

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

**ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: Εργαλεία διάνοιξης οπών – δράπανος**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Κάλφας Γεώργιος**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Χατζηφωτίου Θωμάς**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ  
ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: Εργαλεία διάνοιξης οπών – δρόπανος**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Κάλφας Γεώργιος**

**ΑΜ: 4152**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## Περίληψη

Για την παραγωγή ενός βιομηχανικού προϊόντος, το οποίο μπορεί να αποτελείται από ένα έως και χιλιάδες εξαρτήματα απαιτείται αναμφισβήτη η κατεργασία των πρώτων υλών, για να προσδοθεί στο ή στα εξαρτήματα που απαρτίζουν το εκάστοτε προϊόν η κατάλληλη μορφή. Τα υλικά είναι είτε μέταλλα, είτε πολυμερή, είτε ξύλο είτε οτιδήποτε άλλο βιομηχανικό υλικό μπορεί να μορφοποιηθεί και να κατεργασθεί.

Στην εργασία αυτή σχετικά με τα εργαλεία διάνοιξης οπών και τον δρόπανο, θα δοθούν σημαντικές πληροφορίες στον αναγνώστη για την καλύτερη κατανόηση.

Επιπλέον θα αναφερθούν και άλλα σημαντικά κεφάλαια όπως: δημιουργία αποβλήτου, πληροφορίες για το τρυπάνι και τα διάφορα είδη στα οποία διακρίνεται, τα υλικά των κοπτικών εργαλείων και οι γεωμετρίες τους, δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την κοπή (γενικά) και άλλα κεφάλαια που σχετίζονται με την κατεργασία της διάτρησης που είναι πολύ σημαντικά αλλά και απαραίτητα για την καλύτερη κατανόηση της διάνοιξης των οπών.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο, γίνεται αναφορά στο κοπτικό εργαλείο της διάτρησης, στις εργαλειομηχανές διάτρησης, στις συνθήκες κοπής, στα απόβλητα που παράγονται κατά την διάτρηση, και στα υγρά κοπής. Στο δεύτερο γίνεται εκτενή αναφορά για τον δρόπανο και τα διάφορα είδη στα οποία διακρίνεται αλλά και σε τι πρέπει να προσέχουμε και τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνουμε κατά την διαδικασία διάνοιξης οπών για την προσωπική μας ασφάλεια αλλά και των συναδέλφων μας, και τέλος γίνεται αναφορά και στις φρέζες.

Σκοπός της εργασίας είναι να καταλάβει και να γνωρίσει ο αναγνώστης την διαδικασία της διάτρησης, τα εργαλεία διάνοιξης οπών καθώς και τις εργαλειομηχανές που απαιτούνται για την διάνοιξη οπών.

## **Abstract**

For the production of industrial product, which can be constituted from one up to thousands elements is required undeniably the treatment of raw material, in order to it is lent in or in the elements that compose the each pronoun suitable form. The materials are or metals, or multilateral, or timber or anything other industrial material can morfopojicej' and process.

In this work with regard to the tools of opening up of apertures and drill, will be given important information in the reader on the better comprehension.

Moreover will be reported also other important chapters as: creation of waste, information on the drill and the various types in which it is distinguished, the materials of their cutting tools and geometry's, forces that are developed at the cutting (generally) and other capital that is related with the treatment of perforation that is very important but also essentially for the better comprehension of opening up of apertures.

The work is separated in two parts. In first, becomes report in the cutting tool of perforation, in the machine-tools of perforation, in the conditions of cutting, in the waste that is produced at the perforation, and in the liquids of cutting. In second becomes extensive report on drill and the various types in which it is distinguished but also in what it should we are careful also the measures that it should we take at the process of opening up of apertures for our personal safety but also our colleagues, and finally it becomes report and in freezes.

Aim of work is to occupy and knows the reader the process of perforation, the tools of opening up of apertures as well as the machine-tools that are required for the opening up of apertures.

## Πρόλογος

Στα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα άρχισε στην Αγγλία μια εξέλιξη η οποία μετέτρεψε αυτή την χώρα σε κέντρο της σύγχρονης τεχνολογίας. Αυτή η εξέλιξη οδήγησε στην εκμηχάνιση της παραγωγής, ένα φαινόμενο που ήταν μέχρι τότε άγνωστο στην Ιστορία. Η εκμηχάνιση με τις αλλεπάλληλες δοκιμές, τις λειτουργικές βελτιώσεις, έδωσε την θέση της στην εκβιομηχάνιση και αυτή με την σειρά της το έναυσμα για την βιομηχανική επανάσταση.

Η βιομηχανική επανάσταση, αναμφισβήτητα συντέλεσε στην εξέλιξη της βιομηχανικής παραγωγής, καθώς και στην αυτοματοποίησή της. Τα νέα συστήματα παραγωγής, διαθέτουν πλέον υπερσύγχρονες εργαλειομηχανές CNC, οι οποίες αυξάνουν την παραγωγή μεγιστοποιώντας την ποιότητα των προϊόντων. Συνάρτηση της ποιότητας είναι και η φθορά των κοπτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται στις κατεργασίες, αλλά και για τα διάφορα εργαλεία διάνοιξης οπών.

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας, επιλέχθηκαν να αναφερθούν τα εργαλεία διάνοιξης οπών και να γίνει εκτενής αναφορά στον δρόπανο, καθώς κρίθηκε σκόπιμο να γίνει αναφορά και στην κατεργασία της διάτρησης για την διάγνωση φθοράς τσων κοπτικών εργαλείων, δεδομένο ότι η διάτρηση είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη κατεργασία αφαίρεσης υλικού, θεωρήθηκε αναγκαία η αναφορά σε αυτήν.

### Ευχαριστίες

Οφείλω να ευχαριστήσω θερμά για την βοήθεια που μου προσέφεραν στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας:

Τον κύριο Θωμά Χατζηφωτίου, Καθηγητή της Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού της Μακεδονίας, για την βοήθεια του και για το ότι με εμπιστεύθηκε την παραπάνω πτυχιακή εργασία.

Τον κύριο Παντελή Ν.Μπότσαρη, Επίκουρο Καθηγητή της Πολυτεχνικής Σχολής του Δ.Π.Θ., για την συνεργασία του καθ' όλη την διάρκεια συγγραφής της πτυχιακής εργασίας.

Την οικογένεια μου, για την υπομονή και την υποστήριξή της.

## Κεφάλαιο 1. Γενικά για την διάτρηση και το κοπτικό εργαλείο

### 1.1 Εισαγωγή

Τι εννοούμε όταν λέμε διάτρηση; Η απάντηση θα ήταν ευκολότερη αν το ερώτημα ήταν ( Τι εννοούμε λέγοντας τρυπάνισμα ‘τρύπημα’ ή δημιουργία μίας τρύπας;). Τότε, εύκολα, θα απαντούσαμε ότι η διάτρηση είναι η πράξη εκείνη που ως αποτέλεσμα, έχει μία κυλινδρική τρύπα σε ένα στερεό σώμα. Για να αναφερόμαστε, και να απαντάμε, Τι εννοούμε όταν λέμε διάτρηση; Η απάντηση θα ήταν ευκολότερη αν το ερώτημα όμως σωστά και επιστημονικά η λέξη διάτρηση αναφέρεται σε μία μηχανουργική κατεργασία κατά την οποία γίνεται αφαίρεση υλικού με ένα κοπτικό εργαλείο το οποίο ονομάζεται ελικοειδές τρυπάνι ή απλούστερα τρυπάνι.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κοπτικών εργαλείων που σχετίζονται με τη κατεργασία της διάτρησης. Επίσης για μία ορθή τέτοια κατεργασία απαιτούνται και μερικά άλλα βοηθητικά μέσα κάποια από τα οποία είναι οι συσκευές ή ιδιοσυσκευές συγκράτησης, μέγγενες, ψυκτικά υγρά ( υγρά κοπής), κ.ά. Αρκετές μέθοδοι και τύποι διάτρησης υπάρχουν και έχουν αναπτυχθεί σε ερευνητικά ινστιτούτα καθώς και στη βιομηχανία.

Γενικότερα μπορούμε να πούμε με σαφήνεια πως η διάτρηση είναι μία από τις βασικότερες μεθόδους παραγωγής και δημιουργίας οπών. Στην περίπτωση αυτή, το κοπτικό εργαλείο είναι το τρυπάνι με το οποίο μπορεί να διανοιχθεί μία οπή σε ένα στερεό σώμα ή να διευρυνθεί μια προϋπάρχουσα ( διεύρυνση οπής). Ωστόσο υπάρχουν πολλές άλλες κατεργασίες που συντείνουν στη διάνοιξη ( ή δημιουργία) οπών, όπως το μπόρινγκ ( boring), η γλύφανση ( reaming), η εκγλύφανση (broaching) και η εσωτερική λείανση ( internal grinding). Η διάτρηση εντούτοις ενδείκνυται για την πλειοψηφία των περιπτώσεων των οπών που θα διανοιχτούν πάνω σε ένα προϊόν σε κάποιο μηχανουργείο και αυτό επειδή είναι απλή, γρήγορη και οικονομική μέθοδος δημιουργίας οπών. Οι υπόλοιπες μέθοδοι χρησιμοποιούνται κυρίως για περισσότερη ακρίβεια, πιο λείες και μεγαλύτερες οπές. Χρησιμοποιούνται συνήθως αφού τρύπανο έχει κάνει ήδη την καθοδηγητική οπή.

Η διάτρηση καθαυτή είναι μία από τις πιο περίπλοκες μηχανουργικές κατεργασίες. Το κύριο χαρακτηριστικό που τη διακρίνει από άλλες κατεργασίες είναι η συνδυασμένη κοπή και απότμηση του κατεργαζόμενου υλικού στην ακμή της κόψης στο κέντρο του τρυπανιού.

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται στη διάτρηση αποκαλύπτουν μερικά σημαντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, όπως αυτού της παραγωγικής διαδικασίας οπών. Το βάθος κοπής, το οποίο είναι μια θεμελιώδης διάσταση σε άλλες διαδικασίες κοπής, ανταποκρίνεται περισσότερο στην ακτίνα του τρυπανιού. Το μη παραμορφωμένο πλάτος του αποβλήτου είναι ισοδύναμο με το μήκος του χείλους του τρυπανιού, το οποίο εξαρτάται από την γωνία κορυφής όπως και από το μέγεθος του τρυπανιού. Για ένα προκαθορισμένο set-up, το μη παραμορφωμένο πλάτος του αποβλήτου είναι σταθερό στην διάτρηση. Η ταχύτητα πρόωσης που διευκρινίζεται

για την διάτρηση είναι η πρόωση ανά περιστροφή της ατράκτου της εργαλειομηχανής της διάτρησης, ενώ μια πιο θεμελιώδης ποσότητα είναι η πρόωση ανά δόντι. Η πρόωση ανά δόντι για τα κοινά τρυπάνια δύο αυλακιών, ισούται με την μισή τιμή της πρόωσης ανά περιστροφή. Το μη παραμορφωμένο πάχος του αποβλήτου διαφέρει από την πρόωση ανά δόντι και εξαρτάται από την γωνία κορυφής ( ή γωνία σημείου).

Από την στιγμή που το τρυπάνι συμπλεχθεί με το κατεργαζόμενο τεμάχιο, η επαφή είναι συνεχής μέχρι το τρυπάνι να « σπάσει » την κάτω επιφάνεια και να την αποσύρει από την οπή. Από αυτή την άποψη, η διάτρηση μοιάζει με το τορνίρισμα και είναι αντίθετη από το φρεζάρισμα. Συνεχής κοπή σημαίνει ότι σταθερές δυνάμεις και θερμοκρασίες θα παραμείνουν και αργότερα από την επαφή μεταξύ του τρυπανιού και του κατεργαζόμενου τεμαχίου.

Ας αναφέρουμε μερικά λόγια για τις τέσσερις προαναφερθείσες μεθόδους κατεργασιών που συντείνουν στην διάνοιξη:

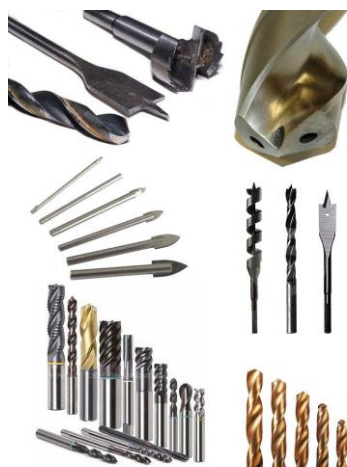
**Boring (μπόρινγκ):** διάτρηση. Μία μηχανική διαδικασία ακρίβειας για παραγωγή εκ νέου εσωτερικών κυλινδρικών μορφών αφαιρώντας μέταλλο με εργαλεία μονού άκρου ή πολλαπλών ακμών.

**Reaming:** εκγλύφανση. Μηχανική διαδικασία που χρησιμοποιεί κοπτικό εργαλείο με αυλακώσεις για να λειάνει, να μεγαλώσει ή να δώσει ακριβές μέγεθος στην υπάρχουσα οπή. Η εκγλύφανση ή εκτόρνευση χρησιμοποιεί τους ίδιους τύπους μηχανών όπως και η διάτρηση.

**Broaching:** λείανση. Μια διαδικασία που χρησιμοποιεί ένα μακρύ, οδοντωτό κοπτικό εργαλείο για να σχηματίσει και να τελειώσει προοδευτικά μία οπή, χαραματιά, κοιλότητα ή περίγραμμα σε ένα μόνο πέρασμα (πάσο), καθώς το κοπτικό τραβιέται σε μία ευθεία γραμμή ως προς το κατεργαζόμενο κομμάτι.

Internal Grinding: εσωτερική λείανση. Η λείανση της επιφάνειας μίας οπής σε ένα κατεργασμένο κομμάτι.

Το τρυπάνι....



**Σχήμα 1.1** Τρυπάνια διαφόρων γεωμετρικών χαρακτηριστικών και υλικών κοπής.

## 1.2 Ονοματολογία ελικοειδούς τρυπανιού

Το κοινό ελικοειδές τρυπάνι έχει κάποια χαρακτηριστικά στοιχεία, βάσει των οποίων συγκεκριμενοποιείται η χρήση του. Για παράδειγμα η γωνία κορυφής του (ή αλλιώς η γωνία του σημείου), μεταβάλλεται ανάλογα με το υλικό του εκάστοτε κατεργαζόμενου τεμαχίου που πρόκειται να διατρηθεί.

**Τρύπανο ή Τρυπάνι (Drill):** Το τρυπάνι είναι ένα κοπτικό εργαλείο για την δημιουργία οπών. Έχει παραπάνω από μία κοπτικές ακμές (ή κόψεις) και αυλάκια για να επιτρέπουν στα διάφορα κοπτικά υγρά να εισέρχονται στην οπή που δημιουργείται και την απομάκρυνση των αποβλήτων (γρέζια ή τσιπς) που δημιουργούνται κατά την κοπή. Έχει το σχήμα κυλινδρικής ράβδου και αποτελείται κυρίως από το στέλεχος, τον κορμό και τις κοπτικές ακμές.

**Στέλεχος ή άκρο του τρυπανιού (Shank):** Το στέλεχος είναι τμήμα του τρυπανιού το οποίο συγκρατείται και καθοδηγείται. Έχει κωνική ή κυλινδρική γεωμετρία. Τρυπάνια με μικρή διάμετρο συνήθως έχουν κυλινδρικά στελέχη ενώ τρυπάνια με μεγαλύτερη διάμετρο έχουν κωνικά στελέχη και στο άκρο τους μία προεξοχή ώστε να εξασφαλίσουν ακριβή τοποθέτηση και σταθερή περιστροφική κίνηση.

**Λαβή, προεξοχή (Tang):** Η προεξοχή είναι ένα επιπεδοποιημένο τμήμα στο άκρο ενός κωνικού στελέχους το οποίο εφαρμόζει μέσα σε μία κοιλότητα-οδηγό του συστήματος συγκράτησης του τρυπανιού (τσόκ ή κόλλετ ή φωλιά) που βρίσκεται στην απόληξη της ατράκτου της μηχανής.

**Κορμός ή σώμα (Body):** Το τμήμα του τρυπανιού που εκτείνεται από τον λαιμό ή το στέλεχος έως τις εξωτερικές γωνίες των κοπτικών χειλιών και περιλαμβάνει τους ελικοειδείς αύλακες. Εναλλακτικά, το σώμα του τρυπανιού που επεκτείνεται από το στέλεχος ως την κορυφή της κόψεως, και περιλαμβάνει: τους ελικοειδείς αύλακες, τις οδηγητικές λωρίδες, τις κοπτικές ακμές και την εγκάρσια κόψη. Κατά την διάρκεια του ακονίσματος των κόψεων, ο κορμός είναι εκείνος που μερικώς απομακρύνεται.

**Σημείο (Point):** Η κοπτική άκρη του τρυπανιού. Στην μορφή μοιάζει με κώνο, αλλά παρουσιάζει διάκενο πίσω από τα χείλη κοπής για να υπάρχει ελευθερία κοπής.

**Ελικοειδής αύλακες (Flutes):** Οι ελικοειδείς αύλακες είναι αυλάκια που κόβονται ή διαμορφώνονται στο σώμα του τρυπανιού, ώστε να παρέχονται τα κοπτικά χείλη, για να απομακρύνονται τα απόβλητα και για να επιτρέπεται στα διάφορα υγρά κοπής να εισέρχονται ως την κορυφή της κόψης, να οδηγούνται προς την επιφάνεια του κατεργαζόμενου τεμαχίου, να απορρίπτονται τα σχηματιζόμενα κατά την κοπή απόβλητα και για να ψύχονται οι κοπτικές ακμές. Ταυτόχρονα χρησιμεύουν για την σωστή διαμόρφωση του αποβλήτου. Αν και μη ελικοειδή αυλάκια χρησιμοποιούνται σε μερικές περιπτώσεις, τις περισσότερες φορές αυτά είναι ελικοειδή.



**Περιοχή ή βάση (Land):** Το περιφερειακό τμήμα του σώματος του τρυπανιού ανάμεσα σε γειτονικές αυλακώσεις.

**Περιθώριο (Margin):** Το μη ανακουφισμένο τμήμα της περιφέρειας του κορμού που είναι παρακείμενο στην κοπτική άκρη.

**Ιστός ή πλέγμα (Web):** Ο ιστός ή πλέγμα, είναι το κεντρικό τμήμα του σώματος που δικτυώνει τις ελεύθερες επιφάνειες. Το άκρο του σχηματίζει την σμιλευτική άκρη σε τρυπάνι δύο αυλακώσεων.

**Άκρη της σμίλης (Chisel edge):** Είναι η άκρη στο τέλος του νεύρου που συνδέει τα κοπτικά χείλη.

**Κοπτικά χείλη (Lips):** Οι κοπτικές ακμές ενός τρυπανιού δύο αυλακώσεων, που εξέρχουν από την άκρη του κοπτικού προς την περιφέρεια. Σε τρυπάνι πυρήνα, τα χείλη είναι κοπτικές ακμές, που προεκτείνονται από το κάτω μέρος της λοξοτόμησης προς την περιφέρεια.

**Άξονας (Axis):** Ο άξονας του τρυπανιού είναι η αξονική γραμμή του εργαλείου, ο οποίος είναι κάθετος στην διάμετρο του και εκτείνεται ως τον ιστό. Είναι η γραμμή αναφοράς που ορίζει μια συντεταγμένη, που επιτυγχάνεται τοποθετώντας όλες τις άλλες συντεταγμένες στο μηδέν.

**Λαιμός (Neck):** Το τμήμα της ανοιγμένης διαμέτρου μεταξύ του σώματος και του κορμού του τρυπανιού. Μερικά τρυπάνια έχουν σε ένα τμήμα του μήκους τους, μία στένωση της διατομής τους ανάμεσα στο στέλεχος και στο σώμα.

Εκτός από τους ανωτέρω όρους που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά στοιχεία ενός τρυπανιού, υπάρχουν αρκετοί όροι που αναφέρονται στις διαστάσεις του τρυπανιού, συμπεριλαμβανομένων των σημαντικών γωνιών κοπής. Μεταξύ αυτών, οι όροι είναι οι ακόλουθοι.

**Μήκος (Length):** Η διάσταση κάθε στοιχείου τρυπανιού, που μετριέται παράλληλα στον άξονα του τρυπανιού, είναι το συνολικό μήκος του τρυπανιού. Μαζί με την εξωτερική διάμετρο του τρυπανιού, το αξονικό μήκος αναφέρεται όταν δίνεται το μέγεθος τω τρυπανιών. Επιπρόσθετα το μήκος του κορμού, το μήκος των αυλακιών και το μήκος του λαιμού χρησιμοποιούνται συχνά.

**Πάχος του ιστού (Web Thickness):** Το πάχος του ιστού είναι η μικρότερη διάσταση πέρα από τον ιστό. Μετριέται στο σημείο. Συνήθως αυξάνεται, όταν αυτό ανεβαίνει προς το σώμα και απομακρύνεται από το σημείο (επομένως για κάθε μεγαλύτερη διάμετρο θα είναι και το πάχος του ιστού), και μπορεί να πρέπει να τροχιστεί ελα ττώνοντας έτσι το πάχος του κατά την διάρκεια του ακονίσματος ώστε να μειωθεί το μέγεθος από την άκρη των σμιλών. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται 'λέπτυνση ή εκλέπτυνση του ιστού'.

**Διάκενο διαμέτρου – σώματος (Body – Diameter Clearance):** Το τμήμα της επιφάνειας που κόπηκε έτσι ώστε να μην τρίβεται στα τοιχώματα της οπής.

**Σημείο της μύτης του κοπτικού εργαλείου ή Γωνία της έλικας ή γωνία ελίκωσης των αυλακιών (Helix Angle):** Η γωνία που δημιουργήθηκε από την κύρια

ακμή της βάσης με ένα επίπεδο που περιέχει τον άξονα του τρυπανιού. Τρυπάνια με διάφορες γωνίες είναι διαθέσιμα για τις διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις.

**Γωνία του σημείου (Point Angle):** Η γωνία που εμπεριέχεται ανάμεσα στα χείλη τα προβαλλόμενα επάνω σε κάθε επίπεδο παράλληλο με τον άξονα του τρυπανιού και παράλληλο με τα κοπτικά χείλη. Η γωνία αυτή ποικίλει για τα διαφορετικά υλικά (κομματιών) προς κατεργασία.

**Διάμετρος του σημείου (Point Diameter):** Η διάμετρος στην κοπτική άκρη του κύριου άκρου του λοξότμητου τμήματος.

**Γωνία του χείλους ανακούφισης (Lip Relief Angle):** Είναι η αξονική γωνία ανακούφισης στην έξω άκρη του χείλους και αντιστοιχεί στις συνηθισμένες γωνίες ανακούφισης που βρίσκονται σε άλλα κοπτικά εργαλεία. Μετριέται με προβολή σε ένα επίπεδο εφαπτόμενο στην περιφέρεια, στην εξωτερική άκρη του χείλους. Επίσης αυτή η γωνία μετριέται, συνήθως, κατά μήκος της άκρης του τρυπανιού.

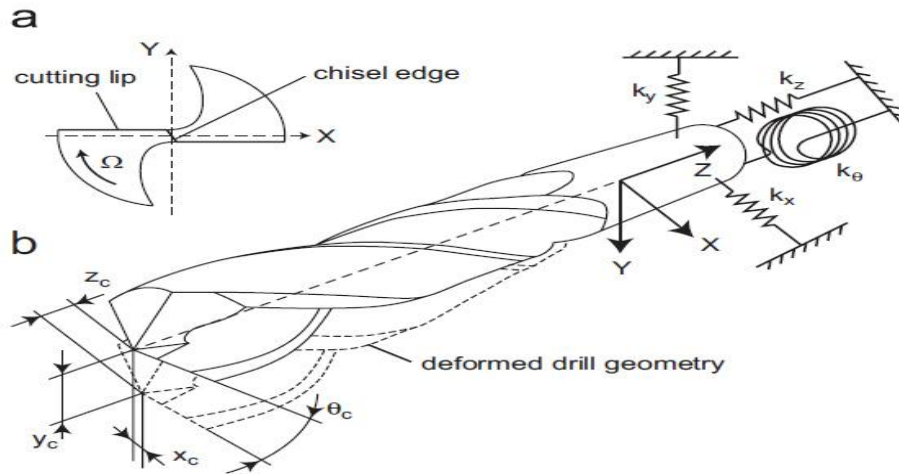
**Γωνία της άκρης της σμίλης (Chisel Edge Angle):** Η γωνία της άκρης της σμίλης, είναι η γωνία μεταξύ του χείλους και της άκρης της σμίλης, όπως φαίνεται από το τέλος του τρυπανιού.

### 1.3 Κατηγορίες Τρυπανιών

Με την εξέλιξη των κατεργασιών, εξελίχθηκαν ταυτόχρονα και τα κοπτικά εργαλεία. Η διαρκής εξέλιξη που συνεχίζεται ακόμα και σήμερα στις μέρες μας, δημιούργησε αρκετούς τύπους τρυπανιών. Αξίζει να αναφερθεί ότι πρωτοπόρος στην εξέλιξη των κοπτικών εργαλείων για βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας ήταν ο Χένρυ Φορντ (Henri Ford).

**Τρυπάνι βημάτων ή βαθμωτό τρυπάνι (Step Drill):** Δύο ή περισσότερες διαμέτροι μπορούν να θεμελιωθούν πάνω σε ένα τρυπάνι, έτσι ώστε να παραχθεί μία οπή με (εσωτερικές) πατούρες (ή βαθμωτές διαμέτρους).

**Τρυπάνι πολυπερικοπών ή τύπου Subland (Subland Drill):** Το τρυπάνι αυτό κάνει ακριβώς την ίδια δουλειά με το βαθμωτό τρυπάνι. Έχει ξεχωριστές περιοχές σε όλο το μήκος του κορμού για κάθε διάμετρο, δεδομένου ότι το βαθμωτό τρυπάνι χρησιμοποιεί μια περιοχή. Ένα τρυπάνι τύπου subland μοιάζει με δύο τρυπάνια που έχουν 'στριφτεί' από κοινού μαζί.



**Σχήμα 1.2** Μετατοπίσεις του τρυπανιού στους τρεις άξονες.

**Στερεά τρυπάνια καρβιδίου (Solid Carbide Drills):** Για την διάτρηση μικρών οπών σε ελαφριά κράματα και μη μεταλλικά υλικά, στερεές ράβδοι καρβιδίου μπορούν να ‘ακονιστούν’ (ή να προσκολληθούν) σε τυποποιημένη γεωμετρία τρυπανιών. Ελαφριές κόψεις χωρίς κρούση πρέπει να ληφθούν υπόψη, επειδή το καρβίδιο είναι αρκετά εύθραυστο.

**Τρυπάνια με καρβίδια τοποθετημένα στην κόψη (Carbide Tipped Drills):** Επιπρόσθετα καρβίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε οι κοπτικές ακμές να γίνουν ανθεκτικότερες ενάντια της φθοράς με τις υψηλότερες ταχύτητες. Μικρότερες γωνίες ελίκων και παχύτεροι ιστοί συχνά χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν την ακαμψία αυτών των τρυπανιών, οι οποίες βοηθούν για να συντηρείται το καρβίδιο. Τρυπάνια με επιπρόσθετα καρβίδια χρησιμοποιούνται ευρύτατα για σκληρά, λειαντικά μη – μεταλλικά υλικά όπως η τεκτονική.

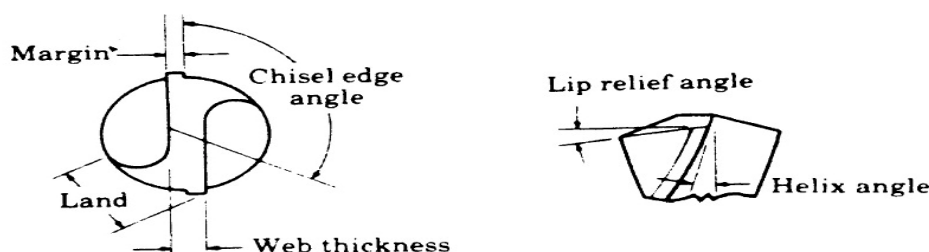
**Τρυπάνι με αγωγούς διελεύσεως του υγρού κοπής (Oil Hole Drills):** Μικρές οπές δια μέσου της βάσης, οι μικροί σωλήνες στις αυλακώσεις που έχουν φρεζαριστεί στις βάσεις, οι οποίες χρησιμεύουν στον εκ πίεσεως εξαναγκασμό του (ψυκτικού) ελαίου προς το σημείο. Αυτά τα τρυπάνια είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις διανοίξεις οπών μεγάλου βάθους κυρίως σε σκληρά υλικά.

**Επίπεδα τρυπάνια (Flat Drills):** Επίπεδοι ράβδοι μπορούν να ακονιστούν (τροχιστούν) με μία τυπική γωνία σημείου. Αυτό δίνει πολύ μεγάλο ελεύθερο χώρο στα απόβλητα (γρέζια), ωστόσο όμως δεν υπάρχει έλικα (ελίκωση) στο τρυπάνι.

**Τρυπάνια με τρεις ή τέσσερις αύλακες (Three and Four Fluted Drills):** Υπάρχουν τρυπάνια με 3 ή 4 αυλάκια τα οποία μοιάζουν με τα τυποποιημένα τρυπάνια εκτός από το ότι δεν έχουν καμία σμιλευτική άκρη. Χρησιμοποιούνται για την διεύρυνση των οπών που έχουν προηγουμένως τρυπηθεί με τρυπάνι ή έχουν διατηρηθεί. Αυτά τα τρυπάνια χρησιμοποιούνται επειδή δίνουν την καλύτερη παραγωγικότητα, ακρίβεια, και επιφανειακή τραχύτητα, από ένα τυποποιημένο τρυπάνι εκ του οποίου θα παρέχονταν η ίδια εργασία. Τέτοιου τύπου εργαλεία, χρησιμοποιούνται ευρέως σε εργαλειομηχανές φρεζαρίσματος (milling machines).

Επειδή δεν έχουν καθόλου άκρες σμίλων, μπορούν και κατεργάζονται τραχείες επιφάνειες με σκοπό την επιπεδοποίηση τους.

**Τρυπάνι και φρέζα (Drill and Countersink):** Ο συνδυασμός τρυπανιού και φρέζας είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την δημιουργία 'κέντρων' σε ράβδους που πρόκειται να τορνευτούν ή να λειανθούν ανάμεσα σε κέντρα (ρεκτιφιάρισμα ατράκτων). Το τέλος αυτού του εργαλείου μοιάζει με ένα τυποποιημένο τρυπάνι. Η φρέζα αρχίζει με μία σύντομη απόσταση πίσω στο σώμα. Ο διπλός συνδυασμός τρυπανιού και φρέζας, συχνά καλείται κεντροτρύπανο.



Σχήμα 1.3 Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά τρυπανιών

**Τρυπάνι βαθιάς διάτρησης (Gun Drilling):** Τα τρυπάνια αυτά ανήκουν στην κατηγορία των εργαλείων που είναι ειδικά σχεδιασμένα για την επίτευξη βαθιάς διάτρησης οπών. Ένα τρυπάνι βαθιάς διάτρησης αποτελείται από τον άξονα, την κεφαλή οπής και την ουρά. Είναι διακεκριμένα για γρήγορη και ακριβή κατεργασία ανεξάρτητα από το βάθος κοπής. Γενικά, ένα τέτοιο τρυπάνι, μπορεί να κρατήσει την ευθύτητα της οπής με ακρίβεια έως και 0,001 mm ανά βάθος χιλιοστού που διεισδύει το τρυπάνι, ακόμη και αν το τρυπάνι δεν είναι κοφτερό. Για τις περισσότερες διεργασίες, ένα εργαλείο βαθιάς διάτρησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μήκη κοπής από 12 έως 25.5 cm σε κραματοποιημένο χάλυβα πριν χρειαστεί το ακόνισμα των κοπτικών του ακμών. Για το αλουμίνιο, μπορεί να είναι έως 40 cm, ενώ για το χυτοσίδηρο είναι συνήθως γύρω στα 50 cm. Ανάλογα με την διάμετρο του εργαλείου, ένα τρυπάνι βαθιάς διάτρησης σπανίως λειτουργεί σε ρυθμούς πρόωσης που υπερβαίνει τα 0.8 mm ανά περιστροφή. Αυτό είναι συγκρινόμενο εξαιρετικά μικρό σε σύγκριση με τις προώσεις που παίρνουν τα ελικοειδή τρυπάνια. Ωστόσο τα τρυπάνια βαθιάς διάτρησης χρησιμοποιούν σχετικά υψηλές ταχύτητες κοπής συγκρινόμενα πάντα με τα ελικοειδή τρυπάνια (HSS). Αυτό, στην ουσία, ερμηνεύεται σε υψηλούς ρυθμούς αφαίρεσης μετάλλου. Για το αλουμίνιο, οι ταχύτητες μπορούν να φτάσουν τα 600 τετραγωνικά πόδια ανά λεπτό (SFPM), ενώ για τους χάλυβες από 400 έως 450 SFPM (κατά την βρετανική ορολογία).

#### 1.4 Συγγενικές διαδικασίες διάτρησης

Αρκετές διαδικασίες συσχετίζονται με την διάτρηση. Παρακάτω παρατίθενται, οι περισσότερες από τις διαδικασίες που ακολουθούν μετά την διάτρηση, εκτός από την δημιουργία κέντρων και της επιπεδοποίησης (Spotfacing) που προηγούνται της διάτρησης. Μία οπή πρέπει να έχει διανοιχθεί αρχικά και έκτοτε να τροποποιηθεί με κάποια από τις παρακάτω διαδικασίες διεκπεραίωσης ή αποπεραίωσης.

**Διεύρυνση οπής (Countersinking):** Μία μηχανουργική διεργασία μηχανής που συσχετίζεται με την διάτρηση, η οποία χρησιμοποιεί ένα κοπτικό εργαλείο γωνιακής άκρης για να λοξοτομήσει ή να κάνει κωνικό το υλικό γύρω από την περιφέρεια της οπής. Είναι παρόμοια διαδικασία με αυτή της αντιδιάτρησης, εκτός από το βήμα το οποίο είναι γωνιακό.

**Δημιουργία κέντρων ή κεντράρισμα (Centering):** Το ‘Τρύπημα κέντρων’ χρησιμοποιείται για τον ακριβή προσδιορισμό της οπής που θα τρυπηθεί.

**Ισοπέδωση άκρου οπής (Spotfacing):** Η επιπεδοποίηση ή ισοπέδωση του άκρου της οπής, χρησιμοποιείται ώστε να εξασφαλίζεται μία επιπεδοποιημένη περιοχή (ή τμήμα) σε μία επιφάνεια ενός τεμαχίου ή εξαρτήματος.

### 1.5 Διάτρηση οπών μικρής διαμέτρου

Για μία σχετικά μεγάλη περίοδο ετών εμπειρίας και παρατήρησης, η γνώση έχει ενισχυθεί σύμφωνα με τις επιτυχέστερες πρακτικές που ακολουθήθηκαν κατά την διάτρηση στα μέταλλα και σε μη μεταλλικά υλικά. Ταχύτητες, προώσεις και τεχνικές όξυνσης (ακονίσματος), για διάφορα υλικά καθώς τεχνικές λίπανσης και λοιπές βοήθειες, έχουν αντικειμενικά τυποποιηθεί.

Έχει διαπιστωθεί, ωστόσο, ότι όταν πρόκειται να ανοιχθούν οπές πολύ μικρής διαμέτρου (για παράδειγμα διάμετροι από 1 mm έως 3 mm) οι σταθερές που ικανοποιούν τις διαδικασίες για την διάνοιξη μεγαλύτερων από τις προαναφερόμενες διαμέτρους δεν ισχύουν. Αυτό οφείλεται στους παρακάτω λόγους:

1. Τα μικρά τρυπάνια είναι κατά πολύ μακρύτερα σε σχέση με την διάμετρο τους (απ 40 έως 60 φορές την διάμετρο). Είναι, επομένως, ‘εκτεθειμένα’ και είναι πολύ πιθανό, να καταπονηθούν σε στρέψη και κάμψη.

2. Οι ιστοί, των μικρών τρυπανιών, είναι αναλογικά πολύ στιβαρότεροι από τους ιστούς των μεγάλων τρυπανιών. Αυτή η κατασκευή αυξάνει την απαιτούμενη ισχύ και μικραίνει τον όγκο των αποβλήτων.

3. Το έργο των ‘μικρών τρυπανιών’, είναι να διανοίξουν οπές που είναι συγκριτικά με την διάμετρο τους, μεγάλες σε βάθος. Για αυτό οι διαδικασίες διάτρησης συγκαταλέγονται στην οικογένεια των βαθιών’ οπών.

Επειδή τα μήκη αυτών των μικρών τρυπανιών πρέπει να διατηρηθούν για τη χάρη της λειτουργικότητάς τους, και δεδομένου ότι είναι μη πρακτικό να κατασκευαστούν με λεπτότερους ιστούς, επακόλουθο είναι ότι οι συνθήκες διάτρησης πρέπει να ρυθμιστούν για να δώσουν ένα λογικό ποσό απόδοσης. Αυτό περιλαμβάνει:

1. Κατάλληλες ταχύτητες και προώσεις κοπής.

2. Καθοδήγηση του τρυπανιού, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η παρεκτροπή και η απόκλιση.

3. Συχνή και επαρκής ροή των αποβλήτων.

4. Προσεχτικός επανα-τροχισμός αρκετά συχνά ώστε να αποτραπεί η εξασθένηση της κόψης.

5. Τα τρυπάνια να λειαίνονται με μεγαλύτερη γωνία χείλους ανακούφισης, τόσο στην περιφέρεια όσο και στην άκρη της σμίλης.

## Κεφάλαιο 2. Εργαλειομηχανές διάτρησης

### 2.1 Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα και ουσιαστικά εργαλεία σε οποιοδήποτε ‘μηχανουργείο’ είναι η εργαλειομηχανή διάτρησης ή δράπανο. Αν και κατά κύριο σκοπό η εργαλειομηχανή αυτή χρησιμοποιείται για διάτρηση οπών, αρκετά συχνά χρησιμοποιείται για διάτρηση τύπου μπόρινγκ (boring), γλύφανση (reaming), σχηματισμό εσωτερικού σπειρώματος (tapping), αντιδιάτρηση (counterboring), διεύρυνση οπής (Spotfacing).

Όλες οι εργαλειομηχανές διατρήσεων λειτουργούν πάνω στην ίδια βασική αρχή. Η άτρακτος περιστρέφει το κοπτικό εργαλείο, το οποίο προωθείται είτε χειροκίνητα είτε αυτόματα προς το κατεργαζόμενο κομμάτι (για να γίνει η κοπή) το οποίο τοποθετείται πάνω στην τράπεζα της μηχανής και/ή συγκρατείται με κατάλληλη διάταξη (ιδιοσυσκευή) συγκράτησης, π.χ. σε μία μέγγενη. Για μία επιτυχή διαδικασία διάτρησης, πάνω σε οποιαδήποτε μηχανή διάτρησης, απαιτείται η καλή γνώση της εργαλειομηχανής (το ρύθμισμα των κατάλληλων προώσεων και ταχυτήτων κοπής), κατάλληλο σετάρισμα της διαδικασίας, σωστή ταχύτητα και πρόωση κοπής και κατάλληλη χρήση των υγρών κοπής που αρμόζουν σε κάθε υλικό και κατεργασία.

### 2.2 Είδη και τύποι των εργαλειομηχανών διάτρησης

Πολλοί τύποι και μεγέθη εργαλειομηχανών διάτρησης χρησιμοποιούνται στον κατασκευαστικό τομέα. Ταξινομούνται ανάλογα με το βάρος και το μέγεθος τους, από ένα απλού τύπου ‘ευαίσθητο’ δράπανο το οποίο τοποθετείται πάνω σε ένα πάγκο μέχρι τα μεγάλα πολυάτρακτα δράπανα που είναι ικανά να καθοδηγούν πολλά τρυπάνια, ταυτόχρονα.

Αρχίζοντας από τα απλού τύπου δράπανα έως τα πολυσύνθετα, θα αναφέρουμε συνοπτικά τα χαρακτηριστικά τους γνωρίσματα και τις δυνατότητες τους.

#### 2.2.1 Ταξινόμηση μεγέθους

Το μέγεθος (ικανότητα) μιας μηχανής διατρήσεων καθορίζεται από όλα τα ακόλουθα χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

1. Μέγιστη διάμετρος τρυπανιού D (mm).

2. Κώνος Morse ατράκτου.
3. Κώνος Morse σφινγκτήρα.
4. Μέγιστη διαδρομή τρυπανιού (mm).
5. Απόσταση άξονα ατράκτου από την στήλη, A (mm).
6. Μέγιστο ύψος ατράκτου από την τράπεζα, H1 (mm)
7. Μέγιστο ύψος ατράκτου από την πλάκα βάσεως, H2 (mm)
8. Αριθμός περιστροφικών ταχυτήτων.
9. Περιοχή περιστροφικών ταχυτήτων.
10. Αριθμός προώσεων.
11. Περιοχή προώσεων (μέγιστη ή ελάχιστη) {στροφές}.

Βασικό προδιαγραφόμενο μέγεθος του δραπάνου αποτελεί η μέγιστη διάμετρος του τρυπανιού (ονομαστική διάμετρος) για κατεργασία χάλυβα μέγιστης αντοχής (50-60 daN/mm. Το μέγεθος αυτό χαρακτηρίζει την ικανότητα διάτρησης του δραπάνου.

#### **2.2.1.1 Το Απλό δράπανο ή επιτραπέζιο δράπανο**

Ένα απλού τύπου δράπανο μπορεί να τοποθετείται στο δάπεδο, ή να τοποθετείται πάνω σε ένα πάγκο, έχοντας μία κοντύτερη στήλη. Η κινηματική (δηλ. οι κινήσεις) αυτής της εργαλειομηχανής είναι πολύ απλή. Η τράπεζα (του επιδαπέδιου μοντέλου) μπορεί να ανυψώνεται ή να χαμηλώνεται καθώς και να περιστρέφεται γύρω από την στήλη της εργαλειομηχανής. Η άτρακτος περιστρέφεται και μπορεί να χαμηλωθεί και να ανυψωθεί, χαλαρώνοντας τους σφινγκτήρες σε μία κλίμακα 100 mm με 200 mm. Ειδικά Stoppers, μπορούν να τεθούν ως όριο για να περιορίσουν και να θέσουν το βάθος της διάτρησης.

Γενικά είναι ένα απλό και ελαφρύ δράπανο για ελαφρές εργασίες. Είναι συνήθως πολύστροφο.

#### **2.2.1.2 Ευαίσθητο δράπανο**

Ο όρος 'ευαίσθητο' χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει ότι η πρόωση δίδεται από το χέρι του χειριστή, όχι αυτόματα, και ότι η άτρακτος μαζί με την κεφαλή της κοπής (το τσόκ μαζί με το τρυπάνι) αντισταθμίζονται και έτσι, ο χειριστής μπορεί να 'νοιώσει' και να εφαρμόσει περισσότερη ή λιγότερη πίεση που απαιτείται για την πιο αποδοτική και σωστή κοπή.

Η εργαλειομηχανή αυτή έχει τις ίδιες κινήσεις με την προηγούμενη συν έναν τηλεσκοπικό κοχλία για την αύξηση και το χαμήλωμα της τράπεζας. Αυτά τα δύο

επιπλέον χαρακτηριστικά επιτρέπουν ευκολότερο χειρισμό διαφόρων τεμαχίων προς κατεργασία με διαφορετικά μεγέθη και χαρακτηριστικά.



**Σχήμα 1.4 (a) Σύγχρονο χειροκίνητο δρόπανο, (b) Κάθετο κέντρο κατεργασίας CNC, (c) Αυτόματος τροφοδότης κοπτικών εργαλείων.**

### **2.2.1.3 Το ακτινωτό δρόπανο (τύπου Radial)**

Το μήκος του βραχίονα κατά μήκος του οποίου η άτρακτος στηρίζεται και μετακινείται διευκρινίζει το μέγεθος του τύπου της μηχανής αυτής. Αυτός ο βραχίονας μπορεί να είναι από 1 μέτρο μέχρι 3.5 μέτρα μακρύ. Η διάμετρος της στήλης που συγκρατεί το βραχίονα μπορεί να είναι από 250 mm μέχρι 800 mm. Στο ακτινωτό δρόπανο, λόγω των δυνατοτήτων μετακίνησης τις οποίες έχει η εργαλειοφόρος του κεφαλή, είναι δυνατόν με ένα και μόνο δέσιμο του κομματιού να κατεργασθούμε όλες τις τρύπες του. Για μεγάλες παρτίδες παραγωγής, ο βραχίονας μπορεί να περιστραφεί 180 μοίρες και η δουλειά μπορεί να γίνει στο δάπεδο του μηχανουργείου γύρω από τον δρόπανο. Οι ταχύτητες και οι προώσεις κοπής επιλέγονται από τον χειριστή της μηχανής και είναι οι ίδιες όπως και για άλλου τύπου δρόπανα. Η διάτρηση είναι είτε χειροκίνητη είτε με τροφοδοσία από κάποια μηχανή. Για εργασίες σε μεγάλα και βαριά κομμάτια και για παραγωγή κατά μονάδα (ένα και έξω), όπως και για παραγωγή σε παρτίδες, το ακτινωτό δρόπανο είναι το πιο κατάλληλο. Στο ακτινωτό δρόπανο, λόγω των δυνατοτήτων μετακίνησης τις οποίες έχει η εργαλειοφόρος του κεφαλή, είναι δυνατόν με ένα και μόνο δέσιμο του κομματιού να κατεργασθούμε όλες τις τρύπες του. Αυτό προφανώς προφυλάσσει από σφάλματα κυρίως στη θέση των κέντρων των οπών, τα οποία μπορούν να προέλθουν από διαδοχικές, για το άνοιγμα κάθε τρύπας, προσδέσεις του τεμαχίου.

Το δρόπανο αυτό αποτελείται από την στήλη, που στηρίζεται κατάλληλα στην βάση του. Στην στήλη προσαρμόζεται ο βραχίονας που φέρει την εργαλειοφόρο κεφαλή, στην οποία προσδένεται το τρυπάνι. Ο βραχίονας αυτός έχει δυνατότητα να περιστρέφεται γύρω από την στήλη, και να ανεβοκατεβαίνει, ενώ η εργαλειοφόρος κεφαλή μπορεί να μετακινείται σε ολισθητήρες κατά μήκος του βραχίονα. Η τράπεζα του ακτινωτού δροπάνου, στην οποία στηρίζεται το κομμάτι είναι σταθερή, άρα και το κομμάτι παραμένει σταθερό. Έτσι, η άτρακτος του δροπάνου που φέρει το τρυπάνι, έχοντας από το ένα μέρος δυνατότητα μετακινήσεως κατά την κατακόρυφη



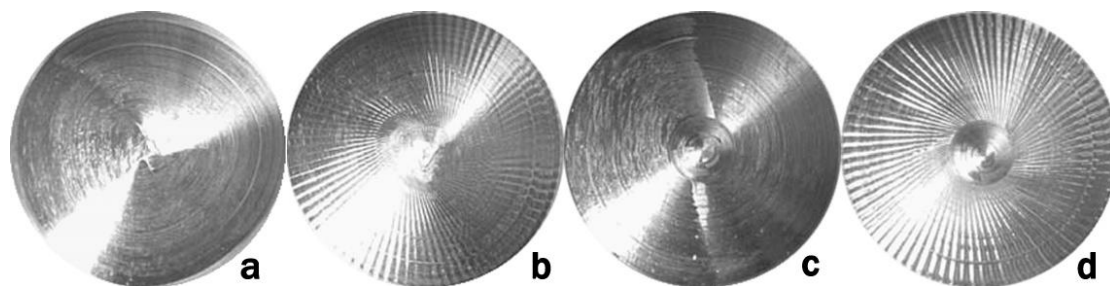
διεύθυνση (με ανεβοκατέβασμα του βραχίονα στην στήλη) και από το άλλο μέρος δυνατότητα περιστροφής και ακτινικής μετατοπίσεως στο οριζόντιο επίπεδο ( με περιστροφή του βραχίονα γύρω από την στήλη και μετακίνηση της εργαλειοφόρου κεφαλής κατά μήκος του βραχίονα) μπορεί κάθε φορά να παίρνει με ακρίβεια θέση επάνω από το κέντρο κάθε τρύπας που πρόκειται να ανοιχθεί ή να αποπερατωθεί.

#### **2.2.1.4 Το πυργωτό δράπανο**

Σε αυτό το δράπανο η εργαλειοφόρος κεφαλή, στην οποία προσδένονται διάφορα τρυπάνια συνήθη ή ειδικά και συναφή εργαλεία, έχει δυνατότητα περιστροφής έτσι, ώστε κάθε φορά να παίρνει θέση για εργασία ένα από τα εργαλεία αυτά. Η περιστροφή της κεφαλής γίνεται αυτόματα. Σε ένα τέτοιο δράπανο είναι δυνατή και η πλήρης αυτοματοποίηση και με ψηφιακή καθοδήγηση. Πυργωτά δράπανα με έξι, ή οκτώ ατράκτους καθιστούν ικανό τον χειριστή για να χρησιμοποιεί μια ευρεία ποικιλία κοπτικών και να μετακινεί το κατεργαζόμενο κομμάτι μόνο μερικά εκατοστά, σύμφωνα με το διάστημα των οπών. Ο πυργίσκος μπορεί να περιστραφεί σε μία κατεύθυνση, και έπειτα να χαμηλώσει, με το χέρι ή αυτόματα, για να πραγματοποιηθεί η κατεργασία. Ταχύτητες πρόωσεις και βάθη κοπής μπορούν να προρυθμιστούν για μία γρηγορότερη παραγωγή. Οι εργαλειομηχανές αυτές κατασκευάζονται με ηλεκτρονική μονάδα (CNC) έτσι ώστε ο χειριστής πρέπει μόνο να τοποθετεί και να παραλαμβάνει το τεμάχιο από την μηχανή. Σε ένα τέτοιο δράπανο είναι δυνατή και πλήρης αυτοματοποίηση και με ψηφιακή καθοδήγηση.

#### **2.2.1.5 Το πολυάτρακτο δράπανο**

Είναι δράπανο μαζικής παραγωγής και έχει ως σκοπό να ανοίγει συγχρόνως πολλές τρύπες, με διαφορετική συνήθως διάμετρο, σε διάφορες θέσεις στο ίδιο κομμάτι. Κατασκευάζεται κατά κανόνα ως κατακόρυφο δράπανο. Η κίνηση πρόωσεως εκτελείται, ως επί το πλείστον από την τράπεζα μέσω κατάλληλου μηχανισμού μεταδόσεως μεταφορικής κινήσεως. Έτσι, αποφεύγεται η μετακίνηση της βαριάς εργαλειοφόρου κεφαλής του δραπάνου αυτού. Η οδήγηση των τρυπανιών γίνεται με την βοήθεια κατάλληλης πλάκας με βαμμένα χαλύβδινα δακτυλίδια. Αυτός ο τύπος διάτρησης μπορεί να γίνει σε τύπους τρυπανιών με την χρησιμοποίηση των ειδικών συνδέσεων. Οι θέσεις Αξόνων είναι διευθετήσιμες, και ο αριθμός αξόνων μπορεί να είναι από δύο έως οκτώ. Τρυπάνια, γλύφανα, φρεζάκια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στους άξονες. Η ιπποδύναμη που απαιτείται είναι το ποσό της δύναμης για όλα τα κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται. Σε αυτόν τον τύπο μηχανής, ένας μεγάλος αριθμός οπών μπορεί να τρυπηθεί με τρυπάνια συγχρόνως. Διαφορετικές διαμέτροι τρυπανιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν συγχρόνως.



**Σχήμα 1.5** Πρόσωπο οπής, (a) 1000 rpm – σταθερή διάτρηση, (b) 12mm βάθος οπής με 400 rpm – αξονικές δονήσεις, (c) 800 rpm – πλευρικές δονήσεις, (d) 800 rpm με 0.3mm/rev – συνδυασμός πλευρικών με αξονικών δονήσεων

### 2.2.1.6 Αυτόματα συστήματα διάτρησης

Τα συστήματα διάτρησης είναι συνήθως αυτοματοποιημένα και αριθμητικά καθοδηγούμενα. Ταχύτητες προώσεως και βάθη κοπής είναι συνήθως προκαθορισμένα. Τέτοια συστήματα συνδυάζουν διαδικασίες διάτρησης μαζί με γλύφηση, αντιδιάτρηση, tapping, κλπ.

### 2.2.1.7 Συστήματα διάτρησης βαθέων οπών

Το σύστημα τρυπανιών πυροβόλων όπλων χρησιμοποιεί την παλαιότερη αρχή για την παροχή υγρού κοπής. Το υγρό κοπής παρέχεται μέσω ενός αγωγού μέσα στο τρυπάνι και παραδίδει το ψυκτικό μέσο στην κοπτική άκρη, και ταυτόχρονα απομακρύνει τα τσιπ μέσω ενός αύλακα ν-μορφής, κατά μήκος μακριά από το τρυπάνι. Επειδή υπάρχει το αυλάκι, το διαγώνιο τμήμα του σωλήνα καταλαμβάνει τα  $\frac{3}{4}$  της περιφέρειας του.

### 2.2.1.8 Το σύστημα προώθησης

Το σύστημα προώθησης αποτελείται από την κεφαλή διάτρησης, τον εξωτερικό σωλήνα, τον εσωτερικό σωλήνα, ένα σύνδεσμο/συνδετήρα, ροδέλα-δακτύλιος και το χιτώνιο στεγανότητας (τσιμούχα). Η κεφαλή διάτρησης βιδώνεται στον εσωτερικό σωλήνα όπου το σπείρωμα αυτού είναι τετραγωνικό τραπεζοειδές τεσσάρων αρχών. Ο εσωτερικός σωλήνας είναι μακρύτερος από τον εξωτερικό σωλήνα. Ο εσωτερικός και ο εξωτερικός σωλήνας προσαρτώνται στον σύνδεσμο μέσω του δακτυλίου και της τσιμούχας.

## 2.3 Λειτουργικές Απαιτήσεις εργαλειομηχανών διάτρησης

Η κατεργασία σε υψηλές ταχύτητες κοπής και οι υψηλές απαιτήσεις στην τραχύτητα της επιφάνειας και σε ανοχές, απαιτούν μια εργαλειομηχανή που είναι και πολύ άκαμπτη, πολύ ισχυρή και πολύ στιβαρή. Είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν και οι συμβατικές μηχανές με ικανοποιητικές ιπποδυνάμεις και ικανοποιητική ακαμψία.

**Απαιτήσεις εργαλειομηχανών:** Οι υψηλές ταχύτητες προώσεων που χαρακτηρίζουν την διάτρηση βαθιών οπών, επιβάλλουν έντονες απαιτήσεις σε διαθέσιμη δύναμη. Προκειμένου να επιτευχθεί σωστή ακρίβεια, η μηχανή πρέπει να είναι άκαμπτη και τα έδρανα κύλισης να μην έχουν χάρη (τζόγο). Η σωστή και πρέπουσα γρεζοθραύση συχνά απαιτεί υψηλή και σταθερή πρόωση, διαφορετικά η θραύση θα ποικίλει, οδηγώντας σε συνωστισμό των αποβλήτων. Η καλύτερη δυνατή γρεζοθραύση μπορεί να ληφθεί με απείρως ρυθμιζόμενη πρόωση. Είναι σημαντικό η μηχανή να είναι εξοπλισμένη με συσκευές ασφαλείας με σκοπό την προστασία της εργαλειομηχανής, του εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Ο σκοπός των συσκευών ασφαλείας, είναι να σταματούν την εργαλειομηχανή αυτόματα σε περίπτωση υπερφόρτωσης. Δεν θα πρέπει να καθίσταται δυνατή η λειτουργία της ατράκτου μέχρι η πίεση του ψυκτικού μέσου να έχει φτάσει το ελάχιστο (ελάχιστη απαιτούμενη τιμή). Η θερμοκρασία και η ποσότητα του κοπτικού ρευστού πρέπει επίσης να φθάνει σε ένα εύλογο επίπεδο προτού ξεκινήσει η μηχανή. Κλασικό παράδειγμα είναι οι υπερφορτώσεις που συνδέονται με την πίεση της πρόωσης. Είναι εξαιρετικά σημαντικό τα όρια της υπερφόρτωσης να μην ξεπερνούν το 10 με 13 % της αντικειμενικής πίεσης που απαιτείται για κάθε διάμετρο και πρόωση. Η πρόωση θα πρέπει να σταματά αυτόματα με σκοπό την μη καταστροφή του κοπτικού εργαλείου.

**Τύποι εργαλειομηχανών:** Ο σχεδιασμός των μηχανών διατρήσεων βαθιών οπών ποικίλλει. Τα μήκη των εργαλειομηχανών αυτών προσαρμόζονται στις ποικιλίες διαμέτρων και μηκών των κατεργαζόμενων τεμαχίων. Επίσης οι εργαλειομηχανές αυτές, είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε να προαχθεί η δυνατότητα να επιλεγεί η περιστροφή μόνο του τεμαχίου, η περιστροφή μόνο του εργαλείου ή και ταυτόχρονη περιστροφή του εργαλείου και του κατεργαζόμενου τεμαχίου. Για κατεργασίες ασύμμετρων τεμαχίων, επιλέγεται η περιστροφή μόνο του εργαλείου και όχι του κομματιού προς κατεργασία και αυτό γιατί η μη αξονική συμμετρία θα προκαλέσει φυγοκεντρικές δυνάμεις, φθορά στα έδρανα κύλισης, ταλαντώσεις και ότι αυτό συνεπάγεται, δεδομένου ότι το κατεργαζόμενο τεμάχιο δεν μπορεί να περιστραφεί με ικανοποιητική ταχύτητα. Για κατεργασίες μακρών και λεπτών τεμαχίων, ένα μη περιστρεφόμενο τρυπάνι προωθείται προς το περιστρεφόμενο τεμάχιο. Όταν η οπή πρέπει να ικανοποιεί απαιτήσεις σε ευθύτητα (π.χ. σωλήνες τύπου μάνεσμαν), τότε περιστρέφονται ταυτόχρονα και το κοπτικό εργαλείο και το κατεργαζόμενο τεμάχιο με την κατεύθυνση περιστροφής αντίθετη η μια από την άλλη. Το σύστημα μονού σωλήνα (STS) είναι δυσκολότερο να προσαρτηθεί σε κοινές εργαλειομηχανές, πράγμα που στην περίπτωση του συστήματος προώθησης και, σε κάποιες περιπτώσεις διάτρησης βαθιών οπών, μπορεί να πραγματοποιηθεί σχετικά απλά στις συμβατικές μηχανές.

**Θραύση αποβλήτου ή γρεζοθραύση:** Μία από τις σημαντικότερες ενέργειες σε διαδικασίες διάνοιξης οπών, είναι η απομάκρυνση των αποβλήτων (γρεζιών) από την περιοχή που γίνεται η διάνοιξη, καθώς υπερβολικά μεγάλα απόβλητα μπορεί να κολλήσουν και να φράξουν τους αγωγούς από όπου απομακρύνονται τα απόβλητα.

Ένα κατάλληλο απόβλητο θα πρέπει να είναι ανάλογο του μήκους και του πλάτους του. Ωστόσο, δεν θα πρέπει να θρυμματιστούν περισσότερο από ότι χρειάζεται, καθώς η γρεζοθραύση καταναλώνει δύναμη και η θερμότητα που δημιουργείται αυξάνει την φθορά στις κοπτικές ακμές. Απόβλητα με μήκος 3 με 4 φορές μεγαλύτερο από το πλάτος τους είναι αποδεκτά εν μέρει, υπό την προϋπόθεση ότι αυτά μπορούν να διέλθουν μέσα από τον αγωγό απομάκρυνσης και από το διατηρητικό σωλήνα χωρίς δυσκολία. Η δημιουργία των αποβλήτων επηρεάζεται από το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου, την γεωμετρία του γρεζοθραύστη, την ταχύτητα διάνοιξης της οπής, την ταχύτητα της πρόωσης και από την επιλογή του ψυκτικού μέσου.

**Σύστημα ψύξης/ψυκτικού υγρού:** Οι σκοποί του ψυκτικού μέσου σε ένα σύστημα διάτρησης είναι:

1. Παροχή και λίπανση των κοπτικών ακμών.
2. Βελτίωση της διάρκειας ζωής των εργαλείων.
3. Έκλυση της θερμότητας (δρόσισμα).
4. Απομάκρυνση των αποβλήτων.
5. Μείωση των κραδασμών.
6. Μείωση του θορύβου.
7. Ελαχιστοποίηση της τριβής.

8. Το σύστημα ψύξης πρέπει να παρέχει έναν επαρκή εφοδιασμό καθαρού ψυκτικού μέσου στο κοπτικό στην κατάλληλη πίεση και θερμοκρασία.

## **2.4 Διατάξεις και συστήματα συγκράτησης εργαλείων και τεμαχίων**

### **2.4.1 Συσκευές συγκράτησης εργαλείων**

Μερικά κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την διάνοιξη οπών μπορούν να συγκρατηθούν κατ' ευθείαν στην κοίλη επιφάνεια της ατράκτου της εργαλειομηχανής, ενώ άλλα πρέπει να συγκρατούνται με σφιγκτήρες (τσοκ), τσιμπίδες τύπου κόλλετ (collet), υποδοχή (φωλιές), ή σε πολλούς άλλους τύπους συσκευών συγκράτησης εργαλείων.

**Σφιγκτήρες (τσοκ):** Τρυπάνια με κυλινδρικά στελέχη συγκρατούνται με σφιγκτήρες (τσοκ). Τα πιο κοινά τσοκ χρησιμοποιούν ένα κλειδί για να συσφίξουν στα μορσέτα το τρυπάνι, ενώ κάποια άλλα δεν χρειάζονται.

**Υποδοχές (φωλιές):** Τρυπάνια με κωνικά στελέχη είναι διαθέσιμα σε πολλά διαφορετικά μεγέθη. Εάν ένα κοπτικό εργαλείο διαθέτει μικρότερο κώνο από αυτό της ατράκτου της εργαλειομηχανής, τότε σε αυτήν την περίπτωση μία φωλιά θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ώστε να εφαρμοσθεί το τρυπάνι ορθά και να πραγματοποιηθεί η διάνοιξη οπής.

**Υποδοχή (Socket):** Εάν το κοπτικό εργαλείο έχει μια εκλεπτυσμένη κνήμη μεγαλύτερη από την κωνικότητα αξόνων, μια υποδοχή χρησιμοποιείται για να το μειώσει στο σωστό μέγεθος.

#### 2.4.2 Συσκευές συγκράτησης τεμαχίων

Σε διαδικασίες διάνοιξης οπών, οι τρεις πιο κοινές μέθοδοι συγκράτησης του προϊόντος κατεργασίας είναι:

1. Συγκράτηση με μέγγενη
2. Συγκράτηση με λάμες (γωνιακές, επίπεδες κ.ά.)
3. Συγκράτηση με διατάξεις συγκράτησης

**Μέγγενη ή μόρσα:** Οι μέγγενες χρησιμοποιούνται ευρέως για συγκράτηση κανονικών μεγεθών και μορφών, όπως επίπεδα, τετραγωνικά και ορθογωνικά κομμάτια. Οι μέγγενες πρέπει να στερεώνονται πάνω στην τράπεζα της εργαλειομηχανής διάτρησης ώστε να μην περιστρέφονται κατά την διάρκεια της διάνοιξης οπής. Γωνιακές μέγγενες δίνουν κλίση στο κατεργαζόμενο τεμάχιο και παρέχουν την δυνατότητα να διανοιχτεί μία οπή υπό κλίση χωρίς να χρειάζεται να δοθεί κλίση στην τράπεζα.

**Λάμες μορφής Γ:** Μία τέτοια λάμα στηρίζει το κομμάτι στις ακμές του και το ευθυγραμμίζει κάθετα πάνω στην επιφάνεια της τράπεζας. Τέτοιες λάμες έχουν οπές και αυλακώσεις για να επιτρέπουν την στερέωση τους στην τράπεζα της μηχανής και για την συγκράτηση του κομματιού.

**Διατάξεις συγκράτησης (ιδιοσυσκευές):** Μία διάταξη συγκράτησης, είναι ένα παραγωγικό βοηθητικό εργαλείο που χρησιμοποιείται όταν μία οπή, πρέπει να διανοιχθεί για μία παρτίδα ίδιων εξαρτημάτων ή κομματιών. Μία τέτοια διάταξη έχει αρκετούς λειτουργικούς σκοπούς. Πρώτον, είναι μία συσκευή συγκράτησης, που πάνω της στερεώνεται σταθερά ένα κομμάτι. Δεύτερον, το κομμάτι τοποθετείται στην σωστή και ακριβή θέση που πρέπει να έχει ώστε η οπή να γίνει στο σωστό σημείο. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας οδηγούς.

### Κεφάλαιο 3. Δράπανος

Η διάνοιξη οπών αντιπροσωπεύει ένα αρκετά σημαντικό μέρος της διαδικασίας της παραγωγής στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο. Η διάνοιξη οπών μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα με οξυγονοκοπή, με πρέσες, με χρήση ζουμπάδων κ.ά. Για την διάνοιξη όμως κυκλικών οπών σε εργασίες με σχετικό πάχος, η πιο αποτελεσματική και οικονομική μέθοδος είναι η διάνοιξη τους με τρυπάνια, κατά κανόνα ελικοειδή. Σ' αυτή την ενότητα θα μελετήσουμε τους διάφορους τύπους δρασάνων και τα διάφορα είδη τρυπανιών, που χρησιμοποιούνται στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο για την διάνοιξη οπών. Οι διάφορες κατεργασίες που εκτελούνται στα δράπανα, όπως επίσης και τα αντίστοιχα κοπτικά εργαλεία φαίνονται στα σχήματα.

### 3.1 Μέτρα ασφάλειας και προστασίας στα δράπανα

Το θέμα της ασφάλειας και προστασίας κατά την χρήση των δραπάνων και γενικά της ασφάλειας στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο, έχει χωρίς αμφιβολία μεγάλη σημασία και σπουδαιότητα. Για τα ατυχήματα στα δράπανα όπως και σ' όλες γενικά τις εργαλειομηχανές υπεύθυνη είναι η άγνοια και η απροσεξία των χειριστών κατά κύριο λόγο και η γενικότερη κατάσταση του δραπάνου ή της εργαλειομηχανής κατά δεύτερο λόγο. Η γνώση επομένως πιθανών κινδύνων από την χρήση του δραπάνου, θα βοηθήσει τον χειριστή στην πρόληψη ατυχημάτων. Για αυτό τον λόγο θα εκθέσουμε εδώ μερικές από τις συνηθισμένες αιτίες πρόκλησης ατυχημάτων και τα μέτρα για την πρόληψη τους:

**1. Ελλιπής συγκράτηση της εργασίας:** Για τον τεχνίτη-χειριστή η συγκράτηση εργασίας με το χέρι στην πλάνη ή στην φρέζα είναι αδιανόητη, γιατί οι δυνάμεις κοπής είναι πολύ μεγάλες στα δράπανα όμως, που οι δυνάμεις κοπής είναι επίσης αρκετά μεγάλες, θεωρείται πολύ φυσικό να συγκρατεί την εργασία χωρίς πολλές προφυλάξεις. Οι πιθανότητες περιστροφής της εργασίας, ιδιαίτερα όταν το τρυπάνι σφηνωθεί μέσα στην οπή, είναι πολύ μεγάλες και η περίπτωση αυτή είναι μία από τις πιο συνηθισμένες αιτίες, που προκαλούν ατυχήματα στα δράπανα. Πρέπει επομένως πάντοτε η εργασία να συγκρατείται σωστά και με κατάλληλα μέσα συγκράτησης, ώστε να αποκλείεται η πιθανότητα περιστροφής μαζί με το τρυπάνι.

**2. Ακατάλληλο ντύσιμο:** Οι φαρδιές φόρμες με μακριά μανίκια και τα μακριά μαλλιά μπορεί να είναι σοβαρή αιτία για την πρόκληση ατυχημάτων. Αν ο χειριστής του δραπάνου σκύψει πολύ κοντά στο περιστρεφόμενο τρυπάνι-που πρέπει πάντοτε να αποφεύγει να κάμνει – τα μακριά μαλλιά του μπορεί να πιαστούν στο τρυπάνι με σίγουρη συνέπεια το σοβαρό τραυματισμό του. Τα μακριά και φαρδιά μανίκια μπορούν επίσης εύκολα να πιαστούν στο περιστρεφόμενο τρυπάνι με αποτέλεσμα και πάλι τον τραυματισμό του χειριστή.

**3. Απομάκρυνση των αποβλήτων:** Όταν κατά την διάνοιξη οπών σχηματίζονται συνεχή απόβλητα με μεγάλο μήκος, μπορεί να προκαλέσουν πολύ οδονηρά και επικίνδυνα κοψίματα στα χέρια. Γι' αυτό τον λόγο σε τέτοιες περιπτώσεις πρέπει ο χειριστής να σταματά στιγμιαία την προώθηση του τρυπανιού, ώστε τα γρέζια να σπάζουν σε πιο μικρά μήκη και να απομακρύνονται χωρίς κίνδυνο. Επίσης, ποτέ δεν πρέπει ο χειριστής να απομακρύνει τα γρέζια από την τράπεζα του δραπάνου με το χέρι, με φύσημα ή με πιεσμένο αέρα, αλλά με κατάλληλες γι' αυτό τον σκοπό βούρτσες.

Για την χρησιμοποίηση επομένως των δραπάνων με ασφάλεια, ο χειριστής θα πρέπει να τηρεί με σχολαστικότητα τους ακόλουθους κανόνες ασφάλειας:

1. Να βεβαιώνεται ότι η εργασία είναι κατάλληλα στερεωμένη.
2. Να είναι πάντοτε κατάλληλα ντυμένος και αν έχει μακριά μαλλιά να χρησιμοποιεί κατάλληλο κάλυμμα της κεφαλής.
3. Να μην σκύβει ποτέ κοντά στο περιστρεφόμενο τρυπάνι.

4. Να μην απομακρύνει ποτέ τα απόβλητα με τα χέρια του.

5. Σε καμία περίπτωση να μην απομακρύνεται από το δράπανο και να το αφήνει να εργάζεται.

6. Να χρησιμοποιεί πάντοτε τους προφυλακτήρες του δραπάνου, όπου υπάρχουν.

### 3.2 Είδη δραπάνων

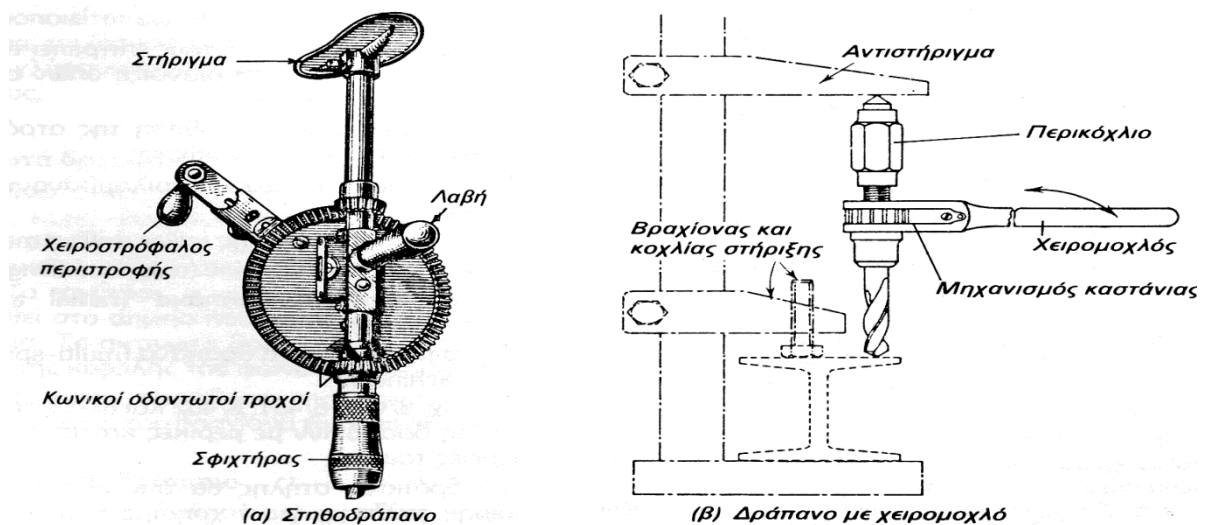
Τα δράπανα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

1. Δράπανα φορητά (portable drilling machines).
2. Δράπανα επιτραπέζια (bench drilling machines)
3. Δράπανα δαπέδου (pillar, column)

### 3.3 Δράπανα φορητά

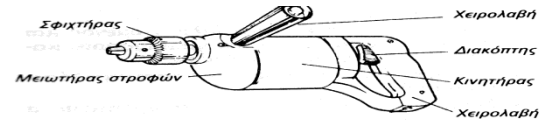
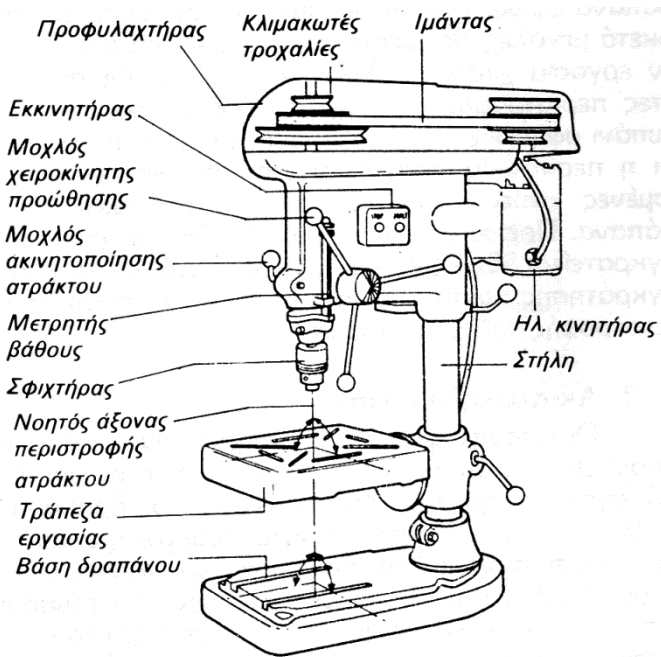
Τα φορητά δράπανα είναι πολύ χρήσιμα εργαλεία για την διάνοιξη οπών στον τόπο της εργασίας ή ακόμα σε περιπτώσεις που το μέγεθος της εργασίας δεν επιτρέπει την μεταφορά της σε δράπανα επιτραπέζια ή δαπέδου. Η μέγιστη διάμετρος οπής που μπορεί να διανοιχτεί με φορητά δράπανα είναι 12 mm. Τα φορητά δράπανα διακρίνονται σε:

1. Χειροκίνητα (Hand drills).
2. Ηλεκτροκίνητα (Electric power drills).
3. Δράπανα πεπιεσμένου αέρα (Pneumatic power).

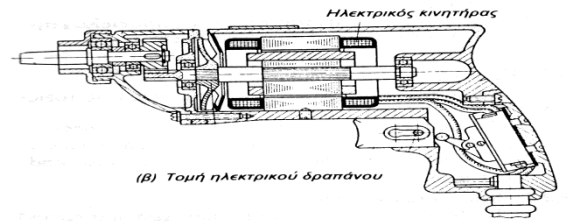


Σχήμα 1.6 (α) Στηθοδράπανο και (β)

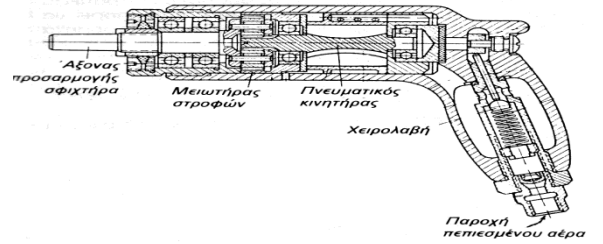
χειρομοχλός



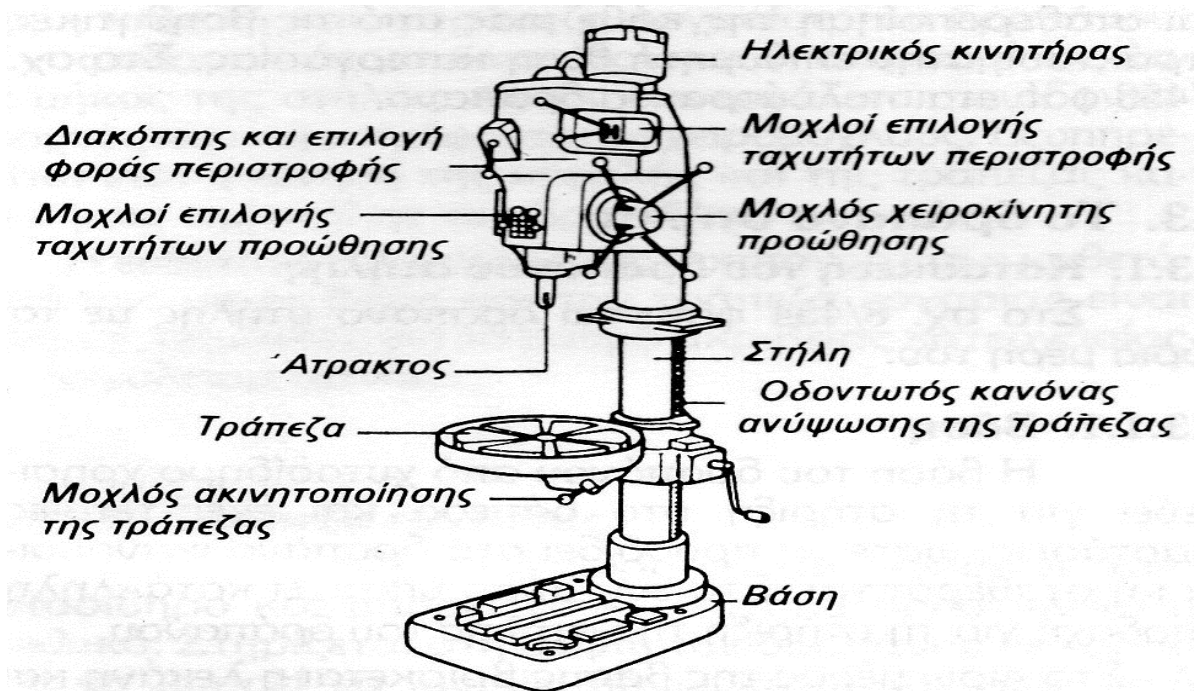
(α) Τα κυριότερα μέρη



Σχ. 8/447: Φορητό ηλεκτρικό δράπανο.



Σχήμα 1.7 Επιτραπέζιο δράπανο και τα μέρη του και φορητό ηλεκτρικό δράπανο



Σχήμα 1.8 Δράπανο στήλης



### **3.4 Δράπανα επιτραπέζια**

Τα επιτραπέζια δρόπανα είναι μικρά δρόπανα, που στερεώνονται σε πάγκο εργασίας και προορίζονται για διάνοιξη οπών σε εργασίες με μικρό μέγεθος. Η μέγιστη διάμετρος οπής που μπορεί να διανοιχτεί σ' αυτό το δρόπανο είναι συνήθως 12 mm. Η αυξομείωση της ταχύτητας περιστροφής επιτυγχάνεται με κλιμακωτές τροχαλίες και η κατακόρυφη προώθηση της ατράκτου είναι χειροκίνητη. Τα δρόπανα αυτά χρησιμοποιούνται σε εργαστήρια γενικών κατασκευών, εφαρμοστήρια, ηλεκτροτεχνικά εργαστήρια κ.ά. Δεν χρησιμοποιούνται στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο για μαζική παραγωγή λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων τους.

### **3.5 Δράπανα δαπέδου**

Τα δρόπανα δαπέδου είναι τα δρόπανα που χρησιμοποιούνται κατά κανόνα στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο για την διάνοιξη οπών. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που κάμνουν τα δρόπανα αυτά χρήσιμα στην διαδικασία της παραγωγής στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο είναι τα ακόλουθα:

1. Έχουν πολύ πιο ανθεκτική κατασκευή και κινητήρες με πολύ πιο μεγάλη ισχύ απ' ότι τα επιτραπέζια δρόπανα.

2. Έχουν κιβώτιο ταχυτήτων, που τους δίνει την δυνατότητα αυξομείωσης της ταχύτητας περιστροφής για τρυπάνια με διάφορες διαμέτρους.

3. Δέχονται τρυπάνια με μεγάλες διαμέτρους ( τα πολυάτρακτα δέχονται περισσότερα από ένα τρυπάνια).

4. Η ισχυρή κατασκευή τους επιτρέπει την χρησιμοποίησή τους για την διάνοιξη οπών σε εργασία με μεγάλο μέγεθος.

5. Η κατακόρυφη προώθηση της ατράκτου είναι κατά κανόνα μηχανοκίνητη.

Το δρόπανο στήλης θα αποτελέσει αντικείμενο ιδιαίτερης μελέτης, γιατί χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση στα Μηχανολογικά Εργοστάσια με μικρό κύκλο παραγωγής. Το δρόπανο αυτό διαθέτει κιβώτιο ταχυτήτων για την αυξομείωση της ταχύτητας περιστροφής της ατράκτου και κατά κανόνα διαθέτει επίσης σύστημα μηχανοκίνητης προώθησης της ατράκτου.

### **3.6 Δράπανα πλαισίου**

Σε σύγκριση με τα δρόπανα στήλης, τα δρόπανα πλαισίου παρουσιάζουν μεγαλύτερη κατασκευαστική σταθερότητα, γιατί τα μέρη του δροπάνου στηρίζονται σε χυτό ή συγκολλητό πλαίσιο αντί της κυλινδρικής στήλης. Η τράπεζα εργασίας κινείται κατακόρυφα πάνω σε γλίστρες με συνέπεια την εξασφάλιση καλύτερης ευθυγράμμισης της, με την άτρακτο. Στο σχήμα πιο κάτω φαίνεται το δρόπανο πλαισίου και οι κινήσεις που μπορεί να κάμει η τράπεζα εργασίας. Η κατακόρυφη κίνηση της ατράκτου είναι μηχανοκίνητη και το κιβώτιο ταχυτήτων επιτρέπει ένα μεγάλο πεδίο ταχυτήτων για την περιστροφή της ατράκτου. Χρησιμοποιείται

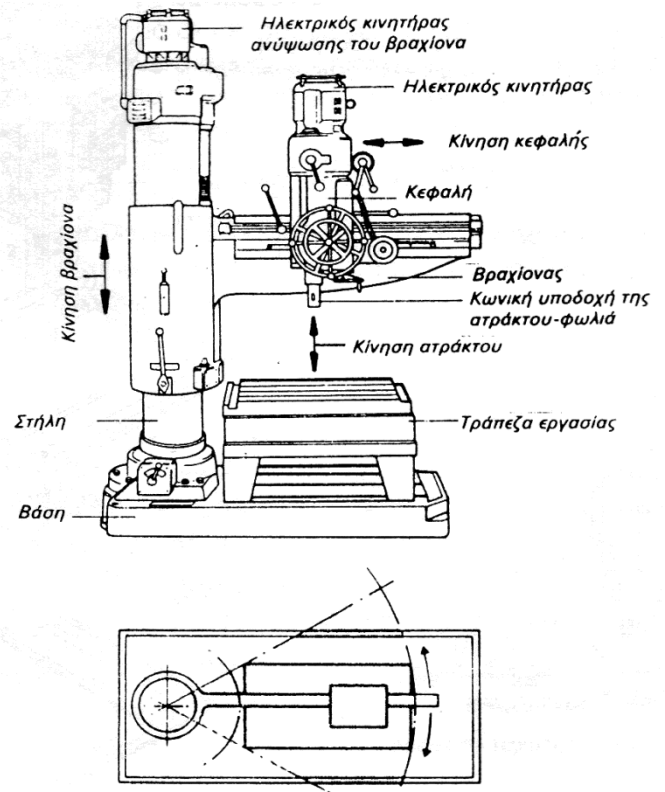
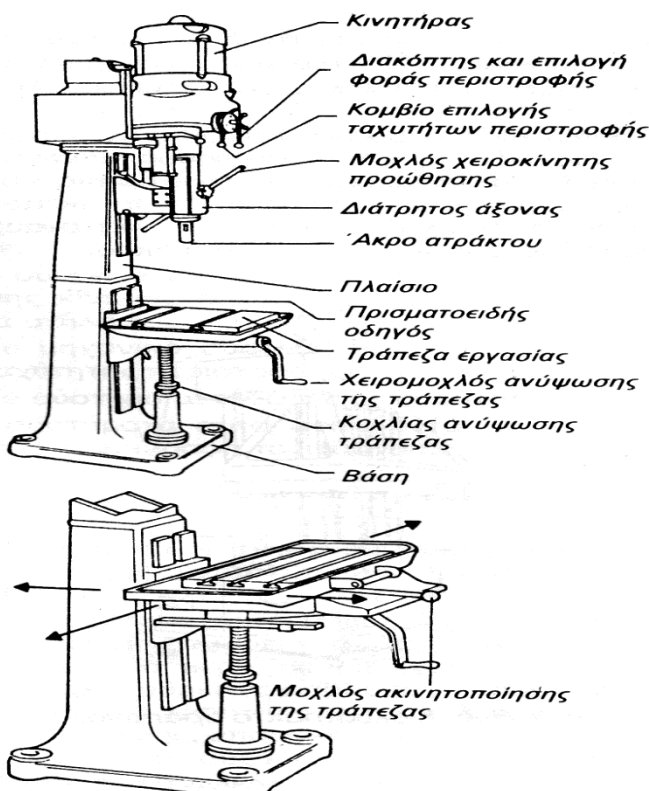
ευρύτητα στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο για την διάνοιξη οπών, για την αποπεράτωση οπών με γλύφανα και για την κοπή σπειρωμάτων με κοχλιοτομούν.

### 3.7 Ακτινωτά δράπανα

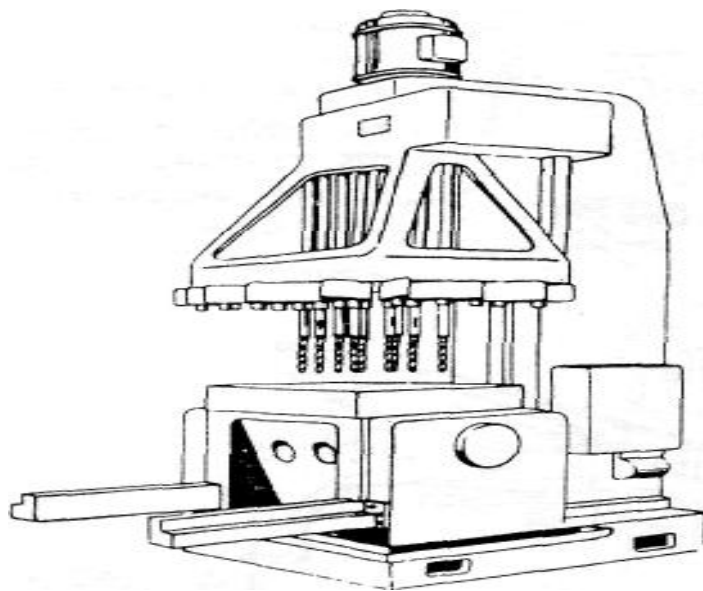
Τα ακτινωτά δράπανα προσφέρονται για την διάνοιξη οπών, κοπή σπειρωμάτων κ.ά., όταν η εργασία έχει μεγάλο μέγεθος και ο αριθμός οπών που θα διανοιχτούν είναι μεγάλος. Αφού η εργασία στερεωθεί στην τράπεζα εργασίας, η κεφαλή του δρασάνου μπορεί να κινηθεί στο σημείο που χρειάζεται, για να γίνει η κατεργασία. Το ακτινωτό δράπανο και οι δυνατότητες κίνησης της κεφαλής του φαίνονται στο σχήμα πιο κάτω. Η κατακόρυφη προώθηση της ατράκτου και η κατακόρυφη κίνηση του βραχίονα είναι μηχανοκίνητες.

### 3.8 Πολυάτρακτο δράπανο

Το πολυάτρακτο δράπανο είναι ειδική εργαλειομηχανή για την ταυτόχρονη διάνοιξη μεγάλου αριθμού οπών. Είναι λοιπόν φυσικό να χρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία Μηχανολογικού Εργοστασίου για μαζική παραγωγή. Η περιστροφική κίνηση του ηλεκτρικού κινητήρα της εργαλειομηχανής μεταδίδεται στην κύρια άτρακτο.



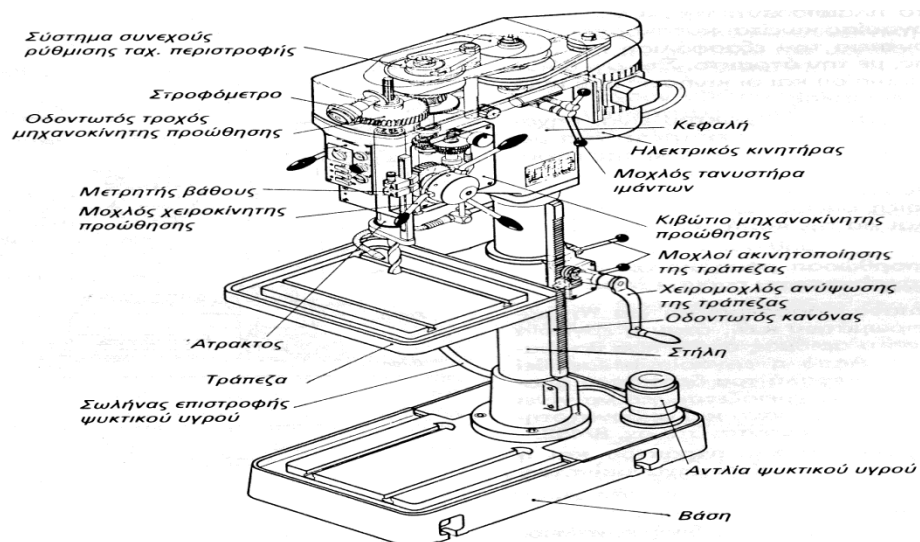
Σχήμα 1.9 Δράπανο πλαισίου και κινήσεις της τράπεζας εργασίας και ακτινωτό δράπανο και η ακτινική κίνηση του βραχίονα.



Σχήμα 1.10 Πολυάτρακτο δράπανο

### 3.9 Το δράπανο στήλης

**Βάση:** Η βάση του δραπάνου από χυτοσίδηρο χρησιμεύει για την στήριξη στο δάπεδο και έχει τέτοιες διαστάσεις, ώστε να προσδίδει στο δράπανο ικανοποιητική σταθερότητα. Στο ένα άκρο υπάρχει κατάλληλη υποδοχή για την στήριξη της στήλης του δραπάνου. Στο πίσω μέρος της βάσης βρίσκεται η λεκάνη και η αντλία του συστήματος ψύξης. Η αντλία αναρροφά υγρό κοπής από την λεκάνη και το διοχετεύει μέσω ελαστικού σωλήνα στο σημείο κοπής. Η βάση χρησιμοποιείται και σαν τράπεζα εργασίας για την συγκράτηση εργασίας με μεγάλο μέγεθος που δεν θα μπορούσε να στηριχτεί στην τράπεζα εργασίας. Για την συγκράτηση της εργασίας η βάση φέρει αυλάκια T.

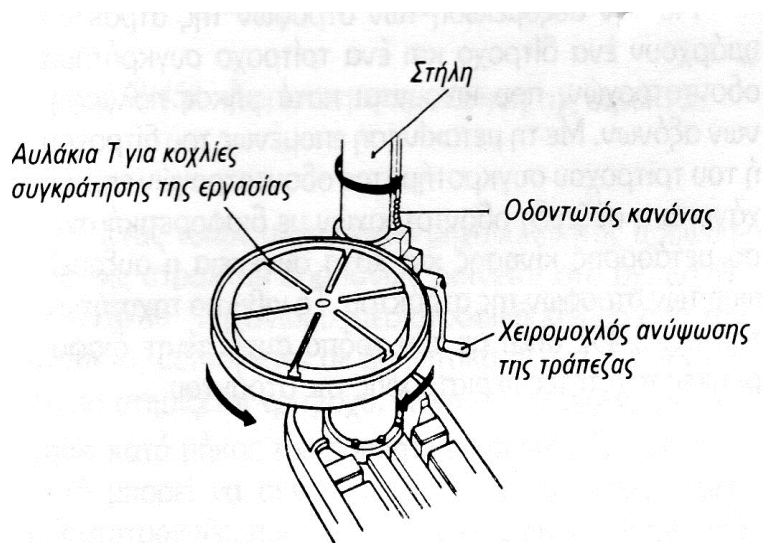


Σχ. 8/454: Δράπανο στήλης και τα κύρια μέρη του.

### Σχήμα 1.11 Δράπανο στήλης και τα κύρια μέρη του

**Στήλη:** Η στήλη του δραπάνου έχει κυλινδρικό σχήμα και κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο ή από χυτοχάλυβα. Η στήλη στηρίζεται στην βάση του δραπάνου και πάνω στην στήλη στηρίζονται και κινούνται κατά μήκος της η κεφαλή και η τράπεζα εργασίας του δραπάνου. Ένας οδοντωτός κανόνας βρίσκεται στερεωμένος κατά μήκος της στήλης. Αυτός συνεργάζεται με οδοντοτροχούς που περιστρέφονται με χειρομοχλούς. Εξυπηρετείται έτσι η κίνηση της κεφαλής και της τράπεζας κατά μήκος της στήλης του δραπάνου. Η ευθύτητα της στήλης του δραπάνου και η καθετότητά της με την βάση και την τράπεζα εργασίας είναι μεγάλης σημασίας για τον βαθμό ακρίβειας κατεργασίας της εργαλειομηχανής.

**Τράπεζα εργασίας:** Η τράπεζα εργασίας κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο και μπορεί να έχει σχήμα ορθογώνιο ή κυκλικό. Στηρίζεται στην στήλη του δραπάνου με τρόπο που να μπορεί να κινηθεί πάνω-κάτω και γύρω από την στήλη και να ακινητοποιηθεί σε οποιαδήποτε θέση. Ο οδοντωτός κανόνας μαζί με τον μηχανισμό κατακόρυφης κίνησης της τράπεζας και το σύστημα ακινητοποίησης περιστρέφονται γύρω από την στήλη μαζί με την τράπεζα. Η τράπεζα έχει επιφάνεια επίπεδη και παράλληλη με την βάση του δραπάνου, ώστε να εξασφαλίζεται η απαραίτητη ακρίβεια κατά την διάνοιξη οπών. Για την συγκράτηση της εργασίας η τράπεζα φέρει αυλάκια T.



Σχ. 8/455: Τράπεζα εργασίας και οι κινήσεις της.

Σχήμα 1.12 Τράπεζα εργασίας και οι κινήσεις της.

**Κεφαλή δραπάνου:** Η κεφαλή του δραπάνου στηρίζεται στο πάνω μέρος της στήλης και σε αρκετές περιπτώσεις η στήριξη είναι τέτοια που να επιτρέπει την κατακόρυφη κίνηση της κεφαλής κατά μήκος της στήλης. Η κεφαλή των δραπάνων περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέρη που περικλείονται σε χυτοσίδηρο κέλυφος:

1. Σύστημα μετάδοσης κίνησης και ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής της ατράκτου.

2. Ατράκτος.

3. Σύστημα προώθησης ατράκτου.

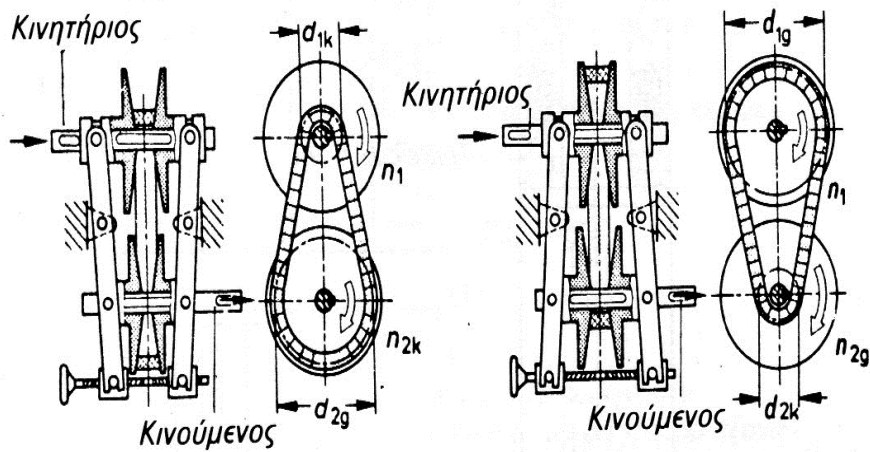
4. Μετρητής του βάθους προώθησης της ατράκτου.

**Συστήματα μετάδοσης κίνησης:** Το σύστημα μετάδοσης κίνησης είναι απαραίτητο για την κινηματική σύνδεση του ηλεκτρικού κινητήρα με την άτρακτο του δραπεάνου και για την αυξομείωση της ταχύτητας περιστροφής. Η αυξομείωση της ταχύτητας περιστροφής είναι πρωταρχικής σημασίας για τα δράπανα, όπως και για όλες τις εργαλειομηχανές, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση των στροφών με την διάμετρο του τρυπανιού που θα χρησιμοποιηθεί. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά σε δύο συστήματα μετάδοσης κίνησης που χρησιμοποιούνται συχνά στα δράπανα στήλης:

1. Το μηχανικό σύστημα συνεχούς ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής.

2. Το σύστημα μετάδοσης με οδοντοτροχούς.

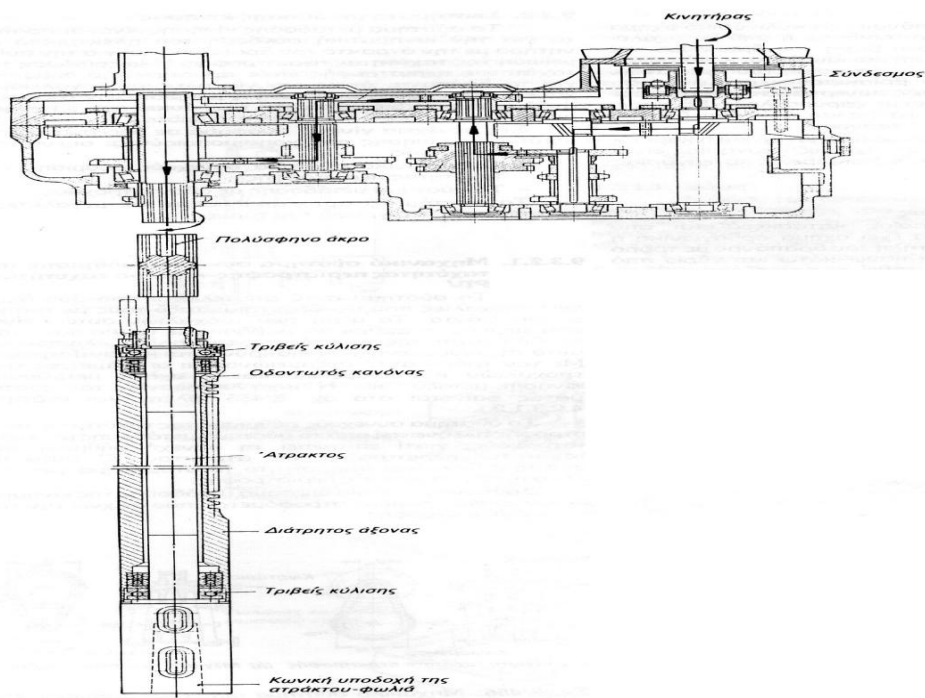
**Μηχανικό σύστημα συνεχούς ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής-κιβώτιο ταχυτήτων PIV:** Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο διμερείς τροχαλίες που συνδέονται μεταξύ τους με τραπεζοειδή ιμάντα. Τα μέρη των τροχαλιών αυτών είναι στερεωμένα σε αρθρωτές ράβδους με τρόπο που όταν τα δύο μέρη της κινητήριας τροχαλίας πλησιάζουν αυτά της κινούμενης, απομακρύνονται και αντίστροφα. Με τον τρόπο αυτό αυξομειώνονται οι διάμετροι των τροχαλιών και επομένως και η σχέση μετάδοσης κίνησης μεταξύ τους. Η αρχή λειτουργίας του συστήματος φαίνεται στο σχήμα. Το σύστημα συνεχούς ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής πλεονεκτεί από το σύστημα μετάδοσης με οδοντοτροχούς, γιατί επιτρέπει την συνεχή ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής της ατράκτου. Σ' αυτό το σύστημα δεν είναι απαραίτητο το σταμάτημα για την αλλαγή της ταχύτητας περιστροφής. Δράπανα με τέτοιο σύστημα μετάδοσης της κίνησης έχουν ενσωματωμένο στροφόμετρο που δείχνει την ταχύτητα περιστροφής.



(α) Ελάχιστη ταχύτητα περιστροφής (β) Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής

Σχήμα 1.13 Μηχανικό σύστημα συνεχούς ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής-κιβώτι ταχυτήτων ΡΙΥ.

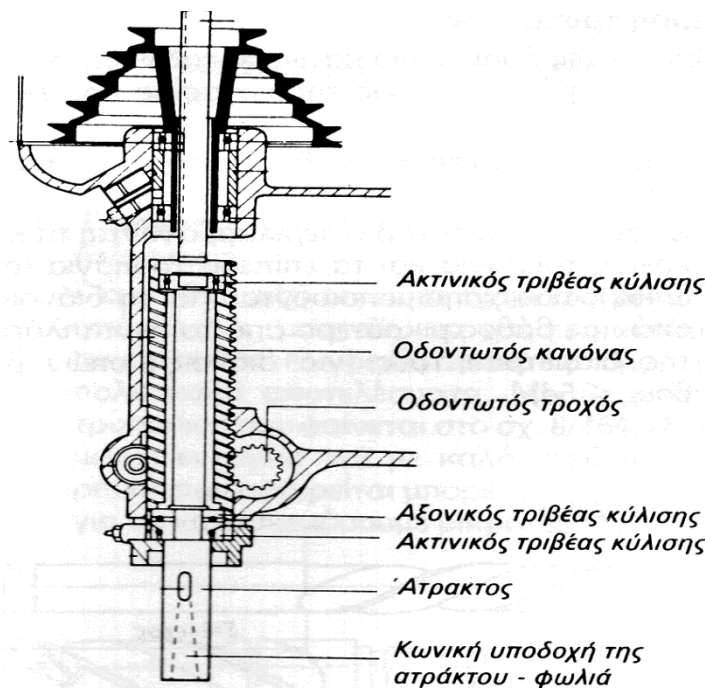
**Σύστημα μετάδοσης κίνησης με οδοντωτούς τροχούς:** Στο σχήμα φαίνεται κιβώτιο ταχυτήτων δραπάνου στήλης σε τομή και η πορεία μετάδοσης της κίνησης από τον ηλεκτρικό κινητήρα στην άτρακτο. Για την αυξομείωση των στροφών της ατράκτου υπάρχουν ένα δίτροχο και ένα τρίτροχο συγκρότημα οδοντοτροχών, που κινούνται κατά μήκος πολύσφηνων αξόνων. Με την μετακίνηση επομένως του δίτροχου ή του τρίτροχου συγκροτήματος οδοντοτροχών επιτυγχάνεται η σύζευξη οδοντοτροχών με διαφορετική σχέση μετάδοσης κίνησης και κατά συνέπεια η αυξομείωση των στροφών της ατράκτου. Το κιβώτιο ταχυτήτων του σχήματος δίνει με τον τρόπο αυτό πέντε διαφορετικές ταχύτητες περιστροφής της ατράκτου



Σχήμα 1.14 Κιβώτιο ταχυτήτων και άτρακτος δραπάνου στήλης σε τομή.

**Άτρακτος;** Η άτρακτος του δραπάνου στήλης πρέπει να είναι ελεύθερη να περιστρέφεται και ταυτόχρονα να εκτελεί κατακόρυφη κίνηση, που είναι οι δύο απαραίτητες κινήσεις για την διάνοιξη οπών. Η περιστροφή της ατράκτου επιτυγχάνεται με την στήριξη της ατράκτου με τριβείς ολίσθησης, σε διάτρητο άξονα. Το πολύσφηνο άκρο εφαρμόζει σε αντίστοιχο θηλυκό πολύ-σφήνο του κιβώτιου ταχυτήτων και είναι ελεύθερο να κινείται κατακόρυφα. Ο διάτρητος άξονας, μέσα στον οποίο περιστρέφεται η άτρακτος, έχει μόνο δυνατότητα κατακόρυφης κίνησης, ενώ η δυνατότητα περιστροφής του αποκλείεται. Κατά μήκος του διάτρητου άξονα υπάρχει οδοντωτός κανόνας που εμπλέκεται με οδοντωτό τροχό, για να εκτελεί την κατακόρυφη κίνηση. Το άκρο της ατράκτου είναι διαμορφωμένο με κωνική εσωτερική υποδοχή, στην οποία προσαρμόζεται το κωνικό άκρο των τρυπανιών ή άλλων εργαλείων.

**Σύστημα προώθησης ατράκτου:** Ένας απλός μηχανισμός χειροκίνητης προώθησης της ατράκτου δραπάνων φαίνεται στο σχήμα. Η λειτουργία του μηχανισμού είναι απλή και στηρίζεται στην συνεργασία οδοντοτροχού και οδοντωτού κανόνα. Με τον μηχανισμό αυτό η περιστροφική κίνηση του οδοντοτροχού μετατρέπεται σε ευθύγραμμη κίνηση του διάτρητου άξονα και της ατράκτου. Σε προέκταση του άξονα του οδοντοτροχού στερεώνεται χειρομοχλός, που διευκολύνει την περιστροφή του.

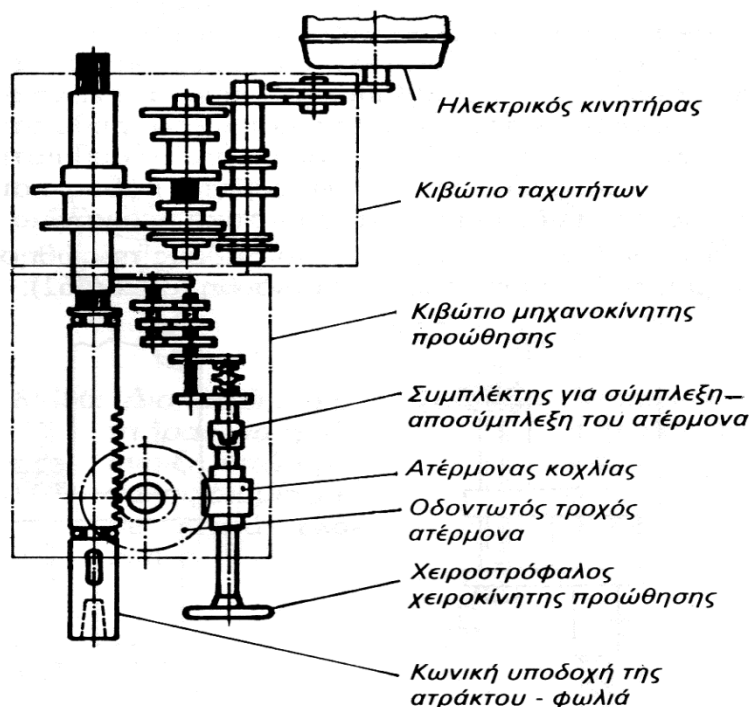


**Σχήμα 1.15 Χειροκίνητη προώθηση της ατράκτου**

Ένας τύπος μηχανισμού μηχανοκίνητης προώθησης της ατράκτου των δραπάνων φαίνεται στο σχήμα. Σ' αυτό τον μηχανισμό, περιστροφική κίνηση από την άτρακτο, μεταδίδεται σε βοηθητικό άξονα πάνω στον οποίο στηρίζεται τρίτροχο. Αυτό είναι

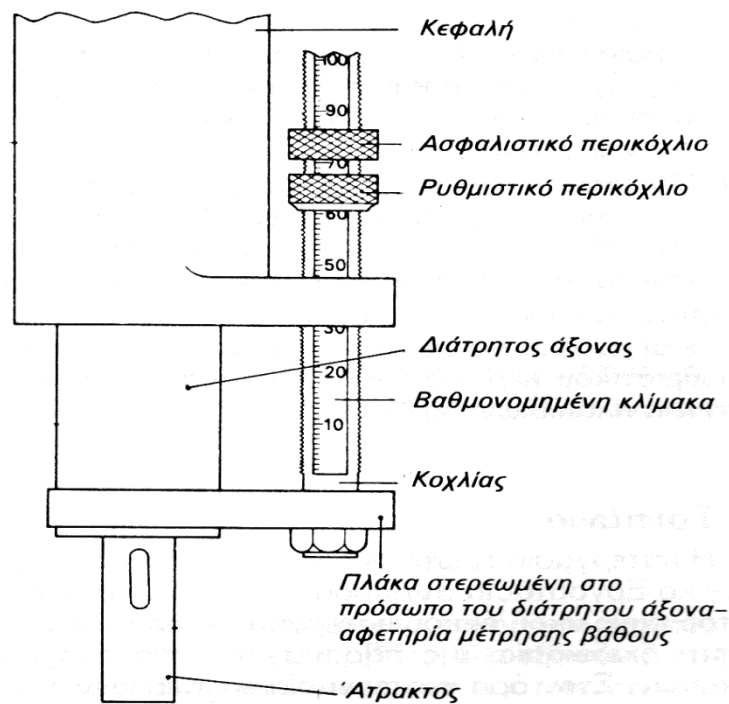
ελεύθερο να κινηθεί κατά μήκος του βοηθητικού άξονα. Το τρίτροχο αυτό μπορεί να συνεργαστεί με ένα από τους τρεις οδοντοτροχούς, που βρίσκονται σε δεύτερο βοηθητικό άξονα και να δώσει κίνηση στον ατέρμονα κοχλία μέσω του συμπλέκτη. Από τον ατέρμονα κοχλία η κίνηση μεταδίδεται στον οδοντοτροχό του ατέρμονα. Από έναν οδοντοτροχό, που βρίσκεται στο ένα άκρο του άξονα του ατέρμονα η κίνηση μεταδίδεται στον οδοντωτό κανόνα. Σε προέκταση του άξονα του ατέρμονα στερεώνεται χειροστρόφαλος, ώστε να είναι δυνατή και η χειροκίνητη προώθηση της ατράκτου, όταν χρειάζεται. Το χειροκίνητο σύστημα λειτουργεί μόνο μετά από αποσύμπλεξη του ατέρμονα από το κιβώτιο μηχανοκίνητης προώθησης. Αυτό γίνεται με την βοήθεια κατάλληλου συμπλέκτη.

**Μετρητής βάθους προώθησης της ατράκτου:** Ένα πολύ χρήσιμο εξάρτημα του δραπάνου είναι και ο μετρητής του βάθους προώθησης της ατράκτου, που υποβοηθεί στον καθορισμό του βάθους κατά την διάνοιξη τυφλών οπών. Σε αρκετές περιπτώσεις οι κατασκευαστές δραπάνων προσφέρουν μετρητές βάθους, που συνεργάζονται με το σύστημα προώθησης της ατράκτου και αποσυμπλέκουν το σύστημα προώθησης στο προκαθορισμένο βάθος ή ακόμα αντιστρέφουν την κατεύθυνση προώθησης και την φορά περιστροφής της ατράκτου. Ένα τέτοιο σύστημα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την κοπή σπειρωμάτων με κοχλιό-τόμους στον δράπανο.



**Σχήμα 1.16 Μηχανισμός μηχανοκίνητης προώθησης της ατράκτου δραπάνου**





**Σχήμα 1.17 Μετρητής βάθους προώθησης της ατράκτου δραπάνου**

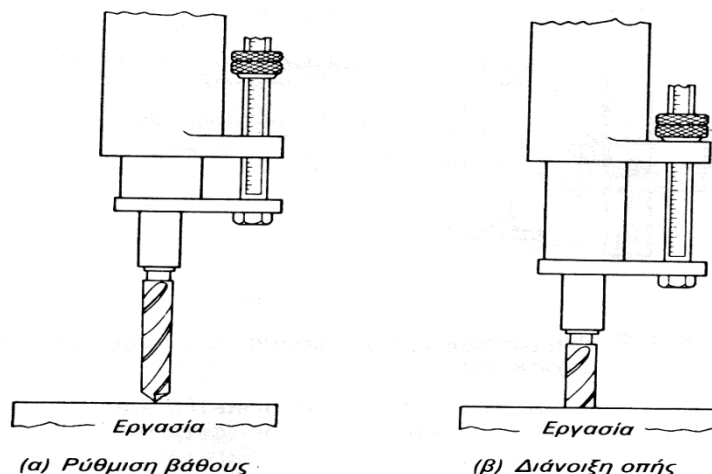
Ο κοχλίας του μετρητή είναι στερεωμένος σταθερά σε πλάκα, που είναι προέκταση του διάτρητου άξονα. Η μια πλευρά του κοχλίας είναι επιπεδωμένη και φέρει βαθμονομημένη κλίμακα βάθους. Ο κοχλίας περνά από θηλειά-προεξοχή της κεφαλής και φέρει ρυθμιστικό και ασφαλιστικό περικόχλιο με ρίκνωση. Το ρυθμιστικό περικόχλιο κοχλιώνεται στο επιθυμητό βάθος και η θέση του ασφαλιζεται με το ασφαλιστικό περικόχλιο:

**1.** Η άτράκτος προωθείται μέχρι που το τρυπάνι μόλις να ακουμπήσει στην εργασία. Σημειώνεται η ένδειξη της βαθμονομημένης κλίμακας.

**2.** Ρυθμίζεται το ρυθμιστικό περικόχλιο, ώστε να βρίσκεται σε ένδειξη ίση με το άθροισμα του επιθυμητού βάθους και της ένδειξης που παρατηρήθηκε, όταν το τρυπάνι μόλις ακουμπούσε στην εργασία.

**3.** Το ασφαλιστικό περικόχλιο, κοχλιώνεται για να ασφαλίσει το ρυθμιστικό περικόχλιο στην θέση του. Μετά την ρύθμιση του μετρητή βάθους στην επιθυμητή θέση ακολουθεί η διάνοιξη της οπής.

Όταν το βάθος της οπής χρειάζεται να κατασκευαστεί με μεγάλη ακρίβεια, το βάθος προώθησης (θέση του ρυθμιστικού περικοχλίου) μπορεί να ρυθμιστεί με την βοήθεια πλακιδίων ακρίβειας.



**Σχήμα 1.18 Ρύθμιση του μετρητή σε ορισμένο βάθος και διάνοιξη της οπής.**

### 3.10 Τρυπάνια

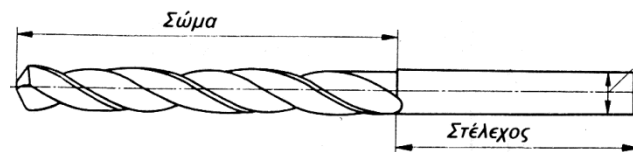
Η κατεργασία εσωτερικών επιφανειών στο Μηχανολογικό Εργοστάσιο αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο μέρος του συνολικού όγκου κατεργασιών που εκτελούνται στην διαδικασία της παραγωγής μηχανολογικών προϊόντων. Στον όρο <κατεργασία εσωτερικών επιφανειών> περιλαμβάνονται:

1. Η απλή διάνοιξη οπών για κοχλιωτές και καρφωτές συνδέσεις.
2. Η διάνοιξη οπών πριν την αποπεράτωση με γλύφανα.
3. Η διάνοιξη οπών για εσωτερική τόννευση.
4. Η διάνοιξη οπών για κοχλιοτόμηση κ.ά.

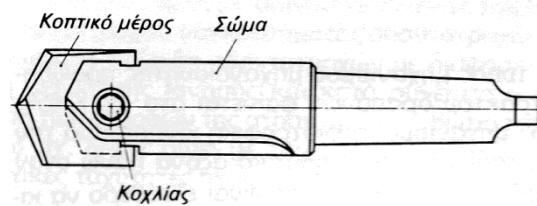
Όλες αυτές οι εργασίες γίνονται σε δράπανα ή άλλες εργαλειομηχανές, με τρυπάνια διαφόρων ειδών. Για τα διάφορα είδη τρυπανιών γίνεται αναφορά στην συνέχεια, όμως μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται στα ελικοειδή τρυπάνια, που χρησιμοποιούνται περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο είδος.

#### Είδη τρυπανιών:

1. Τρυπάνια για την διάνοιξη οπών με κανονικό βάθος.
2. Τρυπάνια για την διάνοιξη οπών με μεγάλο βάθος.
3. Τρυπάνια για την διάνοιξη οπών με μεγάλο βάθος.
4. Ειδικά τρυπάνια και βοηθητικά εργαλεία.

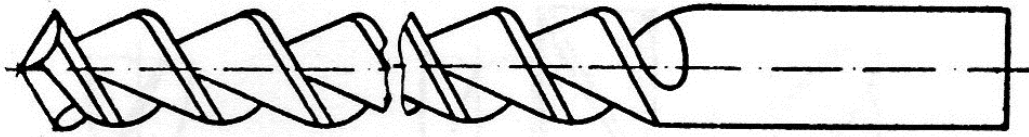


α) Ελικοειδές τρυπάνι

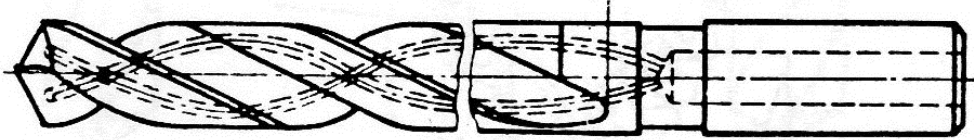


β) Επίπεδο τρυπάνι

**Σχήμα 1.19 Τρυπάνια για την διάνοιξη οπών με κανονικό βάθος**

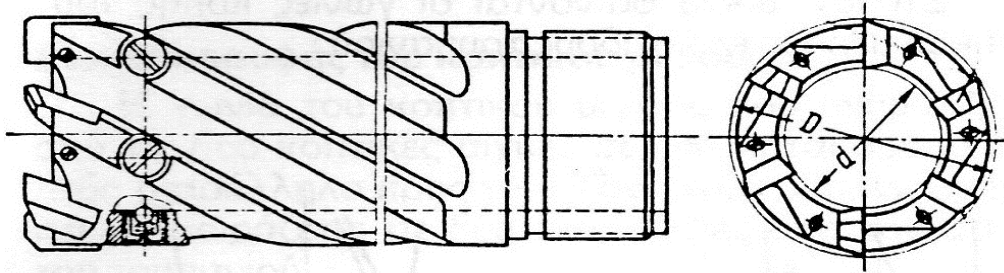


(α) Τρυπάνι με βήμα έλικας μικρότερο από το συνηθισμένο.



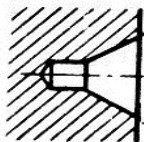
(β) Τρυπάνι με εσωτερικές οπές για την παροχή ψυκτικού υγρού στο σημείο κοπής.

Σχήμα 1.20 Τρυπάνια για την διάνοιξη οπών με μεγάλο βάθος

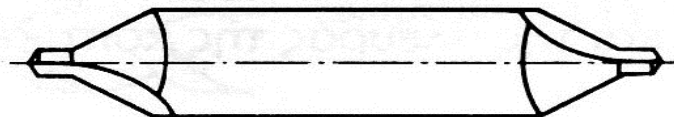


Τρυπάνι διάτρητο με πρόσθετες κοπτικές αιχμές για διάνοιξη οπών με μεγάλη διάμετρο.

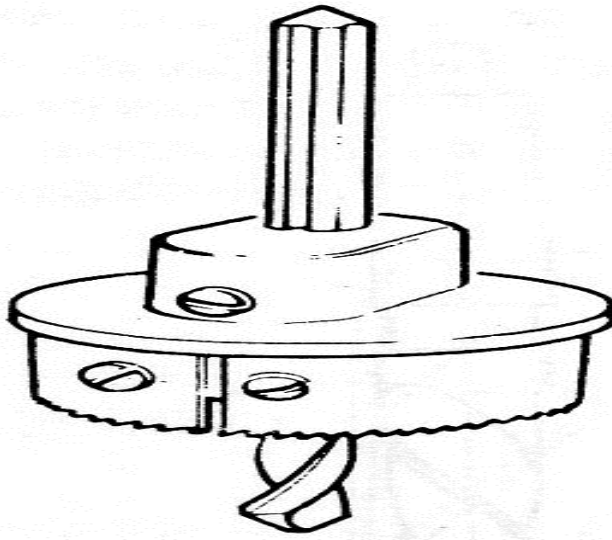
Κεντροτρύπανο



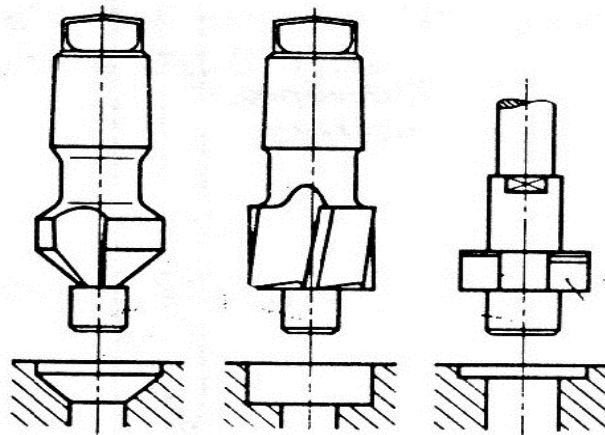
Εργασία



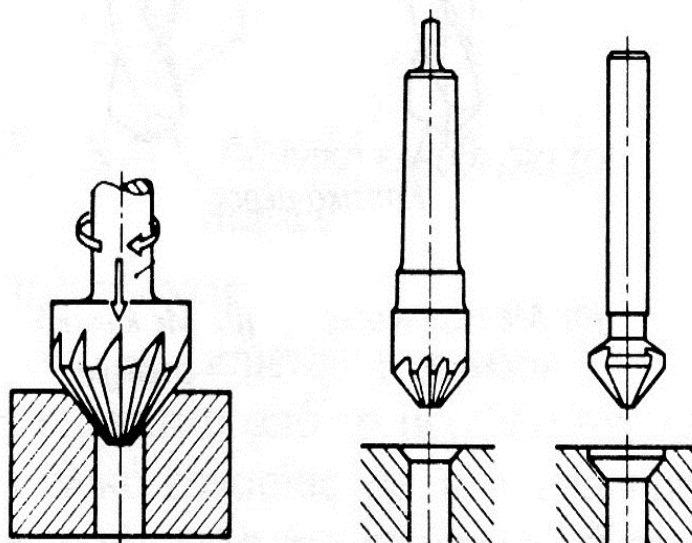
Κεντροτρύπανο για τη διάνοιξη κέντρων στο άκρο άξονα.



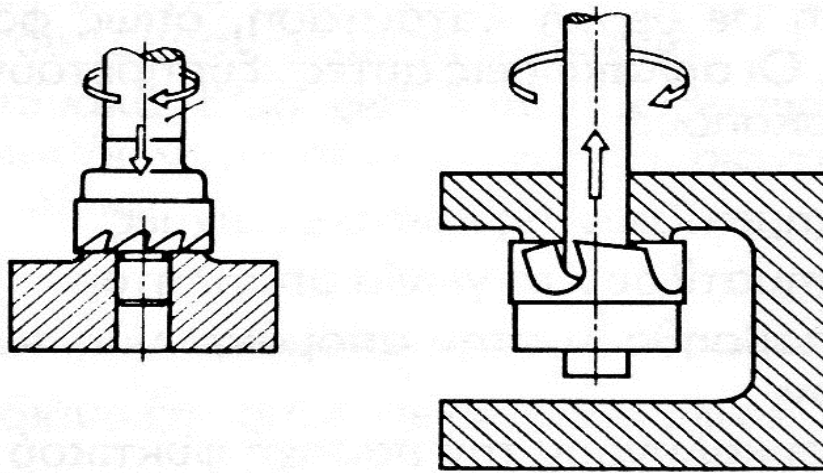
Σχήμα 1.21 Δισκοειδής κοπήρας για την διάνοιξη οπών μεγάλης διαμέτρου σε λεπτά ελάσματα.



Σχήμα 1.22 Δακτυλιωτά τρυπάνια με οδηγό για την διαμόρφωση του προσώπου οπών



Σχήμα 1.23 Φρεζοτρώπανα για το φρεζάρισμα οπών.



Σχήμα 1.24 Δακτυλιωτά τρυπάνια για την επιπέδωση των ομφαλών οπών

#### Κεφάλαιο 4. Φρέζες

Η φρέζα όπως και ο τόρνος αποτελεί μία από τις βασικότερες εργαλειομηχανές ενός μηχανουργείου. Κατά την κοπή στην φρέζα, το κοπτικό εργαλείο αποκόπτει από το αντικείμενο κατεργασίας κομμάτια μετάλλου καθορισμένων διαστάσεων. Το κοπτικό εργαλείο της φρέζας είναι πάντοτε περιστρεφόμενο, ενώ το αντικείμενο είναι δυνατό να κινείται ή να μένει ακίνητο. Οι μεγάλες δυνατότητες που μας προσφέρει η σχετική αυτή κίνηση μεταξύ κοπτικού εργαλείου και αντικειμένου στη διαμόρφωση πολύπλοκων επιφανειών, καθιστά την φρέζα μια από τις πολυπλοκότερες εργαλειομηχανές. Η πολυπλοκότητα αυτή μας επιτρέπει όμως να διαμορφώσουμε σχετικά εύκολα επιφάνειες και σχήματα τα οποία δεν είναι δυνατό να παραχθούν με τις εργαλειομηχανές που εξετάσαμε μέχρι τώρα.

Λόγω της πολύπλοκης κατασκευής της φρέζας και της σχετικά μεγάλης ακρίβειας ανοχών που απαιτείται για την ικανοποιητική λειτουργία της, η φρέζα είναι σχετικά σύγχρονη μηχανή η οποία κατασκευάστηκε για πρώτη φορά το 1818 και χρησιμοποιήθηκε στην αρχή για την κατασκευή όπλων στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Λόγω της μεγάλης διάδοσης της φρέζας στην μηχανουργική παραγωγή και της μεγάλης ποικιλίας των κατεργασιών για τις οποίες χρησιμοποιούνται φρέζες, όπως και στην περίπτωση του τόρνου, έτσι και στην περίπτωση αυτή έχουν προκύψει πολλοί τύποι φρεζών. Από τους τύπους αυτούς ένα σημαντικό τμήμα κατασκευάζεται ως φρέζες γενικής χρήσης, και το υπόλοιπο ως φρέζες μαζικής παραγωγής, φρέζες βαρέως τύπου, ειδικές φρέζες κ.α. Στις εργαλειομηχανές αυτές, κύριο χαρακτηριστικό είναι η διεύθυνση του κύριου άξονα η οποία είναι κατακόρυφη ή οριζόντια. Σε πολλές φρέζες υπάρχει η δυνατότητα περιστροφής της κεφαλής της φρέζας κατά 90 μοίρες ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίηση κοπτικών εργαλείων και των δύο τύπων εργαλειομηχανών.

Εκτός από την διεύθυνση του κύριου άξονα της φρέζας, μεγάλη σημασία για τις παραγωγικές δυνατότητες της εργαλειομηχανής έχουν οι δυνατότητες κίνησης της τράπεζας πρόσδεσης των αντικειμένων κατεργασίας, που επιτρέπουν την διαμόρφωση πολυπλοκότερων επιφανειών.

Στις μηχανές του τύπου αυτού το αντικείμενο κατεργασίας προσδένεται στην τράπεζα η οποία έχει την δυνατότητα να κινείται οριζόντια, κάθετα προς το κοπτικό εργαλείο με την βοήθεια του μοχλού πρόωσης. Επίσης, η τράπεζα εργασίας είναι δυνατό να ανυψωθεί ή να κινηθεί εγκάρσια με την βοήθεια των αντίστοιχων μοχλών. Ανάλογα με τον τύπο της εργαλειομηχανής, πολλές από τις κινήσεις αυτές είναι δυνατό να εκτελεσθούν μηχανικά μέσω κιβωτίου ταχυτήτων από τον κινητήρα της μηχανής. Υπάρχουν επίσης και διάφοροι συναφείς αυτοματισμοί, όπως για παράδειγμα η αυτόματη επαναφορά της τράπεζας, μέσω των οποίων είναι δυνατή η λειτουργία της μηχανής χωρίς την ανάγκη της άμεσης επίβλεψης του χειριστή. Ο τύπος αυτός φρέζας με οριζόντιο κοπτικό εργαλείο κατασκευάζεται επίσης και σε μεγαλύτερες διαστάσεις για την κατεργασία μεγαλύτερων αντικειμένων.

Στην μηχανή αυτή, η τράπεζα εργασίας έχει την δυνατότητα μόνο οριζόντιας κίνησης για την δημιουργία της πρόωσης. Το βάθος κοπής ρυθμίζεται με την κάθοδο της κεφαλής της φρέζας κατά μήκος των δύο πλευρικών πυλώνων. Για την βελτίωση της παραγωγικότητας των εργαλειομηχανών του τύπου αυτού, κατασκευάζονται επίσης και φρέζες με δύο ανεξάρτητα κοπτικά εργαλεία τα οποία έχουν την δυνατότητα να κατεργάζονται τις πλευρικές επιφάνειες του αντικείμενου συγχρόνως, χωρίς να απαιτείται νέα πρόσδεση του αντικείμενου στην τράπεζα εργασίας.

Οι συνηθέστερες εργασίες που είναι πραγματοποιήσιμες σε φρέζες με οριζόντια κοπτικά εργαλεία είναι κυρίως η κατεργασία επίπεδων επιφανειών και η διάνοιξη αυλακών. Οι αύλακες αυτοί παίρνουν το σχήμα του κοπτικού εργαλείου.

Εκτός από την φρέζα με οριζόντιο κοπτικό εργαλείο, για κατεργασίες με πολυπλοκότερες επιφάνειες χρησιμοποιούνται φρέζες με κατακόρυφο κοπτικό εργαλείο.

Στον τύπο αυτό φρέζας η τράπεζα έχει την δυνατότητα να κινείται συγχρόνως κατά την διεύθυνση τριών αξόνων κάθετων μεταξύ τους, εκ των οποίων οι δύο είναι σε οριζόντιο επίπεδο και ο τρίτος κατακόρυφος. Ορισμένοι κατασκευαστές φρεζών προσφέρουν επίσης και τράπεζες με δυνατότητα περιστροφής γύρω από τον κατακόρυφο άξονα του κοπτικού εργαλείου. Το κοπτικό αυτό εργαλείο βρίσκεται στο κατώτερο τμήμα της κεφαλής της φρέζας και παίρνει κίνηση μέσω κιβωτίου ταχυτήτων για την ρύθμιση της κοπτικής ταχύτητας. Η κεφαλή έχει την δυνατότητα περιστροφής γύρω από οριζόντιο άξονα, ώστε να είναι δυνατή η κατεργασία και πλαγίων επιφανειών. Με τα εργαλεία αυτά είναι δυνατή η κατεργασία επίπεδων επιφανειών, η διάνοιξη αυλακών, η διάνοιξη και η κατεργασία οπών, η κατασκευή οδοντωτών τροχών κ.α.

Για κατεργασίες μεγάλης ακρίβειας με μικρές απαιτήσεις κοπτικής ισχύος, χρησιμοποιούνται φρέζες οι οποίες έχουν δυνατότητες κίνησης των τραπεζών δεν διαφέρουν από τις αντίστοιχες των φρεζών γενικής χρήσης με κατακόρυφο άξονα. Η έμφαση στις εργαλειομηχανές αυτές δίδεται στην ακρίβεια θέσης του κοπτικού εργαλείου, για τον λόγο αυτό οι μηχανές αυτές παρουσιάζουν μικρή παραγωγικότητα και απαιτούν μικρή ισχύ κοπής και πρόωσης.

Στους σύγχρονους τύπους φρεζών ακριβείας είναι σχεδόν κανόνας η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικού υπολογιστή για τον έλεγχο της λειτουργίας των συνθηκών κοπής, της θέσης και των μετακινήσεων των κοπτικών εργαλείων.

Γενικά η φρέζα με την μεγάλη πολυπλοκότητα και προσαρμοστικότητα που παρουσιάζει στην κατεργασία είναι η πιο κατάλληλη μηχανή για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρουσιάζει ο έλεγχος με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Για την κατεργασία αντικειμένων μεγάλων διαστάσεων, οι φρέζες κατασκευάζονται με μεγαλύτερες διαστάσεις κλίνης, ισχυρότερη κατασκευή και μεγαλύτερη ισχύ κινητήρων.

Στις μηχανές του τύπου αυτού η τράπεζα δεν έχει τις δυνατότητες κίνησης των φρεζών γενικής χρήσης. Η τράπεζα κατεργασίας έχει την δυνατότητα μόνο παλινδρομικής κίνησης και η όλη λειτουργία της μηχανής παρουσιάζει πολλά κοινά σημεία με την τραπεζοπλάνη. Η δυνατότητα των μηχανών αυτών να κινούν το κοπτικό εργαλείο ανεξάρτητα από την κίνηση της τράπεζας, προσφέρει μια μεγαλύτερη ευχέρεια στην κατεργασία πολύπλοκων επιφανειών.

Αντίστοιχες ικανότητες κίνησης έχει και η ακόλουθη φρέζα με διάταξη γέφυρας για την κατεργασία αντικειμένων εξαιρετικά μεγάλων διαστάσεων, όπως για παράδειγμα μηχανών πλοίων, ελίκων πλοίων, υδροστρόβιλων κ.α.

Οι φρέζες με παλινδρομική τράπεζα, λόγω της περιστροφικής κίνησης του κοπτικού εργαλείου, δεν παρουσιάζουν τους περιορισμούς στην κοπτική ταχύτητα των πλανών. Στην περίπτωση των φρεζών η κοπτική ταχύτητα του εργαλείου καθορίζεται κατά κύριο λόγο από την ταχύτητα περιστροφής του και όχι από την ταχύτητα παλινδρόμησης της τράπεζας όπως γίνεται στην περίπτωση της πλάνης. Για την κατεργασία αντικειμένων μεγάλου μήκους χρησιμοποιούνται επίσης φρέζες με σταθερή τράπεζα. Στις μηχανές αυτές η πρόωση του κοπτικού εργαλείου γίνεται με την μετακίνηση του όλου συστήματος του κινητήρα, κιβωτίου ταχυτήτων, και της κεφαλής κατά μήκος της τράπεζας.

Τα κοπτικά εργαλεία της φρέζας παρουσιάζουν εξωτερικά σημαντικές ομοιότητες με τα κοπτικά εργαλεία των δραπετών, των γλυφάνων και των δισκοπρίονων. Τα κοπτικά εργαλεία της φρέζας έχει την μορφή τροχού στην περιφέρεια του οποίου υπάρχουν οι κοπτικοί οδόντες. Κατά την περιστροφή του κοπτικού, κάθε οδόντας έρχεται σε επαφή με το αντικείμενο εκεί όπου η επιφάνεια εφάπτεται του τροχού. Στο σημείο επαφής κατ' αρχάς εξασκείται ισχυρή τριβή και συμπίεση του υλικού. Λόγω της πρόωσης του αντικειμένου από την κίνηση της τράπεζας, ο οδόντας κατά την κίνηση του εισχωρεί βαθύτερα στην μάζα του μετάλλου με αποτέλεσμα την αύξηση της διατομής του αποβλήτου. Με τον τρόπο αυτό, κάθε οδόντας αποκόπτει μία καθορισμένη ποσότητα μετάλλου η οποία εξαρτάται από το βάθος κοπής και την πρόωση της τράπεζας. Για τον περιορισμό της τριβής και την αποφυγή της στόμωσης του εργαλείου, ο οδόντας διαμορφώνεται συνήθως με τραπεζοειδή μορφή με κατάλληλες γωνίες κύριας και δευτερεύουσας ελευθερίας. Η τροχιά της κοπτικής ακμής του οδόντα έχει την μορφή τροχοειδούς καμπύλης.

Εκτός από το είδος αυτό της κοπής στην φρέζα, κατά το οποίο το κοπτικό εργαλείο έχει στο σημείο κοπής ταχύτητα αντίθετη της πρόωσης, υπάρχει επίσης η δυνατότητα κοπής με φορά περιστροφής του κοπτικού ομόρροπη προς την κίνηση της τράπεζας.

Στην περίπτωση της ομόρροπης κοπής, το απόβλητο έχει μεγάλο πάχος στην αρχή κατά την είσοδο του στην μάζα του μετάλλου, και μηδενίζεται κατά την έξοδο του οδόντα από το υλικό. Κάθε μία από τις μεθόδους αυτές παρουσιάζει πλεονεκτήματα

και μειονεκτήματα ανάλογα με τα υλικά των κοπτικών εργαλείων, την εργαλειομηχανή, κ.α.

Γενικά η ομόρροπη κοπή πλεονεκτεί στην περίπτωση κοπτικών εργαλείων κατασκευασμένων από καρβίδια. Τα εργαλεία αυτά παρουσιάζουν μικρές ή και αρνητικές γωνίες αποβλήτου και εισχωρούν ευκολότερα στο μέταλλο κατά την ομόρροπη κοπή. Αντίθετα τα εργαλεία αυτά δυσκολεύονται να εισχωρήσουν στην μάζα του μετάλλου κατά την αντίρροπη κοπή, γιατί κατά την αρχική επαφή μεταξύ αντικειμένου και κοπτικού εργαλείου, η επιφάνεια του αντικειμένου είναι εφαπτόμενη της τροχιάς του οδόντα. Επίσης, η ομόρροπη κοπή παρουσιάζει απότομη ανάπτυξη των κοπτικών δυνάμεων και συνεπώς είναι δυνατόν να εφαρμοσθεί μόνον σε μηχανές σε καλή κατάσταση και μεγάλης στιβαρότητας. Η ομόρροπη κοπή, λόγω της διεύθυνσης των κοπτικών δυνάμεων δημιουργεί μία συμπίεση του αντικειμένου στην εργαλειομηχανή. Τέλος, οι δυνάμεις κοπής που αναπτύσσονται κατά την ομόρροπη κοπή είναι ελαφρώς μικρότερες για τον ίδιο όγκο αποβλήτου.

Στην περίπτωση της αντίρροπης κοπής, τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι η ομαλότερη ανάπτυξη των κοπτικών δυνάμεων, η μειωμένη φόρτιση των εδράνων του άξονα του κοπτικού εργαλείου λόγω της διεύθυνσης των κοπτικών δυνάμεων, η μικρή εξάρτηση των κοπτικών γωνιών από το βάθος κοπής.

Στο σημείο αυτό είναι σκόπιμο να τονισθεί ότι τα κοπτικά εργαλεία, οι προώσεις και τα βάθη κοπής που χρησιμοποιούνται για κάθε είδος κοπής ομόρροπης ή αντίρροπης είναι διαφορετικά. Στις συνήθεις περιπτώσεις κοπής με εργαλεία από ταχυχάλυβες και μικρές απαιτήσεις παραγωγικότητας χρησιμοποιείται κατά κανόνα η αντίρροπη κοπή.

Οι κοπτικοί οδόντες έχουν ευθύγραμμη ή ελικοειδή μορφή η οποία παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι κατά την διάρκεια της κοπής βρίσκεται πάντοτε σε επαφή με το μέταλλο ένας ή περισσότεροι οδόντες. Για την κατεργασία οριζοντίων επιφανειών σε φρέζες με κατακόρυφο άξονα χρησιμοποιούνται εργαλεία ειδικής μορφής.



## Επίλογος - Συμπεράσματα

Η διαδικασία της διάτρησης μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι είναι η βασικότερη μέθοδος παραγωγής και δημιουργίας οπών, σε σχέση με τις άλλες μεθόδους, όπως το μπόρινγκ, την γλύφανση και την εκγλύφανση, οι οποίες συντελούν στην δημιουργία και στην διάνοιξη οπών. Ωστόσο, η διαδικασία της διάτρησης δεσπόζει στον χώρο του μηχανοστασίου με σκοπό την διάνοιξη οπών, διότι είναι γρήγορη, απλή και οικονομική. Επίσης, υπάρχουν διάφορες εργαλειομηχανές διάτρησης που έχουν ως σκοπό την διάνοιξη οπών. Γίνεται αντιληπτό με σαφήνεια ότι το κυριότερο και το πιο συνηθέστερο εργαλείο που χρησιμοποιείται για την δημιουργία οπής είναι ο δράπανος, και μετά ακολουθούν τα διάφορα είδη τρυπανιών, η οξυγονοκοπή, και τέλος οι φρέζες. Ο δράπανος ξεχωρίζει, διότι διακρίνεται σε πάρα πολλά είδη, όπου το κάθε είδος ξεχωριστά επιτυγχάνει με ακρίβεια την διάνοιξη οπής, αλλά και επειδή η διαδικασία είναι πολύ πιο γρήγορη με την χρησιμοποίηση δραπεάνου. Ωστόσο, θα πρέπει να τονισθεί, ότι η χρησιμοποίηση δραπεάνου στο μηχανουργείο προϋποθέτει και ορισμένα μέτρα, τα οποία είναι απαραίτητα για την ασφάλεια μας και την ασφάλεια των τριγύρω μας,(κατάλληλο ντύσιμο, απομάκρυνση αποβλήτου κ.α.).

### Τελικά συμπεράσματα

Το κλειδί μιας επιτυχημένης κατεργασίας, και μιας διαδικασίας διάνοιξης οπής δεν είναι η τελειοποίηση μεμονωμένων παραμέτρων όπως τα κοπτικά εργαλεία και οι εργαλειομηχανές διάτρησης που θα χρησιμοποιηθούν, αλλά ολόκληρου του <φακέλου> της κατεργασίας με εκμετάλλευση κάθε τεχνολογικής δυνατότητας και εξέταση κάθε πλευράς της εφαρμογής. Είναι απλά χαμένη προσπάθεια αν ο εξελιγμένος εξοπλισμός δεν συνοδεύεται από τις βέλτιστες παραμέτρους της κατεργασίας.

Επειδή η υψηλή ταχύτητα συνοδεύεται από αύξηση της θερμοκρασίας που αποτελεί το κυριότερο πρόβλημα φθοράς για το εργαλείο, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε μέσω της προσομοίωσης που και πως αυτή αναπτύσσεται ώστε με επιλογή των κατάλληλων συνθηκών διάνοιξης οπών να διαχέεται καλύτερα η θερμότητα, να μειωθεί η θερμοκρασία και με αυτόν τον τρόπο να βελτιστοποιηθεί η διαδικασία διάνοιξης οπών.

## **Βιβλιογραφία**

1. Μηχανουργική Τεχνολογία II Τεχνολογία Κατεργασιών Κοπής των Μετάλλων Τόμος Π-I (Κατεργασίες Κοπής). Τ.Ε.Ε. Πρώτος Κύκλος – Β' Τάξη ΟΕΔΒ, Αθήνα 2000.
2. Μηχανουργική Τεχνολογία I, Πετρόπουλος, εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1998.
3. Μ.Τ.Σ.Β.Α – Μηχανουργική Τεχνολογία και Σχεδιασμός Βιομηχανικών Αντικειμένων, Σημειώσεις του Μαρόπουλου Απόστολου, Σ.Τ.Ε.Φ-Α.Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη 2002.
4. CAE (Θ), Σημειώσεις του Καθηγητή Παναγιώτη Κυράτση, Σ.Τ.Ε.Φ-Α.Τ.Ε.Ι. Δυτικής Μακεδονίας, Κοζάνη-Σεπτέμβριος 2006.
5. Αγγλοελληνικό αναλυτικό λεξικό Μηχανολογίας Ευστάθιος Αθ. Ζωγόπουλος, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2006.
6. Εργαλειομηχανές (Διμηνιαίο Περιοδικό των Κατασκευών).

## **Ξένη Βιβλιογραφία**

1. Cutting Tool Applications Book by George Schneider, Jr. CMfgE – Chapters 8 & 9.
2. Manufacturing Engineer's Reference Book Edited by Dahl Koshal with specialist contributors, Butterworth-Heinemann, England 1993
3. Metal Cutting Theory and Tool Design (V. Arshinov – G Alekseev), Moscow, Mir Publishers.

## **Παγκόσμιος Ιστός**

1. [www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)
2. [www.istc.com](http://www.istc.com)
3. [www.feainfo.com](http://www.feainfo.com)
4. [www.dyna-portal.com](http://www.dyna-portal.com)
5. [www.isdyna-support.com](http://www.isdyna-support.com)

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Γενικά για την διάτρηση και το κοπτικό εργαλείο.....	5
1.1. Εισαγωγή.....	5
1.2. Ονοματολογία ελικοειδούς τρυπανιού.....	7
1.3. Κατηγορίες τρυπανιών.....	9
1.4. Συγγενικές διαδικασίες διάτρησης.....	11
1.5. Διάτρηση οπών μικρής διαμέτρου.....	12
Κεφάλαιο 2: Εργαλειομηχανές διάτρησης.....	13
2.1. Εισαγωγή.....	13
2.2. Είδη και τύποι των εργαλειομηχανών διάτρησης.....	13
2.2.1. Ταξινόμηση μεγέθους.....	13
2.2.1.1. Το απλό δράπανο ή επιτραπέζιο δράπανο.....	14
2.2.1.2. Ευαίσθητο δράπανο.....	14
2.2.1.3. Το ακτινωτό δράπανο (Τύπου Radial).....	15
2.2.1.4. Το πυργωτό δράπανο.....	16
2.2.1.5. Το πολυάτρακτο δράπανο.....	16
2.2.1.6. Αυτόματα συστήματα διάτρησης.....	17
2.2.1.7. Συστήματα διάτρησης βαθέων οπών.....	17
2.2.1.8. Το σύστημα προώθησης.....	17
2.3: Λειτουργικές απαιτήσεις των εργαλειομηχανών διάτρησης.....	17
2.4: Διατάξεις και συστήματα συγκράτησης εργαλείων και τεμαχίων	
2.4.1. Συσκευές συγκράτησης εργαλείων.....	19
2.4.2. Συσκευές συγκράτησης τεμαχίων.....	19
Κεφάλαιο 3: Δράπανος.....	20
3.1. Μέτρα ασφάλειας και προστασίας στα δράπανα.....	21
3.2. Είδη δρασάνων.....	22
3.3. Δράπανα φορητά.....	22
3.4. Δράπανα επιτραπέζια.....	24
3.5. Δράπανα δαπέδου.....	24
3.6. Δράπανα πλαισίου.....	24
3.7. Ακτινωτά δράπανα.....	25
3.8. Πολυάτρακτο δράπανο.....	25
3.9. Το δράπανο στήλης.....	26
3.10. Τρυπάνι.....	33
Κεφάλαιο 4: Φρέζες.....	36

