

ΑΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

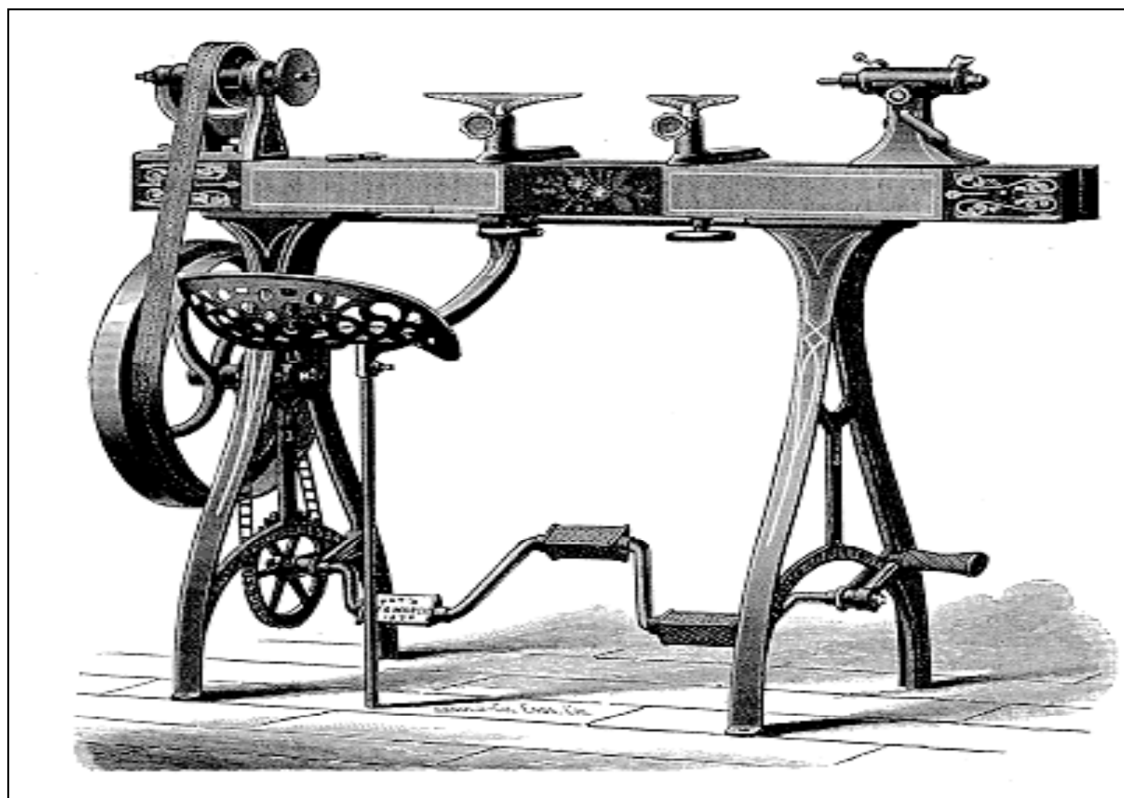
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία στο Μάθημα:

ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ

με θέμα:

**ΤΟΡΝΟΣ - ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ,
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΟΥ ΔΕΟΝΑ**



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΤΖΙΒΕΝΗΣ ΒΗΣΣΑΡΙΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Κος ΠΑΠΑΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ Λ.

ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2. Ο ΤΟΡΝΟΣ ΓΕΝΙΚΑ.....	4
ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ.....	4
ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ.....	12
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΡΝΟΥ.....	16
ΕΙΔΗ ΤΟΡΝΩΝ.....	19
ΕΙΔΗ ΤΟΡΝΕΥΣΗΣ.....	34
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΟΠΗΣ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ.....	39
ΨΥΚΤΙΚΑ ΥΓΡΑ ΚΟΠΗΣ.....	56
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ.....	65
ΔΥΝΑΜΕΙΣ & ΙΣΧΥΣ ΚΟΠΗΣ.....	70
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΟΥ ΑΞΟΝΑ.....	78
4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	87

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με το πέρασμα των αιώνων, η ανθρωπότητα σημείωσε πολύ σημαντική εξέλιξη, μέρος της οποίας απετέλεσε η ανάπτυξη πληθώρας εργαλείων και μηχανών προς αξιοποίηση διαφόρων υλικών, βασικών για την κάλυψη αναγκών του ανθρώπου, όπως ξύλο, μέταλλο κ.α. Για την κατεργασία υλικών και την παραγωγή διαφόρων προϊόντων, επινοήθηκαν διάφορα εργαλεία και εφαρμόστηκαν σε μηχανές, ώστε με χρήση ενέργειας να επιτυγχάνουν τις εργασίες με πολύ λιγότερο κόπο και χρόνο.

Αυτού του είδους οι εργαλειομηχανές χρησιμοποιούνται κυρίως στην επεξεργασία υλικών (ξύλο, μέταλλο κ.α.) με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται η διαμόρφωση επιθυμητών σχημάτων, μορφών και διαστάσεων, μέσω της αφαίρεσης υλικού. Εκτός από τα συμβατικά εργαλεία που δουλεύονται με χειρονακτικό τρόπο, υπάρχουν πλέον και οι αυτόματες εργαλειομηχανές (CNC, NC κ.α.) που συνδέονται με ηλεκτρονικό υπολογιστή και χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ακρίβεια και σαφώς από μεγαλύτερη απόδοση. Υπάρχουν διάφορες εργαλειομηχανές που πραγματοποιούν αφαίρεση υλικού, όπως είναι οι εργαλειομηχανές «τεμαχισμού» που τεμαχίζουν την πρώτη ύλη σε μικρότερα τεμάχια ή «αποχωρισμού» που τέμνουν τεμάχια καθορισμένου σχήματος, με τρόπο που να μην δημιουργούνται απόβλητα από τη διαδικασία, «κοπής» στις οποίες χρησιμοποιούνται κοπτικά εργαλεία, τα οποία μέσω της σταδιακής αφαίρεσης υλικού συμβάλουν στην επίτευξη του τελικού προϊόντος, σε μορφή και διαστάσεις. Επίσης, τα τελευταία χρόνια, υπάρχει η συμβολή πολλών ξεχωριστών μηχανών που συνεργάζονται σε μία γραμμή παραγωγής ή ένα ευέλικτο σύστημα κατεργασίας.

Ο τόρνος καταλαμβάνει την πρώτη θέση στην ομάδα των εργαλειομηχανών κοπής και αποτελεί πολύτιμη εφεύρεση για τον άνθρωπο, αφού προσφέρει τη δυνατότητα κατασκευής τεράστιας ποικιλίας αντικειμένων και επιφανειών. Η παρούσα εργασία διαπραγματεύεται την κατασκευή και τη λειτουργία του τόρνου, παρουσιάζει κάποια γενικά στοιχεία για τους τόρνους, τα βασικά μέρη και τα είδη των τόρνων, τα είδη τόννευσης, τα κοπτικά εργαλεία και τον εργαλειοφόρο άξονα που αυτός φέρει, ενώ εντρυφά και στην ιστορία του τόρνου, την πορεία και την εξέλιξή του από το παρελθόν έως το σήμερα.

2. Ο ΤΟΡΝΟΣ ΓΕΝΙΚΑ

Ο τórνος είναι από τις πρώτες εργαλειομηχανές που κατασκευάστηκαν, αλλά ταυτόχρονα και πάρα πολύ χρήσιμη για τον άνθρωπο ακόμη και σήμερα που η τεχνολογία έχει γνωρίζει μεγάλη πρόοδο (Steeds, 1964). Ο τórνος πήρε το όνομά του από το πρόθεμα «τορ-» που προέρχεται από το ρήμα «τείρω», που σημαίνει τρίβω (ή θλίβω ισχυρώς) και την κατάληξη «-νος», και πρόκειται για μία εργαλειομηχανή που κατασκευάστηκε με σκοπό να μορφοποιεί ένα υλικό, μέσω της συσφίξεώς του και της περιστροφής του κάτω από ισχύ κατάλληλου κοπτικού μέσου.

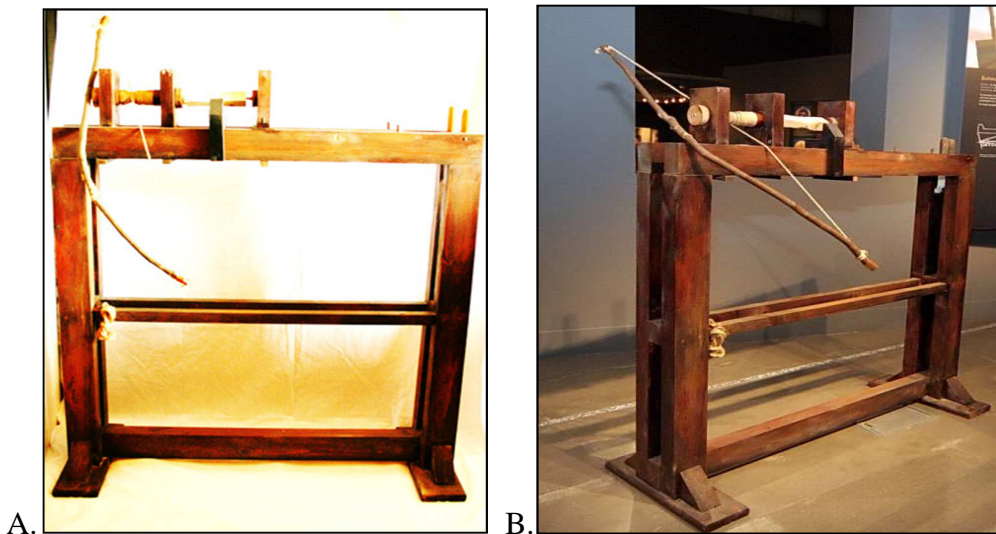
Ο τρόπος λειτουργίας του τórνου στηρίζεται σε μία πολύ απλή και ευνόητη αρχή, η οποία είναι η εξής. Το υλικό που προορίζεται για διαμόρφωση αναγκάζεται σε περιστροφή βάση ενός άξονα, ενώ κάποιο αιχμηρό εργαλείο κόβει, ξύνει ή λειαινεί το υλικό, είτε αναφερόμαστε σε ξύλο, μέταλλο, ελεφαντόδοντο, ορείχαλκο είτε σε οποιοδήποτε άλλο υλικό, δίνοντας το τελικό επιθυμητό σχήμα στο προϊόν. Το στοιχείο που κατεργαζόμαστε στερεώνεται σε δύο σημεία, τα οποία αποτελούν και τον άξονα περιστροφής του (Steeds, 1964).

Αυτή, η κατά τα άλλα, απλή μηχανή χρησιμοποιείται εδώ και χιλιάδες χρόνια και κάποιοι από τους λόγους είναι οι παρακάτω. Ουσιαστικά, με αρκετά μεγάλη ευκολία ο τórνος παράγει αντικείμενα μη επίπεδων/κυκλικών επιφανειών, είναι ανεκτίμητης αξίας και συμβολής στην κατασκευή τροχών για άμαξες, μύλους ή αντλίες. Με τη βοήθεια του τórνου, περιστρεφόμενοι άτρακτοι συναρμολογούνται εύκολα σε κατασκευές υψηλής πολυπλοκότητας, όπως καρέκλες, τραπέζια, κρεβάτια και άλλα έπιπλα. Από αισθητικής πλευράς, ο τórνος συμβάλει στη δημιουργία επιφανειών υψηλής αισθητικής, διακοσμητικών αντικειμένων και επιφανειών, τα οποία θα ήταν αδύνατο να κατασκευαστούν χωρίς τη χρήση του τórνου. Συνδυάζοντας την απλότητα σε επίπεδο μηχανικής, την προσαρμοστικότητα, και την υψηλή αισθητική, η τórνευση έχει αποδειχτεί μία πολύτιμη πρακτική που υιοθετείται και ζητείται έντονα από την αγορά και αποτελεί μέρος της Ευρωπαϊκής κουλτούρας (Rettie, 2009).

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ

Ο τórνος είναι ένα εργαλείο, του οποίου η εφεύρεση τοποθετείται στα αρχαία χρόνια και συγκεκριμένα, ήταν γνωστός αρχικά στους Αιγύπτιους, αλλά στη συνέχεια και στους Σύριους, Έλληνες, Ρωμαίους και σε όλη τη Βυζαντινή αυτοκρατορία. Από τις πρώτες αποτυπώσεις τórνου αποτελούν οι τοιχογραφίες που βρέθηκαν σε τύμβο Πτολεμαίων. Εκείνα τα χρόνια ο τórνος ήταν επίσης γνωστός και με άλλες ονομασίες, προερχόμενες από τον στροβιλισμό και την περιστροφή του, αλλά και από την αφαίρεση υλικού που πραγματοποιούσε το συγκεκριμένο εργαλείο, ενώ αργότερα άρχισε να χρησιμοποιείται και η λέξη «σκίζα» σαν ονομασία του τórνου.

Πηγές αναφέρουν ότι το εργαλείο του τórνου χρησιμοποιούνταν ήδη από το 1300π.Χ. από τους Αιγυπτίους. Επίσης, στο έργο του Ηρόδοτου (IV, 75) αναφέρεται η χρήση του τórνου αγγειοπλαστικής, πράγμα που καταδεικνύει το γεγονός ότι γνώριζαν και χρησιμοποιούσαν ήδη τον τórνο, αλλά όπως αποδεικνύεται από μελετητές, όπως παραδείγματος χάριν, από τον κ. Γ. Βαρουφάκη, ο οποίος μελέτησε τον κρατήρα του Δερβενίου, και τórνος μεταλλικών αντικειμένων φαίνεται πως χρησιμοποιούνταν, ήδη από εκείνα τα χρόνια. Το είδος του τοξοτού τórνου που αποτυπώνεται στις εικόνες που ακολουθούν, απετέλεσε επαναστατική ανακάλυψη εκείνα τα αρχαία χρόνια, αφού για πρώτη φορά έδινε τη δυνατότητα να την χειρίζεται μόνο ένας τεχνίτης και όχι δύο τεχνίτες, όπως απαιτούνταν με τους προγενέστερους τórνους. Αυτές οι πρώτες μορφές τórνου, απετέλεσαν τον προθάλαμο της εξέλιξης του τórνου, αλλά και της μηχανολογικής εξέλιξης γενικά (Νόησις, 2012).



Εικόνα 1 Α., Β. Ομοίωμα τοξοτού τórνου

(πηγή: <http://www.archimedesclock.gr/gr/kataskeves/diafora/tornos.html>)

Ο τόρνος χρησιμοποιούνταν επίσης από τεχνίτες που έφτιαχναν τροχαλίες, παρεμβύσματα, άμαξες, συνδέσμους, χάλκινα σκεύη, αμόνια, καμπάνες κ.α. Από τον 4^ο με 7^ο αιώνα, υπάρχουν στοιχεία εμφάνισης του τόρνου στην Αγγλία, ενώ το 1180 σύμφωνα με στοιχεία, ιδρύεται στην περιοχή της Κολωνίας (Γερμανία) η πρώτη συντεχνία τορναδόρων (Rettie, 2009).

Κατά τον Μεσαίωνα, οι Ευρωπαίοι τορναδόροι φαίνεται να προτιμούν ένα είδος τόρνου που καλείται τόρνος "σούστα". Σε αυτήν την μορφή τόρνου υπάρχει ένα πλαίσιο, επαρκούς ύψους, ώστε να στέκεται άνετα ο τορναδόρος μέσα σε αυτό, που συγκρατεί το στοιχείο σταθερό ώστε να περιστρέφεται μεταξύ δύο σημείων ενός άξονα, στερεωμένα σε αιχμηρά μεταλλικά μέρη που αλλιώς καλούνται και κέντρα. Υπάρχει ένας σπάγκος που διατρέχει όλη τη διαδρομή από την άκρη του στύλου, έως τη βάση του, ώστε να πραγματοποιείται εύκολα η αντεκτίναξη, φαινόμενο απαραίτητο για την κίνηση του κομματιού. Ο σπάγκος στερεώνεται καλά γύρω από το κομμάτι που πρόκειται να τορνευτεί, στο σημείο όπου θα γίνει η τόρνευση, ώστε να το παρασύρει ο σπάγκος καθώς αυτός κινείται, ενώ ο σπάγκος αυτός καταλήγει σε ενός είδους ποδωστηρίου (ή αλλιώς πεντάλ) που βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο του τόρνου. Σε αυτό το σημείο που ο χειριστής εφαρμόζει το πόδι του, ώστε να προκαλέσει την κίνηση. Καθώς ο χειριστής αφήνει το πεντάλ, η κίνηση απελευθερώνεται. Ταυτόχρονα, ο χειριστής εφάρμοζε στην επιφάνεια του προς τόρνευση αντικειμένου διάφορα μαχαίρια και άλλα κοπτικά εργαλεία, ώστε να δώσει το επιθυμητό σχήμα και τις κατάλληλες διαστάσεις στο υλικό (<http://www.historicgames.com/lathes/springpole.html>).

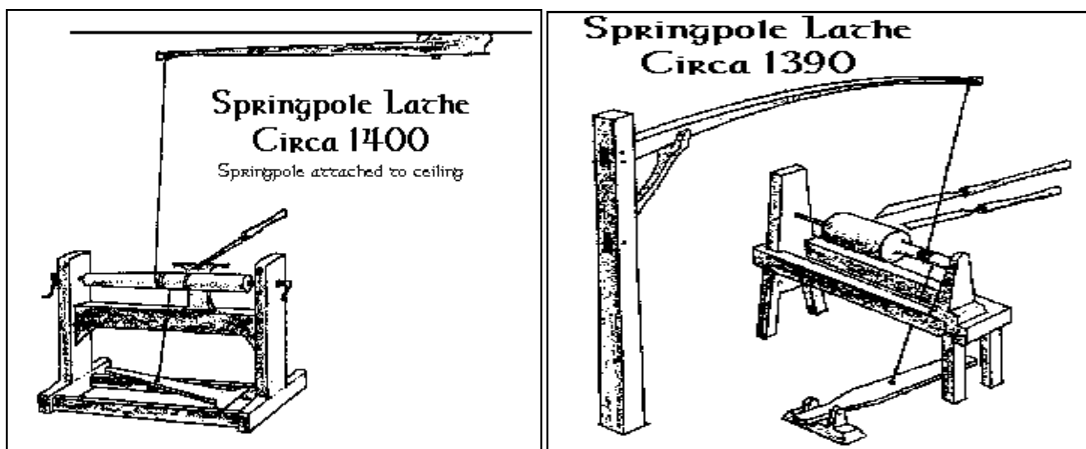
Αυτού του είδους ο τόρνος που χρησιμοποιεί τον σπάγκο έχει αποδειχτεί ιδιαίτερος υψηλής προσαρμοστικότητας. Κατασκευαζόταν με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι ελαφρύς και φορητός, παράγοντες πολύ σημαντικοί για τους κατασκευαστές εκείνης της εποχής, οι οποίοι πιθανόν να μετακινούνταν και να ταξίδευαν συχνά σε μέρη όπου οι πρώτες ύλες βρίσκονταν σε αφθονία. Ο τόρνος αυτός ήταν επίσης εύκολος στην κατασκευή του, ενώ τα περισσότερα μέρη που απαιτούνταν για την κατασκευή του, ήταν αρκετά εύκολο να τα φτιάξει μόνος του. Τα βασικά μειονεκτήματα που προέρχονται κυρίως από τον σχεδιασμό του συγκεκριμένου τόρνου, είναι οι σχετικά χαμηλές ταχύτητες που ανέπτυξε, καθώς και οι περιορισμοί μεγέθους και βάρους του αντικειμένου που ήταν εφικτό να τορνευτεί. Παρά τους διάφορους περιορισμούς, ο τόρνος που χρησιμοποιεί σπάγκο παρέμεινε ο πιο δημοφιλής μεταξύ άλλων τύπων τόρνου, έως τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, ενώ ήταν

προτιμητέος κυρίως από κατασκευαστές καρέκλας και διαφόρων τεχνουργημάτων (Rettie, 2009).



Εικόνα 2 Ποδοκίνητη και υδροκίνητη τórνευση (1425-1523)

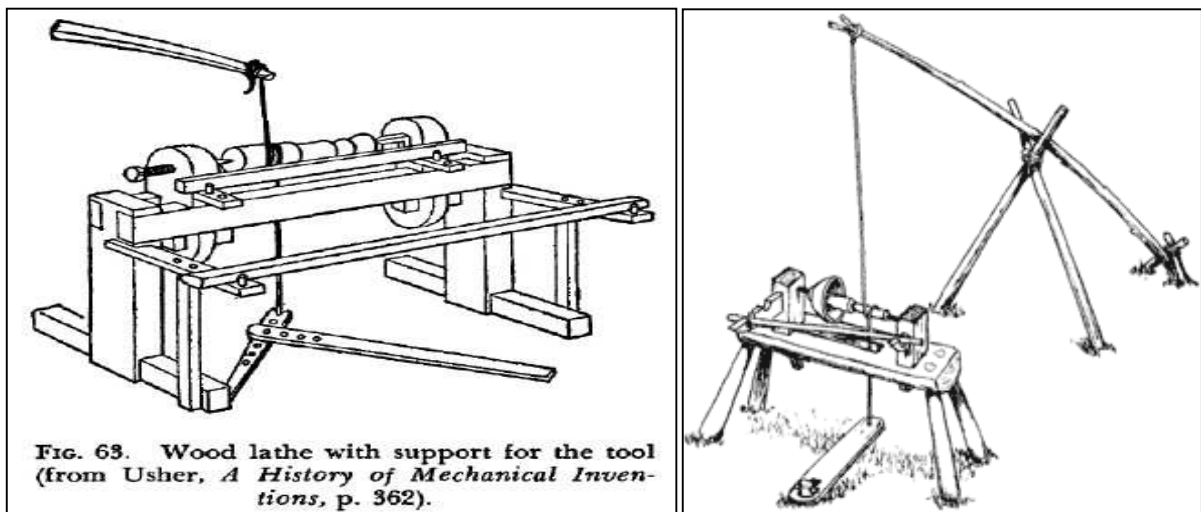
(πηγή: Τεχνικό Πανεπιστήμιο Κρήτης)



Εικόνα 3 Απεικόνιση ποδοκίνητου τórνου με σπάγκου (ιμάντα)

(πηγή: <http://www.historicgames.com/lathes/springpole.html>)

Ακολούθησαν πολλές παραλλαγές του συγκεκριμένου σχεδίου του τórνου, ενσωματώνοντας μοχλό/χειρολαβή, ώστε να αντικατασταθεί το συγκεκριμένο πλαίσιο που βρίσκεται πάνω από το κεφάλι του χειριστή, με ένα πλαίσιο στη βάση του εργαλείου ή με ένα τόξο που συγκρατεί τον σπάγκο και μετατρέπει την όλη διαδικασία, σε παραγωγή περιστροφικής κίνησης, προσφέροντας μεγαλύτερη ευκολία στον χειριστή (Rettie, 2009)



Εικόνα 4 Τόρνοι με σκοινί / μάντα

(πηγή: <http://www.historicgames.com/lathes/springpole.html>)

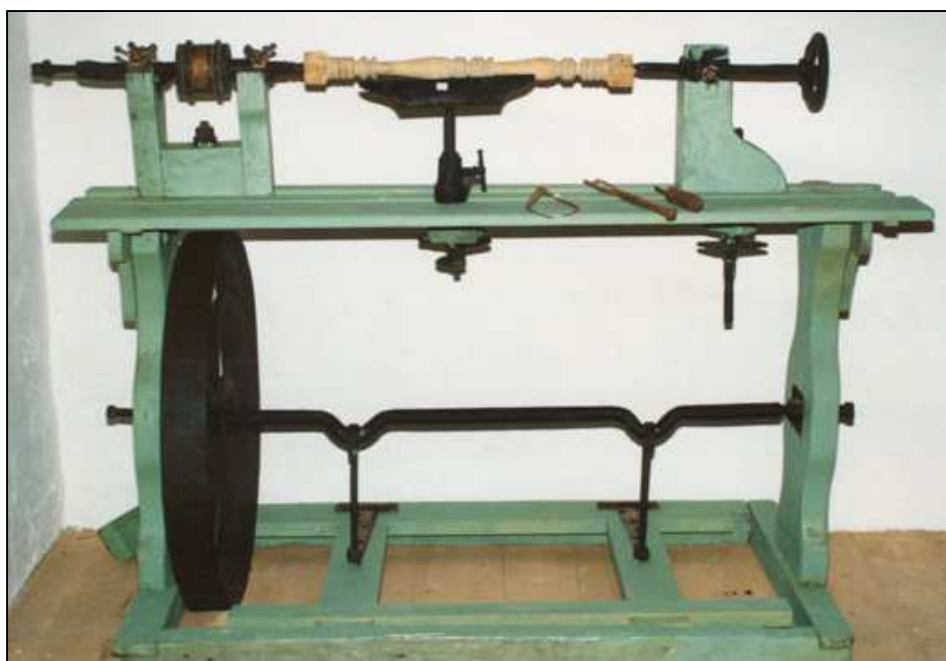
Στα τέλη του 15^{ου} με αρχές του 16^{ου} αιώνα, εμφανίστηκε για πρώτη φορά στους τόρνους που κατασκευάζονταν έως τότε, το σημείο εναπόθεσης των εργαλείων κοπής, όσο το στοιχείο προς τórνευση περιστρεφόταν. Η επιφάνεια αυτή, στηριζόταν με πύρους, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 4Α, Β.), ενώ με τη χρήση σφηνών η επιφάνεια αυτή έπαιρνε την επιθυμητή κλίση, ώστε τα κοπτικά εργαλεία αφενός να στηρίζονται σε σταθερή επιφάνεια και να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ακρίβεια τórνευσης, αφετέρου να αυξάνονται οι δυνατότητες τórνευσης και το εύρος τórνευτών επιφανειών που ήταν δυνατό να επιτευχθεί.

Η πλειοψηφία των τόρνων που χρησιμοποιούνταν κατά τον Μεσαίωνα ήταν ο τórνος «σούστα». Ένα από τα βασικά επιτεύγματα στην λειτουργία του τórνου ήταν το πέραςμα από την μπρος-πίσω κίνηση στην συνεχόμενη περιστροφική κίνηση, η οποία εξασφάλισε ταχύτερη περιστροφή του τórνου, ενώ έδινε και τη δυνατότητα περιστροφής και επεξεργασίας στον τórνο κομματιών πολύ μεγαλύτερων διαστάσεων. Επιπρόσθετα, ο σχεδιασμός και η κατασκευή αυτού του τórνου, μείωσε την προσπάθεια που καταβάλλονταν και την ενέργεια που καταναλωνόταν από τον τórναδόρο. Όπως αποδεικνύεται, ήδη από την εποχή του Μεσαίωνα ήταν γνωστός ο τρόπος μετατροπής της αντίστροφης κίνησης σε περιστροφική. Με τη βοήθεια μύλων που εκμεταλλεύονταν την κίνηση του τρεχούμενου νερού, μετέφεραν την κίνηση με κάποιους βραχίονες, οι οποίοι οδηγούσαν αυτή τη συνεχόμενη περιστροφική κίνηση σε πριόνια παλινδρομικής κίνησης. Με το πέραςμα των χρόνων αναπτύχθηκαν περαιτέρω οι μηχανικές δεξιότητες των μαστόρων, καθώς και η πολυπλοκότητα των

μηχανισμών τους, πράγμα που παρεμπιπτόντως, ανέβαζε συχνά και το κόστος των κατασκευών και των μηχανών τους.

Αρχικά, λοιπόν, οι πρώτοι τόρνοι που εμφανίστηκαν κινούνταν με μυϊκή δύναμη του ανθρώπου, ενώ στη συνέχεια με τη βοήθεια της κίνησης του νερού, εικόνα που παραπέμπει στους μεταγενέστερους υδρόμυλους. Στην εικόνα 2, παρατίθεται η εξέλιξη της διαδικασίας της τórνευσης ανά το πέρασμα των χρόνων (από ποδοκίνητη τórνευση, σε υδροκίνητη και τέλος, ηλεκτροκίνητη τórνευση) (Τεχνικό Πανεπιστήμιο Κρήτης, 2012).

Κάποια σχέδια τórνου έχουν βρεθεί και σε σκίτσα του Λεονάρντο Ντα Βίντσι, ο οποίος εκτός του ότι αποτύπωσε, είναι πιθανό να βελτίωσε και κάποια από αυτά τα σχέδια τórνων που προϋπήρχαν. Η ύπαρξη τórνων συνεχόμενης περιστροφικής κίνησης είναι πλέον καθεστώς το 1560-70 και απεικονίζεται συχνά σε βιβλία (π.χ. "Book of Trades" από τον Jost Amman κ.α.).



Εικόνα 5 Τόρνος συνεχόμενης περιστροφικής κίνησης που φέρει γλύφانو
(πηγή: Αρχείο Φωτογραφιών Σαμακικής Λαογραφίας, 2008)

Η χρήση των τórνων αυτών, της συνεχόμενης περιστροφής, ήταν περιορισμένη εκείνα τα χρόνια, κυρίως λόγω του υψηλότερου κόστους, της αφθονίας των τórνων αντίστροφης κίνησης, και πιθανόν να ευθύνονται επίσης και οι περιορισμοί που τίθεντο από τις συντεχνίες εκείνης της εποχής. Πιο συγκεκριμένα, σε αστικά κέντρα οι συντεχνίες θέτανε συχνά περιορισμούς στη χρήση συγκεκριμένων εργαλείων και μεθόδων που χρησιμοποιούσαν αυτοί ως τεχνίτες. Για τον τόρνο, συγκεκριμένα υπήρξαν πολλές διαμάχες για το ποιος έχει το δικαίωμα να τον χρησιμοποιεί, ενώ δεν

προχώρησε το καθεστώς που προσπάθησαν κάποιοι να εδραιώσουν, ένα καθεστώς στο οποίο έπρεπε να έχει κάποιος ειδική άδεια για να μπορεί να κάνει χρήση του εργαλείου. Στην ύπαιθρο, οι περιορισμοί δεν ήταν τόσο έντονοι και οι τεχνίτες μπορούσαν να εμπορεύονται τόννους και να χρησιμοποιούν οι ίδιοι τα εργαλεία τους.

Πολλά ήταν τα έπιπλα και τα μικροαντικείμενα που απαιτούσαν τόνρευση κατά την κατασκευή τους, καθώς και διάφορες συνδέσεις ξύλινων ή μεταλλικών στοιχείων, όπως είναι ο πολύ συχνά χρησιμοποιούμενος τύπος σύνδεσης «Μόρσο - Εγκοπή» (Εικόνα 5, 6).



Εικόνα 6, 7 Έπιπλα υψηλής αισθητικής αξίας που απαιτούσαν τόνρευση για την κατασκευή τους



Εικόνα 8 Μικροαντικείμενα φτιαγμένα στον τόννο

Ο χειριστής του τόννου αναλάμβανε κυρίως έπιπλα εσωτερικού χώρου, ενώ ένα από τα πιο δημοφιλή έπιπλα που κατασκευαζόταν με τόννο είναι το τρίποδο σκαμνί (Εικόνα 5), το οποίο είναι ένα μεγάλης σταθερότητας έπιπλο που κατασκευαζόταν

μετά από σύνδεση κομματιών ξύλου κυλινδρικής διατομής. Κοσμούσε τα σπίτια τόσο των χωρικών, όσο και των εύπορων οικογενειών (αριστοκρατών, κληρικών, λόγιων κ.α.), ενώ έχουν αποτυπωθεί πολλές εικόνες αυτού του επίπλου που χρονολογούνται από τις αρχές του 16^{ου} αιώνα και έπειτα. Διάφορες περίτεχνες εκδοχές του торνευτού αυτού επίπλου ακολούθησαν στην πορεία, ενώ προστέθηκε τα επόμενα χρόνια πλάτη στο έπιπλο, αλλά και υποδοχές για τους αγκώνες, δίνοντας μία ολοκληρωμένη καρέκλα (17^{ος} αιώνας). Εκτός των επίπλων, πληθώρα άλλων αντικειμένων κατασκευάζονταν με χρήση τόννου, όπως είναι η ανέμη, το γουδί, κούπες, φλιτζάνια, πιάτα, χειρολαβές εργαλείων, καρούλια, τροχοί αμάξης, κουτιά, κόσκινα, διάφορα παιχνίδια, τροχαλίες, κουμπιά, σφραγίδες, πλάστιγγες, αντλίες κ.α., χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά.

Οι τεχνίτες του τόννου, κατά τα χρόνια του Μεσαίωνα, χρησιμοποιούσαν ποικιλία ξύλων και συγκεκριμένα, από Σαξωνικά και Αγγλο-Σκανδιναβικά τεχνουργήματα που βρέθηκαν (ca. 990-1000 A.D.), αποδεικνύεται πως το σφεντάμι, η σημύδα, η καρυδιά και η φλαμουριά ήταν τα είδη ξύλου που επιλέγονταν πιο συχνά, ενώ ο τάξος, ο πυξός, η οξιά, αλλά και η Μαύρη Πεύκη χρησιμοποιούνταν υπό περιπτώσεις. Όπως είναι γνωστό, κάθε είδος ξύλου έχει διαφορετικές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες, όπως επίσης και κάθε υλικό. Κατ' επέκταση, η συμπεριφορά του υλικού κατά την τόννευση μπορεί να διαφέρει κατά πολύ. Γενικά, με πιο πυκνά ξύλα, επιτυγχάνεται καλύτερο αποτέλεσμα, καλύτερη τόννευση και πιο λείες επιφάνειες. Η δρυς, παρότι χρησιμοποιούνταν κατά κόρον σε έπιπλα με ξυλοσυνδέσεις (συνδέσεις που επιτυγχάνονταν μόνο με τη διαμόρφωση του ξύλου), όπως φάνηκε στην πορεία εγκαταλείφτηκε επειδή δεν торνεύεται εύκολα, λόγω της δομής και της διάταξης των δακτυλίων του ξύλου.

Αν ανατρέχαμε στην εποχή του Μεσαίωνα, οι торναδόροι δούλευαν κυρίως με μη κλιματισμένο ξύλο, δηλαδή ξύλο υψηλής υγρασίας. Είναι εύκολα αντιληπτή η αιτία της χρήσης υγρού ξύλου κατά την τόννευση, αν σκεφτεί κανείς ότι η υγρασία κάνει το ξύλο πιο μαλακό, το οποίο κόβεται με μεγαλύτερη ευκολία και έτσι, επιτυγχάνεται καλύτερη λειτουργία του τόννου. Καθώς λοιπόν, οι ίνες του ξύλου είναι μαλακές και εύκαμπτες, ο τεχνίτης εφαρμόζει το σκαρπέλο στο κομμάτι που περιστρέφεται, αφαιρώντας υλικό σαν μία συνεχόμενη ταινία ξύλου. Βεβαίως, το υγρό ξύλο δεν είναι κατάλληλο προς τόννευση, όταν η τόννευση πρέπει να γίνει εσωτερικά, δηλαδή στην εσωτερική πλευρά του αντικειμένου, όταν αυτό έχει κοιλότητα, όπως για παράδειγμα, ποτήρια, κούπες κ.α.. Ο λόγος είναι ότι το ξύλο

όταν θα ξεκινήσει να ξηραίνεται, θα προκληθούν διαστασιακές μεταβολές διαφορετικού βαθμού σε εγκάρσια, ακτινική και εφαπτομενική διεύθυνση του ξύλου, που θα οδηγήσουν σε παραμόρφωση ή και θραύση της κατασκευής. Το ξύλο μπορεί να торνευτεί υγρό, αλλά κατά την φάση της σύνδεσης των κομματιών και της κατασκευής του προϊόντος το ξύλο απαιτείται να είναι ξηρό (10-12% υγρασία) (Rettie, 2009)..

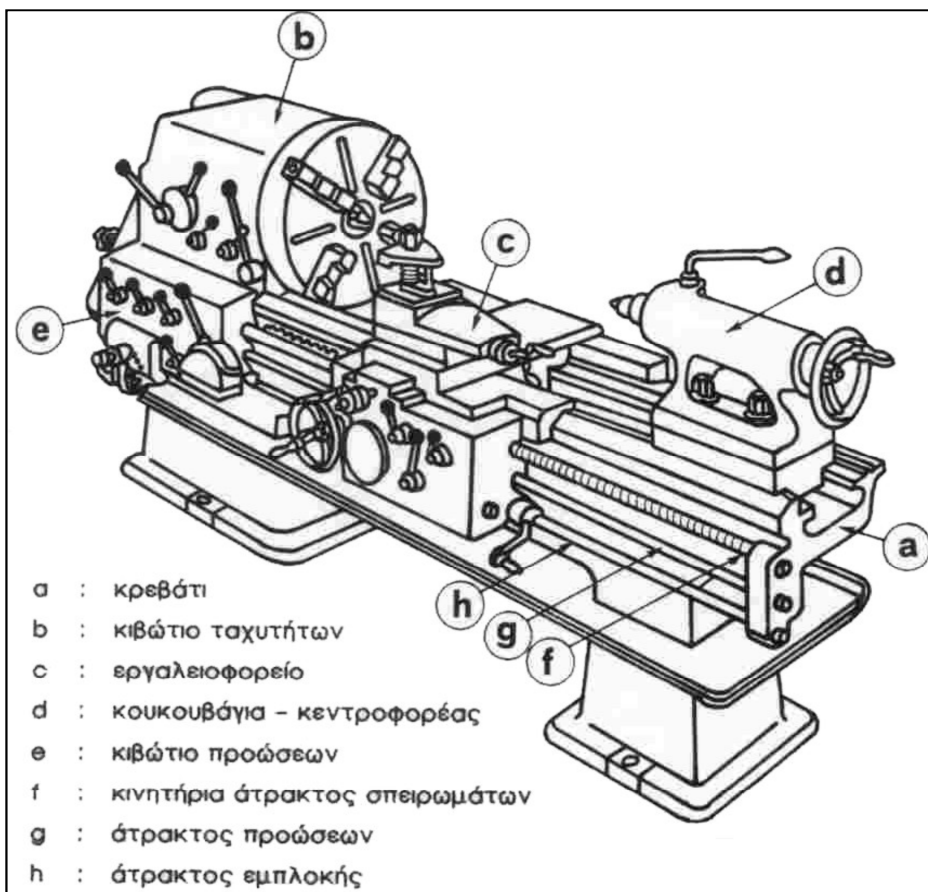
Όπως αναφέρει και ο Leon Battista Alberti, κατά τον 15^ο αιώνα, οι торναδόροι συνήθιζαν να εμβαπτίζουν την ξυλεία τους σε νερό πριν την χρησιμοποιήσουν και συχνά την άφηναν σκεπασμένη με λάσπη για 30 μέρες, ώστε να διευκολυνθεί ο χειρισμός της, συνέβαλε στο να είναι πιο σταθερό το υλικό και να αποφεύγονται οι ραγδώσεις και στρεβλώσεις του υλικού (Rettie, 2009).

Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι κάποιοι ερευνητές αναφέρουν ότι η ιστορία της μοντέρνας μηχανικής ξεκινά τα τελευταία χρόνια του 18^{ου} αιώνα, όταν ο Henry Maudslay, Αγγλικής καταγωγής, κατασκευάζει τον πρώτο τόρνο που δημιουργούσε σπείρωμα παράγοντας την γνωστή βίδα. Σαφώς, αν συγκρίνει κανείς εκείνο τον τόρνο του 18^{ου} αιώνα με τους σημερινούς τόρνους, αναμφίβολα θα συμπεράνει πως οι τόρνοι εκείνης της εποχής ήταν πολύ χρονοβόροι, κοπιαστικοί και μικρής ακρίβειας, αλλά μέσω αυτών των πρώτων μορφών τόρνου μπόρεσε αυτή η εργαλειομηχανή να εξελιχθεί στον τόρνο που γνωρίζουμε σήμερα (Burghardt et al., 1959).

ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ

Οι τórνοι είναι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή αντικειμένων κυκλικής διατομής. Οι βασικές κινήσεις κατά τη τórνευση αποτελούνται από την κύρια κίνηση, η οποία είναι η περιστροφική κίνηση του αντικειμένου και την κίνηση πρόωσης του κοπτικού εργαλείου η οποία είναι ευθύγραμμη (Burghardt et al. 1959).

Κάποια από τα πιο σημαντικά κομμάτια ενός κοινού μηχανουργικού τórνου αποτελούν το τραπέζι (βάση του τórνου), ο ηλεκτροκινητήρας, το κιβώτιο ταχυτήτων και προώσεων, η περιοχή τórνευσεως με διαστάσεις που προκαθορίζονται (διάμετρος, μήκος τórνευσης), ο εργαλειοφόρος άξονας ή εργαλειοφορείο, ο κεντροφορέας (κουκουβάγια), η κινητήρια άτρακτος σπειρωμάτων, η άτρακτος προώσεων και η άτρακτος εμπλοκής (Παρίκου, 1988). Το εργαλείο του τórνου μπορεί να αποδώσει επιφάνειες εκ περιστροφής, κυρτές ή κοίλες, αλλά και επίπεδες επιφάνειες.



Εικόνα 9 Τα βασικά μέρη ενός τórνου
(πηγή: Τεχνικό Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Ο τόννος είναι μία πολύ διαδεδομένη εργαλειομηχανή, που κατεργάζεται κομμάτια αφαιρώντας υλικό από τη μάζα τους. Κατά την τόννευση, όπως αναφέρθηκε, εκτελείται περιστροφική κίνηση γύρω από τον άξονα του κατεργαζόμενου κομματιού, ενώ το εργαλείο μετατοπίζεται συνεχώς ευθύγραμμα παράλληλα προς τον άξονα του κομματιού, έως ότου επιτευχθεί το επιθυμητό σχήμα του κομματιού. Η διαμήκης αυτή τόννευση μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική του υλικού. Εκτός από αυτή την διαμήκη τόννευση (σε επιμήκη κομμάτια), υπάρχει η δυνατότητα μετωπικής τόννευσης, κωνικής τόννευσης, σφαιρικών, καμπύλων επιφανειών, αλλά και σπειρωμάτων (Παρίκου, 1988). Κατ' επέκταση, μπορούν να επιτευχθούν διάφορες τόννευσεις, όπως παράλληλη τόννευση, εγκάρσια τόννευση, κωνική τόννευση, αυλάκωση, κοπή σπειρώματος, κοπή νεύρου πατούρας κ.α.

Το βασικότερο μέρος του τόννου είναι ένα τραπέζι, το οποίο στηρίζεται επάνω σε δύο βάθρα ενωμένα μέσω μίας εξαιρετικά ισχυρής δοκού. Το τραπέζι αυτό διαθέτει στο ανώτερο τμήμα επίπεδους ολισθητήρες ή πρισματικούς, οι οποίοι θα πρέπει να βρίσκονται σε απόλυτη ευθυγράμμιση και να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικοί σε διάβρωση.

Στο αριστερό άκρο του τραπεζιού, βρίσκεται το κιβώτιο ταχυτήτων, με το απαραίτητο πλήθος οδοντωτών τροχών, συμπλεκτών απαραίτητων για τη μετάδοση των περιστροφικών ταχυτήτων στην άτρακτο του κινητήρα. Οι προωθητικές κινήσεις κατά μήκος και εγκάρσια επιτυγχάνονται μέσω του εργαλειοφορείου, το οποίο αποτελείται από τους ακόλουθους ολισθητήρες:

- Των κατά μήκος ολισθητήρων,
- Των εγκαρσίων ολισθητήρων
- Της στρεφόμενης πλάκας

Όλα τα κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται, συγκρατούνται στον εργαλειοδέτη, ο οποίος βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του τραπεζιού του εργαλειοφορέα (κιβώτιο εργαλειοφορέα) και ολισθαίνει κατά μήκος των ολισθητήρων. Η κίνηση του εργαλειοφορείου επιτυγχάνεται είτε χειροκίνητα με τη βοήθεια του μοχλού (βολάν), μέσω στροφής του οποίου πιέζεται οδοντωτός τροχός που συμπλέκεται, με οδοντωτό κανόνα σταθερό στο τραπέζι ή αυτόματα μέσω στρεφόμενου άξονα, του άξονα προώσεων, ενώ για την κοπή σπειρωμάτων, αντίστοιχα μέσω ελικοτομημένου άξονα (Παρίκου, 1988).

Όσον αφορά στο κιβώτιο ταχυτήτων, μπορεί να αναφερθεί ότι 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.

Η σχέση μετάδοσης της κιθάρας βρίσκεται στο ανοικτό κιβώτιο, μπροστά από το κιβώτιο προώσεων, ασφαλισμένη με το ειδικό κάλυμμα. Το πλαίσιο που έχει τη μορφή κιθάρας, συγκρατείται στον σταθερό δακτύλιο, ο οποίος αποτελεί συγχρόνως και το έδρανο του άξονα. Για την σταθεροποίηση της κιθάρας χρησιμεύει ο κοχλίας, ενώ στον αύλακα συγκρατείται ο στροφέας και ο δακτύλιος, πάνω στον οποίο εδράζονται περιστροφικά δύο τροχοί. Το κάλυμμα αποτελεί και τη θύρα για την αλλαγή των ανταλλακτικών τροχών (Παρίκου, 1988).

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

Για τη μεταφορά της κίνησης από τον άξονα (6) στον αξονίσκο, ο οποίος περιστρέφει τον μοχλό, χρησιμεύει ο κάθετος αξονίσκος, πάνω στον οποίο και στα άκρα του είναι τοποθετημένος οδοντωτός κανόνας. Στο κιβώτιο προώσεων συναντά κανείς το μετατοπιζόμενο πλαίσιο, τον μοχλό για τη μετατόπιση του οδοντωτού τροχού, με τη βοήθεια διχάλων, τα δίχαλα, τη σφαίρα ρύθμισης της θέσης των διχάλων, τον συμπλέκτη υπερφόρτισης, τον αξονίσκο, τη δεξαμενή ελαίου και τον μετατοπιζόμενο οδοντωτό τροχό.

Σημαντικό κομμάτι της εργαλειομηχανής του τόννου είναι ο εργαλειοφορέας. Μέσω της σχέσης μετάδοσης του εργαλειοφορέα επιτυγχάνονται οι απαιτούμενες κατά μήκος και εγκάρσιες προώσεις. Για την εμπλοκή του κοχλία σπειρωμάτων χρησιμεύει ο δίσκος, πάνω στον οποίο είναι κατασκευασμένες δύο σπείρες «Αρχιμήδη». Σε κάθε αύλακα εισέρχεται ο πείρος του ενός ημιπερικοχλίου. Μέσω της περιστροφής του χειρομοχλού, προσεγγίζουμε ή απομακρύνουμε τα δύο ημιπερικόχλια και κατά αυτόν τον τρόπο ο κοχλίας σπειρωμάτων λαμβάνει κίνηση ή όχι. Για την γρήγορη ακινητοποίηση, χειροκίνητα, των μηχανικών προώσεων, χρησιμεύει ο χειρομοχλός

(Παρίκου, 1988). Μέσω της περιστροφής του χειρομοχλού προς τα κάτω, επιτυγχάνεται η ελευθέρωση του οδοντωτού συμπλέκτη, οι επιφάνειες των οδόντων του συμπλέκτη έχουν ελικοειδή μορφή και μέσω της επίδρασης των ελατηρίων αποσυμπλέκεται ο συμπλέκτης.

Προκειμένου να αποφευχθεί η σύγχρονη εκκίνηση του άξονα προώσεων και του κοχλία σπειρωμάτων, οι κινήσεις των χειρολαβών και προστατεύονται μέσω του μετατοπιζόμενου πλακιδίου. Στον εργαλειοφορέα εμφανίζονται το ημιπερικόχλιο, ο δίσκος, η σφήνα για τη ρύθμιση των διακένων, ο χειρομοχλός για την εκκίνηση του κοχλία σπειρωμάτων, ο οδοντωτός συμπλέκτης, το ελατήριο, ο οδοντωτός συμπλέκτης, ο χειρομοχλός για την εκκίνηση του άξονα προώσεων, ο χειρομοχλός για την εκκίνηση των κατά μήκος και εγκάρσιων προώσεων, ο χειρομοχλός για τη χειροκίνητη μετατόπιση του εργαλειοφορέα, οι σφαίρες ρύθμισης, οι ενδοασφάλειες και ο χειρομοχλός για την εκκίνηση και αλλαγή της φοράς των στροφών της ατράκτου (Παρίκου, 1988).

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΡΝΟΥ

ΤΟΡΝΟΣ

Τα κομμάτια κυκλικής διατομής τα οποία κατεργάζονται στον τόρνο, καθώς αυτά περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους, εφαρμόζονται διαφόρων ειδών κοπτικά εργαλεία στην επιφάνεια του εκάστοτε κομματιού διαμορφώνοντας την επιθυμητή σχεδίαση. Όπως είναι εύκολα κατανοητό, οι δυνατότητες δημιουργίας σχεδίων στην επιφάνεια του κομματιού είναι απεριόριστες (Burghardt et al. 1959).

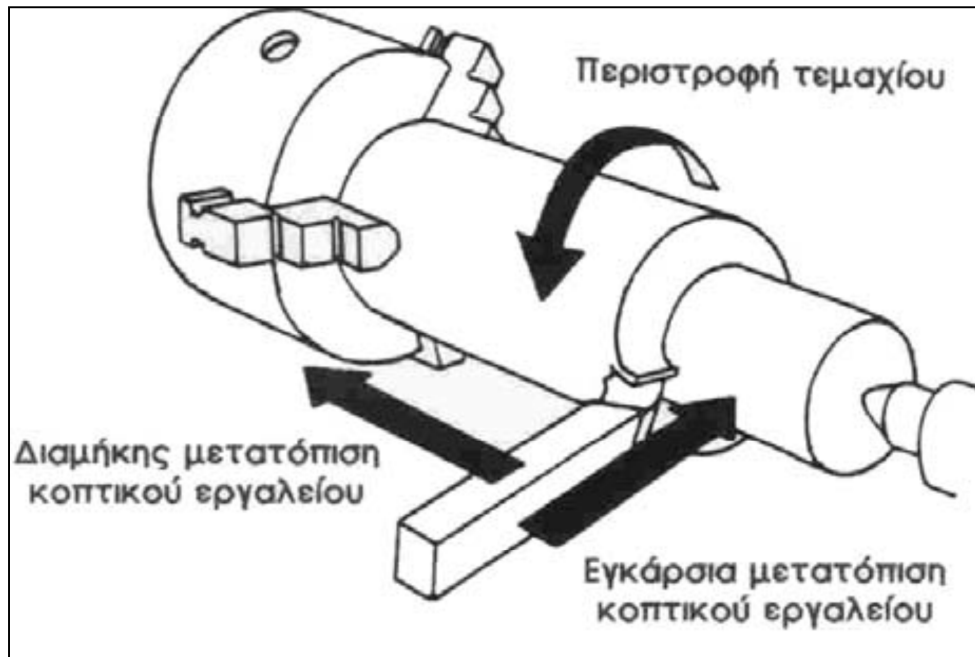
Τα κοπτικά εργαλεία μπορεί να κρατιόνται από τον χειριστή του μηχανήματος και να οδηγούνται με κατάλληλο τρόπο, ώστε να ολοκληρωθεί η τórνευση ή να εφαρμόζεται στο κινούμενο στοιχείο το εργαλειοφορείο που φέρει το επιλεγμένο εργαλείο και εν συνεχεία ο χειριστής να οδηγεί όλο το σύστημα. Τεράστιας σημασίας είναι η σταθεροποίηση του κομματιού που πρόκειται να περιστραφεί και να τórνευτεί, ώστε να αποφευχθούν ατυχήματα και καταστροφή των στοιχείων.

Υπάρχουν τόρνοι διαφόρων μεγεθών, ανάλογα με τις διαστάσεις του υλικού που κατεργάζεται κανείς. Είναι μεγάλης σημασίας η τοποθέτηση του τόρνου σε κατάλληλο ύψος, καθώς και η σταθεροποίησή του σε στέρεο υπόστρωμα, ώστε να είναι βολική και ασφαλής η διαδικασία τórνευσης για τον χειριστή (Ernest, 1980).

Ένας αποδεκτής ποιότητας τόννος φέρει έναν κινητήρα $\frac{3}{4}$ ή 1 ίππου δυναμικότητας. Οι περισσότεροι τόννοι έχουν τη δυνατότητα αλλαγής 3 ή 4 διαφορετικών ταχυτήτων. Μεγαλύτερης ακρίβειας και καθαρότητας τομές επιτυγχάνονται συνήθως με μεγαλύτερες ταχύτητες. Αρχικά όταν το υλικό είναι ακόμη παντελώς ακατέργαστο, η ταχύτητα διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα, ενώ όσο το υλικό σχηματοποιείται η ταχύτητα ανεβαίνει. Επιπρόσθετα, όσο πιο βαρύ είναι το υλικό (ξύλο, μέταλλο κ.α.), τόσο πιο χαμηλές ταχύτητες εφαρμόζονται (Ernest, 1980).

Η κίνηση κοπής που πραγματοποιείται με την περιστροφή του αντικειμένου, ονομάζεται και ταχύτητα κοπής (V_c) (Μαντέμης, 1996). Υπάρχουν ειδικοί πίνακες που δίνουν ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής για κάθε υλικό και διάμετρο αντικειμένου. Επάνω στην μηχανή του τόννου υπάρχει συνήθως στερεωμένο ένα διάγραμμα, στο οποίο διαβάζονται οι στροφές n με τις οποίες λειτουργεί ο τόννος, αλλά επίσης υπάρχει και η δυνατότητα υπολογισμού των στροφών μέσω πινάκων, οι οποίοι γνωρίζοντας κανείς την ταχύτητα κοπής και τη διάμετρο του αντικειμένου δίνουν αντίστοιχα τις στροφές του τόννου (Μαντέμης, 1996).

Το κινηματικό σχήμα του τόννου, αποτελεί πολύ σημαντικό κομμάτι του τόννου. Στον τόννο υπάρχουν συνήθως τρεις δυνατότητες μεταφοράς της κίνησης από την άτρακτο στον άξονα, ο οποίος μεταδίδει την κίνηση στους ανταλλακτικούς τροχούς της κιθάρας. Για κάθε μία από τις δυνατότητες μεταφοράς της κίνησης από την άτρακτο στον άξονα, αντιστοιχούν δύο διαφορετικές διευθύνσεις περιστροφής του άξονα. Στην μετάδοση των κινήσεων εμπλέκεται το κιβώτιο ταχυτήτων, οι πολύδισκοι συμπλέκτες, το σύστημα πέδησης, η σχέση κιθάρας, το κιβώτιο προώσεων, ο συμπλέκτης υπερφόρτωσης, η αντίσταση, το κιβώτιο εργαλειοφορέα, ο οδοντωτός συμπλέκτης, ο συμπλέκτης αυτόματης διακοπής προώσεων, η χειρολαβή εκκίνησης και διακοπής των μηχανικών προώσεων, η χειρολαβή για την αλλαγή της φοράς των προώσεων από κατά μήκος σε εγκάρσιες, η χειρολαβή για τη χειροκίνητη πρόωση του εργαλειοφορείου, ο οδοντωτός κανόνας, ο κοχλίας εγκάρσιων προώσεων και ο κοχλίας χειροκίνητης προώθησης του άνω εργαλειοφορείου. Από τον άξονα, η μετάδοση των προώσεων γίνεται μέσω της σχέσης μετάδοσης των ανταλλακτικών τροχών της κιθάρας στον άξονα και στη συνέχεια μέσω των ολισθαινόντων δίτροχου – συμπλέκτη των τροχών στον κοίλο άξονα. Από τον κοίλο άξονα, η κίνηση μεταδίδεται στον κοχλία σπειρωμάτων ή στον άξονα προώσεων.



Εικόνα 10 Τόρνευση και κινήσεις που πραγματοποιούνται
(πηγή: Τεχνικό Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Η ταχύτητα κοπής, δηλαδή η ταχύτητα περιστροφής του προς τόρνευση κομματιού και η ταχύτητα προώσεως, δηλαδή η κίνηση του κοπτικού εργαλείου σε διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα του κομματιού, εξαρτώνται κυρίως από το προς κατεργασία υλικό, το υλικό του εργαλείου, αλλά και την επιθυμητή ποιότητα επιφάνειας που θέλει κανείς να επιτύχει (Μαντέμης, 1996). Σε κατεργασίες ξεχονδρίσματος, υιοθετείται συνήθως μεγάλη πρόωση και βάθος κοπής, ενώ σε κατεργασίες που είναι αναγκαία μεγαλύτερη προσοχή, όπως για παράδειγμα το φινίρισμα, επιλέγεται συνήθως μικρή πρόωση και βάθος κοπής. Με την πρόωση, αναφερόμαστε ουσιαστικά στην μετακίνηση που ολοκληρώνει το εργαλείο (σε χιλιοστά) σε μία περιστροφή. Η πρόωση F , η οποία μετριέται σε mm (mm/στροφή), επιλέγεται σύμφωνα με την ισχύ της μηχανής και τελική ποιότητα επιφάνειας που επιθυμεί κανείς να παράγει. **Η ταχύτητα προώσεως (V_f)**, η οποία μετριέται σε mm/min, μπορεί να υπολογιστεί από το γινόμενο πρόωση επί τις στροφές. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ο παρακάτω τύπος:

$$\mathbf{V_f = n * f(mm/min)}$$

, όπου n είναι όπως αναφέρθηκε ο αριθμός στροφών και f είναι η πρόωση (mm). Η ταχύτητα κοπής και η ταχύτητα προώσεως καθορίζουν το μέγεθος της ενεργούς ταχύτητας (V_c).

Ο όρος βάθος κοπής αναφέρεται στο βάθος κατά το οποίο επενεργεί το εργαλείο πάνω στο επιλεγμένο υλικό και είναι εξίσου σημαντική η γνώση αυτού του παράγοντα και στην κατά μήκος, αλλά και στην μετωπική τόννευση. Το βάθος κοπής καθορίζεται από την κίνηση προσεγγίσεως του εργαλειοφόρου άξονα στο υλικό. Αναγκαίως για τον προσδιορισμό ισχύος του τόννου είναι ο προσδιορισμός του όγκου αποβλήτων (Q) δοσμένος ανά μονάδα χρόνου (min), ο οποίος υπολογίζεται με τη βοήθεια του παρακάτω τύπου:

$$Q = a * f * V_c$$

, όπου a είναι το βάθος κοπής σε mm, f είναι το πλάτος κοπής σε mm, και V_c είναι η ταχύτητα πρόωσης, δηλαδή περιστροφής του εργαλείου (m/min) (Μαντέμης, 1996).

Κατά την σύσφιξη και στερέωση του υλικού στον τόννο, πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε το υλικό να μην παραμορφώνεται, να είναι στιβαρή η σύσφιξη, η στερέωση να πραγματοποιείται με ακρίβεια και σε προκαθορισμένα σημεία, ώστε να μη δημιουργούνται άνισες δυνάμεις και κίνδυνος για τον χειριστή ή κίνδυνος καταστροφής του υλικού (Μαντέμης, 1996).

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

- Η διάμετρος τόννευσης (mm)
- Η ταχύτητα κοπής V (min)

Η διατομή του αφαιρούμενου στρώματος υλικού (mm), η οποία προκύπτει από το βάθος κοπής (mm) και την ταχύτητα πρόωσης (min) .

Λίπανση και Καθάρισμα

Το καθάρισμα του τόννου είναι πολύ σημαντική και απαραίτητη διεργασία και θα πρέπει να γίνεται όταν ο τόννος βρίσκεται σε αδράνεια. Ένα μικρό κομμάτι υφάσματος, εμποτισμένο με κηροζίνη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να απομακρύνει ακαθαρσίες και λάδια, ενώ θα πρέπει οι επιφάνειες του τόννου να περαστούν με στεγνό πανί για να απομακρυνθούν τα υπολείμματα κηροζίνης. Οι τριβείς του τόννου θα πρέπει να λιπαίνονται πριν από κάθε χρήση με την απαραίτητη ποσότητα λαδιού και θα πρέπει να γίνεται συχνός έλεγχος στα σωληνάκια που οδηγούν το λάδι στα διάφορα σημεία της μηχανής, ώστε να μην φράσσονται (Burghardt et al. 1959).

ΕΙΔΗ ΤΟΡΝΩΝ

Η εργαλειομηχανή του τórνου, 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 τórνοι διαιρούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

Τórνος γενικής χρήσης

Στον τórνο γενικής χρήσης μπορούν να γίνουν σχεδόν όλες οι κατεργασίες τórνευσης. Έχει τη δυνατότητα να δέχεται αντικείμενα μεταξύ των κέντρων του και για αυτόν τον λόγο, λέγεται και «τόρνος κέντρων». Οι τórνοι γενικής χρήσεως είναι συνήθως εξοπλισμένοι με μηχανική κίνηση για την πρόωση και συνεπώς λέγονται επίσης, και «τόρνοι κοχλίου και ατράκτου προώσεων» (Μαντέμης, 1996).

Στην κατηγορία τórνων 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 περιστροφικοί τórνοι, οι τórνοι αντιγραφής, οι ημιαυτόματοι και αυτόματοι, οι κατακόρυφοι και οι μετωπικοί.



Εικόνα 11 Τόρνος αντιγραφής

(πηγή: www.wikipedia.gr)

Ιδιαίτερα σημαντικό μέρος του τόρνου γενικής χρήσης είναι η κλίνη (κρεβάτι), η οποία φέρει τους πρισματοδηγούς (γλιστέρες) και εδράζεται στο πλαίσιο του τόρνου. Όπως σε όλους του τόρνους, η κλίνη φέρει επίσης το κιβώτιο ταχυτήτων, το εργαλειοφορείο και τον κεντροφορέα. Το κατασκευαστικό μέγεθος της μηχανής καθορίζεται από το ύψος των κέντρων, αλλά και το μήκος τórνευσης. Γενικά, η μέγιστη διάμετρος τórνευσης αντιστοιχεί περίπου προς το διπλάσιο του ύψους αυτού (Μαντέμης, 1996).

Η κλίνη του τόρνου πρέπει να ιδιαίτερα άκαμπτη και ελεύθερη ταλαντώσεων, ώστε να μπορεί να γίνει σωστά και με ακρίβεια η τórνευση. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η κλίνη κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο και είναι ενισχυμένοι με ισχυρές νευρώσεις. Επίσης, υπάρχει σύστημα από κοχλίες που συγκρατούν την όλη κατασκευή σαν ένα δεμένο σώμα. Οι κοίλοι χώροι που τυχόν δημιουργούνται, δίνεται προσοχή ώστε να πληρωθούν με άμμο ή γρανίτη χρησιμοποιώντας ως συνδετικό μέσο κάποια ρητίνη (ένα είδος πολυμερούς μπετόν), ώστε να εξαλειφονται οι ταλαντώσεις.

Οι πρισματοδηγοί που αναφέρθηκαν παραπάνω, των οποίων η επιφάνεια είναι συνήθως βαμμένη, αποτελούν το πάνω μέρος της κλίνης του τόρνου και χρησιμεύουν

στην υποδοχή του κιβωτίου ταχυτήτων, καθώς και στην οδήγηση του εργαλειοφορείου και του κεντροφορέα.

Μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων εδράζεται η κύρια άτρακτος με ισχυρά ρουλιαν ακριβείας. Από την έδραση και την ακαμψία της κύριας ατράκτου εξαρτάται η ποιότητας της τόννευσης.

Για την υποδοχή ενός τσοκ ή ενός πλατώ στον τόρνο χρησιμοποιείται ένας κώνος μικρού μήκους. Ο κώνος σταθεροποιείται με τη βοήθεια ενός δίσκου με εγκοπές (μπαγιονέτ). Εκτός αυτών, οι πόντες, ο μετωπικός στροφέας και τα τσιμπίδια τοποθετούνται σε έναν εσωτερικό κώνο. Η κύρια άτρακτος είναι βεβαίως κοίλη και αυτό ελαττώνει την αδράνεια, αυξάνει την σταθερότητα στην μορφή και επιτρέπει την εισαγωγή υλικού σε ράβδους. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να τοποθετηθούν υποδοχές ράβδων, αλλά και συσφιγκτικές συσκευές με τριβή.

Για την κίνηση στους τόρνους γενικής χρήσεως χρησιμοποιείται κινητήρας τριφασικού ρεύματος, μαζί με ένα σύστημα κινητών οδοντοτροχών. Είναι συχνό φαινόμενο να πραγματοποιούνται 24 έως και 36 διαφορετικές στροφές κλιμακωμένες γεωμετρικά. Η κίνηση των προώσεων προέρχεται από την κίνηση της κύριας ατράκτου και εκφράζεται σε (mm/στροφή). Ο αναστροφέας κινήσεως, ο οποίος είναι ουσιαστικά ένα σύστημα με συμπλέκτη, καθορίζεται η διεύθυνση της προώσεως (Μαντέμης, 1996).

Στον τόρνο υπάρχει επίσης το εργαλειοφορείο, το οποίο χρησιμεύει στο δέσιμο του εργαλείου, αλλά και στην κίνηση των εργαλείων του τόρνου. Αποτελείται από το κιβώτιο κινήσεως εργαλειοφορείου, το κάτω εργαλειοφορείο, το εγκάρσιο εργαλειοφορείο και το πάνω εργαλειοφορείο με τον εργαλειοδέτη. Το κάτω εργαλειοφορείο χρησιμεύει στην κατά μήκος κίνηση των εργαλείων τόννευσης, το εγκάρσιο εργαλειοφορείο στην κάθετη κίνηση και το στρεφόμενο πάνω εργαλειοφορείο για την κίνηση προς κάθε διεύθυνση.

Το κιβώτιο κινήσεως εργαλειοφορείου περιλαμβάνει τους μηχανισμούς εμπλοκής για την πραγματοποίηση των διαφόρων κινήσεων και για την κύρια ζεύξη. Ως άξονας προώσεων χρησιμοποιείται ένας λείος άξονας με αυλάκι εξαγωνικής διατομής. Ο Άξονας αυτός μεταφέρει τη δύναμη για την κατά μήκος και εγκάρσια κίνηση. Ο κοχλίας σπειρωμάτων είναι ένας άξονας με τραπεζοειδές σπείρωμα και χρησιμεύει για την τόννευση σπειρωμάτων. Με τη βοήθεια του άξονα θέσεως σε κίνηση ενεργοποιείται ο κύριος συμπλέκτης της μηχανής.

Τόρνοι παράλληλοι κεντροφόροι

Οι παράλληλοι κεντροφόροι τόρνοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

A. 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 στη μηχανουργία κατασκευής μικρών αντικειμένων, στη βιομηχανία ρολογιών και στην ηλεκτροτεχνουργία.

B. Τόρνοι παραγωγικοί

Χαρακτηριστικό στοιχείο των παραγωγικών τόρνων 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.

Γ. Τόρνοι πολλαπλών χρήσεων «universal».

Παράπλευρα του άξονα προώσεων και του οδοντωτού κανόνα, οι τόρνοι πολλαπλών χρήσεων είναι εφοδιασμένοι με κοχλία σπειρωμάτων, μέσω του οποίου παρέχεται η δυνατότητα κοπής σπειρωμάτων και γενικότερα μορφών ελικώσεων. Το εργαλειοφορείο με διάταξη στροφής προσαρμόζεται για την κατά μήκος, εγκάρσια και λοξή τórνευση. Συγκρινόμενος με τον παραγωγικό τόρνο έχει μεγαλύτερο εύρος περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου και μεγαλύτερο πλήθος προώσεων του εργαλειοφορείου. Χρησιμοποιείται στη μηχανουργία για την παραγωγή μονάδας ή μικρών σειρών.

Δ. Τόρνοι βαρείς

Το τραπέζι σε μορφή πλαισίου στηρίζεται σε θεμελιωμένο έδαφος. Το κιβώτιο ταχυτήτων λαμβάνει την κίνηση από τον κινητήρα, 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 κυρίως για την κατεργασία αντικειμένων μεγάλου βάρους. Υπάρχει επίσης και η δυνατότητα κοπής σπειρωμάτων με αυτού του είδους τον τόρνο.

Τόρνοι μετωπικοί

Καταγράφονται διάφοροι μετωπικοί τόρνοι οι οποίοι μπορούν να διακριθούν από κατασκευαστικής άποψης στις παρακάτω κατηγορίες:

- Μετωπικοί τόρνοι με εγκάρσιο τραπέζι.
- Μετωπικοί τόρνοι με επίμηκες τραπέζι περιτετμημένο.
- Μετωπικοί τόρνοι με τραπέζι δαπέδου (σε μορφή πλάκας).

Τα προς κατεργασία αντικείμενα προσδένονται πάνω στην αντικειμενοφόρο πλάκα, η οποία λαμβάνει την περιστροφική κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων. Η διάταξη των εργαλειοφορείων και του εργαλειοδέτη είναι αντίστοιχη με αυτή των βαρέων τόρνων. Οι μετωπικοί τόρνοι προορίζονται κυρίως για την κατεργασία αντικειμένων μεγάλης διαμέτρου, αλλά μικρού πάχους και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μονάδας.

Κατακόρυφοι τόρνοι

Οι κατακόρυφοι τόρνοι έχουν κατακόρυφη κύρια άτρακτο. Βαρέα και ογκώδη αντικείμενα μπορούν εύκολα να τοποθετηθούν στην μηχανή. Ο τόρνος τύπου Καρουσέλλ είναι ένας κατακόρυφος τόρνος με πλατώ, του οποίου η διάμετρος μπορεί να φτάσει τα 25 μέτρα. Με πολλά εργαλειοφορεία μπορούν να γίνουν ταυτόχρονα διάφορες κατεργασίες με τα κατάλληλα εργαλεία. Οι κατακόρυφοι τόρνοι διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

A. Κατακόρυφοι μονόστυλοι τόρνοι

Η πλάκα που φέρει το προς κατεργασία αντικείμενο, στρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα. Το πλευρικό εργαλειοφορείο μετακινείται κατακόρυφα επάνω στους ολισθητήρες του στύλου, ενώ το άνω εργαλειοφορείο μετακινείται οριζόντια στους ολισθητήρες του βραχίονα. 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. Οι κατακόρυφοι μονόστυλοι τόρνοι χρησιμοποιούνται κυρίως με σκοπό την παραγωγή μονάδας και μικρών σειρών αντικειμένων μεγάλης διαμέτρου.

B. Κατακόρυφοι δίστυλοι τόρνοι

Το σύστημα εργασίας της πλάκας που φέρει το προς κατεργασία αντικείμενο και των εργαλειοφορειών είναι όπως και στο μονόστυλο τόρνο. 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. Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μονάδας και μικρών σειρών αντικειμένων μεγάλης διαμέτρου, όπως και οι μονόστυλοι τόρνοι, αλλά συνήθως για αντικείμενα ακόμη μεγαλύτερου βάρους και μεγαλύτερης διαμέτρου.

Περιστροφικοί τόρνοι (Revolver)

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 εργαλειοφορειών και έναρξη κοπής.

- Ρύθμιση και αυτόματο σταμάτημα των ωφέλιμων διαδρομών, γίνονται εύκολα, γρήγορα και με απλές ενέργειες του τεχνίτη.

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

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

Σε ένα σωστά εξοπλισμένο και ρυθμισμένο τόννο ρεβόλβερ δε γίνονται κατά κανόνα μετρήσεις σε κάθε κομμάτι κατά την παραγωγή, αλλά μόνο κατά αραιά διαστήματα γίνονται προσεκτικοί έλεγχοι των διαστάσεων των κομματιών, ώστε να ελεγχθεί μήπως έγινε καμία απορύθμιση των εργαλείων και των διαδρομών. Για τον τόννο ρεβόλβερ δεν απαιτείται ο πολύ πεπειραμένος και ικανός τεχνίτης του κλασικού τόννου 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 τόννος ρεβόλβερ, όπως και ο συνηθισμένος τόννος γενικής χρήσης, επεξεργάζεται όλα τα μηχανολογικά υλικά, δηλαδή χυτοσίδηρο, χάλυβα και κράματα χαλύβων, χαλκού, αλουμινίου, κ.α. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι τόννοι με ρεβόλβερ, σε σύγκριση με τους συμβατικούς τόννους, 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 τόννοι ρεβόλβερ, ως παραγωγικά μηχανήματα, με τους διάφορους βαθμούς αυτοματισμού που διαθέτουν και σε συνδυασμό με τους προγραμματιζόμενους τόννους από ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (τόννοι NC), αποτελούν σήμερα σημαντικό μέρος των εργαλειομηχανών παραγωγής σε σειρά σε κάθε αξιόλογη μηχανουργική βιομηχανία. Τέλος, ο τόννος ρεβόλβερ από την άποψη της απόδοσης ακριβείας δεν υστερεί από τον τόννο 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 (αλεξούρισμα).
- Κωνική τόρνευση.
- Σπειρωτόμηση.
- Κατασκευή κέντρου με κεντραδόρο.
- Ρίκνωση (ρεζέτα).
- Αποκοπή (σχίσσιμο).

Σε σπάνιες περιπτώσεις:

- Φρεζάρισμα.
- Αυλάκωση.

Τύποι ρεβόλβερ – Δομή και χαρακτηριστικά

Βασικό χαρακτηριστικό κάθε τόρνου 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».

- 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 τόρνευση)
- 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.

Ανάλογα με τη διαμόρφωση και τη θέση της κεφαλής του εργαλειοφορέα, οι τórνοι ρεβóλβερ διακρίνονται στις εξής δύο κατηγορίες:

- Τórνος ρεβóλβερ 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.
- Τórνος ρεβóλβερ με κυλινδρικό τύμπανο – μύλο που περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα, παράλληλο ή κάθετο προς τον νοητό άξονα του τórνου. Ο μύλος αυτός έδωσε στην πράξη τον χαρακτηρισμό «ρεβóλβερ» στους ημιαυτόματους τórνους.

Σε κάθε πλευρά του πύργου και σε κατάλληλες οπές μπορεί να τοποθετηθούν μέχρι και έξη διάφορα εργαλεία ή ιδιοσυσκευές με εργαλεία. Το συγκρότημα του πύργου κινείται συνήθως με γλισιέρες επάνω σε ένα φορείο το οποίο επίσης μπορεί να μετατοπίζεται πάλι κατά μήκος επάνω στους πρισματοδηγούς του κρεβατιού, όπως ο εργαλειοφορέας στους τórνους γενικής χρήσης. Με τη διάταξη αυτή, εκτός από τη συνηθισμένη κατά μήκος τórνευση με τον κύριο εργαλειοδέτη, μπορεί να γίνει και κατά μήκος τórνευση με εργαλεία από τον πύργο. Επίσης από τον πύργο με ανάλογα εργαλεία ή ιδιοσυσκευές μπορεί να γίνει διάτρηση, τórνευση 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 (Παρίκου, 1988).

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 (Μαντέμης, 1996).

Σε τórνους ρεβóλβερ 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 τόρνο ρεβόλβερ με πύργο, πάνω στο εγκάρσιο φορείο, τοποθετούνται απευθείας δύο εργαλειοδέτες. Οι εργαλειοδέτες αυτοί είναι σε τέτοια θέση, ώστε να βρίσκεται μεταξύ τους ο νοητός άξονας του τόρνου 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.

Οι περιστροφικοί τόρνοι (revolver) είναι δυνατό να διακριθούν στις εξής κατηγορίες:

A. Με κατακόρυφο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής.

Στους τόρνους αυτούς τα εργαλεία συγκρατούνται στην περιστρεφόμενη κεφαλή και στον εργαλειοδέτη 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 ημι-προϊόντων στην παραγωγή μεσαίων και μεγάλων σειρών.

B. Με οριζόντιο τον άξονα της περιστρεφόμενης κεφαλής.

Η περιστρεφόμενη κεφαλή κινείται γύρω από τον οριζόντιο άξονα και είναι δυνατόν να μετακινηθεί μετά του εργαλειοφορείου, ως προς την φορά του άξονα της ατράκτου. Η εγκάρσια τórνευση επιτυγχάνεται μέσω της περιστροφής της κεφαλής. Τα εξαρτήματα αντίστασης και περιορισμού των κατά μήκος προώσεων του εργαλείων είναι στερεωμένα πάνω στο τύμπανο. Αυτού του τύπου οι τόρνοι χρησιμοποιούνται για την κατεργασία αντικειμένων που προέρχονται από ράβδους.

Τόρνοι παράλληλοι κεντροφόροι γενικής χρήσης

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 προέρχεται και η ονομασία «κεντροφόροι»). Οι παράλληλοι κεντροφόροι τόννοι ανάλογα με τη χρησιμοποίησή τους διακρίνονται σε:

A. Τόννους απλούς με περιορισμένο εύρος των περιστροφικών ταχυτήτων, που χρησιμοποιούνται κυρίως σε μηχανουργικά τμήματα επισκευών και σε εκπαιδευτικούς σκοπούς.

B. Τόννους πολλαπλών χρήσεων «universal», οι οποίοι 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 τη σκοπιά, το εύρος των περιστροφικών ταχυτήτων είναι πολύ μεγάλο (περίπου 200). Η κατασκευή του κιβωτίου πρόωσης είναι τέτοια ώστε να επιτρέπεται η κοπή σπειρωμάτων μετρικών, «whithworth», «modul» και «diametral-pitch».

Γ. Τόννοι υψηλής ακρίβειας, οι οποίοι διαφέρουν από τους τόννους «universal», ως προς τη μεγαλύτερη ακρίβεια κατασκευής και ως προς τον πληρέστερο ειδικό εξοπλισμό. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατεργασία εργαλείων κοπής. Οι τόννοι 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 τόννευσης D πάνω από τους ολισθητήρες του τραπεζιού.
- Από τη μέγιστη διάμετρο τόννευσης d πάνω από τους ολισθητήρες του εργαλειοφορείου.
- Από τη διάμετρο τόννευσης D και από το μήκος l για τόννους με περιτετμημένο τραπέζι.

Ανάλογα με τη μέγιστη διάμετρο τόννευσης πάνω από το τραπέζι, οι τόννοι διαιρούνται σε:

A. Μικρούς όταν $D \leq 250 \text{ mm}$.

B. Μεσαίους όταν $250 < D < 800 \text{ mm}$.

Γ. Μεγάλους όταν $D > 800 \text{ mm}$.

Τόρνος Ρεβ

Ψύξη των τόννων τύπου 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.

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

A. Να λιπάνουν και να περιορίσουν τις τριβές μεταξύ του αποβλήτου και της επιφάνειας κοπής, καθώς και την τριβή μεταξύ του κομματιού και της ελεύθερης επιφάνειας του εργαλείου (λιπαντική δράση).

B 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.

Τα βασικά πλεονεκτήματα που προέρχονται από την ψύξη είναι τα παρακάτω:

A. Η ταχύτητα κοπής μπορεί να αυξηθεί μέχρι και 40%, χωρίς να αυξηθεί η θερμοκρασία.

B. Αυξάνει τη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου.

Γ. Η ποιότητα της κατεργασμένης επιφάνειας του κομματιού είναι καλύτερη.

Δ. Το κομμάτι δε θερμαίνεται υπερβολικά και δεν προκαλούνται ανεπιθύμητες διαστολές.

E. Η ενέργεια που δαπανάται για την κοπή είναι μικρότερη λόγω των μικρότερων τριβών.

Ως ψυκτικά υγρά κοπής χρησιμοποιούνται κυρίως τα παρακάτω:

A. Λάδια κοπής, τα οποία δε διαλύονται και συνεπώς, δεν αραιώνονται με νερό. Η δράση τους είναι περισσότερο λιπαντική και λιγότερο ψυκτική.

B. Ψυκτικά λάδια (π.χ. σαπουνέλαια), τα οποία συνδυάζουν λιπαντική ικανότητα, με υψηλή ψυκτική ικανότητα. Τα λάδια αυτά, είναι διαλυτά στο νερό και σχηματίζουν

γαλάκτωμα. Η αναλογία λαδιού προς νερό μπορεί, κατά περίπτωση, να φθάσει το 10% σε λάδι.

Το κύκλωμα ψύξης αυτών των τόννων έχει ως εξής: 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).

Ειδικοί τόννοι κεφαλής

Για την κατεργασία αντικειμένων, στα οποία λόγω του μικρού τους μήκους δεν μπορεί να γίνει στήριξη και στον κεντροφορέα (ταμπούρα φρένων) σπόνδυλοι και δίσκοι χρησιμοποιούνται ειδικοί τόννοι κεφαλής.

Με τη διάταξη των διαφόρων στοιχείων υπηρετήσεως του τόννου, έναντι του μετώπου του αντικειμένου μπορεί κανείς να έχει μία καλή εποπτεία της εξελίξεως της κατεργασίας. Στις μεγάλες μηχανές η κλίση του τόννου είναι κάθετα τοποθετημένη ως προς τον άξονα περιστροφής (Μαντέμης, 1996).

Τόννοι ημιαυτόματοι και αυτόματοι

Οι αυτόματοι τόννοι εργάζονται αυτόνομα. Έχουν περισσότερα εργαλειοφορεία και ως πολυάτρακτα μηχανήματα που είναι, περισσότερες κύριες ατράκτους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, τον πολλαπλασιασμό των θέσεων κατεργασίας και συνεπώς, τη σμίκρυνση του χρόνου παραγωγής. Μπορούν να γίνονται ταυτόχρονα ή πολλές φάσεις κατεργασίας σε ένα αντικείμενο ή η ίδια φάση σε περισσότερα αντικείμενα. Ο αυτοματισμός ελέγχεται μηχανικά, υδραυλικά ή αριθμητικά.

Βαθμός 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:

- A. Τόρνους απλούς, όπου εκτός από την περιστροφή της ατράκτου και την πρόωση, όλες οι άλλες εργασίες πραγματοποιούνται με το χέρι.
- B. Τόρνους ημιαυτόματους (Revolver), όπου πολλές κινήσεις, διακοπές κίνησης καθώς και αλλαγές εργαλείων και εμπλοκές γίνονται αυτόματα ή με πολύ περιορισμένη παρέμβαση του χειριστή.
- Γ. Τόρνοι αυτόματοι μηχανικού προγραμματισμού, όπου όλα γίνονται αυτόματα με μηχανικά μέσα, από την προσκόμιση του υλικού (συνήθως σε βέργες) έως και την απομάκρυνση του έτοιμου κομματιού.
- Δ. Τόρνοι ημιαυτόματοι πολυαξονικοί (με έως και 8 ατράκτους)
- E. Τόρνοι αυτόματοι με πρόγραμμα μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών (τόρνοι NC και CNC).

Η χρησιμοποίηση συστημάτων αριθμητικού ελέγχου (συστήματα CNC) κάνει δυνατή σε όλα τα είδη των τόρνων την αύξηση της παραγωγικότητας. Έτσι, μπορούν να κατασκευαστούν εξαρτήματα μη κυλινδρικής μορφής (κώνοι, αυλάκια μορφής, στρογγυλεύματα), χωρίς να χρειάζεται επανεξοπλισμό της μηχανής και χωρίς εργαλεία μορφής. Μπορεί επίσης να ειπωθεί ότι είναι και πιο οικονομική η χρήση συστημάτων CNC, σε σχέση με τον συμβατικό τόρνο.

Λόγω του ότι η εγκατεστημένη ισχύς του τόρνου είναι αυξημένη, αλλά και οι ταχύτητες κοπής που χρησιμοποιούνται είναι υψηλές και η απαίτηση για ακρίβεια στις τελικές διαστάσεις των αντικειμένων, θα πρέπει και η κατασκευή των τόρνων CNC να διαφέρει από τους συμβατικούς. Ο χώρος της μηχανής του τόρνου CNC είναι καλυμμένος από όλες τις πλευρές, ώστε να υπάρχει προστασία από γρέζια, το ψυκτικό και από πιθανή εκτίναξη κομματιών. Μία υδραυλική συσκευή παρέχει την απαιτούμενη πίεση για την ενεργοποίηση των συσκευών συσφίξεως, του πυργίσκου εργαλείων, του κεντροφορέα, αλλά και του καβαλέτου (Μαντέμης, 1996).

Στον τόρνο CNC για την κίνηση της κύριας ατράκτου χρησιμοποιείται ένας κινητήρας συνεχούς ρεύματος ή τριφασικός με έλεγχο συχνότητας. Αυτή η μεγάλη ισχύς μεταφέρεται στην κύρια άτρακτο, μέσω τραπεζοειδών ιμάντων ή απευθείας με

γρاناζοκιβώτιο. Αυτά τα συστήματα ρυθμίζονται οι στροφές σε μεταβαλλόμενες διαμέτρους, ώστε να εξασφαλίζεται σταθερή ταχύτητα κοπής στον τόρνο. Και σε αυτού του είδους τον τόρνο, η κλίνη του τόρνου πρέπει να είναι άκαμπτη, αποσβένοντας έτσι τις δονήσεις που δημιουργούνται. Ταυτόχρονα πρέπει να γίνεται και η απομάκρυνση των αποβλήτων και να προστατεύονται οι πρισματοδηγοί. Σε μηχανές μεγάλης ισχύος, πολλές φορές χρησιμοποιείται πλάγια κλίνη με καλυμμένους πρισματοδηγούς. Με χωριστούς πρισματοδηγούς για τον κεντροφορέα και το εργαλειοφορέο αποφεύγονται συγκρούσεις μεταξύ τους. Στις μηχανές με πλάγια κλίνη τα εργαλεία βρίσκονται πίσω από τον άξονα περιστροφής. Ως φορέας των εργαλείων χρησιμοποιείται στους τόρνους CNC, πολλαπλός φορέας. Κάποιες φορές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον φορέα εργαλεία με ιδιαίτερη κίνηση, όπως τρυπάνια, φρέζες, μέσα συσφίξεως για αντικείμενα (τσιμπίδια).

Όπως είναι εύκολα κατανοητό, τα αντικείμενα που κατασκευάζονται σε τόρνους CNC είναι πιο πολύπλοκα από αυτά που κατασκευάζονται από τους συμβατικούς τόρνους. Έτσι, με έλεγχο τροχιάς δύο αξόνων μπορούν να κατασκευαστούν οποιαδήποτε περιγράμματα (όπως κώνοι, εγκάρσια αυλάκια, σφαίρες). Με ελεγχόμενη κίνηση της κύριας ατράκτου και εργαλεία με ιδιαίτερη κίνηση, μπορούν με ένα δέσιμο του αντικειμένου να κατασκευαστούν αυλάκια, εγκάρσιες οπές, οπές σε φλάντζες και φρεζαρίσματα (Μαντέμης, 1996). Με έλεγχο τροχιάς τριών αξόνων και εργαλειοφορέα στον πυργίσκο μπορεί να γίνει πλήρης κατεργασία ενός αντικειμένου χωρίς δεύτερο δέσιμο.

Τώρα, πλέον είναι γενικευμένη η τάση αντικατάστασης των ημιαυτόματων τόρνων (Revolver), καθώς και των αυτόματων μηχανικών τόρνων προγραμματισμού, με τόρνους NC τόσο στην παραγωγή σειράς, όσο και στην παραγωγή μικρών παρτίδων. Αντίθετα, οι απλοί τόρνοι (της κατηγορίας A.), εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται στις απλές κατασκευές καθώς και στις εργασίες της μηχανουργικής συντήρησης.

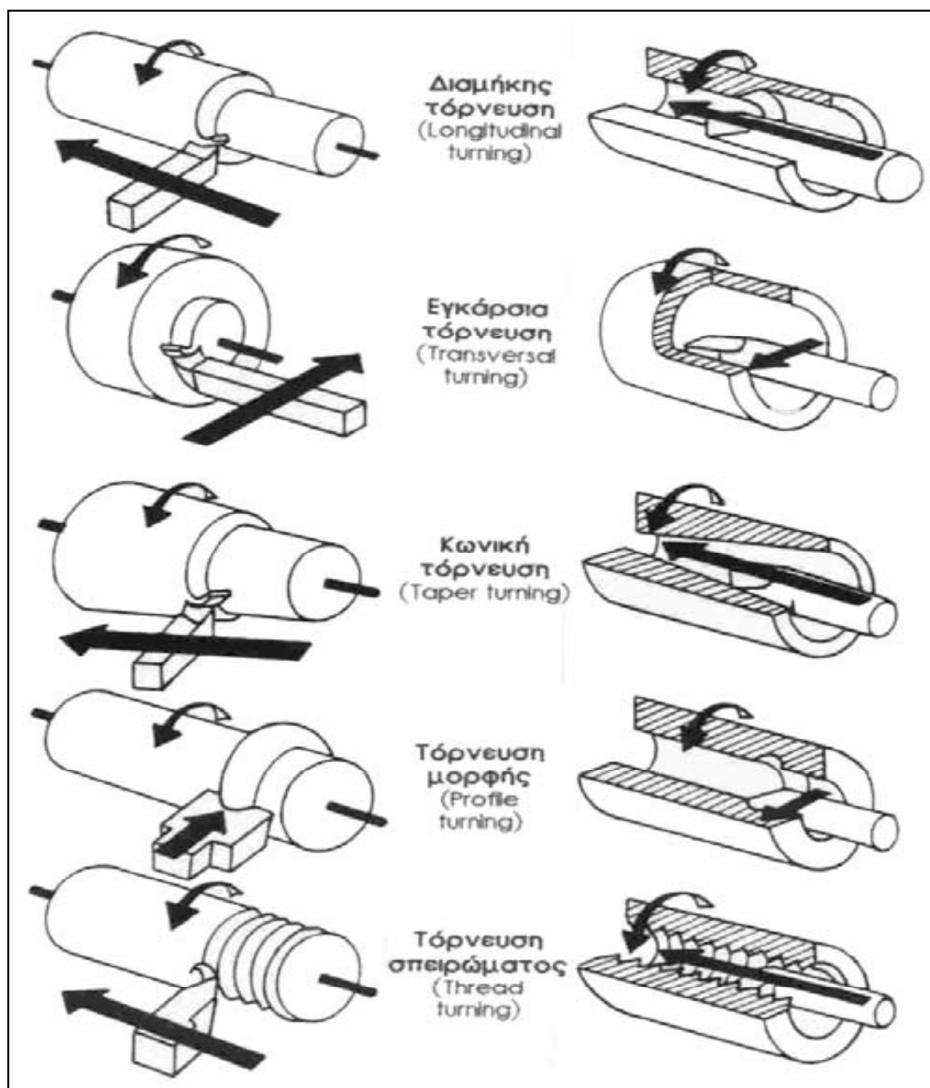
Τόρνος ειδικής χρήσης

Οι λεγόμενοι «ειδικευμένοι» τόρνοι, που δεν ανήκουν στην κατηγορία των τόρνων γενικής χρήσης, χρησιμοποιούνται σε ειδικές κατεργασίες αντικειμένων σε διάφορους βιομηχανικούς κλάδους (π.χ. οι τόρνοι για την κοπή σπειρωμάτων, οι τόρνοι κοπής και κάποιοι άλλοι).

Υπάρχουν και οι τόρνοι που αναφέρονται ως «ειδικοί» ή «κλαδικοί», οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε ορισμένους βιομηχανικούς κλάδους, παραδείγματος χάριν, στη βιομηχανία αυτοκινήτων (τόρνοι κατεργασίας στροφαλοφόρων αξόνων), επίσης στη σιδηροδρομική κ.τ.λ. Η κατάταξη των τόρνων της κατηγορίας αυτής πραγματοποιείται ανάλογα με τη χρήση αυτών, τις χαρακτηριστικές κατασκευαστικές διαστάσεις και τα διάφορα μεγέθη. Οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται και είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε είναι οι παρακάτω:

- D : η μέγιστη διάμετρος τόννευσης πάνω από τους ολισθητήρες του τραπεζιού (για τόννους κατακόρυφους, η μέγιστη διάμετρος τόννευσης του αντικείμενου) (mm).
- d : η μέγιστη διάμετρος της κατεργαζόμενης ράβδου (αντικείμενου) (mm).
- L : η απόσταση μεταξύ κέντρων (αιχμών) (mm).
- n : το πλήθος των περιστροφικών ταχυτήτων της ατράκτου.
- n_{\max} : η μέγιστη περιστροφική ταχύτητα της ατράκτου (στρ./min).
- P_{\min} : η ελάχιστη πρόωση του κοπτικού εργαλείου (mm/στρ).
- N : η ισχύς του κινητήρα μετάδοσης της εργαλειομηχανής (kW) .
- G : το βάρος της εργαλειομηχανής (T ή kp).
- $^a G$: το βάρος του κατεργαζόμενου τεμαχίου (T ή kp).

ΕΙΔΗ ΤΟΡΝΕΥΣΗΣ



Εικόνα 12 Τύποι εσωτερικής τórνευσης και εξωτερικής τórνευσης

(πηγή: Τεχνικό Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Ένας τórνος γενικής χρήσης μπορεί να κάνει τις εξής εργασίες:

- Τórνευση εξωτερικών και εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.
- Τórνευση επίπεδων επιφανειών / εγκάρσια τórνευση.
- Τórνευση κωνικών επιφανειών.
- Διάνοξη οπών μικρού ή μεγάλου βάθους.
- Έκκεντρη τórνευση (έκκεντρα, στροφαλοφόροι άξονες).
- Τórνευση μορφής/προφίλ.
- Κοπή εξωτερικών και εσωτερικών σπειρωμάτων όλων των μορφών.

- Κατεργασία εξωτερικών και εσωτερικών σφαιρικών επιφανειών (με σχετική ιδιοσυσκευή).
- Περιέλιξη ελατηρίων, ρικνώματα (κανελάζ) κλπ.
- Λείανση με ιδιοσυσκευές επάνω στο εργαλειοφορείο.
- Αυλάκωση και αποκοπή

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

1. Τόρνευση κατά μήκος

Η πρόσδεση του προς κατεργασία αντικειμένου επιτυγχάνεται:

- Μέσω σφιγκτήρα (όταν $dl \leq 1 \div 4$).
- Μεταξύ κέντρων (αιχμών) ή μεταξύ σφιγκτήρων και κέντρου κεντροφορέα (κουκουβάγιας) (όταν $d \leq 5 \div 10$, ενώ για $dl \geq 10 \div 12$, επιβάλλεται και η στήριξη του αντικειμένου με καβαλέτα σταθερά ή κινητά). 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 τόρνευσης.

2. Τόρνευση εγκάρσια

Μέσω της εγκάρσιας τόρνευσης επιτυγχάνεται:

- Τόρνευση επίπεδων επιφανειών
- Κοπή με εισχώρηση του μαχαιριού
- Τόρνευση μορφής

Το κατεργαζόμενο αντικείμενο εκτελεί την περιστροφική κίνηση εργασίας, ενώ το κοπτικό εργαλείο την προωθητική ευθύγραμμη κίνηση κάθετα ως προς τον άξονα της περιστροφικής κίνησης. Το εκάστοτε εργαλείο που χρησιμοποιείται σε αυτού του είδους την τόρνευση πρέπει να βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο, διότι σε αντίθετη περίπτωση, στο κέντρο θα παραμείνει μία μικρή προεξοχή που δεν έχει δουλευτεί.

Κατεργασία (τόρνευση) εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών

Η κατεργασία εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών επιτυγχάνεται μέσω:

- Μέσω μαχαιριών εσωτερικής τόρνευσης και
- Μέσω τρυπανιών.

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.

Τα εργαλεία εσωτερικής τόρνευσης θα πρέπει να έχουν στιβαρό στέλεχος και να έχουν όσο είναι δυνατόν μικρό μήκος. Η κορυφή του εργαλείου πρέπει να είναι στο κέντρο, λόγω του ότι και οι μικρές αποκλίσεις μπορούν να αλλοιώσουν τις γωνίες αποβλήτου και ελευθερίας και κατά επέκταση να επηρεάσουν την ακρίβεια. Για εργασίες διατήσεως (εσωτερική τόρνευση), τα αντίστοιχα εργαλεία τοποθετούνται στην κουκουβάγια ή συσφίγγονται σε κατάλληλες μανέλλες.

Κατεργασία δημιουργίας σπειρώματος

Μία από τις βασικότερες κατεργασίες που επιτυγχάνονται στον παράλληλο τόρνο είναι και η κοπή σπειρωμάτων. Ως εργαλεία για την κοπή σπειρώματος, χρησιμοποιούνται οι σπειροτόμοι (ή αλλιώς κολαούζα), οι βιδολόγοι (ή αλλιώς φιλιέρες), αλλά και οι αυτόματοι βιδολόγοι. Αυτά τα εργαλεία κόβουν με μεγάλη ακρίβεια στις διαστάσεις τις επιθυμητές και μάλιστα σε μία φάση. Οι αυτόματοι βιδολόγοι έχουν εναλλακτικούς κοπτήρες, οι οποίοι ανοίγουν όταν το κατασκευαζόμενο σπείρωμα φτάσει το προκαθορισμένο μήκος. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να γίνει επιστροφή του εργαλείου χωρίς αλλαγή της φοράς περιστροφής. Οι ανοιχτοί βιδολόγοι επιτρέπουν μία αλλαγή στη διάμετρο του σπειρώματος και συνεπώς μία προσαρμογή της αναλόγως τον σκοπό χρήσης (Μαντέμης, 1996).

Τα κοπτικά εργαλεία οδηγούνται κατά την διεύθυνση του άξονα με τη βοήθεια του κεντροφορέα, στους τόρνους γενικής χρήσης. Κατά την κοπή των πρώτων βημάτων, ο σπειροτόμος πιέζεται από την πόντα, ενώ ο βιδολόγος πιέζεται από το επίπεδο μέρος του εμβόλου του κεντροφορέα. Τέλος, για την κοπή σπειρώματος είναι καλό να επιλέγονται μικρές ταχύτητες κοπής και πολύ καλή ψύξη.

Τόρνευση μορφής / προφίλ

Η τόρνευση μορφής επιτυγχάνεται με τη χρήση κοπτικών εργαλείων με μορφή της κόψης τους ανάλογη της προς κατεργασίας επιθυμητής επιφάνειας. Για τον τριανταπέντε αντικείμενα με μικρές λεπτομέρειες στην μορφή τους χρησιμοποιούνται εργαλεία μορφής. Το πλάτος αυτών των λεπτομερειών και το μέγεθος της διατομής του αποβλήτου είναι περιορισμένα, λόγω κυρίως των εμφανιζόμενων μεγάλων δυνάμεων κοπής που αναπτύσσονται κατά την κατεργασία.

Για να αποφευχθούν σφάλματα μορφής και διαστάσεων, θα πρέπει ολόκληρη η κοπτική ακμή του προφίλ να βρίσκεται στο κέντρο, πράγμα που είναι δυνατό μόνο με γωνία αποβλήτου 0°. Αν όμως, λόγω του υλικού του αντικειμένου, είναι απαραίτητη μία θετική γωνία αποβλήτου, τότε πρέπει να γίνει αντίστοιχη διόρθωση στο προφίλ του εργαλείου. Το τριανταπέντε του εργαλείου πρέπει να γίνεται μόνο στην επιφάνεια αποβλήτου διατηρώντας πάντα την καθορισμένη γωνία αποβλήτου. Σαφώς και εδώ τα εργαλεία θα πρέπει να ρυθμίζονται στο κέντρο (Μαντέμης, 1996).

Κωνική Τόρνευση

Μία πολύ συχνή εφαρμογή τόρνευσης κατά μία μορφή είναι η κωνική τόρνευση και η αντιγραφή. Οι κώνοι μπορούν να κατασκευαστούν στον τριανταπέντε γενικής χρήσεως με στροφή του φορείου του εργαλειοδέτη του τριανταπέντε, με το σύστημα κωνικής αντιγραφής και με εγκάρσια μετατόπιση της κουκουβάγιας.

Α)ΚΩΝΙΚΗ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΜΕ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΑΝΩ ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΕΙΟΥ

Ο τρόπος αυτός κωνικής τόρνευσης είναι ο πιο εύκολος και ο πιο σύντομος. Έχει όμως τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Δεν μπορούμε να κατασκευάσουμε κωνικές επιφάνειες των οποίων το μήκος υπερβαίνει την διαδρομή του άνω εργαλειοφορείου
- Η κίνηση του κοπτικού εργαλείου γίνεται χειροκίνητα και όχι αυτόματα.

Β)ΚΩΝΙΚΗ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΘΕΣΗ ΤΗΣ ΚΟΥΚΟΥΒΑΓΙΑΣ

Στην περίπτωση αυτή έχουμε μετάθεση της κουκουβάγιας κατά το διάστημα X.

Όταν το κωνικό μέρος εκτείνεται σε όλο το μήκος του εξαρτήματος έχουμε

$$X=(D-d) / 2$$

και όταν το κωνικό μέρος του εξαρτήματος (I) είναι πιο μικρό από το ολικό μήκος του (L)

$$X=(D-d)*L / 2*I$$

Ο τρόπος αυτός έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- I. Είναι δυνατόν να τορνευθούν εξαρτήματα μεγάλου μήκους
- II. Γίνεται τόννευση με αυτόματη πρόωση

Έχει όμως και τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- I. δεν κατάλληλος για να τορνεύσουμε κώνους με μεγάλη κλίση
- II. Για να εργαστούμε ξερυθμίζουμε την παραλληλότητα του τόννου
- III. Έχουμε κακή έδραση του εξαρτήματος στις πόντες

Εάν η μετάθεση της κουκουβάγιας είναι μικρή δεν υπάρχει πρόβλημα στην έδραση. Εάν όμως είναι μεγάλη δημιουργεί πρόβλημα και μπορεί να αντιμετωπιστεί με ειδικές σφαιρικές πόντες.

Με τους τόννους CNC και με το σύστημα ελέγχου τροχιάς, μπορούν να κατασκευαστούν κώνοι, καθώς και πολλές άλλες μορφές πολύ πιο εύκολα, αφού δεν χρειάζεται αλλαγή στον εξοπλισμό του τόννου.

Στην κωνική τόννευση με ρύθμιση του φορείου του εργαλειοδέτη στρέφεται αυτό κατά το ήμισυ της γωνίας του, ενώ η πρόωση πραγματοποιείται με το χέρι. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για κώνους μικρού μήκους, διότι και η διαδρομή του φορείου του εργαλειοδέτη είναι σχετικά μικρή. Με ρύθμιση του συστήματος κωνικής αντιγραφής μπορούν να κατασκευαστούν κώνοι με μισή γωνία έως 20°. Επίσης, η πρόωση του εργαλειοφορίου γίνεται με την ράβδο έλξεως, ενώ η εγκάρσια κίνηση με την κωνική αντιγραφή.

Επιπρόσθετα, με την κίνηση της κουκουβάγιας είναι δυνατό να κατασκευαστούν λεπτοί κώνοι, με δέσιμο του κομματιού μεταξύ κέντρων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η κουκουβάγια μετατοπίζεται εγκάρσια προς τον άξονα στροφής το πολύ 2% του μήκους του αντικειμένου (Μαντέμης, 1996).

Εάν η κορυφή του εργαλείου βρίσκεται πάνω από το κέντρο, τότε δημιουργούνται σφάλματα στις διαστάσεις και την μορφή, των οποίων το μέγεθος αυξάνει όσο η διάμετρος μικραίνει.

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 σε:

- Κατά μήκος αντιγραφή
- Εγκάρσια αντιγραφή

Στην κατά μήκος και εγκάρσια τομή, επιτυγχάνεται καμπυλοειδές περίγραμμα του αντικειμένου. Ο απλούστερος τρόπος αντιγραφής κατά μήκος με μηχανικό τρόπο είναι ο μηχανισμός για την τόρνευση του κώνου. Το οπίσθιο μέρος του κοχλία κίνησης εδράζεται εγκάρσια και αξονικά στο φορείο, το δε μπροστινό μέρος του κοχλία συνδέεται μέσω σφήνας ολίσθησης μέσω του επιμήκους δακτυλίου του χειρομοχλού. Ο οδηγός αντιγραφής, μετά την περιστροφή του γύρω από το στροφείο, κατά γωνία α συσφίγγεται στον φορέα, ο οποίος ολισθαίνει πάνω στους ολισθητήρες του στηρίγματος, στερεωμένου πάνω στους επιμήκεις ολισθητήρες του εργαλειοφορείου. Ο φορέας ακινητοποιείται, ως προς την κατά μήκος φορά, μέσω σύσφιξης του άξονα στο στήριγμα (ο άξονας συνδέεται μέσω του φορέα πάνω στο στήριγμα 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.

Αυλάκωση και αποκοπή

Ως αυλάκωση εννοούμε την κατασκευή μιας λεπτής εγκάρσιας εγκοπής. Στην αποκοπή, αποχωρίζεται ένα αντικείμενο, για παράδειγμα από μία ράβδο, με ένα εργαλείο τόρνου. Η γωνία κορυφής σε ένα τέτοιο εργαλείο δεν στρογγυλεύεται, διότι αλλιώς δύσκολα μπορούν να απομακρυνθούν τα απόβλητα. Τα παραπάνω εργαλεία

έχουν την τάση να περιπίπτουν σε ταλαντώσεις, για αυτόν τον λόγο τόσο το εμβαδόν της διατομής του αποβλήτου, όσο και η ταχύτητα κοπής πρέπει να εκλέγονται μικρότερες από την αντίστοιχη εγκάρσια τórνευση. Τέλος, τα εργαλεία αυλακώσεως και αποκοπής θα πρέπει να είναι μικρού όσο είναι δυνατόν, μήκους και να τοποθετούνται ακριβώς στο κέντρο.

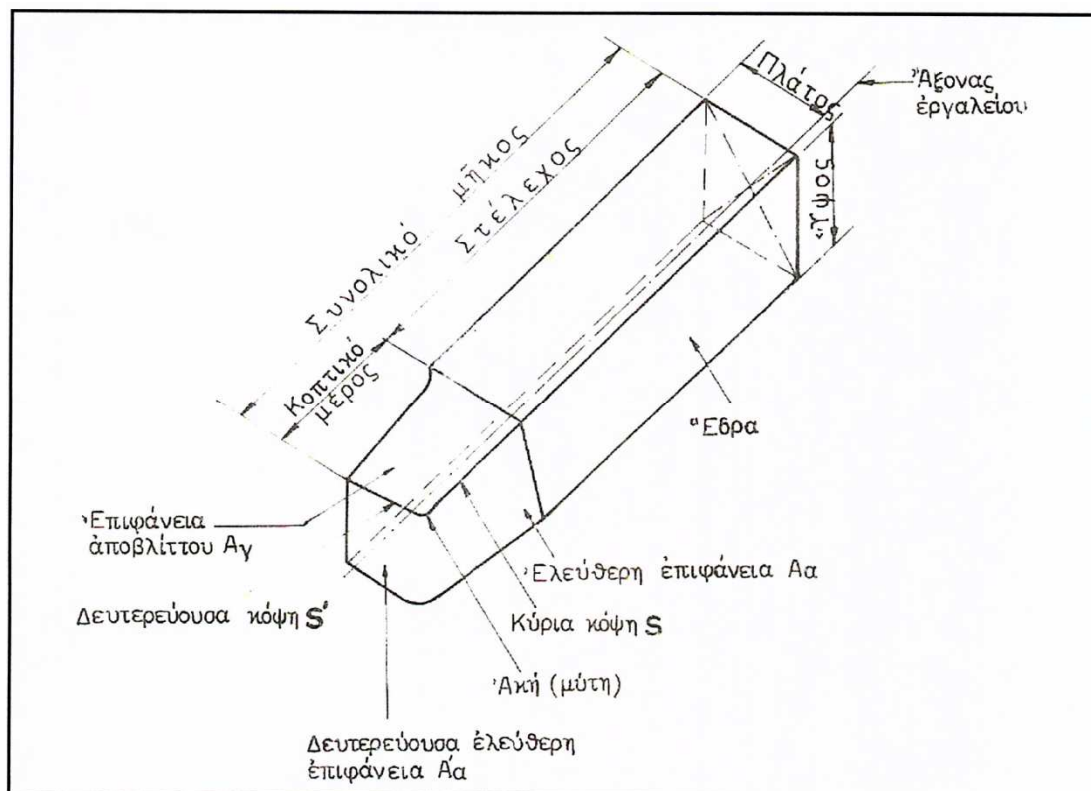
ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΟΠΗΣ ΤΟΥ ΤΟΡΝΟΥ

Ο αριθμός των σχημάτων και των ειδών των εργαλείων που χρησιμοποιούνται στον τόρνο είναι αρκετά μεγάλος, παρά τις προσπάθειες που έχουν γίνει προς μία κατεύθυνση τυποποίησης των εργαλείων αυτών και συνεπώς μείωσης του αριθμού τους (Steeds, 1964).

Για την κοπή στην τórνευση, χρησιμοποιούνται κοπτικά εργαλεία, συνήθως από χάλυβα εργαλείων, ταχυχάλυβα, σκληρομέταλλα και κεραμικά (βλέπε Εικόνα 13). Η διάρκεια ενός κοπτικού εργαλείου εξαρτάται κατά πολύ από το υλικό από το οποίο είναι

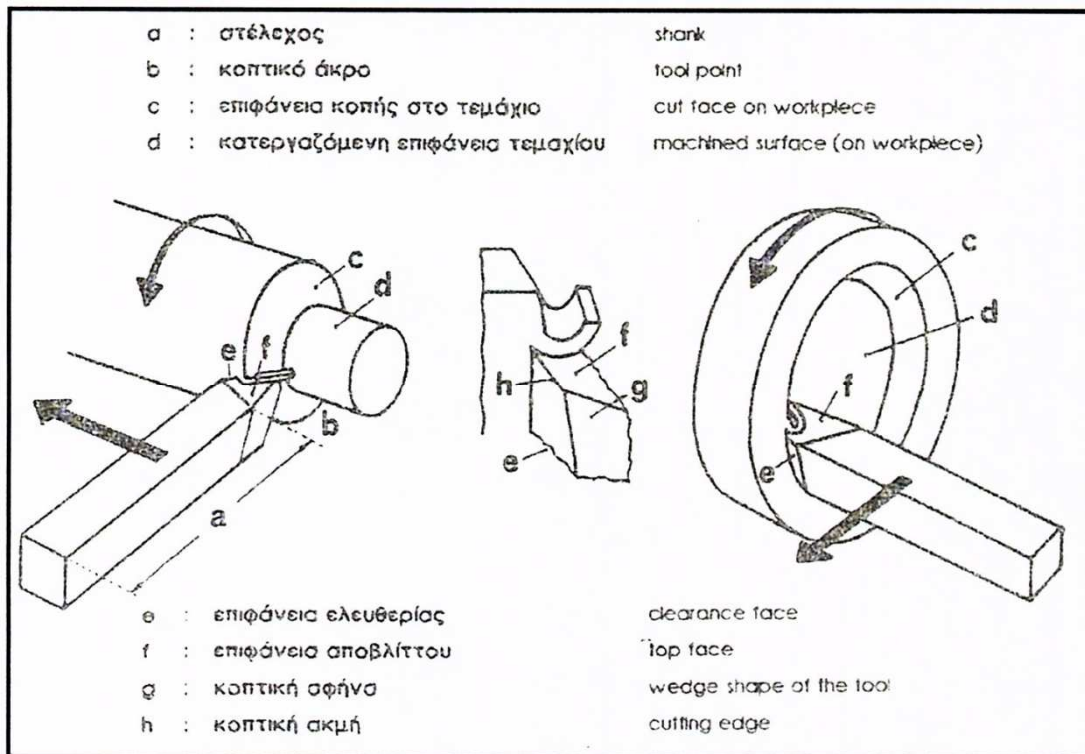
φτιαγμένο και από τη γεωμετρία της κόψης του. Οι ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα κοπτικό εργαλείο συνοψίζονται παρακάτω:

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



Εικόνα 13: Το τυπικό εργαλείο τорνεύσεως.

Στο κοπτικό εργαλείο διακρίνονται δύο χαρακτηριστικά τμήματα, όπως φαίνεται και στο σχήμα, 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 τόνρευση.



Εικόνα 14: Χαρακτηριστικές επιφάνειες και ακμές του εργαλείου του κατεργαζόμενου τεμαχίου κατά την τόννευση.

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΩΝ ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

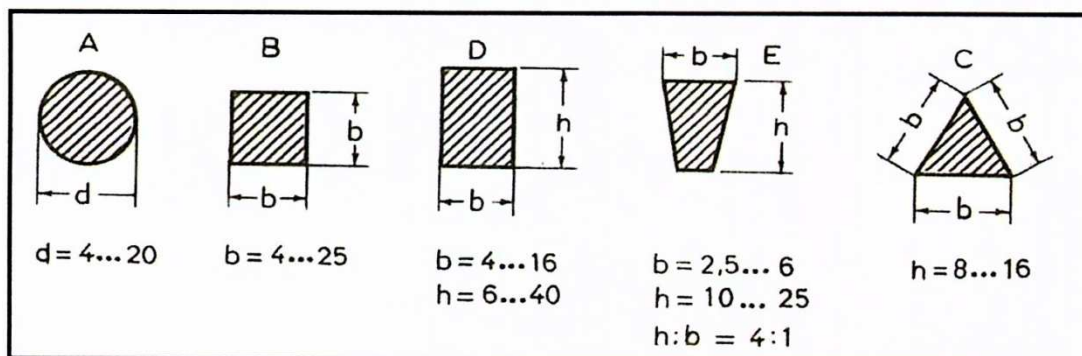
Βασικά σήμερα χρησιμοποιούνται οι ταχυχάλυβες, τα σκληρομέταλλα και τα κεραμικά υλικά. Η χρήση εργαλείων από ανθρακούχο χάλυβα (ατσάλια, νερού) πρακτικά έχει πλέον καταργηθεί.

5.1.1 ΟΙ ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΕΣ

Οι ταχυχάλυβες (HSS που σημαίνει high speed steel) περιέχουν στη βασική τους σύνθεση Βολφράμιο (W), Χρόμιο (Cr) και Βανάδιο(V). Για την καλύτερη ποιότητα περιέχουν Κοβάλτιο (Co) και Μολυβδαίνιο (Mo).

Οι ταχυχάλυβες εργαλείων είναι χάλυβες με υψηλό βαθμό προσμίξεων και χρησιμοποιούνται πολύ λόγω της μεγάλης ελαστικότητας τους και της ελάχιστης ευπάθειας σε μεταβαλλόμενες δυνάμεις. Οι επιτρεπόμενες θερμοκρασίες κατεργασίας είναι 600 °C Χρησιμοποιούνται σε εργαλεία, στα οποία λόγω της μορφής τους, δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση πλακιδίων σκληρομετάλλου.

Προσφέρονται στο εμπόριο με τη μορφή ράβδων (ατσαλάκια) τα οποία είναι βαμμένα και έτοιμα για χρήση έπειτα από στερέωσή τους σε κατάλληλες μανέλες. Τόσο η μορφή όσο και οι διαστάσεις της διατομής τους είναι τυποποιημένες, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 15: Χαρακτηριστικές επιφάνειες και ακμές του εργαλείου του κατεργαζόμενου τεμαχίου κατά την τόννευση

5.1.2 ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΑ Η WIDIA

Τα σκληρομέταλλα σαν κοπτικά εργαλεία, παράγονται σε τυποποιημένα πλακίδια, τα οποία στη συνέχεια στερεώνονται σε χαλύβδινα στελέχη και συγκρατούνται με κοχλίες και πλάκες στερέωσης ή με συγκόλληση με πλέγμα από ορείχαλκο και ειδικού υλικού μπρουτζοκολλήσεως.

Τα σκληρομέταλλα συνήθως λέγονται και WIDIA. Ποιοτικώς, κατά την τυποποίηση ISO, τα σκληρομέταλλα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

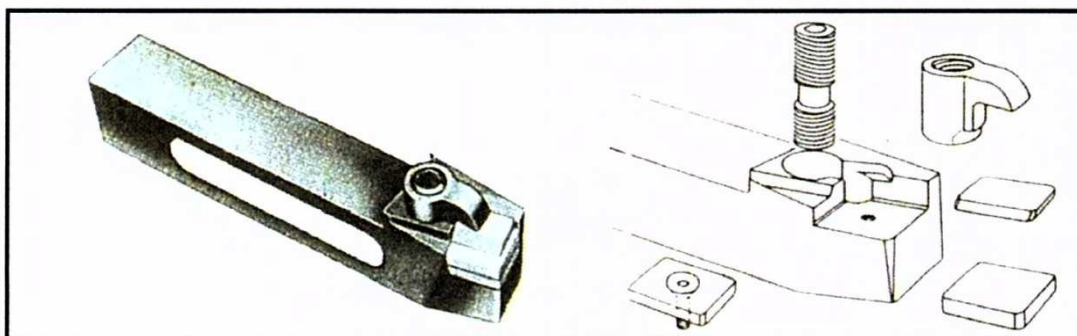
- Κατηγορία P: για κατεργασία χάλυβα γενικά και χυτοχάλυβα, με διακριτικό χρώμα μπλε.
- Κατηγορία M: για κατεργασία χαλυβοκραμάτων, με διακριτικό χρώμα το κίτρινο.
- Κατηγορία K: για κατεργασία χυτοσιδήρου με μεγάλη σκληρότητα και για μη σιδηρούχα μέταλλα, γενικά για ψαθυρά υλικά, με διακριτικό χρώμα το κόκκινο.

Τα σκληρομέταλλα είναι υλικά κονιομεταλλουργίας, τα οποία αποτελούνται από μεταλλικά σκληρά υλικά. Ως σκληρά υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως καρβίδια μετάλλων (Βολφραμίου Wc, Τιτανίου Tic, Τανταλίου Tdc) με συνθετικό υλικό συνήθως το Κοβάλτιο Co. Έχουν μεγάλη αντοχή στη φθορά, επιτρέπουν θερμοκρασίες κατά την κατεργασία έως περίπου 900 °C και κατά συνέπεια είναι κατάλληλα για μεγάλες ταχύτητες κοπής, ακόμη και πέντε φορές μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες των ταχυχαλύβων. Η σκληρότητα και ελαστικότητα των σκληρομετάλλων μπορούν να επηρεαστούν από την αναλογία των συστατικών τους. Μεγάλη αναλογία σε Τιτάνιο (Ti) και Ταντάλιο (Td) μαζί με Βολφράμιο (W), ανυψώνουν πολύ την αντίσταση στην φθορά και την σκληρότητα. Με αυξανόμενη αναλογία σε Κοβάλτιο (Co) αυξάνει η ελαστικότητά τους.

Παρατηρήσεις:

1. Η πλήρης σειρά των αριθμών που είναι δίπλα από τα γράμματα P και K είναι 01-05-10-20-30 και χαρακτηρίζουν τις ιδιότητες και την συμπεριφορά των πλακιδίων κατά την κοπή.
2. Όσο μικραίνουν οι αριθμοί (από 30 προς 10), τόσο αυξάνεται η σκληρότητα και η αντοχή του πλακιδίου σε φθορά, αλλά γίνεται περισσότερο εύθραυστο. Οι μικρότεροι αριθμοί συνιστώνται περισσότερο για σκληρότερα υλικά με μικρή πρόωση και μικρό βάθος κοπής, αλλά με μεγάλη ταχύτητα κοπής.
3. Όσο μεγαλώνουν οι αριθμοί (από 10 προς 30) τόσο ελαττώνεται η σκληρότητα και αντοχή σε φθορά του πλακιδίου, αλλά γίνεται περισσότερο κατάλληλο για διακοπόμενη κοπή και αντέχει περισσότερο σε κρούσεις. Για αυτό τα πλακίδια με τους μεγαλύτερους αριθμούς συνιστώνται για βαριές εργασίες ξεχονδρίσματος με μεγάλες διατομές αποβλήτου αλλά με μικρότερες ταχύτητες κοπής.

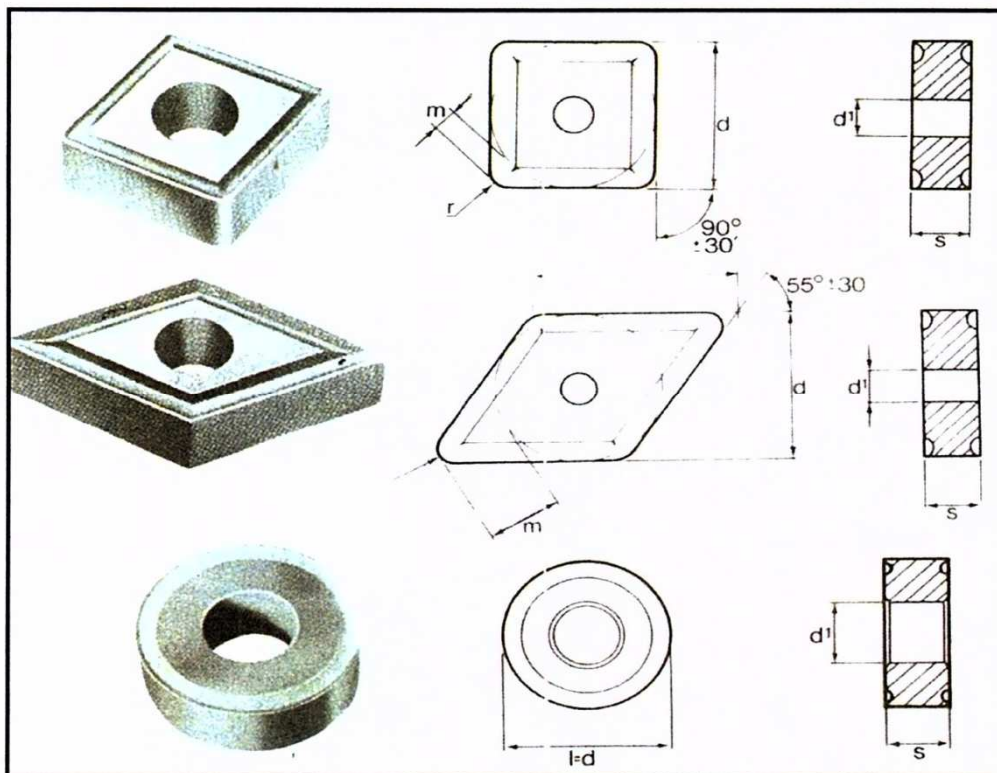
Κατάταξη των σκληρομετάλλων				
Ιδιότητες	Κύριες Ομάδες Κατεργασίας	Χαρακτηριστικό	Ομάδες κατεργασίας-χρησιμοποιήσεως	
Αύξουσα αντοχή στη φθορά	Αύξουσα ελαστικότητα	Χρώμα μπλε P για υλικά μεγάλου αποβλήτου	P 01	Χάλυβας Ταχυχάλυβας Ελατός Χυτοσίδηρος
			P 10	
			P20	
			P 30	
			P40	
			P 50	
	Χρώμα κίτρινο M για υλικά μικρού και μεγάλου μήκους αποβλήτου	M 10	Χάλυβας Σκληρός χάλυβας Χυτοσίδηρος Μη σιδηρούχα μέταλλα	
		M 20		
		M30		
		M40		
	Χρώμα κόκκινο K για υλικά μικρού μήκους αποβλήτου	K 01	Σκληρός χυτοσίδηρος Χυτοσίδηρος με μικρού μήκους απόβλητα Ελατός χυτοσίδηρος Πλαστικά Σκληρό χαρτί	
		K 10		
		K 20		
		K 30		
		K 40		



Εικόνα 16: Ένθετο πλακίδιο με γραξοσπάστη και τα εξαρτήματα στερεώσεώς του στη μανέλα

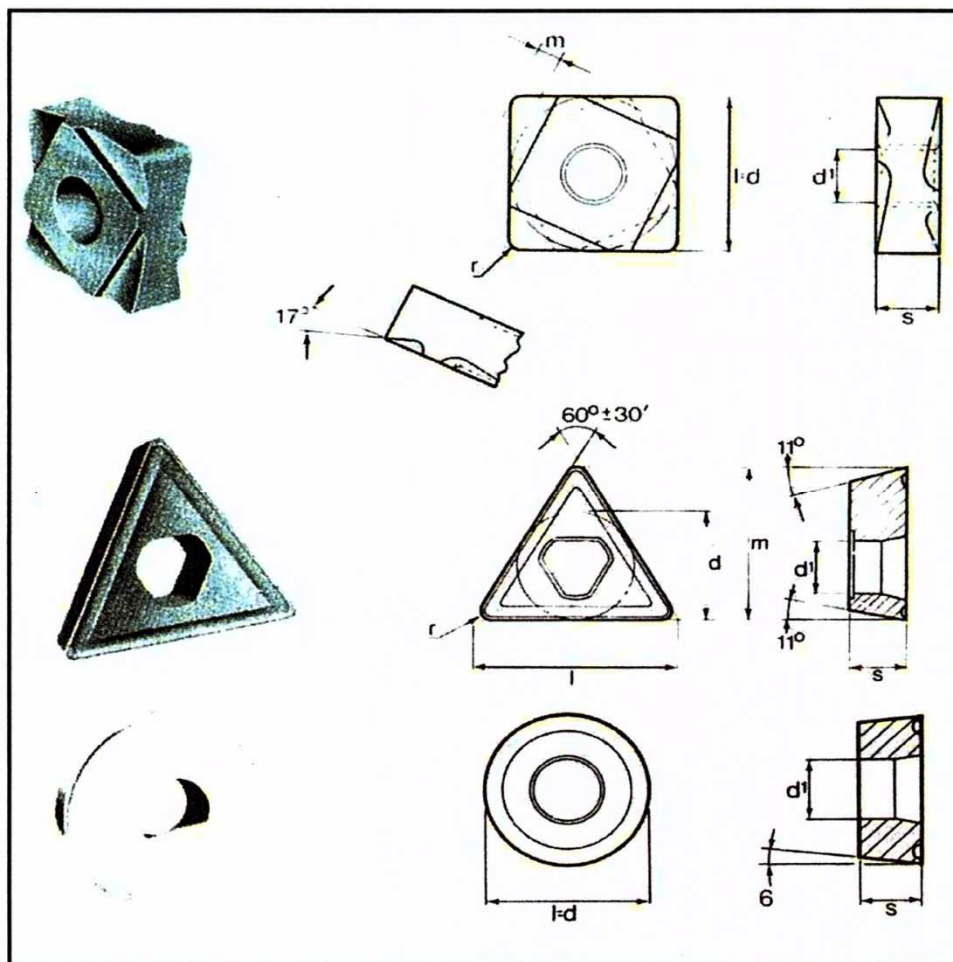
Για τόνους σημειώνονται τα εξής :

- Η χρησιμοποίηση κολλημένων πλακιδίων τείνει να εκλείψει γιατί τα ένθετα έχουν πολύ μικρότερο κόστος εκμεταλλεύσεως.
- Οι μορφές των εργαλείων με σκληρομέταλλο είναι πολλές, γιατί είναι προσαρμοσμένες αφενός στο είδος της κατεργασίας που θα κάνουν (ξεχόνδρισμα, σπειροτόμηση, εσωτερική τόννευση κλπ) και αφετέρου στην ανάγκη κατάλληλης στερεώσεως 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.



Εικόνα 17: Πλακίδια σκληρομετάλλων με μηδενική γωνία ελευθερίας.

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

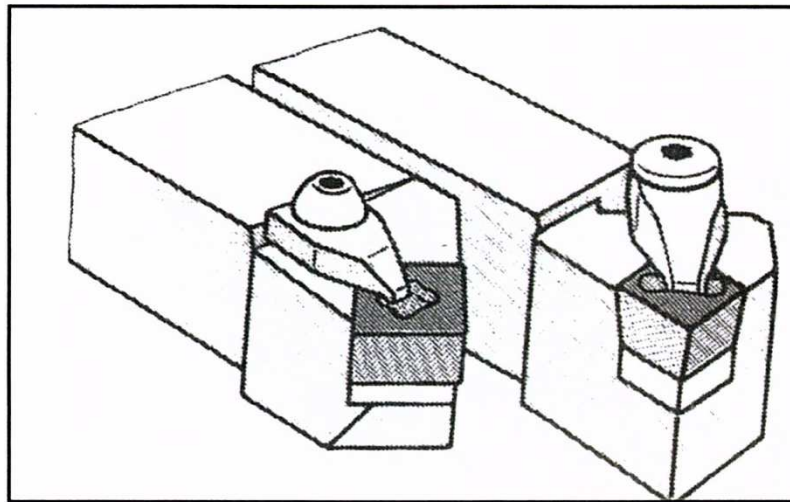


Εικόνα 18: Πλακίδια σκληρομετάλλων με θετική γωνία ελευθερίας τα κεραμικά υλικά.

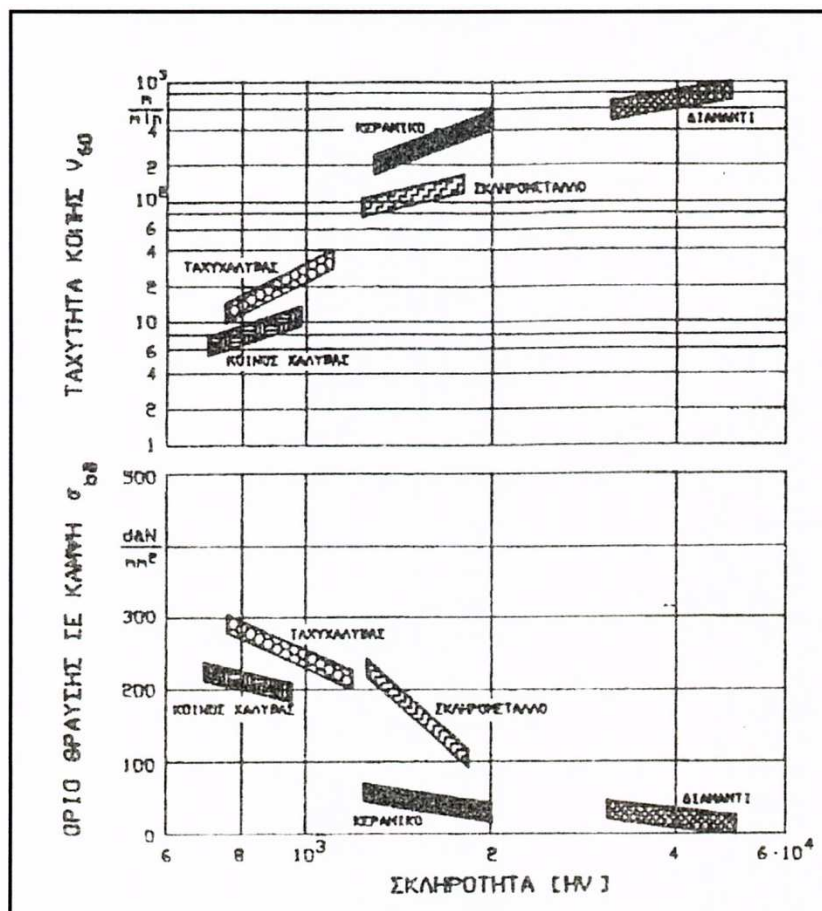
5.1.3 ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα κεραμικά υλικά είναι σκληρότερα από το διαμάντι. Η σκληρότητα τους και η αντοχή τους διατηρούνται έως τους 1200°C περίπου. Τα υλικά αυτά είναι ψαθυρά και ευπαθή στις μεγάλες μεταβολές των κοπτικών δυνάμεων. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται χωρίς ψυκτικό εκεί όπου οι δυνάμεις κοπής είναι ομαλές. Σε σχέση με τα σκληρομέταλλα, η ταχύτητα κοπής μπορεί να γίνει μεγαλύτερη. Τα κεραμικά υλικά δεν σχηματίζουν ψευδοακμή κατά την κατεργασία σιδηρούχων υλικών, δεν είναι όμως κατάλληλα για την κατεργασία κραμάτων αλουμινίου. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα πλακίδια κοπής συνδέονται με τον φορέα τους.

Η χρήση τους είναι περιορισμένη, ιδίως για τελικές κατεργασίες, σε μεγάλη «σε σειρά» παραγωγή, με πολύ μεγάλες ταχύτητες κοπής. Είναι ευαίσθητα σε μεγάλα φορτία και σε κραδασμούς.



Εικόνα 19:Εργαλείο τόννου με κεραμικό πλακίδιο κοπής, η στερέωση του γίνεται με διάταξη συσφίξεως



Εικόνα 20:Χαρακτηριστικές ιδιότητες και τυπικές περιοχές ταχυτήτων κοπής διαφόρων κοπτικών εργαλείων

ΟΜΑΔΑ ΧΑΛΥΒΑ	ΚΩΔΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ W-Mo-V-Co	ΠΑΛΑΙΑ ΚΩΔΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΧΑΛΥΒΑ		
			Μέτριες καταπονήσεις	Υψηλές καταπονήσεις	
				Εκχόνδρισμα	Φινίρισμα
18% W	S 18-0-1	B 18	☺		
	S 18-1-2-5	E 18 Co 5	☺	☺	
	S18-1-2-10	E 18 Co 10		☺ ☺	
	S 18-1-2-15	E 18 Co 15		☺ ☺	
12% W	S 12-1-2	D	☺		
	S 12-1-4	EV 4			☺
	S 12-1-2-2	E Co 3		☺	☺
	S 12-1-4-5	EV 4 Co		☺	☺ ☺
	S 3-3-2	ABC III	☺		
6% W + 5% Mo	S 6-5-2	D Mo 5	☺ ☺		
	S 6-5-3	E Mo 5 V3			☺
	S 6-5-2-5	E Mo 5 Co 5		☺ ☺	
	S 10-4-3-10	EW 9 Co 10		☺ ☺	☺ ☺
2% W + 9% Mo	S 2-9-1	B Mo 9	☺		
	S 2-9-2	M 7	☺		
	S 2-9-2-5	M 30		☺	
	S 2-9-2-8	M 34		☺ ☺	☺

Εικόνα 21: Ονοματολογία ταχυχαλύβων.

5.1.4 ΣΤΕΛΛΙΤΕΣ. (ΕΙΔΟΣ ΣΚΛΗΡΟΚΡΑΜΑΤΩΝ)

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

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

Χρησιμοποιούνται σαν κοπτικά εργαλεία. Επειδή όμως δεν επιδέχονται και μηχανική κατεργασία, τα επιθυμητά σχήματα παρασκευάζονται σαν χυτά (σε πλακίδια) που συγκολλούνται στην συνέχεια στην περιοχή της κόψεως του αντίστοιχου χαλύβδινου σώματος.

Μειονέκτημα τους είναι η μεγάλη σχετικά ευθραυστότητα που περιορίζει και την χρήση σαν κοπτικά εργαλεία.

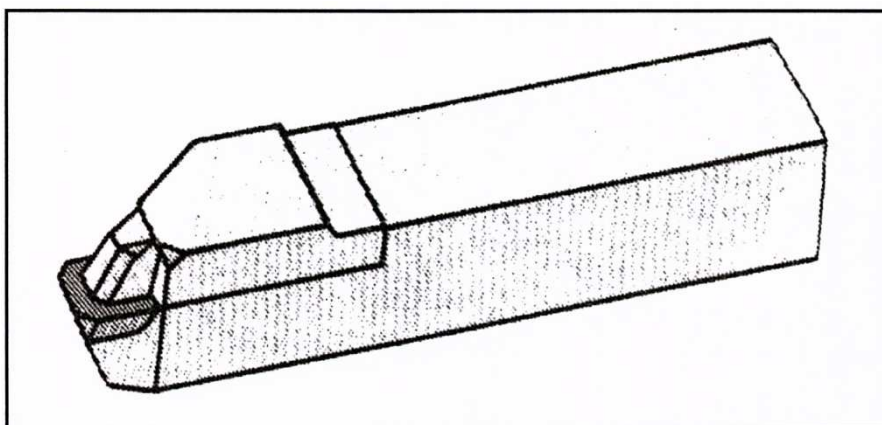
5.1.5 ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΙΚΟ ΔΙΑΜΑΝΤΙ

Λόγω της κρυσταλλικής δομής του, το διαμάντι κατέχει την μεγαλύτερη σκληρότητα από όλα τα υλικά. Είναι πολύ ευπαθές στα κτυπήματα, αλλά δεν σχηματίζει στην κατεργασία ψευδοακμή. Τα εργαλεία με διαμάντι είναι κατάλληλα για λεπτές κατεργασίες μη σιδηρούχων μετάλλων και των κραμάτων τους, καθώς και του χυτοσιδήρου, πλαστικών ενισχυμένων, υάλου, κεραμικών και σκληρομετάλλου.

Το διαμάντι δεν είναι κατάλληλο για την κατεργασία χάλυβα γιατί έχει την τάση να δίνει στον σίδηρο άτομα άνθρακα και έτσι να φθείρεται γρήγορα.

5.1.6 ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟ ΔΙΑΜΑΝΤΙ

Το φυσικό διαμάντι αποτελείται από ένα και μόνο κρύσταλλο. Έναντι αυτού, το πλακίδιο από σκληρομέταλλο με επίστρωση ΠΚΔ έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα και αντοχή ακμών, οι οποίες είναι ανεξάρτητες από την διεύθυνση φορτίσεως.



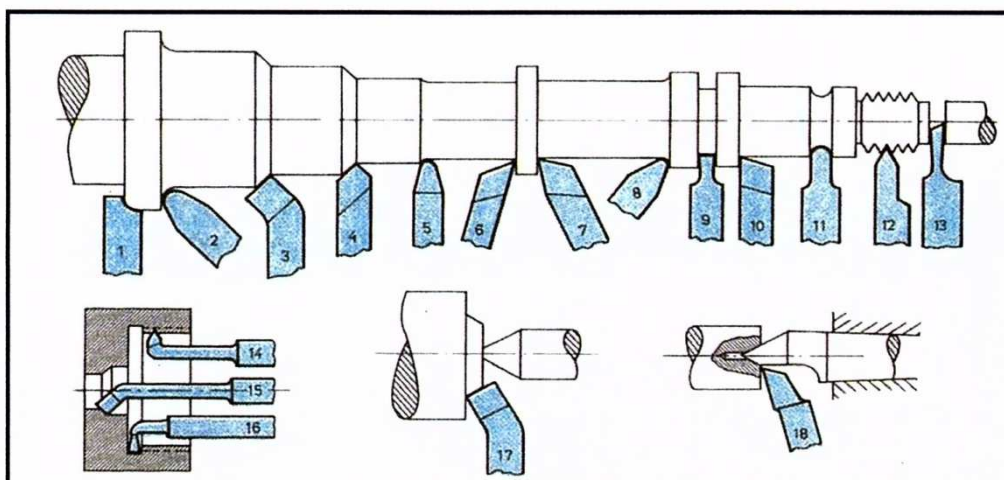
Εικόνα 22:Εργαλείο τόννου με κόψεις από φυσικό διαμάντι

Τα επιστρωμένα με ΠΚΔ πλακίδια κοπής είναι κατάλληλα για λεπτές κατεργασίες σε τόννο και φρέζα. Με αυτό το υλικό κοπής κατεργάζονται αντικείμενα από κράματα αλουμινίου και αλλά κράματα μη σιδηρούχων μετάλλων. Δεν επιτρέπεται η κατεργασία του χάλυβα με πλακίδια ΠΚΔ.

5.2 ΕΙΔΗ & ΜΟΡΦΕΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΑ & ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΑ

Το κοπτικό άκρο των εργαλείων από ταχυχάλυβα στους τόννους έχει μεγάλη ποικιλία μορφών, γιατί η κάθε είδους εργασία που φαίνεται στον τόννο (ξεχόνδρισμα και τελική κατεργασία εξωτερικά και εσωτερικά, κοπή εξωτερικού και εσωτερικού σπειρώματος, τόννευση κατ' αντιγραφή, αποκοπή κλπ.) απαιτεί και το ανάλογο σχήμα εργαλείου.

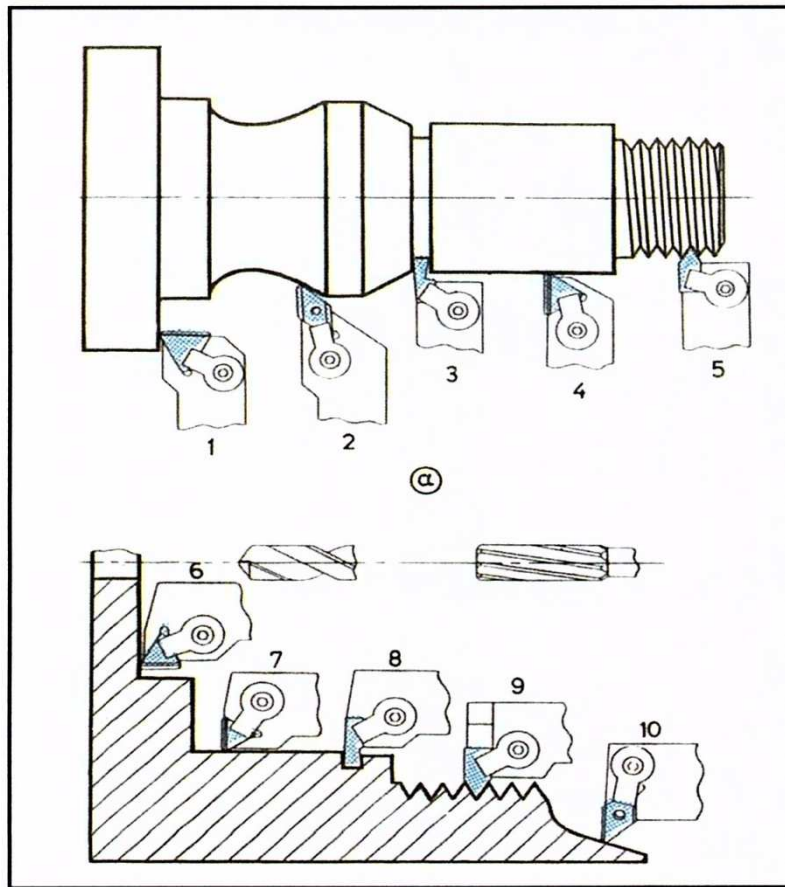
Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται βασικές μορφές εργαλείων τρνενύσεως από ταχυχάλυβα, τα οποία όπως έχει ήδη αναφερθεί, συγκρατούνται σε μανέλες. Επίσης φαίνονται βασικές μορφές εργαλείων για εξωτερική και εσωτερική τόννευση με ένθετα πλακίδια από σκληρομέταλλα.



Εικόνα 23: Βασικές μορφές εργαλείων торνεύσεων από ταχυχάλυβα και οι αντίστοιχες περιπτώσεις торνεύσεως.

- 1) μορφής (στρογγυλεμένο κοίλο)
- 2) μορφής (στρογγυλεμένο κυρτό)
- 3) ξεχονδρίσματος λοξό
- 4) ξεχονδρίσματος ίσιο
- 5) τελειώματος ίσιο
- 6) προσώπου αριστερό
- 7) προσώπου δεξιό
- 8) μορφής
- 9) αυλακώσεως
- 10) μαχαίρι πλευρικό
- 11) μορφής
- 12) σπειρώματος εξωτερικό.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται βασικές μορφές εργαλείων για εξωτερική και εσωτερική τórνευση με ένθετα πλακίδια από σκληρομέταλλο.



Εικόνα 24:

A) εξωτερική τórνευση

1) προσώπου

2) κωνικής τρνενύσεως και μορφής

3)αυλακώσεως

4) τελικής κατεργασίας

5) σπειρώματος.

B) εσωτερική τórνευση

6) προσώπου

7)διατηρήσεως

8) αυλακώσεως

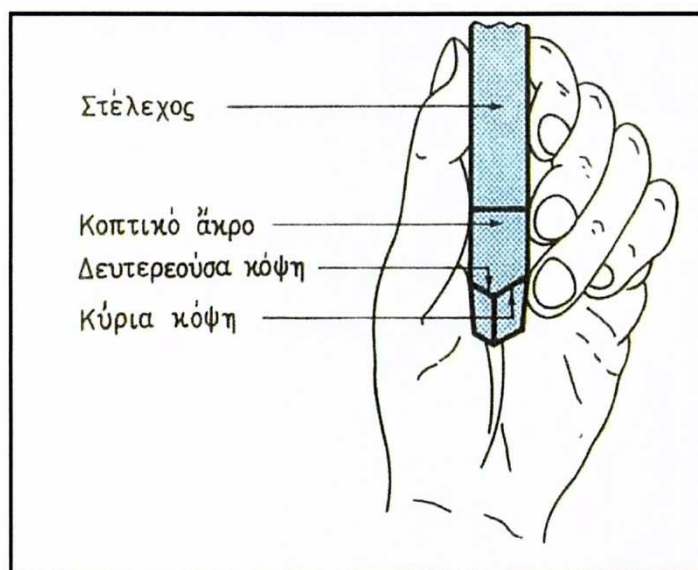
9) σπειρώματος 10) κωνικής τρνενύσεως και μορφής

5.3 ΔΕΞΙΑ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Η κατεύθυνση κινήσεως του εργαλειοφορείου κατά την τόννευση είναι στο 90% των περιπτώσεων από δεξιά προς τα αριστερά, δηλαδή προς το τσοκ (δεξιά εργαλεία). Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις που το εργαλείο πρέπει να κινείται αντίθετα (αριστερά εργαλεία) αλλά τότε η θέση της κόψης του πρέπει να είναι διαφορετική.

Ο πρακτικός κανόνας για την διάκριση δεξιών και αριστερών εργαλείων είναι:

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

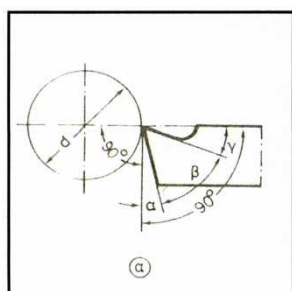


Εικόνα 25:Καθορισμός δεξιού ή αριστερού εργαλείου

5.4 ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΤΟΥ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

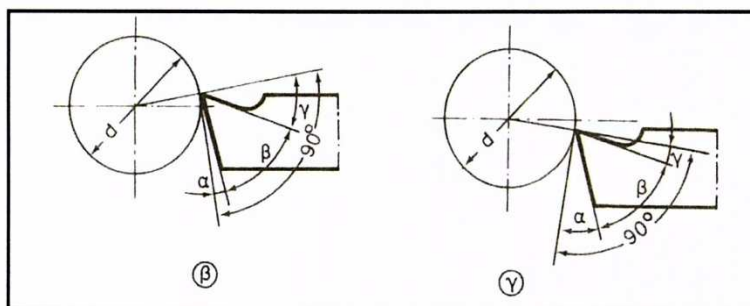
Το εργαλείο αποδίδει καλά όταν είναι σωστά τοποθετημένο και συγκρατημένο πάνω στον εργαλειοδέτη. Κατά την συγκράτηση των εργαλείων πρέπει να δοθεί προσοχή στα σημεία που περιγράφονται παρακάτω.

5.4.1 ΤΟ ΥΦΟΣ ΤΗΣ ΜΥΤΗΣ ΤΟΥ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ



Α) Εργαλείο στο ύψος του νοητού άξονα

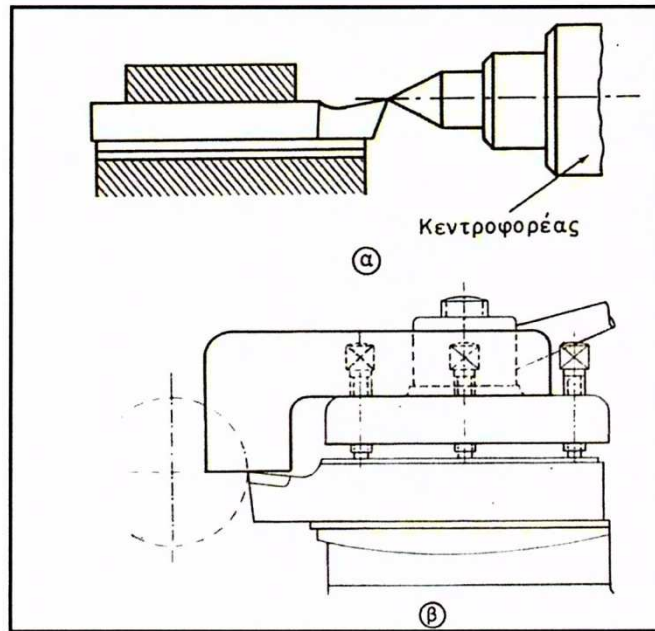
Η μύτη της κόψεως του εργαλείου πρέπει κανονικά να βρίσκεται ακριβώς στο ύψος του νοητού άξονα του τόννου (διπλανό σχήμα). Αν το εργαλείο είναι στερεωμένο ψηλότερα, τότε ελαττώνεται η γωνία ελευθερίας α και αυξάνεται η γωνία αποβλήτου γ , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η ελάττωση της γωνίας α αυξάνει την τριβή μεταξύ εργαλείου και κομματιού, αλλά το απόβλητο, λόγω αύξησης της γ , φεύγει ευκολότερα. Όταν το εργαλείο είναι ψηλότερα στερεωμένο, κατά 1...2% της διαμέτρου του κομματιού, γίνεται η εργασία εκχονδρίσματος. Αν το εργαλείο είναι στερεωμένο χαμηλότερα τότε κατά την κοπή τείνει να ανασηκώσει το κομμάτι, τρέμει και υπάρχει κίνδυνος να «αρπάξει» ή να σπάσει ή ακόμα να ξεφύγει το κομμάτι από το τσοκ.



Εικόνα 26: β) εργαλείο ψηλότερα γ) εργαλείο χαμηλότερα

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

Το ύψος του εργαλείου ρυθμίζεται με προσθήκες, δηλαδή επίπεδα λαμάκια διαφόρων παχών, κάτω από το στέλεχος του εργαλείου. Επειδή με το σφίξιμο οι προσθήκες υποχωρούν, πρέπει να γίνεται επανέλεγχος του ύψους. Συνιστάται να εκλέγονται κατάλληλα πάχη, ώστε οι προσθήκες να είναι το πολύ δύο.



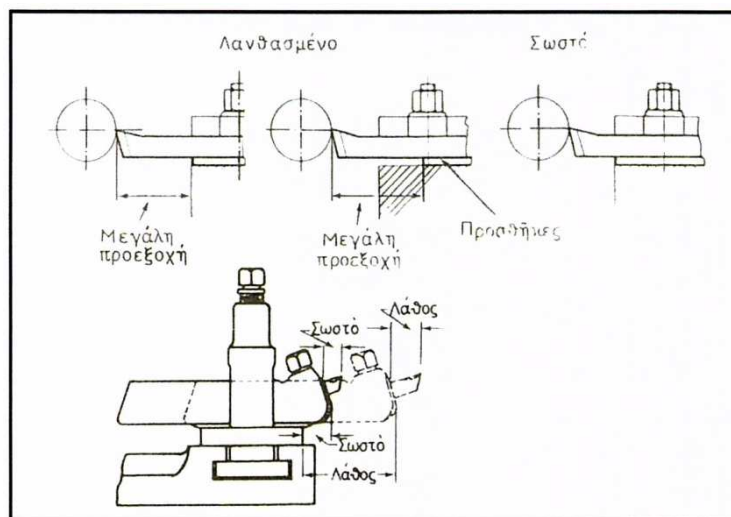
Εικόνα 27: Έλεγχος ύψους κοπτικού εργαλείου

α) πλησιάζοντας τη μύτη του εργαλείου στη μύτη της πόντας του κεντροφόρεα

β) με ελεγκτήρα

5.4.2 Η ΠΡΟΕΞΟΧΗ Απὸ ΤΟΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΔΕΤΗ

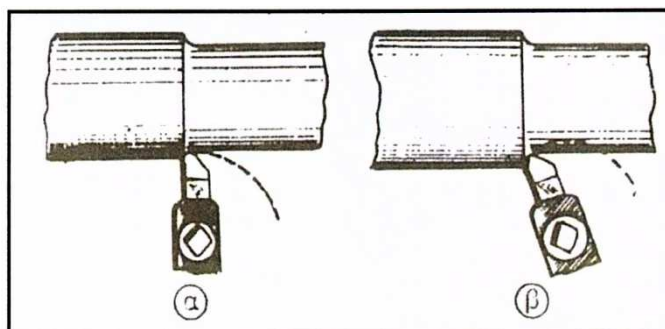
Τόσο το ίδιο το εργαλείο (ατσαλάκι) από την μανέλα όσο και η μανέλα πρέπει να εξέχουν από τον εργαλειοδέτη όσο δυνατόν λιγότερο, όπως στο σχήμα. Η μεγάλη προεξοχή προκαλεί ελαστικότητα και τρέμουλο στο εργαλείο με αποτέλεσμα όχι καλή επιφάνεια τερνεύσεως.



Εικόνα 28: Σωστή και λανθασμένη προεξοχή του εργαλείου

5.4.3 Η ΚΛΙΣΗ ΤΗΣ ΜΑΝΕΛΑΣ

Κατά το δέσιμο του κομματιού στον εργαλειοδέτη, η μανέλα πρέπει να τοποθετείται κάθετα προς την κατεύθυνση προώσεως (παρακάτω σχήμα). Πρέπει δηλαδή η μανέλα να έχει τέτοια κλίση ώστε αν από κάποιο λόγο, ιδίως σε περίπτωση ξεχονδρίσματος, αυξηθεί η δύναμη προώσεως και το εργαλείο αναγκασθεί να μετατοπισθεί, να μη «βουτηξει» αλλά να απομακρυνθεί από την επιφάνεια κοπής.



Εικόνα 29: Κλίση εργαλείου στη στερέωσή του α) σωστή β) λανθασμένη

5.5 ΨΥΚΤΙΚΑ ΥΓΡΑ ΚΟΠΗΣ

Κατά την διάρκεια της κοπής στην περιοχή της κοπής έχουμε:

- Αφενός, ανάπτυξη τριβής που επιφέρει την φθορά της αιχμής του κοπτικού εργαλείου.
- Αφ' ετέρου, ανάπτυξη θερμοκρασίας που προκαλείται από το έργο παραμορφώσεως του υλικού (κοπή αποβλήτου), και της τριβής. Η δε αναπτυσσόμενη θερμοκρασία προκαλεί πτώση της σκληρότητας του κοπτικού και συμβάλλει έτσι και αυτή στην φθορά του κοπτικού εργαλείου.

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

$$Q = P_v \cdot V / 427 \text{ (cal/min)}$$

Για την μείωση των πιο πάνω φαινομένων (τριβής, θερμάνσεως) κατά την διάρκεια των κατεργασιών και κατά συνέπεια για την αύξηση της ζωής του κοπτικού εργαλείου χρησιμοποιούμε ψυκτικά υγρά κοπής, ο ρόλος των οποίων συνιστάται:

- Αφ' ενός να ψύχουν την κόψη του κοπτικού εργαλείου και να μειώνουν την θερμοκρασία κοπής και
- Αφ' ετέρου να λιπαίνουν τις επιφάνειες κόψεως και έτσι να ελαττώνουν τις τριβές.

Βέβαια ένα ψυκτικό υγρό εκτός από τις άλλες ιδιότητες του πρέπει :

- Να είναι αβλαβές στην επιδερμίδα.
- Να μην οξειδώνει τα μηχανήματα
- Να μην είναι δύσοσμο.

Το πιο συνηθισμένο ψυκτικό υγρό που χρησιμοποιούμε είναι το γαλάκτωμα του **Σαπωνελαίου** (σύσταση περίπου 5% λαδιού, 5% σαπούνι, 90% νερό).

5.6 ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΟΠΕΣ

Για την τόννευση εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών χρησιμοποιούνται κοπτικά εργαλεία στερεωμένα σε μανέλες. Το κυρίως κοπτικό εργαλείο (ατσαλάκι ή πλακίδιο σκληρομέταλλου) έχει διάφορες μορφές, ανάλογα με το είδος της κατεργασίας που θα κάνει (ξεχόδρισμα, λείανση, σπειρώματα κλπ).

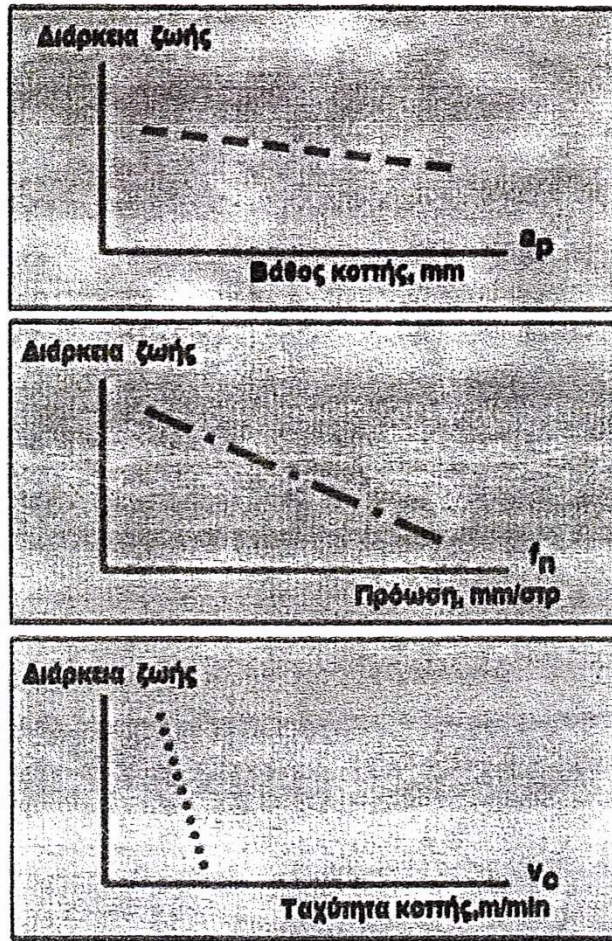
Η ίδια μανέλα κατασκευάζεται από χάλυβα υψηλής αντοχής. Η διατομή και το μήκος της καθορίζονται από την διάμετρο και το βάθος της οπής καθώς επίσης και από το βάθος κοπής και την πρόωση. Επιδιώκουμε ώστε η μανέλα να μην παρουσιάζει επικίνδυνη ελαστικότητα.

5.7 ΖΩΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

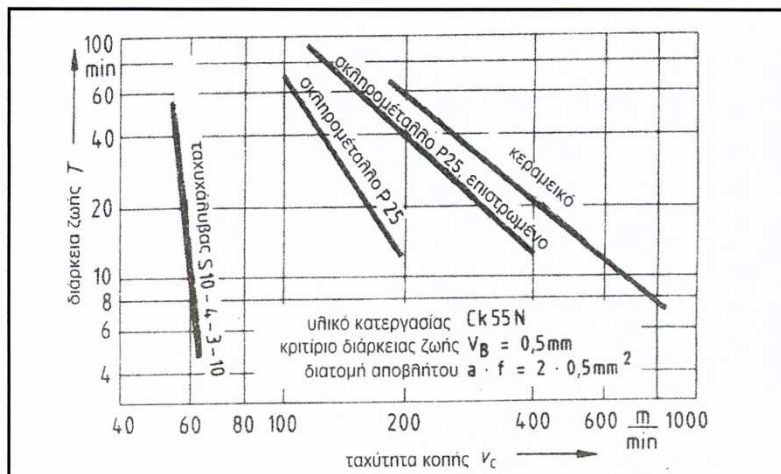
Όπως κάθε εργαλείο έτσι και τα κοπτικά εργαλεία της τόννευσης έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής. Λέγοντας ζωή του εργαλείου εννοείται ο χρόνος που το εργαλείο μπορεί να συνεχίσει να κόβει χωρίς να χρειαστεί επανατροχισμό ή να απορριφθεί. Τα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία ένα εργαλείο κρίνεται προς απομάκρυνση καλούνται κριτήρια αστοχίας. Τα κριτήρια αστοχίας μπορεί να είναι:

- Η ανώτερη επιτρεπτή τιμή για το πλάτος ζώνης φθοράς B, ή για το βάθος κρατήρα KT ή και για τα δύο μαζί.
- Η ανώτερη τιμή της τραχύτητας της κατεργασμένης επιφάνειας.
- Η επιτρεπόμενη ανοχή διαστάσεων στο κατεργασμένο τεμάχιο.
- Το προκαθορισμένο μέγιστο ποσοστό αύξησης των δυνάμεων κοπής ή της ισχύος κοπής.
- Η στόμωση του εργαλείου.

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



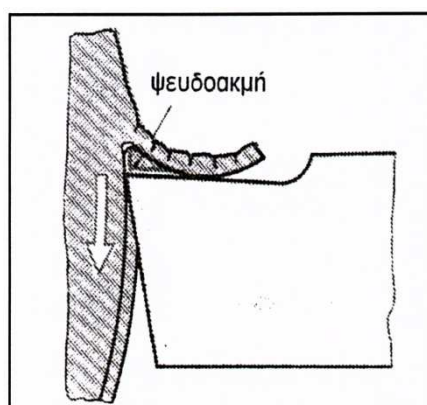
Από αυτά συμπεραίνει κανείς λοιπόν ότι για οικονομικότερη κατεργασία - όπως απαιτείται πάντοτε στο ξεχόνδρισμα - πρέπει να επιλέγουμε ένα μεγάλο βάθος κοπής, μια μάλλον μεγάλη πρόωση και μια περιορισμένη ταχύτητα κοπής.



Εικόνα 30: Χαρακτηριστικό διάγραμμα ζωής εργαλείου

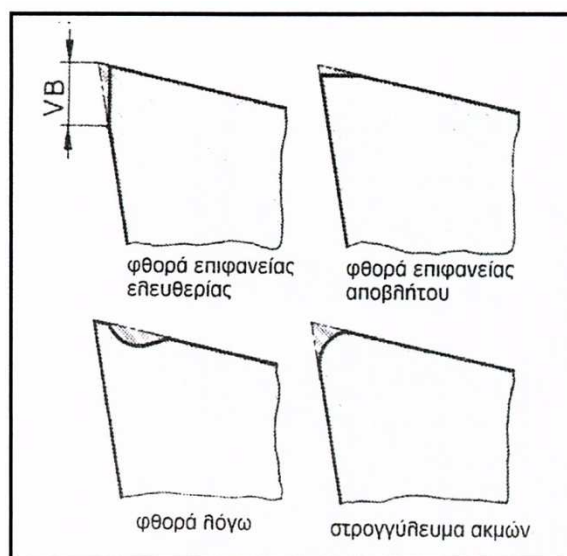
5.7.1 ΑΤΙΕΣ ΦΘΟΡΑΣ

Φθορά λόγω τριβής εμφανίζεται στην επιφάνεια αποβλήτου του εργαλείου και στην επιφάνεια ελευθερίας κάτω από την κόψη . Εκτός αυτών, επικολλώνται στην επιφάνεια αποβλήτου μικρά τεμάχια από το υλικό του αντικειμένου και σχηματίζεται έτσι μια ψευδοακμή όπως φαίνεται στο σχήμα. Το απομακρυσμένο απόβλητο κατά τα διαστήματα συμπαρασύρει αυτήν την ψευδοακμή, παίρνει όμως, μαζί του και τεμάχια από το υλικό του κοπτικού εργαλείου. Οι επιφάνειες ελευθερίας και αποβλήτου γίνονται τραχιές.



Εικόνα 31: Ψευδοακμή

Η φθορά της επιφάνειας ελευθερίας η οποία χαρακτηρίζεται από το εύρος φθοράς VB , επηρεάζει κατ' αρχήν την ακρίβεια της κατεργασίας και την ποσότητα της παραγόμενης επιφάνειας του αντικειμένου. Το μέγεθος της φθοράς της επιφάνειας ελευθερίας προσδιορίζει και το όριο ζωής του εργαλείου. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα είδη φθοράς.



Εικόνα 32: Είδη φθορών

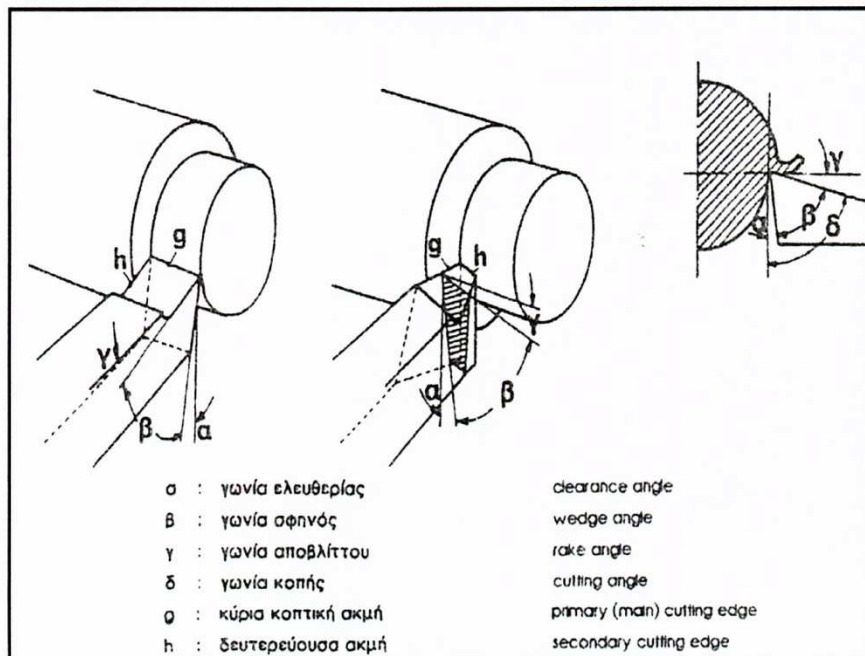
Οι παράγοντες που επιδρούν σημαντικά στην ζωή του κοπτικού εργαλείου είναι:

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

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

5.8 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Η γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου καθορίζεται από τις κοπτικές γωνίες. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι χαρακτηριστικές επιφάνειες, ακμές και γωνίες ενός κοπτικού εργαλείου τόννευσης.



Εικόνα 33: Χαρακτηριστικές επιφάνειες, ακμές και γωνίες κοπτικού εργαλείου τόννευσης

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	
Επιφάνεια αποβλήτου:	Είναι η επιφάνεια πάνω στην οποία ρέει το απόβλιττο
Επιφάνεια ελευθερίας:	Είναι η απέναντι επιφάνεια από την κατεργασμένη του τεμαχίου

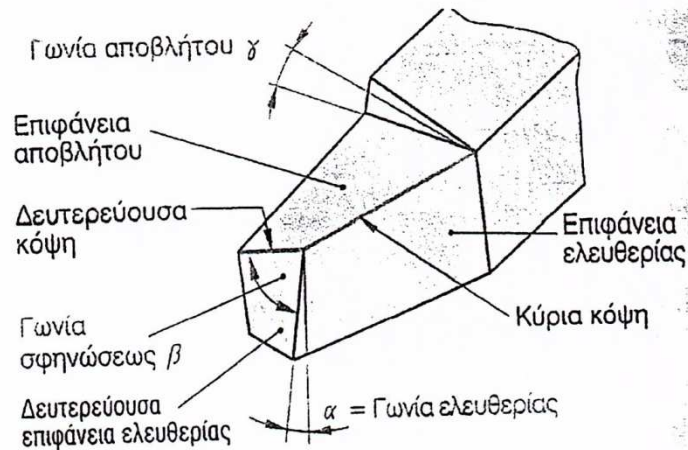
ΑΚΜΕΣ	
Κύρια κοπτική ακμή:	Είναι η κοπτική ακμή, η παράλληλη ή κάθετη στον άξονα περιστροφής του τεμαχίου, ανάλογα με την κατεύθυνση της πρόωσης
Δευτερεύουσα ακμή:	Είναι η διπλανή κοπτική ακμή, στο ίδιο επίπεδο της κύριας κοπτικής ακμής

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 εργαλείου – υλικό κατεργαζόμενου τεμαχίου προκύπτουν μετά από συστηματικά πειράματα. Γενικά ισχύουν τα παρακάτω:

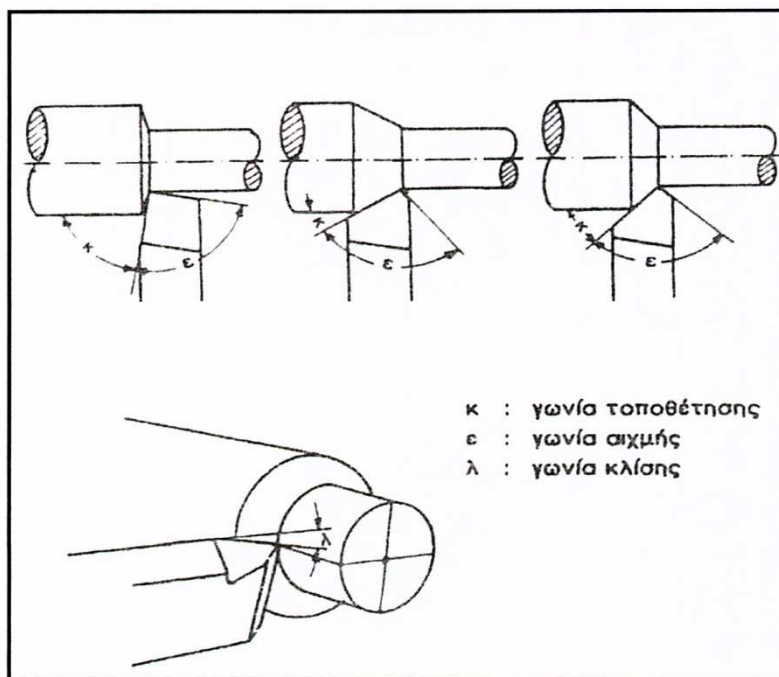
- Σκληρό υλικό απαιτεί μεγάλη γωνία σφήνας
- Μαλακό υλικό απαιτεί μεγάλη γωνία αποβλήτου



ΤΑΧΥΧΑΚΥΒΑΣ HSS			ΥΛΙΚΟ	ΚΑΡΒΙΔΙΑ		
α°	β°	γ°		α°	β°	γ°
8	68	14	ΧΑΛΥΒΑΣ ΕΩΣ 70 Kg/m ²	9	75	10
8	72	10	ΧΥΤΟΧΑΛΥΒΑΣ ΕΩΣ 50 Kg/m ²	9	79	6
8	60	14	ΧΑΛΥΒΟΚΡΑΜΑΤΑ ΕΩΣ 85 Kg/m ²	5	75	10
8	72	10	ΧΑΛΥΒΟΚΡΑΜΑΤΑ ΕΩΣ 100 Kg/m ²	9	77	8
8	72	10	ΕΛΑΤΟΣ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ	9	79	10
8	82	0	ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΣ	9	89	0
8	64	18	ΧΑΛΚΟΣ	8	64	18
8	82	0	ΟΡΕΙΧΑΛΚΟΣ	5	79	6
12	48	30	ΚΑΒΑΡΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	12	48	30
12	64	14	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΧΥΤΕΥΣΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΑΜΑΤΑ	12	60	18
8	76	6	ΚΡΑΜΑΤΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ	5	79	6
12	64	14	ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	12	64	14
12	68	10	ΣΚΛΗΡΟ ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΣΚΛΗΡΟ ΧΑΡΤΙ	12	88	10
-	-	-	ΠΟΡΣΕΛΑΝΗ	5	85	0

Εικόνα 34: Τιμές αναφοράς για γωνίες κοπής σε τόνρευση με ταχυάλυβα και καρβίδια

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



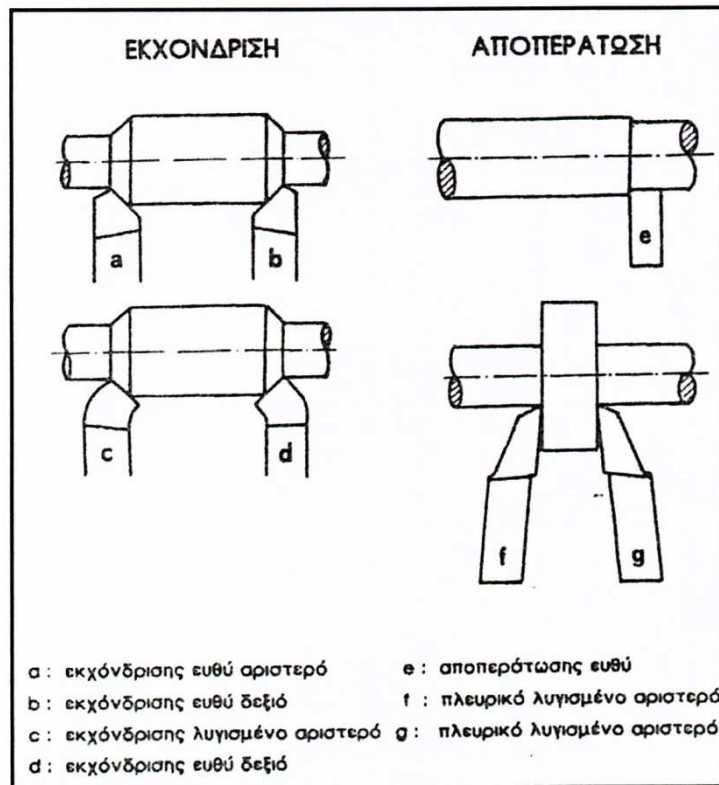
Εικόνα 35: Χαρακτηριστικές γωνίες τοποθέτησης στην τόννευση

Πιο αναλυτικά:

- **Γωνία τοποθέτησης κ:** ορίζεται ανάμεσα στην κύρια κοπτική ακμή και στην κατεργαζόμενη επιφάνεια. Όταν η γωνία κ είναι μεγάλη, το πάχος του αποβλίττου 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 απόβλιττο 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° .

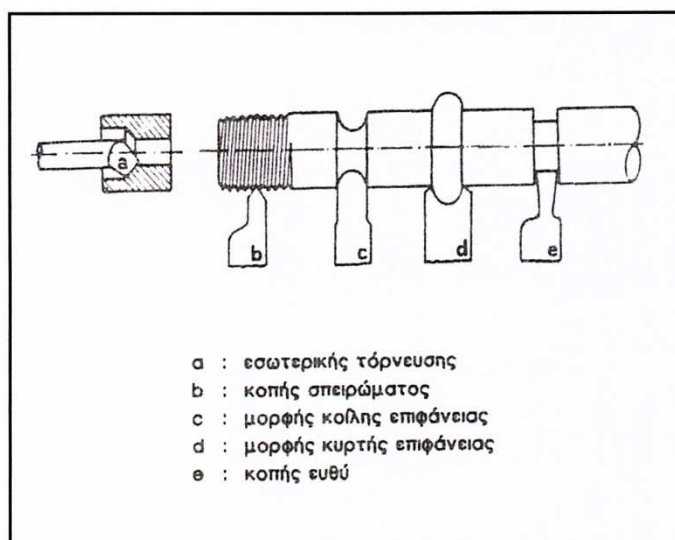
Ανάλογα με τη μορφή και το είδος της τόννευσης, απαιτούνται και διαφορετικά κοπτικά εργαλεία ως προς τη μορφή και τη γεωμετρία τους. Έτσι τα κοπτικά εργαλεία τόννευσης μπορούν να διαχωριστούν σε:

- **Εργαλεία εκχονδρίσματος:** είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να αντέχουν την ισχυρή πίεση που δέχονται για την αφαίρεση υλικού σε μικρό χρόνο. Η μορφή τους είναι ευθεία ή καμπυλωτή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ανάλογα με τη θέση της κύριας κόψης, διακρίνονται σε δεξιόκοπα και αριστερόκοπα εργαλεία εκχονδρίσματος



Εικόνα 36: Ολόσωμα κοπτικά εργαλεία τόννευσης

- **Εργαλεία φινιρίσματος:** έχουν σκοπό την κατεργασία της τελικής επιφάνειας. Για τον σκοπό αυτό τα εργαλεία αυτά έχουν ευθεία δομή με καμπύλες ακμές. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται πλατιά εργαλεία φινιρίσματος με τετράγωνη μύτη, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Μετά το τρόχισμα, τα εργαλεία φινιρίσματος πρέπει να ακονίζονται προσεκτικά με ειδική κρέμα, αλλιώς οι κατεργασμένες επιφάνειες δεν γίνονται όσο λείες απαιτείται.
- **Πλευρικά εργαλεία:** χρησιμοποιούνται για κατεργασίες προσώπου και για εξομάλυνση αιχμηρών γωνιών. Τα εργαλεία αυτά δεν έχουν δύο κοπτικές ακμές και ως εκ τούτου πρέπει να χρησιμοποιούνται από το κέντρο προς το εξωτερικό του τεμαχίου.
- **Εργαλεία ειδικών μορφών:** χρησιμοποιούνται για ειδικές κατεργασίες όπως η απότμηση, η τόννευση μορφής, η σπειρωτόμηση, η διάνοιξη εσωτερικής όπωσης. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται τέτοια εργαλεία.



Εικόνα 37: Ολόσωμα κοπτικά εργαλεία τόννευσης μορφής

6 Οι ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΗΣ

Στην τόννευση οι συνθήκες κοπής είναι η ταχύτητα κοπής που σχετίζεται με τις στροφές περιστροφής του κομματιού και την διάμετρο κοπής, η πρόωρη και το βάθος κοπής. Οι τρεις αυτοί παράγοντες παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην κατεργασία και η σωστή κάθε φορά επιλογή τους, αποτελεί απαραίτητη γνώση του χειριστή ενός τόννου.

6.1 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ

Ταχύτητα κοπής : Ονομάζεται και ταχύτητα κινήσεως εργασίας είναι η στιγμιαία ταχύτητα (M/MIN) του παρατηρούμενου σημείου κοπής του κοπτικού εργαλείου ως προς το περιστρεφόμενο αντικείμενο. Εκφράζει τον ρυθμό κοπής στην κύρια κίνηση, που είναι η περιστροφή του τεμαχίου.

Κατά την τόννευση τεμαχίου διαμέτρου D (mm) το οποίο περιστρέφεται με n στροφές το λεπτό (rpm) η ταχύτητα κοπής u, προκύπτει από την σχέση :

$$U = \pi * D * n / 100$$

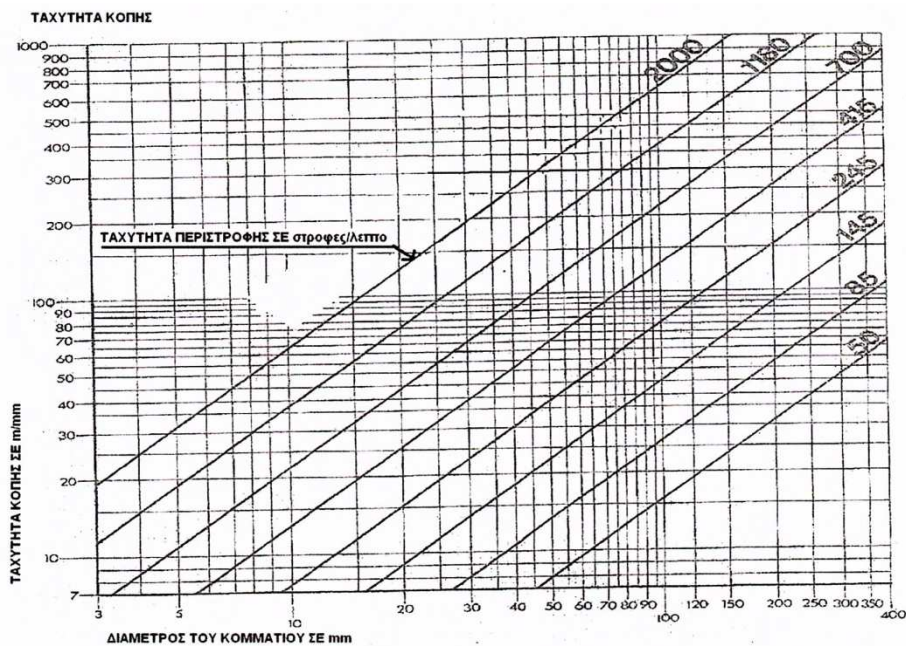
Η σχέση αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι η ταχύτητα κοπής ισούται με το πηλίκο του διαστήματος που διανύεται δια το χρόνο. Το διάστημα που διανύεται σε ένα λεπτό (mm), είναι το αντίστοιχο περιστροφών και επειδή σε μια περιστροφή, το διάστημα που διανύεται ισούται με την περιφέρεια του τεμαχίου (πD), το συνολικό διάστημα σε ένα λεπτό είναι $n * D * \pi$.

Ο παρανομαστής 1000, εισάγεται έτσι ώστε τα χιλιοστά (mm) της διαμέτρου D, να εκφράζονται σε μέτρα στην τιμή της ταχύτητας α.

Η ταχύτητα κοπής εξαρτάται:

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

Στους σύγχρονους τόνους για την αποφυγή υπολογισμών και χάσιμο χρόνου, οι ταχύτητες κοπής δίνονται από διαγράμματα (V-D). Στην Εικόνα 38 δείχνουμε ένα τέτοιο διάγραμμα τόνου με οχτώ ταχύτητες.

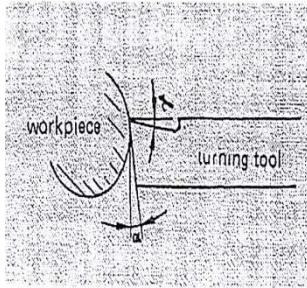


Εικόνα 38: Χαρακτηριστικό διάγραμμα V-D.

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

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι καλύτερες τιμές των συνθηκών κοπής ανάλογα με το υλικό του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ - ΓΩΝΙΑ ΚΟΠΗΣ - ΛΙΠΑΝΣΗΣ



Οι τιμές είναι έγκυρες για ξηρή κοπή με:

Εργαλεία ταχυχάλυβα για ταχύτητα κοπής v_{60} (διάρκεια ζωής 60 min.)

Εργαλεία καρβιδίου για ταχύτητα κοπής v_{240} (διάρκεια ζωής 240 min.)

SS=ταχυχάλυβας, S1, H1, G=εργαλεία καρβιδίου E=γαλάκτωμα κοπής, P=παραφίνη, L=αέρας.

στη μορφή (ω, D, α)

ΥΛΙΚΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΑΝΤΟΧΗ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ Kp/mm ²	ΚΟΠΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ	ΓΩΝΙΕΣ ΚΟΠΗΣ		ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΡΩΘΗΣΗΣ mm/rev				ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	
			α°	γ°	0.1	0.2	0.4	0.8	ΞΕΧΟΝΔΡΙΣΜΑ	ΦΙΝΙΡΙΣΜΑ
					ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΠΗΣ m/min					
αναξείδωτος χάλυβας St 34, St 37, St 42	έως 50	SS - S1	8 - 5	14 - 10	-280	60 - 236	45 - 200	34 - 170	E	E ή P
St 50, St 60	50 - 70	SS - S1	8 - 5	14 - 10	-240	44 - 205	32 - 175	24 - 145	E	E ή P
St 70	70 - 85	SS - S1	8 - 5	14 - 10	-200	32 - 170	24 - 132	18 - 106	E	E ή P
χυτοχάλυβας	50 - 70	SS - S1	8 - 5	10 - 6	-118	34 - 100	25 - 85	19 - 71	E	ξηρό
χαλυβοκράματα	85 - 100	SS - S1	8 - 5	10 - 6	-150	24 - 118	17 - 95	12 - 75	E	E ή P
Κράμα χάλυβα Mn	100 - 140	SS - S1	8 - 5	6 - 6	-95	16 - 75	11 - 60	8 - 50	E	E ή P
άλλα χαλυβοκράματα	140 - 180	SS - S1	8 - 5	6 - 6	-60	9,5 - 48	6 - 38	-32	E	E ή P
χάλυβες εργαλείων	150 - 180	SS - S1	8 - 5	6 - 6	-50	-40	-32	-27	E	λάδι ή P
C.I 20, C.I 25	σκληρότητα brinell 200 - 250	SS - H1	8 - 5	0 - 0	-106	32 - 90	18 - 75	13 - 65	λίπανση ή E	ξηρό
κράματα χαλκού	σκληρότητα brinell 80 - 120	SS - G1	8 - 5	0 - 6	-600	125 - 530	85 - 450	56 - 400	λίπανση ή E	ξηρό
ορείχαλκος		SS - G1	8 - 5	0 - 6	-355	63 - 280	53 - 236	43 - 200	E ή L	ξηρό
ελαφρά κράματα αλουμινίου		SS - G1	12 - 12	30 - 30	400 - 1320	300 - 1120	200 - 950	118 - 850	E ή P	E ή P
κράματα αλουμινίου (11 - 13%Si)		SS - G1	12 - 12	18 - 18	100 - 224	67 - 190	45 - 160	30 - 140	E	P
κράματα μαγνησίου		SS - G1	8 - 5	6 - 6	1000 - 1800	900 - 1500	800 - 1250	750 - 1060	ξηρό ή με μη έφλεκτο λάδι	ξηρό ή με μη έφλεκτο λάδι
πλαστικά - σκληρά ελαστικά		SS - G1	12 - 12	10 - 10	-300	-280	-250	-224	ξηρό	ξηρό
βακελίτης - σκληρά πλαστικά		SS - G1	12 - 12	14 - 14	-280	-212	-170	-132	ξηρό	ξηρό

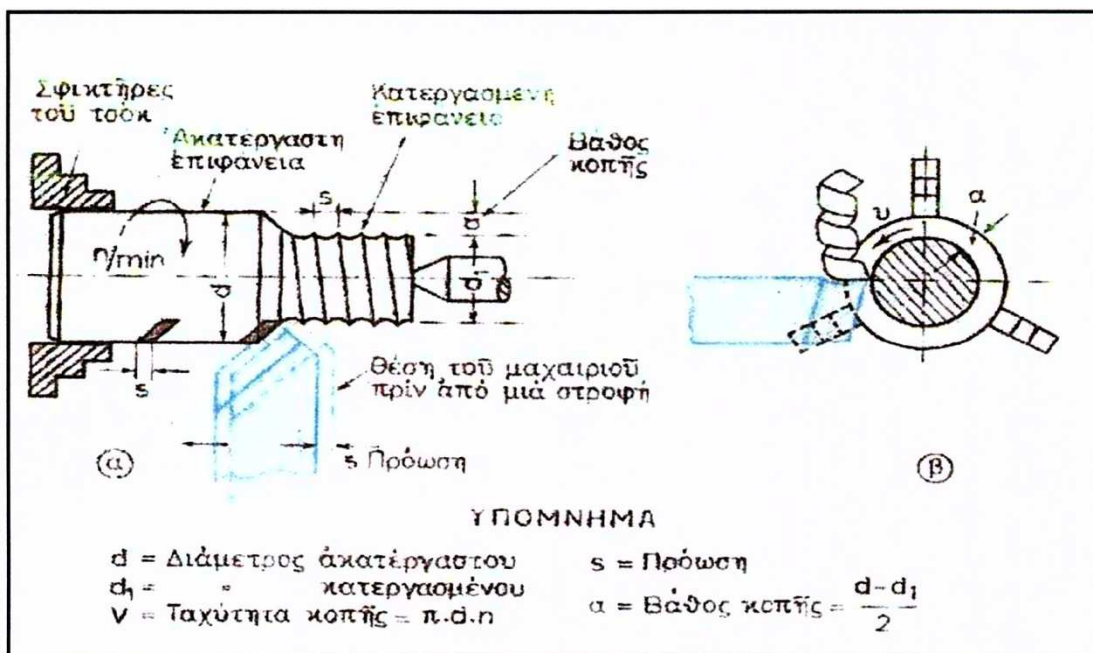
Εικόνα 39

6.2 ΒΑΘΟΣ ΚΟΠΗΣ

Το βάθος κοπής είναι η υψομετρική διαφορά της κατεργασίας από την κατεργασμένη επιφάνεια. Συμβολίζεται με a και εκφράζεται mm. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, κατά την κατεργασία στον τόρνο, το πάχος του αποβλήτου εξαρτάται από την πρόωση ενώ το πλάτος του εξαρτάται από το βάθος κοπής.

Η ταχύτητα κοπής πρέπει να βρίσκεται σε υψηλές τιμές, ώστε τόσο η παραγωγή και η ποιότητα όσο και η φθορά του εργαλείου να είναι ανεκτές.

Όσο αφορά το βάθος κοπής επιδιώκεται να έχει τις δυνατόν μεγαλύτερες τιμές, αφού αυτό επηρεάζει λιγότερο από τα άλλα στοιχεία τη διάρκεια του εργαλείου.



Εικόνα 40: Βάθος κοπής και σχηματισμός αποβλήτου

6.3 ΠΡΟΩΣΗ

Είναι η μετατόπιση του κοπτικού κατά την κοπή του νοητού άξονα τριτοβάθμιας σε κάθε στροφή του κομματιού, υπολογίζεται με το γράμμα s και εκφράζεται σε χιλιοστά ανά στροφή.

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

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι καλύτερες τιμές των συνθηκών κοπής ανάλογα το υλικό του κοπτικού εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

**ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΡΝΕΥΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ
ΚΟΠΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΠΟ ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΑ, ΣΤΕΛΛΙΤΗ ΚΑΙ ΚΑΡΒΙΔΙΑ**

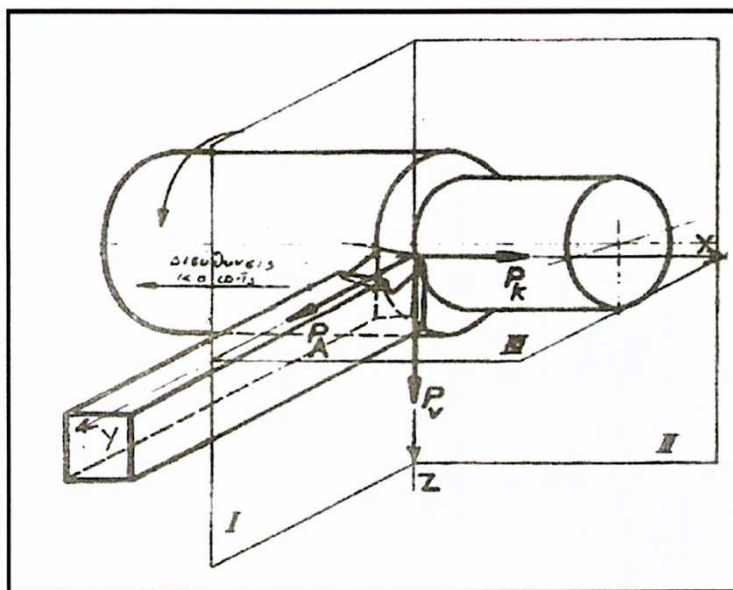
Υλικό εργασίας	Ταχύτητα προώθησης, mm/rev		
	Εργαλείο από ταχυχάλυβα	Εργαλείο από στελλίτη	Εργαλείο από καρβίδια
Κράματα αλουμινίου	0,2-1,0	0,15-0,8	0,05 μέχρι 0,4
Ορείχαλκος μαλακός	0,2/1,0	0,15-0,8	
Ορείχαλκος για αυτόματους τόννους	0,2-1,5	0,15-1,0	
Προύντζος	0,2-1,0	0,15-0,8	
Προύντζος μεγάλης αντοχής	0,1-0,5	0,08-0,3	
Χυτοσίδηρος μαλακός	0,2-1,0	0,15-0,8	
Χυτοσίδηρος μέσης σκληρότητας	0,15-0,7	0,10-0,5	
Χυτοσίδηρος σκληρός	0,08-0,03	0,05-0,2	
Χαλκός	0,2-1,0	0,15-0,8	
Χάλυβας για αυτόματους τόννους	0,2-1,0	0,15-0,8	
Χάλυβας με μέση περιεκτικότητα άνθρακα	0,15-0,7	0,10-0,5	
Χάλυβα με ψηλή περιεκτικότητα άνθρακα	0,1-0,5	0,08-0,3	
Κράματα χάλυβα με μεγάλη αντοχή	0,08-0,3	0,05-0,2	
Θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά	0,2-1,0	0,1-0,8	

7 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ ΚΟΠΗΣ

7.1 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΟΠΗΣ

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

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



Εικόνα 41: Σχηματικά οι δυνάμεις κοπής.

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

Κατά προσέγγιση έχουμε:

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

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

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

Άρα η πραγματική δύναμη κοπής θα ισούται :

$$P_V = \frac{P}{1,11}$$

Η δύναμη P_V υπολογίζεται με διάφορους τύπους . Π.Χ αν η εργαλειομηχανή βγάξει απόβλητο με διατομή $S = B \cdot K$ (MM²) στο κοπτικό εργαλείο ασκείται ΔΥΝΑΜΗ ΚΟΠΗΣ :

$$P_V = K_S \cdot S \quad (KGS)$$

Όπου K_S ο συντελεστής αναλογίας που εκφράζει την ειδική αντίσταση κατά την κοπή σε KG/MM²

Χονδρικά παίρνουμε:

- Για χάλυβα: $K_S = (2,5+3,5) \sigma_B$
- Για χυτοσίδηρο: $K_S = (4,5+5,5) \sigma_B$

Όπου σ_B είναι η αντοχή σε εφελκυσμό ή φορτίο θραύσεως των πιο πάνω υλικών σε KG/MM².

7.2 ΙΣΧΥΣ ΚΟΠΗΣ

Η ισχύς κοπής γενικά για όλες τις κατεργασίες στις διάφορες εργαλειομηχανές υπολογίζεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P_V \cdot V}{60 \cdot 75 \cdot 1,36} \quad (KW)$$

Όπου I = ισχύς κοπής σε KW και V = ταχύτητα κοπής σε (M/MIN)

Η δε απορροφούμενη ισχύς από τον ηλεκτροκινητήρα κινήσεως της εργαλειομηχανής υπολογίζεται από τον τύπο:

$$I_\alpha = \frac{I}{\eta} \quad (KW)$$

Όπου η = Συντελεστής αποδόσεως της εργαλειομηχανής , $\eta = 0,75-0,85$

οπότε:

$$I_{\alpha} = \frac{P_V \cdot V}{60 \cdot 75 \cdot 1,36 \cdot \eta} = \frac{P_V \cdot V}{4500 \cdot 1,36 \cdot \eta}$$

και επειδή:

$$\frac{1}{1,36} = 0,736$$

παίρνουμε ότι:

$$I_{\alpha} = \frac{P_V \cdot V}{4500 \cdot \eta} \cdot 0,736 \quad (KW)$$

Εξοπλισμός συγκράτησης αντικειμένων

Το άκρο της ατράκτου

Το άκρο της ατράκτου είναι διαμορφωμένο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εύκολη η συγκράτηση των διάφορων δίσκων και σφινγκτήρων στην εξωτερική του επιφάνεια και στην εσωτερική του οπή τα κέντρα. Η στερέωση του σφινγκτήρα πάνω στο άκρο της ατράκτου πρέπει να είναι τέτοια ώστε να πληρούνται τα παρακάτω:

- A. Η ομοκεντρότητα της ατράκτου με τον σφινγκτήρα.
- B. Η μεταφορά της περιστροφικής ροπής από την άτρακτο στον σφινγκτήρα.
- Γ. Η ευστάθεια, με σκοπό τη μείωση των κραδασμών κατά τη διάρκεια της κατεργασίας.
- Δ. Η εύκολη αλλαγή των διαφόρων ειδών σφινγκτήρων.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύπου άκρων, με σπείρωμα ή κωνικοί. 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 διάμετρο και κωνικότητα 1:20.

Το άκρο με σπείρωμα έχει εξωτερικό σπείρωμα πάνω στον οποίο κοχλιώνεται ο δίσκος μεταφοράς ή ο ενδιάμεσος δίσκος (για τη συγκράτηση των σφινγκτήρων). Επειδή στις κοχλιωτές συνδέσεις εμφανίζονται διάκενα, για αυτό το λόγο πάνω στο άκρο, υπάρχει και ένα μέρος κυλινδρικής επιφάνειας, η οποία καθορίζει την

ομοκεντρότητα του σφικτήρα, ως προς την αξονική γραμμή της ατράκτου. Στους τόνους, όπου το ύψος τοποθέτησης των κέντρων είναι μεγάλο, χρησιμοποιούνται διάφορα άκρα. Ο δίσκος μεταφοράς κοχλιώνεται και επιπρόσθετα συσφίγγεται μέσω του περικοχλίου, ώστε με αυτόν τον τρόπο να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη σταθερότητα και ασφάλεια της σύνδεσης.

Είδη σφικτήρων τόνου

Η πρόσδεση των προς κατεργασία αντικειμένων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να πληρούνται οι εξής 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. Γενικά, οι σφικτήρες είναι δυνατόν να πληρούν μόνο έναν από τους δύο όρους ή και τους δύο συγχρόνως. Στην κατηγορία των σφικτήρων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται μόνο για τον καθορισμό της θέσης του αντικειμένου ανήκουν τα κέντρα τόνου. Ενώ οι δίσκοι μεταφοράς, μεταφέρουν μόνο τη ροπή στέψης από την άτρακτο στο κατεργαζόμενο αντικείμενο.

Στους σφικτήρες, οι οποίοι πληρούν συγχρόνως και τους δύο όρους, δηλαδή και τον καθορισμό της θέσης και τη σύσφιξη του αντικειμένου, υπάγονται οι αυτοκεντραριζόμενοι σφικτήρες, οι σταθεροί και οι διαστελλόμενοι εμβολής τόνου.

Για ελαφρές εργασίες χρησιμοποιούνται δίσκοι μεταφοράς. Η περιστροφική κίνηση από την άτρακτο στο κατεργαζόμενο αντικείμενο, μεταφέρεται μέσω του δίσκου μεταφοράς και του γωνιακού μεταφορέα, ο οποίος συνδέεται μετά του αντικειμένου με τη βοήθεια του κοχλία. Εκτός από τους γωνιακούς μεταφορείς, χρησιμοποιούνται και μεταφορείς ευθείς. Μεταξύ του μεγάλου πλήθους παραλλαγών σφικτήρων περισσότερο διαδεδομένοι είναι οι σφικτήρες τεσσάρων σιαγόνων και οι αυτοκεντραριζόμενοι.

Οι σφικτήρες τεσσάρων σιαγόνων χρησιμοποιούνται για την πρόσδεση αντικειμένων μη στρογγυλών και μεγάλων διαστάσεων. 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.

Οι αυτοκεντραριζόμενοι σφινγκτήρες 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 σφινγκτήρα. Μεταξύ των διαφόρων τύπων των αυτοκεντραριζόμενων σφινγκτήρων περισσότερο χρησιμοποιείται ο, αυτοκεντραριζόμενος σφινγκτήρας, ο κατασκευασμένος με σπείρα «Αρχιμήδη».

Καβαλέτα - Στήριξη αντικειμένων

Για την υποστήριξη λεπτών τორνευτών τεμαχίων χρησιμοποιούνται τα καβαλέτα στήριξης. Τα καβαλέτα συμβάλλουν στην αποφυγή της κάμψης του άξονα του προς κατεργασία αντικειμένου και οι κραδασμοί. Η οδήγηση του αντικειμένου πραγματοποιείται μέσω των τριών σιαγόνων με ολίσθηση ή κύλιση (Μαντέμης, 1996).

Στους άξονες με λεία επιφάνεια χρησιμοποιούνται κινητά καβαλέτα, ενώ στους άξονες με μη λεία επιφάνεια τα σταθερά.

Το σταθερό καβαλέτο συσφίγγεται στην κλίνη (κρεβάτι τórνου) του τórνου και χρησιμοποιείται στην υποστήριξη αξόνων μεγάλου μήκους, καθώς και στην εγκάρσια τórνευση, τρύπημα και εσωτερική τórνευση επιμήκων αντικειμένων. Το κινητό καβαλέτο στερεώνεται στον εργαλειοφορέα, συνήθως σε πόρτι, και κινείται μαζί του. Αυτό το καβαλέτο χρησιμοποιείται στην στήριξη επιμηκών λεπτών αξόνων στην κατά μήκος τórνευση αυτών, καθώς και στην τórνευση ξεθυμασμάτων (Μαντέμης, 1996).

ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

Ο εργαλειοφόρος αποτελείται από τους επιμήκεις ολισθητήρες, που κινούνται πάνω στους ολισθητήρες του τραπεζιού, από τους εγκάρσιους ολισθητήρες, από τη στρεφόμενη πλάκα, βαθμονομημένη σε μοίρες, από τους εγκάρσιους ολισθητήρες και από τον εργαλειοδέτη, απλού ή τεσσάρων μαχαιριών.

Η συγκράτηση του εργαλειοφορείου επιτυγχάνεται μέσω των επιμηκών ολισθητήρων. Για την προώθηση των εγκάρσιων ολισθητήρων χρησιμεύει ο κοχλίας, κοχλιωμένος στο περικόχλιο. Ο κοχλίας αυτός μεταφέρει τη δύναμη αντίστασης. Η προώθηση του άνω εργαλειοφορείου επιτυγχάνεται μέσω του κοχλία, του οποίου το περικόχλιο είναι στερεωμένο στην πλάκα. Τα δημιουργημένα διάκενα απαλείφονται με τη βοήθεια σφηνών, που ρυθμίζονται μέσω κοχλιών και το κάλυμμα προστατεύει τους ολισθητήρες. Η κάθετη προώθηση του εργαλειοφορείου προστατεύει μέσω των αντιστάσεων, κινητών και σταθερών.

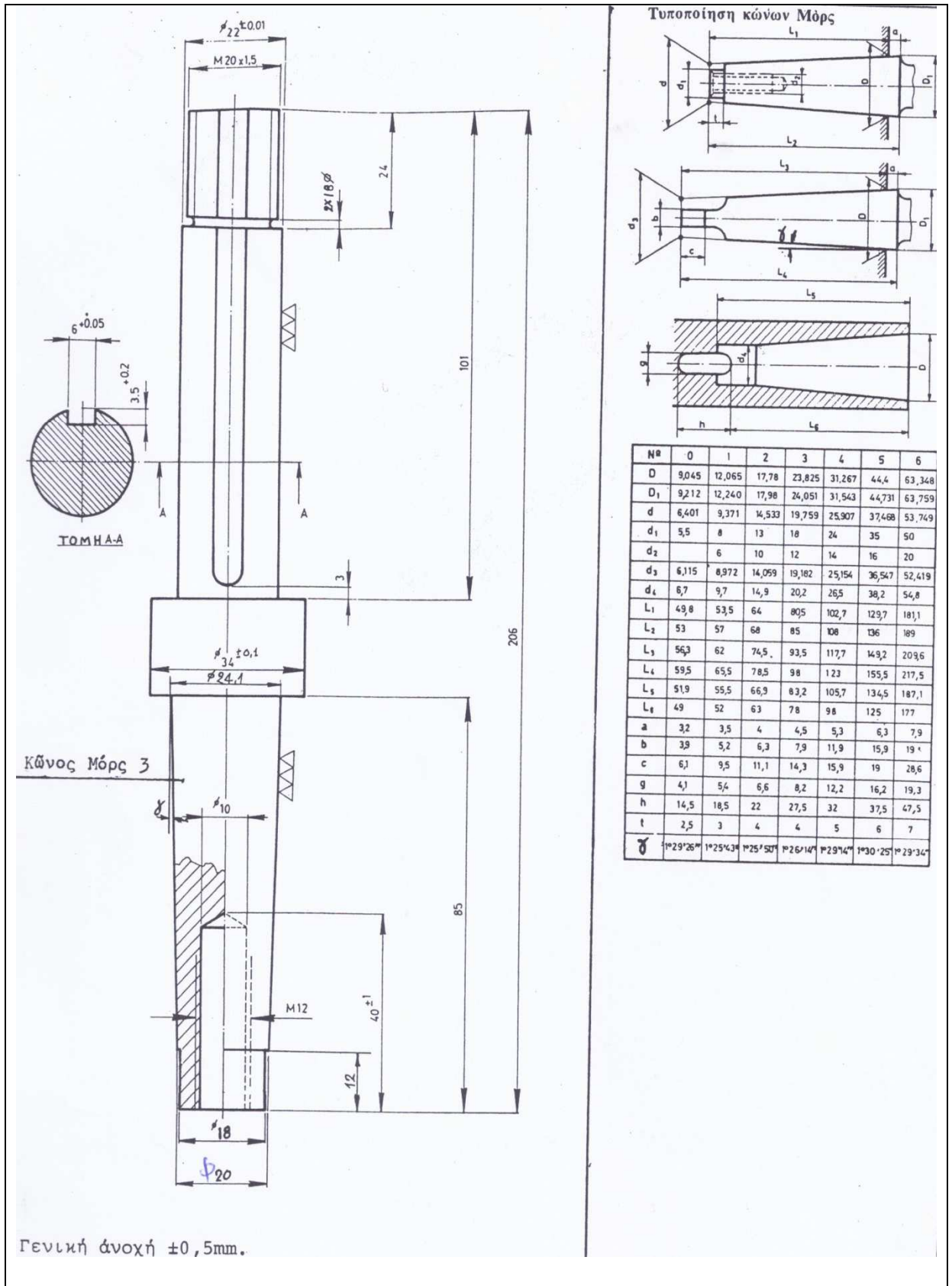
Ο κορμός του κεντροφορέα είναι τοποθετημένος πάνω στη βάση, η οποία επικάθεται πάνω στους ολισθητήρες του τραπεζιού. Για τη στερέωση του κεντροφορέα πάνω στο τραπέζι χρησιμεύουν οι δύο κοχλίες και τα εξαρτήματα. Ο κεντροφόρος είναι δυνατόν να μετακινηθεί κάθετα με τη βοήθεια του κοχλία. Η κάθετη αυτή μετατόπιση χρησιμοποιείται κατά την κωνική τόννευση κώνων με μικρή κωνικότητα. Η μετακίνηση του επιμήκους δακτυλίου μετά του κέντρου, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του κοχλία. Ο πείρος ασφαρίζει τον δακτύλιο από την περιστροφή του. Η χειρολαβή χρησιμεύει για τη σύσφιξη σε επιθυμητή θέση του επιμήκους δακτυλίου.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως αποδεικνύεται, η τόννευση μπορεί να προσδώσει διάφορες μορφές στο κατεργαζόμενο αντικείμενο, μέσω του συνδυασμού διαφόρων κινήσεων, καθώς και χρήσης κατάλληλων κοπτικών εργαλείων. Εκτός από τους συμβατικούς τόννους, οι οποίοι καθοδηγούνται από τον χειριστή που κάνει όλες τις απαραίτητες κινήσεις και ρυθμίσεις για την κατεργασία, στην εργασία παρατέθηκαν και οι τόννοι που καθοδηγούνται με ψηφιακό τρόπο, στους οποίους οι κινήσεις αλλά και οι ρυθμίσεις απαιτούν πολύ μικρότερη συμμετοχή του ανθρώπου, αφού η ηλεκτρονική μονάδα καθοδήγησης και ο προγραμματιστής αναλαμβάνουν τις κύριες εργασίες.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να αναφερθεί ότι ο τόννος που αποτελεί μία από τις πρωτοεμφανιζόμενες εργαλειομηχανές που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος στην εξέλιξή του, υπήρξε πολύτιμο εργαλείο όλα αυτά τα χρόνια, δίνοντας τη δυνατότητα παραγωγής τεράστιας ποικιλίας επιφανειών και αντικειμένων υψηλής χρηστικότητας και αισθητικής. Με το πέρασμα του χρόνου, πολλά άλλαξαν και βελτιώθηκαν όσον αφορά στη μηχανή του τόννου, προσφέροντας μεγαλύτερη ακρίβεια σε διαστάσεις και μορφή των αντικειμένων, υψηλότερη απόδοση, μεγαλύτερες ταχύτητες παραγωγής, ευκολία στην τόννευση, και λιγότερο κόπο και κίνδυνο ατυχημάτων για τον χειριστή του τόννου.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΦΟΡΟΥ ΑΞΟΝΑ



ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Διαθέσιμες στροφές τόρνου ανά λεπτό (ΠΙΝΑΚΑΣ 1)

<u>50</u>	<u>85</u>	<u>145</u>	<u>245</u>
<u>415</u>	<u>700</u>	<u>1180</u>	<u>2000</u>

Για ξεγόνδρισμα:

Για υλικό ST37 και υλικό κοπτικού HSS επιλέγουμε από πίνακα-εικόνα 38 επιτρεπόμενη ταχύτητα κοπής $V=20\text{m/min}$

Άρα έχουμε:

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

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

Άρα

$$n = \frac{V}{\pi * \varnothing}$$

$$\rightarrow n = 20 / (3.14 * 0.025) \rightarrow n = 254.8 \text{ στροφές ανά λεπτό}$$

Από τον παραπάνω πίνακα 1 επιλέγονται 245 στροφές ανά λεπτό (την πλησιέστερη προς τα κάτω και ποτέ προς τα πάνω)

Για λείανση:

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

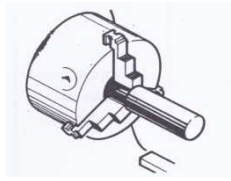
$$\varnothing=25\text{mm}$$

$$\text{Άρα } n = V / \pi * \varnothing \rightarrow n = 35 / (3.14 * 0.025) \rightarrow n = 445.85 \text{ στροφές ανά λεπτό}$$

Από τον παραπάνω πίνακα επιλέγονται 415 στροφές ανά λεπτό

- 1) Κοπή του τεμαχίου από άξονα $\varnothing 35\text{mm}$ σε μήκος 210mm
- 2) Κατεργασία διαμόρφωσης προσώπου.
- 3) Κατασκευή κέντρου με κεντροτρύπανο , στροφές 700στρ/min
- 4) Συγκράτηση κομματιού τσοκ-πόντα για την διαμόρφωση της διαμέτρου $\varnothing 25\text{mm}$

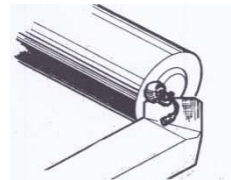
1)



Στήριξη δοκιμίου στο τσοκ



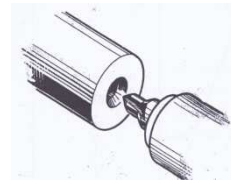
2)



Τόρνευση της ράβδου στο πρόσωπο μέχρι το μήκος της να φθάσει τα 206mm

Κοπτικό εργαλείο προσώπου

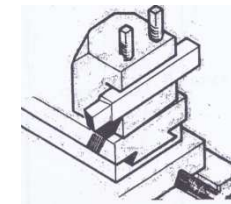
3)



Άνοιγμα οπής στο κέντρο του άξονα

Κεντροτρύπανο Φ3mm

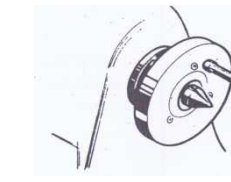
4)



Τοποθέτηση δεξιού κοπτικού εργαλείου

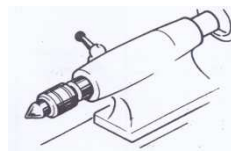


5)



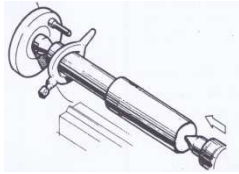
Αφαιρούμε το τσοκ από τον τόρνο και τοποθετούμε πλάκα συγκράτησης με πόντα στο κέντρο

6)



Προσαρμογή περιστρεφόμενης πόντας στην κουκουβάγια

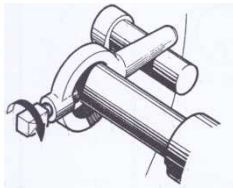
7)



Συγκράτηση του άξονα μεταξύ των κέντρων(πρέπει να μπορούμε να περιστρέφουμε τον άξονα με το χέρι).

Μεταφορέας

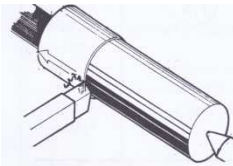
8)



Στερέωση του μεταφορέα

Κλειδί

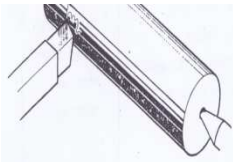
9)



Τόρνευση της ράβδου σε διάμετρο $\Phi 34\text{mm}$ με ανοχή $\pm 0,1\text{mm}$, σε μήκος 121mm

Παχύμετρο ακριβείας $\pm 0,1\text{mm}$

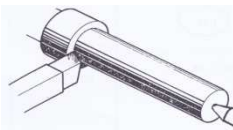
10)



Με την ακμή του κοπτικού εργαλείου χαράζουμε την ράβδο σε απόσταση 101mm από το άκρο δημιουργώντας ένα μικρό αυλάκι



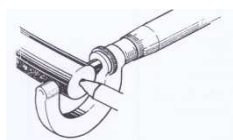
11)



Τόρνευση της ράβδου σε $\Phi 22,5\text{mm}$ μέχρι το αυλάκι που έχει χαραχθεί

Παχύμετρο ακριβείας $\pm 0,1\text{mm}$

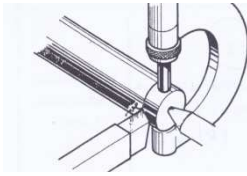
12)



Έλεγχος της παραλληλότητας μετρώντας στα δύο άκρα την διάμετρο με το μικρόμετρο

Μικρόμετρο ακριβείας $\pm 0,01\text{mm}$

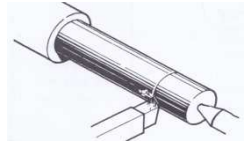
13)



Τόρνευση σε βάθος 10mm
Έλεγχος διαμέτρου (22mm
±0,1mm)

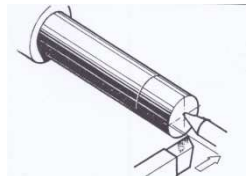


17)



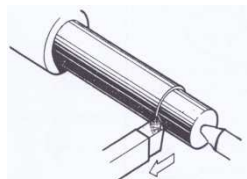
Τόρνευση του δοκιμίου με το
δεξιό κοπτικό εργαλείο σε
απόσταση 24mm από το
πρόσωπο

18)



Ρυθμίζουμε βάθος κοπής
1mm

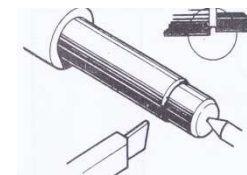
20)



Τορνεύουμε μέχρι το αυλάκι
σε Φ19,85mm(για
κατασκευή M20)

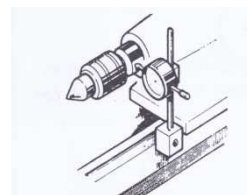


21)



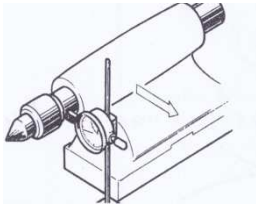
Κεντράρουμε κοπτικό
εργαλείο σχισίματος
πλάτους 2mm με ελαφρώς
στρογγυλεμένες γωνίες και
τορνεύουμε ένα αυλάκι
βάθους 1,5mm και πλάτους
2mm

22)



Τοποθετούμε μετρητικό
ωρολόγιο στην γλίστρα του
τόρνου. Το σημείο επαφής
του ωρολογίου να ακουμπά
στον άξονα της
κουκουβάγιας. Μηδενίζουμε
την πλάκα ενδείξεως

23)

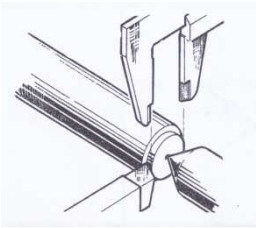


Μετατοπίζουμε την κουκουβάγια 5,17mm προς την κατεύθυνση του βέλους. Αντιστρέφουμε τον άξονα και τον συγκρατούμε στα κέντρα

$$\text{Μετάθεση πόντας} = (D-d) \cdot L / 2l$$

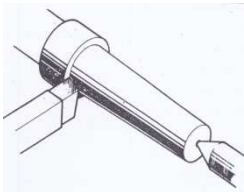


24)



Ρυθμίζουμε βάθος κοπής
Τορνεύουμε με το χέρι μερικά χιλιοστά
Ελέγχουμε την διάμετρο πρέπει να γίνει 19,8mm

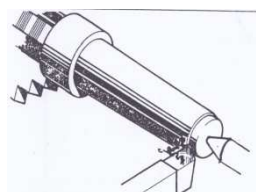
25)



Τορνεύουμε με αυτόματη πρόωση μέχρι την πατούρα
Το κωνικό τμήμα έχει τορνευτή .Ελέγχουμε με φωλιά Νο 3
Αφαιρούμε τον άξονα από τον τόρνο
Επαναφέρουμε την κουκουβάγια στην κεντρική της θέση

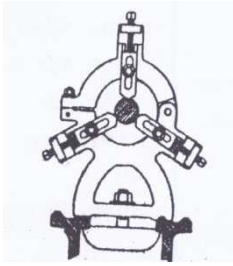


26)



Επαναφέρουμε το τσοκ του τόρνου
Συγκρατούμε τον άξονα από το κυλινδρικό μέρος
Τορνεύουμε το άκρο σε $\Phi 18\text{mm}$ και σε μήκος 12mm

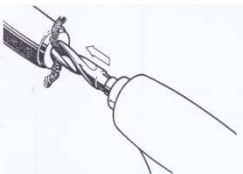
27)



Τοποθετούμε έδρανο στήριξης σταθερό στην άκρη του άξονα
Ρυθμίζουμε με προσοχή τις σιαγόνες του εδράνου
Ρίχνουμε λίγο λάδι



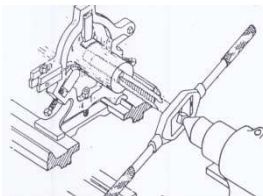
28)



Προσαρμόζουμε στην κουκουβάγια ελικοειδές τρυπάνι $\Phi 10\text{mm}$
Ανοίγουμε οπή βάθους 40mm

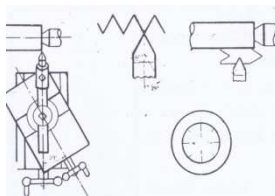


29)

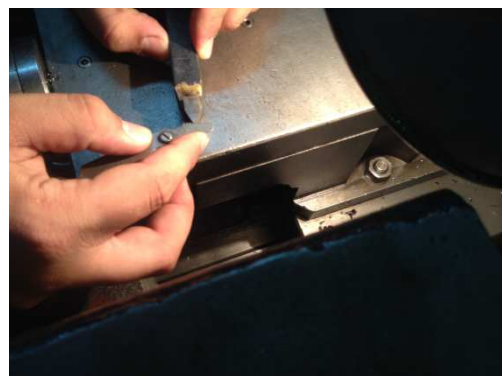


Κοχλιοτούμε την τομή με σπειροτόμο M12 στον τόρνο
(Σπειροτόμος M12, Μανέλλα σπειροτόμου, Λάδι κοπής)

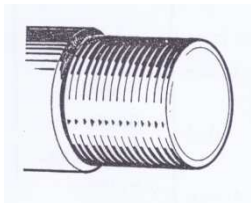
30)



Αντιστρέφουμε τον άξονα και τον συγκρατούμε στο τσok του τόρνου με αντιστήριγμα στην περιστρεφόμενη πόντα
Τοποθετούμε κοπτικό εργαλείο τριγωνικού σπειρώματος 60°
Ρυθμίζουμε το κιβώτιο Νόρτον και κόβουμε το σπείρωμα $M20 \times 1,5$

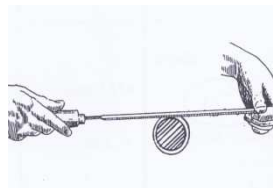


31)



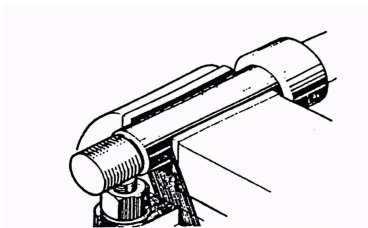
Ελέγχουμε το δοκίμιο με σπειρόμετρο

Ταιριάζουμε περικόχλιο με μικρή ανοχή
Επιμελούμαστε το σπείρωμα με λίμα και σφυριδόπανο

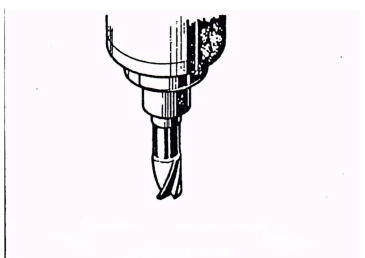


Ο σφηνόδρομος γίνεται σε σφηνοκόφτη με κονδύλι τετράπτερο 6mm
Φρεζα

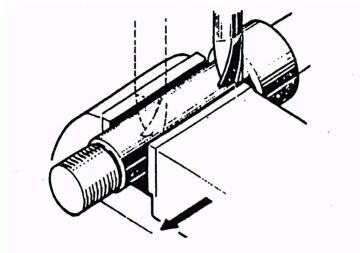
32



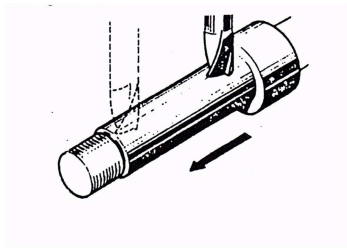
33



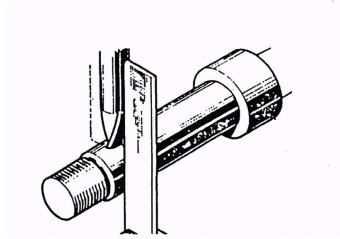
34



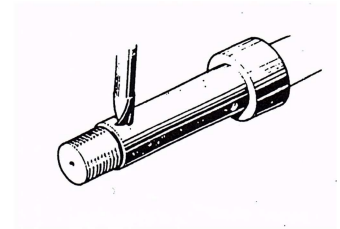
35



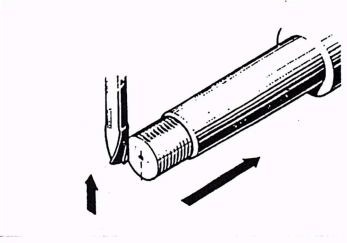
36



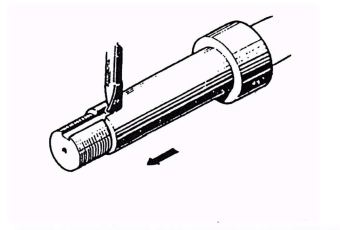
37



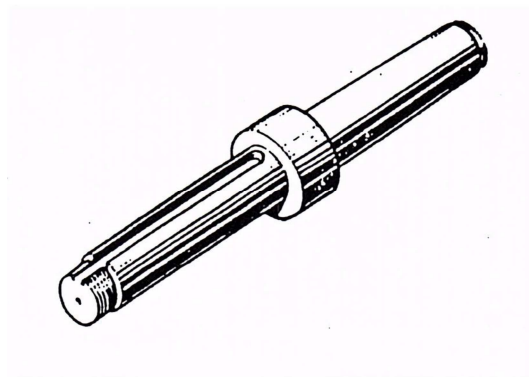
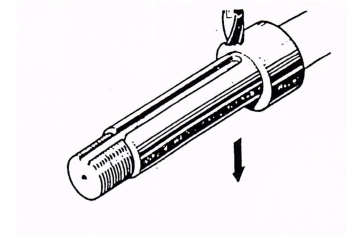
38



39



40



4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

- Burghardt H., Axelrod A. and J. Anderson**, 1959. *Machine Tool Operation – Part 1: Safety, Measuring Tools, Bench work, Drill Press, Lathe, Forge work*. McGRAW – HILL BOOK COMPANY, ISBN 07-008961-2.
- Ernest S.**, 1980. *The Mitchell Beazley encyclopaedia of Working in wood*. Mitchell Beazley Publishers Limited. ISBN 0855332905.
- Μαντέμης Σ.**, 1996. *Εργαλειομηχανές Ι*. Βιβλιοθήκη του μηχανολόγου. Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις - Γ. & Σ. Παρίκου & ΣΙΑ Ε.Ε., ISBN 960-331-132-4.
- Παρίκου Γ.Ι.**, 1988. *Μηχανουργική Τεχνολογία*. Εκδόσεις ΙΩΝ. ISBN 960-405-076-1.
- Pollack H.W.**, 1976. *Tool design*. Reston Publishing Company, Inc. ISBN 0-87909-840-6.
- Steeds W.**, 1964. *Engineering Materials Machine Tools and Processes*. Longman Group LTD, London, ISBN 0582427290.
- Τεχνικό Πανεπιστήμιο Κρήτης**, 2012. Σημειώσεις μαθήματος. Πολυτεχνική Σχολή Κρήτης, Εργαστήριο Μικρομηχανικής και Κατασκευών.
(<http://www.m3.tuc.gr/ANAGNWSTHRIO/CNC/SHMEIWSEIS/3-2-CUT.pdf>)

Ιστοσελίδες

- Νόησις**, 2012. *Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία*. Κέντρο Διάδοσης Επιστημών & Μουσείο Τεχνολογίας. (http://www.tnth.edu.gr/aet/thematic_areas/p527.html)
(<http://www.archimedesclock.gr/gr/kataskeves/diafora/tornos.html>)
(<http://www.historicgames.com/lathes/springpole.html>).
- Wikipedia**, 2013. ([http://wikipedia.qwika.com/en2el/Lathe_\(tool\)](http://wikipedia.qwika.com/en2el/Lathe_(tool)))
- Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Σάμου**, 2008. Αρχείο Φωτογραφιών Σαμιακής Λαογραφίας, (http://culture.samos.gr/c/portal_public/).
- Rettie**, 2009. *Lathes Part 1: About Medieval and Renaissance Lathes*. (http://www.bloodandsawdust.com/Blood_and_Sawdust/Lathes_Part_1__About_Medieval_and_Renaissance_Lathes.html).