (το αντικείμενο έχει μορφή μη στρογγυλή, σχήμα 53), ενώ κατά την κατά μήκος και εγκάρσια τομή, επιτυγχάνεται καμπυλοειδές περίγραμμα του αντικειμένου.



Σχήμα 52: Τόρνευση αντιγραφής με την κατά μήκος προώθηση του εργαλείου

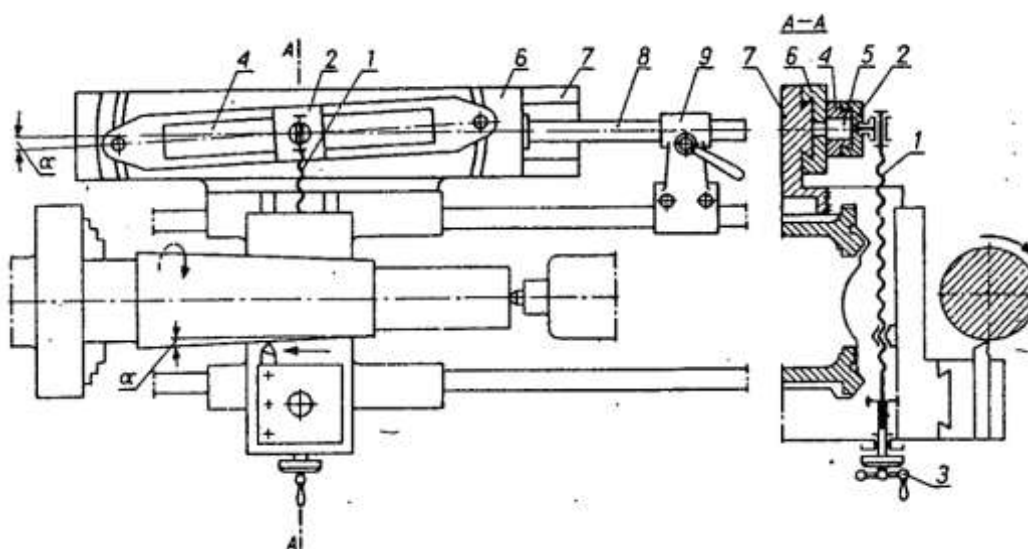


Σχήμα 53: Τόρνευση αντιγραφής με την εγκάρσια προώθηση του εργαλείου

Ο απλούστερος τρόπος αντιγραφής κατά μήκος με μηχανικό τρόπο είναι ο μηχανισμός για την τόρνευση του κώνου (σχήμα 54). Το οπίσθιο μέρος του κοχλία κίνησης (1) εδράζεται εγκάρσια και αξονικά στο φορείο (2), το δε μπροστινό μέρος του κοχλία συνδέεται μέσω σφήνας ολίσθησης μέσω του επιμήκους δακτυλίου του χειρομοχλού (3). Ο οδηγός αντιγραφής (4) μετά την περιστροφή του γύρω από το στροφέιο (5) κατά γωνία α συσφίγγεται στον φορέα (6), ο οποίος ολισθαίνει πάνω στους ολισθητήρες του στηρίγματος (7) στερεωμένου πάνω στους επιμήκεις ολισθητήρες του εργαλειοφορείου. Ο φορέας (6) ακινητοποιείται ως προς την κατά

μήκος φορά μέσω σύσφιξης του άξονα (8) στο στήριγμα (9) [ο άξονας (8) συνδέεται μέσω του φορέα (6) πάνω στο στήριγμα (9) με το τραπέζι του τόρνου].

Μέσω της εμπλοκής της κατά μήκος πρόωσης, οι εγκάρσιοι ολισθητήρες οδηγούνται από τον οδηγό αντιγραφής, μετακινούμενοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε το άκρο του κοπτικού εργαλείου να μετακινείται κατά μήκος της γενέτειρας του κατεργαζόμενου αντικειμένου.



Σχήμα 54: Τόρνευση κώνου μέσω αντιγραφής

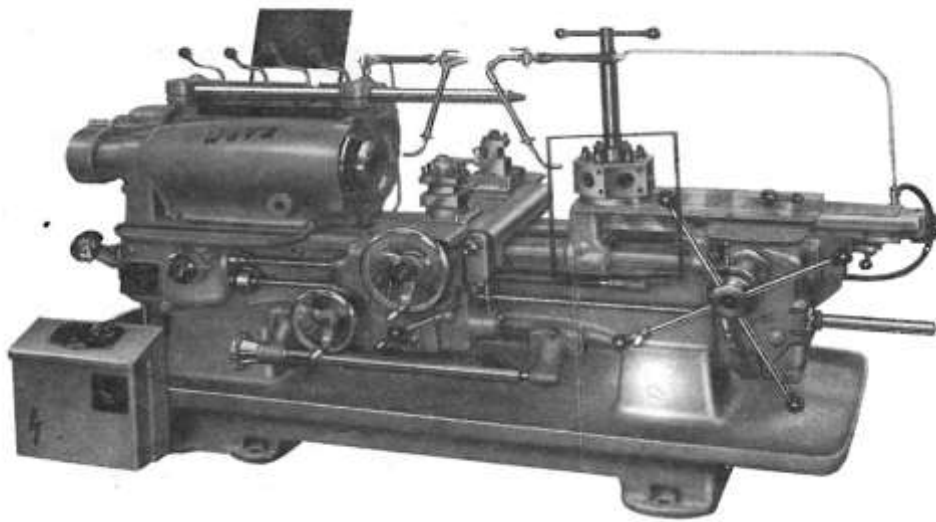
1.3. Τόρνοι ημιαυτόματοι και αυτόματοι

1.3.1. Κατάταξη με κριτήριο τον βαθμό αυτοματισμού

Το κριτήριο αυτό αναφέρεται ουσιαστικά στον βαθμό συμμετοχής του χειριστή της εργαλειομηχανής κατά τη διάρκεια της κατεργασίας. Στη συμμετοχή αυτή συμπεριλαμβάνεται και ο χρόνος για τη μεταφορά, τη συγκράτηση και την απομάκρυνση του τεμαχίου.

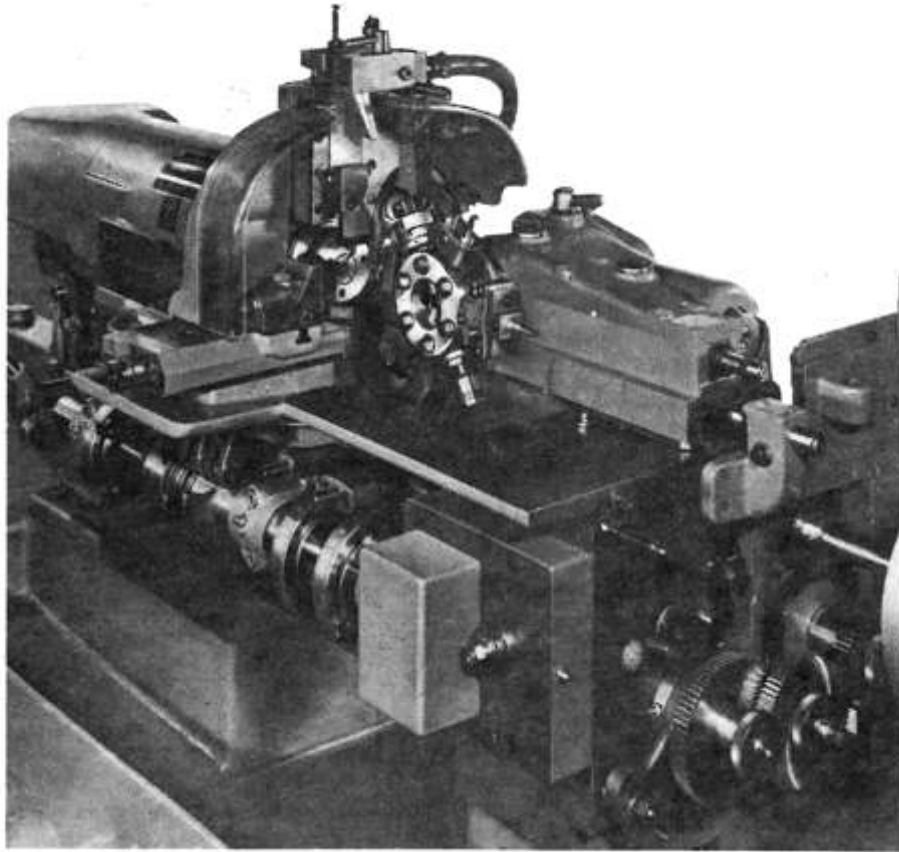
Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι τόρνοι διακρίνονται σε:

- 1) Τόρνους απλούς, όπου εκτός από την περιστροφή της ατράκτου και την πρόωση, όλες οι άλλες εργασίες πραγματοποιούνται με το χέρι.
- 2) Τόρνους ημιαυτόματους (Revolver), (σχήμα 55) όπου πολλές κινήσεις, διακοπές κίνησης καθώς και αλλαγές εργαλείων και εμπλοκές γίνονται αυτόματα ή με πολύ περιορισμένη παρέμβαση του χειριστή.



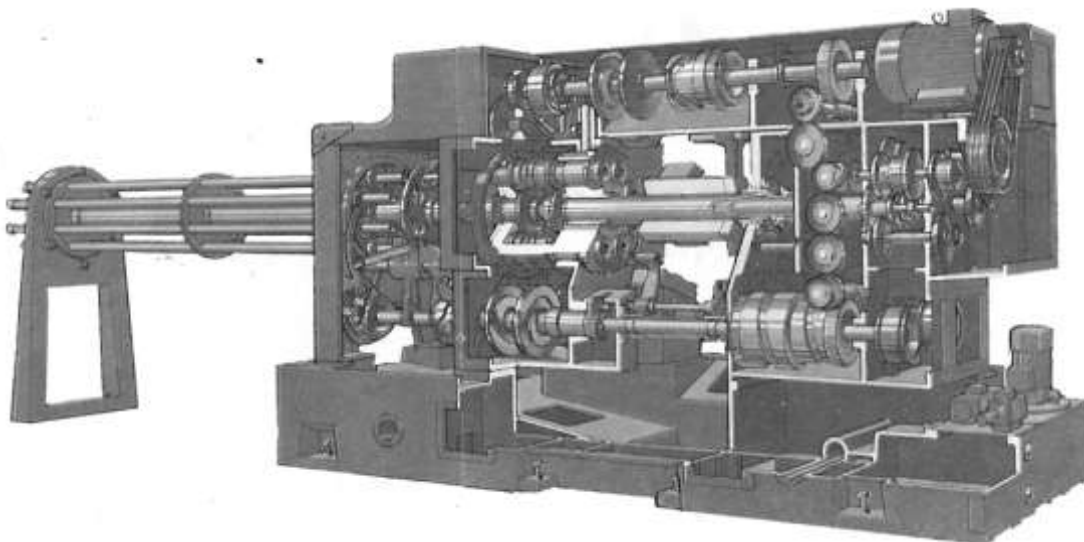
Σχήμα 55: Ημιαυτόματος τόρνος -Revolver

3) Τόρνοι αυτόματοι (μηχανικού προγραμματισμού, (σχήμα 56), όπου όλα γίνονται αυτόματα με μηχανικά μέσα, από την προσκόμιση του υλικού (συνήθως σε βέργες) έως και την απομάκρυνση του έτοιμου κομματιού.



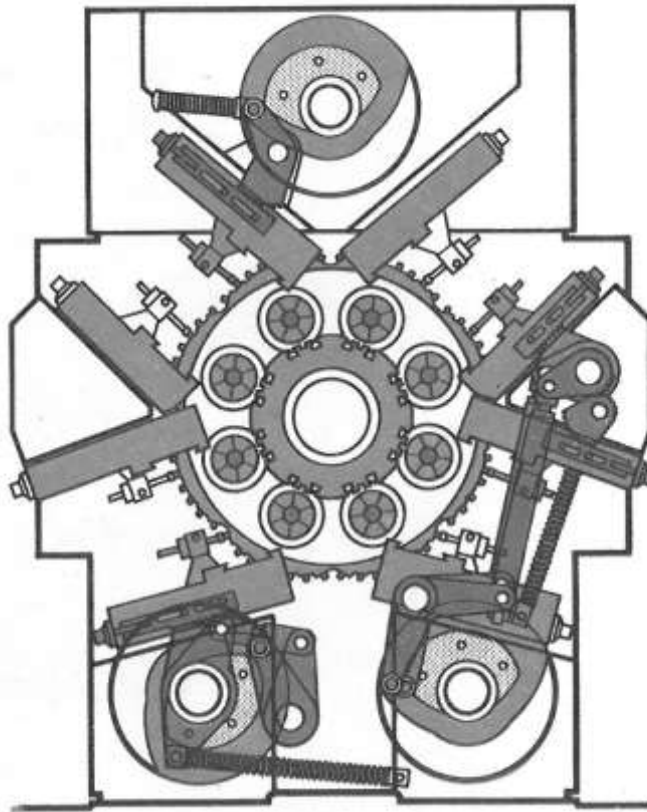
Σχήμα 56: Αυτόματος τόρνος μηχανικού προγραμματισμού

4) Τόρνοι ημιαυτόματοι πολλαξονικοί (με έως και 8 ατράκτους), (σχήμα 57 και 58).



Σχήμα 57: Τόρνος ημιαυτόματος πολλαξονικός (8 κύριες άτρακτοι)

α) Γενική όψη του τόρνου



Σχήμα 58: Τόρνος ημιαυτόματος πολλαξονικός (8 κύριες άτρακτοι)
β) Διάταξη των 8 εργαλειοφορέων και 8 αξόνων για ταυτόχρονη κατεργασία

5) Τόρνοι αυτόματοι με πρόγραμμα μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών (τόρνοι NC και CNC).

Τώρα πλέον είναι γενικευμένη η τάση αντικατάστασης των τόρνων των περιπτώσεων (2) και (3) με τόρνους NC τόσο στην παραγωγή σειράς όσο και στην παραγωγή μικρών παρτίδων. Αντίθετα οι τόρνοι της κατηγορίας (1) εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται στις απλές κατασκευές καθώς και στις εργασίες της μηχανουργικής συντήρησης.

1.3.2. Γενικά

Για την κατασκευή οποιουδήποτε κομματιού στον τόρνο γενικής χρήσης χρειάζεται πάντα μία σειρά από εργαλεία, π.χ. μαχαίρια (ξεχονδρίσματος και τελικής κατεργασίας), τρυπάνια, σπειροτόμος, βιδολόγοι, μαχαίρια αποκοπής κλπ, που χρησιμοποιούνται διαδοχικά το ένα μετά το άλλο στην κατεργασία. Πολύ σπάνια χρησιμοποιούνται δύο εργαλεία ταυτόχρονα. Η αλλαγή κάθε φορά του εργαλείου και η συγκράτησή του στον εργαλειοδέτη ή τον κεντροφορέα απαιτεί σημαντικό χρόνο.

Η απώλεια όμως αυτή του χρόνου, όταν πρόκειται για παραγωγή σε σειρά, αυξάνει το κόστος και θεωρείται αντιπαραγωγική.

Σε αντίθεση με τον κοινό τόρνο, ο τόρνος ρεβόλβερ είναι εξοπλισμένος με πολλά εργαλεία, απλά ή σύνθετα, που συνήθως ενεργούν δύο ή περισσότερα συγχρόνως. Εκτός αυτού όμως υπάρχει και η ευχέρεια των χειρισμών. Δηλαδή πολλοί χειρισμοί όπως:

- Αλλαγή εργαλείων.
- Αλλαγή και ρύθμιση της αυτόματης πρόωσης των εργαλείων.
- Μετατόπιση των εργαλειοφορέων και έναρξη κοπής.
- Ρύθμιση και αυτόματο σταμάτημα των ωφέλιμων διαδρομών, γίνονται εύκολα, γρήγορα και με απλές ενέργειες του τεχνίτη.

Ο τόρνος ρεβόλβερ, από άποψη ευκολιών που προσφέρει στην εκμετάλλευσή του, βρίσκεται μεταξύ του τόρνου γενικής χρήσης, που όλοι οι χειρισμοί γίνονται από τον τεχνίτη και του εντελώς αυτόματου τόρνου. Με τον όρο αυτόματο τόρνο εννοούμε τον τόρνο που λειτουργεί είτε με καθαρά μηχανικό αυτοματισμό είτε με πρόγραμμα με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (NC ή CNC).

Για όλους τους παραπάνω λόγους οι τόρνοι ρεβόλβερ χαρακτηρίζονται ως ημιαυτόματα μηχανήματα και χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις μεγάλης σχετικά παραγωγής. Κατά αυτόν τον τρόπο, σε μια μεγάλη ποικιλία προϊόντων, σε σύγκριση με τον συνήθη τόρνο, οι τόρνοι ρεβόλβερ εκτελούν την ίδια εργασία σε πολύ μικρότερο χρόνο.

Σε ένα σωστά εξοπλισμένο και ρυθμισμένο τόρνο ρεβόλβερ δε γίνονται κατά κανόνα μετρήσεις σε κάθε κομμάτι κατά την παραγωγή, αλλά κατά αραιά διαστήματα γίνονται προσεκτικοί έλεγχοι των διαστάσεων των κομματιών για να ελεγχθεί μήπως έγινε καμία απορύθμιση των εργαλείων και των διαδρομών. Για τον τόρνο ρεβόλβερ

δεν απαιτείται ο πολύ πεπειραμένος και ικανός τεχνίτης του κλασικού τόρνου γενικής χρήσης, αλλά απλώς ένας ειδικευμένος τεχνίτης. Απεναντίας η τοποθέτηση και ρύθμιση των ποικίλων εργαλείων, για να αποδίδονται οι σωστές διαστάσεις κατεργασίας, απαιτεί έναν πολύ ικανό και έμπειρο τεχνίτη.

Ο τόρνος ρεβόλβερ, όπως και ο συνηθισμένος τόρνος γενικής χρήσης, επεξεργάζεται όλα τα μηχανολογικά υλικά, δηλαδή χυτοσίδηρο, χάλυβα και κράματα χαλύβων, χαλκού, αλουμινίου, κ.α.

Χαρακτηριστικό είναι ότι οι τόρνοι με ρεβόλβερ, σε σύγκριση με τους συμβατικούς τόρνους, επεξεργάζονται κομμάτια με μικρό σχετικά μήκος και όχι με πολύ μεγάλη διάμετρο. Κατασκευάζονται σε μία σχετική κλιμάκωση μεγεθών, για να ανταποκρίνονται στις ανάγκες από τη λεπτομηχανουργική κατεργασία μέχρι τη μηχανουργική επεξεργασία μέσω μεγεθών.

Οι τόρνοι ρεβόλβερ, ως παραγωγικά μηχανήματα, με τους διάφορους βαθμούς αυτοματισμού που διαθέτουν και σε συνδυασμό με τους προγραμματιζόμενους τόρνους από ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (τόρνοι NC), αποτελούν σήμερα σημαντικό μέρος των εργαλειομηχανών παραγωγής σε σειρά σε κάθε αξιόλογη μηχανουργική βιομηχανία.

Τέλος, ο τόρνος ρεβόλβερ από την άποψη της απόδοσης ακριβείας δεν υστερεί από τον τόρνο γενικής χρήσης και μπορεί να κάνει, ανάλογα με την περίπτωση, τα παρακάτω είδη κατεργασιών:

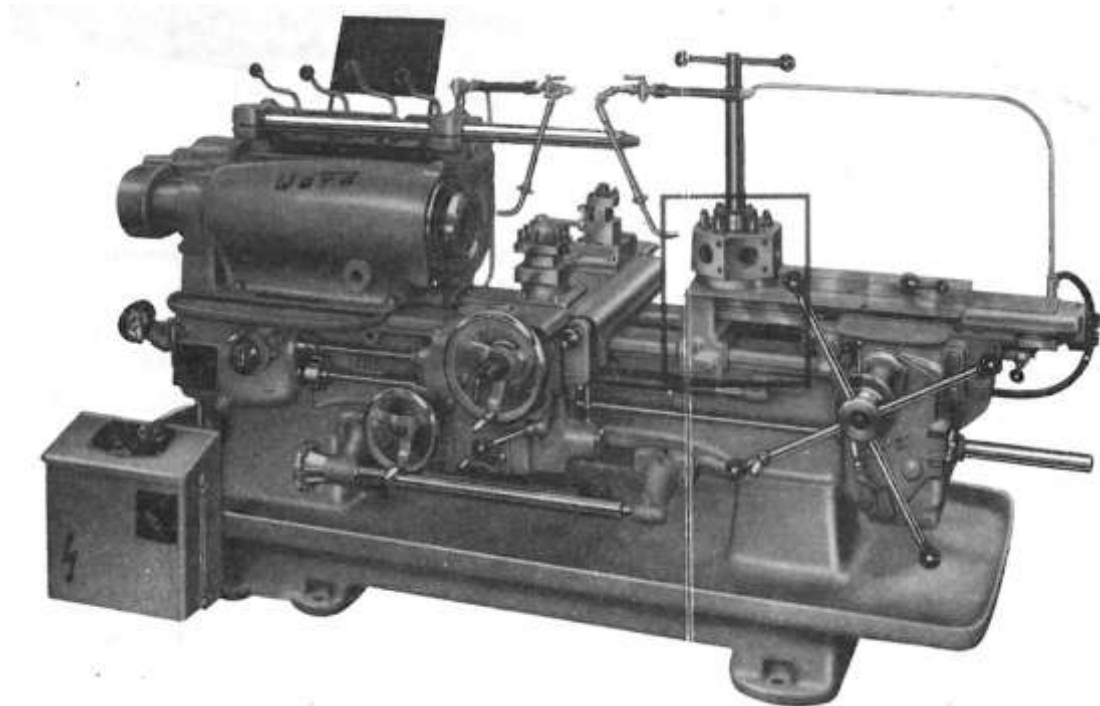
- Τόρνευση συνηθισμένη (κατά μήκος).
- Τόρνευση μορφής.
- Τρύπημα (με τρυπάνι).
- Κατεργασία οπής.
- Γλύφανση (αλεξουάρισμα).
- Κωνική τόρνευση.
- Σπειρωτόμηση.
- Κατασκευή κέντρου με κεντραδόρο.
- Ρίκνωση (ρεζέτα).
- Αποκοπή (σχίσιμο).

Σε σπάνιες περιπτώσεις:

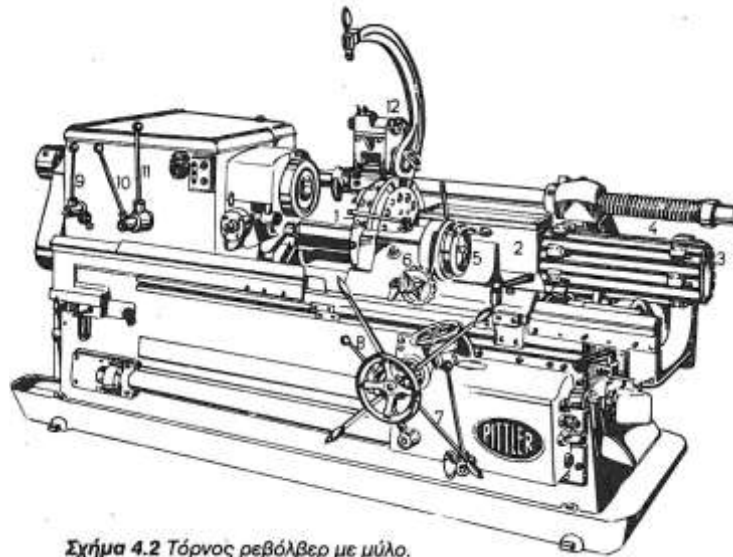
- Φρεζάρισμα.
- Αυλάκωση.

1.3.3. Τύποι ρεβόλβερ – Δομή και χαρακτηριστικά

Βασικό χαρακτηριστικό κάθε τóρνου ρεβόλβερ είναι η κεφαλή του εργαλειοφορείου, στην οποία συγκρατούνται μονίμως τα εργαλεία και μάλιστα με τη σειρά διαδοχής των κατεργασιών σε αυτή, που στην πράξη ανάλογα ονομάζονται «πύργος» ή «μύλος».



Σχήμα 59: Τόρνος ρεβόλβερ με πύργο



Σχήμα 4.2 Τόρνος ρεβόλβερ με μύλο.

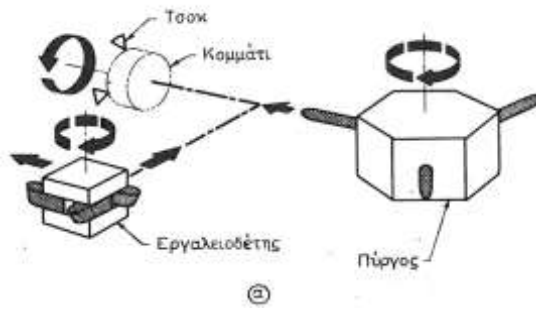
Σχήμα 60: Τόρνος ρεβόλβερ με μύλο

1) Εργαλειοφόρα κεφαλή, 2) Φορείο μύλου, 3) Τύμπανο για τα στόπερ, 4) Στόπερ, 5) Χειροτροχός για γρήγορη περιστροφή του τύμπανου (αλλαγή εργαλείου), 6) Χειροτροχοί για αργή περιστροφή του τύμπανου (εγκάρσια τόννευση) 7) Σταυροειδής μοχλός για την κατά μήκος κίνηση του μύλου με το χέρι 8) Μοχλός για αυτόματη κατά μήκος κίνηση 9) Μοχλός για αλλαγή ταχυτήτων κύριας ατράκτου, 10) Μοχλός για αναστροφή κίνησης 11) Μοχλός για μεγάλο υποβιβασμό στροφών 12) Συσκευή αντιγραφής.

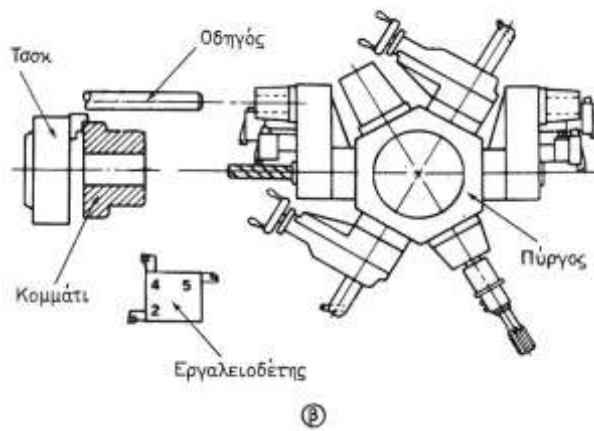
Βασική δομή:

Ανάλογα με τη διαμόρφωση και τη θέση της κεφαλής του εργαλειοφορέα έχουμε δύο κατηγορίες τórνων ρεβόλβερ:

-Τόρνο ρεβόλβερ με (εξαγωνικό και σπανιότερα πενταγωνικό ή οκταγωνικό) πύργο εργαλειοφορέα που περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα και όπου τα εργαλεία που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με τον νοητό άξονα του τórνου. (σχήματα 61 και 62).



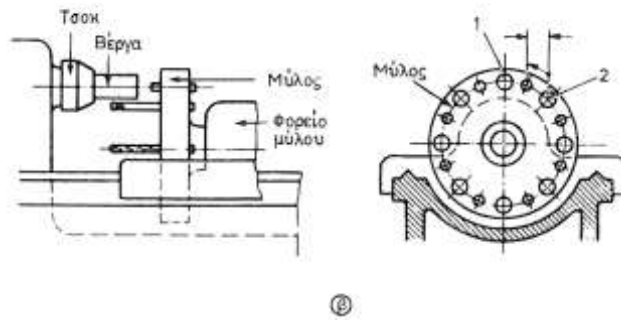
Σχήμα 61: Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής εξαγωνικού πύργου σε αξονομετρικό



Σχήμα 62 Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής εξαγωνικού πύργου σε αξονομετρικό -Τόρνο ρεβόλβερ με κυλινδρικό τύμπανο – μύλο που περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα, παράλληλο ή κάθετο προς τον νοητό άξονα του τόρνου. Ο μύλος αυτός έδωσε στην πράξη τον χαρακτηρισμό «ρεβόλβερ» στους ημιαυτόματους τόρνους (σχήματα 63 και 64).



Σχήμα 63: Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής μύλου εξοπλισμένη με εργαλεία

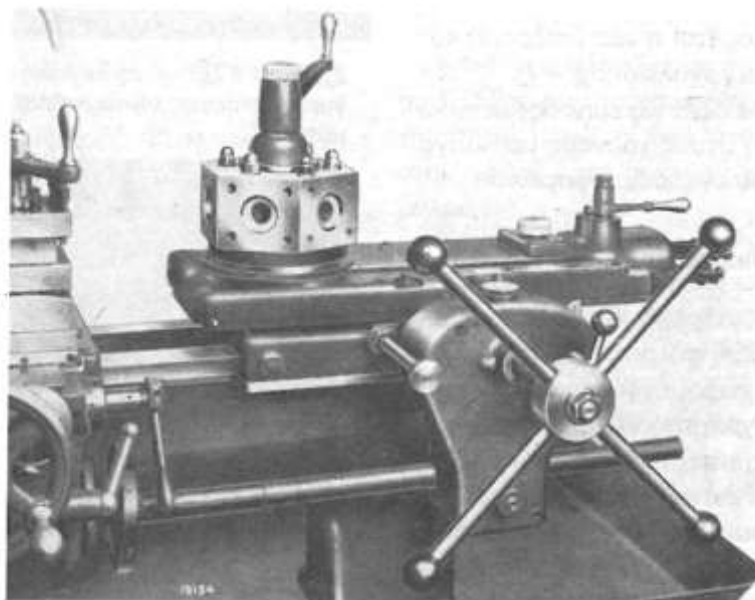


Σχήμα 64: Περιστροφική εργαλειοφόρα κεφαλή μορφής μύλου.
Γενική διάταξη σε δύο όψεις.

1) Τόρνος ρεβόλβερ με πύργο.

Σε κάθε πλευρά του πύργου και σε κατάλληλες οπές μπορεί να τοποθετηθούν μέχρι και έξι διάφορα εργαλεία ή ιδιοσυσκευές με εργαλεία (σχήματα 61 και 62).

Το συγκρότημα του πύργου κινείται συνήθως με γλισιέρες επάνω σε ένα φορείο (σχήμα 65) το οποίο επίσης μπορεί να μετατοπίζεται πάλι κατά μήκος επάνω στους πρισματοδηγούς του κρεβατιού, όπως ο εργαλειοφορέας στους τόρνους γενικής χρήσης.



Σχήμα 65: Διάταξη για την κατά μήκος μετακίνηση του πύργου τόρνου ρεβόλβερ

Με τη διάταξη αυτή, εκτός από τη συνηθισμένη κατά μήκος τόννευση με τον κύριο εργαλειοδέτη, μπορεί να γίνει και κατά μήκος τόννευση με εργαλεία από τον πύργο.

Επίσης από τον πύργο με ανάλογα εργαλεία ή ιδιοσυσκευές μπορεί να γίνει διάτρηση, τόννευση οπών, κοχλιοτόμηση και πολλές άλλες εργασίες.

Η αναγκαία πρόωση κατά μήκος του πύργου επάνω στις γλισιέρες του γίνεται είτε με το χέρι, με τη βοήθεια του σταυρωτού χειρομοχλού, είτε αυτόματα, με έξη συνήθως μεγέθη λεπτών προώσεων.

Η περιστροφή του πύργου για αλλαγή εργαλείου γίνεται αυτόματα όταν ο πύργος μετατοπισθεί μέσω του σταυρωτού χειρομοχλού και φθάσει στην ακραία δεξιά θέση.

Όταν γίνεται κατεργασία κομματιών με μικρό μήκος, το φορείο που φέρει το συγκρότημα του πύργου πλησιάζει ανάλογα κοντά στο τσοκ και ασφαρίζεται επάνω στο κρεβάτι. Με τον τρόπο αυτό οι κατά μήκος διαδρομές του πύργου επάνω στο φορείο, για να γίνει η στροφή του πύργου και αλλαγή εργαλείου, γίνονται μικρότερες κάθε φορά και εξοικονομείται χρόνος βοηθητικών εργασιών.

Σε τόννους ρεβόλβερ μεγαλύτερου μεγέθους οι ιδιοσυσκευές του πύργου με τα κοπτικά εργαλεία, για να μην παρουσιάζουν κραδασμούς (τρέμουλο), φέρουν υποδοχή και οδηγούνται με τη βοήθεια μίας «οδηγού μπάρας», που είναι σταθερά εδραιωμένη στο σώμα του κιβωτίου ταχυτήτων.

Στον τόννο ρεβόλβερ με πύργο, πάνω στο εγκάρσιο φορείο, τοποθετούνται απευθείας δύο εργαλειοδέτες (σχήμα 59). Οι εργαλειοδέτες αυτοί είναι σε τέτοια θέση, ώστε να βρίσκεται μεταξύ τους ο νοητός άξονας του τόννου με το περιστρεφόμενο κομμάτι. Ο μπροστινός εργαλειοδέτης είναι τετραπλός αλλά μπορεί να συγκρατήσει και περισσότερα παράλληλα εργαλεία που να κόβουν ταυτόχρονα σε κλιμακωμένες διαμέτρους. Ο πίσω εργαλειοδέτης χρησιμεύει συνήθως για να συγκρατεί το εργαλείο αποκοπής.

2) Τόννος ρεβόλβερ με μύλο.

Βασικό χαρακτηριστικό στους τόννους ρεβόλβερ με μύλο είναι ότι δεν υπάρχει το γνωστό εγκάρσιο φορείο με την εγκάρσια κίνηση και ως εκ τούτου ο μύλος μπορεί να πλησιάσει το τσοκ πολύ κοντά προς το κομμάτι.

Στη μετωπική επιφάνεια του μύλου μπορούν να συγκρατηθούν από 12 έως 16 διαφορετικά εργαλεία (σχήματα 63 και 64). Ο άξονας περιστροφής του μύλου βρίσκεται χαμηλότερα τόσο, ώστε ο νοητός άξονας της κύριας ατράκτου να συμπίπτει με τον άξονα της οπής κορυφής (1) του μύλου (σχήματα 63 και 64). Η

επίπεδη εγκάρσια τόννευση και η αποκοπή γίνονται από κοπτικό εργαλείο που συγκρατείται στη γειτονική προς την κορυφή οπή συγκρατήσεως (2) με περιστροφική κίνηση ολόκληρου του μύλου κατά τη φορά του βέλους.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό των τόννων ρεβόλβερ είναι ότι στους περισσότερους τύπους, στην κύρια άτρακτο, εκτός από το συνηθισμένο τσοκ προσαρμόζονται τσοκ ταχείας ενέργειας ή άλλες διατάξεις που κάνουν τη συγκράτηση σχεδόν στιγμιαία. Τα συστήματα αυτά είναι είτε μηχανικά (κίνηση ενός μοχλού) είτε με πεπιεσμένο αέρα, έχουν ευρύτερη εφαρμογή σε περιπτώσεις που γίνεται κατεργασία από βέργα και συγκράτηση με τσιμπίδες και συντελούν στη μεγάλη οικονομία χρόνου για κάθε παραγόμενο κομμάτι.

1.3.4. Ταχύτητες

Εξαιτίας της μικρής σχετικά διαμέτρου κομματιών που επεξεργάζονται, το μέγιστο πλήθος στροφών των τόννων ρεβόλβερ υπερβαίνει κατά κανόνα τις 2000/min. Όμως επειδή πάντοτε κατασκευάζουν και σπειρώματα, έχουν αναγκαστικά και πολύ χαμηλό, τον ελάχιστο, αριθμό στροφών. Δηλαδή κάτω από 90/min. Το πλήθος των ταχυτήτων κυμαίνεται από 12 έως 18.

1.3.5. Πρόωση και διαδρομές προώσεων

Στους τόννους ρεβόλβερ με πύργο, η κατά μήκος πρόωση γίνεται τόσο από το εργαλειοφορείο όσο και από τον πύργο. Το εργαλειοφορείο επί πλέον κάνει και εγκάρσια πρόωση. Οι τόννοι ρεβόλβερ με μύλο έχουν μόνο κατά μήκος πρόωση από το φορείο του μύλου. Τα τρία είδη προώσεων μπορούν να γίνουν και αυτόματα και με το χέρι.

Οι διαδρομές για την κατά μήκος πρόωση καθορίζονται και ρυθμίζονται για κάθε εργαλείο από αντίστοιχα στόπερ, που βρίσκονται στην κυλινδρική επιφάνεια ενός τύμπανου πάνω ή στα πλευρά του κρεβατιού. Τα στόπερ όταν ενεργήσουν σταματούν τη διαδρομή.

Με την περιστροφή του πύργου για αλλαγή εργαλείου, περιστρέφεται αυτόματα και το τύμπανο με τα στόπερ και έτσι η νέα διαδρομή κοπής αντιστοιχεί στο νέο εργαλείο.

Μία απλή διάταξη με όρια για εμπρός και πίσω κίνηση υπάρχει επίσης στους τórνους με πύργο και για τη διαδρομή του εγκάρσιου φορείου.

1.3.6. Βασικοί αυτοματισμοί

Όταν τελειώσει η διαδρομή κοπής με ένα εργαλείο από τον πύργο ή μύλο, ο τεχνίτης περιστρέφει τον σταυρωτό χειρομοχλό για να επιστρέψει ο πύργος στην αρχική του θέση. Με τον χειρισμό αυτό στους περισσότερους τórνους ρεβόλβερ γίνονται αυτόματα και οι εξής εργασίες:

- Απομανδάλωση του πύργου ή μύλου ώστε να μπορεί να περιστραφεί.
- Περιστροφή του πύργου ή μύλου για να έρθει στη θέση εργασίας το επόμενο εργαλείο.
- Εκ νέου μανδάλωση και σταθεροποίηση του πύργου ή μύλου στη νέα του θέση.
- Περιστροφή του τύμπανου με τα στόπερ για τον καθορισμό της διαδρομής κοπής του νέου εργαλείου.

Σε ορισμένα ρεβόλβερ υπάρχει περισσότερος αυτοματισμός και με τον ίδιο χειρισμό γίνεται επίσης αυτόματα αλλαγή στροφών της ατράκτου και αλλαγή πρόωσης.

1.3.7. Εργασίες που κάνει ο τεχνίτης

Οι εργασίες και οι χειρισμοί που κατά κανόνα κάνει ο τεχνίτης σε κάθε ημιαυτοποιημένο ρεβόλβερ είναι:

- Ρύθμιση στροφών.
- Ρύθμιση της πρόωσης.
- Καθορισμός της θέσης του πύργου σε αυτόματη κίνηση πρόωσης.
- Απομάκρυνση του πύργου από το κομμάτι και περιστροφή του για τη νέα θέση.
- Χειρισμοί για προώθηση της βέργας ή συγκράτηση του υλικού για το νέο κομμάτι.

1.3.8. Τα εργαλεία στον τórνο ρεβόλβερ και η σημασία τους

Για να εργαστεί αποδοτικά ένας τórνος ρεβόλβερ χρειάζεται πολλά και πολλών ειδών εργαλεία. Τα εργαλεία αυτά συγκρατούνται, ένα ή περισσότερα μαζί, σε απλούς εργαλειοδέτες. Σε πολλές όμως περιπτώσεις και ιδίως σε εργασίες που γίνονται από τον πύργο ή μύλο, τα κοπτικά εργαλεία συγκρατούνται σε αξιόλογες και

συχνά πολυσύνθετες ιδιοσυσκευές. Οι ιδιοσυσκευές αυτές μπορούν και συγκρατούν τις περισσότερες φορές πολλά και διαφορετικά κοπτικά εργαλεία, που κόβουν ταυτόχρονα και ακόμη έχουν μηχανισμούς για τη μικρομετρική τους ρύθμιση, ώστε να αποδώσουν με ακρίβεια τη διάσταση που πρέπει.

Γενικά τα εργαλεία ενός ρεβόλβερ διακρίνονται σε:

- Εργαλεία του πύργου ή μύλου για κατεργασία κομματιών από βέργα.
- Εργαλεία του πύργου ή μύλου για κατεργασία αυτόματων κομματιών στο τσοκ (εργασίες τσοκ).
- Εργαλεία για τον εργαλειοδέτη επάνω στο εγκάρσιο φορείο.

1.3.9. Καθορισμός φάσεων κατεργασίας και επιλογή εργαλείων

Για τη σωστή εκμετάλλευση ενός ρεβόλβερ έχει μεγάλη σημασία η μελέτη και ο καθορισμός των φάσεων κατεργασίας που θα μας φέρουν το καλύτερο αποτέλεσμα. Στην προσπάθεια αυτή είναι φανερό ότι η επινόηση για ταυτόχρονη κοπή περισσότερων εργαλείων και η επιλογή των περισσότερων καταλλήλων ιδιοσυσκευών από αυτές που διαθέτει ο τόννος ρεβόλβερ συντομεύει τον χρόνο της κατεργασίας και μπορεί να βελτιώσει ακόμα και την ποιότητα του κομματιού.

Για τους λόγους αυτούς, ανάλογα με την περίπτωση και τη σοβαρότητα της εργασίας, ο τεχνίτης, ο εργοδηγός, ακόμα και ο μηχανικός μελετών πρέπει να έχουν πείρα σε εργασίες τόννου ρεβόλβερ, για να αποφασίζουν και να καταλήγουν κάθε φορά στη λύση που θα συντελέσει στην καλύτερη εκμετάλλευση των εργαλείων και της εργαλειομηχανής.

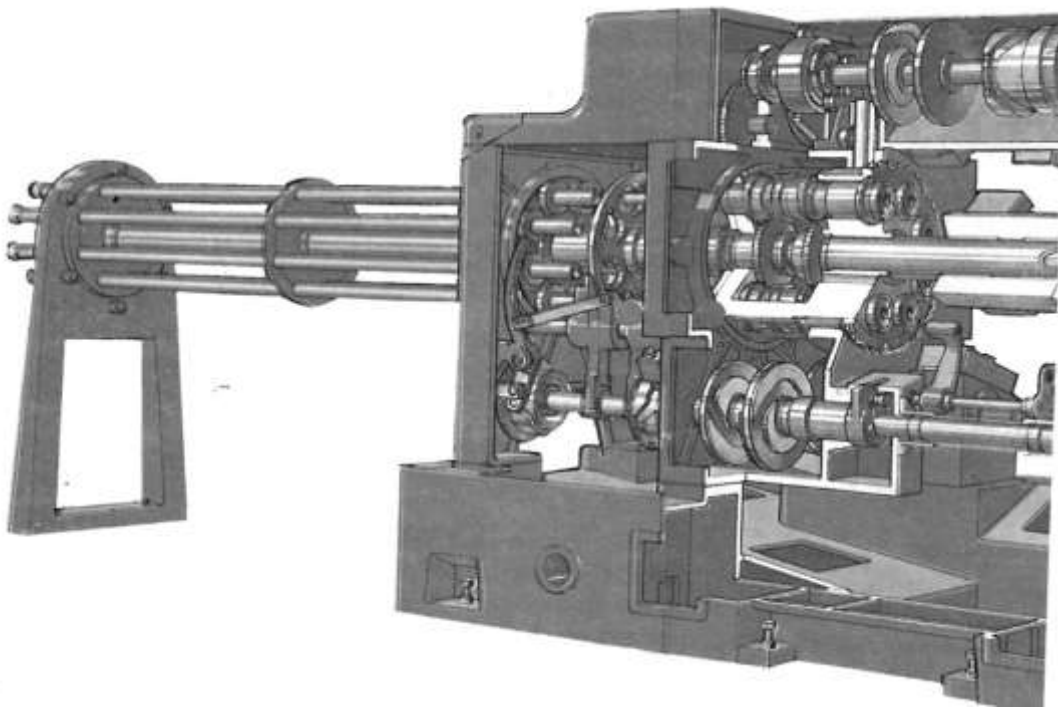
1.3.10. Εξέλιξη και παραλλαγές στους τόννους ρεβόλβερ

Οι ημιαυτόματοι τόννοι ρεβόλβερ κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη και σε πολλές παραλλαγές, τόσο στη γενική τους διαμόρφωση όσο και στους αυτοματισμούς. Επίσης κατασκευάζονται ημιαυτόματοι πολυάτρακτοι τόννοι με 4, 6 μέχρι και 8 ατράκτους, ώστε να επεξεργάζονται ισάριθμα κομμάτια ταυτόχρονα (σχήμα 66) από πρώτη ύλη άξονες (μπάρες) διαμέτρου 50, 60, 80 μέχρι και 100mm και μήκος κάθε μπάρας 4.000mm.

Οι καλύτεροι και περισσότερο βελτιωμένοι τύποι ημιαυτομάτων τόννων κατασκευάζονται στην Ευρώπη και την Αμερική, από ειδικευμένα στο είδος αυτό των

εργαλειομηχανών εργοστάσια. Τα εργοστάσια αυτά, ακολουθώντας μία γενική εξέλιξη, παρουσιάζουν συνεχώς όλο και πιο εξελιγμένες μηχανές.

Ήδη όμως τα ρεβόλβερ αντικαθίστανται στην παραγωγή από υψηλού βαθμού αυτοματοποίησης μονοάτρακτες ή πολυάτρακτες εργαλειομηχανές. Αυτές έχουν αντίστοιχη κατασκευαστική διαμόρφωση και φέρουν έναν ή και δύο πύργους ή σημαντικό πλήθος ανεξάρτητων εργαλειοφορείων που ελέγχονται από κεντρική ηλεκτρονική μονάδα (NC ή CNC).



Σχήμα 66: Πολυάτρακτος αυτόματος τόρνος με 8 ατράκτους (8 x $\phi 32$)

1.3.11. Η ψύξη στους τόνους ρεβόλβερ

Όλοι οι τόννοι ρεβόλβερ είναι οπωσδήποτε εφοδιασμένοι με σύστημα ψύξης, γιατί κατά κανόνα δουλεύουν με μεγαλύτερες ταχύτητες από τους κοινούς τόννους, κόβουν ταυτόχρονα πολλά εργαλεία και αναπτύσσονται μεγάλα ποσά θερμότητας.

1.3.12. Ψύξη και υγρά κοπής

Τα υγρά κοπής με μία κατάλληλη σωλήνωση οδηγούνται στην περιοχή, όπου γίνεται η κοπή και έχουν διπλό προορισμό:

- 1) Να λιπάνουν και να περιορίσουν την τριβή μεταξύ του αποβλήτου και της επιφάνειας κοπής καθώς και την τριβή μεταξύ του κομματιού και της ελεύθερης επιφάνειας του εργαλείου (λιπαντική δράση).
- 2) Να απαγάγουν τη θερμότητα, που αναπτύσσεται κατά την κοπή από το εργαλείο, από το κομμάτι και τα απόβλητα (ψυκτική δράση).

Σε μερικές περιπτώσεις και ιδίως σε αυτόματα μηχανήματα, όταν τα απόβλητα που παράγονται είναι ασυνεχή (σπασμένα σε μικρά κομμάτια), τα υγρά κοπής χρησιμεύουν επιπλέον στα να τα παρασύρουν και να τα απομακρύνουν από την περιοχή κοπής.

Πλεονεκτήματα από την ψύξη:

- 1) Η ταχύτητα κοπής μπορεί να αυξηθεί μέχρι και 40%, χωρίς να αυξηθεί η θερμοκρασία.
- 2) Αυξάνει τη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου.
- 3) Η ποιότητα της κατεργασμένης επιφάνειας του κομματιού είναι καλύτερη.
- 4) Το κομμάτι δε θερμαίνεται υπερβολικά και δεν προκαλούνται ανεπιθύμητες διαστολές.
- 5) Η ενέργεια που δαπανάται για την κοπή είναι μικρότερη λόγω των μικρότερων τριβών.

Είδη ψυκτικών υγρών:

Ως υγρά κοπής χρησιμοποιούνται:

- 1) Λάδια κοπής. Αυτά δε διαλύονται και συνεπώς δεν αραιώνονται με νερό. Η δράση τους είναι περισσότερο λιπαντική και λιγότερο ψυκτική.

2) Ψυκτικά λάδια (σαπουνέλαια). Συνδυάζουν λιπαντική με μεγάλη ψυκτική ικανότητα. Είναι διαλυτά στο νερό και σχηματίζουν γαλάκτωμα. Η αναλογία λαδιού προς νερό μπορεί κατά περίπτωση να φθάσει το 10% σε λάδι.

Κύκλωμα ψύξης:

Η εργαλειομηχανή είναι κατά κανόνα εφοδιασμένη με ένα κύκλωμα κυκλοφορίας του ψυκτικού υγρού. Το ψυκτικό υγρό περνάει από φίλτρο και οδηγείται στην αντλία, που με κατάλληλη σωλήνωση το στέλνει με επαρκή πίεση στο ακροφύσιο κοντά στη θέση κοπής, όπου υπάρχει και η σχετική βάνα για τον περιορισμό ή τη διακοπή της ροής του υγρού.

Η ροή πρέπει κανονικά να αρχίζει πριν από την έναρξη κοπής (σε σύγχρονες εργαλειομηχανές αυτό γίνεται αυτόματα), για να μην πέσει απότομα ψυχρό υγρό σε ζεστό εργαλείο, πράγμα που είναι επικίνδυνο, ιδίως για τα σκληρομέταλλα (ρωγμές).

1.3.13. Εκλογή συνθηκών κοπής

Το πρόβλημα εκλογής των συνθηκών κοπής εμφανίζεται κατά τη μελέτη των τεχνολογικών διαδικασιών της κατεργασίας των αντικειμένων. Επίσης αυτό το πρόβλημα εμφανίζεται στους κατασκευαστές στην περίπτωση των αυτόματων και ημιαυτόματων τόρνων γενικής και ειδικής χρήσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι για κάθε αυτόματο και ημιαυτόματο τόρνο πρέπει να μελετώνται οι αντίστοιχοι πίνακες ταχυτήτων κοπής και πρόωσης. Ως βάση για τον υπολογισμό των συνθηκών κοπής για κατεργασία με ένα κοπτικό εργαλείο είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οι δεδομένοι υπολογιστικοί τύποι που χρησιμοποιούνται σε τόρνους γενικής χρήσης.

Ως γνωστό η ταχύτητα κοπής εξαρτάται από τη διάρκεια ζωής T του κοπτικού εργαλείου και καθορίζεται από τον τύπο:

$$T = \frac{C_T}{V^s * p^u * g^e} \text{ min}^-$$

Η διάρκεια του κοπτικού εργαλείου πρέπει να λαμβάνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε από οικονομικής άποψης να είναι συμφέρουσα. Η οικονομική διάρκεια του κοπτικού εργαλείου είναι διαφορετική για κάθε εργοστάσιο ή εργαλειομηχανή. Αντί να γίνεται ο υπολογισμός της οικονομικής διάρκειας με τον παραπάνω τύπο, στον οποίο οι διάφοροι συντελεστές (C_T, s, u, e) δύσκολα καθορίζονται για κάθε ειδική

περίπτωση, πρακτικά είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν, ανάλογα με τις συνθήκες οργάνωσης και του είδους του κοπτικού εργαλείου, οι ακόλουθες τιμές, όπως:

-Για κοπτικά εργαλεία απλά και σε μονοάτρακτους αυτόματους ή ημιαυτόματους τόννους $T=30-240$ min.

-Για κοπτικά εργαλεία σύνθετης μορφής και σε πολυάτρακτους τόννους, ημιαυτόματους και αυτόματους $T=240-480$ min.

Κατά τη τόννευση μορφής στους μονοάτρακτους αυτόματους τόννους με κοπτικά εργαλεία από ταχυχάλυβα και με επαρκή ψύξη, η ταχύτητα κοπής για την οικονομική διάρκεια (T) υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V_T = \frac{C_T}{T^m * p^u} = \frac{80,3}{T^{0,286} * p^{0,35}}, \text{ για } p < 0.05 \text{ mm/στρ.}$$

1.3.14. Υπολογισμός της ισχύος του κινητήρα μετάδοσης

Η εκλογή της ισχύος του κινητήρα μετάδοσης πραγματοποιείται μέσω των ακόλουθων μεθόδων:

Η ισχύς των αυτόματων τόννων γενικής χρήσης προσαρμόζεται με τα δεδομένα του κινητήρα οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε παρόμοιες κατασκευές με χαρακτηριστικά μεγέθη που πλησιάζουν μεταξύ τους. Επιβάλλεται η σχετική αύξηση της ισχύος στους πολυάτρακτους ή πολυμάχαιρους οι οποίοι προορίζονται για την κατεργασία με κοπτικά εργαλεία από σκληρομέταλλο.

Γενικά η καταναλισκόμενη ισχύς του κινητήρα $N_{κiv}$, για την υπερνίκηση των αντιστάσεων κοπής (ισχύς κοπής N_k) και για την υπερνίκηση των αντιστάσεων των κινήσεων των μηχανισμών του αυτόματου (απολεσθείσα ισχύς N_α) είναι:

$$N_{κiv} = N_k + N_\alpha, \quad \text{★} \overline{W}_-$$

Η ισχύς κοπής N_k είναι το άθροισμα της κύριας ισχύος κοπής N_Z , η οποία καταναλώνεται για την υπερνίκηση των αντιστάσεων της δύναμης κοπής P_Z , και της ισχύος πρόωσης N_p , η οποία καταναλώνεται για την υπερνίκηση των προερχόμενων από τη δύναμη P_X αντιστάσεων. Το μέγεθος της ισχύος πρόωσης είναι δυνατόν να ληφθεί κατά προσέγγιση 3-4% της κύριας ισχύος κοπής N_Z .

Η ισχύς των απωλειών $N_{\alpha} = 0,25 \div 0,5 \bar{N}_{κiv}$. Οι μεγαλύτερες τιμές των παραπάνω σχέσεων αντιστοιχούν στις μεγαλύτερες περιστροφικές ταχύτητες της ατράκτου.

Για τον κατά προσέγγιση καθορισμό της ισχύος μετάδοσης των αυτόματων πολυατράκτων είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν οι εμπειρικοί στατιστικοί τύποι:

-Για αυτόματους πολυάτρακτους τόνους

$$N_{κiv} = 0,3 \div 0,5 \bar{z} \sqrt{d}, \bar{W}$$

-Για ημιαυτόματους πολυάτρακτους τόνους

$$N_{κiv} = 0,15 \div 0,3 \bar{z} \sqrt{d}, \bar{W}$$

όπου: z , ο αριθμός ατράκτων

d , η μέγιστη διάμετρος σε mm .

Οι μεγαλύτερες τιμές αναφέρονται στη κατεργασία με κοπτικά εργαλεία από σκληρομέταλλο.

Συμπεράσματα

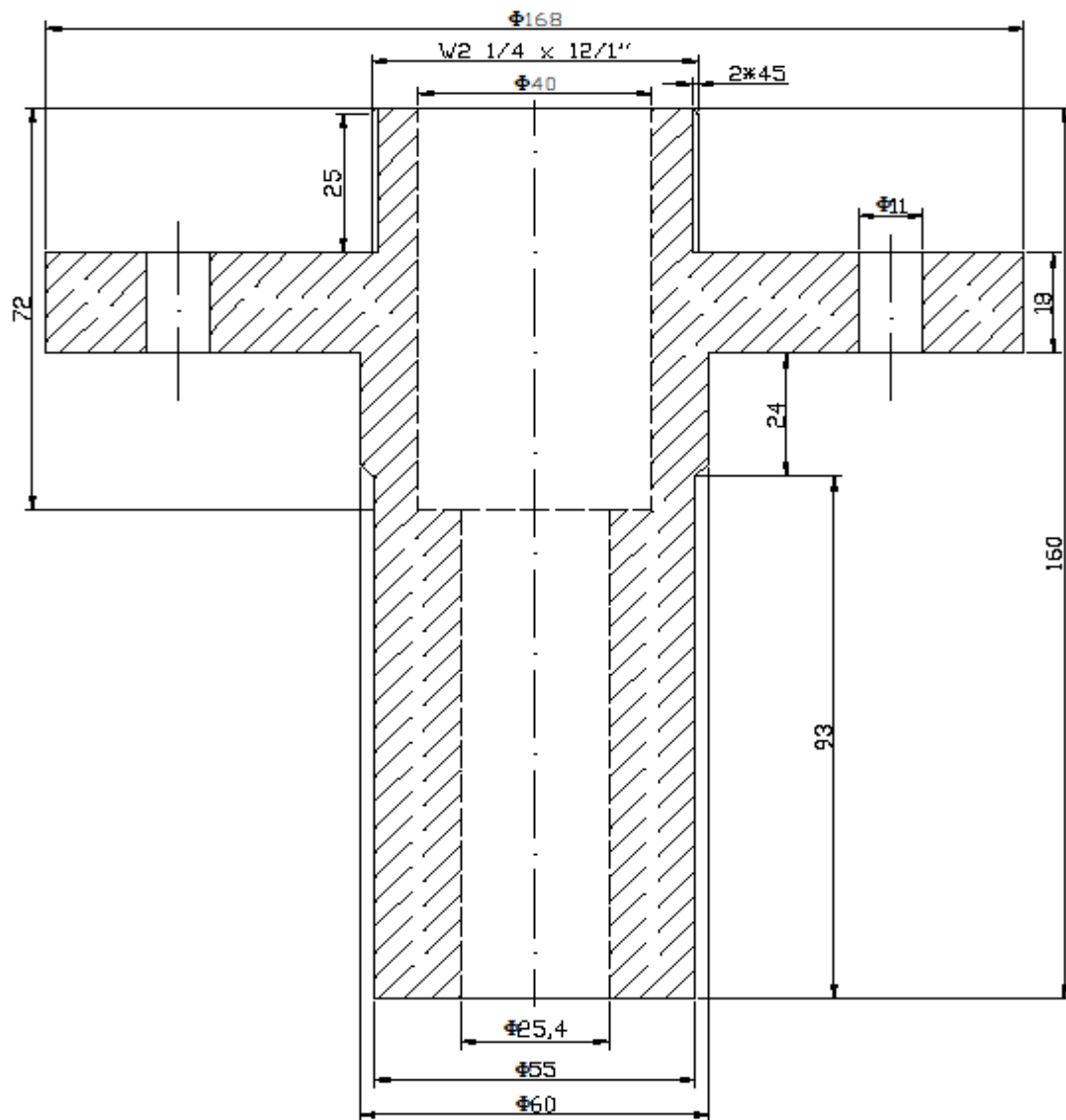
Η παρούσα εργασία διαπραγματεύτηκε την κατασκευή και θεωρητική αντιμετώπιση ασκήσεων τόρνου.

Η εργασία περιλάμβανε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος παρατέθηκαν στοιχεία για τις βασικές κατηγορίες τόρνων, τις συνθήκες κοπής, την ισχύ του τόρνου, την κατασκευή και λειτουργία του τόρνου γενικής χρήσης, τα κοπτικά εργαλεία και τους ημιαυτόματους και τους αυτόματους τόρνους. Στο δεύτερο μέρος ακολουθεί μια άσκηση.

1.4 ΑΣΚΗΣΗ 3^η

1.4.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Να κατασκευαστεί στον τόρνο το παρακάτω εξάρτημα



- Υλικό: Χυτοσίδηρος (Φαιός).
- Το αντικείμενο είναι χυτό με διαστάσεις 3-4mm μεγαλύτερες από τις ζητούμενες
- Γενική ανοχή : $\pm 0,1$ mm.
- Ανοχή οπής : $\pm 0,05$ mm.

1.4.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

- Εξάσκηση σε εξωτερική κυλινδρική τórνευση.
- Εξάσκηση σε εσωτερική κυλινδρική επιφάνεια.
- Εξάσκηση σε κοπή σπειρωμάτων.

1.4.3 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

- Τόρνος
- Δράπανο

1.4.4 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

- Εργαλείο κοπής προσώπου, πάσσου
- Εργαλείο τρύπας
- Εργαλείο κοπής σπειρωμάτων

1.4.5 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΟΡΓΑΝΑ

- Παχύμετρο
- Σπειρόμετρο

1.4.6 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Συγκρατούμε το κομμάτι στο τσόκ έτσι ώστε να κατεργαστούμε την τρύπα με διάμετρο $\Phi 25,4\text{mm}$ με το αντίστοιχο εργαλείο τρύπας.
2. Στη συνέχεια καθαρίζουμε την μικρή κάθετη επιφάνεια (πρόσωπο) στην αρχή της τρύπας των $\Phi 25,4\text{ mm}$.
3. Συγκράτηση του τεμαχίου με τον κεντροφορέα.
4. Κατεργασία διαμόρφωσης για επίτευξη της διαμέτρου $\Phi 60\text{mm}$ σε μήκος 24mm και των $\Phi 55\text{mm}$ σε μήκος 93mm .
5. Καθαρισμός της μεγάλης κάθετης επιφάνειας (πρόσωπο).
6. Αναστροφή του τεμαχίου και κατασκευή της εσωτερικής διαμέτρου $\Phi 40\text{mm}$ σε μήκος 72mm .
7. Κατεργασία διαμόρφωσης για επίτευξη της διαμέτρου $\Phi 56\text{mm}$.
8. Κατεργασία της μεγάλης κάθετης επιφάνειας (πρόσωπο) με σκοπό την επίτευξη πάχους 18mm .
9. Κατεργασία διαμόρφωσης για επίτευξη της διαμέτρου $\Phi 168\text{mm}$.
10. Κατεργασία διαμόρφωσης για επίτευξη του συνολικού μήκους των 160mm και του μήκους των 25mm .
11. Κατασκευή του κώνου $2*45$ στην αεχή του σπειρώματος $W2\ 1/4 \times 12/1''$.
12. Κατασκευή του σπειρώματος $W2\ 1/4 \times 12/1''$.
13. Σημάδεμα και διάνοιξη της οπής $\Phi 11\text{mm}$. [ΔΡΑΠΙΑΝΟ]

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Μέγιστο βάθος κοπής 1,00 mm.

Για ξεχόνδρισμα:

$V=70\text{m/min}$

$D=168\text{mm}$

$n=V/\pi \cdot D$, $n= 70/3,14 \cdot 0.168=132.6$ Στροφές ανά λεπτό

Επιλέγω στροφές 145 στροφές ανά λεπτό (από σχήμα 67)

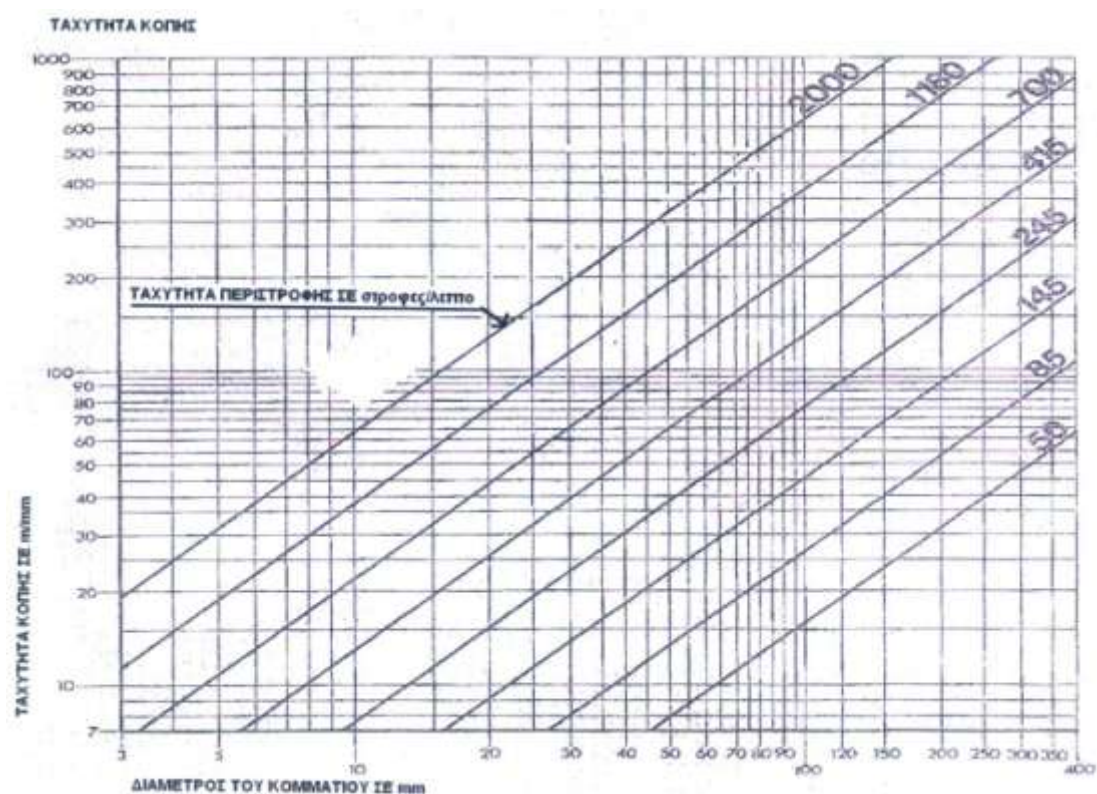
Για λείανση:

$V=100\text{m/min}$

$D=168\text{mm}$

$n=V/\pi \cdot D$, $n= 100/3,14 \cdot 0.168=189,5$ Στροφές ανά λεπτό

Επιλέγω στροφές 245 στροφές ανά λεπτό (από σχήμα 67)



Σχήμα 67: Χαρακτηριστικό διάγραμμα V-D

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΟΠΗΣ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΩΝ

1) **Διαδικασία κοπής:** Κατά την κοπή το μεν εξάρτημα περιστρέφεται, το δε κοπτικό εργαλείο εκτελεί ευθύγραμμη κίνηση προώσεως.

2) **Κοπτικά εργαλεία σπειρωμάτων:** Τα εργαλεία κοπής σπειρωμάτων τροχίζονται στο κοπτικό τους μέρος, σύμφωνα με την μορφή των διαφόρων σπειρωμάτων. Το τροχίσμα γίνεται σε τροχιστικά μηχανήματα και ο έλεγχος της κοπτικής ακμής του κοπτικού εργαλείου με ειδικούς ελεγκτήρες (καλίμπρες).

3) **Προετοιμασία κομματιού:** Το κομμάτι δένεται στον τόρνο με το ίδιο τρόπο που δένεται και για τις άλλες κατεργασίες. Πρέπει να είναι καλά στερεωμένο, γιατί το κομμάτι πιέζεται πάρα πολύ κατά την κοπή του σπειρώματος. Σε πολλές περιπτώσεις μάλιστα αντιστηρίζουμε το κομμάτι και με τον κεντροφορέα ή με το καβαλέτο. για να έχουμε ένα όριο βάθους και για το ξεθύμασμα του εργαλείου, στην άκρη του σπειρώματος торνεύουμε λίγο την εσωτερική διάμετρο του σπειρώματος. Όταν θέλουμε να κάνουμε εξωτερικό σπείρωμα, торνεύουμε την διάμετρο σε διάμετρο τόση , όση είναι η εξωτερική διάμετρος του σπειρώματος.

4) **Δέσιμο και κεντράρισμα του κοπτικού εργαλείου:** Το εργαλείο δένεται στον εργαλειοδέτη κατά τέτοιο τρόπο , ώστε η διχοτόμος της γωνίας σπειρώματος του εργαλείου να είναι κάθετη προς τον νοητό άξονα του κομματιού. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ο ελεγκτήρας σπειρώματος. Επίσης το εργαλείο πρέπει να είναι οριζόντιο και η αιχμή του ακριβώς στο ύψος του άξονα του κομματιού πάνω στο οποίο θα κοπεί το σπείρωμα. Εάν είναι πιο πάνω ή πιο κάτω το σπείρωμα θα γίνει βαθύτερο του κανονικού.

Βιβλιογραφία

- [1] Ελευθέριος Δ. Παπαδανιήλ, Μιχαήλ Μ. Σφαντζικόπουλος, [1994], Μηχανουργική Τεχνολογία, Εργαστήριο ΙΙ, Αθήνα, Ίδρυμα Ευγενίδου.
- [2] Θ.Α. Διαμαντούδης [1974], Μηχανουργική Τεχνολογία, Εργαλειομηχαναί, Θεσσαλονίκη.
- [3] Α.Ε. Λαζαρίδης, [1995], Μηχανουργική Τεχνολογία, Αθήνα, ίδρυμα Ευγενίδου
- [4] Κων/νος Στεργίου [2009] Τεχνολογία Κατεργασίας Μετάλλων Σύγχρονη Εκδοτική Ε.Π.Ε
- [5] Braun Herwig [1996] Μηχανουργική Τεχνολογία ΙΩΝ .