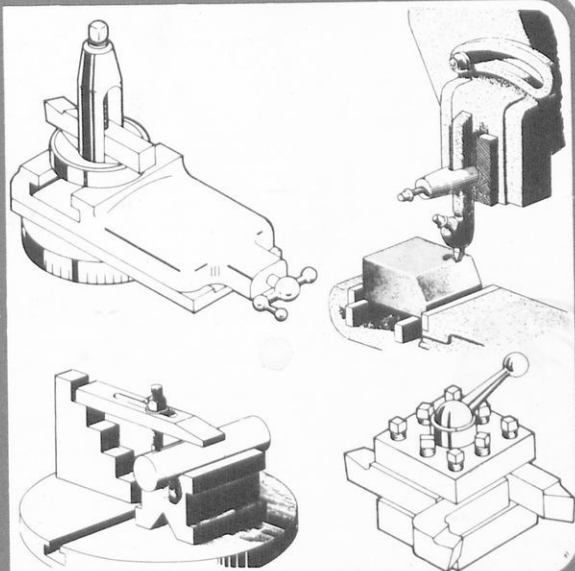


ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Π. Γ. Πετρόπουλου

ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ Α.Π.Θ.



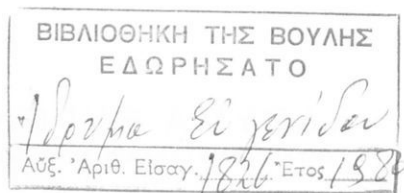




1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ







Ε

13

ΤΧΝ

Πετροπουλος, Π. Α.

Γ' ΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Π.Γ. ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ Α.Π.Θ.

ΑΘΗΝΑ
1979



002
ΗΠΕ
ΕΤ2Β
2149

ΑΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΝΩΣΤΙΚΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ὁ ἰδρυτής καί χορηγός τοῦ «Ἰδρύματος Εὐγενίδου», πολλὴ νωρὶς πρόβλεψε καί σχημάτισε τὴν πεποίθησιν ὅτι ἡ ἄρτια κατάρτιση τῶν τεχνικῶν μας, σέ συνδυασμὸ μὲ τὴν ἐθνικὴ ἀγωγή, θά ἦταν ἀναγκαῖος καί ἀποφασιστικός παράγοντας τῆς προόδου τοῦ ἔθνους μας.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴ ὁ Εὐγενίδης ἐκδήλωσε μὲ τὴ γενναιοφρονα πράξιν εὐεργεσίας, νά κληροδοτήσῃ σεβαστὸ ποσὸ γιὰ τὴ σύσταση Ἰδρύματος ποῦ θά εἶχε σκοπὸ νά συμβάλλῃ στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευση τῶν νέων τῆς Ἑλλάδας.

Ἔτσι τὸ Φεβρουάριον τοῦ 1956 συστήθηκε τὸ «Ἰδρυμα Εὐγενίδου», τοῦ οὐοίου τὴν διοίκηση ἀνέλαβε ἡ ἀδελφὴ του κυρία Μαριάνθη Σίμου, σύμφωνα μὲ τὴν ἐπιθυμία τοῦ διαθέτη.

Ἀπὸ τὸ 1956 μέχρι σήμερα ἡ συμβολὴ τοῦ Ἰδρύματος στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευση πραγματοποιεῖται μὲ διάφορες δραστηριότητες. Ὅμως ἀπ' αὐτὲς ἡ σημαντικότερη, ποῦ κρίθηκε ἀπὸ τὴν ἀρχὴ ὡς πρώτης ἀνάγκης, εἶναι ἡ ἔκδοσις βιβλίων γιὰ τοὺς μαθητὲς τῶν τεχνικῶν σχολῶν.

Μέχρι σήμερα ἐκδόθηκαν 150 τόμοι βιβλίων, ποῦ ἔχουν διατεθεῖ σὲ πολλὰ ἐκατομμύρια τεύχη, καί καλύπτουν ἀνάγκες τῶν Κατώτερων καί Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν τοῦ Ὑπ. Παιδείας, τῶν Σχολῶν τοῦ Ὁργανισμοῦ Ἀπασχολήσεως Ἑργατικοῦ Δυναμικοῦ (ΟΑΕΔ) καί τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἑμπορικοῦ Ναυτικοῦ.

Μοναδικὴ φροντίδα τοῦ Ἰδρύματος σ' αὐτὴ τὴν ἐκδοτικὴν του προσπάθεια ἦταν καί εἶναι ἡ ποιότητα τῶν βιβλίων, ἀπὸ ἀποψη ὅχι μόνον ἐπιστημονικὴ, παιδαγωγικὴ καί γλωσσικὴ, ἀλλὰ καί ἀπὸ ἀποψη ἐμφανίσεως, ὥστε τὸ βιβλίον νά ἀγαπηθεῖ ἀπὸ τοὺς νέους.

Γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴ καί παιδαγωγικὴ ποιότητα τῶν βιβλίων, τὰ κείμενα ὑποβάλλονται σὲ πολλὰς ἐπεξεργασίες καί βελτιώνονται πρὶν ἀπὸ κάθε νέα ἔκδοσις.

Ἰδιαίτερη σημασία ἀπέδωσε τὸ Ἰδρυμα ἀπὸ τὴν ἀρχὴ στὴν ποιότητα τῶν βιβλίων ἀπὸ γλωσσικὴ ἀποψη, γιατί πιστεύει ὅτι καί τὰ τεχνικὰ βιβλία, ὅταν εἶναι γραμμένα σὲ γλῶσσα ἄρτια καί ὁμοιόμορφη ἀλλὰ καί κατάλληλη γιὰ τὴ στάθμην τῶν μαθητῶν, μποροῦν νά συμβάλλουν στὴν γλωσσικὴ διαπαιδαγώγησιν τῶν μαθητῶν.

Ἔτσι μὲ ἀπόφαση ποῦ πάρθηκε ἤδη ἀπὸ τὸ 1956 ὅλα τὰ βιβλία τῆς Βιβλιοθήκης τοῦ Τεχνίτη, δηλαδὴ τὰ βιβλία γιὰ τίς Κατώτερες Τεχνικὲς Σχολές, ὅπως ἀργότερα καί γιὰ τίς Σχολές τοῦ ΟΑΕΔ, εἶναι γραμμένα σὲ γλῶσσα δημοτικὴ μὲ βάση τὴν γραμματικὴν τοῦ Τριανταφυλλίδου, ἐνῶ ὅλα τὰ ἄλλα βιβλία εἶναι γραμμένα στὴν ἀπλὴ καθαρεύουσα. Ἡ γλωσσικὴ ἐπεξεργασία τῶν βιβλίων γίνεται ἀπὸ φιλολόγους τοῦ Ἰδρύματος καί ἔτσι ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνιαία σύνταξις καί ὁρολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα και η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ίδρυματος.

Τό Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ίδρυτή του, να θέσει στην διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας την έκδοση των βιβλίων και για τις νέες Τεχνικές και Έπαγγελματικές Σχολές και τα νέα Τεχνικά και Έπαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα με τα Αναλυτικά Προγράμματα του Κ.Ε.Μ.Ε.

Τα χρονικά περιθώρια γι' αυτή την νέα έκδοτική προσπάθεια ήταν πολύ περιορισμένα και ίσως γι' αυτό, ιδίως τα πρώτα βιβλία αυτής της σειράς, να παρουσιάσουν ατέλειες στη συγγραφή ή στην έκτύπωση, που θα διορθωθούν στη νέα τους έκδοση. Γι' αυτό τό σκοπό επικαλούμαστε την βοήθεια όλων όσων θά χρησιμοποιήσουν τα βιβλία, ώστε να μς γνωστοποιήσουν κάθε παρατήρησή τους για να συμβάλλουν και αυτοί στη βελτίωση των βιβλίων.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Άλέξανδρος Ι. Παππάς, Όμ. Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Χρυσόστομος Φ. Καβουνίδης, Διπλ. Μηχ.-Ήλ. ΕΜΠ, Άντιπρόεδρος.

Μιχαήλ Γ. Άγγελόπουλος, Τακτικός Καθηγητής ΕΜΠ, Διοικητής ΔΕΗ.

Παναγιώτης Χατζηιωάννου, Μηχ.-Ήλ. ΕΜΠ, Γεν. Δ/ντής Έπαγ/κής Έκπ. Ύπ. Παιδείας.

Έπιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ρούσσος, Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ.

Σύμβουλος επί των εκδόσεων του Ίδρυματος Κ.Α. Μανάφης, Καθηγητής Φιλοσοφικής Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας, Δ.Π. Μεγαρίτης.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Έπιτροπής

Γεώργιος Κακριδής † (1955 — 1959) Καθηγητής ΕΜΠ. Άγγελος Καλογεράς † (1957 — 1970)

Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνις (1957 — 1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπεταιιέρης

(1956 — 1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960 — 1967) Θεόδωρος Κουζέλης (1968 — 1976)

Μηχ.-Ήλ. ΕΜΠ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

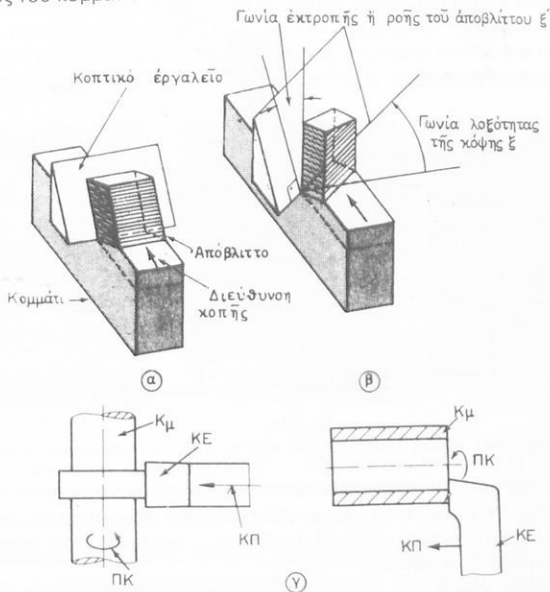
ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΚΟΠΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

1.1 Ο μηχανισμός της κοπής των μετάλλων.

1.1.1 Προκαταρκτικές ξννοιες και όρισμοί.

Ο μηχανισμός της κοπής των μετάλλων, τόν οποίο θά αναπτύξομε παρακάτω, ισχύει τόσο στις κατεργασίες των μετάλλων πού εκτελούνται στις εργαλειομηχανές (παράγρ. 4.3, Μηχ. Τεχν. Β' Τάξεως), όσο και σέ εκείνες πού γίνονται μέ εργαλεία τοῦ χεριοῦ (Μ.Ε. Κεφάλαιο 8 ὡς 16).

Γιά τή μελέτη τοῦ μηχανισμοῦ τῆς κοπῆς μεταχειριζόμαστε χάριν ἀπλότητος τή λεγόμενη **ὀρθογωνική κοπή** [σχ. 1.1α(α)]. Κατά τήν ὀρθογωνική κοπή τό κοπτικό εργαλείο ἔχει μορφή σφήνας, ἡ κόψη του εἶναι εὐθεία, ἔχει πλάτος μεγαλύτερο ἀπό τό πλάτος τοῦ κομματιοῦ καί εἶναι κάθετη πρὸς τή **διεύθυνση κοπῆς** (διεύθυνση



Σχ. 1.1α.

α) Ὀρθογωνική κοπή. β) Λοξή κοπή. γ) Ὀρθογωνική τὸρνευση. (ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠ κίνηση προώσεως, Κμ κομμάτι, ΚΕ κοπτικό εργαλείο).

ελεύθερη γωνία όμως επηρεάζει τη φθορά του εργαλείου [παράγρ. 1.4.3 (Γ) (2)].

γ) Τη **γωνία σφήνας** β , την οποία σχηματίζουν η επιφάνεια αποβλίττου και η ελεύθερη επιφάνεια του εργαλείου.

Μεταξύ των τριών αυτών γωνιών, που τίς ονομάζουμε **γωνίες κοπής** ισχύει, όπως είναι φανερό, η σχέση:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ \quad (1.1)$$

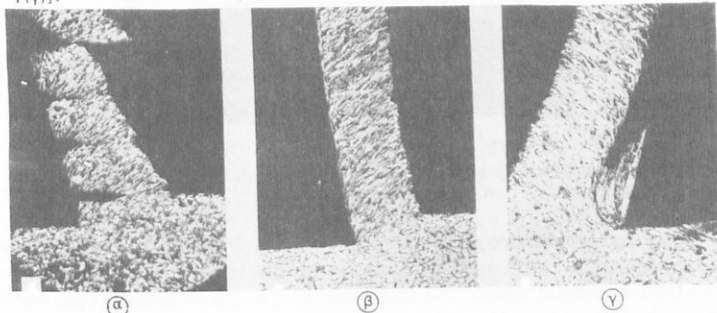
Τό πάχος t_1 του στρώματος του μετάλλου που αφαιρείται με τη βοήθεια του εργαλείου είναι γνωστό ως **θεωρητικό πάχος αποβλίττου**, ενώ τό πάχος t_2 που αποκότῃ τό απόβλιττο μετά τήν κοπή ονομάζεται **πραγματικό πάχος αποβλίττου**.

1.1.2 Είδη καί μορφές αποβλίττου.

“Όπως γνωρίζομε (παράγρ. 4.1, Μηχ. Τεχν. Β'), οι κατεργασίες κοπής ἔχουν ὡς κύριο χαρακτηριστικό τους τό ὅτι, γιά τή μορφοποίηση τῶν κομματιῶν, **ἀφαιρεῖται μέταλλο** καί ὅτι τό μέταλλο αὐτό ἀφαιρεῖται σέ **μορφή ἀποβλίττων**. Τό ἀπόβλιττο κατά συνέπεια εἶναι τό προϊόν τῆς κοπῆς τῶν μετάλλων καί ἡ μελέτη του μᾶς δίνει τή δυνατότητα νά βγάζομε ἐνδιαφέροντα συμπεράσματα γιά τό φαινόμενο τῆς κοπῆς.

Τό ἀπόβλιττο, ὅπως θά δοῦμε στή συνέχεια, σχηματίζεται σέ διάφορα μεγέθη καί παίρνει ποικίλες μορφές ἀνάλογα μέ τήν περίπτωση κατεργασίας.

Διακρίνομε τρία βασικά εἶδη ἀποβλίττου: τό **ἀσυνεχές ἀπόβλιττο** [σχ. 1.1 γ (α)], τό **συνεχές ἀπόβλιττο** [σχ. 1.1 γ (β)] καί τό **συνεχές ἀπόβλιττο μέ ψευδόκοψη** [σχ. 1.1 γ (γ)].



Σχ. 1.1γ.

Τά τρία εἶδη ἀποβλίττου: α) Τό ἀσυνεχές ἀπόβλιττο. β) Τό συνεχές ἀπόβλιττο. γ) Τό συνεχές ἀπόβλιττο μέ ψευδόκοψη.

Α. Τά βασικά εἶδη ἀποβλίττου.

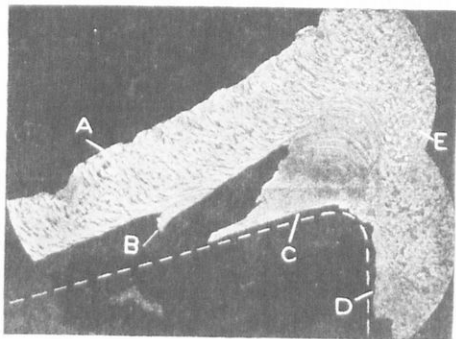
1) Τό **ἀσυνεχές ἀπόβλιττο**. Κατά τό σχηματισμό τοῦ ἀσυνεχοῦς ἀποβλίττου, τό μέταλλο πού βρίσκεται μπροστά ἀπό τήν κόψη τοῦ εργαλείου, ὑφίστάμενο σημαντικές παραμορφώσεις, **θραύεται** στή ζώνη διατμήσεως [παράγρ. 1.1.2] συνήθως περιοδικά καί τό ἀπόβλιττο **τεμαχίζεται**. Τέτοιο ἀπόβλιττο συναντοῦμε στήν κοπή ψαθυρῶν μετάλλων, ὅπως εἶναι ὁ χυτοσίδηρος ἢ ὁ χυτευτικός ὀρείχαλκος κ.ἄ. Εἶναι δυνατός ὅμως ὁ σχηματισμός ἀσυνεχοῦς ἀποβλίττου καί κατά τήν κοπή ὀλκίμων μετάλλων ἢ κραμάτων (μαλακός χάλυβας, ἀργίλιο, χαλκός, μόλυβδος κλπ) γε-

νικά σέ χαμηλές ταχύτητες κοπής, σέ μεγάλες προώσεις καί μέ έργαλεία μέ μικρές τιμές τής γωνίας αποβλίττου.

2) Τό **συνεχές απόβλιττο**. Στήν περίπτωση αυτή τό μέταλλο, πού βρίσκεται μπροστά άπό τήν κόψη του έργαλείου, ύφίσταται **συνεχή πλαστική παραμόρφωση σέ διάτμηση** (χωρίς βέβαια νά θραύεται) στή ζώνη διατμήσεως [θά τό εξηγήσουμε αυτό παρακάτω στήν παράγραφο 1.1.3] καί τό σχηματιζόμενο απόβλιττο έν είδει ταινίας κινείται έπάνω στήν έπιφάνεια αποβλίττου του έργαλείου.

Τό συνεχές απόβλιττο τό συναντοΰμε κατά τήν κοπή όλκίμων μετάλλων καί κραμάτων κυρίως σέ ψηλές ταχύτητες κοπής, όπως συμβαίνει στίς περιπτώσεις πού χρησιμοποιούμε σκληρομέταλλα ως κοπτικά έργαλεία [παράγρ. 1.3.2 (B)].

Τό απόβλιττο αυτό μς είναι πολύ έπιθυμητό, γιατί ό σχηματισμός του σχετίζεται μέ **εύνοϊκές συνθήκες** άναπτυσσόμενων δυνάμεων κοπής καί καταναλισκόμενης ισχύος, τραχύτητας των κατεργασμένων έπιφανειών καί φθοράς (ή ζωής) του κοπτικού έργαλείου (παράγρ. 1.4).

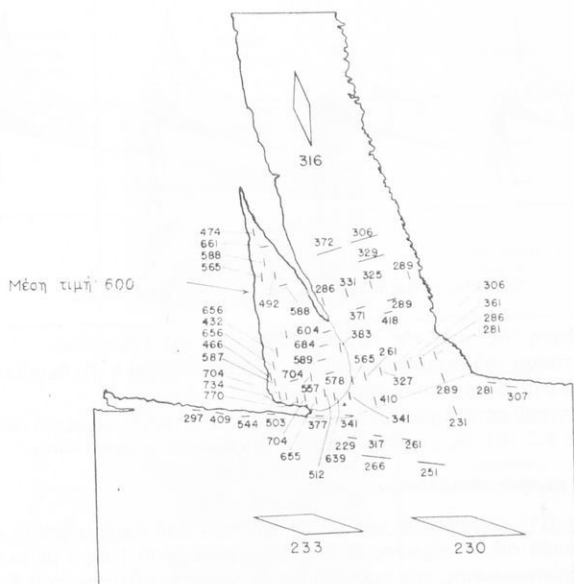


Σχ. 1.16.

Μικροφωτογραφία πού μς δείχνει τή ψευδόκοψη C καί τά τεμαχίδια B καί D πού προκύπτουν άπό τόν τεμαχισμό τής.

3) Τό **συνεχές απόβλιττο μέ ψευδόκοψη** [σχ. 1.1δ, σχ. 1.1 γ(γ)]. Σχηματίζεται όπως καί τό συνεχές μέ τή διαφορά ότι στήν περιοχή τής κόψης του έργαλείου καί έπάνω στήν έπιφάνεια αποβλίττου δημιουργείται ή λεγόμενη **ψευδόκοψη**. Αυτή είναι ένα σώμα σέ σφηνοειδές σχήμα άπό ισχυρά παραμορφωμένο καί σκληρωμένο (σχ. 1.1ε) μέταλλο. Δημιουργείται κατά τήν κοπή άπό έπάλληλα λεπτά στρώματα μετάλλου, προσκολλούμενη στήν έπιφάνεια αποβλίττου του έργαλείου, κάτω άπό συνθήκες ψηλού μέσου συντελεστή τριβής [παράγρ. 1.1.3] καί είδικών συνθηκών θερμοκρασίας.

Η ψευδόκοψη συνεχίζει νά άναπτύσσεται, καθώς ή κοπή προχωρεί. Καί όταν ή ψευδόκοψη άποκτήσει ένα όρισμένο μέγεθος κατά περίπτωση κοπής τότε, λόγω των δυνάμεων πού άσκοΰνται έπάνω σέ αυτή, άποχωρίζονται άπό τό σώμα της τεμαχίδια. Άλλα άπό αυτά (B) (σχ. 1.1δ) παρασυρόμενα προσκολλούνται στήν πρόσ τό έργαλείο πλευρά του απόβλίττου, ένώ άλλα (Δ) έπάνω στή νεοσχηματιζόμενη (κατεργασμένη) έπιφάνεια του κομματιού.



Σχ. 1.1ε.

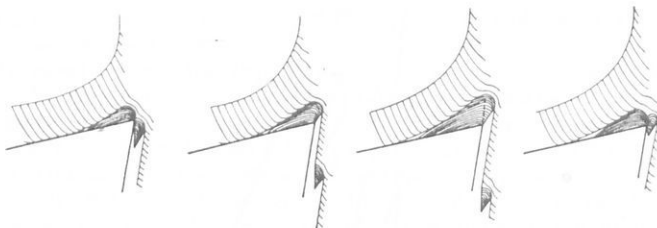
Διανομή της σκληρότητας στο απόβλιττο, στην ψευδόκοψη και στο κομμάτι. Είναι ολοφάνερη η σκλήρυνση της ψευδόκοψης (μέση τιμή περίπου 600 βαθμοί σκληρότητας) απέναντι στους περίπου 230 του άπαραμόρφωτου ύλικού (χάλυβας) του κομματιού.

Ο σχηματισμός και ο τεμαχισμός της ψευδόκοψης λαμβάνει χώρα περιοδικά, όπως χαρακτηριστικά βλέπομε στο σχήμα 1.1στ.

Η δημιουργία της ψευδόκοψης παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον για δύο λόγους: Ο πρώτος είναι ότι τα τεμαχίδια της ψευδόκοψης, τα οποία προσκολλούνται επάνω στην κατεργασμένη επιφάνεια του κομματιού, **χειροτερεύουν** την τραχύτητα της. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι η παρουσία της ψευδόκοψης επηρεάζει τη φθορά (άρα και τη ζωή) του κοπτικού εργαλείου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε άλλοτε να την **εύνοει** και άλλοτε να τη **χειροτερεύει**. Έτσι, αν η ψευδόκοψη είναι άσταθης, τότε τα πολύ σκληρά τεμαχίδια της, που προσκολλούνται στην προς το εργαλείο επιφάνεια του απόβλιττου (τεμαχίδια Β του σχήματος 1.1δ), φθείρουν το εργαλείο στην επιφάνεια απόβλιττου με το μηχανισμό αποξέσεως [παράγρ.1.4.2 (Α)]. Αν όμως η ψευδόκοψη είναι σταθερή σχετικά, τότε προφυλάσσει το εργαλείο από φθορά. Και αυτό, γιατί η ψευδόκοψη εκτελεί την εργασία της κόψης του εργαλείου.

Σχετικά με το σχηματισμό της ψευδόκοψης μπορούμε να διατυπώσμε το γενικό κανόνα ότι το μέγεθός της μειώνεται:

α) Με αύξηση της ταχύτητας κοπής (σέ ψηλές ταχύτητες κοπής η ψευδόκοψη μπορεί και να εξαφανισθεί όλωςδιόλου).



Σχ. 1.1στ.

Ο κύκλος σχηματισμού και τεμαχισμού της ψευδόκοπης.

β) Με αύξηση της τιμής της γωνίας αποβλίπτου του εργαλείου.

γ) Με ελάττωση του θεωρητικού πάχους του αποβλίπτου ή της προώσεως στην τόννευση και στίς άλλες κατεργασίες και

δ) με χρήση του κατάλληλου υγρού κοπής, πού βελτιώνει, όπως θα δούμε στην παράγραφο 1.5.2 (B), τις συνθήκες τριβής αποβλίπτου — εργαλείου.

B. Διάφορες μορφές αποβλίπτων.

Στό σχήμα 1.1ζ εικονίζονται μορφές αποβλίπτων πού σχηματίζονται κατά την τόννευση χάλυβα ταξινομούμενες σε επτά κατηγορίες από 1 ως 7 με μεταβαλλόμενες την ταχύτητα κοπής, την πρόωση και τη γωνία αποβλίπτου του εργαλείου. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι αύξηση της ταχύτητας κοπής, αύξηση της γωνίας αποβλίπτου του εργαλείου ή μείωση της προώσεως ευννοούν τό σχηματισμό μορφών αποβλίπτου, πού βαίνουν από την κατηγορία 7 πρὸς την κατηγορία 1.

Γ. Γρεζοθραύστες.

Στήν πράξη, πολλές φορές (π.χ. στήν κοπή ολκίμων μετάλλων ή κραμάτων σε ψηλές ταχύτητες κοπής) σχηματίζεται απόβλιπτο με μεγάλο μήκος (π.χ. ταινιοεδές, ή έλικοειδές, σχ. 1.1ζ). Τέτοιαις μορφής απόβλιπτο παρουσιάζει δυσκολίες στήν εκτέλεση της κατεργασίας και έγκυμονεί κινδύνους γιά άτύχημα στόν τεχνίτη και βλάβες στό εργαλείο και στήν εργαλειομηχανή.

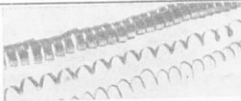
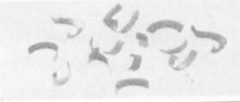
Σέ τέτοιες περιπτώσεις έλέγχουμε τή μορφή και τό μέγεθος του αποβλίπτου με κατάλληλη διαμόρφωση του κοπτικού εργαλείου δημιουργώντας **γρεζοθραύστες** (σχ. 1.1η).

1.1.3 Πώς σχηματίζεται τό συνεχές απόβλιπτο.

“Ας δούμε τώρα πώς σχηματίζεται τό συνεχές απόβλιπτο, πού είναι τό πιό άπλό γιά μελέτη και πού, όπως είπαμε, τό επιδιώκουμε στήν πράξη γιά τούς λόγους πού έχουμε αναφέρει [παράγρ. 1.1.2 (A) (2)].

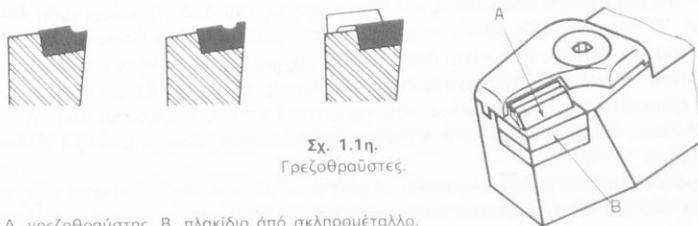
Παραδεχόμαστε ότι ή κοπή είναι συνεχής και όρθογωνική (παράγρ. 1.1.1), ότι τό εργαλείο είναι όξύ (μόλις τροχισμένο) και ότι τό απόβλιπτο δέν ρέει πλευρικά.

“Ας πούμε ότι τό εργαλείο παραμένει σταθερό και ότι τό κομμάτι κινείται πρὸς τά δεξιά (σχ. 1.1θ). Ο μηχανισμός της κοπής όμως δέν θά άλλαζε, αν συνέβαινε

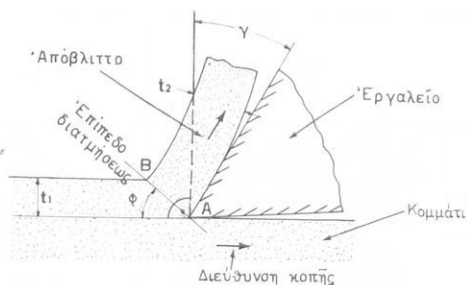
Κατηγορία μορφής άποβλήτου	Μορφή άποβλήτου	Όνομασία
1		Ταινιοειδές εύθυ
2		Ταινιοειδές άτακτο
3		Έλικοειδές
4		Έλικοειδές τεμαχισμένο
5		Σπειροειδές τεμαχισμένο
6		Τεμάχια σπειροειδούς
7		Τεμαχίδια άποβλήτου

Σχ. 1.1ζ.

Διάφορες μορφές αποβλήτου που μπορούν να σχηματισθούν κατά την τόνρευση ενός χάλυβα.

Σχ. 1.1η.
Γρεζοθραύστες.

Α. γρεζοθραύστης, Β. πλακίδιο από σκληρομέταλλο.



Σχ. 1.1θ.

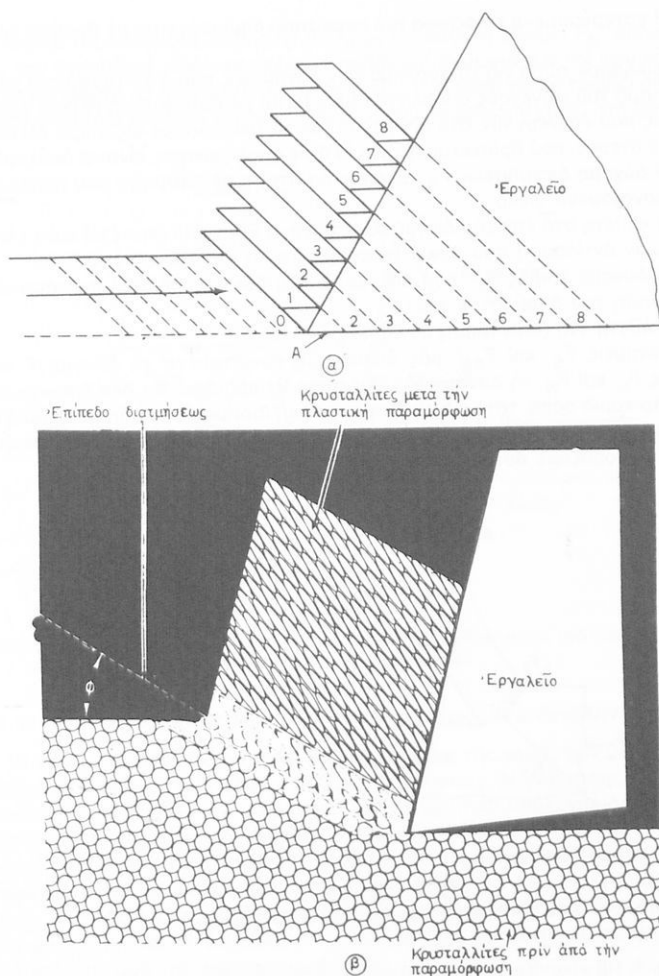
Πώς σχηματίζεται τό συνεχές απόβλιττο.

καί τό αντίθετο. Ἄν δηλαδή τό κομμάτι ἦταν σταθερό καί τό ἔργαλειο κουνιόταν. Ἐξαιτίας τῆς δυνάμεως πού θά ἀσκηθεῖ ἀπό τό ἔργαλειο πρὸς τό κομμάτι, δημιουργεῖται ἓνα πεδίο τάσεων ἀκριβῶς μπροστά στήν κόψη τοῦ ἔργαλείου. Ἄν, τώρα τό ὑλικό εἶναι ὀλκιμο, **παραμορφώνεται συνεχῶς μέ πλαστική διάτμηση** κατὰ μήκος τοῦ λεγόμενου **ἐπιπέδου διατμήσεως** (AB) μέ ἀποτέλεσμα τό σχηματισμό τοῦ ἀποβλίττου (μέ πάχος t_2). Τό ἀπόβλιττο σχηματισμένο πλέον κινεῖται πρὸς τὰ ἑπάνω (μᾶς τό δείχνει τό βέλος, σχ. 1.1θ) στήν ἐπιφάνεια ἀποβλίττου τοῦ ἔργαλείου, ἐφαπτόμενο κατὰ τή ζώνη τριβῆς, ὑπὸ μορφή ταινίας (συνεχές ἀπόβλιττο) ὑπερνικώντας σημαντική τριβή. Τό ἐπίπεδο διατμήσεως, κλίνει ὡς πρὸς τή διεύθυνση κοπῆς κατὰ μία γωνία Φ , τὴν ὁποία ὀνομάζουμε **γωνία διατμήσεως**. Στὴν πραγματικότητα ἡ πλαστική διάτμηση τοῦ μετάλλου δέν γίνεται ἀκριβῶς στὸ ἐπίπεδο διατμήσεως, ἀλλὰ σὲ μιά στενὴ ζώνη, στὴ **ζώνη διατμήσεως**. Τό πάχος τῆς ζώνης διατμήσεως μικραίνει ὅσο ἡ ταχύτητα κοπῆς μεγαλώνει. Γι' αὐτό, γιὰ τὶς ταχύτητες κοπῆς τῆς πράξεως, ἡ ζώνη διατμήσεως εἶναι δυνατό νά προσεγγισθεῖ μέ τό **ἐπίπεδο διατμήσεως**, πού διευκολύνει τὴν ἀνάλυση καί μελέτη τῆς κοπῆς.

Ὁ μηχανισμός σχηματισμοῦ τοῦ συνεχοῦς ἀποβλίττου μέ πλαστική διάτμηση μπορεῖ νά ἐξομειωθεῖ, γιὰ νά κατανοηθεῖ καλύτερα, μέ τὴν ὀλίσθηση μιᾶς δέσμης ἀπὸ παιγνιόχαρτα, πού βρίσκονται μπροστά σὲ ἓνα ἔργαλειο καί ὠθοῦνται ἀπὸ αὐτό [σχ. 1.1ι (α)]. Κάθε παιγνιόχαρτο ὀλισθαίνει πρὸς τὰ ἀριστερά σὲ σχέση μέ τό γειτονικό του, ἀκριβῶς ὅπως κάθε σύνολο κρυσταλλιτῶν τοῦ μετάλλου (γιὰ τὰ πολυκρυσταλλικά μέταλλα) ὀλισθαίνει κατὰ μήκος τῆς στενῆς ζώνης διατμήσεως. Κατὰ τὴ μετακίνηση π.χ. τοῦ παιγνιόχαρτου 1 ὡς πρὸς τὸ παιγνιόχαρτο 0, παρατηρεῖται ὀλίσθηση μεταξύ τους, ὅπως καί ἀποχωρισμός του ἀπὸ τὴ στοιχειώδη ἐπιφάνεια A. Ὁ ἀποχωρισμός αὐτός στήν πραγματικότητα σημαίνει θραύση ἑνὸς στοιχείου τοῦ ἀποβλίττου στὸ κάτω ἄκρο του καί σχηματισμό τῆς νέας ἐπιφάνειας τοῦ κομματιοῦ, δηλαδή τῆς **κατεργασμένης ἐπιφάνειας**, ὅπως τὴν ἔχομε ἀποκαλέσει.

Οἱ κρυσταλλίτες τοῦ μετάλλου τοῦ κομματιοῦ καθὼς διέρχονται ἀπὸ τὴ ζώνη διατμήσεως, παραμορφώνονται (ἐπιμηκύνονται), ὅπως χαρακτηριστικά βλεπομε στὸ σχῆμα 1.1ι(β).

Σύμφωνα μέ ὅσα ἔχομε ἀναπτύξει μέχρι τώρα, μπορούμε νά διατυπώσουμε τὰ ἑξῆς σχετικά μέ τό σχηματισμό τοῦ συνεχοῦς ἀποβλίττου:



Σχ. 1.11.

Έξομοίωση του σχηματισμού του συνεχούς αποβλίτου.

α) Το απόβλιτο σχηματίζεται με συνεχή πλαστική διάτμηση στή ζώνη διατμήσεως.

β) Το σχηματιζόμενο απόβλιτο κινείται επάνω στην επιφάνεια αποβλίτου του εργαλείου, έφαπτόμενο στή ζώνη τριβής καί υπερνικώντας σημαντική τριβή.

γ) Ἡ κατεργασμένη ἐπιφάνεια τοῦ κομματιοῦ δημιουργεῖται μέ θραύση τοῦ μετὰλλου.

Ἄς μιλήσουμε τώρα γιά τό σύστημα τῶν δυνάμεων, πού ἀναπτύσσονται κατά τό σχηματισμό τοῦ συνεχοῦς ἀποβλίττου (σχ. 1.1ια) μέ ὀρθογωνική βέβαια κοπή. Οἱ δυνάμεις πού ἐπενεργοῦν στό ἀπόβλιττο, ἄν τό θεωρήσουμε ὡς σῶμα ἐλεύθερο, ἀπόλυτα στερεό, πού βρίσκεται σέ ἡρεμία ἤ σέ ὁμαλή κίνηση, εἶναι οἱ ἀκόλουθες:

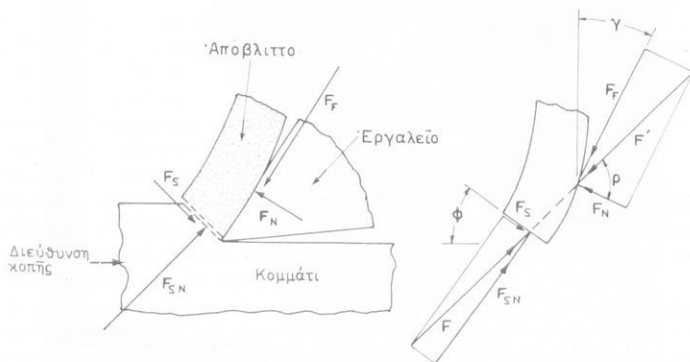
α) Ἡ δύναμη διατμήσεως F_S . Εἶναι ἡ ἀντίσταση σέ διάτμηση πού παρουσιάζει τό κατεργαζόμενο ὑλικό.

β) Ἡ κάθετη στό ἐπίπεδο διατμήσεως δύναμη F_{SN} , πού ἀποτελεῖ κατά κάποιον τρόπο μίαν ἀντίδραση πού ἀσκεῖ τό κομμάτι πρὸς τό κοπτικό ἐργαλεῖο.

γ) Ἡ δύναμη τριβῆς F_F , πού ἐπενεργεῖ στή ζώνη τριβῆς καί πού ἀντιτίθεται στήν κίνηση τοῦ ἀποβλίττου καί

δ) ἡ κάθετη στή ζώνη τριβῆς δύναμη F_N .

Οἱ δυνάμεις F_S καί F_{SN} μάς δίνουν ὡς συνισταμένη τή δύναμη F καί οἱ δυνάμεις F_F καί F_N τή δύναμη F' . Ἄν τώρα θεωρήσουμε ὅτι δέν ἐπενεργεῖ στό ἀπόβλιττο καμιά ροπή, τότε γιά νά ἔχομε στατική ἰσορροπία τοῦ ἀποβλίττου ἡ ὁμαλή κίνησή του, θά πρέπει ἡ F καί F' νά εἶναι ἴσες καί ἀντίθετες. Τή συνισταμένη F' (ἢ F) τήν ὀνομάζουμε **δύναμη κοπῆς**.

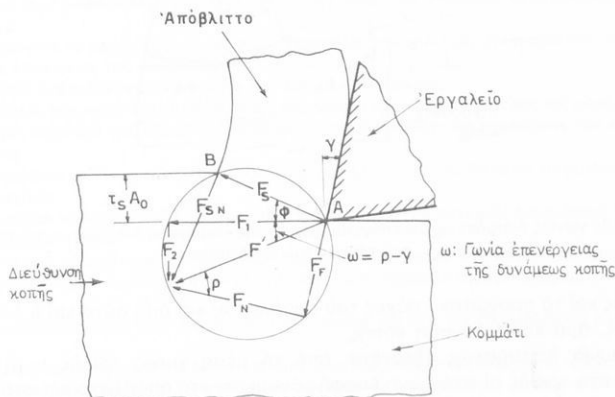


Σχ. 1.1ια.

Τό σύστημα τῶν δυνάμεων στήν ὀρθογωνική κοπή.

Στό σχ. 1.1ιβ εἰκονίζεται τό σύστημα αὐτό τῶν δυνάμεων κοπῆς σέ μορφή κυκλικοῦ διαγράμματος πολὺ εὐχρηστοῦ γιά τόν ὑπολογισμό διαφόρων ἀνάμεσά τους σχέσεων. Στό διάγραμμα αὐτό περιλαμβάνονται ἀκόμα καί οἱ συνιστώσες τῆς δυνάμεως κοπῆς F_1 καί F_2 . Ἡ πρώτη, δηλαδή ἡ F_1 ἐπενεργεῖ πρὸς τήν κατεύθυνση κοπῆς καί καλεῖται **κύρια συνιστώσα τῆς δυνάμεως κοπῆς**. Ἡ γνώση τῆς ἔχει μεγάλη σημασία, γιατί ἀπό αὐτή μαζί μέ τήν ταχύτητα κοπῆς ὑπολογίζουμε τήν ἰσχύ κοπῆς [σχέσεις (1.9)]. Ἡ δεύτερη συνιστώσα, δηλαδή ἡ F_2 ἔχει διεύθυνση κάθετη στήν κατεύθυνση κοπῆς. Οἱ συνιστώσες αὐτές F_1 καί F_2 μετροῦνται συνήθως μέ εἰδικά δυναμόμετρα κοπῆς (παράγρ. 1.6.1).

Τό λόγο μ της δυνάμεως τριβής F_F ως προς την κάθετη δύναμη F_N , δηλαδή $\mu = F_F / F_N$ τόν ονομάζουμε **μέσο συντελεστή τριβής** και τή γωνία $\rho = \text{τοξ εφμ καλούμε μέση γωνία τριβής}$. Ο μέσος συντελεστής τριβής (ή η μέση γωνία τριβής) αποτελεί άντιπροσωπευτικό μέγεθος για τά φαινόμενα, πού λαμβάνουν χώρα στή ζώνη τριβής.



Σχ. 1.1β.

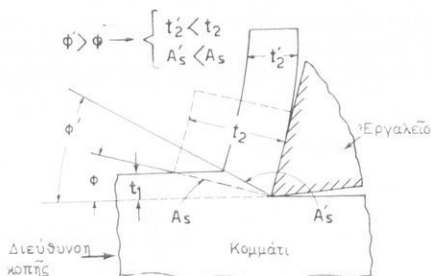
Οι δυνάμεις κοπής στήν όρθογωνική κοπή, όπως άσκοϋνται από τό εργαλείο, στό κομμάτι, στή μορφή ενός κυκλικού διαγράμματος.

1.1.4 Η γωνία διατμήσεως και ό δείκτης συμπίεσεως του άποβλίττου.

Η γωνία διατμήσεως άποτελεί βασικό μέγεθος της κοπής των μετάλλων και έκφράζει ποσοτικά ό,τι συμβαίνει στή ζώνη διατμήσεως. Η γνώση της, για όσομένη περίπτωση κοπής, βοηθεί σημαντικά στό θεωρητικό ύπολογισμό σπουδαίων μεγεθών της κοπής, όπως δυνάμειν, τάσεων, της ίσχύος κοπής κ.ά.

Γενικά μπορούμε νά διατυπώσουμε τήν άρχή ότι **μεγάλες γωνίες διατμήσεως χαρακτηρίζουν άποδοτική κοπή**. Καί αυτό μέ τήν έννοια ότι σέ μεγάλες γωνίες διατμήσεως αναπτύσσονται μικρότερες δυνάμεις κοπής, ή ίσχύς πού ξοδεύεται είναι επίσης μικρότερη και οι θερμοκρασίες χαμηλότερες μέ εύνοϊκές συνέπειες στή φθορά και στή ζωή του κοπτικού εργαλείου.

Έστω ότι αύξάνεται ή γωνία διατμήσεως από μία τιμή Φ σέ μία άλλη Φ' (σχ. 1.1γ). Μέ τό μεγάλωμα αυτό της γωνίας Φ έχουμε μείωση της επιφάνειας διατμήσεως από τήν τιμή A_S στήν τιμή A'_S και του πραγματικού πάχους του άποβλίττου από t_2 σέ t'_2 . Έπειδή όμως ή τάση διατμήσεως παραμένει πρακτικά σταθερή στό επίπεδο διατμήσεως (είναι τό στιγμιαίο όριο διαρροής του κατεργαζόμενου υλικού σέ διάτμηση T_{S0}), ή ελάττωση στήν επιφάνεια διατμήσεως έχει ως επακόλουθο μείωση και στήν άπαιτούμενη για τό σχηματισμό του άποβλίττου δύναμη διατμήσεως ($F_S = A_S \cdot T_{S0}$) και κατ' επέκταση στή δύναμη κοπής. Έξάλλου μέ ελάττωση της γωνίας διατμήσεως συμβαίνει τό αντίθετο, αύξάνεται δηλαδή ή επιφάνεια δια-



Σχ. 1.1iv.

Αύξηση της γωνίας διατμήσεως συνεπάγεται μείωση της επιφανείας διατμήσεως και του πραγματικού πάχους του αποβλίπτου.

τμήσεως και τό πραγματικό πάχος του αποβλίπτου και από αυτό και η δύναμη διατμήσεως, άρα και η δύναμη κοπής.

Η γωνία διατμήσεως εξαρτάται από τή μέση γωνία τριβής ρ (ή τό μέσο συντελεστή τριβής μ) στή ζώνη έπαφής ανάμεσα στό απόβλιπτο και στό έργαλειό και από τή γωνία αποβλίπτου γ του έργαλειού και μάλιστα κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αύξηση *στή γωνία αποβλίπτου από άρνητικές προς θετικές τιμές ή μείωση στή μέση γωνία τριβής (ή στό μέσο συντελεστή τριβής) νά έχει ως συνέπεια αύξηση στή γωνία διατμήσεως Φ* , άρα και άποδοτική κοπή, σύμφωνα μέ όσα έχομε αναπτύξει. Αντίθετα, μείωση της γωνίας αποβλίπτου του έργαλειού ή αύξηση του μέσου συντελεστή τριβής συνεπάγεται ελάττωση της γωνίας διατμήσεως και κατά συνέπεια μη άποδοτική κοπή.

Μέ βάση τόν κανόνα αυτό, θά πρέπει νά εκλέγομε στήν πράξη μεγάλες τιμές της γωνίας αποβλίπτου [όσο βέβαια τό έπιτρέπει ή μηχανική άντοχή του κοπτικού έργαλειού και ή ικανοποιητική συμπεριφορά του από άποψη φθοράς και ζωής του, παράγρ. 1.4.3 (Γ) (2)] και νά παίρνομε κάθε δυνατό μέτρο γιά τή μείωση του μέσου συντελεστή τριβής [π.χ. νά χρησιμοποιούμε κατάλληλο υγρό κοπής σέ χαμηλές και μέσες ταχύτητες κοπής, παράγρ. 1.5.2 (Β)].

Ένα σημαντικό μέγεθος της κοπής των μετάλλων, πού μπορούμε νά τό μετρήσουμε μέ ικανοποιητική γιά τίς εφαρμογές ακρίβεια, είναι ό καλούμενος *δείκτης συμπίεσεως του αποβλίπτου* λ . Ο δείκτης αυτός όρίζεται ως ό λόγος του πραγματικού πάχους του αποβλίπτου t_2 προς τό θεωρητικό του πάχος t_1 , δηλαδή $\lambda = t_2/t_1 > 1$.

Ο δείκτης λ μās δίνει τό μέτρο της πλαστικής παραμορφώσεως πού ύφίσταται τό μέταλλο, γιά νά σχηματισθεί τό απόβλιπτο. Ψηλές τιμές του λ σημαίνουν ισχυρή πλαστική παραμόρφωση του μετάλλου, ένώ χαμηλές του τιμές ύποδηλώνουν ή-πιότερη παραμόρφωση του μετάλλου. Ο δείκτης συμπίεσεως του αποβλίπτου κατά συνέπεια μās δίνει χονδρική κάπως ποιοτική ένδειξη γιά τίς αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής και θερμοκρασίες, όπως και γιά τήν ισχύ πού ξοδεύεται κατά τήν κοπή, κυρίως όταν κάνομε συγκρίσεις.

1.1.5 Έρωτήσεις και ασκήσεις.

1. Τι έννοούμε με τους εξής όρους: **Όρθογωνική κοπή, λοξή κοπή, ψευδόκοψη, γωνία αποβλίττου εργαλείου, γωνία διατμήσεως, μέσος συντελεστής τριβής** και **δείκτης συμπίεσεως αποβλίττου**.
2. Νά σχεδιάσετε τὰ τρία βασικά είδη αποβλίττου.
3. Ποιό είναι τὸ συνεχές απόβλιττο; Πότε τὸ συναντούμε;
4. Σέ ποιές αιτίες ὀφείλεται ὁ σχηματισμός τῆς ψευδόκοψης; Πῶς μπορούμε νά περιορίσουμε τὸ μέγεθός της;
5. Νά περιγράψετε τὸ μηχανισμό, με τὸν ὁποῖο ἐπηρεάζει ἡ ψευδόκοψη τὴν τραχύτητα τῆς κατεργασμένης ἐπιφάνειας τοῦ κομματιοῦ.
6. Πῶς ἐπιδρᾷ ἡ ψευδόκοψη στὴ φθορά τοῦ κοπτικοῦ εργαλείου;
7. Νά ἀναφέρετε δύο περιπτώσεις κοπῆς, ὅπου παρουσιάζεται μειωμένο μέγεθος τῆς ψευδόκοψης.
8. Γιατί χρησιμοποιούμε γρεζοθραύστη σέ μερικά κοπτικά εργαλεία; Νά σχεδιάσετε δύο είδη γρεζοθραύστη.
9. Νά περιγράψετε σύντομα πῶς σχηματίζεται τὸ συνεχές απόβλιττο δίνοντας συγχρόνως καί τὸ σχετικό σχῆμα.
10. Πῶς μπορούμε νά ἐξομοιώσουμε τὸ μηχανισμό σχηματισμοῦ τοῦ συνεχοῦς αποβλίττου; Νά κάμετε τὸ ἀναγκαῖο σκίτσο.
11. Νά σχεδιάσετε τὸ σύστημα τῶν δυνάμεων πού ἀσκοῦνται ἐπάνω στό συνεχές απόβλιττο στὴν ὀρθογωνική κοπή, νά σημειώσετε τὴν κάθε δύναμη με τὸ σύμβολό της καί νά δώσετε τὴν ὀνομασία της.
12. Ἀπὸ ποιούς παράγοντες ἐξαρτᾶται ἡ γωνία διατμήσεως καί πῶς τὴν ἐπηρεάζουν οἱ παράγοντες αὐτοί;
13. Ποῖος εἶναι ὁ ρόλος πού παίζει ὁ δείκτης συμπίεσεως τοῦ αποβλίττου στὴν κοπή τῶν μετάλλων;
14. Με τὴ βοήθεια τοῦ σχήματος 1.1θ νά δείξετε ὅτι ἡ γωνία διατμήσεως Φ συνδέεται με τὴ γωνία αποβλίττου τοῦ εργαλείου γ καί με τὸ δείκτη συμπίεσεως τοῦ αποβλίττου λ με τὴ σχέση:

$$\epsilon\Phi = \frac{\sigma_{\gamma}}{\lambda - \eta\mu\gamma}$$

1.2 Θερμότητα καὶ θερμοκρασίες κατά τὴν κοπή τῶν μετάλλων.

1.2.1 Ἡ Θερμότητα πού ἐκλύεται κατά τὴν κοπή.

Ἡ συνολικὴ ἐνέργεια, πού χρειάζεται γιὰ νά πραγματοποιηθεῖ ἡ κοπή ἑνὸς μετάλλου ξοδεύεται σέ δύο βασικά περιοχές [σχ. 1.2α(α)]: στὴ ζώνη διατμήσεως (1) καί στὴ ζώνη τριβῆς (2) (παράγρ. 1.1.3). Ὑπάρχει ὅμως καί μιὰ τρίτη ζώνη, (3) ὅχι τόσο σημαντική, ὅσο οἱ προηγούμενες: ἡ ἐπιφάνεια, ὅπου ἐφάπτεται ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ εργαλείου με τὸ κομμάτι. Στὴ ζώνη αὐτὴ ξοδεύεται ἐνέργεια ἀπὸ τὸ ἓνα μέρος γιὰ τὸ σχηματισμὸ τῆς κατεργασμένης ἐπιφάνειας τοῦ κομματιοῦ (παράγρ. 1.3.1) καί ἀπὸ τὸ ἄλλο γιὰ τὴν ὑπερνίκηση τῆς τριβῆς πού ἀναπτύσσεται στὴ ζώνη αὐτή, ἰδιαίτερα ὅταν τὸ ἐργαλεῖο ἔχει προχωρημένη φθορά στὴν ἐλεύθερή του ἐπιφάνεια.

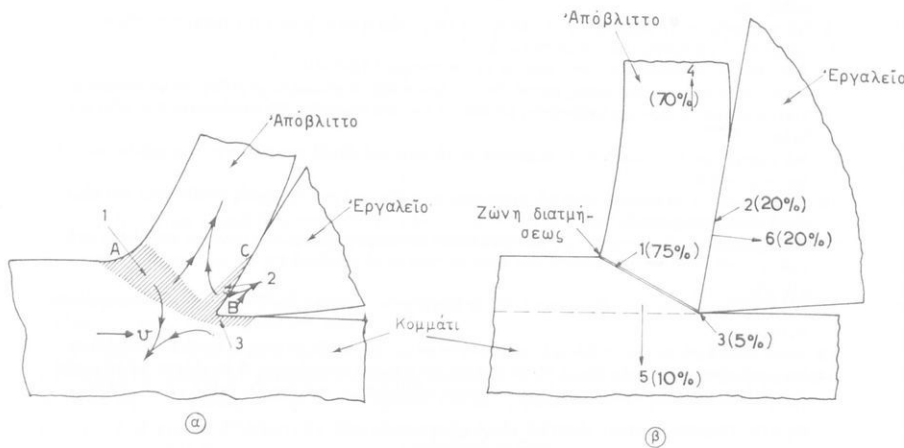
Ἐπειδὴ ἡ μηχανικὴ ἐνέργεια πού διαθέτομε κατὰ τὴν κοπή χρησιμοποιεῖται τόσο ὡς ἐνέργεια πλαστικῆς παραμορφώσεως στὴ ζώνη διατμήσεως, ὅσο καί ὡς ἐνέργεια τριβῆς στὴ ζώνη τριβῆς καί στὴ ζώνη ἐπαφῆς εργαλείου - κομματιοῦ, μετατρέπεται σχεδὸν στό σύνολό της σέ θερμότητα. Ἐτσι, οἱ τρεῖς ζῶνες καταναλώνουν ἐνέργειες στό σχῆμα 1.2α(α) θὰ εἶναι πηγές θερμότητας.

Τὸ σχῆμα 1.2α(β) μᾶς δίνει μιάν εἰκόνα πῶς κατανέμεται χονδρικά ἡ παραγόμε-



νη θερμότητα στις τρεις ζώνες 1, 2 και 3 και πώς η θερμότητα αυτή απάγεται στο απόβλιττο (4), στο έργαλειο (6) και στο κομμάτι (5).

Τό μεγαλύτερο ποσοστό θερμότητας παράγεται στη ζώνη διατμήσεως και κυμαίνεται ανάμεσα σε 65 ως 80%. Επίσης τό μεγαλύτερο ποσοστό (75% περίπου) της συνολικής θερμότητας, πού εκλύεται κατά την κοπή, παραλαμβάνεται από τό απόβλιττο.



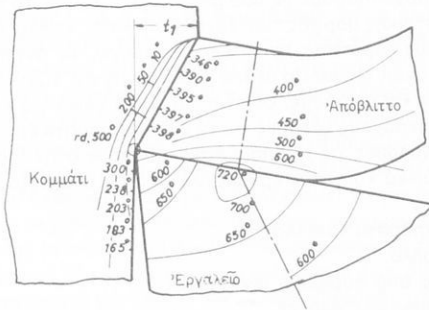
Σχ. 1.2α.

α) Ζώνες όπου παράγεται θερμότητα. β) Διανομή της παραγόμενης κατά την κοπή των μετάλλων θερμότητας σε συνηθισμένες ταχύτητες κοπής.

1.2.2 Οι αναπτυσσόμενες κατά την κοπή θερμοκρασίες και η διανομή τους.

Λόγω της σημαντικής ποσότητας θερμότητας, πού εκλύεται κατά την κοπή των μετάλλων, αναπτύσσονται στις ζώνες 1, 2 και 3 πού αναφέραμε θερμοκρασίες αρκετά ψηλές, φυσικά ανάλογα μέ την περίπτωση κοπής. Οι ψηλές αυτές θερμοκρασίες έχουν κατά κύριο λόγο δύο επιπτώσεις: μίαν ευνόικη (τή μείωση στο όριο διαρροής του μετάλλου, άρα πιό εύκολη κοπή) και μία, την πιό σπουδαία, δυσμενή (τή φθορά στο κοπτικό έργαλειο και από αυτό την ελάττωση της ζωής του).

Ίδιαίτερα μās ενδιαφέρουν οι θερμοκρασίες πού αναπτύσσονται στη ζώνη τριβής (2), πού σχετίζονται πιό άμεσα μέ τή φθορά του έργαλειού. Ή μέση θερμοκρασία στη ζώνη αυτή, όπως πειραματικά και θεωρητικά έχει βρεθεί, εξαρτάται από τό είδος του κατεργαζόμενου υλικού (είδικη θερμότητα, πυκνότητα, συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας και είδικη αντίσταση κοπής), από την ταχύτητα κοπής και από τή θεωρητική διατομή του αποβλίττου. Συγκεκριμένα, ή μέση αυτή θερμοκρασία ύψώνεται όσο ή ταχύτητα κοπής, ή θεωρητική διατομή του αποβλίττου και ή είδικη αντίσταση κοπής του κατεργαζόμενου μετάλλου μεγαλώνει και όσο ή είδικη θερμότητα, ή πυκνότητα και ό συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού μικραίνει.



Σχ. 1.2β.

Διανομή θερμοκρασιών στο έργαλειο, στο κομμάτι και στο απόβλιττο κατά την κατεργασία ενός σκληρού ανθρακούχου χάλυβα. (Οι θερμοκρασίες δίνονται σε °C).

Στό σχήμα 1.2β εικονίζεται η διανομή θερμοκρασιών στο απόβλιττο, στο έργαλειο και στο κομμάτι για την αναφερόμενη στο σχήμα περίπτωση κοπής ενός χάλυβα. Από τη διανομή αυτή των θερμοκρασιών, αλλά και από παρόμοιες διανομές σε άλλα πειράματα είμαστε σε θέση να διατυπώσουμε τις εξής δύο βασικές παρατηρήσεις:

- α) "Ότι οι θερμοκρασίες είναι κατά πολύ ψηλότερες στο έργαλειο από ότι είναι στο απόβλιττο και φυσικά και στο κομμάτι και
- β) ότι οι μέγιστες θερμοκρασίες αναπτύσσονται συνήθως σε θέσεις που απέχουν αρκετά από τη μύτη του εργαλείου. Πολύ συχνά στη θέση των μέγιστων θερμοκρασιών αρχίζει να αναπτύσσεται ο κρατήρας [παράγρ. 1.4.2 (Γ)].

1.2.3 Έρωτήσεις.

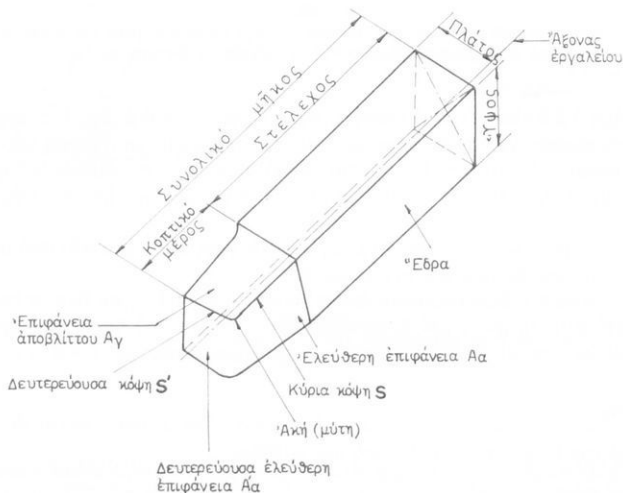
1. Γιατί παράγεται θερμότητα κατά την κοπή των μετάλλων;
2. Σε ποιές ζώνες εκλύεται θερμότητα κατά την κοπή των μετάλλων; Να τις σημειώσετε κάνοντας τό απαραίτητο σκίτσο.
3. Να δώσετε χονδρικά σε ποσοστά τό ποσό της θερμότητας που παράγεται ξεχωριστά σε κάθε μία ζώνη της άμεσως προηγούμενης έρωτήσεως.
4. Να αναφέρετε κατά προσέγγιση τί ποσοστό από τη συνολική θερμότητα, που εκλύεται κατά την κοπή, παραλαμβάνεται από τό απόβλιττο, τί ποσοστό από τό κοπτικό έργαλειο και ποίο ποσοστό από τό κομμάτι.
5. Να μνημονεύσετε δύο παράγοντες που επιδρούν επάνω στη θερμοκρασία που αναπτύσσεται στη ζώνη τριβής κατά την κοπή.
6. Σε ποιά περίπου θέση στην επιφάνεια απόβλιττου του κοπτικού εργαλείου αναπτύσσονται οι ψηλότερες θερμοκρασίες; Ποιά συγκεκριμένη επίπτωση έχουν οι θερμοκρασίες στη θέση αυτή επάνω στη φθορά του εργαλείου;

1.3 Τό κοπτικό έργαλειο.

Στήν παράγραφο 1.1.1 δώσαμε βασικά στοιχεία για τό έργαλειο της όρθογωνι-

κῆς κοπῆς. Ἐδῶ θά ἀσχοληθοῦμε μέ δύο ἀντικείμενα: Τό πρῶτο θά εἶναι ἡ προτυποποίηση τῆς γεωμετρικῆς μορφῆς τῶν ἐργαλείων λοξῆς κοπῆς, τά ὁποῖα ὅπως ἔχομε τονίσει βρίσκουν εὐρύτατες πρακτικές ἐφαρμογές, μέ ἀντιπροσωπευτικό τό ἐργαλεῖο τῆς торνεύσεως (ἐργαλεῖο μέ μία κύρια κόψη, σχ. 1.3α). Τό δεύτερο ἀντικείμενο, γιά τό ὁποῖο θά μιλήσουμε, θά εἶναι τά λοιπά ὑλικά γιά κοπτικά ἐργαλεῖα, πέρα ἀπό τούς ἀνθρακούχους χάλυβες καί τά χαλυβοκράματα ἐργαλείων, ὅπως καί πέρα ἀπό τούς ταχυχάλυβες, μέ τά ὁποῖα ἀσχοληθήκαμε στήν [παράγραφο 3.5.3 Μηχ. Τεχν. Β']. Τά ὑλικά κοπτικῶν ἐργαλείων, πού θά ἀναπτύξομε στίς ἐπόμενες σελίδες εἶναι:

- Τά χυτευτικά κράματα (στελλίτες).
- Τά σκληρομέταλλα.
- Τά κεραμεικτικά ἀπό πυρίμαχα ὀξεῖδια καί
- οἱ διάφορες λειαντικές σκόνες.



Σχ. 1.3α.

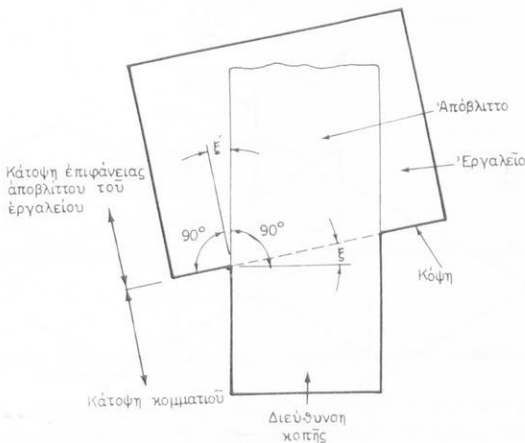
Τό τυπικό ἐργαλεῖο торνεύσεως.

1.3.1 Προτυποποίηση τοῦ ἐργαλείου торνεύσεως.

Α. Γενικά.

Στήν παράγραφο αὐτή θά ἀναφερθοῦμε στίς πῶς βασικές ἀπό τίς ὑπάρχουσες προδιαγραφές γιά τή γεωμετρική μορφή τοῦ τυπικοῦ ἐργαλείου τῆς торνεύσεως (σχ. 1.3α) καί πῶς συγκεκριμένα στήν προδιαγραφή τοῦ Διεθνοῦς Ὁργανισμοῦ Τυποποιήσεως καί στή βρετανική, στή γερμανική κατὰ DIN καί στήν ἀμερικανική. Καί πρὶν νά ἀρχίσομε τή συζήτηση γιά τά πρότυπα αὐτά, θεωροῦμε σκόπιμο νά συμπληρώσομε μέ συντομία τή λοξή κοπή (παράγρ. 1.1.1) δεδομένου ὅτι τό ἐργαλεῖο τῆς торνεύσεως, μέ τό ὁποῖο θά ἀσχοληθοῦμε, εἶναι τυπικό ἐργαλεῖο λοξῆς κοπῆς.

Στή λοξή κοπή (σχ. 1.3β, 1.1α), αν θεωρήσουμε ότι τό πλάτος του αποβλίττου παραμένει αμετάβλητο κατά τό σχηματισμό του, τότε τό απόβλιττο θά έκτραπεί από τήν κάθετη στήν κόψη του έργαλείου κατά μία γωνία ξ' (τή **γωνία έκτροπής** ή **ροής** του αποβλίττου), πού προκύπτει ίση μέ τή γωνία λοξότητας ξ τής κόψης. Πειραματικά έχει αποδειχθεί ότι ή ισότητα αυτή δέν ισχύει γιά πολλές περιπτώσεις τής πράξεως, έν τούτοις όμως μπορούμε νά τή δεχθούμε ως χονδρική προσέγγιση. Από τήν παρατήρηση αυτή προκύπτει ότι, μεταβάλλοντας τή γωνία λοξότητας τής κόψης, είμαστε σέ θέση νά αλλάζουμε (νά ελέγχουμε) τή γωνία έκτροπής του αποβλίττου. Αυτό έχει μεγάλη σημασία στίς πρακτικές εφαρμογές, γιατί μέ κατάλληλη ρύθμιση τής γωνίας έκτροπής του αποβλίττου μπορούμε νά τό απομακρύνουμε εύκολα από τήν περιοχή τής κοπής καί νά αποφεύγουμε έτσι δυσμενείς του επιδράσεις. Η δυνατότητα αυτή γιά έλεγχο τής γωνίας έκτροπής του αποβλίττου αποτελεί βασικό πλεονέκτημα τής λοξής κοπής.



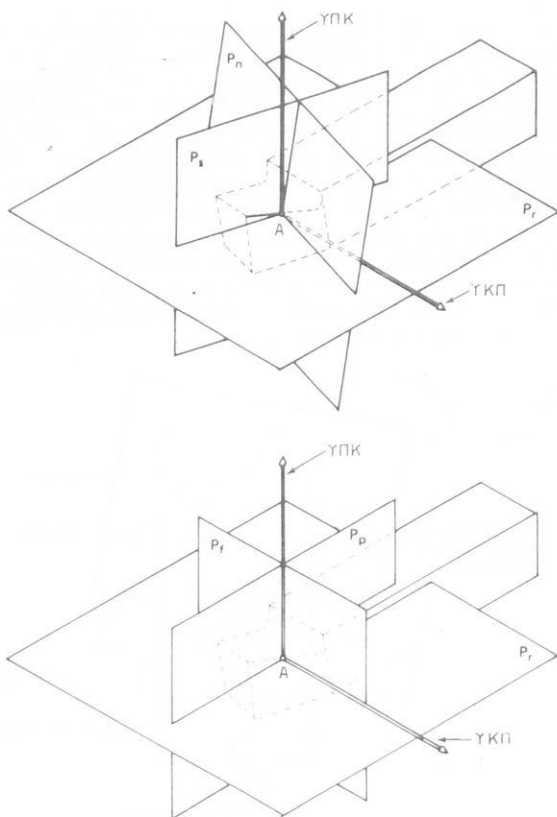
Σχ. 1.3β.

Η γωνία έκτροπής ή ροής του αποβλίττου ξ' στή λοξή κοπή.

B. Τό σχέδιο προδιαγραφής του Διεθνούς Όργανισμού Τυποποίησης (ISO /DIN 3002, 1973) καί ή βρετανική προδιαγραφή BS 1296:1972 (B' Μέρος).

Καί οί δύο αυτές παρόμοιες προδιαγραφές γιά τή γεωμετρία του τυπικού εργαλείου τριανεύσεως (σχ. 1.3α) βασίζονται στή γωνία αποβλίττου γ_n του εργαλείου, τήν όποία μετρούμε στό κάθετο στήν κόψη επίπεδο (σχ. 1.3δ).

Γιά τόν προσδιορισμό των διαφόρων γωνιών του εργαλείου μέ ακρίβεια καί τά δύο αυτά πρότυπα προβλέπουν δύο συστήματα επιπέδων: Τό ένα σύστημα, τό λεγόμενο **σύστημα ονομαστικών επιπέδων αναφοράς** τό χρειαζόμαστε γιά νά καθορίζουμε τή γεωμετρική μορφή του κοπτικού εργαλείου γιά λόγους κατασκευής, τριχίσματος καί ελέγχου των γωνιών του. Τό άλλο, τό **σύστημα των ενεργών επιπέδων αναφοράς** απαιτείται γιά τόν καθορισμό τής γεωμετρίας του εργαλείου κατά

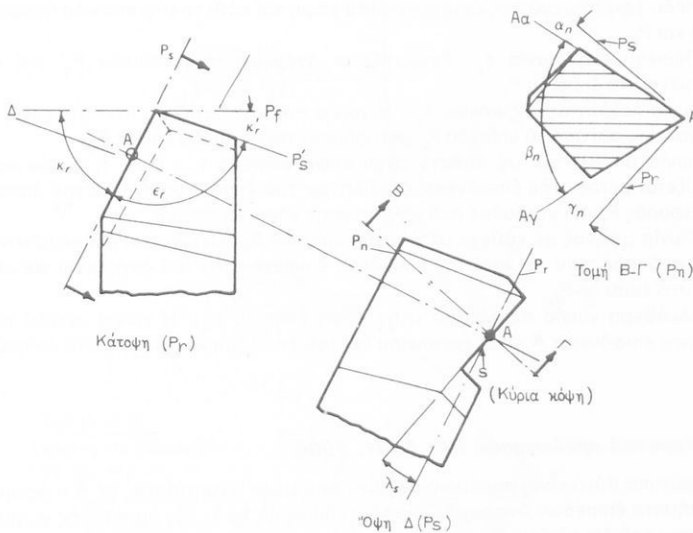


Σχ. 1.3γ.

Τό σύστημα των ονομαστικών επιπέδων αναφοράς (YPK υποθετική πρωτεύουσα κίνηση, YKP υποθετική κίνηση προώσεως).

τή χρήση του. Έξ αιτίας δηλαδή της κινήσεως προώσεως κατά τήν εργασία του έργαλείου, αλλάζει ή κατεύθυνση τής συνισταμένης κινήσεως κοπής [παράγ. 4.2, σχ. 4.2β Μηχ. Τεχν. Β'] καί από αυτό μεταβάλλεται τό σύστημα των επιπέδων αναφοράς καί οί ποικίλες γωνίες του έργαλείου.

Στό σχήμα 1.3γ εικονίζεται τό σύστημα των ονομαστικών επιπέδων αναφοράς (μέ αυτό θά ασχοληθοῦμε μόνο ἐδῶ) καί στό σχήμα 1.3δ βλέπομε τίς **όνομαστικές γωνίες** του έργαλείου. Θεωροῦμε ὅτι ὅλα τά ἐπίπεδα διέρχονται ἀπό ἓνα τυχόν σημείο Α τής κόψης του έργαλείου καί ἀκόμα καθορίζομε ὑποθετικές διευθύνσεις γιά τήν κύρια κίνηση καί γιά τήν κίνηση προώσεως.



Σχ. 1.36.

Οι ονομαστικές γωνίες του τυπικού εργαλείου торνεύσεως σύμφωνα με την προτυποποίηση ISO και τη βρετανική.

Το σύστημα των ονομαστικών επιπέδων απαρτίζεται από τα ακόλουθα επίπεδα (σχ. 1.3γ):

α) Τό επίπεδο αναφοράς του εργαλείου P_r : Επίπεδο διερχόμενο από τό τυχόν σημείο A της κόψης και παράλληλο προς την έδρα του στελέχους του εργαλείου.

β) Έπίπεδο κόψης P_s : Επίπεδο πού εφάπτεται στην κύρια κόψη S του εργαλείου και είναι κάθετο στο επίπεδο αναφοράς P_r .

γ) Κάθετο στην κόψη επίπεδο P_n : Επίπεδο κάθετο στην κόψη στο τυχόν σημείο της A.

δ) Υποτιθέμενο ενεργό P_f : Επίπεδο πού περνά από τό σημείο A της κόψης, κάθετο στο επίπεδο αναφοράς P_r και παράλληλο προς την υποθετική διεύθυνση της κινήσεως προώσεως.

ε) Όπισθιο επίπεδο P_p : Επίπεδο διερχόμενο από τό σημείο A, κάθετο στο επίπεδο αναφοράς P_r και στο επίπεδο P_f .

Οι ονομαστικές γωνίες του εργαλείου πού σχηματίζονται οριζόμενες ως προς τα παραπάνω επίπεδα αναφοράς έχουν ως εξής:

α) Γωνία θέσεως της κύριας κόψης κ_r : Σχηματίζεται μεταξύ των επιπέδων P_s και P_r και μετρίεται στο επίπεδο P_r .

β) Γωνία θέσεως δευτερεύουσας κόψης κ'_r : Σχηματίζεται ανάμεσα στα επίπεδα

P'_s (ἐπίπεδο ἐφαπτόμενο στή δευτερεύουσα κόψη καί κάθετο στοῦ ἐπίπεδο ἀναφορᾶς P_r) καί P_f .

γ) Περιεχόμενη γωνία ϵ_r : Σχηματίζεται ἀνάμεσα στά ἐπίπεδα P_s καί P'_s μετρούμενη στοῦ ἐπίπεδο P_r .

δ) Γωνία λοξότητος τῆς κόψης λ_s : Ἡ γωνία πού σχηματίζεται ἀπό τήν κόψη S τοῦ ἐργαλείου καί ἀπό τό ἐπίπεδο P_r μετρούμενη στοῦ ἐπίπεδο κόψης P_s .

ε) Γωνία ἀποβλίστου σέ κάθετο στήν κόψη ἐπίπεδο γ_n : Εἶναι ἡ γωνία πού σχηματίζεται μεταξύ τῆς ἐπιφάνειας ἀποβλίστου τοῦ ἐργαλείου $A\gamma$ καί τοῦ ἐπιπέδου ἀναφορᾶς P_r · τή μετροῦμε στοῦ κάθετο στήν κόψη ἐπίπεδο P_n .

στ) Γωνία σφήνας σέ κάθετο στήν κόψη ἐπίπεδο β_n : Περιέχεται ἀνάμεσα στήν ἐπιφάνεια ἀποβλίστου $A\gamma$ καί στήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια $A\alpha$ τοῦ ἐργαλείου καί μετρίεται στοῦ ἐπίπεδο P_n .

ζ) Ἐλεύθερη γωνία σέ κάθετο στήν κόψη ἐπίπεδο α_n : Ἡ γωνία μεταξύ τῆς ἐλεύθερης ἐπιφάνειας $A\alpha$ τοῦ ἐργαλείου καί τοῦ ἐπιπέδου κόψεως P_s στοῦ ἐπίπεδο P_n .

Γ. Ἡ γερμανική προδιαγραφή DIN 6581: 1966.

Τό πρότυπο αὐτό εἶναι παρόμοιο μέ αὐτά πού μόλις ἀναπτύξαμε, σέ ὅ,τι ἀφορᾶ τά συστήματα ἐπιπέδων ἀναφορᾶς, διαφέρει ὅμως ὡς πρός τόν ὀρισμὸ τῆς γωνίας ἀποβλίστου τοῦ ἐργαλείου. Προτυποποιεῖ τὴ **βασικὴ γωνία ἀποβλίστου γ σέ κάθετο ὅμως ἐπὶ τό ἐπίπεδο κόψης ἐπίπεδο** (σχ. 1.3ε). Προβλέπει ἀκόμα καί ἄλλες δύο γωνίες ἀποβλίστου: τὴν **πλευρικὴ γωνία ἀποβλίστου** γ_χ στοῦ ὑποθετικὸ ἐνεργὸ ἐπίπεδο P_f καί τὴν **ὀπίσθια γωνία ἀποβλίστου** γ_y σέ ἐπίπεδο κάθετο στοῦ ὑποθετικὸ ἐνεργὸ ἐπίπεδο.

Οἱ διάφορες ὀνομαστικές γωνίες τοῦ ἐργαλείου εἰκονίζονται στοῦ σχῆμα 1.3στ.

Δ. Ἡ ἀμερικανικὴ προδιαγραφή ASA B5.22 - 1950.

Προτυποποιοῦνται οἱ ἀκόλουθες γωνίες τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου (σχ. 1.3α):

α) Ὀπίσθια γωνία ἀποβλίστου a_b .

β) Πλευρικὴ γωνία ἀποβλίστου a_s .

γ) Ἀκραία ἐλεύθερη γωνία Cl_θ .

δ) Πλευρικὴ ἐλεύθερη γωνία Cl_s .

ε) Συμπληρωματικὴ γωνία θέσεως κύριας κόψης C_s .

στ) Γωνία θέσεως δευτερεύουσας κόψης C_θ .

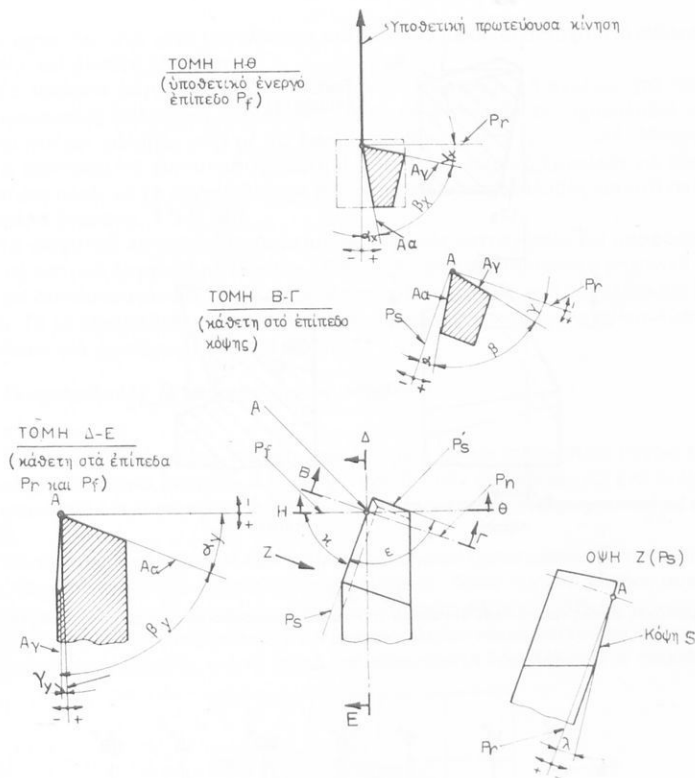
Προτυποποιεῖται ἀκόμα καί ἡ ἀκτίνα καμπυλότητος τῆς μύτης τοῦ ἐργαλείου r_n .

Σύμφωνα μέ τὴν ἀμερικανικὴ αὐτὴ προδιαγραφή, ἡ γεωμετρικὴ μορφή ἑνὸς ἐργαλείου торνεύσεως χαρακτηρίζεται, ὅπως φαίνεται στοῦ παράδειγμα τῆς σελίδας 22.

1.3.2 Ὑλικά κοπτικῶν ἐργαλείων (συμπλήρωση).

Α. Χυτευτικά κράματα (στελλίτες).

Εἶναι κράματα (μὴ σιδηροῦχα) κοβαλτίου καί χρωμίου μέ προσθήκες βολφραμίου καί ἀνθρακα καί σπάνια μολυβδαίνιου. Παρασκευάζονται σέ ποικιλία ἀπὸ τύ-



Σχ. 1.3ε.

Οι ονομαστικές γωνίες του τυπικού εργαλείου τρννεύσεως κατά τη γερμανική προτυποποίηση.

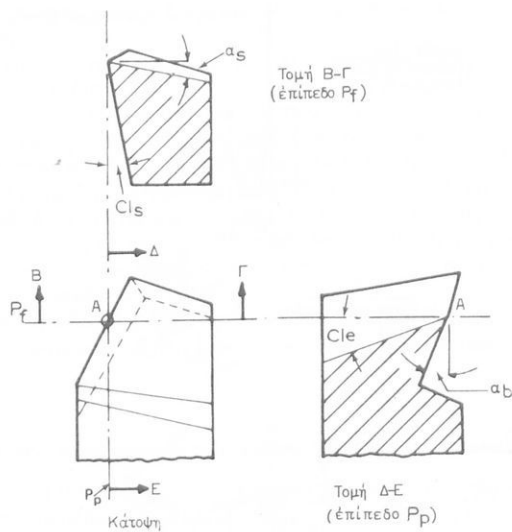
πους με διαφορετική σκληρότητα και άλλες ιδιότητες χαρακτηριστικές των υλικών για κοπτικά εργαλεία. Τα μαλακότερα και περισσότερο δύσθραυστα από αυτά βρίσκουν εφαρμογές, όπου απαιτάται αντοχή σε ψηλές θερμοκρασίες, ενώ τα σκληρότερα τα χρησιμοποιούμε στην κατασκευή κοπτικών εργαλείων ή στην κατασκευή κομματιών με απαιτήσεις για αντοχή στη φθορά από τριβή.

Ως τυπικά χυτευτικά κράματα κοπτικών εργαλείων αναφέρουμε τα παρακάτω δύο:

α) $p(\text{Co}) = 53\%$, $p(\text{Cr}) = 31\%$, $p(\text{W}) = 10\%$ και $p(\text{C}) = 1,5\%$

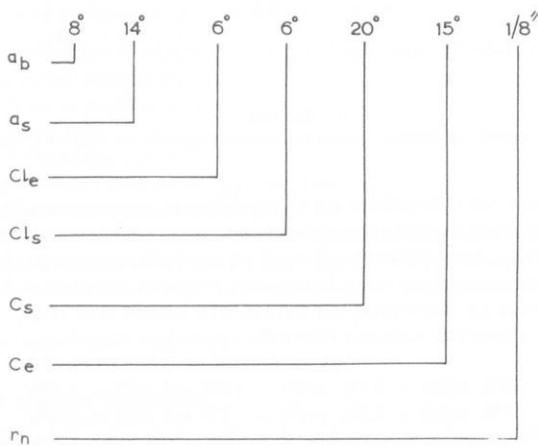
β) $p(\text{Co}) = 41\%$, $p(\text{Cr}) = 32\%$, $p(\text{W}) = 17\%$ και $p(\text{C}) = 2,5\%$

Προτιμᾶται η χύτευση των κραμάτων αυτών σε μεταλλικούς τύπους παρά σε άμμοτυπους. Επιτυγχάνεται έτσι επιφανειακά λεπτόκοκκος κρυσταλλικός ιστός,



Σχ. 1.3στ.

Οι ονομαστικές γωνίες του τυπικού εργαλείου торνεύσεως σύμφωνα με τους αμερικανικούς κανονισμούς.



Γεωγραφική μορφή εργαλείου торνεύσεως.

πού προσδίνει στο χυτό μεγαλύτερη σκληρότητα (άρα και άντοχή στη φθορά από τριβή) και δυσθραυστότητα.

Τά κράματα αυτά έχουν την ικανότητα να διατηρούν τη σκληρότητά τους σε θερμοκρασίες ψηλότερες από εκείνες, όπου τη διατηρούν οι ταχυχάλυβες (και οι άνθρακοχοι χάλυβες μαζί με τα λοιπά χαλυβοκράματα εργαλείων). Μπορούμε, κατά συνέπεια, τα χυτευτικά κράματα ως υλικά για κοπτικά εργαλεία, με βάση το κριτήριο αυτό, να τα παρεμβάλλουμε ανάμεσα στους ταχυχάλυβες και στα σκληρομέταλλα [παράγρ. 1.3.2 (B)].

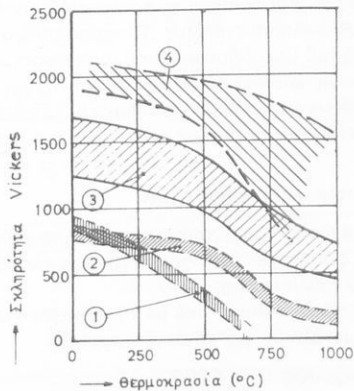
Τά χυτευτικά κράματα δεν υφίστανται θερμικές κατεργασίες και μορφοποιούνται σε κοπτικά εργαλεία με λείανση. Έπειδή έχουν χαμηλή σχετικά μηχανική άντοχή και δυσθραυστότητα χρησιμοποιούνται πολύ περιορισμένα για ολόσωμα εργαλεία. Τά μεταχειριζόμαστε όμως στη μορφή πλακιδίων για εργαλεία τορνεύσεως ή λεπίδων για φραιζες με ένθετα δόντια.

B. Σκληρομέταλλα (ή κεραμειτικά με καρβίδια).

1. Γενικά.

Πέρα από τα υλικά για κοπτικά εργαλεία που έχουμε συναντήσει μέχρις εδώ, ή κονιομεταλλουργία [παράγρ. 3.8, Μηχ. Τεχν. Β'] μās προσφέρει και ένα ακόμα πολύ σπουδαίο υλικό για τό σκοπό αυτό: τά **σκληρομέταλλα** (ή **κεραμειτικά με καρβίδια**).

Τά σκληρομέταλλα ως υλικά κοπτικών εργαλείων (χρησιμοποιούνται σε όρισμένες εφαρμογές και σε εργαλεία διαμορφώσεως, όπως π.χ. σε μητρες συρματοποιήσεως) παρουσιάζουν πλεονεκτήματα συντριπτικά (σχ. 1.3ζ) σε σύγκριση με τούς στελλίτες, τούς ταχυχάλυβες και βεβαίως ακόμα περισσότερο σε σύγκριση με άνθρακούχους χάλυβες και τά λοιπά χαλυβοκράματα εργαλείων. Για παράδειγμα,



Σχ. 1.3ζ.

Επίδραση της θερμοκρασίας στη σκληρότητα υλικών για κοπτικά εργαλεία. 1) Άνθρακοχοι χάλυβες. 2) Ταχυχάλυβες. 3) Σκληρομέταλλα. 4) Κεραμειτικά από πυρίμαχα όξειδα.

σε θερμοκρασία 500°C οι άνθρακοχοι χάλυβες παρουσιάζουν χονδρικά σκληρό-

τητα πού κυμαίνεται από 280 μέχρι 420 VHN*, οι ταχυχύαλυβες από 630 ως 775 VHN, οι στελλίτες από 500 μέχρι 600 VHN, ενώ τα σκληρομέταλλα διατηρούν σκληρότητα πού ποικίλλει μεταξύ 970 και 1400 VHN. Σέ ψηλότερες θερμοκρασίες ή σύγκριση εύνοει ακόμα περισσότερο τὰ σκληρομέταλλα.

Όπως όμως γνωρίζουμε (παράγρ. 1.2.2), ή θερμοκρασία κατά τήν κοπή άνεβαίνει όταν αύξησώμε τήν ταχύτητα κοπής και συνεπώς τό υλικό ενός κοπτικού έργαλείου, πού διατηρεί τή σκληρότητά του σέ ψηλές θερμοκρασίες, θά τή διατηρεί και σέ αύξημένες ταχύτητες κοπής. Άρα χρησιμοποιώντας σκληρομέταλλα γιά κοπτικά έργαλεία αποκτούμε τή δυνατότητα γιά έφαρμογή ψηλών ταχυτήτων κοπής και έτσι επιτυγχάνουμε πιό άποδοτική κοπή [χρησιμοποίηση ψηλότερης ταχύτητας κοπής γιά άμετάβλητους τούς λοιπούς παράγοντες τής κοπής, σημαίνει ψηλότερο ρυθμό άφαιρέσεως μετάλλου - όγκου μετάλλου στή μονάδα του χρόνου, σχέση (4.4) - χαμηλότερες δυνάμεις και ισχύ κοπής, παράγρ. 1.6.2 και καλύτερη τραχύτητα επιφάνειας, παράγρ. 1.1.2 (Α) (3)].

Τά σκληρομέταλλα αποτελούνται από σωματίδια καρβιδίων (άπό καρβίδιο του βολφραμίου WC, κατά βάση, σέ συνδυασμό συνήθως και μέ άλλα καρβίδια) πού πυροσυσσωματώνονται [παράγρ. 3.8.2, Μηχ. Τεχν. Β'] μέ κοβάλτιο, μέ νικέλιο ή μέ σίδηρο ως συνδετική ύλη γιά νά σχηματίσουν έτσι, ένα συμπαγές σώμα μέ μεγάλη σκληρότητα. Τά επιπρόσθετα καρβίδια είναι καρβίδια του τιτανίου (TiC) και του τανταλίου (TaC) και σέ ειδικές περιπτώσεις είναι δυνατό νά είναι καρβίδια του ζirkονίου, μολυβδαινίου, βαναδίου χρωμίου ή νιοβίου. Ός συνδετική ύλη χρησιμοποιείται συνήθως τό κοβάλτιο, γιατί παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σέ σύγκριση μέ τό νικέλιο ή τό σίδηρο, πού χρησιμοποιούνται όμως σέ ειδικές περιπτώσεις.

Σύμφωνα μέ νεότερες εξελίξεις στον τομέα των υλικών γιά κοπτικά έργαλεία, εκτός από τό καρβίδιο του βολφραμίου χρησιμοποιούνται και άλλα καρβίδια, ως βασικά στην παρασκευή σκληρομετάλλων. Τέτοια καρβίδια είναι τό καρβίδιο του χρωμίου, του τιτανίου ή του μολυβδαινίου, πού πυροσυσσωματώνονται μέ νικέλιο ή κράμα του νικελίου ως συνδετικό υλικό. Τά σκληρομέταλλα αυτά χρησιμοποιούνται στην τελική ιδίως κατεργασία χαλύβων και χυτοσιδήρων μέ μεγάλες ταχύτητες κοπής και σέ έλαφρές φορτίσεις, γιατί είναι πιό ψαθυρά από τά συνηθισμένα σκληρομέταλλα.

2. Προτυποποίηση των σκληρομετάλλων.

Γιά τίς φάσεις παρασκευής προϊόντων κονιομεταλλουργίας μιλήσαμε στην παράγραφο 3.8.2 και τίς φάσεις γιά τήν παραγωγή ενός κληρομετάλλου τίς δώσαμε στο σχήμα 3.8α(α) του βιβλίου Μηχ. Τεχν. Β'.

Παρακάτω θά άσχοληθώμε συνοπτικά μέ τή γερμανική και άμερικανική προτυποποίηση των σκληρομετάλλων γιά κοπτικά έργαλεία.

α) 'Η γερμανική προδιαγραφή DIN 4990.

Σύμφωνα μέ τήν προδιαγραφή αυτή τά σκληρομέταλλα ως υλικό γιά κοπτικά έργαλεία κατατάσσονται σέ τρεις κύριες κατηγορίες, πού συμβολίζονται μέ τά γράμματα Ρ,Μ και Κ και πού έχουν ως διακριτικό χρώμα αντίστοιχα τό μπλέ, τό κίτρινο και τό κόκκινο (Πίνακας 1.3.1).

* Βαθμοί σκληρότητας κατά τή μέθοδο δοκιμασίας Vickers.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3.1
Προτυποποίηση, Ιδιότητες και εφαρμογές των σκληρομετάλλων.

Προτυποποίηση, Ιδιότητες και Εφαρμογές των σκληρομεταλλών.																
Κατηγο- ρίες	Ποιότη- τες	Διακριτικό χρώμα	Σύνθεση %			Σκληρό- τητα [VHN]	Πυκνό- τητα [g/cm ³]	Κατεργασία								
			Σύνθεση %					Χ	XX	ΦΧΣ	ΜΧΣ	ΑΧΣ	ΜΣ	ΠΣΥ		
			WC	TiC + TaC	Co											
P	P01 _a	Μπλέ	51	43	6	1800	3,5	a,a								
	P10		65	26	9	1600	10,7	a								
	P20		76	14	10	1500	11,9	a,d								
	P25		70	20	10	1450	12,5	b,d								
	P30		82	8	10	1450	13,1	b,d								
	P40		74	12	14	1350	12,6	b,c								
M	P50	Κίτρινο	67	15	18	1250	12,4	b,c								
	M10		84	10	6	1700	13,1	a,d	a,d	a,d	a,d	a,d				a,b
	M20		82	10	8	1550	13,3	a,b,d	a,b,d	a,b,d	a,b,d					
	M30		81	10	9	1450	13,4	b,c,d	b,c,d	b,c,d						
	M40		79	6	15	1300	13,6	b								
	K		K01	Κόκκινο	92	4	4	1800	15,0	a ³	a	a	a	a	a	a
K05		91	3		6	1750	14,5	a ³	a	a	a	a	a	a	a	a
K10		92	2		6	1650	14,8	a ³	a	a	a	a	a	a	a	a
K20		92	2		6	1550	14,8	b ³	a	a	a	a	a	a	a	a
K30		91	—		9	1400	14,6		b	b	b	b	b	b	b	b
K40		88	—		12	1300	14,3									

Χ: Χάλυβες, ΧΧ: Χυτοχάλυβες, ΦΧΣ: Φοσι, χυτοσίδηροι.

ΜΧΣ: Μαλακτοποιημένοι χυτοσίδηροι, ΑΧΣ: Λευκοί χυτοσίδηροι.

ΜΣ: Μη σιδηρούχα μέταλλα και κράματα, ΠΣΥ: Πλαστικές συνθετικές ύλες.

a: Τόρνευση άποπερατώσεως έως τόννευση μέσης κατεργασίας.

b: Τόρνευση έχονδρώσεως έως τόννευση μέσης κατεργασίας.

c: Πλάνισμα, d: Φραιζάρισμα, e: Έσωτερική τόννευση.

3: Χάλυβες κατασκευών με $\sigma_b < 50 \text{ kg/mm}^2$.

Κατά τη φορά του τόξου 1: Αύξηση σκληρότητας, άνοχης σε φθορά, ταχύτητας κοπής. Έλάττωση της διαθραυστότητας.

Κατά τη φορά του τόξου 2: Αύξηση διαθραυστότητας, ταχύτητας προώσεως. Έλάττωση σκληρότητας, άνοχης σε φθορά, ταχύτητας κοπής.

Σέ κάθε κατηγορία P, M ή K ανήκει καί μία σειρά από **ποιότητες**, πού χαρακτηρίζονται από τούς διψήφιους αριθμούς (**αριθμούς ποιότητας**) 01, 10, 20, 25, 30, 40 καί 50 **γιά τήν κατηγορία P**, από τούς 10, 20, 30 καί 40 γιά τήν κατηγορία M καί από τούς αριθμούς 01, 05, 10, 20, 30 καί 40 γιά τήν κατηγορία K.

Ελάττωση τών αριθμών ποιότητας (φορά βελών στόν Πίνακα 1.3.1 πρὸς τὰ ἄνω), τών σκληρομετᾶλλων ἀπὸ 50 σέ 01 (γιά τήν κατηγορία P), ἀπὸ 40 σέ 10 (γιά τήν κατηγορία M) καί ἀπὸ 40 σέ 01 (γιά τήν κατηγορία K) **σημαίνει αὐξηση τῆς σκληρότητας καί τῆς ἀντοχῆς σέ φθορά ἀπὸ τριβὴ κατὰ τήν ἐργασία τοῦ σκληρομετάλλου καί πώση τῆς δυσθραυστότητάς του**. Ἀντίθετα, **αὐξηση** τών αριθμῶν ποιότητας (φορά βελών στόν Πίνακα 1.3.1 πρὸς τὰ κάτω) **συνεπάγεται μείωση τῆς σκληρότητας καί τῆς ἀντοχῆς τοῦ σκληρομετάλλου σέ φθορά ἀπὸ τριβὴ καί αὐξηση τῆς δυσθραυστότητάς του**.

Στόν Πίνακα 1.3.1 δίνονται οἱ κατηγορίες καί ποιότητες σκληρομετᾶλλων σύμφωνα μέ τή γερμανικὴ προτυποποίηση μαζί μέ τή σύνθεση καί βασικὲς ιδιότητές τους, ὅπως καί στοιχεῖα σχετικὰ μέ τή χρῆση του στὴν πράξη [παράγρ. 1.3.2 (B)(3)].

β) Ἡ ἀμερικανικὴ προτυποποίηση.

Σύμφωνα μέ τούς ἀμερικανικοὺς κανονισμοὺς τὰ σκληρομέταλλα ταξινομοῦνται σέ δύο μεγάλες κατηγορίες:

α) Στὰ σκληρομέταλλα πού περιέχουν κατὰ βάση καρβίδιο τοῦ βολφραμίου καί κοβάλτιο μέ μικρὲς προσθήκες ἀπὸ καρβίδια τοῦ τιτανίου καί τοῦ τανταλίου, οἱ ὁποῖες δέν ὑπερβαίνουν τὸ 5%. Τὰ σκληρομέταλλα αὐτῆς τῆς κατηγορίας μποροῦμε νὰ τὰ ἀντιστοιχίσουμε μέ τὰ σκληρομέταλλα τῆς κατηγορίας K (Πίνακας 1.3.1) κατὰ τούς γερμανικοὺς κανονισμοὺς.

β) Στὰ σκληρομέταλλα, πού ἐκτός ἀπὸ τὰ καρβίδια τοῦ βολφραμίου καί τὸ συνδετικὸ κοβάλτιο, περιέχουν μεγαλύτερα ποσοστά ἀπὸ καρβίδια τοῦ τιτανίου καί τοῦ τανταλίου καί μάλιστα κατὰ προσέγγιση ἀπὸ 8% μέχρι 42%. Εἶναι δυνατό νὰ γίνεи ἀντιστοίχιση τών σκληρομετᾶλλων αὐτῶν στό σύνολό τους μέ ἐκεῖνα τών κατηγοριῶν P καί M σύμφωνα μέ τή γερμανικὴ προτυποποίηση.

Τυπικὸ σκληρομέταλλο τῆς πρώτης κατηγορίας εἶναι ἐκεῖνο πού περιέχει 8% ὡς 14% Co καί 0% ὡς 2% (TiC + TaC) μέ WC τὸ ὑπόλοιπο, ἐνῶ ἀντιπροσωπευτικὸ σκληρομέταλλο τῆς δεύτερης κατηγορίας εἶναι αὐτὸ μέ 3% μέχρι 7% Co, 20% ὡς 42% (TiC + TaC) καί μέ WC τὸ ὑπόλοιπο.

3. Βιομηχανικὲς χρήσεις τών σκληρομετᾶλλων.

Γιά τήν ἐφαρμογὴ τών σκληρομετᾶλλων στὴ βιομηχανικὴ πράξη μποροῦμε νὰ δώσουμε τούς παρακάτω γενικοὺς κανόνες:

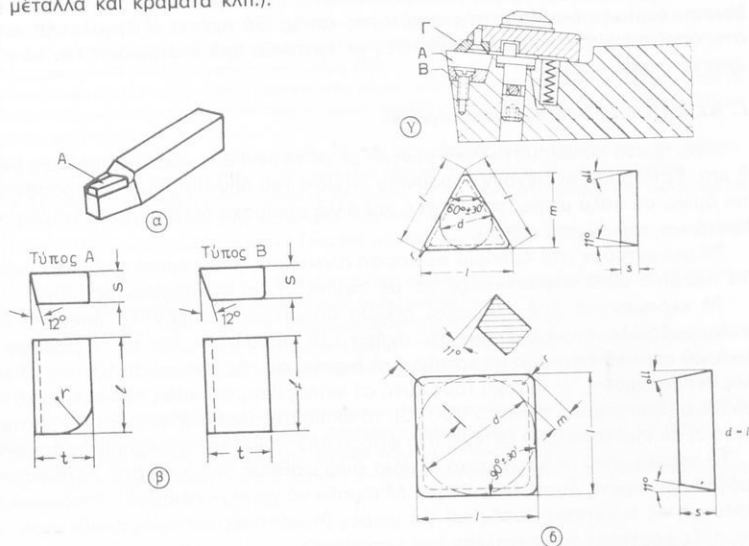
α) Τὰ σκληρομέταλλα τῆς κατηγορίας P κατὰ DIN 4990 καί τὰ ἰσοδύναμά τους κατὰ τήν ἀμερικανικὴ προτυποποίηση χρησιμοποιοῦνται γιά τήν κατεργασία κατὰ κύριο λόγο χαλύβων, χυτοχάλυβα καί μαλακτικοποιημένου χυτοσιδήρου.

β) Τὰ σκληρομέταλλα πού ἀνήκουν στὴν κατηγορία M βρίσκουν ἐφαρμογές, πέρα ἀπὸ τήν κατεργασία χαλύβων καί χυτοχάλυβα, καί στὴν κοπὴ φαιοῦ καί μαλακτικοποιημένου χυτοσιδήρου, χυτοσιδήρου μέ σφαιροειδῆ γραφίτη, ὅπως καί μὴ σιδηρούχων μετᾶλλων καί κραμάτων.

γ) Τέλος, τὰ σκληρομέταλλα τῆς κατηγορίας K τὰ μεταχειριζόμαστε στὴν κατε-

γασία χαλύβων κατασκευών, φαιού καί λευκού χυτοσιδήρου, μαλακτικοποιημένου χυτοσιδήρου, μή σιδηρούχων μετάλλων καί κραμάτων, πλαστικών καί ξύλου.

Στόν Πίνακα 1.3.1 παραθέτομε, ἐκτός ἀπό τίς κατηγορίες, ποιότητες, σύνθεση καί χαρακτηριστικές ιδιότητες τῶν σκληρομετάλλων κατὰ DIN 4990 καί στοιχεῖα μέ τίς βιομηχανικές τους χρήσεις, ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς κατεργασίας (τόρνευση, φραιζάρισμα κ.ἄ.) καί τό κατεργαζόμενο ὑλικό (χάλυβες, χυτοσίδηροι, μή σιδηρούχα μέταλλα καί κράματα κλπ.).



Σχ. 1.3η.

Μορφές προτυποποιημένων πλακιδίων ἀπό σκληρομέταλλο καί τρόποι συγκρατήσεώς τους στό στέλεχος τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου. α) Ἐργαλεῖο μέ ἐπικολλούμενο πλακίδιο Α. β) Μορφές ἐπικολλούμενων πλακιδίων. γ) Συγκράτηση ἐνθετοῦ πλακιδίου: Α Πλακίδιο, Β Προσθήκη, Γ Γρεζοθραύστης. δ) Μορφές ἐνθέτων πλακιδίων.

Τά σκληρομέταλλα προσφέρονται στό ἐμπόριο μέ τή μορφή πλακιδίων σέ προτυποποιημένα σχήματα καί μεγέθη (σχ. 1.3η).

Τό πλακίδιο (γιά κοπτικά ἐργαλεῖα μέ μία κύρια κόψη) ἢ τά πλακίδια (γιά ἐργαλεῖα μέ πολλές κύριες κόψεις, ὅπως εἶναι π.χ. οἱ φραιζες) εἴτε ἐπικολλοῦνται σέ κατάλληλο στέλεχος ἢ σῶμα μέ ψυχρή κόλληση [ἐπικολλούμενο πλακίδιο, σχ. 1.3η(α)] εἴτε προσαρμύζονται μέ μηχανικά μέσα [ἐνθετο πλακίδιο, σχ. 1.3η(γ)].

Τά ἐργαλεῖα μέ ἐνθετα πλακίδια πλεονεκτοῦν σημαντικά ἐναντι τῶν ἐργαλείων μέ ἐπικολλούμενα πλακίδια. Καί τοῦτο, γιατί στά πρῶτα χαλάρωση τοῦ πλακιδίου καί ἀπλή περιστροφή του ἀρκοῦν γιά τήν ἀλλαγὴ τῆς κόψης του ποῦ τυχόν ἔχει φθαρεῖ (ἔτσι μποροῦν διαδοχικά νά χρησιμοποιηθοῦν καί οἱ ἐξι ἢ καί οἱ ὀκτώ κόψεις τοῦ πλακιδίου, ἀν τό πλακίδιο εἶναι ἀντίστοιχα τριγωνικό ἢ τετραγωνικό), χωρίς νά ἀπαιτεῖται ἀφαίρεση τοῦ ἐργαλείου ἀπό τήν ἐργαλειομηχανή καί ἀποκόλληση, τρόχιση καί ἐπικόλληση τοῦ πλακιδίου, ὅπως συμβαίνει στά ἐργαλεῖα μέ ἐπι-

κολλούμενα πλακίδια. Έπίσης τά ένθετα πλακίδια δέν διατρέχουν τόν κίνδυνο καταστροφής, ό όποιος άπειλεί τά έπικολλούμενα κατά τή συγκόλλησή τους στό στέλεχος ή τό σώμα τοῦ έργαλείου.

Τά σκληρομέταλλα, πού όπως έχομε τονίσει, χρησιμοποιούνται άποδοτικά σέ ψηλές ταχύτητες κοπής καί πού άκόμα μπορούμε νά τά μεταχειρισθοῦμε καί μέ μεγάλες σχετικά θεωρητικές διατομές τοῦ άποβλήττου, άπαιτοῦν έργαλειομηχανές μέ **μεγάλη ισχύ**. Έπίσης, έπειδή ή τάση γιά ανάπτυξη ταλαντώσεων κατά τήν κοπή αύξάνεται κυρίως μέ αύξηση τής ταχύτητας κοπής, θά πρέπει οί έργαλειομηχανές, στίς όποιες θά έκτελοῦμε κατεργασίες μέ έργαλεῖα από σκληρομέταλλα νά εἶναι **άρκετά στιβαρές**.

Γ. Κεραμευτικά από πυρίμαχα όξείδια.

Εἶναι πυκνά πολυκρυσταλλικά σύνολα μέ μέσο μέγεθος κόκκων από 2 μm μέχρι 5 μm . Κατά βάση περιέχουν κορούνδιο (όξείδιο τοῦ άργιλίου: Al_2O_3). Προσθέτονται όμως, σέ πολύ μικρές ποσότητες, καί άλλα πυρίμαχα όξείδια γιά βελτίωση τών ιδιοτήτων τοῦ υλικοῦ αὐτοῦ.

Τά συναντοῦμε στό έμπόριο σέ μορφή πλακιδίων, όπως καί τά σκληρομέταλλα. Τά πλακίδια αὐτά παρασκευάζονται μέ συμπίεση καί πυροσυσσωμάτωση.

Τά κεραμευτικά από πυρίμαχα όξείδια ύπερτεροῦν σημαντικά άπέναντι στά σκληρομέταλλα, όπως βλέπομε στό σχήμα 1.3ξ, όπου συγκρίνονται τά διάφορα υλικά γιά κοπτικά έργαλεῖα μέ κριτήριο τή διατήρηση τής σκληρότητάς τους σέ ψηλές θερμοκρασίες. Ἡ άντοχή τους αὐτή σέ ψηλές θερμοκρασίες όφείλεται στό κορούνδιο (έχει σημείο τήξεως 2000° C), τό όποιο στίς θερμοκρασίες αὐτές διατηρεῖ μεγάλη σκληρότητα (δρα άντέχει στή φθορά από τριβή) καί εἶναι χημικῶς άδρανές.

Τά κεραμευτικά από πυρίμαχα όξείδια εἶναι ψαθυρά υλικά καί από αὐτό παρουσιάζουν μειωμένη δυσθραυστότητα. Μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν άποδοτικά σέ πολύ ψηλές ταχύτητες κοπής καί γιά μικρές θεωρητικές διατομές άποβλήττου (σέ χαμηλές φορτίσεις τοῦ έργαλείου) σέ κατεργασίες χωρίς ταλαντώσεις. Ἡ μηχανική άντοχή τών έργαλείων από τό υλικό αὐτό ένισχύεται μέ τό τρόχισμα άρνητικῆς γωνίας άποβλήττου (σχ. 1.1β) μέχρι καί $\gamma = -15^\circ$ γιά τήν τórνευση χαλύβων.

Χρησιμοποιοῦνται ικανοποιητικά ως έργαλεῖα τórνευσης χαλύβων (καί τών σκληρότερων χαλυβοκραμάτων άκόμα) κατά κύριο λόγο· έπίσης στήν τórνευση χυτοσιδηρών, μή σιδηρούχων μετάλλων καί κραμάτων (μέ άξίαίρεση τό άργίλιο καί τά κράματα του, τό τιτάνιο καί τό ζιρκόνιο), όπως έπί πλέον καί μέ μεταλλικῶν υλικῶν (πλαστικά, σκληρό έλαστικό κ.ά).

Δ. Λειαντικές σκόνες.

Εἶναι σκληροί καί εύθραστοι κόκκοι [κάθε λειαντικός κόκκος εἶναι ένα στοιχειώδες κοπτικό έργαλεῖο, παράγρ. 4.3 (ΣΤ), Μηχ. Τεχν. Β'] πού χρησιμοποιοῦνται στους λειαντικούς τροχούς, στά σμυριδόπανα, στά σμυριδόχαρτα κ.ά.

Παρακάτω δόνομε βασικές λειαντικές σκόνες:

- Φυσικό κορούνδιο: Al_2O_3 (90% ως 98%) + Fe_2O_3 σέ κρυσταλλική μορφή.
- Καθαρό κορούνδιο: Al_2O_3 σέ κρυσταλλική μορφή.
- Σμύριδα: Al_2O_3 (60% ως 65%) + Fe_2O_3 + άλλες προσθήκες.
- Διαμάντι: Άνθρακας σέ κρυσταλλική μορφή.

- Καρβίδιο του πυριτίου: SiC σε κρυσταλλική μορφή.
- Καρβίδιο του βορίου: B₄C σε κρυσταλλική μορφή.

1.3.3 Έρωτήσεις.

1. Νά μνημονεύσετε τὰ τρία πιδ σπουδαία υλικά, μέ τὰ ὁποῖα κατασκευάζομε κοπτικά ἐργαλεῖα.
2. Νά σχεδιάσετε προοπτικά τὸ τυπικὸ ἐργαλεῖο торνεύσεως μαζί μέ τήν ὀνοματολογία του.
3. Νά σχεδιάσετε τὸ τυπικὸ ἐργαλεῖο торνεύσεως σέ κάτοψη καί νά σημειώσετε μέ τὰ σύμβολά τους τή γωνία θέσεως τῆς κύριας καί δευτερεύουσας κόψης ὅπως καί τήν περιεχόμενη γωνία σύμφωνα μέ τὸ σύστημα προτυποποιήσεως ISO.
4. Νά σχεδιάσετε μιά τομή κάθετη στό ἐπίπεδο κόψης τοῦ τυπικοῦ ἐργαλείου торνεύσεως καί νά δείξετε ἀναφέροντας τὰ σύμβολά τους τή γωνία ἀποβλίπτου, τή γωνία σφῆνας καί τήν ἐλεύθερη γωνία κατὰ τὸ σύστημα DIN.
5. Νά χαράξετε ποιστικά τίς καμπύλες μεταβολῆς τῆς σκληρότητας τῶν ταχυχαλύβων, τῶν σκληρομετάλλων καί τῶν κεραμευτικῶν ἀπό πυρίμαχα ὀξείδια συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας.
6. Ποιές βασικές χαρακτηριστικές ιδιότητες θά πρέπει νά συγκεντρώνει γενικά ἓνα υλικό, γιά νά μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ στήν κατασκευή κοπτικῶν ἐργαλείων;
7. Τί σημαίνει ὁ συμβολισμός P25 ἢ K20 ἐνός σκληρομετάλλου κατὰ DIN; Μέ ποῖο χρῶμα συμβολίζεται τὸ καθένα ἀπό αὐτά;
8. Ποῖο ἀπό τὰ δύο σκληρομέταλλα P30 καί P10 εἶναι σκληρότερο καί ποῖο εἶναι πιδ δύσθραυστο;
9. Ποιά εἶναι τὰ συνθισμένα συστατικά ἐνός σκληρομετάλλου;
10. Ποιά υλικά κατεργαζόμαστε μέ τὰ σκληρομέταλλα τῆς κατηγορίας M;
11. Στήν κατεργασία πωῶν υλικῶν βρίσκουν ἐφαρμογή τὰ σκληρομέταλλα τῆς κατηγορίας K;
12. Ποῖο πλακίδιο σκληρομετάλλου χαρακτηρίζεται ὡς ἐπικολλούμενο καί ποῖο ὡς ἔνθετο; Ποῖο ἀπό τὰ δύο πλεονεκτεῖ καί γιὰτί;
13. Τί θά πρέπει νά παρουσιάζουν οἱ ἐργαλειομηχανές (π.χ. ἓνας τῶρνος ἢ μιά φραιζομηχανή), στίς ὁποῖες θά μπορούμε νά χρησιμοποιοῦμε ἀποδοτικά σκληρομέταλλα ὡς κοπτικά ἐργαλεῖα;
14. Νά ἀναφέρετε δύο ἀπό τίς εὐρύτερα χρησιμοποιούμενες λειαντικές σκόνες.
15. Ποιά εἶναι τὰ κύρια πλεονεκτήματα καί μειονεκτήματα τῶν σκληρομετάλλων ὡς κοπτικῶν ἐργαλείων;

1.4 Φθορά καί ζωὴ τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου.

1.4.1 Γενικά.

Κατὰ τήν κοπή τῶν μετάλλων, ὅπως γνωρίζομε, τὸ κοπτικὸ ἐργαλεῖο ὑπόκειται σέ ψηλές θερμοκρασίες τῶν ὁποίων ἡ διανομὴ μάλιστα παρουσιάζει ἀπότομες μεταβολές (σχ. 1.2β), ὅπως καί σέ ψηλές τάσεις. Ἀκόμα ἡ νεοσχηματιζόμενη ἐπιφάνεια τοῦ ἀποβλίπτου καί τοῦ κομματιοῦ ἐπάνω στίς ὁποῖες τρίβεται τὸ ἐργαλεῖο δέν προφθάνουν νά ὀξειδωθοῦν ἢ νά σκεπαστοῦν ἀπὸ ἄλλα στρώματα καί κατὰ συνέπεια μπορούμε νά δεχθοῦμε ὅτι ὑφίσταται καθαρὴ μεταλλικὴ ἐπαφή [παράγρ. 1.5.2(A)] ἀνάμεσα στό ἐργαλεῖο καί στό ἀπόβλιπτο καί ἀνάμεσα στό ἐργαλεῖο καί στό κομμάτι. Περιορίζεται βέβαια σημαντικά ἡ μεταλλικὴ αὐτὴ ἐπαφή μέ χρῆση τέτοιου ὑγροῦ κοπῆς, πού νά μπορεῖ νά δράσει ὡς λιπαντικό [παράγρ. 1.5.2(B)]. Κάτω ἀπὸ τίς πολὺ δυσμενεῖς αὐτές συνθῆκες ἐργασίας του, τὸ κοπτικὸ ἐργαλεῖο **φθείρεται** ἢ καί **ἀστοχεῖ** γενικότερα. Ὄταν λέμε ὅτι ἓνα κοπτικὸ ἐργαλεῖο ἀστοχεῖ, αὐτὸ σημαίνει ὅτι τὸ ἐργαλεῖο παύει πλέον νά ἐκτελεῖ ἱκανοποιητικά τήν ἀποστολὴ του, ἔχει δηλαδή φθάσει στό τέλος τῆς ζωῆς του καί θά πρέπει νά ἀποσυρθεῖ ἀπὸ τήν ἐργαλειομηχανή καί εἴτε νά ἀνατροχισθεῖ εἴτε νά ἀπορριφθεῖ ὡς ἄχρηστο.

Ἡ ἀστοχία ἐνὸς ἐργαλείου μπορεῖ νά ὀφείλεται σέ μία ἢ σέ συνδυασμό ἀπό τίς παρακάτω αἰτίες:

α) Στὴν ἀνάπτυξη **ζώνης φθορᾶς** στὴν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ἐργαλείου [σχ. 1.4α(A)].

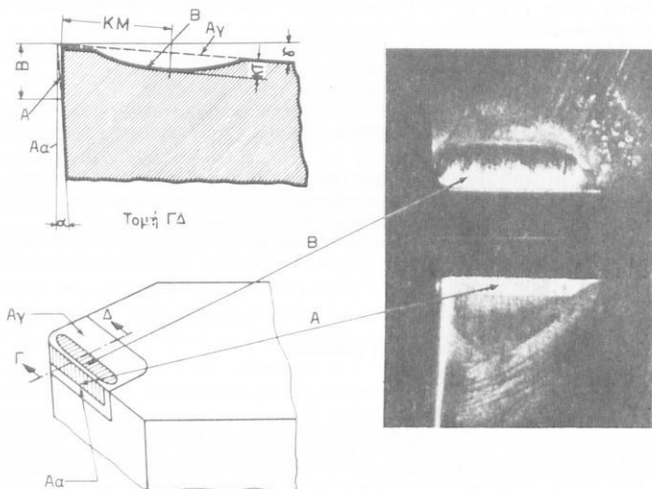
β) Στὴ δημιουργία φθορᾶς ἐπάνω στὴν ἐπιφάνεια ἀποβλίστου τοῦ ἐργαλείου, τὴν ὁποία θά καλέσουμε **φθορά κρατήρα** [σχ. 1.4α(B)] ἀπὸ τὴ χαρακτηριστικὴ μορφή, τὴν ὁποία παίρνει.

γ) Στὴν ἀπολέπιση τοῦ ἐργαλείου στὴν κόψη του καὶ στὴν ἐπιφάνεια ἀποβλίστου κατὰ τὸν τεμαχισμό τῆς ψευδόκοψης [παράγρ. 1.1.2(3)].

δ) Σέ μικροθραύσεις, ρωγμές ἢ παραμορφώσεις, πού εἶναι δυνατό νά ἀποδοθοῦν σέ μηχανικὰ καὶ θερμικὰ αἶτια.

Οἱ αἰτίες (α) καὶ (β) προκαλοῦν **προοδευτικὴ φθορά** τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου καθὼς ἡ κοπή προχωρεῖ, ἐνῶ οἱ ὑπόλοιπες αἰτίες (γ) καὶ (δ) μποροῦν νά προκαλέσουν **πρόωρη ἀστοχία** του.

Γενικὰ τὸ εἶδος τῆς κατεργασίας, οἱ συνθῆκες κοπῆς, ἡ γεωμετρικὴ μορφή τοῦ



Σχ. 1.4α.

Ἡ ζώνη φθορᾶς A καὶ ἡ φθορά κρατήρα B σέ ἓνα κοπτικό ἐργαλεῖο. (Aγ ἐπιφάνεια ἀποβλίστου τοῦ ἐργαλείου, Aa ἐλεύθερη ἐπιφάνεια).

κοπτικοῦ ἐργαλείου, ὁ συνδυασμός ὑλικῶν ἐργαλείου καὶ κομματιοῦ, ὅπως καὶ τὸ εἶδος τοῦ ὑγροῦ κοπῆς καθορίζουν τὴ μορφή καὶ τὸ μέγεθος τῆς φθορᾶς τῶν κοπτικῶν ἐργαλείων.

1.4.2 Φθορά τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου.

A. Οἱ μηχανισμοὶ φθορᾶς τοῦ ἐργαλείου.

Πρὶν νά μιλήσουμε γιὰ τὴ φθορά τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου, θά πρέπει νά ἀναφερ-

θοῦμε μέ συντομία στούς διάφορους μηχανισμούς φθορᾶς του:

1. Μηχανισμός φθορᾶς μέ σχηματισμό καί λύση συγκολλητῶν δεσμῶν. Στήν κοπή τῶν μετάλλων, σχηματίζονται συγκολλητοί δεσμοί ὡς μέρος τοῦ μηχανισμοῦ τριβῆς [παράγρ. 1.5.2 (Α)] μεταξύ ἀποβλίπτου καί ἐργαλείου, ὅπως καί ἀνάμεσα στό ἐργαλεῖο καί στό κομμάτι. Μέ τήν καταστροφή αὐτῶν τῶν δεσμῶν, καθῶς ἡ κοπή προχωρεῖ, **ἀποσπῶνται τεμαχίδια ἀπό τό ἐργαλεῖο** καί μεταφέρονται στήν πρὸς αὐτό πλευρά τοῦ ἀποβλίπτου καί στήν κατεργασμένη ἐπιφάνεια τοῦ κομματιοῦ.

2. Μηχανισμός φθορᾶς μέ ἀπόξεση. Ἐδῶ ἡ φθορά ὀφείλεται στήν ἀφαίρεση ὑλικοῦ ἀπό τό ἐργαλεῖο μέ **ἀπόξεση** (κοπή σέ μικρή κλίμακα) πού προξενεῖται ἀπό πολύ σκληρά τεμαχίδια τά ὁποῖα βρίσκονται στήν πρὸς τό ἐργαλεῖο πλευρά τοῦ ἀποβλίπτου (ἢ καί ἀπό ἐλεύθερα τεμαχίδια), καθῶς αὐτά περνοῦν πιεζόμενα ἐπάνω στήν ἐπιφάνεια ἀποβλίπτου. Τά σκληρά αὐτά τεμαχίδια εἶναι δυνατό νά εἶναι κομματάκια τῆς ψευδόκοψης ἢ τοῦ ὑλικοῦ τοῦ ἐργαλείου πού ἀφαιροῦνται μέ τόν προηγούμενο μηχανισμό φθορᾶς του (δηλαδή μέ δημιουργία καί λύση συγκολλητῶν δεσμῶν) ἢ σκληρά ἐγκλείσματα στό ὑλικό τοῦ κομματιοῦ.

3. Μηχανισμός φθορᾶς μέ διάχυση στερεᾶς καταστάσεως*. Κατά τήν κοπή τῶν μετάλλων δημιουργοῦνται εὐνοϊκές συνθήκες γιά διάχυση ἀτόμων ἀπό τό ὑλικό τοῦ ἐργαλείου στό ἀπόβλιπτο καί στό κομμάτι καί ἀντίστροφα ἀπό τό ἀπόβλιπτο ἢ τό κομμάτι στό ἐργαλεῖο μέσα σέ στενή ζώνη στίς ἐπιφάνειες ἐπαφῆς τους. Οἱ εὐνοϊκές αὐτές συνθήκες γιά διάχυση ὀφείλονται ἀπό τό ἕνα μέρος στίς ψηλές θερμοκρασίες πού ἀναπτύσσονται κατά τήν κοπή (ἡ ἐπιρροή τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας εἶναι τεράστια στήν ταχύτητα τῆς διαχύσεως) καί ἀπό τό ἄλλο στή μεταλλική ἐπαφή (μέσα σέ ὀρισμένη ἔκταση βέβαια) πού ἀποκαθίσταται μεταξύ ἀποβλίπτου καί ἐργαλείου, ὅπως καί ἀνάμεσα στό ἐργαλεῖο καί στό κομμάτι. Ἡ διάχυση ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα ἀλλαγές στή δομή τοῦ ὑλικοῦ τοῦ ἐργαλείου, ἄρα ἐξασθείνισή του καί τελικά ταχύτερη φθορά του.

Ἡ φθορά πού ἀναπτύσσεται στά κοπτικά ἐργαλεῖα τῆς πράξεως εἶναι συνήθως τό ἀποτέλεσμα καί τῶν τριῶν μηχανισμῶν φθορᾶς, τοὺς ὁποῖους μόλις ἀναπτύξαμε.

Β. Ἡ ζώνη φθορᾶς [σχ. 1.4α(Α)].

Εἶναι μία ζώνη κατά προσέγγιση ἐπίπεδη, πού ἐκτείνεται πρὸς τά πίσω τῆς κυρίας κόψης τοῦ ἐργαλείου ἐπάνω στήν ἐλεύθερή του ἐπιφάνεια.

Χαρακτηριστικό μέγεθος τῆς φθορᾶς τοῦ ἐργαλείου στήν ἐλεύθερη ἐπιφάνειά του εἶναι τό λεγόμενο **πλάτος ζώνης φθορᾶς** (ἢ ἀπλούστερα **πλάτος φθορᾶς**) Β.

Ἡ ζώνη φθορᾶς μπορεῖ νά εἶναι, ἀνάλογα μέ τήν περίπτωση κοπῆς, ὁμοιόμορφη ἢ ἀνομοιόμορφη. Σέ περιπτώσεις ἀνομοιόμορφης ζώνης φθορᾶς μᾶς ἐνδιαφέρει κυρίως ἡ μέγιστη τιμή τοῦ πλάτους φθορᾶς, ἡ ὁποία — ὅπως ἔχει πειραματικά ἀποδειχθεῖ — ἐπιδρᾷ ἀποτελεσματικά στή ζωή τοῦ ἐργαλείου.

* **Διάχυση** στά μεταλλικά ὑλικά εἶναι τό φαινόμενο, ὅπου διακινοῦνται ἄτομα ἀπό μιά θέση τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος τοῦ μετάλλου (ἢ κράματος) σέ ἄλλη. Ἡ διακίνηση αὐτή τῶν ἀτόμων κατευθύνεται ἀπό περιοχές μέ ψηλὴ ἀτομικὴ συγκέντρωση σέ περιοχές μέ χαμηλὴ ἀτομικὴ συγκέντρωση, μέ τάση τήν ἐξίσωση τῶν συγκεντρώσεων.

Το πλάτος φθοράς, όπως είναι φυσικό, αυξάνεται με αύξηση του χρόνου κοπής, με σταθερούς βέβαια τούς υπόλοιπους *παράγοντες τής κοπής**. Επίσης για σταθερό χρόνο κοπής και τούς άλλους παράγοντες σταθερούς, αύξηση τής ταχύτητας κοπής συνεπάγεται αύξηση του πλάτους φθοράς του εργαλείου.

Η ζώνη φθοράς συντελεί στην αύξηση των δυνάμεων κοπής, γιατί στο σύστημα των δυνάμεων αυτών (σχ. 1.1α) προστίθεται και μία ακόμα δύναμη: η δύναμη τριβής στην επιφάνεια επαφής εργαλείου - κομματιού.

Τέλος, η ζώνη φθοράς αλλάζει τη γεωμετρική μορφή του εργαλείου με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η διαστατική ακρίβεια ή η ακρίβεια μορφής του κομματιού, αν το κατεργαζόμαστε με εργαλείο μορφής.

Γ. Η φθορά κρατήρα [σχ. 1.4α(Β)].

Στην επιφάνεια αποβλήττου του εργαλείου σχηματίζεται με την πρόοδο τής κοπής σε μικρή απόσταση από τη μύτη του εργαλείου (στην περιοχή των ψηλότερων θερμοκρασιών) ένα *κοίλωμα* ή *κρατήρας*.

Χαρακτηριστικό μέγεθος τής φθοράς κρατήρα είναι το *μέγιστο βάθος* του ΚΤ.

Η φθορά κρατήρα είναι σημαντική στά σκληρομέταλλα πού, όπως γνωρίζουμε, τά χρησιμοποιούμε σε μεγάλες ταχύτητες κοπής, άρα και σε ψηλές θερμοκρασίες. Στις ψηλές αυτές θερμοκρασίες τά σκληρομέταλλα, παρ' όλο πού έχουν την ικανότητα νά διατηρούν τή σκληρότητά τους, έν τούτοις φθείρονται γρήγορα, γιατί σχηματίζεται βαθύς κρατήρας με τό μηχανισμό κυρίως τής διαχύσεως [παράγρ. 1.4.2 (Α)]. Ο βαθύς αυτός κρατήρας εξασθενίζει τήν κόψη του εργαλείου, ή οποία συνήθως θραύεται και τελικά τό εργαλείο δέν μπορεί παρά νά άστοχίσει.

Όπως ή φθορά στην έλεύθερη επιφάνεια του εργαλείου, έτσι και ή φθορά κρατήρα γίνεται πιό έντονη με αύξηση του χρόνου κοπής και τής ταχύτητας κοπής με σταθερούς τούς λοιπούς παράγοντες.

1.4.3 Η ζωή του εργαλείου.

Α. Κριτήρια άστοχίας του εργαλείου.

Η φθορά του εργαλείου έχει άμεση σχέση με τή ζωή του. Λέγοντας *ζωή ενός κοπτικού εργαλείου* έννοούμε τήν ώφέλιμη (ή ένεργό) του ζωή από τή στιγμή, όπου τό νεοτροχισμένο εργαλείο θά άρχίσει τήν κοπή μέχρι κάποια άλλη στιγμή (καθορίζεται από κάποιο κριτήριο άστοχίας πού βάζουμε, όπως θά δούμε εύθύς άμέσως), όποτε τό εργαλείο άφαιρείται για ξανατρόχισμα ή για άντικατάσταση.

Η ζωή του εργαλείου μπορεί νά εκφράζεται, ανάλογα με τήν κατεργασία, σε μονάδες χρόνου (min) ή και σε μονάδες άλλου μεγέθους (π.χ. σε μονάδες όγκου άφαιρούμενου υλικού, θεωρητικού μήκους αποβλήττου, μήκους κατεργασμένης επιφάνειας ή σε αριθμό κατεργασμένων κομματιών κλπ.).

Ός κριτήρια άστοχίας ενός κοπτικού εργαλείου χρησιμοποιούνται στην πράξη τά εξής:

* Με τόν όρο αυτό έννοούμε μαζί τίς συνθήκες κοπής (ταχύτητας κοπής, πρόωση και βάθος κοπής, παράγρ. 4.2 Μ.Τ.Β'), τή γεωμετρική μορφή του κοπτικού εργαλείου, τό υλικό του εργαλείου και του κομματιού, όπως και τό ύγρό κοπής πού τυχόν χρησιμοποιούμε.

α) Καθορισμένη ανώτερη τιμή για τό πλάτος φθοράς B ή για τό βάθος κρατήρα KT ή καί για τά δύο μαζί.

β) Στόμωση (αμβλυνση) τής κόψης του εργαλείου, ή όποία έκδηλώνεται μέ τήν εμφάνιση μιās στιλπνής ζώνης στό κομμάτι καί μέ τό άκουσμα χαρακτηριστικού σφυρίγματος, λόγω τής προχωρημένης πλέον φθοράς του εργαλείου στήν έλεύθερη του έπιφάνεια καί

γ) καθορισμένη έπίσης ανώτερη τιμή τής τραχύτητας τής κατεργασμένης έπιφάνειας ή τής άνοχής κρίσιμων διαστάσεων του κομματιού ή καθορισμένο μέγιστο ποσοστό αύξήσεως τών δυνάμεων κοπής ή τής ισχύος κοπής.

Ή έκλογή του κατάλληλου κριτηρίου άστοχίας του εργαλείου εξαρτάται από τή συγκεκριμένη περίπτωση κατεργασίας. Για κατεργασία ξεχονδρίσματος π.χ. δέν μάς ένδιαφέρει ή τραχύτητα έπιφάνειας καί ή άκρίβεια τών διαστάσεων του κομματιού καί συνεπώς μπορούμε νά πάρουμε ως κριτήριο άστοχίας του εργαλείου τή στόμωσή του ή κάποιο καθορισμένο μέγιστο ποσοστό αύξήσεως τής ισχύος κοπής. Σέ κατεργασίες όμως άποπερατώσεως (φινιρίσματος), ή τραχύτητα έπιφάνειας καί ή διαστατική άκρίβεια του κομματιού παίζουν πρωταρχικό ρόλο. Έδώ μπορούμε νά θέσουμε ως κριτήριο του κοπτικού εργαλείου ένα ανώτερο όριο για τήν τραχύτητα ή τήν άνοχή τών διαστάσεων του κομματιού ή για τό πλάτος φθοράς B .

B. Ή σχέση του Ταίυλορ (Taylor).

Ο άμερικανός μηχανικός Ταίυλορ στίς άρχές του αιώνα μας μελέτησε τή σχέση ανάμεσα στή ζωή του εργαλείου καί στήν ταχύτητα κοπής μέ σταθερούς τούς υπόλοιπους παράγοντες τής κοπής. Ύστερα από πολλά πειράματα κατέληξε στή γνωστή μας έφαρμοζόμενη καί σήμερα σχέση:

$$u \cdot T^n = C \quad \text{ή} \quad T \cdot u^{1/n} = C^{1/n} = C' \quad (1.2)$$

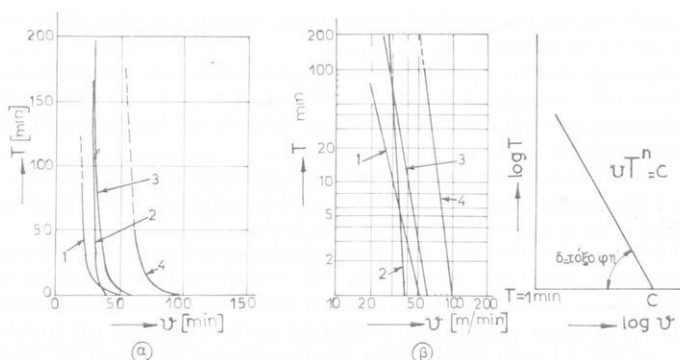
όπου u είναι ή ταχύτητα κοπής σέ m/min , T ή ζωή του εργαλείου σέ min (μέ κριτήριο άστοχίας τή στόμωση τής κόψης) καί όπου n είναι έκθέτης καί C σταθερά, πού εξαρτώνται από τό υλικό του κομματιού καί του εργαλείου, από τίς συνθήκες κοπής, από τή γεωμετρική μορφή του εργαλείου καί από τό υγρό κοπής. Όπως προκύπτει από τή σχέση (1.2), ή σταθερά C παριστάνει τήν ταχύτητα κοπής για ζωή του εργαλείου ίση μέ 1 min ($T = 1 \text{ min}$, $u = C$).

Γενικά ή σχέση Ταίυλορ παίρνει τή μορφή του σχήματος 1.4β(α) σέ γραμμικές συντεταγμένες καί παρουσιάζεται ως εύθεία γραμμή σέ λογαριθμικές συντεταγμένες [σχ. 1.4β (β)].

Αν ως κριτήριο άστοχίας του εργαλείου πάρουμε προκαθορισμένη τιμή του πλάτους φθοράς B (τό κριτήριο αυτό άστοχίας χρησιμοποιείται συχνά στήν πράξη), τότε, όπως πειραματικά έχει άποδειχθεί, ισχύει πάλι ή σχέση Ταίυλορ μέ τήν προσθήκη του δείκτη B στό T , n καί C , άκριβώς για νά υποδηλωθεί τό κριτήριο άστοχίας, δηλαδή:

$$u \cdot T_B^{nB} = C_B$$

Ή σταθερά C_B όρίζεται όπως ή σταθερά C στή σχέση (1.2), δηλαδή για $T_B = 1 \text{ min}$.



Σχ. 1.4β.

Ἡ σχέση Ταϊϋλор: α) Σέ γραμμικές καί β) σέ λογαριθμικές συντεταγμένες. (1 χαλυβόκραμα, 2 CK60, 3 CK45, 4 CK35).

Οἱ συνηθισμένες τιμές τοῦ Β, τίς ὁποῖες θέτομε ὡς κριτήριο ἀστοχίας τοῦ ἐργαλείου εἶναι οἱ παρακάτω γιά διάφορα ὑλικά κοπτικοῦ ἐργαλείου καί εἶδος κατεργασίας (ξεχόνδρισμα ἢ ἀποπεράτωση):

B [mm]	Ὑλικό ἐργαλείου	Εἶδος κατεργασίας
0,75	Σκληρομέταλλο	Ξεχόνδρισμα
0,25 ὡς 0,40	Σκληρομέταλλο	Ἀποπεράτωση
1,50	Ταχυχάλυβας	Ξεχόνδρισμα
0,25 ὡς 0,40	Ταχυχάλυβας	Ἀποπεράτωση
0,25 ὡς 0,40	Κεραμειτικό ἀπό πυρίμαχα ὀξείδια	Ξεχόνδρισμα καί ἀποπεράτωση

Γ. Ποιοί παράγοντες κοπῆς καί πῶς ἐπιδροῦν στή ζωή τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου.

Οἱ παράγοντες κοπῆς, οἱ ὁποῖοι ἀσκοῦν σοβαρή ἐπίρροή στή ζωή τοῦ ἐργαλείου εἶναι οἱ ἀκόλουθοι:

- Οἱ συνθῆκες κοπῆς (ταχύτητα κοπῆς, πρόωση καί βάθος κοπῆς).
- Ἡ γεωμετρική μορφή τοῦ ἐργαλείου.
- Τό ὑλικό τοῦ ἐργαλείου.
- Τό ὑλικό τοῦ κομματιοῦ καί τό
- ὑγρό κοπῆς.

1. Ἐπίδραση τῶν συνθηκῶν κατεργασίας.

Γιά δοσμένη ταχύτητα κοπῆς (καί σταθεροῦς τούς ὑπόλοιπους παράγοντες) αὔξηση στήν πρόωση ἢ στό βάθος κοπῆς ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα μείωση τῆς ζωῆς τοῦ ἐργαλείου· τό ἴδιο συμβαίνει καί γιά σταθερή πρόωση καί βάθος κοπῆς καί αὔξηση στήν ταχύτητα κοπῆς.

2. Έπιρροή της γεωμετρίας του έργαλείου.

Όπως γνωρίζουμε [παράγρ. 1.1.4], αύξηση στη γωνία αποβλίπτου του έργαλείου έχει ευνοϊκά αποτελέσματα στην κοπή, άρα και στη ζωή του έργαλείου. Αυτό όμως ισχύει μέχρι ένα όριο στην τιμή της γωνίας αποβλίπτου. Καί τοῦτο, γιατί, αν μεγαλώσει υπέρμετρα ή γωνία αυτή, τότε θά ελαττωθούν άπαράδεκτα οι διατομές, μέσα από τις όποιες απάγεται ή παραγόμενη στην περιοχή κοπής θερμότητα στην υπόλοιπη μάζα του έργαλείου, μέ συνέπεια αύξηση της θερμοκρασίας και συνεπώς χειροτέρευση της ζωής του έργαλείου. Οι αντιμαχόμενοι αυτοί δύο παράγοντες επιβάλλουν κάποια βέλτιστη τιμή στη γωνία αποβλίπτου του έργαλείου. Πιο συγκεκριμένα, π.χ. για τórνευση ξεχονδρίσματος σκληρού χάλυβα μέ έργαλείο από ταχυχάλυβα και από σκληρομέταλλο ή βέλτιστη τιμή της γωνίας αποβλίπτου παίρνεται 14° και $3,5^\circ$ αντίστοιχα.

Σχετικά μέ την ελεύθερη γωνία α του έργαλείου μπορούμε νά διατυπώσουμε τόν κανόνα ότι αύξηση στην ελεύθερη γωνία συνεπάγεται ελάττωση του πλάτους της ζώνης φθοράς και έπομένως αύξηση στη ζωή του κοπτικού έργαλείου. Τό αντίθετο συμβαίνει μέ μείωση στην ελεύθερη γωνία του έργαλείου. Έδω θά πρέπει νά σημειώσουμε ότι λόγοι μηχανικής άντοχής του έργαλείου περιορίζουν την αύξηση στην ελεύθερη γωνία, μέ την όποία αύξηση έπέρχεται έξασθένιση του έργαλείου. Συνιστώμενες τιμές της γωνίας α είναι κατά μέσο όρο 8° για έργαλείο από ταχυχάλυβα και 6° για έργαλείο από σκληρομέταλλο.

3. Τό υλικό του έργαλείου.

Είδαμε στη Μηχ. Τεχν. Β' [παράγρ. 3.5.3 και 5.3.2 (B)] ότι οι ταχυχάλυβες και τα σκληρομέταλλα κατά κύριο λόγο και κατόπι τά κεραμευτικά από πυρίμαχα όξειδια βρίσκουν ευρύτατη χρησιμοποίηση στην πράξη ως υλικά για κοπτικά έργαλεία. Από τά υλικά αυτά τά πιο εύαισθητα (σέ ό,τι άφορά τή διατήρηση της σκληρότητάς τους) σέ μεταβολές της θερμοκρασίας (έπομένως και της ταχύτητας κοπής) είναι οι ταχυχάλυβες και άκολουθούν τά σκληρομέταλλα που παρουσιάζονται πιο εύαισθητα από τά κεραμευτικά πυρίμαχων όξειδίων. Είναι βέβαια προφανές ότι πτώση της σκληρότητας σέ ένα υλικό για έργαλείο κοπής μέ αύξηση της θερμοκρασίας (ή της ταχύτητας κοπής) έχει ως συνέπεια μεγαλύτερη φθορά στό έργαλείο και βραχύτερη ζωή του.

Η εύαισθησία αυτή των υλικών για κοπτικά έργαλεία σέ μεταβολές της ταχύτητας κοπής εκφράζεται μέ τόν εκθέτη $1/n$ της ταχύτητας κοπής στη σχέση (1.2). "Ετσι, όσο μεγαλύτερη είναι ή τιμή του $1/n$ (ή όσο μικρότερη είναι ή τιμή του εκθέτη n), τόσο πιο έντονη είναι ή επίδραση της ταχύτητας κοπής στη ζωή του έργαλείου. Έχει βρεθεί πειραματικά ότι ό εκθέτης n παίρνει τις μικρότερες τιμές για ταχυχάλυβες (0,08 ως 0,15, γι' αυτό και οι ταχυχάλυβες είναι οι πιο εύαισθητοι σέ αλλαγές της ταχύτητας κοπής), κάποιες μεσαίες τιμές (0,15 μέχρι 0,40) για σκληρομέταλλα και τις μεγαλύτερες (0,45 ως 0,70) για κεραμευτικά από πυρίμαχα όξειδια.

4. Τό υλικό του κατεργαζόμενου κομματιού.

Τό υλικό του κομματιού άσκει σημαντική έπιρροή στη ζωή του έργαλείου. Έτσι, ή χημική σύνθεση του υλικού, ή κρυσταλλική του δομή [π.χ. ή αναλογία περλίτη στους άνθρακούχους χάλυβες, παράγρ. 3.3.2 , Μηχ. Τεχν. Β'], ή σκληρότητα, ή ι-

κανότητά του για σκλήρωση και οι διάφορες άκαθαρσίες και έγκλείσματα πού περιέχονται σέ αυτό μάς ενδιαφέρουν έδω.

Ή σκληρότητα του ύλικου, όπως είναι προφανές, επηρεάζει τή ζωή του εργαλείου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αύξηση τής σκληρότητας νά έχει ως επακόλουθο μείωση τής ζωής του εργαλείου, μέ σταθερούς βέβαια τούς υπόλοιπους παράγοντες κοπής. Επίσης σκληρά έγκλείσματα και έπιφανειακές σκουριές (ιδιαίτερα στά χυτά) έπιδροϋν δυσμενώς στή ζωή του εργαλείου.

Τή σχετική εύκολία μορφοποιήσεως ενός ύλικου μέ κατεργασίες κοπής, αναφορικά όμως πρός κάποιο ή κάποια κριτήρια, τήν όνομάσαμε **κατεργαστικότητα** [Μ.Ε., παράγρ. 2.4(Γ)]. Τά κριτήρια αυτά είναι δυνατό νά είναι ή ζωή του εργαλείου, ή τραχύτητα έπιφάνειας, ή διαστατική ακρίβεια, ή ισχύς κοπής κ.ά. Μπορούμε δηλαδή νά θεωρήσουμε ότι ένα ύλικό έχει καλή κατεργαστικότητα, αν ή φθορά του εργαλείου μέ τό όποιο τό κατεργαζόμαστε είναι μικρή (και ή ζωή του μεγάλη) ή αν ή τραχύτητα τής κατεργασμένης έπιφάνειας είναι καλή ή αν οι δυνάμεις κοπής πού αναπτύσσονται είναι χαμηλές και ή ισχύς πού καταναλίσκεται είναι μικρή, ή αν τό κόστος ανά μονάδα όγκου αφαιρούμενου ύλικου είναι χαμηλό κλπ. Ακόμα, αν τό απόβλιττο απομακρύνεται εύκολα από τή θέση κοπής ή αν ή ακρίβεια διαστάσεων πού επιτυγχάνεται είναι ικανοποιητική. Από όλα αυτά διαπιστώνομε ότι είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, νά έκφράσουμε τήν κατεργαστικότητα ποσοτικά και νά μπορέσουμε έτσι νά κατατάξομε τά διάφορα ύλικά μετρώντας τό καθένα μέ μονάδες κατεργαστικότητας.

Ή κατεργαστικότητα των ύλικων στήν πράξη έκφράζεται συνήθως ως ταχύτητα κοπής γιά δοσμένη ζωή του κοπτικού εργαλείου σέ min και μέ κριτήριο τή στόμωση του εργαλείου. Ο συμβολισμός π.χ. u_{60} ή u_{120} σημαίνει ταχύτητα κοπής γιά ζωή του εργαλείου 60 min ή 120 min αντίστοιχα. Γιά τή σύγκριση τώρα ή τήν κατάταξη των ύλικων από άποψη κατεργαστικότητας εκλέγομε ένα ύλικό ως πρότυπο ή ως ύλικό άναφοράς. Έτσι, ή κατεργαστικότητα όποιουδήποτε άλλου ύλικου μπορεί νά μάς δοθεί ύστερα από σύγκριση μέ τήν κατεργαστικότητα του προτύπου ύλικου. Αν π.χ. u_{60} είναι ή κατεργαστικότητα του πρός σύγκριση ύλικου και u_{60} ή κατεργαστικότητα του προτύπου, τότε ή **σχετική έκατοστιαία κατεργαστικότητα** του ύλικου Δ θά είναι:

$$\Delta = \frac{u_{60}}{u_{600}} \times 100 \quad [\%] \quad (1.4)$$

Αν λ.χ. ένα ύλικό έχει έκατοστιαία σχετική κατεργαστικότητα 50%, αυτό σημαίνει ότι μπορεί τό ύλικό αυτό νά κατεργασθεί χονδρικά μέ τή μισή ταχύτητα κοπής από εκείνη πού είναι δυνατό νά χρησιμοποιηθεί γιά τήν κατεργασία του ύλικου άναφοράς.

Είναι φανερό από τόν όρισμό τής σχετικής κατεργαστικότητας πού δώσαμε ότι ένα ύλικό πού κατεργάζεται μέ ψηλή ταχύτητα κοπής γιά σταθερή ζωή εργαλείου (π.χ. $T = 60$ min), θά πρέπει νά θεωρηθεί ότι έχει και καλή κατεργαστικότητα, πράγμα πού είναι έπιθυμητό. Επίσης, όσο ψηλότερη είναι ή σχετική κατεργαστικότητα ενός ύλικου, τόσο πίο άποδοτικά κατεργάζεται τό ύλικό αυτό από τήν άποψη μόνο φθοράς και ζωής του κοπτικού εργαλείου.

5. Τό ύγρό κοπής.

Ἡ χρησιμοποίηση ὑγροῦ κοπῆς ἀσκεῖ γενικά εὐνοϊκή ἐπίδραση στή φθορά καί στή ζωή τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου [παράγρ. 1.5.2 , σχ. 1.5β].

1.4.4 Ἑρωτήσεις.

1. Τί ὀνομάζουμε **ἀστοχία** ἑνός κοπτικοῦ ἐργαλείου;
2. Ποιές μορφές προοδευτικῆς φθορᾶς (καθώς ἡ κοπή προχωρεῖ) συναντοῦμε στά κοπτικά ἐργαλεία; Νά κάμετε καί τὸ σχετικό σκίτσο.
3. Νά περιγράψετε συνοπτικά τὸ μηχανισμό φθορᾶς μέ σχηματισμὸ καί λύση συγκολλητῶν δεσμῶν σέ ἐπιφάνειες πού τρίβονται.
4. Ποίος εἶναι ὁ μηχανισμὸς φθορᾶς τριβομένων ἐπιφανειῶν μέ ἀπόξεση;
5. Ποιό (ἢ ποιὰ) κριτήριο ἀστοχίας μποροῦμε νά θέσουμε γιὰ τὴ ζωή ἑνός κοπτικοῦ ἐργαλείου στήν ἐκχόνδριση καί ποιό (ἢ ποιὰ) στήν ἀποπεράτωση;
6. Πῶς ἐκφράζεται ἡ σχέση Ταίυλορ καί τί μᾶς λέγει;
7. Πῶς ἐπιδρά στή ζωή τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου ἡ πρόωση καί τὸ βάθος κοπῆς γιὰ δοσμένη ταχύτητα κοπῆς καί μέ σταθεροὺς τοὺς λοιποὺς παράγοντες κοπῆς;
8. Πῶς ἐπηρεάζουν τὴ ζωή τοῦ ἐργαλείου μεταβολές στή γωνία γ;
9. Νά ἀναφέρετε πῶς ἐπηρεάζουν τὴ φθορά τοῦ ἐργαλείου μεταβολές στήν ἐλεύθερή του γωνία α.
10. Ποιό ἀπὸ τὰ συνηθισμένα ὑλικά γιὰ κοπτικά ἐργαλεία εἶναι πιὸ εὐαίσθητο σέ μεταβολές τῆς ταχύτητας κοπῆς καί γιατί;
11. Πῶς ἐκφράζουμε πρακτικά τὴν κατεργαστικότητα ἑνός ὑλικοῦ; Ποιὰ εἶναι ἡ σημασία τοῦ συμβολισμοῦ u_{120} ;

1.5 Ὑγρὰ κοπῆς.

1.5.1 Γενικά.

Τὰ **ὕγρὰ κοπῆς** χρησιμοποιοῦνται συχνά στὶς διάφορες κατεργασίες, κατάλληλα προσαγόμενο στήν περιοχή κοπῆς, γιὰ πιὸ ἀποδοτικὴ κοπή σέ σύγκριση μέ τὴ λεγόμενη **ξηρὴ κοπή** πού ἐκτελεῖται χωρὶς ὑγρὸ κοπῆς. Ἡ δράση τοῦ ὑγροῦ κοπῆς ὀφείλεται, ὅπως θὰ ἀναπτύξουμε παρακάτω, σέ ὀρισμένες χαρακτηριστικὲς του ἰδιότητες καί ἐκδηλώνεται διαφορετικὰ ἀνάλογα μέ τὸ ὑλικὸ τοῦ κατεργαζόμενου κομματιοῦ καί τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου καί μέ τὶς συνθηκὲς κοπῆς. Ἔτσι, ἓνα ὑγρὸ κοπῆς μπορεῖ νά ἐπενεργήσει εἴτε ὡς **λιπαντικό** [παράγρ. 1.5.2 (B)] εἴτε ὡς **ψυκτικό** [παράγρ. 1.5.2(Γ)] καί συχνά ὡς λιπαντικό καί ὡς ψυκτικό μαζί. Ἡ γνώση τῶν δράσεων αὐτῶν τοῦ ὑγροῦ κοπῆς μᾶς εἶναι πολὺ χρήσιμη, γιατί μᾶς διευκολύνει στήν ἐκλογή του μέ ἐπιτυχία στὶς διάφορες ἐφαρμογές.

Πιὸ ἀναλυτικά, μέ τὴ χρησιμοποίηση τῶν ὑγρῶν κοπῆς μποροῦμε νά ἐπιτύχουμε:

- α) Μείωση στοῦ μέσου συντελεστή τριβῆς στή ζώνη τριβῆς [καί στήν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς ἐργαλείου καί κομματιοῦ σέ περιπτώσεις πού ἀναπτύσσεται σημαντικὴ σχετικὰ ζώνη φθορᾶς, παράγρ. 1.4.2 (B)] ὡς ἀπόρροια τῆς **λιπαντικῆς δράσεως** τοῦ ὑγροῦ κοπῆς.

- β) Ἐλάττωση τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἐργαλείου (καί τοῦ κομματιοῦ) στήν περιοχή κοπῆς μέ ἀπαγωγή σημαντικοῦ μέρους τῆς θερμότητας πού παράγεται κατὰ τὴν κοπή [παράγρ. 1.2.1] μέσω τῆς **ψυκτικῆς δράσεως** τοῦ ὑγροῦ κοπῆς.

γ) Μείωση της φθοράς του κοπτικού εργαλείου (καί επιμήκυνση της ζωής του) έμμεσα, ως αποτέλεσμα της ελαττώσεως του συντελεστή τριβής καί ψύξεως του εργαλείου [(α) καί (β) παραπάνω].

δ) Βελτίωση της τραχύτητας της κατεργασμένης επιφάνειας.

ε) Μείωση των δυνάμεων κοπής καί της ισχύος κοπής.

στ) Περιορισμό στίς στρεβλώσεις του κομματιού που προκαλούνται έξ αιτίας των ψηλών θερμοκρασιών καί μεγάλων διαφορών άνάμεσά τους, που παρατηρούνται κατά τήν κοπή.

ζ) Εύκολία στο χειρισμό των έτοιμων κομματιών.

η) Προστασία του κομματιού καί της εργαλειομηχανής από οξείδωση ή διάβρωση καί

θ) απομάκρυνση των αποβλίπτων από τήν περιοχή κοπής.

Όπως εξάλλου έχομε τονίσει, οι βασικές δράσεις του ύγρου κοπής είναι οι (α) καί (β), ενώ οι επενέργειές του από (γ) ως καί (ζ) είναι επακόλουθα των πρώτων.

Τά ύγρά κοπής εφαρμοζόμενα όμως στο μηχανουργείο παρουσιάζουν έν γένει καί όρισμένες **άνεπιθύμητες παρενέργειες**, που είναι δυνατό ή νά κάνουν άδύνατη τή χρησιμοποίησή τους ή νά περιορίζουν τό πεδίο εφαρμογών τους. Ός τέτοιες παρενέργειες παραθέτομε τίς ακόλουθες:

α) Φυσιολογικές παρενέργειες επάνω στον τεχνίτη (τοξικοί άτμοί, δυσάρεστες όσμές, καπνοί, δερματίτιδες κ.ά.) καί

β) επιδράσεις στο υλικό του κομματιού καί στα υλικά της εργαλειομηχανής, που εκδηλώνονται συνήθως μέ οξείδωση ή διάβρωση. Όγρά κοπής π.χ. μέ πρόσθετα ψηλής πίεσεως που περιέχουν θείο [παράγρ. 1.5.3 (Β), (2)] προσβάλλουν τά κράματα του χαλκού, που τυχόν κατεργαζόμαστε, όπως καί τά έδρανα της εργαλειομηχανής, που έχουν ως βάση τό χαλκό.

Όρισμένες από τίς ανεπιθύμητες παρενέργειες που άναφέραμε μπορούμε νά τίς περιορίσομε εκλέγοντας κάθε φορά ύγρά κοπής μέ κατάλληλες ιδιότητες.

Τά ύγρά κοπής που μεταχειριζόμαστε είτε είναι **γαλακτώματα** [παράγρ. 1.5.3 (Γ) (1)] είτε **άπλά λάδια κοπής** [1.5.3 (Β) (1)] είτε **λάδια κοπής μέ πρόσθετα ψηλής πίεσεως** [παράγρ. 1.5.3 (Β) (2)]. Τά γαλακτώματα χρησιμοποιούνται όπου ή φυσική δράση του ύγρου κοπής είναι ή πιό σημαντική άπαίτηση, ενώ τά άπλά λάδια κοπής καί τά λάδια κοπής μέ πρόσθετα ψηλής πίεσεως βρίσκουν εφαρμογή σε περιπτώσεις, όπου μάς ενδιαφέρει κυρίως ή λιπαντική επένεργεια του ύγρου κοπής.

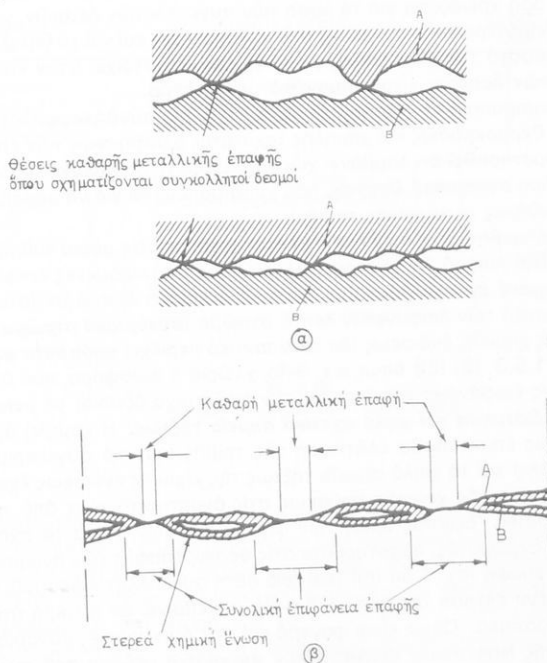
1.5.2 Οι δράσεις του ύγρου κοπής.

A. Ό μηχανισμός της τριβής όλισθήσεως.

Πρίν νά προχωρήσομε στην άνάλυση του μηχανισμού δράσεως του ύγρου κοπής ως λιπαντικού, θεωρούμε άπαραίτητο νά μιλήσομε πολύ σύντομα γιά τήν αντίληψη που επικρατεί σήμερα σχετικά μέ τό φαινόμενο της τριβής όλισθήσεως δύο τριβόμενων μεταλλικών επιφανειών Α καί Β (σχ. 1.5α).

Έστω ότι οι δύο αυτές επιφάνειες Α καί Β είναι απόλυτα καθαρές (χωρίς δηλαδή ύγρασία, οξείδια κ.ά, όπως καί χωρίς λιπαντικό) καί πιέζονται ή μία επάνω στην άλλη. Ό επαφή τους πραγματοποιείται τοπικά στίς κορυφές πολλών από τίς έξοχές τους [σχ. 1.5α (α)], που προέρχονται από τήν κατεργασία, όσο μικρές καί άν είναι

αυτές. Ἐπειδὴ οἱ ἐπιφάνειες αὐτὲς ἐπαφῆς τῶν ἐξοχῶν εἶναι στοιχειώδεις, οἱ ἀσκούμενες ἐκεῖ πιέσεις εἶναι ψηλές (ξεπερνοῦν τὸ ὄριο διαρροῆς τοῦ ὑλικοῦ τῶν ἐξοχῶν) καὶ λαμβάνει ἔτσι χώρα πλαστικὴ παραμόρφωση τοῦ ὑλικοῦ. Μὲ τὴν πλαστικὴ αὐτὴ ροή τοῦ ὑλικοῦ οἱ ἐπιφάνειες ἐπαφῆς ἀπλώνονται τόσο, ὅσο χρειάζεται γιὰ νὰ παραλάβουν τὸ φορτίο ποῦ ἀσκεῖται ἐπάνω τους καὶ βρίσκονται τόσο πολὺ κοντὰ ἢ μία στὴν ἄλλη, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ κρυσταλλικὴ σύνδεση ἀνάμεσά τους. Ἐπιτυγχάνεται ἔτσι, ὅ,τι ὀνομάζομε **καθαρὴ μεταλλικὴ ἐπαφή** τῶν ἐπιφανειῶν.



Σχ. 1.5α.

Ὁ μηχανισμὸς τῆς τριβῆς ὀλισθήσεως. α) Ξερὴ τριβή. β) Συνοριακὴ τριβὴ μὲ σχηματισμὸ στερεᾶς χημικῆς ἔνωσης.

Ἀποτέλεσμα τῆς μεταλλικῆς αὐτῆς ἐπαφῆς εἶναι ὁ σχηματισμὸς τοπικὰ **συγκολλητῶν δεσμῶν**.

Μὲ ὀλίσθηση τῶρα τῆς μιᾶς ἐπιφάνειας Α σὲ σχέση πρὸς τὴν ἄλλη Β, **καταστρέφονται (λύνονται) οἱ συγκολλητοὶ μικροδεσμοί** (καὶ καθὼς λύνονται συγκολλητοὶ δεσμοί, ἄλλοι δημιουργοῦνται μὲ τὴν πρόοδο τῆς ὀλίσθήσεως) **μὲ διάτμηση** συνήθως πέρα ἀπὸ τὶς θέσεις συγκολλησεως μέσα στὴ μάζα τοῦ μετάλλου ἢ στό

μαλακότερο από τὰ δύο, ἂν οἱ ἐπιφάνειες Α καὶ Β εἶναι ἀπὸ διαφορετικό μέταλλο. Ἀκόμα, σκληρές ἐξοχές τῆς μιᾶς ἐπιφάνειας **δισιδύουν** μέσα σέ μαλακότερες τῆς ἄλλης ἐπιφάνειας κυρίως σέ περιπτώσεις ὀλισθήσεως ἀνόμοιων ὑλικῶν δημιουργώντας ἔτσι μικροσκοπικά αὐλάκια [ἀπόξεση, παράγρ. 1.4(2) (Α)] καὶ ὀρισμένες τέλος ἐξοχές τῶν ἐπιφανειῶν **ἀλληλοεμπλέκονται** μεταξύ τους. Ἀπὸ ὅσα εἶπαμε μέχρι τώρα γιὰ τὸ μηχανισμό τῆς τριβῆς ὀλισθήσεως, βγαίνει εὐκολὰ τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ **ἀντίσταση τριβῆς** (ἀντίσταση στὴν ὀλίσθηση τῶν ἐπιφανειῶν) θὰ πρέπει νὰ εἶναι τόσο, ὅση χρειάζεται γιὰ τὴ λύση τῶν συγκολλητῶν δεσμῶν, γιὰ τὴ διεύθυνση τῶν σκληρότερων ἐξοχῶν μέσα στὶς μαλακότερες καὶ γιὰ τὸ ξεμπλέξιμο τῶν ἐξοχῶν. Τὸ ποσοστὸ τῆς ἀντιστάσεως τριβῆς ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὴν καταστροφὴ τῶν συγκολλητῶν δεσμῶν εἶναι σημαντικά μεγαλύτερο.

Ἄν τώρα χρησιμοποιήσουμε λιπαντικό, τότε κάτω ἀπὸ συνθήκες ψηλῆς πιέσεως, ψηλῆς σχετικὰ θερμοκρασίας καὶ χαμηλῆς ταχύτητας ὀλισθήσεως τῶν ἐπιφανειῶν Α καὶ Β ἔχει παρατηρηθεῖ ὅτι λαμβάνει χώρα ἡ λεγόμενη **συνοριακὴ τριβὴ** (συναντοῦμε καὶ τὸν ὄρο **συνοριακὴ λίπανση**, ποὺ χρησιμοποιεῖται γιὰ νὰ ὑποδηλώσει λίπανση ὑπὸ συνθήκες συνοριακῆς τριβῆς).

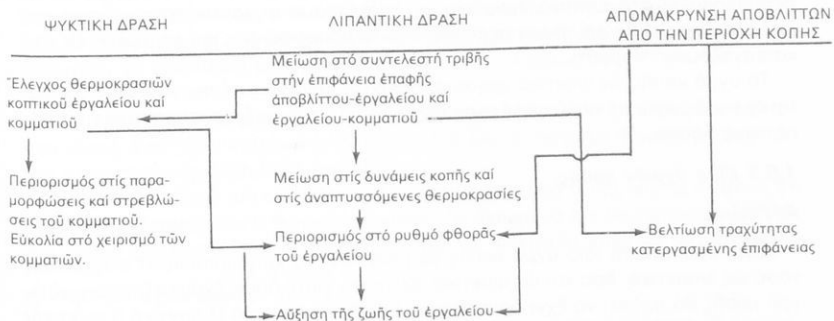
Ἡ συνοριακὴ τριβὴ παρουσιάζεται ὑπὸ δύο μορφές: Εἴτε μόρια τοῦ λιπαντικοῦ (ἂν αὐτὸ π.χ. εἶναι λιπαρὸ ἔλαιο) προσκολλοῦνται στὶς τριβόμενες ἐπιφάνειες **μέ φυσικὴ** ἢ **μέ χημικὴ προσρόφηση** (μέ μοριακὸ ἢ χημικὸ δεσμὸ ἀντίστοιχα) εἴτε σχηματίζεται μεταξύ τῶν ἐπιφανειῶν λεπτὸ στρώμα (**συνοριακὸ στρώμα ἢ σιτβάδα**) μιᾶς στερεᾶς χημικῆς ἐνώσεως [ἂν τὸ λιπαντικὸ περιέχει **πρόσθετα ψηλῆς πιέσεως** (παράγρ. 1.5.3 (Β) (2))] ὅπως π.χ. θεῖο, χλῶριο ἢ φωσφόρο, ποὺ ἀντιδρῶν μετὰ τὶς μεταλλικὲς ἐπιφάνειες καὶ σχηματίζουν ἀντίστοιχα ὀξείδια] **μέ μειωμένη ὁμῶς ἀντοχὴ σέ διάτμηση καὶ ψηλὸ σχετικὰ σημεῖο τήξεως**. Ἡ χαμηλὴ ἀντοχὴ σέ διάτμηση ἔχει ὡς ἐπακόλουθο ἐλάττωση τῆς τριβῆς (καὶ πῶς συγκεκριμένα τοῦ συντελεστῆ τριβῆς) καὶ τὸ ψηλὸ σημεῖο τήξεως τῆς χημικῆς ἐνώσεως ἔχει ὡς συνέπεια τὴ διατήρηση τῆς χημικῆς ἐνώσεως στὶς ἀναπτυσσόμενες ἀπὸ τὴν τριβὴ ψηλές θερμοκρασίες. Ἐξαιτίας ὁμῶς τῶν ψηλῶν πιέσεων, παρὰ τὸ σχηματισμὸ τοῦ συνοριακοῦ στρώματος, παρατηρεῖται στὶς θέσεις ἐπαφῆς τῶν ἀνωμαλιῶν καθαρὴ μεταλλικὴ ἐπαφὴ [σχ. 1.5α (β)] (καὶ ἀπὸ αὐτὴ συγκολλητοὶ δεσμοί), σέ πολὺ ὁμῶς περιορισμένη ἔκταση σχετικὰ μέ ὅ,τι θὰ συνέβαινε, ἂν ἡ τριβὴ ἦταν **ξηρή**, δηλαδὴ χωρὶς λιπαντικὸ. Ὅπως εἶναι φανερό καὶ στὶς δύο μορφές συνοριακῆς τριβῆς (ἢ συνοριακῆς λίπανσεως) **ἐπιτυγχάνομε σημαντικὴ μείωση στὸ συντελεστὴ τριβῆς** μέ μείωση κατὰ κύριο λόγο τῆς καθαρῆς μεταλλικῆς ἐπαφῆς τῶν ἐπιφανειῶν ποὺ τρίβονται, ὅρα καὶ τῆς τάσεως γιὰ σχηματισμὸ συγκολλητῶν δεσμῶν. Τὸ τελευταῖο ἔχει ὡς συνέπεια ἐλάττωση τῆς φθορᾶς τοῦ ἐργαλείου [παράγρ. 1.4.2 (Α) (1)].

Β. Τὸ ὑγρὸ κοπῆς ὡς λιπαντικό.

Στὴν κοπὴ τῶν μετάλλων ἡ μία ἀπὸ τὶς ὀλισθαίνουσες ἐπιφάνειες Α καὶ Β μπορεῖ νὰ ἀντιστοιχισθεῖ μέ τὴν πρὸς τὸ ἐργαλεῖο πλευρὰ τοῦ ἀποβλίττου (ἢ μέ τὴν ἐλεύθερὴ ἐπιφάνεια τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου) καὶ ἡ ἄλλη μέ τὴν ἐπιφάνεια ἀποβλίττου τοῦ ἐργαλείου (ἢ μέ τὴν νεοσχηματιζόμενη ἐπιφάνεια τοῦ κομματιοῦ). Λόγω τῶν συνθηκῶν ποὺ ἐπικρατοῦν κατὰ τὴν κοπὴ (ψηλές πιέσεις καὶ θερμοκρασίες) καὶ σέ χαμηλές σχετικὰ ταχύτητες, τὸ ὑγρὸ κοπῆς (ἂν βέβαια εἶναι κατάλληλο κατὰ

περίπτωση) δρᾷ ἔτσι, ὥστε νά λαμβάνει χώρα συνοριακή τριβή καί μάλιστα μέ σχηματισμό στερεοῦ συνοριακοῦ στρώματος, ὅπως ἀναπτύξαμε στήν προηγούμενη παράγραφο.

Ἡ ἐλάττωση στό συντελεστή τριβῆς, πού ἐπιτυγχάνομε μέ χρήση τοῦ κατάλληλου κάθε φορά ὑγροῦ κοπῆς, ἔχει τίς ἀκόλουθες συνέπειες (σχ. 1.5β):



Σχ. 1.5β.

Οἱ διάφορες δράσεις τῶν ὑγρῶν κοπῆς.

α) Αύξηση στή γωνία διατμήσεως [παράγρ. 1.1.4] μέ τίς γνωστές εὐεργετικές ἐπιπτώσεις στήν κοπή, δηλαδή ἐλάττωση στίς δυνάμεις κοπῆς καί στήν παραγόμενη θερμότητα, ὅρα καί στίς θερμοκρασίες πού τοπικά ἀναπτύσσονται.

β) Μείωση στή φθορά τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου ὡς ἐπακόλουθο τῆς μειώσεως τῶν θερμοκρασιῶν [(α) παραπάνω] καί

γ) καλλιτέρευση στήν τραχύτητα ἐπιφάνειας τοῦ κομματιοῦ μέσω περιορισμοῦ (ή καί ἐξαφανίσσεως ἀκόμα) τῆς ψευδόκοπης [παράγρ. 1.1.2 (B)].

Ἡ λιπαντική δράση τοῦ ὑγροῦ κοπῆς, ὅπως τήν ἔχομε περιγράψει, εἶναι ἔντονη στίς χαμηλές ταχύτητες κοπῆς καί ἐξασθενίζει ὅσο ἡ ταχύτητα κοπῆς μεγαλώνει μέχρι νά ἐξαφανισθεῖ ἔντελως στίς ψηλές ταχύτητες κοπῆς.

Τῇ συμπεριφορά αὐτῇ τοῦ ὑγροῦ κοπῆς στίς ψηλές ταχύτητες κοπῆς μπορούμε νά τήν ἀποδώσουμε: Ἀπό τό ἕνα μέρος στό μειωμένο χρόνο πού δίνεται γιά τήν ἀντίδραση πρὸς σχηματισμό τῆς χημικῆς ἐνώσεως, ὅπως καί γιά τήν ἀπαγωγή τοῦ μεγαλύτερου ποσοῦ θερμότητας πού παράγεται στίς ψηλότερες ταχύτητες καί ἀπό τό ἄλλο στούς περιορισμούς γιά τή διείσδυση τοῦ ὑγροῦ κοπῆς, τοὺς ὁποίους ἀντίτασσει τό ἀντίθετα κινούμενο μέ μεγάλη ταχύτητα ἀπόβλιπτο.

Γ. Τό ὑγρὸ κοπῆς ὡς ψυκτικό.

Ἡ ψυκτική δράση ἐνὸς ὑγροῦ κοπῆς χαρακτηρίζεται ἀπὸ τήν ἱκανότητα πού αὐ-

τό έχει νά ἀφαιρεί θερμότητα ἀπό τήν περιοχή κοπῆς. Ἐδῶ παίζουσαν σημαντική ρόλο οἱ θερμικές ιδιότητες τοῦ ὑγροῦ κοπῆς. Ἔτσι, μεγάλη εἰδική θερμότητα καί λανθάνουσα θερμότητα ἀτμοποιήσεως, ὅπως καί ψηλός συντελεστής θερμικῆς ἀγωγιμότητας τοῦ ὑγροῦ κοπῆς συντελοῦν στήν ἐπίτευξη ἱκανοποιητικοῦ ρυθμοῦ ἀφαιρέσεως θερμότητας· ἐπίσης ἡ παροχή (ὄγκος στή μονάδα τοῦ χρόνου) τοῦ ὑγροῦ κοπῆς, ὅπως καί οἱ συνθῆκες μεταδόσεως θερμότητας συντελοῦν σημαντικά.

Μέ τήν ψυκτική ἐπενέργεια τοῦ ὑγροῦ κοπῆς ἐπιτυγχάνεται κυρίως πτώση τῆς θερμοκρασίας στό κοπτικό ἐργαλεῖο μέ ἀποτέλεσμα σημαντικότερη αὔξηση στή ζωή του (σχ. 1.5β)· ἐπί πλέον περιορίζονται παραμορφώσεις καί στρεβλώσεις στό κατεργαζόμενο κομμάτι.

Τά ὑγρά κοπῆς ὡς ψυκτικά χρησιμοποιοῦνται συνήθως σέ σχετικά ψηλές ταχύτητες κοπῆς, ἐνῶ σέ πολύ ψηλές ταχύτητες κοπῆς περιορίζεται σημαντικά ἡ ψυκτική τους δράση.

1.5.3 Εἶδη ὑγρῶν κοπῆς.

Α. Γενικά.

Εἶναι ἀδύνατο τό ἴδιο ὑγρό κοπῆς νά μπορέσει νά χρησιμοποιηθεῖ συγχρόνως τόσο ὡς λιπαντικό, ὅσο καί ὡς ψυκτικό. Καί αὐτό γιὰτί, ὅπως ἔχομε ἐξηγήσει, τό ὑγρό κοπῆς θά πρέπει νά ἔχει ὀρισμένες γιά κάθε δράση του (λιπαντική ἢ ψυκτική) χαρακτηριστικές ιδιότητες. Γενικά μποροῦμε νά πούμε ὅτι τό νερό εἶναι τό καλύτερο ψυκτικό ἀπό τά γνωστά μας, ἐνῶ στερεῖται ὁλωσδιόλου ἀπό λιπαντικές ιδιότητες. Ἀπό τό ἄλλο μέρος τό λάδι ἔχει σημαντική λιπαντική ἱκανότητα, ἐνῶ ἡ ψυκτική του ἱκανότητα παρουσιάζεται σχετικά μειωμένη. Ἔτσι καταλήγομε σέ δύο βασικές κατηγορίες ὑγρῶν κοπῆς: Στά **λάδια κοπῆς** καί στά **ὕδατικά ὑγρά κοπῆς**.

Πιό συγκεκριμένα, τά ὑγρά κοπῆς τά κατατάσσομε ὡς ἀκολουθῶς:

α) Λάδια κοπῆς [παράγρ. 1.5.3 (Β)].

— Χημικῶς μὴ ἐνεργά ἢ ἀπλά λάδια κοπῆς.

— Χημικῶς ἐνεργά ἢ λάδια κοπῆς μέ πρόσθετα ψηλῆς πιέσεως.

β) Ὑδατικά ὑγρά κοπῆς [παράγρ. 1.5.3 (Γ)].

— Γαλακτώματα.

— Ὑδατικά διαλύματα.

Παρακάτω θά μιλήσομε πολύ συνοπτικά ὅμως, γιά τά εἶδη τῶν ὑγρῶν κοπῆς.

Β. Λάδια κοπῆς.

1. Χημικῶς μὴ ἐνεργά ἢ ἀπλά λάδια κοπῆς.

α) **Λιπαρά λάδια.** Περιέχουν ἀσυμμετρικά πολικά μόρια μακριᾶς ἀλυσίδας καί προσκολλοῦνται ἐπάνω στίς μεταλλικές ἐπιφάνειες μέ φυσική ἢ χημική προσρόφηση [παράγρ. 1.5.2 (Α)]. Ὡς τέτοια ἀναφέρομε τό λάδι ἀπό χοίρειο λίπος, τό βαμβακέλαιο, τό κραμβέλαιο κ.ἄ. Ὁξειδώνονται εὐκόλα καί σχηματίζουν διαβρωτικά ὀξέα. Εἶναι ἄρκετά ἀκριβά καί πλεονεκτοῦν σέ σύγκριση μέ τά ὀρυκτέλαια.

β) **Ὀρυκτέλαια.** Χρησιμοποιοῦνται συνήθως λεπτόρρευστα ὀρυκτέλαια. Εἶναι κατάλληλα γιά πολύ ἐλαφρές κατεργασίες.

γ) **Μίγματα ἀπό ὀρυκτέλαια καί λιπαρά λάδια.** Παρασκευάζονται μέ ἀνάμιξη. Προσθήκη 10% ὡς 30% λιπαροῦ λαδιοῦ (κυρίως λαδιοῦ ἀπό χοίρειο λίπος) σέ ὀρυκτέλαιο μᾶς δίνει ὑγρό κοπῆς πού συναγωνίζεται τά ἀμνή λιπαρά λάδια.

2. Χημικώς ενεργά ή λάδια κοπής με πρόσθετα ψηλής πίεσης.

Τά απλά λάδια κοπής, τά όποια μόλις αναφέραμε, άν και έχουν καλές λιπαντικές ιδιότητες, έντοúτοις δέν μποροúν νά άντέξουν κάτω από τίς γνωστές μας δυσμενείς συνθηκές θερμοκρασίας καί πίεσεως πού συναντοúμε σέ πολλές περιπτώσεις κοπής.

Ή άδυναμία αύτή τών απλών λαδιών κοπής όδήγησε στήν άνάπτυξη τών χημικώς ενεργών λαδιών κοπής. Είμαι όρυκτέλαια πού περιέχουν είδικά **πρόσθετα ψηλής πίεσεως**. Πέρα όμως από αυτά είναι δυνατή ή προσθήκη καί άλλων ουσιών (π.χ. λιπαρού λαδιού), γιά νά προσδώσουν στό ύγρό κοπής άλλες χαρακτηριστικές ιδιότητες. Τά πρόσθετα ψηλής πίεσεως περιέχουν κυρίως θείο, ή χλώριο ή φωσφόρο σπανιότερα.

Τά στοιχεía αυτά σχηματίζουν μέ τίς τριβόμενες μεταλλικές επιφάνειες επί τόπου, όπως άναπτύξαμε στήν παράγραφο 1.5.2 (Α), αντίστοιχα θειούχες, χλωριούχες ή φωσφορούχες χημικές ένώσεις.

Μέ βάση τό είδος του προσθέτου διακρίνομε τά λάδια κοπής ψηλής πίεσεως σέ **θειώμενα, χλωριωμένα ή θειοχλωριωμένα**. Τά θειωμένα καί θειοχλωριωμένα λάδια κοπής χρησιμοποιοúνται εύρύτερα, ενώ τά τελευταία είναι τά πιό ισχυρά.

Γ. Ύδατικά ύγρά κοπής.

1. Γαλακτώματα. Γιά τό σχηματισμό του **γαλακτώματος** προσθέτομε σέ όρισμένη άναλογία στό νερό ένα **διαλυτό λάδι**, όπως τό όνομάζομε. Τό διαλυτό λάδι άποτελείται συνήθως από **όρυκτέλαιο**, από κατάλληλο **παράγοντα γαλακτοματοποίησης** καί από μία **άντισκωριωτική ούσία**. Ό παράγοντας γαλακτοματοποίησης προκαλεί τόν λεπτότατο καταμερισμό του λαδιού στό νερό γιά νά παραχθεί τό γαλάκτωμα (χαρακτηρίζεται ως κολλοειδές αιώρημα). Τά γαλακτώματα είναι δυνατό νά δεχθοúν καί πρόσθετα ψηλής πίεσεως. Βρίσκουν εύρύτατη χρήση στίς κατεργασίες κοπής (στίς 70% περίπου τών περιπτώσεων), γιατί συνδυάζουν τήν άσυναγώνιστη ψυκτική ικανότητα του νερού άπαλλαγμένου από τό βασικό του μειονέκτημα (δηλαδή τήν όξειδωτική του δράση) μαζί μέ κάποια μικρή λιπαντική ικανότητα.

Ή έκατοστιαία άναλογία του διαλυτού λαδιού πού προστίθεται στό νερό γιά τό σχηματισμό του γαλακτώματος κυμαίνεται άνάλογα μέ τή βιομηχανική χρήση του τελευταίου (1% μέχρι περίπου 10%).

2. Ύδατικά διαλύματα. Είναι διαλύματα άνοργάνων αλάτων σέ νερό. Τυπικό καί συνηθισμένο ύδατικό διάλυμα είναι εκείνο πού περιέχει 1% άνθρακικού νατρίου (σόδας). Παρασκευάζομε επίσης ύδατικά διαλύματα βόρακα ή τριφωσφορικού νατρίου. Είναι έξαίρετα από ψυκτική άποψη καί προφυλάσσουν τό κατεργαζόμενο κομμάτι καί τήν έργαλειομηχανή από τήν όξείδωση.

Ός τυπικό σύγχρονο ύδατικό διάλυμα αναφέρομε εκείνο μέ νιτρώδες νάτριο καί προσθήκη τριεθаноλαμίνης.

1.5.4 Βιομηχανικές χρήσεις τών ύγρών κοπής.

Α. Έκλογή του κατάλληλου ύγρου κοπής.

Από όσα μέχρι τώρα έχομε άναπτύξει σχετικά μέ τίς δράσεις καί τά είδη τών ύ-

γρών κοπής, μπορούμε να διατυπώσουμε τόν ακόλουθο γενικό κανόνα, χρήσιμο για τήν έκλογή του κατάλληλου.ύγρου κοπής στις διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές:

«Τά λάδια κοπής (άπλά ή μέ πρόσθετα ψηλής πίεσεως) άσκούν κυρίως λιπαντική δράση σέ χαμηλές σχετικά ταχύτητες κοπής (κάτω από 30 m/min). Τά άπλά λάδια χρησιμοποιούνται σέ έλαφρές κατεργασίες (θά μιλήσουμε παρακάτω γιά τό βαθμό δυσκολίας ή εύκολίας έκτελέσεως τών κατεργασιών κοπής), ενώ τά λάδια μέ πρόσθετα ψηλής πίεσεως βρίσκουν έφαρμογές σέ βαριές κατεργασίες. Επίσης μέ έφαρμογή τών λαδιών κοπής έπιτυγχάνομε βελτίωση τής τραχύτητας έπιφάνειας τών κομματιών. Σέ ψηλότερες ταχύτητες κοπής ένδείκνυται ή χρησιμοποίηση ύδα-τικών ύγρων κοπής (γαλακτώματα ή ύδατικές διαλύσεις), πού έπενεργούν βασικά ως ψυκτικό».

Συμπληρώνοντας τό σοβαρό πρόβλημα τής έκλογής του κατά περίπτωση κατάλληλου ύγρου κοπής, δίνομε καί τίς ακόλουθες χρήσιμες πληροφορίες:

Στίς διάφορες έργασίες μας στό μηχανουργείο εκλέγομε τό ύγρό κοπής μέ βάση:

- α) Τό είδος τής κατεργασίας (τόρνευση, τρυπάνισμα, γλύφανση, σπειροτόμηση κ.ά.).
- β) Τό άν ή κατεργασία είναι εκχόνδριση ή άποπεράτωση.
- γ) Τό υλικό του κομματιού πού κατεργαζόμαστε καί
- δ) τό υλικό του κοπτικού εργαλείου.

Οί ποικίλες κατεργασίες κοπής, ανάλογα μέ τόν τρόπο μέ τόν όποιο γίνεται κάθε μία, όπως είδαμε στή Μηχ. Τεχν. Β', παρουσιάζουν διαφορετικό **βαθμό δυσκολίας** κατά τήν έκτέλεσή τους. 'Η σπειροτόμηση [σχ. 4.3β (α) (4) Μ.Τ.Β'] π.χ. εκτελείται πιό δύσκολα από τήν τόρνευση. Καί αυτό, γιατί τό εργαλείο τής πρώτης (σπειροτόμος) έχει πολλά δόντια σέ έπαφή μέ τό κομμάτι, ή τριβή είναι ισχυρή καί έπιτείνεται ακόμα μέ τήν προοδευτική φθορά του σπειροτόμου. 'Η θερμότητα πού παράγεται είναι μεγάλη καί οί θερμοκρασίες ψηλές καί άν δέ χρησιμοποιηθεί κατάλληλο ύγρό κοπής (λάδι κοπής μέ πρόσθετο ψηλής πίεσεως στήν περίπτωση αυτή), τό εργαλείο θά φθαρεί πολύ γρήγορα καί ή κατεργασία θά είναι άντιοικονομική. Έτσι, μέ κριτήριο τή δυσκολία έκτελέσεώς της, μπορούμε να κατατάξομε τίς συνηθισμένες κατεργασίες κοπής κατά τέτοια τάξη πού να **περιορίζονται οί απαιτήσεις γιά τίς Λιπαντικές Ικανότητες του ύγρου κοπής**, πού θά χρησιμοποιήσομε ως έξής: αλάκωση [παράγρ. 4.3 (Δ)], σπειροτόμηση, κοπή όδοντώσεων, γλύφανση [σχ. 4.3β (α) (2)], τρυπάνισμα [παράγρ. 4.3 (β)], φραιζάρισμα [παράγρ. 4.3(Ε)], πλάνισμα [παράγρ. 4.3 (Γ) Μ.Τ.Β'], τόρνευση καί πρίόνισμα.

'Η κατεργαστικότητα [παράγρ. 1.4.3 (Γ) (4)] του υλικού του κατεργαζόμενου κομματιού είναι άποτελεσματικός παράγοντας στήν έκλογή του λιπαντικού. Όσο πιό δυσκατέργαστο είναι τό υλικό, τόσο πιό δύσκολη γίνεται ή κοπή καί συνεπώς τό ύγρό κοπής πού πρόκειται να χρησιμοποιήσομε θά πρέπει να έχει μεγαλύτερη λιπαντική ικανότητα.

Σχετικά μέ τήν έξάρτηση τής έκλογής ενός ύγρου κοπής από τό υλικό του κοπτικού εργαλείου, μπορούμε χονδρικά να κάμομε τίς ακόλουθες συστάσεις:

α) Μέ άνθρακούχους χάλυβες καί χαλυβοκράματα (εκτός από ταχυχάλυβες) εργαλείων χρησιμοποιούμε συνήθως ύδατικά ύγρά κοπής (γαλακτώματα ή ύδατικά διαλύματα).

β) Μέ ταχυχάλυβες μεταχειριζόμαστε είτε λάδια κοπής (χημικῶς μὴ ἐνεργά ἢ χημικῶς ἐνεργά) είτε ὑδατικά ὑγρά κοπῆς ἀνάλογα μὲ τὸ εἶδος τῆς κατεργασίας καὶ τὸ ὕλικό τοῦ κομματιοῦ.

γ) Μέ χυτευτικά κράματα ἐφαρμόζομε συνήθως λάδια κοπῆς καὶ

δ) μὲ σκληρομέταλλα ἢ κεραμευτικά ἀπὸ πυρίμαχα ὀξεῖδια μεταχειριζόμαστε γαλακτώματα γιὰ ψυκτικὴ μόνον δράση λόγω τῶν ψηλῶν ταχυτήτων κοπῆς, στὶς ὁποῖες κάνομε τίς σχετικές κατεργασίες.

Περισσότερες πληροφορίες γιὰ τὴν ἐκλογή τοῦ ὑγροῦ κοπῆς θὰ δώσομε ξεχωριστὰ στὴν κάθε κατεργασία κοπῆς, μὲ τὴν ὁποία θὰ ἀσχοληθοῦμε.

B. Ὁδηγίες χρήσεως τῶν ὑγρῶν κοπῆς.

1) Τὸ ὑγρὸ κοπῆς πρέπει νὰ προσάγεται στὴν περιοχὴ κοπῆς ***χωρὶς διακοπὴ, στὴν ἀπαιτούμενη παροχὴ*** (ὄγκος ὑγροῦ στὴ μονάδα τοῦ χρόνου) καὶ κατὰ προτίμηση μὲ ***μέτρια ταχύτητα ροῆς***. Ἡ παροχὴ τοῦ ὑγροῦ κοπῆς καλὸ θὰ εἶναι νὰ μὴν εἶναι μικρότερη ἀπὸ 4 ὡς 5 λίτρα στὸ πρῶτο λεπτό καὶ ἀνὰ κύρια κόψη τοῦ ἐργαλείου.

2) Βασικὴ προϋπόθεση γιὰ μακριὰ ζωὴ τοῦ ὑγροῦ κοπῆς εἶναι ἡ διατήρηση ***σχο-λαστικῆς καθαριότητος*** στὸ ὅλο σύστημα παροχῆς του. Εἶναι ἀνάγκη νὰ διατηρεῖται καθαρὸ καὶ τὸ ὑγρὸ κοπῆς πού κυκλοφορεῖ σὲ αὐτὸ ἀπὸ λάδια πού μποροῦν νὰ διοχετευθοῦν ἀπὸ κιβώτια ταχυτήτων ἢ ἀπὸ ὑγρά ὑδραυλικῶν συστημάτων ἢ ἀπὸ ἄλλα ξένα σώματα. Ἰδιαίτερα τὰ ὑδατικά ὑγρά κοπῆς ***παρουσιάζονται πρὸ εὐαίσθη-τα στὴ μόλυνση*** ἀπὸ ξένα σώματα.

3) Μέ τὸ φίλτράρισμα τοῦ ὑγροῦ κοπῆς ὄχι μόνον ἐπιτυγχάνεται ἐπιμήκυνση τῆς ζωῆς τοῦ ὑγροῦ, ἀλλὰ καὶ σοβαρὴ βελτίωση τῆς ζωῆς τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου καὶ στὴν τραχύτητα τῆς κατεργασμένης ἐπιφάνειας μὲ κατακράτηση μικρῶν γρεζιῶν, τεμαχιδίων ἀπὸ λειαντικούς τροχούς κ.ἄ. Ἐπίσης προλαμβάνεται καὶ φθορὰ σὲ κινούμενα μέρη τοῦ συστήματος κυκλοφορίας τοῦ ὑγροῦ κοπῆς, ὅπως εἶναι ἡ ἀντλία τροφοδοτήσεως.

4) Γιὰ νὰ ἀποφύγομε ἀνάπτυξη βακτηριδίων κυρίως στὰ ὑδατικά ὑγρά κοπῆς (στὰ λάδια κοπῆς τὰ βακτηρίδια σπανίζουν, γιὰτὶ χρειάζονται νερὸ γιὰ νὰ ἀναπυ-χθοῦν), θὰ πρέπει νὰ καθαρίζομε καὶ νὰ ἀερίζομε καλὰ τὸ σύστημα κυκλοφορίας τοῦ ὑγροῦ κοπῆς, πέρα ἀπὸ ἀντιβακτηριακές οὐσίες πού προσθέτομε.

5) Γιὰ περιορισμὸ τοῦ κινδύνου δερματίτιδας, εἶναι ἀπαραίτητο ὁ τεχνίτης νὰ φορᾷ προστατευτικά ρούχα (ποτὲ ἐμποτισμένα μὲ ὑγρὸ κοπῆς) καὶ ἡ ἐργαλειομη-χανὴ νὰ εἶναι ἐφοδιασμένη μὲ προφυλακτῆρες (ὅπου αὐτὸ εἶναι δυνατό) ἔτσι, ὥ-στε νὰ μὴν ἐκτινάσσεται ὑγρὸ κοπῆς κατὰ τὴν ἐργασία· ἀκόμα ὁ τεχνίτης ὀφείλει νὰ πλένεται στὰ χέρια του συχνὰ καὶ σὲ ὅλο τὸ σῶμα του μετὰ τὴν ἐργασία.

6) Ὁ καλύτερος τρόπος γιὰ τὴν παρασκευὴ ἑνὸς γαλακτώματος ἢ ἑνὸς ὑδατικοῦ διαλύματος εἶναι νὰ προσθέτομε τὰ ἀναγκαῖα συστατικά στὸ νερὸ ἀναταράζοντάς το σταθερὰ καὶ ὄχι ἀντίστροφα, δηλαδὴ τὸ νερὸ σὲ αὐτά.

7) Τὸ νερὸ πού μεταχειριζόμαστε στὰ γαλακτώματα δέν πρέπει νὰ εἶναι σκληρό. Ἀποσκλήρυνση τοῦ νεροῦ μπορεῖ νὰ γίνῃ μὲ προσθήκη σὲ αὐτὸ σόδας σὲ ἀναλο-γία 90 γραμμαρίων περίπου ἀνὰ 5 λίτρα.

8) Τα ύγρα κοπήs αποθηκεύονται σέ έσωτερικό χώρο καί σέ θερμοκρασία μεγαλύτερη από τό μηδέν καί, μέχρι 20° C περίπου.

1.5.5 Έρωτήσεις.

1. Νά αναφέρετε τίς δύο βασικές δράσεις τών ύγρων κοπήs.
2. Νά παραθέσετε τέσσερες ώφέλειες από αυτές πού μās παρέχει ή χρήση ύγρων κοπήs.
3. Νά δώσετε δύο παρενέργειες τών ύγρων κοπήs.
4. Νά περιγράψετε σύντομα τό μηχανισμό τών ξηράs τριβήs δύο μεταλλικών επιφανειών.
5. Τι είναι **συνωριακή τριβή**;
6. Τι συμβαίνει στή συνωριακή τριβή, όταν τό ύγρό κοπήs περιέχει πρόσθετα ψηλής πίεσως;
7. Πότε ή λιπαντική δράση ενός ύγρου κοπήs είναι πιό έντονη;
8. Νά εξηγήσετε πώς καλλιεργεί ή τραχύτητα τής κατεργασμένηs επιφάνειας σέ σχετικά χαμηλές ταχύτητες κοπήs μέ χρησιμοποίηση κατάλληλου ύγρου κοπήs.
9. Ποιά είναι ή κύρια επίπτωση τής δράσως ενός ύγρου κοπήs ως ψυκτικό;
10. Τι είναι **γαλάκτωμα**; Σέ ποιές περιπτώσεις χρησιμοποιείται;
11. Νά μνημονεύσετε δύο κατεργασίες, στίς οποίες χρησιμοποιούμε λάδια κοπήs μέ πρόσθετα ψηλής πίεσως, όπως καί δύο άκόμα κατεργασίες όπου μεταχειριζόμαστε γαλάκτωμα. Νά εξηγήσετε τούς λόγους αυτήs τής επιλογής ύγρου κοπήs.
12. Τι ύγρό κοπήs χρησιμοποιούμε, όταν κάνομε κατεργασίες μέ σκληρομέταλλα καί γιατί;
13. Ποιός είναι ό ρόλος πού παίζει τό φιλτράρισμα του ύγρου κοπήs κατά τή χρήση του;
14. Ποιά προστατευτικά μέτρα παίρνει ό τεχνίτης γιά νά άποφύγει δυσάρεστες επενέργειες του ύγρου κοπήs;

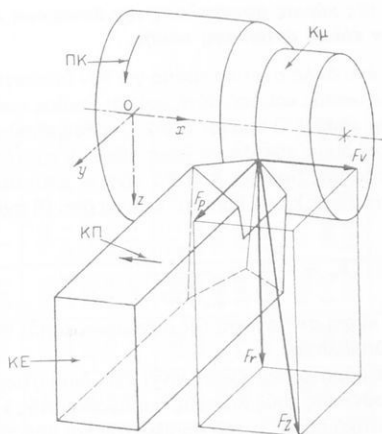
1.6 Προσδιορισμός τών δυνάμεων καί τής ισχύος κοπήs.

1.6.1 Γενικά.

Είδαμε στήν παράγραφο 1.1.3 καί στό σχήμα 1.1α τό σύστημα τών δυνάμεων στήν όρθογωνική κοπή. Στή λοξή κοπή ή δύναμη κοπήs αναλύονται σέ τρεις συνιστώσες κατά μήκος τριών άξόνων κάθεται ανάμεσά τους (Ox, Oy, Oz). Στό σχήμα 1.6α εικονίζεται μία τέτοια άνάλυση τής δυνάμεως κοπήs γιά τή διαμήκη έξωτερική τórνευση [σχ. 4.3α(α)(1), Μηχ. Τεχν. Β'].

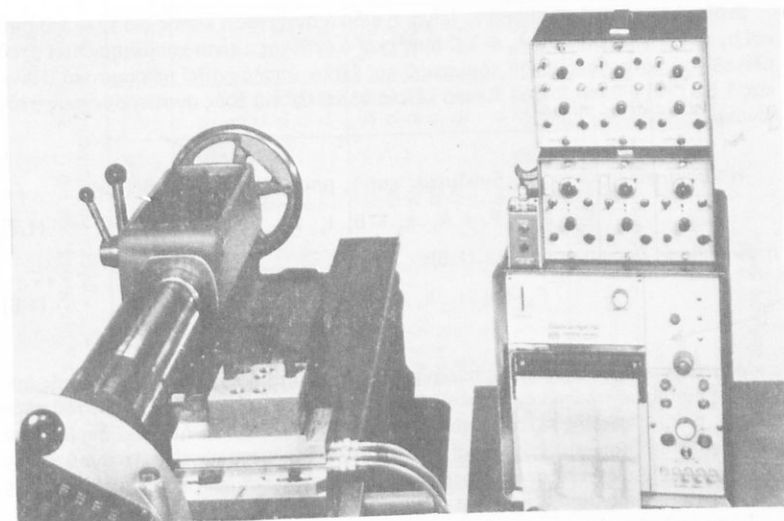
Η γνώση τών δυνάμεων κοπήs παρουσιάζει ένδιαφέρον τόσο στους κατασκευαστές εργαλειομηχανών γιά τή σχεδίαση γενικά κάθε εργαλειομηχανής, όσο καί στους χρήστες γιά τήν έκμετάλλευσή της. Τούς τελευταίους ένδιαφέρει ιδιαίτερα ή γνώση τής κύριαs συνιστώσας τής δυνάμεως κοπήs (F_1 στήν όρθογωνική κοπή, σχ. 1.1α ή F_T στήν τórνευση, σχ. 1.6α) γιά τόν προσδιορισμό τής ισχύος κοπήs καί από αυτή γιά τήν άκλογή τής κατάλληλης εργαλειομηχανής άνάλογα μέ τήν περίπτωση κατεργασίας.

Καί οι τρεις (ή οι δύο γιά τήν όρθογωνική κοπή) συνιστώσες τής δυνάμεως κοπήs μπορούν νά μετρηθούν εύκολα καί μέ ίκανοποιητική άκρίβεια μέ τή βοήθεια **δυναμομέτρων κοπήs**, τά όποια παράγονται τώρα σέ βιομηχανική κλίμακα καί κυκλοφορούν στό έμπόριο. Στό σχήμα 1.6β εικονίζεται ένα σύγχρονο δυναμόμετρο γιά τή μέτρηση των τριών συνιστωσών τής δυνάμεως κοπήs στήν τórνευση. Τά δυναμόμετρα αυτά βασίζονται στή μέτρηση (άμεσα μέ μηχανισióμετρα ή έμμεσα μέ ήλεκτρομηκυνισióμετρα ή μέ κρυστάλλους χαλαζία) κάποιων (ή κάποιας) παραμορφώσεων ή μετατοπίσεων πού προκαλούνται από τήν άναπτυσσόμενη δύναμη κοπήs σέ όρισμένες θέσεις του δυναμομέτρου.



Σχ. 1.6α.

Οι τρεις συνιστώσες της δυνάμεως κοπής F στην τόννευση. F_T : κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής (περίπου $0,65 F$). F_V : Δύναμη προώσεως (περίπου $0,25 F$). F_P : Δύναμη άπωθήσεως του εργαλείου (περίπου $0,10 F$). (ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠ κίνηση προώσεως, ΚΜ κομμάτι, ΚΕ κοπτικό εργαλείο).



Σχ. 1.6β.

Ένα σύγχρονο δυναμόμετρο τόννευσης, με το οποίο μετρούμε και τις τρεις συνιστώσες της δυνάμεως κοπής (σχ. 1.6α). (Α κυρίως δυναμόμετρο, Β ηλεκτρονικό σύστημα ένισχύσεως, Γ καταγραφικό τριών διαύλων).

1.6.2 'Υπολογισμός της κύριας συνιστώσας της δυνάμεως κοπής και της ισχύος κοπής από την ειδική αντίσταση κοπής.

Παρακάτω δίνουμε ένα απλό σχετικό τρόπο για τον υπολογισμό της κύριας συνιστώσας της δυνάμεως κοπής και από αυτή και της ισχύος κοπής με βάση τη λεγόμενη **είδικη αντίσταση κοπής**. Ο τρόπος αυτός υπολογισμού αναφέρεται στην ορθογωνική κοπή, μπορεί όμως εύκολα να επεκταθεί και στις διάφορες κατεργασίες κοπής, που θα μελετήσουμε, πράγμα που θα γίνεται για κάθε μία χωριστά.

Η ειδική αντίσταση κοπής k_s σε kr/mm^2 δίνεται από τη σχέση:

$$k_s = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_1}{b_1 t_1} \quad (1.5)$$

όπου F_1 σε kr είναι η κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής και A_1 σε mm^2 ή θεωρητική διατομή του αποβλίττου.

Με βάση πολλά πειράματα που έχουν γίνει έχει διαπιστωθεί ότι η ειδική αντίσταση κοπής (για σταθερούς τούς λοιπούς παράγοντες της κοπής) εξαρτάται σημαντικά από τό θεωρητικό πάχος t_1 του αποβλίττου και μάλιστα έτσι, ώστε **τό πάχος του αποβλίττου μεγαλώνει τόσο η ειδική αντίσταση μικραίνει**.

Η ειδική αντίσταση κοπής k_s σε συνάρτηση με τό θεωρητικό πάχος του αποβλίττου t_1 δίνεται από τη σχέση:

$$k_s = k_1 \cdot t_1^{-z} \quad (1.6)$$

Στόν τύπο αυτό ή σταθερά k_1 (είναι η ειδική αντίσταση κοπής για $t_1 = 1,0 \text{ mm}$ και $b_1 = 1,0 \text{ mm}$, δηλαδή $A_1 = 1,0 \text{ mm}^2$) και ό εκθέτης z είναι χαρακτηριστικές του υλικού του κατεργαζόμενου κομματιού και έχουν υπολογισθεί πειραματικά (Πίνακας 1.6.1) για μία σειρά από τυπικά τέτοια υλικά και για τούς αναφερόμενους στόν πίνακα παράγοντες κοπής.

Η κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής μπορεί να εκφρασθεί ως:

$$F_1 = A_1 \cdot k_s = b_1 \cdot t_1 \cdot k_s \quad (1.7)$$

ή αν λάβουμε υπόψη τη σχέση (1.6):

$$F_1 = b_1 \cdot t_1 \cdot k_1 \cdot t_1^{-z} = b_1 \cdot k_1 \cdot t_1^{1-z} \quad (1.8)$$

Με σταθερούς τούς λοιπούς παράγοντες της κοπής, η κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής μεγαλώνει έν γένει με αύξηση του θεωρητικού πάχους t_1 , του πλάτους b_1 ή της διατομής A_1 του αποβλίττου και μειώνεται όσο η γωνία αποβλίττου του έργαλείου [παράγρ. 1.1.4] και ή ταχύτητα κοπής μεγαλώνουν. Τό υγρό κοπής άσκει εύνοϊκή επίδραση στην κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής στις χαμηλές σχετικά ταχύτητες κοπής [παράγρ. 1.5.2 (β), σχ. 1.5β].

Τώρα από την κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής F_1 σε kr [σχέση (1.8)] και την ταχύτητα κοπής u σε m/min είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε την ισχύ κοπής N_k σε PS ή σε kW από τις σχέσεις:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6.1

Τιμές της σταθεράς k_1 και του $(1 - z)$ της σχέσεως (5.8), όπως και τιμές της ειδικής αντίστασης κοπής k_s για διάφορα υλικά και τιμές του θεωρητικού πάχους απαλίστου.

Υλικό κομματιού	σ_B [kp/mm ²] ή BHN*	1 - z	k_1 [kp/mm ²]	k_s [kp/mm ²] γιά θεωρητικό πάχος απαλίστου σε mm								
				0,06	0,1	0,13	0,25	0,4	0,63	1	1,6	2,5
Ανθρακούχοι Χάλυβες	St 50.....	0,74	199	420	361	319	283	250	224	199	178	158
	St 60.....	0,83	211	331	308	283	262	244	227	211	196	182
	St 70.....	0,70	226	512	450	392	341	299	260	226	198	174
	Ck 45.....	0,86	222	324	304	284	266	250	234	222	209	196
	Ck 60.....	0,82	213	343	315	292	270	249	230	213	196	181
Χαλύβο- κράματα	60 MnCr 5.....	0,74	210	435	383	340	302	266	236	210	188	167
	18 Cr Ni 6.....	0,70	226	514	451	392	341	300	259	226	198	175
	42 Cr Mo 4.....	0,74	250	500	450	400	355	315	280	250	224	200
	34 Cr Mo 4.....	0,79	224	400	361	329	300	275	246	224	205	187
	50 Cr V 4.....	0,74	222	462	410	361	319	282	250	222	199	178
	55 Ni Cr Mo V 6G.	0,76	174	347	307	272	239	217	193	174	154	135
	55 Ni Cr Mo V6V.	0,76	192	367	331	295	266	238	210	192	172	153
	EC Mo 80.....	0,83	229	365	339	313	290	268	247	229	202	198
Χυτο- σίδηροι	Φαίς.....	0,74	116	236	211	187	166	147	130	116	103	93
	Μαλακτοποιημένος	0,74	127	258	230	205	184	164	144	127	113	101
Κράματα Όρειχαλκος	Κρατέριωμα	0,83	178	285	263	243	225	208	193	178	164	152
	Όρειχαλκος	0,82	78	128	118	109	100	92	85	78	72	66

* Σκληρότητα σε βαθμούς Brinell.

$$N_k = \frac{F_{1,u}}{4500} \text{ [PS]}$$

$$\text{ή} \quad N_k = \frac{F_{1,u}}{6120} \text{ [kW]} \quad (1.9)$$

Έπειδή οι τιμές της σταθεράς k_1 και του έκθετή z (καί οι τιμές της ειδικής αντίστασης κοπής K_s για όρισμένες τιμές του θεωρητικού πάχους του αποβλίπτου t_1 του Πίνακα 1.6.1) έχουν προσδιορισθεί (καί ισχύουν), για δοσμένη περιοχή ταχυτήτων κοπής καί γεωμετρική μορφή καί υλικό του κοπτικού εργαλείου καί χωρίς ύγρο κοπής μās είναι δυνατό νά επιφέρουμε διορθώσεις στή συνιστώσα F_1 [σχέση (1.7) ή (1.8)], εισάγοντες κατάλληλους συντελεστές διορθώσεως, ως εξής:

$$F_{1\delta} = (K_u \cdot K_v \cdot K_e \cdot K_\phi) \cdot F_1 \quad (1.10)$$

όπου $F_{1\delta}$ σέ kp είναι ή διορθωμένη τιμή της κύριας συνιστώσας της δυνάμεως κοπής F_1 καί:

K_u : συντελεστής διορθώσεως λόγω ταχύτητας κοπής.

K_v : συντελεστής διορθώσεως λόγω γωνίας αποβλίπτου.

K_e : συντελεστής διορθώσεως λόγω υλικού κοπτικού εργαλείου.

K_ϕ : συντελεστής διορθώσεως λόγω φθοράς του εργαλείου.

Σχετικά μέ τίς τιμές παίρνουν οι συντελεστές αυτοί διορθώσεως της συνιστώσας F_1 προσθέτομε τά ακόλουθα:

Ο συντελεστής διορθώσεως K_u υπολογίζεται από την καμπύλη του σχήματος 1.6 συναρτήσει της ταχύτητας κοπής.

Ο συντελεστής διορθώσεως K_v προσδιορίζεται από τή σχέση:

$$K_v = 1 - \frac{V - V_0}{66,7} \quad (1.11)$$

όπου $v_0 = 6^\circ$ για χάλυβες καί $v_0 = 2^\circ$ για χυτοσιδήρους.

Ο συντελεστής K_e για εργαλεία από σκληρομέταλλα καί ταχυχάλυβες παίρνει ως τιμή τή μονάδα, ενώ για εργαλεία από κεραμειτικά πυριμάχων όξειδίων λαμβάνει τιμές $K_e = 0,90$ ως $0,95$.

Τέλος, ό συντελεστής διορθώσεως λόγω φθοράς του εργαλείου K_ϕ κυμαίνεται από 1,3 μέχρι 1,5 ανάλογα μέ τό κριτήριο άστοχίας του εργαλείου πού χρησιμοποιούμε [παράγρ. 1.4.3]. "Αν π.χ. εφαρμόζομε ως κριτήριο άστοχίας τή στόμωση της κόπης του εργαλείου μπορούμε νά εκλέγομε $K_\phi = 1,5$, ενώ αν πάρομε ως κριτήριο άστοχίας κάποια καθορισμένη τιμή στο πλάτος φθοράς είναι δυνατό νά λάβομε μικρότερη τιμή για τό συντελεστή K_ϕ .

Μέ βάση τή διορθωμένη τιμή της κύριας συνιστώσας της δυνάμεως κοπής $F_{1\delta}$ μās είναι δυνατός καί ό υπολογισμός διορθωμένης τιμής για τήν ισχύ κοπής $N_{k\delta}$ από τή σχέση (1.9) μέ άπλή αντικατάσταση του F_1 από τό $F_{1\delta}$.

Η ισχύς του κύριου ηλεκτροκινητήρα της εργαλειομηχανής N_0 (ή ισχύς αυτή είναι ή λεγόμενη **όνομαστική ισχύς** κάθε εργαλειομηχανής) βρίσκεται, αν ή ισχύς κοπής (διορθωμένη ή όχι κατά περίπτωση) διαιρεθεί μέ τό συνολικό μηχανικό βαθ-

μό αποδόσεως της έργαλειομηχανής η, δηλαδή:

$$N_0 = \frac{N_k (\eta N_{\kappa\delta})}{\eta} \quad (1.12)$$

Τίς κατά προσέγγιση τιμές που παίρνει ο συνολικός μηχανικός βαθμός αποδόσεως θα τις δώσουμε για κάθε είδος έργαλειομηχανής ξεχωριστά στη σχετική παράγραφο.

Παράδειγμα.

“Ας πούμε ότι πρόκειται να κατεργασθούμε με όρθογωνική κοπή [σχ. 1.1α (γ)] τό άκρο ενός σωλήνα από άνθρακούχο χάλυβα Ck45 με έργαλειό από ταχυχάλυβα, χωρίς ύγρό κοπής και με ταχύτητα κοπής $u = 40 \text{ m/min}$. Τό κοπτικό έργαλειό έχει γωνία αποβλίπτου $\gamma = 14^\circ$ και ή κοπή θά γίνει σέ θεωρητικό πάχος αποβλίπτου $t_1 = 0,2 \text{ mm}$ και πλάτος $b_1 = 5 \text{ mm}$. Ζητούμε για τήν περίπτωση αυτή κοπής να προσδιορισθούν:

- α) Η διορθωμένη κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής $F_{1\delta}$ και
- β) ή διορθωμένη ισχύς κοπής $N_{\kappa\delta}$ και από αυτή ή όνομαστική ισχύς N_0 του τóρνου, στόν όποιο θά έκτελέσουμε τήν κατεργασία.

Τό πρώτο βήμα που κάνομε για τή λύση του προβλήματος αυτού είναι να προσδιορίσουμε τήν είδική αντίσταση κοπής k_s από τό πάχος του αποβλίπτου t_1 . Αυτό μπορούμε να τό επιτύχομε με δύο τρόπους. Ό ένας είναι να τήν πάρομε άπευθείας από τόν Πίνακα 1.6.1 για χάλυβα Ck45 και για $t_1 = 0,2 \text{ mm}$, δηλαδή $k_s = 278 \text{ kp/mm}^2$. Ό άλλος τρόπος είναι να τήν υπολογίσομε άριθμητικά χρησιμοποιώντας τή σχέση (1.6), άφου λάβομε τίς τιμές της σταθεράς k_1 και του εκθέτη z για τό δοσμένο χάλυβα Ck45 από τόν Πίνακα 1.6.1, δηλαδή $k_1 = 222 \text{ kp/mm}^2$ και $z = 0,14$. Έτσι καταλήγομε στήν άριθμητική σχέση:

$$k_s = 222 \times (0,2)^{-0,14}$$

άπό τήν όποία, λογαριθμίζοντάς την, παίρνομε:

$$\log k_s = \log 222 - 0,14 \times \log (0,2) = 2,3464 - 0,14 \times 1,3010$$

$$\log k_s = 2,3464 - 0,14 (-1,000 + 0,3010) = 2,3464 + 0,14 - 0,14 \times 0,3010 = 2,3464 + 0,14 - 0,04214 = 2,4443$$

$$\text{και τελικά: } k_s = 278 \text{ kp/mm}^2$$

Τό δεύτερο βήμα είναι ο προσδιορισμός της κύριας συνιστώσας, της δυνάμεως κοπής F_1 από τήν είδική αντίσταση κοπής k_s , τήν όποία μόλις υπολογίσαμε ή πήραμε από τόν Πίνακα 1.6.1 χρησιμοποιώντας τή σχέση (1.7), δηλαδή:

$$F_1 = 5 \times 0,2 \times 278 = 1,0 \times 278 = 278 \text{ kp}$$

Γιά να προχωρήσομε στόν υπολογισμό της διορθωμένης τιμής της κύριας συνιστώσας της δυνάμεως κοπής $F_{1\delta}$ είναι αναγκαίος ο προσδιορισμός των συντελεστών διορθώσεως K_u , K_v , K_e και K_ϕ σύμφωνα με τά στοιχεία που έχομε δώσει. Έτσι βρίσκομε:

$$K_u = 1,15 \text{ για } u = 40 \text{ m/min από τήν καμπύλη του σχήματος 1.6γ.}$$

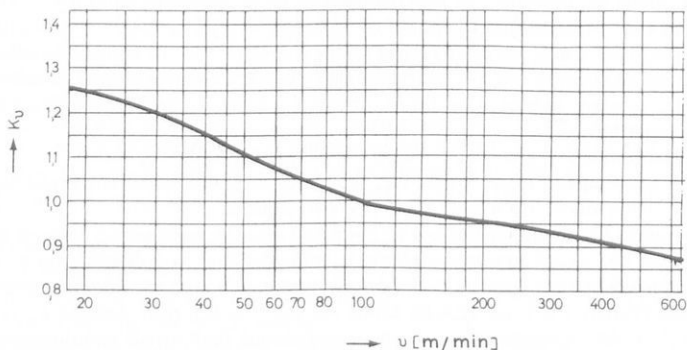
$$K_V = 1 - \frac{14 - 6}{66,7} = 1 - \frac{8}{66,7} = 1 - 0,12 = 0,88 \quad [\text{σχέση (1.11)}]$$

$K_E = 1,0$ για έργαλειο από ταχυχάλυβα.

$K_\Phi = 1,4$ (τό εκλέγουμε).

Η διορθωμένη συνεπώς τιμή της κύριας συνιστώσας της δυνάμεως κοπής προκύπτει ως:

$$F_{1\delta} = (1,15 \times 0,88 \times 1,0 \times 1,4) \times F_1 = 1,41 \times F_1 = 1,41 \times 278 = 392 \text{ kp}$$



Σχ. 1.6γ.

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

Γιά τη διορθωμένη ισχύ κοπής θά έχουμε [σχέση (1.9)]:

$$N_{\kappa\delta} = \frac{F_{1\delta} \cdot v}{4500} = \frac{392 \times 40}{4500} = \frac{15680}{4500} = 3,47 \text{ PS}$$

$$\eta \quad N_{\kappa\delta} = \frac{15680}{6120} = 2,64 \text{ kW}$$

Έκλέγοντας συνολικό μηχανικό βαθμό αποδόσεως του τóρνου $\eta = 0,70$ υπολογίζουμε τελικά την ονομαστική ισχύ του [σχέση (1.12)]:

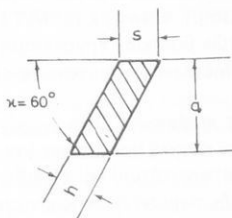
$$N_0 = \frac{3,47}{0,70} = 4,96 \text{ PS} \simeq 5,0 \text{ PS}$$

$$\eta \quad N_0 = \frac{2,64}{0,70} = 3,80 \text{ kW}$$

Ἡ πλησιέστερη τυποποιημένη ονομαστική ισχύς γιὰ ηλεκτροκινητήρα εἶναι 5,5 PS ἢ 4 kW (παράγρ. 2.4.1), τὴν ὁποία καὶ στὸ τέλος ἐκλέγομε.

1.6.3 Ἑρωτήσεις καὶ ἀσκήσεις.

1. Τί ὀνομάζουμε **εἰδική ἀντίσταση κοπῆς**; Ἀπὸ ποιοί μέγεθος ἐξαρτᾶται βασικά ἡ εἰδική ἀντίσταση κοπῆς καὶ πῶς;
2. Ποιοί παράγοντες κοπῆς ἐπιδροῦν στὴν κύρια συνιστώσα τῆς δυνάμεως κοπῆς καὶ πῶς;
3. Μὲ τὴν ὑπόθεση ὅτι ὅλοι οἱ λοιποὶ παράγοντες κοπῆς παραμένουν ἀμετάβλητοι, πότε καταναλίσκεται λιγότερη ἐνέργεια στὴν κοπή; ὅταν τὸ ὕλικο ἀφαιρεῖται σὲ χονδρά ἢ σὲ λεπτά γρέζια; Νά δικαιολογήσετε τὴν ἀπάντησή σου θά δώσετε.
4. Πρόκειται νὰ τὸρνεύσουμε μὲ ἐργαλεῖο ἀπὸ σκληρομέταλλο ($\gamma = + 10^\circ$) ἓνα κομμάτι ἀπὸ χάλυβα St 50 χωρὶς ὑγρὸ κοπῆς μὲ ταχύτητα κοπῆς $v = 120 \text{ m/min}$, μὲ βάθος κοπῆς $a' = 4 \text{ mm}$ καὶ μὲ πρόωση $s = 0,4 \text{ mm/στρ.}$ Ἡ θεωρητικὴ διατομὴ τοῦ ἀποβλίττου παίρνει κατὰ τὴν τὸρνευση τὴ μορφή τοῦ σχήματος:



Ζητοῦμε νὰ προσδιορισθοῦν:

- α) Ἡ διορθωμένη τιμὴ τῆς κύριας συνιστώσας τῆς δυνάμεως κοπῆς καὶ
- β) ἡ διορθωμένη τιμὴ τῆς ἰσχύος κοπῆς.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΚΟΠΗΣ

2.1 Τά κύρια μέρη μιᾶς ἐργαλειομηχανῆς κοπῆς.

Εἶδαμε στήν παράγραφο 4.2 (Μ.Τ.Β'), ὅτι κάθε μία ἀπό τίς κατεργασίες κοπῆς ἐκτελεῖται σέ εἰδικά γι' αὐτή σχεδιασμένη καί συγκροτημένη ἐργαλειομηχανή. Καί γιά νά μπορέσει νά ἀνταποκριθεῖ μιᾶ ἐργαλειομηχανή στίς βασικές της λειτουργίες ἀποτελεῖται γενικά ἀπό τά ἀκόλουθα κύρια μέρη (σχ. 2.1):

α) **Τά δομικά της στοιχεῖα**, δηλαδή τό σῶμα της (βάση, κλίνη, ὀρθοστάτης ἢ κορμός ἢ στήλη), τήν κεφαλή, τήν τράπεζα, τά διάφορα φορεῖα, τοὺς ἀπαραίτητους ὀλισθητήρες (εὐθυντηρίες ἢ γλίστρες) στό σῶμα της καί στά φορεῖα ἢ στήν τράπεζα, ὅπως καί τήν κύρια ἄτρακτο (ἢ πιό ἀπλά ἄτρακτο) μέ τά ἔδρανά της. Στά σχήματα 4.3α(γ), 4.3β(γ), 4.3γ(β), 4.3δ(β), 4.3στ(β), (δ) Μ.Τ.Β' κ.ἄ. εἰκονίζονται σχηματικά τά ποικίλα δομικά στοιχεῖα τῶν βασικῶν ἐργαλειομηχανῶν κοπῆς, ἐνῶ στά σχήματα 1.1γ ὡς 1.1ια Μ.Τ.Β' τά βλέπομε σέ φωτογραφίες πραγματικῶν ἐργαλειομηχανῶν.

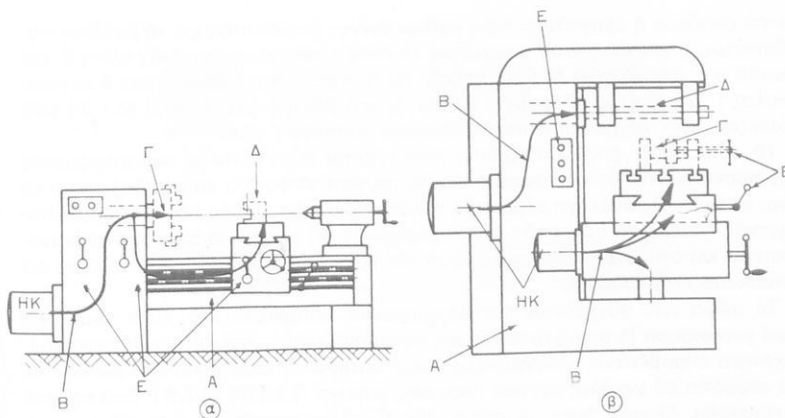
β) **Τά στοιχεῖα μεταδόσεως κινήσεως**. Εἶναι μηχανισμοί πού πραγματοποιοῦν τήν πρωτεύουσα κίνηση καί τήν κίνηση προώσεως (σχ. 4.2β Μ.Τ.Β') τῆς ἐργαλειομηχανῆς (ὅπως εἶναι τό κιβώτιο ταχυτήτων καί τό κιβώτιο προώσεων ἀντίστοιχα), μηχανισμοί γιά τή μετατροπή τῆς περιστροφικῆς κινήσεως σέ παλινδρομική, ὅπως καί διατάξεις περιοδικῆς ἢ διακοπτόμενης κινήσεως ἢ μηχανισμοί γιά τήν ὑλοποίηση βοηθητικῶν κινήσεων. Οἱ σύγχρονες ἐργαλειομηχανές παίρνουν συνήθως τήν κίνησή τους ἀπό ξεχωριστό κατάλληλο ἠλεκτροκινητήρα (παράγρ. 2.4.1) ἢ ἀπό περισσότερους ἠλεκτροκινητήρες [π.χ. ἀπό δύο, σχ. 2.1(β)].

γ) **Τά ποικίλα ἐξαρτήματα, συσκευές καί διατάξεις γιά τήν πρόσδεση τῶν κοπτικῶν ἐργαλείων καί τῶν κομματιῶν καί**

δ) **τά στοιχεῖα ἐλέγχου** τῶν διαφόρων λειτουργιῶν τῆς ἐργαλειομηχανῆς (κινήσεις βασικές καί βοηθητικές, ἐναρξη καί παύση λειτουργίας κλπ.), ὅπως καί τά **στοιχεῖα προστασίας** ἀπό βλάβες καί ἀτυχήματα. Γιά τόν ἔλεγχο τῶν ἐργαλειομηχανῶν κοπῆς καί ἰδιαίτερα γιά τόν **ψηφιακό ἔλεγχό τους** (στό σχ. 1.1ια Μ.Τ.Β' εἰκονίζεται μιᾶ φραιζομηχανή μέ ψηφιακό ἔλεγχο) πού βρίσκεται σήμερα εὐρύτατες ἐφαρμογές (ἔχει εἰσαχθεῖ καί στή Χώρα μας) θά μιλήσουμε σέ ξεχωριστό Κεφάλαιο στόν ἐπόμενο τόμο τῆς Μηχανουργικῆς Τεχνολογίας. Ἐν τούτοις ὁμως καί στόν τόμο αὐτό θά συναντήσουμε στοιχεῖα γιά τόν ἔλεγχο τῆς μηχανικῆς (παράγρ. 2.3) καί τῆς ἠλεκτρικῆς μεταδόσεως κινήσεως (παράγρ. 2.4.2).

Στό σχῆμα 2.1 βλέπομε σχηματικά τά κύρια μέρη ἑνός τὸρνου καί μιᾶς φραιζομηχανῆς, ὅπως καί τή ροή τῆς κινήσεως στίς ἐργαλειομηχανές αὐτές.

Πέρα ἀπό τά κύρια αὐτά μέρη τους πού ἀναφέραμε, οἱ ἐργαλειομηχανές κοπῆς



Σχ. 2.1.

Τά κύρια μέρη α) 'Ενός τόννου. β) Μιάς φραιζομηχανής. (HK ηλεκτροκινητήρας, Α δομικά στοιχεία, Β στοιχεία μεταδόσεως κινήσεως, Γ συσκευή συγκρατήσεως κομματιών, Δ συσκευή συγκρατήσεως εργαλείων, Ε στοιχεία έλέγχου).

είναι εφοδιασμένες κατά περίπτωση με σύστημα παροχής υγρού κοπής, με σύστημα λιπάνσεως και ακόμα με διάφορα παρελκόμενα και εξαρτήματα.

Από όσα έχουν ειπωθεί μέχρι τώρα, καταλήγουμε στη διαπίστωση ότι μια εργαλειομηχανή κοπής είναι ένα περίπλοκο σύστημα, που εκτός από τα μηχανικά του μέρη περιλαμβάνει, όπως θα δούμε στη συνέχεια (παράγρ. 2.4, 2.5) και ηλεκτρικά, υδραυλικά ή πνευματικά μέρη. Και τό γεγονός ακόμα ότι στη μηχανουργική πρακτική συναντούμε μεγάλη ποικιλία από είδη εργαλειομηχανών κοπής μάς οδηγεί στη σκοπιμότητα του νά αναπτύξουμε, με την ένδεδειγμένη γιά εκπαίδευση μέσης στάθμης συντομία, συστηματικά στίς σελίδες που θά ακολουθήσουν, τά πιό βασικά από τά στοιχεία που συγκροτούν μια εργαλειομηχανή κοπής και που παρουσιάζουν ομοιότητες από εργαλειομηχανή σέ εργαλειομηχανή. Αυτό από τό ένα μέρος θά μάς βοηθήσει στό νά αντιληφθούμε πιό καλά τίς κατεργασίες και τίς εργαλειομηχανές κοπής, όπως και τή συγκρότηση των τελευταίων και από τό άλλο θά μάς απαλλάξει από περιττές επαναλήψεις κατά τή μελέτη των ιδιαίτερων κατεργασιών κοπής και των συναφών μέ αυτές εργαλειομηχανών, που θά γίνει στό έπόμενα κεφάλαια.

2.2 Τά δομικά στοιχεία μιās εργαλειομηχανής κοπής.

2.2.1 Τό σῶμα τής εργαλειομηχανής και οι όλισθητήρες (εύθυντηριές, πρισματοδηγοί ή γλίστρες).

Α. Τό σῶμα τής εργαλειομηχανής.

Είναι τό βασικό δομικό στοιχείο τής εργαλειομηχανής. Έπάνω σέ αυτό στηρί-

ζονται σταθερά ή οδηγούνται προς καθορισμένες διευθύνσεις (μέ τη βοήθεια όλισθητήρων, όπως θα δούμε παρακάτω) τα άλλα κύρια μέρη της. Στην κλίνη Θ του τórνου π.χ. [σχ. 4.3α(γ) Μ.Τ.Β'] στηρίζεται ή κεφαλή Α και οδηγούνται ο κεντροφορέας Γ και τό εργαλειοφορέο Ε· επίσης στή βάση Ε [σχ. 4.3δ(β) Μ.Τ.Β'] μιὰς τραπεζοπλάνης οδηγείται ή παλινδρομούσα τράπεζα Γ κλπ.

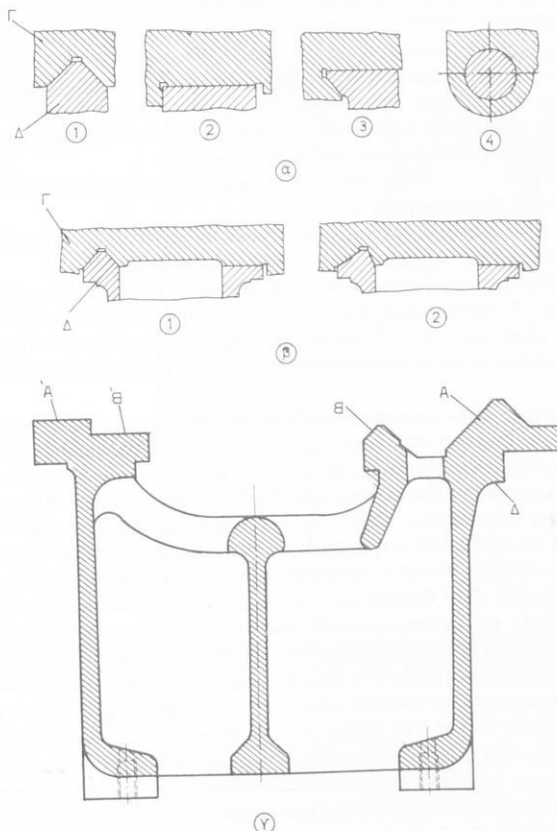
Τό σῶμα κάθε εργαλειομηχανής ύπολογίζεται έτσι, ὥστε οἱ παραμορφώσεις πού προκαλοῦνται στά διάφορα στοιχεῖα της ἀπό τά φορτία πού ἐπιβάλλονται νά εἶναι παραδεκτές ἀνάλογα βέβαια μέ τήν ἀκρίβεια κατασκευῆς τῆς κάθε εργαλειομηχανῆς. Ἀκόμα τό σῶμα τῆς εργαλειομηχανῆς θά πρέπει νά ἀποκρίνεται ἱκανοποιητικά καί στίς ἀναπτυσσόμενες κατά τήν κατεργασία ταλαντώσεις, γι' αὐτό καί κατασκευάζεται **στιβαρό**.

Τό σῶμα τῶν συγχρόνων εργαλειομηχανῶν κατασκευάζεται χυτό, τόσο ἀπό **φαιό χυτοσίδηρο** [ὁ φαιός χυτοσίδηρος παρουσιάζει ὅπως γνωρίζομε, σημαντική ἱκανότητα ἀποσβέσεως ταλαντώσεων, καλή κατεργαστικότητα καί χαμηλό κόστος γιά κομμάτια σέ μεγάλες σχετική παρτίδες, παράγρ. 3.6.2(β) Μ.Τ.Β'], ὅσο καί ἀπό **χυτοχάλυβα**. Μπορεῖ ὅμως τό σῶμα μιᾶς εργαλειομηχανῆς νά γίνη καί ὡς **συγκολλητή κατασκευή** ἀπό χαλύβδινα ἐλάσματα καί μορφοδοκοῦς. Ὁ φαιός χυτοσίδηρος προτιμᾶται σέ εργαλειομηχανές μέσου βάρους, ἐνῶ τό σῶμα σέ βαριές εργαλειομηχανές κατασκευάζεται χυτοχάλυβδινο. Ἡ συγκολλητή κατασκευή (συνήθως ἀπό φθινό ἀνθρακοῦχο χάλυβα κατασκευῶν) σέ σῶματα εργαλειομηχανῶν ὁλοένα καί βρίσκει εὐρύτερες ἐφαρμογές, γιὰτί παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σέ σύγκριση μέ τή χυτή: Περίπου 25% κέρδος στό βάρος, εὐκολία ἐπισκευῶν ἀπό φθορές, δυνατότητα χρησιμοποίησεως διαφόρων εἰδῶν χάλυβα σέ συγκεκριμένες θέσεις ἀνάλογα μέ τίς ἀπαιτήσεις ἀντοχῆς τῆς καθεμιᾶς, ὅπως ἀκόμα καί δυνατότητα γιά τροποποιήσεις στό σῶμα τῆς εργαλειομηχανῆς (στά συγκολλητά σῶματα δέν χρησιμοποιοῦνται καλούπια, καρδιές κ.ἄ., ὅπως στά χυτά). Μειονεκεῖ βέβαια ἡ συγκολλητή κατασκευή σέ σύγκριση μέ τό χυτό ἀπό φαιό χυτοσίδηρο στήν ἱκανότητα γιά ἀπόσβεση κραδασμῶν, ἐνῶ τό χυτό συμφέρει σέ παραγωγή εργαλειομηχανῶν ἐν σειρά.

Ἡ ἀκρίβεια μιᾶς εργαλειομηχανῆς εἶναι δυνατό νά μειωθεῖ σημαντικά μέ ἀντικανονική ἐγκατάσταση. Ἡ ἀρχική εὐθυγράμμιση τοῦ σώματος τῆς εργαλειομηχανῆς καί διαφόρων ἄλλων δομικῶν της στοιχείων (ὀριζοντιότητα, κατακορυφότητα, καθετότητα, παραλληλότητα) θά πρέπει νά διατηρεῖται ὅπωςδὴποτε, φυσικά μέσα στά καθορισμένα ὅρια, καί μετά τήν ἐγκατάσταση τῆς εργαλειομηχανῆς.

Β. Οἱ ὀλισθητήρες.

Τά μετακινούμενα καί σταθερά δομικά στοιχεῖα μιᾶς εργαλειομηχανῆς (τράπεζα, φορεῖα, κεφαλή κ.ἄ.) προσαρμῶνται καί οδηγοῦνται μεταξύ τους έτσι, ὥστε νά ὑλοποιεῖται ή προβλεπόμενη ἀπό τήν κινηματική κάθε κατεργασίας σχετική θέση τοῦ κοπτικοῦ εργαλείου ὡς πρὸς τό κομμάτι. Ἡ μετακίνηση αὐτή τῶν δομικῶν στοιχείων εἶναι κατά κανόνα γραμμική, γίνεται πάντοτε πρὸς κάποια καθορισμένη διεύθυνση καί μέ τήν ἐπιβαλλόμενη κάθε φορά ἀκρίβεια [π.χ. τό εργαλειοφορεῖο Ε ἐνὸς τórνου στό σχῆμα 4.3α(γ) Μ.Τ.Β'] μετακινεῖται ὡς πρὸς τήν κλίνη τοῦ τórνου Θ κατά τή διαμήκη του κατεύθυνση, δηλαδή παράλληλα πρὸς τόν ἀξονα τῆς ἀτράκτου του] καί πραγματοποιεῖται μέ τη βοήθεια τῶν **ὀλισθητῆρων** (**εὐθυντήριες, πριματοδοχοὶ** ἢ **γλιστρες**).



Σχ. 2.2α.

α) Διάφορα είδη ολισθητήρων: 1) Μορφής V. 2) Ήπιεδος. 3) Μορφής χελιδνοσουράς. 4) Κυλινδρικός. β) Συνδυασμός ολισθητήρων μορφής V (1 συμμετρικού, 2 μη συμμετρικού) με επίπεδους ολισθητήρες. γ) Ή κλίνη ενός τόνου με τούς ολισθητήρες της. Στούς εξωτερικούς ολισθητήρες Α και Α' οδηγείται τό έργαλειοφορέο, ενώ στους έσωτερικούς Β και Β' ό κεντροφορέας. (Γ μετατοπιζόμενη δομική μονάδα, Δ σώμα έργαλειομηχανής).

Οί ολισθητήρες δέν είναι τίποτα άλλο παρά γραμμικά έδρανα, τών οποίων τό ένα μέλος ένσωματώνεται στό σώμα τής έργαλειομηχανής [σχ. 2.2α(γ)] και τό άλλο στό μετατοπιζόμενο δομικό της στοιχείο. Για εύθύγραμμη μετακίνηση του δομικού στοιχείου, οι ολισθητήρες θά πρέπει νά σχεδιάζονται έτσι, ώστε νά έμποδίζεται οποιαδήποτε μετακίνηση πρós άλλη διεύθυνση πέρα από τήν καθορισμένη, νά αφήνεται δηλαδή στή μετακινούμενη μονάδα **ένας βαθμός έλευθερίας**.

Οι όλισθητήρες στis εργαλειομηχανés όφείλουν νά ανταποκρίνονται στis ακόλουθες απαιτήσεις:

α) Νά είναι εύθυγραμμισμένοι μέ τήν προβλεπόμενη γιά κάθε περίπτωση άκρίβεια κάτω από τίς πιό δυσμενείς συνθήκες φορτίων πού επιβάλλονται κατά τήν εργασία τής εργαλειομηχανής. Στή φραιζομηχανή του σχήματος 4.3στ(β) Μ.Τ.Β' π.χ., ό όλισθητήρας στόν όποιο μετακινείται ή τράπεζα Γ είναι άκριβώς κάθετος στόν όλισθητήρα, όπου μετακινείται τό άνωτερο φορείο Δ.

β) Νά παρέχουν δυνατότητα γιά εύκολη ρύθμισή τους άπέναντι σέ φθορά από τή χρήση καί γιά ίκανοποιητική λίπανση καί

γ) νά είναι κατασκευαστικά διαμορφωμένοι έτσι, ώστε νά μή φθάνουν μέχρι τίς τριβόμενες επιφάνειες τεμαχίδια από γρέζια ή ξένα σώματα.

Τούς όλισθητήρες τούς συναντούμε σέ διάφορες μορφές, όπως βλέπομε στό σχήμα 2.2α(α). Ό συνδυασμός επίπεδου όλισθητήρα καί όλισθητήρα μορφής V [σχ. 2.2α(β)] είναι πολύ συνηθισμένος καί πολύ επιτυχημένος κινηματικά. Αυτό φαίνεται στό σχήμα 2.2α(γ), όπου εικονίζεται ή κλίνη ενός τόρνου μέ τούς όλισθητήρες τής.

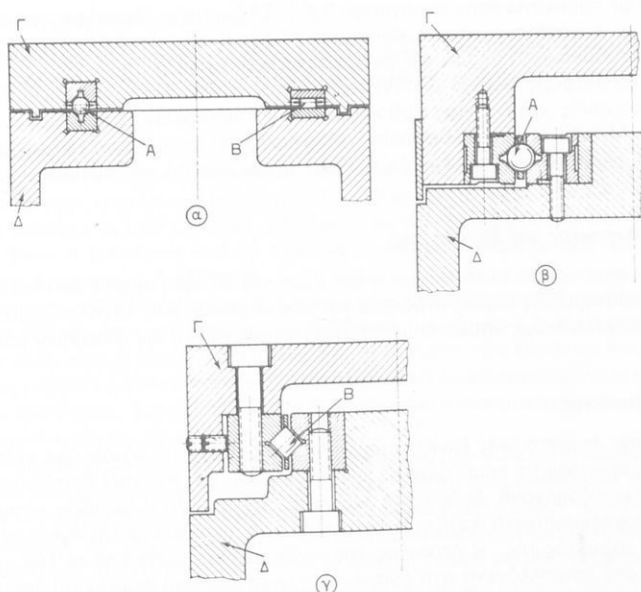
Οι όλισθητήρες είναι κατασκευασμένοι από φαιό χυτοσίδηρο καί όπως είναι φυσικό, **ένσωματώνονται** στό χυτοσιδηρό σώμα τής εργαλειομηχανής, όπως καί στήν αντίστοιχη όλισθαίνουσα δομική μονάδα, άν βέβαια είναι καί αυτή από φαιό χυτοσίδηρο. Χρησιμοποιούνται όμως καί όλισθητήρες από κατάλληλο χάλυβα (π.χ. από χάλυβα γιά ένσφαιρους τριβείς μέ τίς ένδεδειγμένες θερμικές κατεργασίες του), οι όποιοι συνήθως είτε συγκολλούνται στό χαλύβδινο σώμα τής εργαλειομηχανής είτε προσαρμόζονται μέ τή βοήθεια κοχλιών σέ χυτοσιδηρό σώμα εργαλειομηχανής. Τελευταία είναι δυνατή καί ή χρησιμοποίηση πλαστικών (πού νά έχουν καλές άντιτριβικές καί άντισκωριωτικές ιδιότητες) [παράγρ. 3.9.3, 3.9.6 Μ.Τ.Β'] γιά όλισθητήρες, πού προσαρμόζονται κατάλληλα στό σώμα τής εργαλειομηχανής.

Πέρα από τούς όλισθητήρες πού έχομε αναφέρει, συναντούμε καί **όλισθητήρες άντιτριβής**, όπου χρησιμοποιούνται σφαίρες ή κύλινδροι (σχ. 2.2β) μέ τά γνωστά μας πλεονεκτήματα, δηλαδή τή σημαντική μείωση του συντελεστή τριβής καί από αυτό τής φθοράς των όλισθητήρων, άρα τήν αύξηση τής ζωής τους. Υπάρχουν καί όλισθητήρες όπου τά κυλιόμενα στοιχεία (σφαίρες ή κύλινδροι) **άνακυκλώνονται** μέ τή βοήθεια κατάλληλα διαμορφωμένου άγωγού, ώστε έξερχόμενα από τό ένα μέρος του όλισθητήρα νά εισέρχονται από τό άλλο.

Τέλος, γιά μείωση των τριβών καί συνεπώς τής φθοράς τους, χρησιμοποιούνται καί όλισθητήρες μέ **ύδροστατική λίπανση** (σχ. 2.2γ). Έδώ ανάμεσα στis τριβόμενες επιφάνειες των όλισθητήρων άντλείται τό ένδεδειγμένο λιπαντικό υπό πίεση μέσω ειδικά διαμορφωμένων άγωγών, ώστε σέ όλη τήν επιφάνεια έπαφής τους νά διατηρείται ένα στρώμα λιπαντικού καί έτσι νά άποφεύγεται μεταλλική έπαφή [παράγρ. 2.5.2(Α) Μ.Τ.Β']. Κατά τόν ίδιο τρόπο αντί γιά λιπαντικό είναι δυνατή ή χρησιμοποίηση πεπιεσμένου άέρα, όποτε έχομε τό λεγόμενο **άεροστατικό όλισθητήρα**.

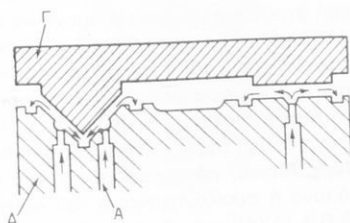
2.2.2 Κεφαλή, τράπεζα καί φορεία.

Η **κεφαλή** μις εργαλειομηχανής παρέχει τά μέσα γιά τήν πρόσδεση καί τήν περιστροφή του κομματιού [πρωτεύουσα κίνηση, π.χ. στόν τόρνο σν. 4.3α(γ) Μ.Τ.Β']



Σχ. 2.2β.

Όλισθητήρες αντίτριβης. α) Όλισθητήρες με σφαίρες Α και κυλίνδρους Β. β) Όλισθητήρες με σφαίρες Α και κυλίνδρους Β. γ) Όλισθητήρες με κυλίνδρους (Γ μετατοπιζόμενη δομική μονάδα, Δ σώμα εργαλειομηχανής).



Σχ. 2.2γ.

Συνδυασμός όλισθητήρων μορφής V και επιπέδων με υδροστατική λίπανση. (Α αγωγοί παροχής λιπαντικού, Γ μετακινούμενη δομική μονάδα, Δ σώμα εργαλειομηχανής).

ή του κοπτικού εργαλείου [π.χ. στη φραιζομηχανή, σχ. 4.3στ(δ)] ή για περιστροφή (πρωτεύουσα κίνηση) και πρόωση (κίνηση προώσεως) του εργαλείου [στό δράπανο, σχ. 4.3β(γ) Μηχ. Τεχν. Β'].

Στήν **τράπεζα** της εργαλειομηχανής συγκρατείται τό κατεργαζόμενο κομμάτι με τη βοήθεια ποικίλων κατά περίπτωση κατεργασίας συσκευών προσδέσεως, όπως

θά δοῦμε παρακάτω στὴν παράγραφο 2.6.3. Σέ ὁρισμένες ἐργαλειομηχανές ἡ τράπεζα ἔχει δυνατότητα γιὰ μετακίνηση καὶ σέ δύο ἢ καὶ στίς τρεῖς κάθετες ἀνάμεσά τους διευθύνσεις ἢ ἀκόμα καὶ δυνατότητα περιστροφῆς τῆς.

Μέ τὰ διάφορα **φορεῖα** ἐπιτυχάνομε μετακινήσεις δομικῶν στοιχείων τῆς ἐργαλειομηχανῆς κατὰ μῆκος καθορισμένων διευθύνσεων. Στόν τόρνο π.χ. [σχ. 4.3α(γ) Μ.Τ.Β.] τὸ ἐργαλειοφορεῖο Ε ἐξασφαλίζει τὴ μετακίνηση τοῦ ἐργαλειοδέτη Δ, ποῦ φέρει τὸ κοπτικό ἐργαλεῖο, πρὸς τὴ διεύθυνση τῆς προώσεως.

2.2.3 Ἄτρακτος καὶ ἔδρανά τῆς.

Στὴν παράγραφο αὐτὴ θά μιλήσουμε μόνο γιὰ τίς ἰδιομορφίες ποῦ παρουσιάζει τὸ συγκρότημα τῆς κύριας ἀτράκτου καὶ τῶν ἐδράνων μῆς ἐργαλειομηχανῆς, χωρίς νά ἀσχοληθοῦμε καθόλου μέ τὴ μελέτη τους γενικά ὡς στοιχείων μηχανῶν.

Α. Ἡ ἄτρακτος.

Μέ τὴν ἄτρακτο μῆς ἐργαλειομηχανῆς, στηριγμένη σέ κατάλληλα μελετημένα ἔδρανα, προσδίνεται περιστροφικὴ κίνηση στό κομμάτι (τόρνος) ἢ στό κοπτικό ἐργαλεῖο (φραιζομηχανή, δράπανο ἢ λειαντικό μηχανήμα). Ἡ ἀκρίβεια κατεργασίας σέ μιά ἐργαλειομηχανὴ βασίζεται σημαντικά στὴν ἀκρίβεια μέ τὴν ὁποία περιστρέφεται ἡ ἄτρακτός τῆς. Ἡ ἄτρακτος ὑπολογίζεται ἔτσι, ὥστε ἀπὸ τὸ ἓνα μέρος νά ἀντέχει στὰ ἐπιβαλλόμενα στὴ δυσμενέστερη περίπτωσι φορτία καὶ ἀπὸ τὸ ἄλλο νά παρουσιάζει παραδεκτὸ μέγιστο βέλος κάμψεως, ἀπὸ τὸ ὁποῖο καὶ ἐξαρτᾶται σέ μεγάλο βαθμὸ ἡ ἀκρίβεια κατεργασίας.

Οἱ ἄτρακτοι ἐργαλειομηχανῶν κατασκευάζονται συνήθως ἀπὸ ἡμίσκληρο ἀνθρακοῦχο χάλυβα (μέ περιεκτικότητα σέ ἀνθρακα ἀπὸ 0,40 ὡς 0,50%, Πίνακας 3.5.1, Μ.Τ.Β') ποῦ βάφεται καὶ ἐπαναφέρεται σέ ψηλὴ σχετικὰ θερμοκρασία ἐπαναφορᾶς. Στὴν κατασκευὴ ἀτράκτων γιὰ ἐργαλειομηχανές ἀκρίβειας μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε καὶ κατάλληλα χαλυβοκράματα κατασκευῶν (Πίνακας 3.3.2 Μ.Τ.Β') μέ τὴν προβλεπόμενη βαφὴ καὶ ἐπαναφορὰ τῆς. Ἀκόμα, ὅπου ἀπαιτεῖται μεγάλη σκληρότητα στοὺς στροφεῖς μποροῦμε νά μεταχειρισθοῦμε κατάλληλο χάλυβα ἐνανθρακώσεως ἢ ἐναζωτώσεως [παράγρ. 3.4.3 (Η), Μ.Τ.Β'].

Ἡ ἄτρακτος φέρει στὴν κεφαλὴ τῆς (σχ. 2.6α) προτυποποιημένη κολουροκωνική κοιλότητα (**κῶνος Μόρσε**, Morse) γιὰ τὴν πρόσδεση τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου μέ κωνικὴ συναρμογὴ (δράπανο ἢ φραιζομηχανή) ἢ τοῦ κέντρου ἢ συστελλόμενων σφιγκτήρων [παράγρ. 2.6.3 (Α)(4)] γιὰ τὴ συγκράτηση τοῦ κομματιοῦ.

Ἐκτός βέβαια ἀπὸ τὴν κύρια ἄτρακτο τῶν ἐργαλειομηχανῶν, ὑπάρχουν καὶ διάφοροι ἄξονες μεταδόσεως κινήσεως στὰ κιβώτια ταχυτήτων καὶ προώσεως ἢ ἄλλου γιὰ τοὺς ὁποίους ἰσχύουν τὰ γνωστὰ μᾶς ἀπὸ τὸ μάθημα τῶν Στοιχείων Μηχανῶν.

Ἡ ἀκρίβεια μέ τὴν ὁποία περιστρέφεται ἡ ἄτρακτος ἐξαρτᾶται σημαντικά ἀπὸ τὰ ἔδρανά τῆς, τὰ ὁποῖα παραλαμβάνουν τὰ φορτία ποῦ ἐπιβάλλονται στὴν ἄτρακτο κατὰ τὴν κατεργασία. Μᾶς ἐνδιαφέρει σοβαρὰ ἐδῶ ἡ ἀκρίβεια ὁδηγήσεως τῆς ἀτράκτου (ἀκτινικά καὶ ἀξονικά), τὴν ὁποία μᾶς παρέχουν τὰ ἔδρανα. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ ἡ χάρη στροφῆς ἀτράκτου - τριβῆς θά πρέπει νά εἶναι πολὺ περιορισμένη.

Β. Τά ξδρανα τῆς ἀτράκτου.

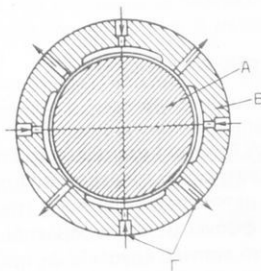
Ἦς ξδρανα γιά τή στήριξη τῆς ἀτράκτου μιᾶς ἐργαλειομηχανῆς χρησιμοποιοῦνται τόσο **ξδρανα ὀλισθήσεως**, ὅσο καί **ξδρανα κυλίσεως** (ξδρανα ἀντιτριβῆς ἢ ρουλεμάν).

1. Ἐδρανα ὀλισθήσεως.

Ἦς ὕλικό γιά τὰ ξδρανα ὀλισθήσεως, ἀνάλογα μέ τήν περίπτωση, μποροῦμε νά μεταχειρισθοῦμε κρατέρωμα [παράγρ. 3.7.1 (Β)(2), Πίνακας 3.7.1 Μ.Τ.Β'] ἢ λευκό μέταλλο [παράγρ. 3.7.6(Γ) Μ.Τ.Β']. Τά ξδρανα αὐτά διαμορφώνονται συνήθως ὡς **διμερή**, ὅπου ἡ ἐπένδυση ἀπό τό ἀντιτριβικό μέταλλο φέρεται ἀπό κατάλληλο χαλύβδινο ἢ χυτοσιδηρό κέλυφος.

Ἦ κατασκευαστική διαμόρφωση τῶν ἐδράνων ὀλισθήσεως στίς ἐργαλειομηχανές εἶναι τέτοια, ὥστε νά ἐξασφαλίζει περιοδική (μέ τό χέρι) ἢ αὐτόματη (μέ τή βοήθεια ἐλατηρίου ἢ ὑδραυλικῶς) ρύθμιση. Ἦ ρύθμιση τῶν ἐδράνων αὐτῶν ὀλισθήσεως μπορεῖ νά γίνει κατὰ τήν ἀκτινική ἢ ἀξονική διεύθυνση ἀνάλογα μέ τίς ἐκástοτε ἀπαιτήσεις. Ἐπίσης τὰ ξδρανα θά πρέπει νά συναρμολογοῦνται καί νά ἀποσυναρμολογοῦνται μέ εὐκολία.

Χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης καί **ὑδροστατικά ξδρανα** (σχ. 2.2δ), στά ὁποῖα προσάγεται ὑπό πίεση κατάλληλο λιπαντικό (παρόμοιο σύστημα μέ ἐκεῖνο πού συναντήσαμε στοὺς ὀλισθητήρες στό σχῆμα 2.2γ). Τά ξδρανα αὐτά ἔχουν τή δυνατότητα νά ἐργασθοῦν καί στίς χαμηλότερες ἀκόμα περιστροφικές ταχύτητες κάτω ἀπό συνθῆκες ὑγρῆς τριβῆς (χωρίς καθόλου μεταλλική ἐπαφή μεταξύ τῶν ἐπιφανειῶν πού τρίβονται). Στά **ἀεροστατικά ξδρανα**, πού ἐργάζονται σέ ψηλές περιστροφικές ταχύτητες, προσάγεται πεπιεσμένος ἀέρας πού γεμίζει τό διάκενο ἀνάμεσα στόν τριβέα καί στό στροφέα.



Σχ. 2.2δ.

Ἐδροστατικό ξδρανο ἐργαλειομηχανῆς. Α στροφέας, Β τριβέας, Γ ἀγωγοί παροχῆς πεπιεσμένου λιπαντικοῦ.

2. Ἐδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν).

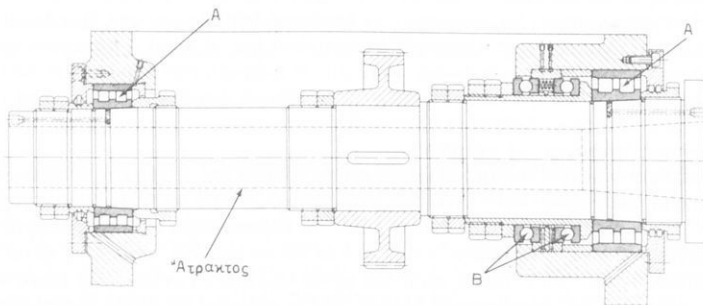
Ἐδρανα κυλίσεως (μέ σφαῖρες, κυλίνδρους ἢ βαρελάκια) χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα στίς ἐργαλειομηχανές. Αὐτό ὀφείλεται στίς αὐστηρές ἀπαιτήσεις γιά τήν ἀκρίβεια περιστροφῆς τῆς ἀτράκτου τῶν ἐργαλειομηχανῶν, πού ἔχομε καί πρὸς τίς ὁποῖες τὰ ξδρανα κυλίσεως ἀνταποκρίνονται ἱκανοποιητικά. Ἐδῶ θά πρέπει νά το-

νίσουμε ότι τα έδρανα κυλίσσεως που βρίσκουν εφαρμογές στη στήριξη άτράκτων εργαλειομηχανών δεν είναι συνηθισμένα, αλλά ανώτερης στάθμης ακρίβειας.

Σε πολλές περιπτώσεις, γιά περιορισμό των σφαλμάτων περιστροφής της άτράκτου που οφείλονται στο διάκενο, μεταχειριζόμαστε **έδρανα μέ προένταση**, γεγονός που περιορίζει τη χάρη ανάμεσα στο δακτύλιο και στις σφαίρες ή στους κυλινδρούς του έδρανου.

Έδρανα κυλίσσεως χρησιμοποιούνται επίσης αποκλειστικά καί ως άξονικά έδρανα στην άτρακτο των εργαλειομηχανών.

Στό σχήμα 2.2ε βλέπομε τήν κατασκευαστική διαμόρφωση της άτράκτου ενός τόρνου μέ τά έδρανά της.



Σχ. 2.2ε.

Τυπική κατασκευαστική διαμόρφωση της κύριας άτράκτου ενός τόρνου, ή όποια στηρίζεται σε έδρανα κυλίσσεως (δύο δίκυλινδρα άκτινικά Α και δύο μονόσφαιρα άξονικά Β).

2.3 Μετάδοση κινήσεως στις εργαλειομηχανές.

2.3.1 Γενικά.

Σέ κάθε εργαλειομηχανή ή κίνηση προσδίνεται από ηλεκτροκινητήρα (παράγρ. 2.4.1) μέ καθορισμένη περιστροφική ταχύτητα καί ισχύ. Ή κίνηση αυτή μέσω των ένδεδειγμένων στοιχείων μεταδόσεως κινήσεως (τροχαλίες καί ιμάντες, όδοντοτροχοί, συμπλέκτες κλπ.), φθάνει μέ τήν προβλεπόμενη περιστροφική ταχύτητα καί ισχύ στό κομμάτι καί στό κοπτικό έργαλειό ως πρωτεύουσα κίνηση, ως κίνηση προώσεως ή ως κάποια άλλη βοηθητική κίνηση.

Όπως γνωρίζομε από τή μηχανουργική πρακτική, στίς κάθε είδους εργαλειομηχανές κοπής που μεταχειριζόμαστε (άκόμα καί στήν ίδια εργαλειομηχανή, όπως π.χ. σε ένα τόρνο ή σε μία φραιζομηχανή) κατεργαζόμαστε κομμάτια σε ποικιλία από μορφές καί μεγέθη, όπως καί κομμάτια από διάφορα υλικά (χάλυβες, χυτοσίδηροι, μή σιδηρούχα κράματα) μέ κοπτικά έργαλεία από ταχυχάλυβα ή από σκληρό μέταλλο ή καί από άλλα γνωστά μας κατάλληλα γιά κοπτικά έργαλεία υλικά. Άκόμα οί διάφορες κατεργασίες γίνονται μέ ψηλό ή χαμηλό ρυθμό άφαιρέσεως υλικού (έκχόνδριση ή άποπεράτωση αντίστοιχα) καί μέ ποικίλλουσες ποιοτικές άπαιτήσεις στήν ακρίβεια των διαστάσεων καί στήν τραχύτητα επιφάνειας. Ή ταχύτητα κοπής

όμως πού επιλέγομε ανάλογα μέ τήν περίπτωση κατεργασίας μεταβάλλεται σημαν-
 τικά από ύλικό σέ ύλικό κομματιού καί κοπτικού έργαλείου, όπως καί από κατεργα-
 σία σέ κατεργασία (π.χ. ή σπειροτόμηση καί ή τórνευση του ίδιου ύλικού καί μέ τό
 ίδιο έργαλείο έκτελούνται σέ σημαντικά διαφορετικές ταχύτητες κοπής)· επίσης ή
 πρόωση πού θέτομε στήν έργαλειομηχανή ποικίλλει ανάλογα μέ τό ρυθμό άφαιρέ-
 σως ύλικού καί μέ τό βαθμό διαστατικής ακρίβειας καί τραχύτητας επιφάνειας πού
 έπιθυμούμε νά επιτύχομε. Γιά νά καλύψουν έπομένως οι έργαλειομηχανές κοπής
 όλες αυτές τίς άπαιτήσεις, άλλα καί μελλοντικές ανάγκες εξαιτίας εξέλιξεων στίς κα-
 τεργασίες καί βελτιώσεων στά ύλικά καί στή σχεδίαση τών έργαλείων, επιβάλλε-
 ται νά εΐναι οέ θέση **νά διαθέτουν μιά πλατιά περιοχή από περιστροφικές ταχύτη-
 τες καί από προώσεις (ή ταχύτητες προώσεως)**. Καί τό εύρος αυτό τών περιστρο-
 φικών ταχυτήτων ή τών προώσεων εΐναι τόσο μεγαλύτερο, όσο εύρύτερη εΐναι ή
 χρήση τής έργαλειομηχανής.

Ή πλειονότητα τών έργαλειομηχανών κοπής διαθέτει περιστροφικές ταχύτητες
 καί προώσεις (ή ταχύτητες προώσεως) **κατά βήματα** [παράγρ. 2.3.2(Α)]. Εΐναι φα-
 νερό ότι γιά πιό άποδοτική έκμετάλλευση τής έργαλειομηχανής τό βήμα μεταβολής
 τής περιστροφικής ταχύτητας ή τής προώσεως οφείλει νά εΐναι όσο πιό μικρό γίνε-
 ται. Ύπάρχουν όμως, όπως θά δοΰμε στήν παράγραφο 2.3.3 καί έργαλειομηχανές
 μέ σύστημα **συνεχοΰς μεταβολής** τών περιστροφικών ταχυτήτων ή προώσεων.
 Αυτό εΐναι ιδανικό από άποψη έκμεταλλεύσεως τής έργαλειομηχανής, τό κόστος
 του όμως εΐναι αρκετά ψηλό.

Άνεξάρτητα από τήν πρωτεύουσα κίνηση μιās έργαλειομηχανής (περιστροφική
 ή μεταφορική) καί από τήν κίνηση προώσεως (μεταφορική), ή κίνηση τών βασικών
 στοιχείων μεταδόσεως εΐναι περιστροφική. Άρα κάθε άλλαγή στήν ταχύτητα κο-
 πής ή στήν πρόωση (ή στήν ταχύτητα προώσεως) επιτυγχάνεται μέ μεταβολές
 στήν περιστροφική ταχύτητα τών στοιχείων μεταδόσεως κινήσεως. Άπό αυτό κα-
 ταφαίνεται ή τεράστια σημασία τήν όποία έχει ή μετάδοση περιστροφικής κινή-
 σεως στίς έργαλειομηχανές.

Στίς σελίδες πού θά ακολουθήσουν θά μιλήσομε πρώτα γιά τή **μηχανική μετά-
 δοση κινήσεως** καί πιό συγκεκριμένα γιά τή μετάδοση περιστροφικής κινήσεως
 (κλιμακωτής ή κατά βήματα καί συνεχούς), γιά τά κιβώτια ταχυτήτων καί προώ-
 σεων, όπως άκόμα καί γιά τή μετάδοση μεταφορικής καί περιοδικής κινήσεως. Κα-
 τόπι θά άσχοληθοΰμε πιό συνοπτικά μέ τήν **ήλεκτρική καί ύδραυλική μετάδοση κι-
 νήσεως** στίς έργαλειομηχανές.

2.3.2 Μετάδοση περιστροφικής κινήσεως στίς έργαλειομηχανές.

Α. Ή κλιμάκωση τών περιστροφικών ταχυτήτων.

Γιά περιστροφική πρωτεύουσα κίνηση μιās έργαλειομηχανής ή ταχύτητα κοπής
 υ καί ή περιστροφική ταχύτητα τής άτράκτου της η συνδέονται μέ τίς γνωστές μας
 σχέσεις:

$$u = \frac{\pi d \cdot n}{1000} \quad [\text{m/min}] \quad \text{καί} \quad n = \frac{1000u}{\pi d} \quad [\text{στρ/min}] \quad (2.1)$$

όπου d σέ mm είναι ή διάμετρος του κατεργαζόμενου κομματιού (π.χ. στήν τόρνευση) ή ή διάμετρος του κοπτικού έργαλείου (π.χ. τής φραιζας ή του τρυπανιού).

Οι άκραιές περιστροφικές ταχύτητες τής άτράκτου (μέγιστη n_μ και έλάχιστη n_ϵ) μπορούν νά υπολογισθούν, άν είναι αντίστοιχα γνωστές ή έλάχιστη d_ϵ και ή μέγιστη d_μ διάμετρος του κομματιού ή του έργαλείου και ή μέγιστη u_μ και ή έλάχιστη u_ϵ ταχύτητα κοπής από τίς παρακάτω σχέσεις:

$$n_\mu = \frac{1000u_\mu}{\pi d_\epsilon} \quad \text{και} \quad n_\epsilon = \frac{1000u_\epsilon}{\pi d_\mu} \quad (2.2)$$

Και ό λόγος τών άκραιών περιστροφικών ταχυτήτων B προσδιορίζεται, άν θεωρήσει κανένας τίς σχέσεις (2.2), ώς:

$$B = \frac{n_\mu}{n_\epsilon} = \frac{1000u_\mu}{\pi d_\epsilon} : \frac{1000u_\epsilon}{\pi d_\mu} = \frac{u_\mu}{u_\epsilon} \cdot \frac{d_\mu}{d_\epsilon} = B_u \cdot B_d \geq 1 \quad (2.3)$$

όπου $B_u = u_\mu/u_\epsilon$ είναι ό λόγος τών άκραιών ταχυτήτων κοπής και $B_d = d_\mu/d_\epsilon$ ό λόγος τών άκραιών διαμέτρων. Τό B είναι δυνατό νά πάρει αρκετά μεγάλες τιμές, άν βέβαια οι περιοχές στίς όποιές μεταβάλλονται τά u και d είναι πλατιές.

Στήν πράξη, όπως τονίσαμε προηγουμένως, ή περιοχή περιστροφικών ταχυτήτων από n_ϵ μέχρι n_μ καλύπτεται μέ **κλιμακωτή διαβάθμισή τους**.

Σύμφωνα μέ τήν ισχύουσα προτυποποίηση (DIN 804) οι v περιστροφικές ταχύτητες από n_ϵ ώς n_μ ακολουθούν γεωμετρική πρόοδο μέ λόγο Φ , δηλαδή:

$$n_\epsilon = n_1 = n_1\Phi^0, \quad n_2 = n_1\Phi, \quad n_3 = n_1\Phi^2, \dots, \quad n_v = n_\mu = n_1\Phi^{v-1} = n_\epsilon\Phi^{v-1} \quad (2.4)$$

Ή γεωμετρική πρόοδος προτιμάται από τήν αριθμητική, γιατί παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα και ιδιαίτερα γιατί εξασφαλίζει σχετικά όμοιόμορφη διαβάθμιση τών περιστροφικών ταχυτήτων μέσα στό πεδίο, όπου μεταβάλλονται.

Ό λόγος τής γεωμετρικής πρόοδου (2.4) θά είναι:

$$\Phi = \left(\frac{n_v}{n_1} \right)^{\frac{1}{v-1}} \quad \text{ή} \quad \Phi = \left(\frac{n_\mu}{n_2} \right)^{\frac{1}{v-1}} \quad \text{ή} \quad \Phi = B^{\frac{1}{v-1}} \quad (2.5)$$

λόγω τής σχέσεως (2.3).

Οι περιστροφικές ταχύτητες τών συστημάτων μεταδόσεως κινήσεως στίς έργαλειομηχανές προτυποποιούνται μέ βάση τή **σειρά Ρενάρ** (Renard) R20, δηλαδή μία γεωμετρική πρόοδος μέ λόγο $\Phi = \sqrt[20]{10} = 1,12$. Θά πρέπει έδώ νά τονίσουμε ότι οι προτυποποιημένες αυτές περιστροφικές ταχύτητες καθορίζονται σέ **πλήρες φορτίο** του ήλεκτροκινητήρα τής έργαλειομηχανής.

Ός άφετηρία γιά τίς περιστροφικές ταχύτητες παίρνομε συνήθως τήν περιστροφική ταχύτητα υπό πλήρης φορτίο του άσύγχρονου ήλεκτροκινητήρα τής έργαλειομηχανής (παράγρ. 2.4.1), ή όποία γιά διπολικό ή τετραπολικό ήλεκτροκινητήρα παίρνει αντίστοιχα τίς τιμές 2800 ή 1400 στρ/μίν.

Στόν Πίνακα 2.3.1 δίνουμε προτυποποιημένες περιστροφικές ταχύτητες τής ά-

τράκτου εργαλειομηχανών που ανήκουν στις αναφερόμενες σειρές Ρενάρ. Όμοια στον Πίνακα 2.3.2 παραθέτομε προτυποποιημένες τιμές για την ταχύτητα προώσεως σε mm/min.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3.1

Προτυποποιημένες περιστροφικές ταχύτητες (στρ/min) για πλήρη φόρτο ηλεκτροκινητήρα κατά DIN 804

R20*	R20/2	R20/3	R20/4		R20/6
$\Phi = 1,12$	$\Phi = 1,25$	$\Phi = 1,4$	(1400) $\Phi = 1,6$	(2800) $\Phi = 1,6$	$\Phi = 2$
100					
112	112	11,2		112	11,2
125		125			
140	140	1400	140		1400
160		16		180	180
180	180	180			
200		2000			
224	224	22,4	224		22,4
250		250			
280	280	2800		280	2800
315		31,5			
355	355	335	335		335
400		4000			
450	450	45		450	45
500		500			
560	560	5600	560		5600
630		63			
710	710	710		710	710
800		8000			
900	900	90	900		90
1000		1000			

* Όρια άνοχής της σειράς R20 για μηχανική μετάδοση κινήσεως: $\pm 2\%$.

Η μετάδοση περιστροφικής κινήσεως στις εργαλειομηχανές παίρνει τις ακόλουθες μορφές:

- Κλιμακωτή ίμαντοκίνηση.
- Κλιμακωτή μετάδοση με όδοντοτροχούς και
- συνεχής μετάδοση.

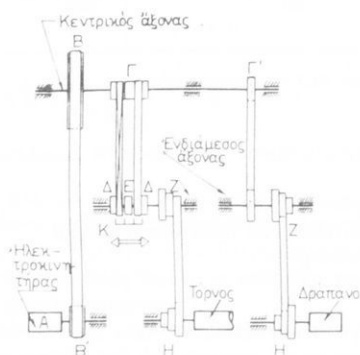
Β. Η ίμαντοκίνηση στις εργαλειομηχανές.

Η μετάδοση περιστροφικής κινήσεως με ίμάντες και τροχαλίες στις εργαλειομηχανές επιτυγχάνεται με το σύστημα της καλούμενης **όμαδικής κινήσεως** (σχ. 2.3α) και με το σύστημα της **άτομικης κινήσεως** (σχ. 2.1). Στην όμαδική κίνηση ένας ηλεκτροκινητήρας δίνει κίνηση σε ένα κεντρικό άξονα και από αυτόν παίρνει

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3.2
Προτυποποιημένες ταχύτητες προώσεως σε mm/μίν κατά DIN 803.

R20* $\phi = 1,12 \neq$	R10 $\phi = 1,25$	R20/3 $\phi = 1,4$	R5 $\phi = 1,6$	R10/3 $\phi = 2$
1	1	1	1	1
1,12		11,2		
1,25	1,25	0,125		0,125
1,4		1,4		
1,6	1,6	16	1,6	16
1,8		0,18		
2	2	2		2
2,24		22,4		
2,5	2,5	0,25	2,5	0,25
2,8		2,8		
3,15	3,15	31,5		31,5
3,55		0,355		
4	4	4	4	4
4,5		45		
5	5	0,5		0,5
5,6		5,6		
6,3	6,3	63	6,3	63
7,1		0,71		
8	8	8		8
9		90		
10	10		10	

* Όρια άνοχής της σειράς R20 για μηχανική μετάδοση κινήσεως: $\pm 2\%$



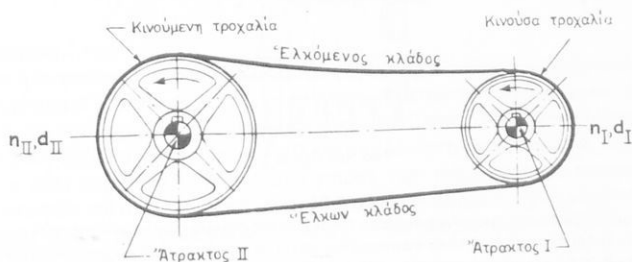
Σχ. 2.3α.

Σύστημα ομαδικής ίμαντοκινήσεως έργαλειομηχανών. (Α ηλεκτροκινητήρας, Β, Β', Γ, Γ', Ε, Ζ, Η σταθερές τροχαλίες, Δ ελεύθερες τροχαλίες, Κ μεταφορέας ίμαντα).

κίνηση μία ομάδα έργαλειομηχανών εγκαταστημένων σε καθορισμένο χώρο ή και όλες οι έργαλειομηχανές του μηχανουργείου, αν ο αριθμός τους είναι μικρός. Τό σύστημα αυτό έχει σήμερα εγκαταλειφθεί, γιατί παρουσιάζει πολλά μειονεκτήματα, τό συναντούμε όμως ακόμα σε παλιά μηχανουργεία. Τό σπουδαιότερο από τά μειονεκτήματα τής ομαδικής κινήσεως έργαλειομηχανών είναι ότι μία οποιαδήποτε βλάβη στο σύστημα έχει ως αποτέλεσμα τό σταμάτημα όλων τών έργαλειομηχανών πού συνδέονται σε αυτό.

Στήν άτομική κίνηση κάθε εγκαταστημένη έργαλειομηχανή κινείται από δικό της ξεχωριστό ηλεκτροκινητήρα (υπάρχουν καί έργαλειομηχανές μέ περισσότερους από ένα ηλεκτροκινητήρες). Είναι ή σύγχρονη μετάδοση κινήσεως στίς έργαλειομηχανές, πού εξασφαλίζει στήν κάθε έργαλειομηχανή ανεξαρτησία λειτουργίας. Σε ένα τέτοιο σύστημα, ίμαντοκίνηση χρησιμοποιείται μόνο από τόν ηλεκτροκινητήρα πρός τό κιβώτιο ταχυτήτων συνήθως μέσω τραπεζοειδών ίμάντων. Επί πλέον ίμαντοκίνηση εφαρμόζομε καί σε περιπτώσεις μεταδόσεως ψηλών περιστροφικών ταχυτήτων κατευθείαν στήν άτρακτο τής έργαλειομηχανής πρός άποφυγή άπαράδεκτων δονήσεων, αναπόφευκτων κατά τή μετάδοση κινήσεως μέ όδοντωτούς τροχούς σε ψηλές περιστροφικές ταχύτητες (π.χ. σε λειαντικά μηχανήματα).

Στήν ίμαντοκίνηση (σχ. 2.3β), όπως γνωρίζομε από τά Στοιχεία Μηχανών, τή σχέση μεταδόσεως κινήσεως ή από τόν κινητήριο άξονα I στόν κινούμενο άξονα II τήν όρίζομε ως ένα κλάσμα, στο όποιο αριθμητής είναι ή περιστροφική ταχύτητα



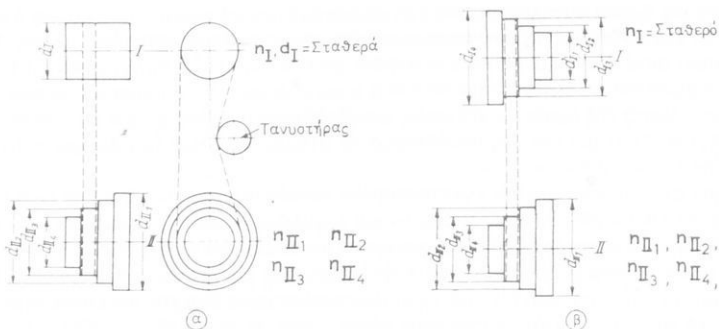
Σχ. 2.3β.

Διάταξη καί χαρακτηριστικά μιάς ίμαντοκινήσεως.

του κινούμενου άξονα n_{II} ή ή διάμετρος τής κινητήριας τροχαλίας d_I καί παρονομαστής ή περιστροφική ταχύτητα του κινητήριου άξονα n_I ή ή διάμετρος τής κινούμενης τροχαλίας d_{II} δηλαδή :

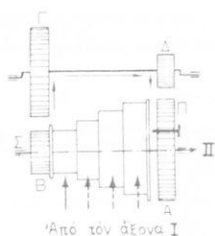
$$i = \frac{n_{II}}{n_I} = \frac{d_I}{d_{II}} \quad (2.6)$$

Η ίμαντοκίνηση γίνεται κλιμακωτή είτε μέ κινητήρια τροχαλία σταθερής διαμέτρου καί κινούμενη τροχαλία βαθμιδωτή [σχ. 2.3γ(α)] είτε μέ βαθμιδωτές καί τίς δύο τροχαλίες [σχ. 2.3γ(β)]. Για νά επιτύχομε διπλασιασμό τών περιστροφικών ταχυτήτων του κινούμενου άξονα μπορούμε νά χρησιμοποιήσομε συνδυασμό από βαθμιδωτές τροχαλίες καί όδοντοτροχούς, όπως βλέπομε στο σχήμα 2.3δ.



Σχ. 2.3γ.

Ιμαντοκίνηση: α) Κινητήρια τροχαλία σταθερής διαμέτρου — βαθμιδωτή κινούμενη τροχαλία. β) Βαθμιδωτές κινητήρια καί κινούμενη τροχαλία.



Σχ. 2.3δ.

Μικτό σύστημα βαθμιδωτής τροχαλίας καί όδοντοτροχών γιά αύξηση τών περιστροφικών ταχυτήτων στόν άξονα II. Ο όδοντοτροχός Α είναι σφηνωμένος πάγια μέ τήν άτρακτο τής εργαλειομηχανής καί ο όδοντοτροχός Β στήν κλιμακωτή τροχαλία. Μέ άπευθείας σύνδεση τής κλιμακωτής τροχαλίας στόν όδοντοτροχό Α μέ τό συνδετικό πείρο Π καί μέ άποσυνπλεγμένους τούς όδοντοτροχούς Γ καί Δ παίρνουμε στήν άτρακτο τής περιστροφικής ταχύτητας $\eta_{II1}, \dots, \eta_{II4}$. Μέ άποσύνπλεξη τού όδοντοτροχού Α άπό τήν τροχαλία (τραβούμε τόν πείρο Π πρός τό έξω) ή άτρακτος παίρνει κίνηση μέσω τών όδοντοτροχών Γ καί Δ, όπως μäs δείχνουν τά βέλη μέ άποτέλεσμα ή άτρακτος νά έχει δυνατότητα κινήσεως μέ άλλες τέσσερες περιστροφικές ταχύτητες $\eta_{III1}, \dots, \eta_{III4}$ ανάλογα μέ τής σχέσεις μεταδόσεως τών ζευγών Β/Γ καί Δ/Α.

Παρακάτω δίνουμε χρήσιμες σχέσεις γιά τήν Ιμαντοκίνηση χωρίς νά τίς άποδεικνύουμε. Ο προσδιορισμός αυτών τών σχέσεων είναι πολύ εύκολος άπό τή βασική σχέση (2.6) καί τόν άφήνουμε στους μαθητές γιά άσκηση.

α) Κινητήρια τροχαλία μέ σταθερή διάμετρο καί βαθμιδωτή ή κινούμενη τροχαλία [σχ. 2.3γ(α)]:

$$\frac{d_{II1}}{d_{II2}} = \frac{d_{II2}}{d_{II3}} = \frac{d_{II4}}{d_{II3}} = \phi \quad (2.7)$$

Οι διάμετροι των βαθμίδων δηλαδή της κινούμενης τροχαλίας ακολουθούν και αυτές γεωμετρική πρόοδο με λόγο το λόγο ϕ της γεωμετρικής προόδου των περιστροφικών ταχυτήτων.

β) Περίπτωση βαθμιδωτής της κινητήριας και κινούμενης τροχαλίας [σχ. 2.3γ(β)]:

Γιά τη ν-στή βαθμίδα των δύο τροχαλιών (κινητήριας και κινούμενης) ισχύει:

$$d_{IV} = C \left(\frac{i_V}{i_V + 1} \right) \quad \text{καί} \quad d_{IIV} = C \left(\frac{1}{i_V + 1} \right) \quad (2.8)$$

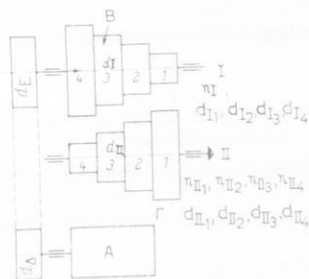
μέ την προϋπόθεση ότι το άθροισμα των αντίστοιχων διαμέτρων της ν-στής βαθμίδας θα είναι σταθερό, δηλαδή $d_{IV} + d_{IIV} = C = \text{σταθερό}$ (απαίτηση για τη σταθερότητα του μήκους του ἱμάντα) και όπου $i_V = d_{IV}/d_{IIV}$ σύμφωνα με τόν ὀρισμό (2.6).

Ἐπίσης ὑποθέτοντας ἰσότητα της διαμέτρου των συμμετρικῶν βαθμίδων των τροχαλιῶν, δηλαδή $d_{I_4} = d_{II_1}$, $d_{I_1} = d_{II_4}$, $d_{I_3} = d_{II_2}$ καί $d_{I_2} = d_{II_3}$, ἡ σταθερή περιστροφική ταχύτητα τοῦ ἄξονα I βρίσκεται ἀπὸ τὴ σχέση:

$$n_I = n_{II_1} \cdot \phi \left(\frac{\nu - 1}{2} \right) \quad (2.9)$$

Παράδειγμα.

Στὴν ἱμαντοκίνηση τοῦ σχήματος 2.3ε ὁ ἄξονας I παίρνει κίνηση ἀπὸ τὸν ἡλεκτροκινητὴρα A καὶ τὴν μεταδίδει στὸν ἄξονα II μέσω των βαθμιδωτῶν τροχαλιῶν B καὶ Γ. Οἱ τέσσερες ($\nu = 4$) περιστροφικὲς ταχύτητες τοῦ ἄξονα II ἀκολουθοῦν γεωμετρικὴ πρόοδο μετὰ λόγος $\phi = 1,40$ καὶ μετὰ ἐλάχιστη περιστροφικὴ ταχύτητα $n_{II_1} = n_e = 250$ στρ/μιν. Ὁ ἡλεκτροκινητήρας ἔχει περιστροφικὴ ταχύτητα $n_A = 1400$ στρ/μιν καὶ οἱ διάμετροι τῶν συμμετρικῶν βαθμίδων τῶν τροχαλιῶν B καὶ Γ εἶναι ἰσες. Ἀκόμα παίρνομε προαιρετικὰ $d_A = 80$ mm καὶ $d_{I_1} = 140$ mm.



Σχ. 2.3ε.

Στοιχεῖα ἱμαντοκινήσεως γιὰ τὸ παράδειγμα.

Ζητούμε να υπολογισθούν:

α) Οι περιστροφικές ταχύτητες του άξονα II.

β) Η σταθερή ταχύτητα n_I του άξονα I και

γ) οι διάμετροι των υπολοίπων βαθμίδων και των δύο τροχαλιών B και Γ, όπως και η διάμετρος d_E της τροχαλίας E.

α) Έφ'όσο δίνεται η ελάχιστη περιστροφική ταχύτητα του άξονα II, δηλαδή $n_{II_1} = 250$ στρ/μίν και ο λόγος της γεωμετρικής προόδου που ακολουθούν οι περιστροφικές ταχύτητες του άξονα αυτού ($\phi = 1,4$), οι υπόλοιπες ταχύτητες είναι δυνατό είτε να εκλεγούν από τον Πίνακα 2.3.1 είτε να υπολογισθούν με τη βοήθεια των σχέσεων (2.4). Όποιοιδήποτε τρόπο και αν χρησιμοποιήσουμε, οι περιστροφικές ταχύτητες του άξονα II θα είναι περίπου:

$$n_{II_1} = 250, n_{II_2} = 355, n_{II_3} = 500 \text{ και } n_{II_4} = 710 \text{ στρ/μίν.}$$

β) Την περιστροφική ταχύτητα n_I την υπολογίζουμε από τη σχέση (2.9). Έτσι, αντικαθιστώντας τα n_{II_1} και ϕ με τις δοσμένες τιμές τους θα πάρουμε:

$$n_I = 250 \times 1,4^{(4-3/2)} = 250 \times 1,4^{1,5*} = 250 \times 1,7 = 425 \text{ στρ/μίν.}$$

γ) Έπειδή έχει δοθεί ότι οι διάμετροι των συμμετρικών βαθμίδων των τροχαλιών B και Γ είναι ίσες προκύπτει ότι:

$$d_{I_1} = d_{II_4} = 140 \text{ mm}, \quad d_{I_2} = d_{II_3}, \quad d_{I_3} = d_{II_2} \quad \text{και} \quad d_{I_4} = d_{II_1}.$$

Για να βρούμε τώρα τις διαμέτρους των υπολοίπων βαθμίδων των τροχαλιών χρησιμοποιούμε τις σχέσεις (2.8). Θα πρέπει άρα να υπολογίσουμε πρώτα τη σταθερά C, π.χ. για το άθροισμα των διαμέτρων $d_{I_1} + d_{II_1} = C$. Η διάμετρος d_{II_1} , είναι δυνατό να βρεθεί με τη βοήθεια της βασικής σχέσεως (2.6), δηλαδή:

$$d_{II_1} = d_{I_1} \cdot \frac{n_I}{n_{II_1}} = 140 \times \frac{425}{250} = 238 \text{ mm}$$

άρα,

$$C = 140 + 238 = 378 \text{ mm}$$

Προχωρώντας στον υπολογισμό των υπολοίπων διαμέτρων [σχέσεις (2.8)] βρίσκουμε:

$$d_{I_2} = d_{II_3} = C \left(\frac{i_2}{1 + i_2} \right) = 378 \frac{0,835}{1,835} = 172 \text{ mm}$$

όπου

$$i_2 = n_{II_2} / n_I = 355 / 425 = 0,835$$

και

$$d_{I_3} = d_{II_2} = C - d_{I_2} = 378 - 172 = 206 \text{ mm}$$

* Την αριθμητική αυτή πράξη μπορούμε να την εκτελέσουμε με τη βοήθεια των λογαρίθμων, όπως εκάναμε και στο παράδειγμα στη σελίδα 51.

Τέλος η διάμετρος d_E τῆς τροχαλίας E υπολογίζεται από τή δοσμένη διάμετρο d_Δ τῆς τροχαλίας Δ κατά τὰ γνωστά, δηλαδή:

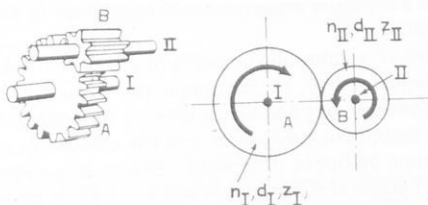
$$d_E = d_\Delta \cdot \frac{n_A}{n_I} = 80 \times \frac{1400}{425} = 264 \text{ mm.}$$

Γ. Κλιμακωτή μετάδοση κινήσεως με ὀδοντοτροχοῦς.

Τό εἶδος αὐτό μεταδόσεως κινήσεως στίς ἐργαλειομηχανές πραγματοποιεῖται μέ τὰ κιβώτια ταχυτήτων καί μέ τὰ κιβώτια προώσεως, γιά τὰ ὁποῖα θά μιλήσουμε παρακάτω στήν παράγραφο 2.3.2 (Δ). Ἐδῶ θά δώσουμε μερικά στοιχεῖα σχετικά μέ τήν κλιμακωτή αὐτή μετάδοση κινήσεως μέ ὀδοντοτροχοῦς.

Καί ἀρχίζομε ἀπό τό γνωστό μας ὄρισμό τῆς σχέσεως μεταδόσεως κινήσεως ὁ ὁποῖος εἶναι παρόμοιος μέ ἐκεῖνο πού δώσαμε στήν ἱμαντοκίνηση [σχέση (2.6)]. Εἶναι ἕνα κλάσμα, στό ὁποῖο ἀριθμητής εἶναι ἡ περιστροφική ταχύτητα n_{II} τοῦ κινούμενου ἄξονα (σχ. 2.3στ) ἢ ἡ ἀρχική διάμετρος d_I ἢ ὁ ἀριθμός τῶν δοντιῶν Z_I τοῦ κινητήριου ὀδοντοτροχοῦ καί παρονομαστής ἡ περιστροφική ταχύτητα n_I τοῦ κινητήριου ἄξονα ἢ ἡ ἀρχική διάμετρος d_{II} ἢ ὁ ἀριθμός δοντιῶν Z_2 τοῦ κινούμενου ὀδοντοτροχοῦ, δηλαδή:

$$u = \frac{n_{II}}{n_I} = \frac{d_I}{d_{II}} = \frac{Z_I}{Z_{II}} \quad (2.10)$$



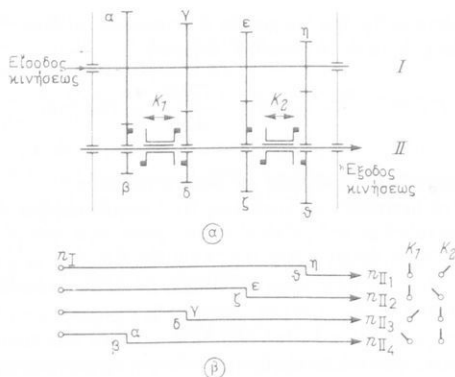
Σχ. 2.3στ.

Στοιχεῖα μεταδόσεως κινήσεως μέ ἕνα ζεύγος ὀδοντοτροχῶν. (A κινητήριος ὀδοντοτροχός, I κινητήριος ἄξονας, B κινούμενος ὀδοντοτροχός, II κινούμενος ἄξονας).

Κάθε κλιμακωτή μετάδοση κινήσεως μέ ὀδοντοτροχοῦς (π.χ. ἕνα κιβώτιο ταχυτήτων) τήν παριστάνομε μέ τὰ ἀκόλουθα διαγράμματα:

α) Μέ τό **κινηματικό διάγραμμα** [σχ. 2.3ζ(α)]. Σέ αὐτό φαίνεται ἡ ὅλη δομή τῆς μεταδόσεως κινήσεως (τροχαλίες, ἱμάντες, ἄξονες, ὀδοντοτροχοί, συμπλέκτες κ.ἄ.) καί τὰ διάφορα στοιχεῖα μεταδόσεως κινήσεως τὰ παριστάνομε μέ προτυποποιημένα σύμβολα (σχ. 2.3η).

β) Μέ τό διάγραμμα **ζεύξεως καί ροῆς ἰσχύος** [σχ. 2.3ζ(β)]. Ἐδῶ εἰκονίζεται ἀπό τό ἕνα μέρος ὁ δρόμος τόν ὁποῖο ἀκολουθεῖ ἡ ἰσχύς ἀπό τήν εἴσοδο τῆς μεταδόσεως κινήσεως (τοῦ κιβωτίου ταχυτήτων) μέχρι τήν ἐξοδο, ὅπου παίρνομε τίς κλιμακωμένες περιστροφικές ταχύτητες n_{I_1} , n_{II_2} κλπ., καί ἀπό τό ἄλλο οἱ διάφορες



Σχ. 2.35.

α) Τό κινηματικό διάγραμμα μιάς μεταδόσεως περιστροφικής κινήσεως (π.χ. κιβώτιο ταχυτήτων). β) Τό διάγραμμα ζεύξεως καί ροής ισχύος.

θέσεις τις οποίες παίρνουν τὰ στοιχεῖα ἐλέγχου, τῆς μεταδόσεως, ὅπως εἶναι οἱ συμπλέκτες K_1 καί K_2 καί

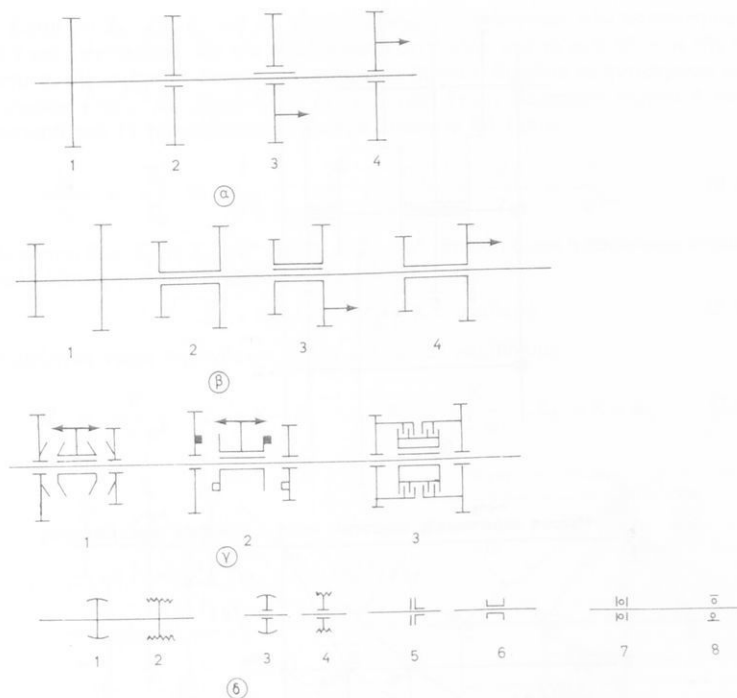
γ) μέ τό **δικτυωτό διάγραμμα περιστροφικῶν ταχυτήτων** (ἢ **διάγραμμα Γκέρμαρ, Germar**) [σχ. 2.3θ(β)].

Τό διάγραμμα αὐτό τό χαράσσομε μέ βάση τό κινηματικό διάγραμμα τοῦ κιβωτίου μεταδόσεως κινήσεως [π.χ. τό διάγραμμα τοῦ σχήματος 2.3θ(α)] ὡς ἑξῆς:

Σύρομε ἀξονικές ἰσαπέχουσες ὀριζόντιες εὐθεῖες, πού παριστάνουν τοὺς ἀξονες τοῦ κιβωτίου καί τις ἀριθμοῦμε ἀρχίζοντας ἀπό τήν εἰσδοο τῆς κινήσεως πρὸς τήν ἐξοδοο τῆς μέ λατινικούς ἀριθμούς (I, II, III,...). Ἐπάνω στίς εὐθεῖες αὐτές ὀρίζομε ἴσα διαστήματα μέ τή βοήθεια τῶν σημείων A, B, Γ,..., I. Κάθε σημεῖο παριστάνει μία περιστροφική ταχύτητα καί κάθε διάστημα ἀντιπροσωπεύει τό δεκαδικό λογάριθμο τοῦ προτυποποιημένου λόγου τῆς γεωμετρικῆς προόδου, πού ἀκολουθοῦν οἱ περιστροφικές ταχύτητες τοῦ ἀξονα ἐξόδου τοῦ κιβωτίου (τοῦ ἀξονα III στό σχῆμα 2.3θ), δηλαδή $\log \phi$. Τό τελευταῖο εἶναι προφανές ἐπειδή γιά ὅποιοιδήποτε δύο διαδοχικές περιστροφικές ταχύτητες τοῦ ἀξονα III (π.χ. γιά τή n_{III_5} καί n_{III_4}) θά ἔχομε:

$$n_{III_5} = n_{III_4} \cdot \phi \quad \eta \quad \log n_{III_5} = \log \phi + \log n_{III_4} \quad \eta \quad \log \phi = \log n_{III_5} - \log n_{III_4}$$

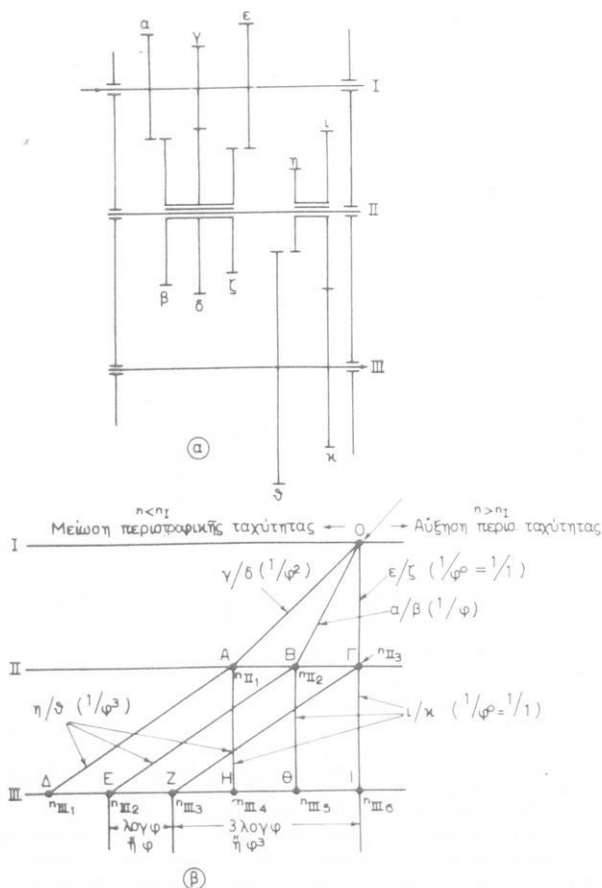
Ἀρχίζομε συνήθως ἀπό τήν περιστροφική ταχύτητα εἰσόδου n_I (σημεῖο O) ἢ ὅποια μπορεῖ νά εἶναι καί ἡ περιστροφική ταχύτητα τοῦ ἠλεκτροκινητήρα. Κάθε ζεύγος ὀδοντοτροχῶν μέ τή σχέση μεταδόσεως του παριστάνεται ἀπό μία εὐθεῖα πού ἐνώνει δύο σημεία διαδοχικῶν ἀξόνων, δηλαδή τις δύο περιστροφικές ταχύτητες, πού μᾶς προσδιορίζουν τή σχέση μεταδόσεως πού ἀντιπροσωπεύει ἡ εὐθεῖα. Ἐπί πλέον παραδεχόμεστε ὅτι οἱ περιστροφικές ταχύτητες μειώνονται προοδευτικά καθώς προχωροῦμε στό διάγραμμα πρὸς τὰ ἀριστερά τοῦ σημείου O (ἢ



Σχ. 2.3η.

Προτυποποιημένα σύμβολα διαφόρων στοιχείων μεταδόσεως κινήσεως. α) Παράλληλοι οδοντοτροχοί με ίσια δόντια: 1 σταθερός, 2 ελεύθερος, 3 ολισθαίνων σέ πολύσφηνο άξονα, 4 ολισθαίνων. β) Πολλαπλοί παράλληλοι οδοντοτροχοί: 1 σταθερός, 2 ελεύθερος, 3 ολισθαίνων σέ πολύσφηνο άξονα, 4 ολισθαίνων. γ) Συμπλέκτες οδοντοτροχοῦ σέ πολύσφηνο άξονα: 1 συμπλέκτης τριβής, 2 οδοντωτός συμπλέκτης, 3 ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης. δ) Τροχαλία γιά πλατύ ιμάντα (1 σταθερή, 3 ελεύθερη), τροχαλία γιά τραπεζοειδή ιμάντα (2 σταθερή, 4 ελεύθερη), έδρανο ολισθήσεως (5 άξονικό, 6 άκτινικό), έδρανο κυλίσεως (7 άξονικό, 8 άκτινικό).

των προβολών του στους άξονες II και III, δηλαδή των σημείων Γ ή Ι), ενώ αύξάνονται όσο πηγαίνουμε προς τά δεξιά, άν βέβαια οι περιστροφικές ταχύτητες είναι μεγαλύτερες από τή n_I . Π.χ. στο σχήμα 2.3θ(β) ή εύθεία ΟΑ παριστάνει τό ζεύγος των οδοντωτών τροχών γ/δ πού μεταδίδουν τήν κίνηση από τόν άξονα I στον άξονα II, όπως και τή σχέση μεταδόσεως n_{II}/n_I , ή όποία είναι ίση μέ $1/\Phi^2$ (τό Φ^2 έμφανίζεται, γιατί τό σημείο Α απέχει από τό Γ, προβολή του Ο στον άξονα II, κατά δύο ίσα διαστήματα, δηλαδή κατά 2 λογφ, όπου αντίστοιχέ τό Φ^2). Άρα, ή περιστροφική ταχύτητα πού αντιπροσωπεύεται από τό σημείο Α, δηλαδή ή n_{II} , θα ίσοῦται προς n_I/Φ^2 . Όμοίως ή περιστροφική ταχύτητα n_{III} , πού φθάνει στον



Σχ. 2.30.

- α) Τό κινηματικό διάγραμμα μιάς μεταδόσεως κινήσεως (τρεις άξονες — έξ περιστροφικές ταχύτητες).
 β) Ένα δικτυωτό διάγραμμα περιστροφικών ταχυτήτων (ή διάγραμμα Γκέμπαρ) τής μεταδόσεως κινήσεως πού έχει τό παραπάνω (α) κινηματικό διάγραμμα.

άξονα III μέσω των ζευγών όδοντοτροχών γ/δ καί η/θ θά είναι φ^3 (τό σημείο Δ άπέχει κατά 3λογφ από τό σημείο H) φορές μικρότερη από τή n_{III4} , πού πραγματοποιοίεται μέ τή βοήθεια των ζευγών όδοντωτών τροχών γ/δ καί ι/κ .

Στήν περίπτωση ζεύξεως δύο άξόνων μέ διάφορα ζεύγη όδοντοτροχών π.χ. a/β καί γ/δ (σχ. 2.31) πού νά έχουν τό ίδιο μετρικό διαμετρικό βήμα (μοντούλ, $m = t/\pi$, όπου t είναι τό βήμα τής όδοντώσεως), ό άριθμός των δοντιών των όδοντοτροχών βρίσκειται ως έξής:

Έστω ότι Z_a , Z_β , Z_γ και Z_δ είναι ο αριθμός των δοντιών των οδοντοτροχών α, β, γ και δ αντίστοιχα. Με την προϋπόθεση ότι η κάθε σχέση μεταδόσεως της περιστροφικής κινήσεως από τον άξονα Ι στον άξονα ΙΙ θά είναι το αντίστροφο μιας δυνάμεως ($1/\phi^x$, $1/\phi^y$ όπου $x, y = 0, 1, 2, \dots$, γιατί έχουμε θεωρήσει σημεία Α και Β άριστερά του Γ) του προτυποποιημένου λόγου ϕ θά έχουμε:

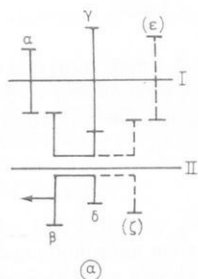
$$\frac{n_{II_1}}{n_I} = \frac{Z_a}{Z_\beta} = \frac{1}{\phi^x} \quad \text{καί} \quad \frac{n_{II_2}}{n_I} = \frac{Z_\gamma}{Z_\delta} = \frac{1}{\phi^y} \quad (2.11)$$

Προκύπτει άρα: $Z_\beta = Z_a \cdot \phi^x$ και $Z_\delta = Z_\gamma \cdot \phi^y$. Έπειδή όμως η απόσταση ανάμεσα στους άξονες παραμένει σταθερή θά πρέπει:

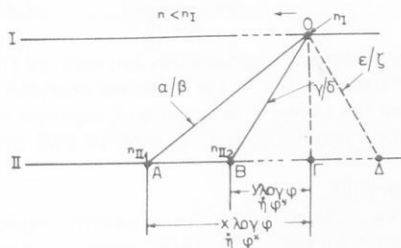
$$Z_a + Z_\beta = Z_\gamma + Z_\delta = K = \text{σταθερό} \quad (2.12)$$

Θεωρώντας τώρα τις σχέσεις (2.11) και (2.12) λαμβάνουμε:

$$Z_a = \frac{K}{1 + \phi^x} \quad Z_\beta = K - Z_a, \quad Z_\gamma = \frac{K}{1 + \phi^y}, \quad Z_\delta = K - Z_\gamma \quad (2.13)$$



α)



β)

Σχ. 2.3ι.

Στοιχεία για το προσδιορισμό του αριθμού δοντιών οδοντοτροχών ζεύξεως δύο άξωνων. α) Κινηματικό διάγραμμα. β) Αντίστοιχο δικτυωτό διάγραμμα.

Έδω θά πρέπει να σημειώσουμε ότι κατά τη σχεδίαση των κιβωτίων μεταδόσεως κινήσεως ο ελάχιστος αριθμός δοντιών του μικρότερου οδοντοτροχού δέν θά πρέπει να είναι μικρότερος του 14 και η μέγιστη σχέση μεταδόσεως από άξονα σέ άξονα άφείλει να κυμαίνεται ανάμεσα στό 1:4 και 1:0,5.

Παράδειγμα.

Άς πούμε ότι σέ ένα τórνο θέλουμε να κατεργαζόμαστε κομμάτια μέ διαμέτρους πού να κυμαίνονται από $d_e = 10 \text{ mm}$ μέχρι $d_\mu = 30 \text{ mm}$ και μέ ταχύτητες κοπής πού να ποικίλλουν μέσα στήν περιοχή από $u_e = 24 \text{ m/min}$ ως $u_\mu = 44 \text{ m/min}$. Ό τórνος διαθέτει έξι περιστροφικές ταχύτητες στήν άτρακτό του και ή περιστροφική ταχύτητα εισόδου στό κιβώτιο είναι: $n_I = 1400 \text{ στρ/min}$.

Ζητούμε για τό κιβώτιο ταχυτήτων του τórνου αυτού τά ακόλουθα:

α) Νά υπολογισθούν οι όριακές περιστροφικές ταχύτητες του κιβωτίου n_e και n_μ και νά έκλεγεί ή προτυποποιημένη τιμή του λόγου ϕ .

β) Νά χαραχθεί τό δικτυωτό διάγραμμα τοῦ κιβωτίου, ἂν τό κινηματικό του διάγραμμα ἔχει τή μορφή τοῦ σχήματος 2.3θ(α) καί

γ) νά ὑπολογισθεῖ ὁ ἀριθμός δοντιῶν ὄλων τῶν ὀδοντοτροχῶν τοῦ κιβωτίου αὐτοῦ ταχυτήτων, ἂν ὁ ἀριθμός δοντιῶν τοῦ μικρότερου ὀδοντοτροχοῦ κάθε μερικής μεταδόσεως κινήσεως εἶναι 20.

Ἑρώτημα (α):

Μέ τή βοήθεια τῶν τύπων (2.2) βρίσκουμε:

$$n_{\mu} = \frac{1000 \times 44}{\pi \times 10} = 1400 \text{ στρ/μιν}, \quad n_{\epsilon} = \frac{1000 \times 24}{\pi \times 30} = 255 \text{ στρ/μιν}$$

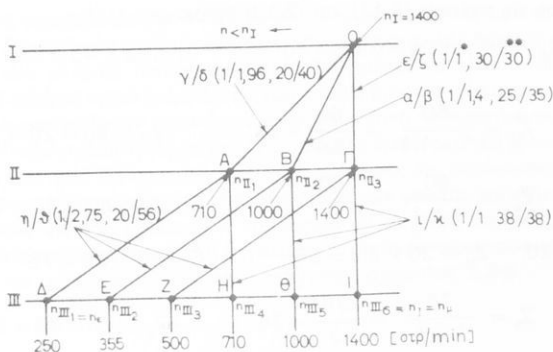
καί ἀπό τή σχέση (2.5) ὑπολογίζουμε τό λόγο τῆς γεωμετρικῆς προόδου πού ἀκολουθοῦν οἱ περιστροφικές ταχύτητες τοῦ κιβωτίου, δηλαδή:

$$\Phi = \left(\frac{1400}{255} \right)^{\left(\frac{1}{6-1} \right)} = (5,49)^{\frac{1}{5}} = 1,405$$

Ἡ πλησιέστερη προτυποποιημένη τιμή τοῦ Πίνακα 2.3.1 πρὸς αὐτή πού ὑπολόγισαμε εἶναι ἡ $\Phi = 1,4$, τήν ὁποία καί ἐκλέγομε. Ἐπίσης εἶναι δυνατό νά διορθώσουμε καί τήν ἐλάχιστη περιστροφική ταχύτητα πού βρήκαμε, ὥστε νά ἐξισωθεῖ μέ τήν προτυποποιημένη τιμή, δηλαδή μέ 250 στρ/μιν.

Ἑρώτημα (β):

Εἶδαμε προηγουμένως ὅτι ἡ μέγιστη περιστροφική ταχύτητα τοῦ κιβωτίου προσδιορίσθηκε σέ $n_{\mu} = 1400$ στρ/μιν, ἡ ὁποία καί εἶναι προτυποποιημένη τῆς σειρᾶς μέ λόγο $\Phi = 1,4$ (Πίνακας 2.3.1). Ἀρχίζομε τή χάραξη τοῦ δικτυωτοῦ διαγράμματος τοῦ κιβωτίου ἀπό τήν περιστροφική ταχύτητα εἰσόδου $n_I = 1400$ στρ/μιν (σημεῖο Ο, σχ. 2.31α). Ἐπειδή ἡ περιστροφική ταχύτητα εἰσόδου στό κιβώτιο συμπίπτει μέ τή μέγιστη περιστροφική ταχύτητα τῆς ἀτράκτου ($n_I = n_{\mu} = n_{III_5} = 1400$ στρ/μιν), μπορούμε νά δεχθοῦμε τίς σχέσεις μεταδόσεως πού παριστάνονται ἀπό τίς εὐθείες ΟΓ (ε/ζ) καί ΓΙ(ι/κ) ἴσες μέ τή μονάδα. Ἡ πρώτη μερική μετάδοση ἀποτελεῖται ἀπό τόν τριπλό σταθερό ὀδοντοτροχό α-γ-ε στόν ἄξονα Ι καί τόν ὀλισθαίνοντα τριπλό ὀδοντοτροχό β-δ-ζ στόν ἄξονα ΙΙ καί κατά συνέπεια οἱ τρεῖς περιστροφικές ταχύτητες τοῦ ἄξονα ΙΙ θά παριστάνονται ἀπό τά γράμματα Α, Β καί Γ. Οἱ οἰκείες σχέσεις μεταδόσεως ἀναγράφονται στό διάγραμμα. Ἡ δευτέρα μερική μετάδοση περιλαμβάνει τόν ὀλισθαίνοντα διπλό ὀδοντοτροχό η-ι στόν ἄξονα ΙΙ καί τό διπλό ὀδοντοτροχό θ-κ προσαρμοσμένο σταθερά στόν ἄξονα ΙΙΙ. Ἔτσι, ὅταν ὁ ἄξονας ΙΙ π.χ. περιστρέφεται μέ ταχύτητα n_{II_1} , τότε ὁ ἄξονας ΙΙΙ μπορεῖ νά πάρει περιστροφική ταχύτητα n_{III_1} (σημεῖο Δ) μέ ἐμπλεξη τοῦ ζεύγους ὀδοντοτροχῶν η/θ καί n_{III_2} (σημεῖο Η) μέ σύζευξη τῶν ὀδοντοτροχῶν ι/κ. Ἀνάλογα, γιά περιστροφή τοῦ ἄξονα ΙΙ μέ ταχύτητες n_{II_2} καί n_{II_3} καί κατάλληλη ζεύξη τῶν ὀδοντοτροχῶν τῆς δευτέρας μερικῆς μεταδόσεως εἶναι δυνατό νά πάρει ὁ ἄξονας ΙΙΙ καί τίς ὑπόλοιπες περιστροφικές ταχύτητες (σημεῖα Ε, Θ καί Ζ, Ι).



Σχ. 2.31α.

Τό δικτυωτό διάγραμμα της μεταδόσεως περιστροφικής κινήσεως του παραδείγματος [τό αντίστοιχο κινηματικό διάγραμμα εικονίζεται στο σχήμα 2.3θ (α)]

* Σχέση μεταδόσεως, ** Αριθμός δοντιών των όδοντοτροχών του ζεύγους ($Z_e = 30$, $Z_z = 30$).

Όμοίως οι διάφορες σχέσεις μεταδόσεως (γραμμές ΑΔ, ΑΗ κλπ.), φαίνονται στο δικτυωτό διάγραμμα.

Μέ βάση τώρα την περιστροφική ταχύτητα εισόδου $n_I = 1400$ στρ/μιν και τις γνωστές μας σχέσεις μεταδόσεως μπορούμε νά προσδιορίσουμε τις υπόλοιπες (σέ στρ/μιν) ως εξής:

$$n_{II_3} = n_I = 1400, \quad n_{II_2} = \frac{1400}{1.4} = 1000, \quad n_{II_1} = \frac{1400}{1.96} = 715$$

$$n_{III_6} = n_{II_5} = 1400, \quad n_{III_5} = n_{II_2} = 1000, \quad n_{III_4} = n_{II_1} = 715,$$

$$n_{III_3} = \frac{1400}{2.75} = 510$$

$$n_{III_2} = \frac{1000}{2.75} = 364, \quad n_{III_1} = \frac{715}{2.75} = 260$$

Όρισμένες από τις περιστροφικές αυτές ταχύτητες βλέπομε ότι αποκλίνουν κατὰ τι από τις προτυποποιημένες τους τιμές, τις οποίες καί διορθώνομε σύμφωνα με τόν Πίνακα 2.3.1. Έτσι θά ἔχομε τελικά:

Στόν ἄξονα II: $n_{II_1} = 710$, $n_{II_2} = 1000$, $n_{II_3} = 1400$ στρ/μιν.

Στόν ἄξονα III: $n_{III_1} = 250$, $n_{III_2} = 355$, $n_{III_3} = 500$, $n_{III_4} = 710$, $n_{III_5} = 1000$, $n_{III_6} = 1400$ στρ/μιν.

Ερώτημα (γ):

Έχομε ἐκλέξει γιά τοὺς μικρότερους ὀδοντοτροχοὺς $Z_{\gamma} = Z_{\eta} = 20$ δόντια.

Έφαρμόζοντας τις σχέσεις (2.11) και (2.13) βρίσκουμε:

$$Z_{\delta} = 20 \times 1,96 = 39,2 \cong 40, \quad C = 20 + 40 = 60$$

$$Z_{\alpha} = \frac{60}{1 + 1,4} = \frac{60}{2,4} = 25, \quad Z_{\beta} = 60 - 25 = 35$$

$$Z_{\epsilon} = \frac{60}{1 + 1} = \frac{60}{2} = 30, \quad Z_{\zeta} = 60 - 30 = 30$$

$$Z_{\eta} = 20, \quad Z_{\theta} = 20 \times 2,8 = 56, \quad C = 20 + 56 = 76$$

$$Z_{\iota} = \frac{76}{1 + 1} = \frac{76}{2} = 38, \quad Z_{\kappa} = 76 - 38 = 38$$

Δ. Κιβώτια ταχυτήτων και κιβώτια προώσεων.

1. Κιβώτια ταχυτήτων.

α) Γενικά.

Τό κιβώτιο ταχυτήτων περιέχει τὰ διάφορα στοιχεῖα μεταδόσεως κινήσεως (ὀδοντοτροχοὺς, ἄξονες, ἔδρανα, συμπλέκτες, κύρια ἄτρακτος κ.ἄ) πού ὅλα μαζί περιβάλλονται ἀπὸ κατάλληλα σχεδιασμένο γιὰ κάθε περίπτωση κέλυφος. Τό κιβώτιο ταχυτήτων τό συναντοῦμε εἴτε ὡς **ἐνσωματωμένο** μέ τὴν κεφαλὴ τῆς ἀτράκτου εἴτε ὡς **ξεχωριστό κιβώτιο** μέ ἐνδιάμεση μετάδοση πρὸς τὴν ἀτράκτο.

Γιὰ ἱκανοποιητικὴ λειτουργία καὶ ἀπόδοση τῆς ἐργαλειομηχανῆς, ἀπαιτεῖται ὁμαλὴ χωρὶς θορύβους κίνηση τῶν ὀδοντοτροχῶν τοῦ κιβωτίου ταχυτήτων, ὅπως καὶ χωρὶς κραδασμούς κίνηση τῆς ἀτράκτου. Αὐτὰ ἐπιβάλλουν τὴν ἐνδεδειγμένη στιβαρότητα καὶ ἀκρίβεια κατασκευῆς καὶ συναρμολογήσεώς τους. Οἱ διάφοροι μηχανισμοὶ τοῦ κιβωτίου θὰ πρέπει νὰ εἶναι εὐκόλα προσιτοὶ γιὰ παρατήρηση κατὰ τὴ λειτουργία, γιὰ ἐκτέλεση διαφορῶν ρυθμίσεων καὶ γιὰ προληπτικὴ συντήρηση.

Κάθε κιβώτιο ταχυτήτων χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸ τῶν ἀξόνων του καὶ τῶν περιστροφικῶν ταχυτήτων, τὶς ὁποῖες παρέχει. Π.χ. ἓνα κιβώτιο ταχυτήτων (ΚΤ) μέ τρεῖς ἀξονες καὶ ἑξὶ περιστροφικὲς ταχύτητες συμβολίζεται ὡς ΚΤ 3/6.

Τό κέλυφος τοῦ κιβωτίου ταχυτήτων κατασκευάζεται ἀπὸ φαιὸ χυτοσίδηρο καὶ πολλές φορές ἀπὸ εἰδικὸ χυτοσίδηρο.

Οἱ ὀδοντοτροχοὶ τῶν συγχρόνων ἐργαλειομηχανῶν εἶναι κατασκευασμένοι ἀπὸ κατάλληλα χαλυβοκράματα ἐπιβελτιώσεως [παράγρ. 3.5.2(Β) Μ.Τ.Β'] καὶ ὑφίστανται κατὰ κύριο λόγο λείανση σὲ εἰδικὰ λειαντικὰ μηχανήματα ὀδοντώσεων μετὰ ἀπὸ τὶς θερμικὲς τους κατεργασίες. Καὶ οἱ ἀξονες τῶν κιβωτίων ταχυτήτων γίνονται ἀπὸ χάλυβες ἐπιβελτιώσεως. Ὡς ἔδρανα τῶν ἀξόνων αὐτῶν χρησιμοποιοῦνται ἔδρανα κυλίσεως.

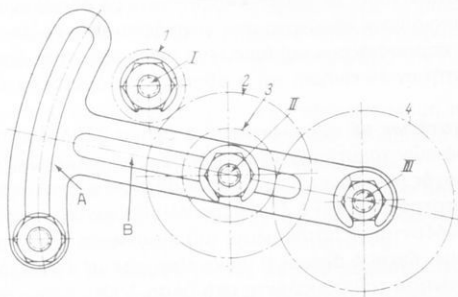
β) Τρόποι ἀλλαγῆς περιστροφικῶν ταχυτήτων.

Ἀνάλογα μέ τὸν τρόπο ἀλλαγῆς τῶν περιστροφικῶν ταχυτήτων, σηναντοῦμε στὶς ἐργαλειομηχανὲς τὰ ἑξῆς εἶδη ἀπὸ κιβώτια ταχυτήτων:

— **Κιβώτια ταχυτήτων μέ ἀνταλλαντικούς ὀδοντοτροχοὺς.** Ἡ ἀλλαγὴ ταχυτήτων ἐδῶ ἐπιτυγχάνεται μέ ἀνταλλαντικούς ὀδοντοτροχοὺς κατάλληλης σχέσεως μετα-

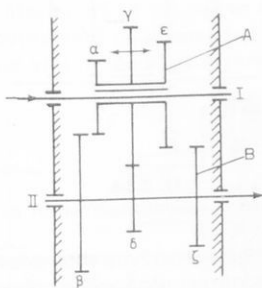
δόσεως πού παρεμβάλλονται ανάμεσα σέ γειτονικούς άξονες μέ σταθερή όμως απόσταση [ό συνολικός αριθμός δοντιών κάθε ζεύγους, έφ' όσον οι όδοντοτροχοί έχουν τό ίδιο μετρικό διαμετρικό βήμα, θά πρέπει νά είναι σταθερός, σχέση (2.12)]. Τά κιβώτια ταχυτήτων αυτού του είδους βρίσκουν έφαρμογή, όπου ό αριθμός τών περιστροφικών ταχυτήτων είναι σημαντικά περιορισμένος καί όπου αλλαγές στην περιστροφική ταχύτητα γίνονται κατά άραιά σχετικά χρονικά διαστήματα (π.χ. σέ αύστηρά εξειδικευμένες έργαλειομηχανές, σέ αυτόματους καί ήμιαυτόματους τόρνους, όπως καί σέ περιπτώσεις μηχανών γενικής χρήσεως πού θά χρησιμοποιηθούν γιά τήν κατεργασία κομματιών σέ μεγάλες παρτίδες).

Σέ περιπτώσεις πού άπαιτείται μεγαλύτερος αριθμός περιστροφικών ταχυτήτων μπορούμε νά μεταχειρισθούμε τή διάταξη του σχήματος 2.3ιβ.



Σχ. 2.3ιβ.

Διάταξη σέ κιβώτιο ταχυτήτων μέ ανταλλακτικούς όδοντοτροχούς γιά επίτευξη μεγάλου σχετικά αριθμού περιστροφικών ταχυτήτων. Οι άξονες I καί III είναι σταθεροί, ενώ ή θέση του ένδιάμεσου άξονα II ρυθμίζεται μέ γραμμική κίνηση στό φορέα A (κιθάρα) κατά μήκος τής άκτινικής έγκοπής B καί μέ περιστροφή γύρω στον άξονα III. (I κινητήριος άξονας, II ένδιάμεσος άξονας, 1, 2, 3, 4 όδοντοτροχοί).



Σχ. 2.31γ.

Η άρχή λειτουργίας ενός κιβωτίου ταχυτήτων μέ ολισθαίνοντες όδοντοτροχούς.

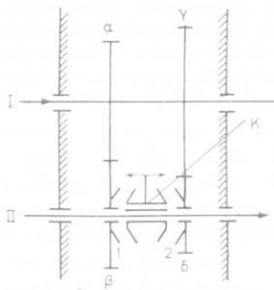
— **Κιβώτια ταχυτήτων μέ ολισθαίνοντες όδοντοτροχούς.** Στα κιβώτια αυτά (σχ. 2.31γ) χρησιμοποιούνται **πολλαπλοί όδοντοτροχοί** A μέ μικρό πλάτος (γιά νά προ-

κύπτουν τελικά μικρές διαστάσεις του κιβωτίου ταχυτήτων), οι οποίοι όλισθαίνουν-τας στόν άξονά τους έμπλέκονται με σταθερούς πολλαπλούς όδοντοτροχούς Β με μεγάλο σχετικά πλάτος. Για νά επιτύχουμε κανονική έμπλεξη σέ ένα ζεύγος όδοντο-τροχών, θά πρέπει ή ζεύξη αυτή νά άρχιζει τότε καί μόνο, όταν τό προηγούμενο σέ έμπλεξη ζεύγος έχει έντελώς άποζευχθεί.

Οι όλισθαίνοντες όδοντοτροχοί προσαρμόζονται σέ πολύσφηνους άξονες. Χρη-σιμοποιούνται μόνο παράλληλοι όδοντοτροχοί μέ ίσα δόντια.

Μέ τά κιβώτια ταχυτήτων αύτού του είδους έχουμε δυνατότητα για μεταφορά μεγάλης ισχύος καί ροπής στρέψεως. Άκόμα για δοσμένη ζεύξη, έμπλέκονται μόνο οι όδοντοτροχοί πού μεταφέρουν τήν ισχύ καί συνεπώς οι λοιποί όδοντοτροχοί πού δέν έμπλέκονται δέν παθαίνουν καμιά φθορά. Έξαιτίας τών σημαντικών αύ-τών πλεονεκτημάτων τους, τά κιβώτια ταχυτήτων μέ όλισθαίνοντες όδοντωτούς τροχούς χρησιμοποιούνται εύρύτατα στίς γενικής κυρίως χρήσεως έργαλειομηχα-νές, παρ' όλο ότι παρουσιάζουν καί όρισμένα μειονεκτήματα, όπως είναι ή δυσκο-λία άλλαγής ταχυτήτων έν κινήσει καί ή φθορά τών όδοντοτροχών στήν περίπτω-ση αύτή.

— **Κιβώτια ταχυτήτων μέ συμπλέκτες.** Στο σχήμα 2.3ιδ βλέπουμε πώς γίνεται ή άλλαγή περιστροφικών ταχυτήτων μέ τή βοήθεια συμπλεκτών. Ό σταθερός πολ-λαπλός όδοντοτροχός (στεφάνες α καί γ) προσαρμόζεται στόν κινητήριο άξονα Ι, έ-νω οι άπλοι όδοντοτροχοί β καί δ έλεύθερα όλισθαίνοντας στόν κινούμενο άξονα ΙΙ μπορούν νά συνδέονται μέ αύτόν μέσω του συμπλέκτη Κ (1: άριστερά, 2: δεξιά). Έτσι, επιτυγχάνουμε, ώστε ο άξονας ΙΙ νά κινείται είτε μέ έμπλεξη τών όδοντοτρο-χών α/β καί μετακίνηση του συμπλέκτη στή θέση 1 είτε μέσω του ζεύγους όδον-τοτών τροχών γ/δ καί μετατόπιση του συμπλέκτη στή θέση 2.



Σχ. 2.3ιδ.

Πώς λειτουργεί τό κιβώτιο ταχυτήτων μέ συμπλέκτες.

Στά κιβώτια ταχυτήτων χρησιμοποιούνται τόσο **όδοντωτοί συμπλέκτες**, όσο και **συμπλέκτες τριβής**. (Γιά περισσότερες πληροφορίες παραπέμπουμε στά Στοιχεία Μη-χανών του Ίδρυματος Εύγενίδου, παράγρ. 7.3) Τούς συμπλέκτες τριβής τούς συ-ναντούμε ως κυλινδρικούς, ως συμπλέκτες μέ κώνο τριβής, καί ως συμπλέκτες μέ πολλούς επίπεδους δίσκους (πολύδισκοι συμπλέκτες).

Τά κιβώτια ταχυτήτων μέ συμπλέκτες μās παρέχουν τή δυνατότητα για χρησι-μοποίηση καί παραλλήλων όδοντοτροχών μέ έλικοειδή δόντια. Στίς σύγχρονες έρ-

γαλειομηχανές ή χρήση όδοντωτών συμπλεκτών είναι περιορισμένη λόγω σημαντικών μειονεκτημάτων τους, ενώ οι συμπλέκτες τριβής εφαρμόζονται εύρυστα στα κιβώτια ταχυτήτων. Καί αυτό γιατί στα κιβώτια ταχυτήτων με συμπλέκτες τριβής επιτυγχάνεται εύκολη, γρήγορη και όμαλή αλλαγή περιστροφικών ταχυτήτων εν κινήσει με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του χρόνου χειρισμών της έργαλειομηχανής. Καί τά κιβώτια όμως αυτά δέν απαλλάσσονται από μειονεκτήματα, όπως είναι ή περιορισμένη ισχύ που μεταφέρουν, οι σοβαρές απώλειες ενέργειας λόγω τριβής και επί πλέον όρισμένες λειτουργικές ανωμαλίες τους (όλισθηρότητα και υπερθέρμανση του συμπλέκτη, ανάγκη συχνών ρυθμίσεων κ.ά).

2. Κιβώτια προώσεων.

Τό κιβώτιο προώσεων παίρνει κίνηση συνήθως είτε από ιδιαίτερο ηλεκτροκινητήρα είτε από τήν κύρια άτρακτο τής έργαλειομηχανής με τή βοήθεια όδοντοτροχών, ίμάντα ή αλυσίδας και τοποθετείται μπροστά από τό στοιχείο προώσεως (π.χ. από τή ράβδο προώσεων στους τόνρους ή γενικότερα από τόν όδηγό κοχλία μιάς έργαλειομηχανής).

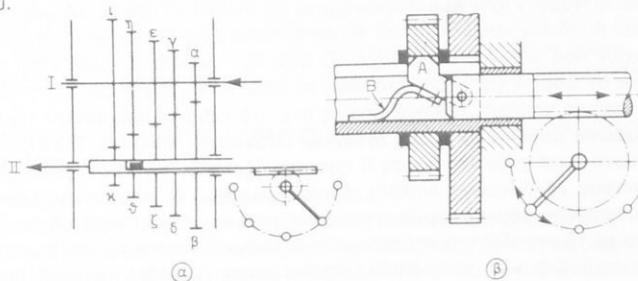
Οι παρατηρήσεις που έχομε κάμει σχετικά με τήν κατασκευή των κιβωτίων ταχυτήτων στήν παράγραφο 2.3.2(Δ) ισχύουν και για τά κιβώτια προώσεων.

Συναντούμε τά ακόλουθα είδη από κιβώτια προώσεων:

α) **Κιβώτια προώσεων με άνταλλακτικούς όδοντοτροχούς.** Βρίσκουν εφαρμογή σε έργαλειομηχανές, όπου δέν απαιτείται συχνή αλλαγή προώσεων (π.χ. σε αυτόματες, ήμιαυτόματες και εξειδικευμένες έργαλειομηχανές).

β) **Κιβώτια προώσεων με όλισθαίνοντες όδοντοτροχούς.** Είναι κατάλληλα για συχνές αλλαγές στήν πρόωση και για τό λόγο αυτό χρησιμοποιούνται σε έργαλειομηχανές γενικής χρήσεως. Χρησιμοποιούνται αποδοτικά σε βαριές έργαλειομηχανές, γιατί έχουν τή δυνατότητα μεταφορής μεγάλης ισχύος.

γ) **Κιβώτια προώσεων με όλισθαίνουσα σφήνα** (σχ. 2.3ιε). Στο κιβώτιο προώσεων αυτού του είδους οι όδοντοτροχοί του κινούμενου άξονα II, σε συνεχή έμπλεξη με τούς αντίστοιχους σταθερούς όδοντοτροχούς του κινητήριου άξονα I, είναι ελεύθεροι. Ο καθένας όμως από τούς ελεύθερους όδοντοτροχούς του άξονα II μπορεί νά συνδεθεί με τόν άξονα αυτό με μιά σφήνα A, που όλισθαίνοντας κατά μήκος του άξονα έχει τή δυνατότητα νά μετακινείται κάθε φορά άκτινικά με τή βοήθεια ενός έλατηρίου B και νά εισέρχεται σε αντίστοιχη ύποδοχή του όδοντοτροχού.

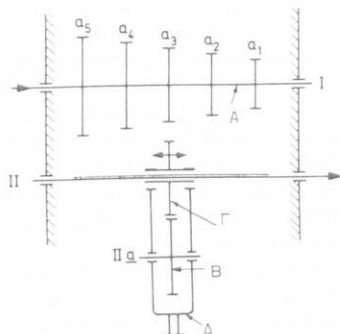


Σχ. 2.3ιε.

Η άρχή λειτουργίας του κιβωτίου προώσεων με όλισθαίνουσα σφήνα. α) Κινηματικό διάγραμμα. β) Κατασκευαστική διαμόρφωση.

Μέ τα κιβώτια αυτά επιτυγχάνομε μεγάλο αριθμό βημάτων προώσεων (ή ταχυτήτων προώσεως) με μικρή σχετικά άξονική απόσταση του κιβωτίου. 'Ακόμα έχομε τή δυνατότητα χρησιμοποίησεως καί παραλλήλων όδοντοτροχών με έλικοειδή δόντια. 'Εξ αίτιας όμως σοβαρών μειονεκτημάτων τής σφήνας καί του σφηνοδρόμου (σημαντική φθορά με τή λειτουργία, μικρές επιφάνειες τής σφήνας γιά τή μεταφορά του φορτίου κ.ά), ή χρησιμοποίηση των κιβωτίων αυτών περιορίζεται σέ περιπτώσεις μεταφοράς μικρής ροπής στρέψεως, όπως σέ μικρά δράπανα καί μικρούς πυργωτούς τórνους.

δ) **Κιβώτια προώσεων τύπου Νόρτον (Norton).** 'Η κινηματική διάταξη ενός τέτοιου κιβωτίου φαίνεται στο σχήμα 2.3ιστ. 'Η μετάδοση τής κινήσεως από τόν άξονα I στόν άξονα II λαμβάνει χώρα μέσω του σταθερού πολλαπλού όδοντοτροχού A ($a_1, \dots, a_5$), του ενδιάμεσου όδοντοτροχού B καί του συνδεόμενου με τόν άξονα II όδοντοτροχού Γ, πού θά πρέπει νά όλισθαίνει κατά μήκος του άξονα αυτού. Οί όδοντοτροχοί B καί Γ προσαρμόζονται στο μοχλό - φορέα Δ. 'Ο φορέας Δ μαζί με τούς όδοντοτροχούς B καί Γ έχει δυνατότητα μετακινήσεως κατά μήκος του άξονα II καί περιστροφής.



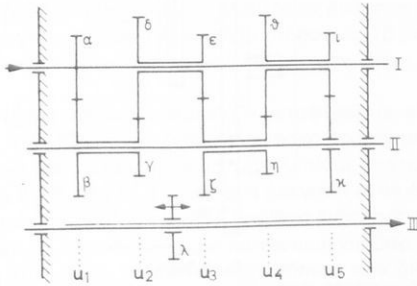
Σχ. 2.3ιστ.

Κινηματικό διάγραμμα ενός κιβωτίου προώσεων τύπου Νόρτον.

Τό κιβώτιο Νόρτον έχει τά πλεονεκτήματα ότι μπορεί νά μς δώσει μεγάλο σχετικά αριθμό βημάτων προώσεων καί ότι κάθε φορά έμπλέκεται μόνο τό ζεύγος όδοντοτροχών πού μεταφέρει τήν ισχύ. 'Ο μοχλός - φορέας Δ όμως είναι αρκετά εύαίσθητος σέ φορτία καί γι' αυτό τό λόγο τό κιβώτιο Νόρτον τό μεταχειριζόμαστε γιά τή μεταφορά χαμηλής σχετικά ισχύος (π.χ. σέ κιβώτια προώσεων τórνων).

ε) **Τό κιβώτιο προώσεων τύπου Μεάντερ (Mäander).** 'Εδώ (σχ. 2.3ιζ), στόν κινητήριο άξονα I καί στόν ενδιάμεσο II προσαρμόζεται έν σειρά ένας αριθμός από απaráλλακτους ελεύθερους διπλούς όδοντοτροχούς. 'Ο κινούμενος άξονας III παίρνει κίνηση είτε μέσω ενός όδοντοτροχού πού όλισθαίνει κατά μήκος του καί έμπλέκεται με τή μεγαλύτερη στεφάνη των διπλών όδοντοτροχών είτε με τή βοήθεια ενός μοχλού φορέα, στόν όποιο τοποθετούνται δύο όδοντοτροχοί, όπως καί στο κιβώτιο Νόρτον. 'Η σχέση μεταδόσεως ανάμεσα στούς άξονες I καί III θά έξαρτηθεί από τή θέση έμπλοκής πού παίρνει ο όδοντοτροχός λ ή ο ενδιάμεσος δ-

δοντοτροχός του μοχλού - φορέα σε σχέση με τις στεφάνες των διπλών δοντοτροχών του άξονα II. Π.χ. για έμβλοκή του όλισθαίνοντα δοντοτροχού λ με τον τροχό ζ του άξονα II ή συνολική σχέση μεταδόσεως u_3 θά προκύψει από έμβλοκή των ζευγών δοντοτροχών α/β, γ/δ, ε/ζ, ζ/λ.



Σχ. 2.3ζ.

Πώς λειτουργεί τό κιβώτιο προώσεων τύπου Μεάντερ.

2.3.3 Μετάδοση συνεχούς περιστροφικής κινήσεως στίς έργαλειομηχανές.

Μέ τό είδος αυτό μεταδόσεως περιστροφικής κινήσεως μās δίνεται ή δυνατότητα νά παίρνομε οποιαδήποτε τιμή περιστροφικής ταχύτητας [καί από αυτή οποιασδήποτε ταχύτητας κοπής, σχέση (2.1)] καί προώσεως (ή ταχύτητας προώσεως) μέσα σε δοσμένα όρια μεταβολής τους.

Αυτό έχει ως συνέπεια πίο άποδοτική εκμετάλλευση της έργαλειομηχανής. Ακόμα σε μία τέτοια μετάδοση κινήσεως ή αλλαγή περιστροφικών ταχυτήτων ή προώσεων γίνεται εύκολα έν κινήσει, γεγονός πού είναι άρκετά σημαντικό.

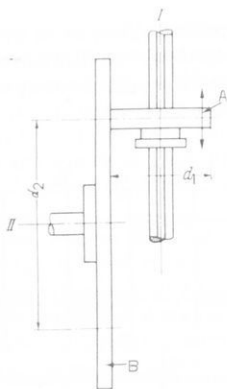
Τή μετάδοση συνεχούς περιστροφικής κινήσεως, πού χρησιμοποιείται εύρύτατα στίς σύγχρονες έργαλειομηχανές, τή συναντούμε ως **μηχανική, ηλεκτρική καί υδραυλική**.

Παρακάτω θά μιλήσομε συνοπτικά γιά τή μηχανική μετάδοση συνεχούς περιστροφικής κινήσεως στίς έργαλειομηχανές, ή όποία χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά. Γιά τήν ηλεκτρική μετάδοση θά πούμε λίγα λόγια στήν παράγραφο 2.4.2. Ύδραυλική μετάδοση συνεχούς περιστροφικής κινήσεως σπάνια χρησιμοποιείται λόγω του ψηλού κόστους της καί του πολύ χαμηλού βαθμού άποδόσεως της.

Τά κυριότερα από τά είδη μηχανικής μεταδόσεως συνεχούς περιστροφικής ταχύτητας είναι τά ακόλουθα:

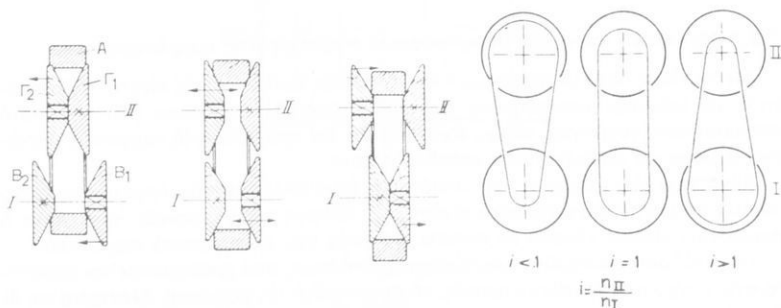
1. Άπλή μετάδοση μέ τριβή (σχ. 2.3ιη).

Είναι μία στοιχειώδης συνεχής μετάδοση περιστροφικής κινήσεως, όπου ένας τροχός τριβής Α μέ διάμετρο d_1 έρχεται σε κατευθείας έπαφή πιεζόμενος μέ ένα δίσκο Β, τον όποιο καί περιστρέφει. Μέ άξονική μετατόπιση του τροχού Α μπορούμε νά επιτύχομε μεταβολή της ένεργου διαμέτρου d_2 του δίσκου Β έτσι, ώστε ή σχέση μεταδόσεως κινήσεως d_1/d_2 ανάμεσα στους άξονες I καί II νά μεταβάλλεται



Σχ. 2.31η.

Άπλη μετάδοση συνεχούς περιστροφικής κίνησης με τριβή.



Σχ. 2.31θ.

Ή άρχή τής μετάδοσης συνεχούς περιστροφικής κίνησης μέσω ρυθμιζόμενων δίδυμων κώνων καί χαλύβδινου δακτυλίου.

κατά πολύ μικρά βήματα. Ή μετάδοση αυτή κίνησης πρακτικά μπορεί νά χρησιμοποιηθεί γιά σχέσεις μετάδοσης μέχρι 1:4.

2. Μετάδοση με τριβή μέσω ρυθμιζόμενων δίδυμων κώνων καί χαλύβδινου δακτυλίου (σχ. 2.31θ).

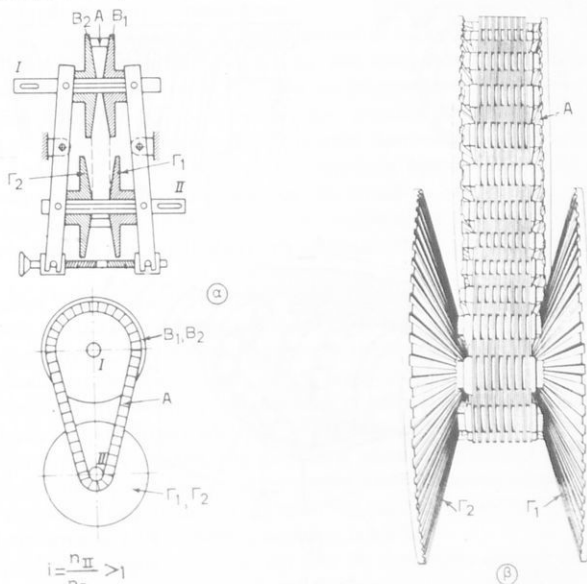
Έδω ή μετάδοση κίνησης από τόν άξονα I στόν άξονα II έπιτυγχάνεται πάλι με τριβή, αλλά με τή βοήθεια κατάλληλου χαλύβδινου δακτυλίου (ή καί κατάλληλου Ι-μάντα). Ό δακτύλιος A κατασκευασμένος από χαλυβόκραμα καί λειασμένος βρίσκεται σέ έπαφή με τήν έπιφάνεια δύο δίδυμων κώνων B₁ καί B₂ καί Γ₁ καί Γ₂. Με σύγχρονη άξονική μετατόπιση τών κώνων B₁ καί Γ₂ είναι δυνατό νά έπιτύχομε μεταβολή τής σχέσης μετάδοσης κατά πολύ μικρά βήματα. Με τόν τρόπο αυτό

μπορούμε να πάρουμε σχέσεις μεταδόσεως από 1:3 μέχρι 3:1, δηλαδή σχέση των ακραίων περιστροφικών ταχυτήτων $\eta_{\mu}/\eta_{\epsilon} = 9$.

3. Μετάδοση με ατέρμονη αλυσίδα και τροχούς με ρυθμιζόμενους δίδυμους κώνους (ή μετάδοση PIV) (σχ. 2.3κ).

Στίς μεταδόσεις συνεχούς περιστροφικής κινήσεως, για τις οποίες μιλήσαμε μέχρι τώρα, λόγω της τριβής παρατηρούνται ολισθήσεις ανάμεσα στα μέλη της μεταδόσεως και συνεπώς χάνει ακρίβεια η σχέση μεταδόσεως. Το μειονέκτημα αυτό το αποφεύγουμε με χρήση ατέρμονης αλυσίδας και τροχών, όπως θα εξηγήσουμε εϋ-θύς άμεσα.

Στή μετάδοση αυτή μία ατέρμονη αλυσίδα Α μεταφέρει την κίνηση από ένα τροχό προσαρμοσμένο στον άξονα Ι σέ έναν άλλο τροχό προσαρμοσμένο στον άξονα ΙΙ. Κάθε ένας από τούς δύο αυτούς τροχούς της αλυσίδας αποτελείται από ένα ζεύγος δίδυμων κώνων B_1, B_2 και Γ_1, Γ_2 (τόν ένα απέναντι στον άλλο) που έχουν τη δυνατότητα να μετακινούνται άξονικά με τη βοήθεια ενός συστήματος κοχλία - περικοχλίου και μοχλών. Η αλυσίδα διατηρείται τεντωμένη, όσο χρειάζεται, με ελατηριωτές τροχαλίες τανύσεως. Η άξονική μετατόπιση των δίδυμων κώνων των δύο τροχών έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της ένεργου τους διαμέτρου, άρα και της σχέσεως μεταδόσεως από τόν άξονα Ι στον άξονα ΙΙ και τελικά της περιστροφικής ταχύτητας του άξονα ΙΙ. Η μετάδοση αυτή συνεχής κινήσεως είναι γνωστή και ως **μετάδοση PIV**.



Σχ. 2.3κ.

α) Πώς λειτουργεί η μετάδοση συνεχούς περιστροφικής κινήσεως PIV (με ατέρμονα αλυσίδα και ρυθμιζόμενους δίδυμους κώνους). β) Η μορφή των δίδυμων κώνων Γ_1, Γ_2 και της ατέρμονης αλυσίδας Α.

2.3.4 Η μεταφορική κίνηση στις εργαλειομηχανές.

Η μεταφορική (ευθύγραμμη) κίνηση στις εργαλειομηχανές μās είναι χρήσιμη τόσο ως πρωτεύουσα κίνηση [π.χ. στο πλάνισμα, σχ. 4.3γ(α), 4.3δ(α) Μ.Τ.Β'], όσο και ως κίνηση προώσεως [π.χ. στην τόννευση, σχ. 4.3α(α Μ.Τ.Β'), στο φραιζάρισμα, σχ. 4.3στ(α), (γ) Μ.Τ.Β' κ.ά.]. Τήν κίνηση αυτή μπορούμε νά τήν πραγματοποιήσουμε **υδραυλικά** μέσω κυλίνδρου καί έμβόλου (παράγρ. 2.5.3) καί **μηχανικά** μέ τή βοήθεια μηχανισμών πού μετατρέπουν τήν περιστροφική κίνηση σέ μεταφορική. Τέτοια κινηματικά ζεύγη είναι τά εξής:

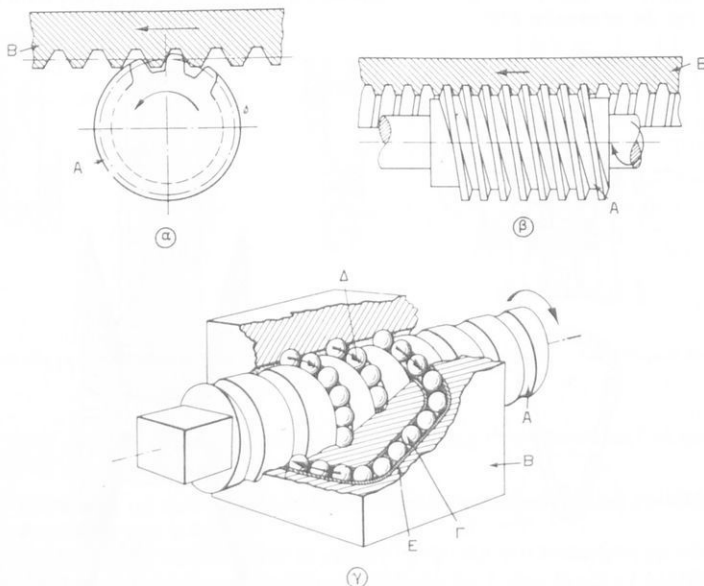
- Όδοντωτός τροχός — όδοντωτός κανόνας.
- Ατέρμονας κοχλίας — όδοντωτός κανόνας καί
- κοχλίας — περικόχλιο.

Γιά τήν παλινδρομική μεταφορική κίνηση θά μιλήσουμε στήν παράγραφο 5.2.1-(Α)(2) τή σχετική μέ τή μετάδοση κινήσεως στίς πλάνες.

1. Τό ζεύγος όδοντωτού τροχού — όδοντωτού κανόνα [(σχ. 2.3 κα(α)).

Τό ζεύγος αυτό έχει τά ακόλουθα κύρια χαρακτηριστικά:

α) Σέ μία περιστροφή του όδοντοτροχού Α ο όδοντωτός κανόνας Β μετακινείται κατά μήκος ίσο μέ τήν αρχική περιφέρεια του όδοντοτροχού. Έπειδή, όπως βλέπο-



Σχ. 2.3κα.

Μετάδοση μεταφορικής κινήσεως: α) Τό ζεύγος όδοντοτροχού - όδοντωτού κανόνα. β) Τό ζεύγος ατέρμονα κοχλία - όδοντωτού κανόνα. γ) Ζεύγος κοχλία Α - περικοχλίου Β μέ τριβείς κυλίσσεως άνακυκλωνόμενους (Γ σφαίρα, Δ φορά κινήσεως σφαιρών, Ε άγωγός άνακυκλώσεως σφαιρών).

με οι μετακινήσεις είναι δυνατό να είναι μεγάλες, το ζεύγος αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία της πρωτεύουσας κινήσεως π.χ. σε πλάνες.

β) Από σφάλματα στην όδόντωση, ή κίνηση του κανόνα δεν έχει ψηλό βαθμό ομοιομορφίας και συνεπώς το ζεύγος όδοντωτού τροχού — όδοντωτού κανόνα δεν είναι το ένδεδειγμένο για κίνηση προώσεως σε έργαλειομηχανές ακριβείας.

Το ζεύγος αυτό χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε τραπεζοπλάνες. Κατασκευάζεται από ειδικό χυτοσίδηρο ή από άνθρακοχο χάλυβα κατασκευών (π.χ. από St 50).

2. Το ζεύγος άτέρμονα κοχλία — όδοντωτού κανόνα [σχ. 2.3 κα(β)].

Δίνει σε σχέση με το προηγούμενο ζεύγος μεταδόσεως μεταφορικής κινήσεως μικρότερες σχέσεις μεταφοράς (σχέση μεταφοράς είναι η μετατόπιση του κανόνα σε μία περιστροφή του άτέρμονα κοχλία ή του όδοντωτού τροχού) και πίο ομοιόμορφη κίνηση του όδοντωτού κανόνα. Τα μέλη αυτού του ζεύγους (ο άτέρμονας κοχλίας Α και όδοντωτός κανόνας Β) κατασκευάζονται πίο δύσκολα από ό,τι τα μέλη του ζεύγους όδοντοτροχού - όδοντωτού κανόνα και έχουν ψηλότερο κόστος. Συνήθως ο άτέρμονας κοχλίας κατασκευάζεται από χάλυβα ένανθρακώσεως [μετά την ένανθράκωση ύφίσταται τις προβλεπόμενες θερμικές κατεργασίες, παράγρ. 3.4.3 (Η) (2) Μ.Τ.Β'] , ενώ ο όδοντωτός κανόνας από ειδικό χυτοσίδηρο με καλές ιδιότητες αντίφθοράς.

3. Ό όδηγός κοχλίας — περικόχλιο.

Το ζεύγος κοχλία περικοχλίου χρησιμοποιείται εύρύτατα στις έργαλειομηχανές για τη δημιουργία μεταφορικής κινήσεως. Και αυτό γιατί παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους άλλους μηχανισμούς μεταδόσεως μεταφορικής κινήσεως, πού μόλις τώρα αναφέραμε, δηλαδή: Μπορεί να δώσει χαμηλές σχέσεις μεταφοράς (μέ σπείρωμα μιάς άρχης), άρα και χαμηλές ταχύτητες προώσεως. 'Επί πλέον με το ζεύγος αυτό επιτυγχάνομε ομοιόμορφη, όμαλή και άκριβή μεταφορική κίνηση, ανάλογα βέβαια με την άκρίβεια κατασκευής του κοχλία και του περικοχλίου. Τέλος, το ζεύγος κοχλία - περικοχλίου έχει καλές ιδιότητες ατοπεδήσεως, πράγμα πού διευκολύνει τη χρησιμοποίησή του σε κατακόρυφες κινήσεις.

Ό κοχλίας του ζεύγους, όταν αυτό δίνει την κίνηση προώσεως σε μιάν έργαλειομηχανή, ονομάζεται **όδηγός κοχλίας** της έργαλειομηχανής.

Οι οδηγόι κοχλίες των έργαλειομηχανών κατασκευάζονται σε διάφορες στάθμες ή κλάσεις άκρίβειας σύμφωνα με τις ισχύουσες κατά περίπτωση προδιαγραφές. 'Ανάλογα με την κλάση άκρίβειας τους οι οδηγόι κοχλίες κατασκευάζονται από καθαρούς άνθρακούχους χάλυβες με διαφορετική όμως περιεκτικότητα σε άνθρακα. Π.χ. ο όδηγός κοχλίας της άνώτατης ποσότητας κατασκευάζεται από άνθρακοχο χάλυβα έργαλείων με περιεκτικότητα σε άνθρακα περίπου 1% ή 1,2%, ενώ για τις κατώτερες ποιότητες οδηγών κοχλίων χρησιμοποιείται άνθρακοχος χάλυβας κατασκευών με άνθρακα περίπου 0,65%.

Τα περικόχλια κατασκευάζονται για μέν τις άνωτερες κλάσεις άκρίβειας αποκλειστικά από κρατέρωμα, ενώ για τις κατώτερες από χυτοσίδηρο αντίφθοράς. Διαμορφώνονται διμερή. Τό ένα τμήμα του περικοχλίου στηρίζεται σταθερά, ενώ τό άλλο μπορεί να ρυθμίζεται άξονικά (για **περιορισμό της χάρης** ανάμεσα στον κο-

χλία καί στο περικόχλιο, όταν ἡ χάρη ξεπεράσει τὰ ὅρια της ἀπό φθορά μέ τή χρήση ἢ γιὰ ὁποιοδήποτε ἄλλο λόγο) μέ τή βοήθεια σφήνας, ρυθμιστικοῦ περικοχλίου, ἐλατηρίου ἢ ὑδραυλικά.

Γιά μείωση τῆς τριβῆς μεταξύ περικοχλίου καί κοχλίου, ἀρα καί τῆς φθορᾶς τους, χρησιμοποιοῦται ζεύγη κοχλίου — περικοχλίου μέ τριβεῖς κυλίσεως [(ρουλε- μάν, σχ. 2.3κα(γ)], πού ἀνακυκλώνονται.

2.3.5 Ἡ περιοδική κίνηση στίς ἐργαλειομηχανές.

Σέ ὁρισμένες κατεργασίες εἶναι ἀναγκαῖα περιοδική ἀλλαγὴ τῆς σχετικῆς θέσεως τοῦ ἐργαλείου (ἢ τῶν ἐργαλείων) ὡς πρὸς τὸ κομμάτι. Αὐτὸ μπορεῖ νὰ γίνε- ται μέ μεταφορική κίνηση σέ καθορισμένο μήκος ἢ μέ περιστροφή κατὰ δοσμένη γωνία. Ὡς τέτοιες κινήσεις ἀναφέρομε τὴν κίνηση προώσεως στὴ βραχεία πλάνη [σχ. 4.3γ(α)] ἢ στὴν τραπέζοπλάνη [σχ. 4.3δ (α)] καί στά λειαντικά μηχανήματα [σχ. 4.3η(α), (β) Μ.Τ.Β'], τὴν περιστροφή τοῦ ἐργαλειοφορείου πυργωτοῦ τόνου [σχ. 1.1θ(α) Μ.Τ.Β'], ὅπως καί κινήσεις σέ αὐτόματες ἢ ἡμιαυτόματες ἐργαλειομη- χανές, ὅπου ἐπιτελεῖται κύκλος κατεργασίας. Ἡ ἀκρίβεια τῶν κινήσεων αὐτῶν στίς περιπτώσεις πού ἀναφέραμε, ἀλλὰ καί σέ ἄλλες παρόμοιες, θὰ πρέπει νὰ εἶναι σχετικὰ μεγάλη.

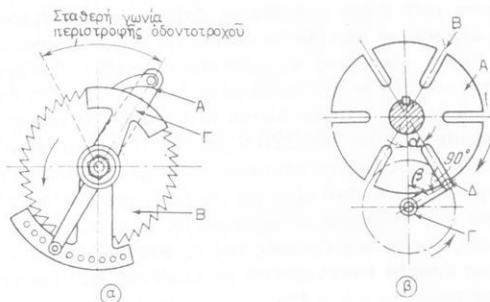
Οἱ περιοδικές κινήσεις στίς σύγχρονες ἐργαλειομηχανές ἐπιτυγχάνονται: μέ τὸ μηχανισμό ἐκκέντρου ἢ συμπλέκτη, μέ τὴ διάταξη καστάνιας (ἐπισχέστρου) — ὀ- δοντοτροχοῦ, μέ τὴ διάταξη τροχοῦ μέ ἐγκοπές - στροφάλου ἢ μέ ποικίλες ἄλλες ἠλεκτρικές, ὑδραυλικές ἢ πνευματικές διατάξεις.

1. Μηχανισμός ἐκκέντρου καὶ μηχανισμός συμπλέκτη.

Μέ τὸ μηχανισμό ἐκκέντρου ἐπιτυγχάνομε μικρές σχετικά μετατοπίσεις. Ὁ μη- χανισμός συμπλέκτη βρῖσκει ἐφαρμογὴ σέ περιπτώσεις, ὅπου εἶναι ἐπιθυμητὴ πε- ριοδικὴ κίνηση ἀπὸ παλινδρομικὴ κίνηση πρὸς τὴ μία ὁμως φορά. Ἐδῶ, κατὰ τὴ μία διαδρομὴ ὁ συμπλέκτης παρέχει σταθερὴ σύνδεση στὰ ἀντίστοιχα μέλη τῆς μετα- δόσεως κινήσεως,*ἐνῶ κατὰ τὴν ἀντίθετη διαδρομὴ, ἀποσυμπλέκεται καί ἔτσι λύ- νεται ἡ σύνδεση αὐτῇ.

2. Διάταξη καστάνιας — ὀδοντοτροχοῦ.

Ἐνδείκνυται ἰδιαίτερα, ὅπου ἡ μετακίνηση θὰ πρέπει νὰ ἐκτελεσθεῖ γρήγορα. Ἄρα μπορεῖ ἡ διάταξη αὐτὴ νὰ χρησιμοποιηθεῖ σέ μηχανισμούς προώσεως, ὅπου ἡ διακοπτόμενη κίνηση προώσεως θὰ πρέπει νὰ γίνῃ στό τέλος τῆς διαδρομῆς γρή- γορης ἐπαναφορᾶς, ὅπως στίς πλάνες [παράγρ. 5.2.1Α(3)] καί στά λειαντικά μηχανήματα. Ἐδῶ, ἡ καστάνια Α περιστρέφει τὸν ὀδοντωτὸ τροχὸ Β κατάλληλης μορ- φῆς [σχ. 2.3 κβ(α)] κατὰ ὁρισμένη ἐκάστοτε γωνία πρὸς τὴ φορά τοῦ βέλους. Ὁ ὀ- δοντωτὸς τροχὸς συνδέεται κινηματικά μέ κοχλία, ὁ ὁποῖος μεταθέτει τὴ θεωρού- μενη δομικὴ μονάδα τῆς ἐργαλειομηχανῆς (π.χ. τὴν τράπεζα ἐνός λειαντικοῦ μηχανήματος) μέ τὴ βοήθεια βέβαια περικοχλίου πού προσαρμόζεται σέ αὐτὴ (στὴ δο- μικὴ μονάδα). Ἐπιπλέον μέ τὸ μηχανισμὸ καστάνιας — ὀδοντωτοῦ τροχοῦ μπορού- με νὰ ἐπιτύχομε εὐκολα καί περιοδικὴ περιστροφικὴ κίνηση.



Σχ. 2.3κβ.

Διατάξεις περιοδικής κινήσεως: α) Διάταξη κασάνιας - όδοντοτροχού (Γ φορέας κασάνιας). β) Διάταξη τροχού με έγκοπές - στροφάλου.

3. Διάταξη τροχού με έγκοπές — στροφάλου.

Η διάταξη αυτή [(σχ. 2.3 κβ (β))] περιλαμβάνει ένα τροχό Α με άκτινικές έγκοπές Β (οι άξονες των έγκοπών απέχουν μεταξύ τους κατά ίδια γωνία 2β) και ένα στρόφαλο Γ που φέρει στο άκρο του ένα κύλιστρο Δ συνήθως (ή και ένα πείρο σπανιότερα) που κυλίζει στις παρειές κάθε έγκοπής. Τό στρόφαλο Γ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα. Έτσι, κάθε φορά που τό κύλιστρο Δ του περιστρεφόμενου στροφάλου θά συναντήσει μία έγκοπή, ο τροχός θά περιστραφεί κατά τη σταθερή γωνία 2α ενώ τό στρόφαλο κατά γωνία 2β.

Λόγω της σταθερότητας της γωνίας περιστροφής του τροχού, ο μηχανισμός τροχού με έγκοπές στροφάλου χρησιμοποιούται για την περιστροφή συνήθως έργαλειοφορέων με πολλά έργαλεία αυτόμάτων ή ήμιαυτομάτων έργαλειομηχανών κ.ά.

2.4 Ηλεκτρική μετάδοση κινήσεως στις έργαλειομηχανές.

2.4.1 Γενικά για τούς ηλεκτροκινητήρες που μεταχειριζόμαστε στις έργαλειομηχανές.

Για την κίνηση των έργαλειομηχανών χρησιμοποιείται αποκλειστικά ο ηλεκτροκινητήρας.

Οι προδιαγραφές ενός ηλεκτροκινητήρα έργαλειομηχανής εξαρτώνται τόσο από τις συνθήκες λειτουργίας, όσο και από τις απαιτήσεις για τόν έλεγχο της. Βασικά μεγέθη και χαρακτηριστικά για την προδιαγραφή ενός τέτοιου ηλεκτροκινητήρα είναι ή ονομαστική του ισχύς, ή περιστροφική του ταχύτητα, ή ροπή στρέψεως, ή γενική διαμόρφωσή του και ο τρόπος στηρίξεως στην έργαλειομηχανή, τά χαρακτηριστικά έκκινήσεως, ρυθμίσεως της περιστροφικής ταχύτητας, αναστροφής της κινήσεως κ.ά.

Μεταχειριζόμαστε κατά βάση τριφασικούς *άσύγχρονους ηλεκτροκινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα* για κατευθείαν κίνηση της έργαλειομηχανής ή για κίνηση της διατάξεως Βάρντ - Λέοναρντ, αν ο ηλεκτροκινητήρας της έργαλειομηχανής χρειάζεται να είναι συνεχούς ρεύματος (παράγρ. 2.4.2). Κατά την εκκίνηση με άπευθείας σύνδεση προς το ηλεκτρικό δίκτυο (στή χώρα μας και γενικότερα στην Ευρώπη έχουμε τριφασικό δίκτυο 380/220 V, 50 Hz), το ρεύμα εκκίνησης μπορεί να φθάσει πολύ ψηλές τιμές (γίνεται πενταπλάσιο μέχρι επταπλάσιο από το ρεύμα κανονικής λειτουργίας). Για το λόγο αυτό για την εκκίνηση γίνεται χρήση διακόπτη άστέρα — τριγώνου που ελέγχεται αυτόματα ή με το χέρι.

Η αναστροφή της φοράς περιστροφής του τριφασικού άσύγχρονου κινητήρα με βραχυκυκλωμένο δρομέα επιτυγχάνεται με έναλλαγή δύο όποιωνδήποτε από τις τρεις συνδέσεις του.

Η όνομαστική περιστροφική ταχύτητα των ηλεκτροκινητήρων αυτών παίρνει τις τιμές:

2800, 1400, 900, 710 και 450 [σπ/μιν]

για αριθμό μαγνητικών πόλων του ηλεκτροκινητήρα αντίστοιχα: 2, 4, 6, 8 και 12.

Η όνομαστική τους ισχύς προτυποποιείται ως εξής:

1,5 3 4 7,5 15 25 40 50 75 100 150 (kW)

ή

2 5,5 10 20 30 60 125 180 [PS].

Πέρα όμως από τους τριφασικούς άσύγχρονους ηλεκτροκινητήρες με βραχυκυκλωμένο δρομέα, βρίσκουν εφαρμογή στην κίνηση των έργαλειομηχανών και ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος με παράλληλη διέγερση, οι οποίοι παρέχουν τη δυνατότητα για συνεχή ή κατά μικρά βήματα ρύθμιση της περιστροφικής τους ταχύτητας (παράγρ. 2.4.2).

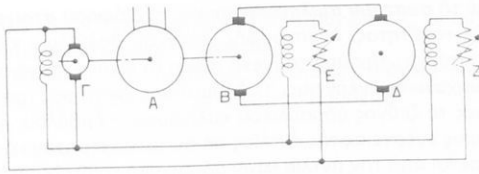
2.4.2 Ρύθμιση της περιστροφικής ταχύτητας των ηλεκτροκινητήρων.

Η περιστροφική ταχύτητα στους άσύγχρονους ηλεκτροκινητήρες επιτυγχάνεται με αλλαγή του αριθμού των μαγνητικών τους πόλων με τη βοήθεια κατάλληλης διατάξεως. Στην προηγούμενη παράγραφο δώσαμε τις κατά προσέγγιση τιμές περιστροφικών ταχυτήτων που μπορεί να δώσει ο ηλεκτροκινητήρας για διάφορους πρακτικά εφαρμόσιμους αριθμούς μαγνητικών πόλων.

Συνεχή ή κατά μικρά βήματα μεταβολή της περιστροφικής ταχύτητας μπορούμε να πάρουμε με ρύθμιση είτε του ρεύματος διεγέρσεως είτε του ρεύματος του δρομέα σε ένα κινητήρα συνεχούς ρεύματος με παράλληλη διέγερση. Το ρεύμα εκκίνησης που και εδώ παίρνει μεγάλες τιμές, μπορεί να περιορισθεί στα έπιτρεπόμενα όρια με σύνδεση εν σειρά στο τύλιγμα του δρομέως μιάς ώμικης αντίστασεως κατάλληλης τιμής.

Για να έπιτύχομε μεγαλύτερο εύρος μεταβολής της περιστροφικής ταχύτητας από αυτό που μās δίνει ο ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος παραλλήλου διεγέρσεως, μεταχειριζόμαστε την ακόλουθη διάταξη Βάρντ - Λέοναρντ (Ward - Leonard, σχ. 2.4).

Στή διάταξη αυτή ο τριφασικός άσύγχρονος ηλεκτροκινητήρας βραχυκυκλωμένου δρομέα Α κινεί τη γεννήτρια συνεχούς ρεύματος Β και τη γεννήτρια διεγέρσεως Γ (και αυτή είναι γεννήτρια συνεχούς ρεύματος). Η γεννήτρια Β τροφοδοτεί



Σχ. 2.4.

Ἡ ζεύξη Βάρντ - Λεονάρντ.

τόν κινητήρα συνεχούς ρεύματος με παράλληλη διέγερση Δ της ἐργαλειομηχανής. Ἀρχικά με μεταβολή της ἀντιστάσεως Ε εἶναι δυνατή ἡ αὐξηση τῆς πολικῆς τάσεως τῆς γεννήτριας Β, ἄρα καὶ τῆς τάσεως πού ἐφαρμόζεται στο δρομέα τοῦ ἠλεκτροκινητήρα Δ μέχρι μία μέγιστη ἐπιτρεπόμενη τιμή, με ἀποτέλεσμα αὐξηση καὶ τῆς περιστροφικῆς του ταχύτητας. Παραπέρα αὐξηση τῆς περιστροφικῆς ταχύτητας τοῦ ἠλεκτροκινητήρα Δ ἐπιτυγχάνεται με μείωση τοῦ ρεύματος διέγερσέως του με τῇ βοήθεια τοῦ ροοστάτη Ζ.

Ἡ ἀναστροφή τῆς κινήσεως σέ ἓνα κινητήρα συνεχούς ρεύματος με παράλληλη διέγερση γίνεται με ἀλλαγὴ τῆς πολικότητας τῆς τάσεως τοῦ δρομέα. Στὴ διάταξη Βάρντ - Λεονάρντ ἡ ἀναστροφή τῆς κινήσεως τοῦ ἠλεκτροκινητήρα Δ ἐπιτυγχάνεται με ἀλλαγὴ τῆς πολικότητας τῆς τάσεως στὴ διέγερση τῆς γεννήτριας Β.

2.5 Ὑδραυλικὴ μετάδοση κινήσεως στὶς ἐργαλειομηχανές.

2.5.1 Γενικά.

Ἡ ὑδραυλικὴ μετάδοση κινήσεως (ὡς μετάδοση πρωτεύουσας εὐθύγραμμης κινήσεως, κινήσεως προώσεως ἢ βοηθικῶν εὐθυγράμμων κινήσεων) καὶ ὁ ὑδραυλικὸς ἔλεγχος βρίσκουν εὐρύτατες ἐφαρμογές στὶς ἐργαλειομηχανές (λειαντικά μηχανήματα, πλάνες, ἐργαλειομηχανές με ψηφιακὸ ἔλεγχο, ἐργαλειομηχανές αὐλακώσεως (μπρόουσιγκ) κ.ἄ). Αὐτὸ ὀφείλεται σέ σημαντικὰ πλεονεκτήματα πού παρουσιάζει ἡ ὑδραυλικὴ μετάδοση κινήσεως ἀπέναντι στὴ μηχανικὴ ἢ στὴν ηλεκτρικὴ. Τὰ κυριότερα ἀπὸ τὰ πλεονεκτήματα αὐτὰ τῆς ὑδραυλικῆς μεταδόσεως κινήσεως εἶναι:

α) Μεγάλη περιοχή μεταβολῶν τῆς περιστροφικῆς ταχύτητας καὶ δυνατότητα συνεχούς μεταβολῆς τῆς.

β) Δυνατότητα εὐκολης, ὁμαλῆς καὶ γρήγορης ἀλλαγῆς τῆς περιστροφικῆς ταχύτητας καὶ ἀναστροφῆς τῆς.

γ) Εὐκολία γιὰ αὐτοματοποίηση καὶ

δ) γενικά ἡ ὑδραυλικὴ μετάδοση κινήσεως παρουσιάζει ἀπλότητα καὶ εὐελιξία.

Σοβαρὸ μειονέκτημά της εἶναι τὸ σχετικά ψηλὸ κόστος κατασκευῆς τῶν διαφόρων μερῶν τῆς (ἀντλίες, ὑδραυλικοὶ κινητήρες, βαλβίδες κ.ἄ) πού ἔχουν ἀπαιτήσεις μεγάλης ἀκρίβειας στὴν κατασκευὴ καὶ τὴν ἀρμολόγησή τους.

Κάθε ὑδραυλικὸ σύστημα μεταδόσεως κινήσεως περιλαμβάνει τὴν **ἀντλία**, τὸν **ὑδραυλικὸ κινητήρα** καὶ τὸ **ὑδραυλικὸ ὑγρὸ** (συνήθως ὀρυκτέλαιο με κατάλληλες

διότητες) μαζί με τό **σύστημα σωληνώσεων** και τά διάφορα **στοιχεία έλέγχου** (διατάξεις μεταβολής ταχύτητας, αναστροφής, έλέγχου βαλβίδων κ.ά).

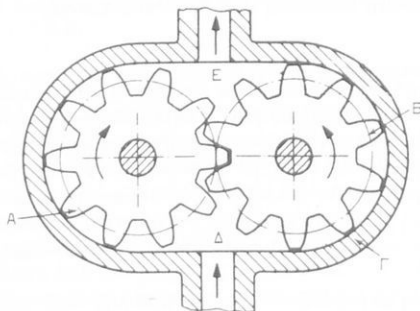
Ή άντλία άναπτύσσει τήν άπαιτούμενη πίεση (ή ύψος ένέργειας) μέ κατανάλωση αντίστοιχης μηχανικής ένέργειας. Ό υδραυλικός κινητήρας (μπορεί νά είναι παλινδρομικός, όπως τό ζεύγος υδραυλικού κυλίνδρου — έμβόλου, ή περιστροφικός) μετατρέπει τό ύψος ένέργειας τής άντλίας σέ αντίστοιχο μηχανικό έργο. Έτσι, ή ένέργεια μεταφέρεται από τήν άντλία στόν υδραυλικό κινητήρα μέσω του υδραυλικού ύγρου. Καί ο υδραυλικός κινητήρας μετακινεί, όπως έχει προκαθορισθεί, τίς διάφορες δομικές μονάδες τής έργαλειομηχανής (π.χ. τήν τράπεζα, φορεϊά κλπ).

2.5.2 Άντλίες.

Διακρίνομε τίς άντλίες τίς κατάλληλες γιά υδραυλικά συστήματα έργαλειομηχανών σέ άντλίες μέ **σταθερή παροχή** και σέ άντλίες μέ **μεταβλητή παροχή** (παροχή μιās άντλίας είναι ο όγκος του ύγρου πού μάς δίνει ή άντλία στή μονάδα του χρόνου και γιά τίς άντλίες υδραυλικών συστημάτων έργαλειομηχανών έκφράζεται συνήθως σέ λίτρα ανά πρώτο λεπτό, lt/min) Καί στά δύο αυτά είδη άντλιών θεωρούμε τήν παροχή (σταθερή ή μεταβλητή) γιά δοσμένη (σταθερή) περιστροφική ταχύτητα.

A. Άντλίες μέ σταθερή παροχή.

Ή αντιπροσωπευτική άντλία στήν κατηγορία αυτή είναι ή **όδοντωτή άντλία** (σχ. 2.5a), πού σχεδιάζεται γιά πιέσεις μέχρι περίπου 100 kp/cm². Αποτελείται από δύο όδοντοτροχούς A και B πού περιβάλλονται από έρμητικά κλειστό κέλυφος Γ. Ή άρχή λειτουργίας τής όδοντωτής άντλίας (άντλία μέ σταθερή παροχή).



Σχ. 2.5a.

Ή άρχή λειτουργίας τής όδοντωτής άντλίας (άντλία μέ σταθερή παροχή).

Ό ένας από τούς όδοντοτροχούς αυτούς κινείται από κατάλληλο ήλεκτροκινητήρα. Τό υδραυλικό ύγρο διοχετεύεται από τό θάλαμο άναρροφήσεως Δ στό θάλαμο καταθλίψεως Ε μέσω των διακένων πού υπάρχουν ανάμεσα στά δόντια των τροχών και από τό θάλαμο καταθλίψεως στίς σωληνώσεις γιά διάθεση. Τά δόντια πού κάθε φορά έμπλέκονται αποτελούν διάφραγμα ανάμεσα στους θαλάμους Δ και Ε.

Ή παροχή τής άντλίας αυτής εξαρτάται από τήν περιστροφική της ταχύτητα και

από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδοντοτροχών της, γι' αυτό καί είναι σταθερή για δοσμένη περιστροφική ταχύτητα.

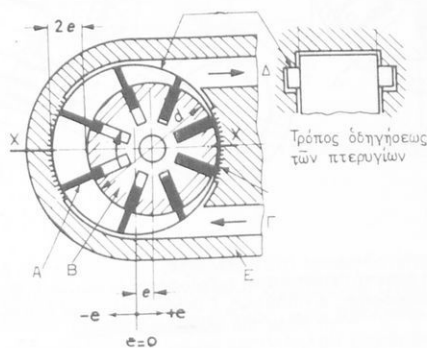
Οι οδοντωτές αντλίες είναι πιο φθηνές, πιο απλές καί έχουν μικρότερες διαστάσεις συγκρινόμενες με τις αντλίες μεταβλητής παροχής.

Β. Αντλίες με μεταβλητή παροχή.

Στήν κατηγορία αυτή συναντούμε τις **πτερυγοφόρες αντλίες** καί τις **περιστροφόμενες έμβολοφόρες αντλίες**.

1. Πτερυγοφόρες αντλίες (σχ. 2.5β).

Τίς μεταχειριζόμαστε για πιέσεις μέχρι 25 kp/cm^2 . Στίς αντλίες αυτές πτερύγια Α παλινδρομούν μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένους άγωγους που διατάσσονται άκτινικά στο δρομέα Β της αντλίας. Μέ περιστροφή του δρομέα καί παλινδρόμηση των πτερυγίων καταθλίβεται υδραυλικό υγρό από τό θάλαμο άναρροφήσεως Γ στο θάλαμο καταθλίψεως Δ. 'Η παροχή της αντλίας σε δοσμένη περιστροφική ταχύτητα μεταβάλλεται, άν αλλάξουμε τήν έκκεντρότητα e του δρομέα ως προς τό κέλυφος Ε. 'Επί πλέον μέ αλλαγή του προσήμου της έκκεντρότητας (π.χ. $-e$) μπορούμε νά επιτύχομε άναστροφή στη ροή του υγρού.



Σχ. 2.5β.

Πώς λειτουργεί η πτερυγοφόρος αντλία (άντλία με μεταβλητή παροχή).

Συνήθως ό άξονας του δρομέα παραμένει σταθερός καί μετατίθεται τό κέλυφος τής αντλίας ως προς αυτόν, για μεταβολή τής έκκεντρότητας e , άρα καί τής παροχής τής αντλίας.

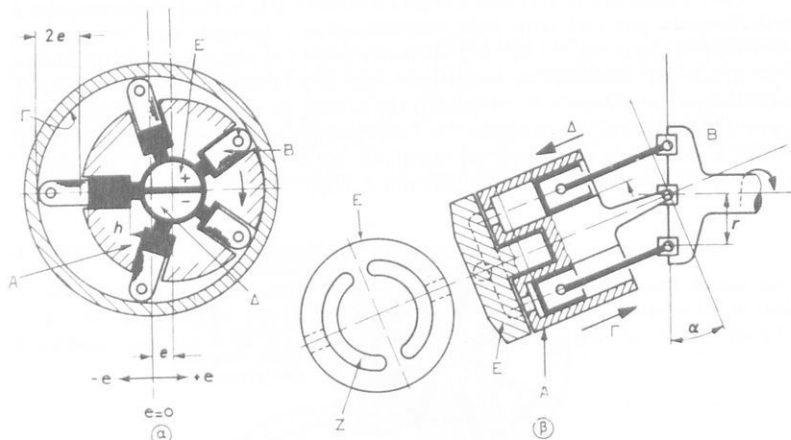
2. Περιστροφικές έμβολοφόρες αντλίες (σχ. 2.5γ).

Είναι αντλίες ψηλής πίεσεως, γιατί μπορούν νά αναπτύξουν πίεση μέχρι 150 kp/cm^2 περίπου. Τίς συναντούμε ως **άκτινικές** καί ως **άξονικές**.

'Η άκτινική περιστροφική έμβολοφόρος αντλία [σχ. 2.5γ(α)] άποτελείται από τό δρομέα Α στόν όποίο διαμορφώνονται κύλινδροι, μέσα στούς όποίους παλινδρομούν τά έμβολα Β. Τά έμβολα βρίσκονται πάντοτε σε έπαφή μέ κατάλληλο οδηγητικό δακτύλιο Γ στό κέλυφος τής αντλίας. Μέ περιστροφή του δρομέα καί παλιν-

δρόμηση των έμβολων τό υγρό καταθλίβεται από τό θάλαμο άναρροφήσεως Δ στό θάλαμο καταθλίψεως Ε. Ή παροχή τής άντλίας, γιά δοσμένη περιστροφική ταχύτητα, εξαρτάται από τή διαδρομή των έμβόλων, ή όποία αλλάζει μέ τήν έκκεντρότητα e του δρομέα ως προς τό κέντρο τής άντλίας.

Ή άξονική περιστροφική έμβολοφόρος άντλία βασίζεται στην άρχή πού εικονίζεται στό σχήμα 2.5γ (β). Ή μεταβολή στην παροχή τής άντλίας έπιτυγχάνεται μέ άλλανές στην γωνία α πού κλίνει τό σώμα Α τής άντλίας μέ τους κυλίνδρους ως προς τήν κινητήρια οδηγητική πλάκα Β, ή περιστροφή τής όποίας άναγκάζει τά έμβολα νά παλινδρομούν.



Σχ. 2.5γ.

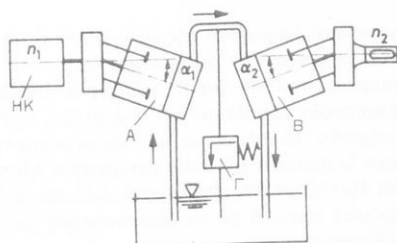
Πώς λειτουργεί: α) Ή άκτινική περιστροφική έμβολοφόρος άντλία. β) Ή άξονική περιστροφική έμβολοφόρος άντλία (Γ άναρρόφηση, Δ κατάθλιψη, Ε σταθερή πλάκα μέ δύο αύλάκια Ζ περιφερειακά γιά τή δίοδο του ύδραυλικού υγρού).

2.5.3 Ύδραυλικοί κινητήρες.

Οι άντλίες, γιά τίς όποίες μιλήσαμε στην προηγούμενη παράγραφο 2.5.2 μπορούν νά λειτουργήσουν καί ως κινητήρες στά ύδραυλικά συστήματα των εργαλειομηχανών μέ άναστροφή τής λειτουργίας τους. Οι άδοντωτές άντλίες σπάνια χρησιμοποιούνται ως κινητήρες, γιατί παρουσιάζουν σοβαρά μειονεκτήματα.

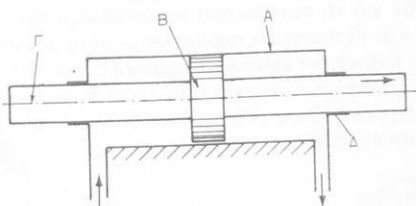
Ύδραυλικοί κινητήρες μέ παλινδρομούντα πτερύγια ή περιστρεφόμενοι έμβολοφόροι ύδραυλικοί κινητήρες μπορούν νά συνδυασθούν μέ αντίστοιχες άντλίες καί νά άποτελέσουν **ύδραυλικά ζεύγη άντλίας — κινητήρα** (σχ. 2.5δ) μέ μεταβλητή περιστροφική ταχύτητα έξόδου (περιστροφική ταχύτητα ύδραυλικού κινητήρα), πού έπιτυγχάνεται μέ ρύθμιση τής έκκεντρότητας τόσο τής άντλίας όσο καί του ύδραυλικού κινητήρα.

Ός ύδραυλικός κινητήρας χρησιμοποιείται εύρύτατα καί τό ζεύγος **ύδραυλικού κυλίνδρου έμβόλου** (σχ. 2.5ε), όπου ο κύλινδρος Α παραμένει σταθερός καί τό έμ-



Σχ. 2.5δ.

Ζευγος άντλίας Α υδραυλικού κινητήρα Β (άξονική περιστροφική έμβολοφόρος άντλία καί αντίστοιχος υδραυλικός κινητήρας) (ΗΚ ήλεκτροκινητήρας, Γ βαλβίδα άνακουφίσεως).



Σχ. 2.5ε.

Τό ζευγος υδραυλικού κυλίνδρου - έμβόλου. (Α υδραυλικός κύλινδρος, Β έμβολο, Γ βάκτρο, Δ μέσο στεγανοποιήσεως).

βολο Β μετακινείται ή καί αντίθετα. Τό ζευγος αυτό τροφοδοτείται από κατάλληλη άντλία. Ή μηχανική σύνδεση του υδραυλικού κινούμενου στοιχείου (έμβολου ή κυλίνδρου) μέ τή μονάδα τής έργαλειομηχανής, πού πρόκειται νά μετακινηθεί, μπορεί νά γίνει είτε κατευθείαν είτε μέσω κατάλληλου μηχανισμού μεταδόσεως κινήσεως.

2.6 Συσκευές προσδέσεως κοπτικών έργαλείων καί κομματιών.

2.6.1 Γενικά.

Γιά τή στήριξη τόσο των κοπτικών έργαλείων, όσο καί των κομματιών πού κατεργαζόμαστε, μεταχειριζόμαστε κατάλληλες γιά κάθε περίπτωση **συσκευές προσδέσεως**.

Όπως γνωρίζομε, κατά τή διάρκεια τής κατεργασίας αναπτύσσονται δυνάμεις (παράγρ. 1.1.3, 1.6), πού ασκούνται επάνω στό έργαλείο καί στό κομμάτι. Επίσης ή έργασία μιάς συσκευής συγκρατήσεως βασίζεται στην τριβή πού αναπτύσσεται ανάμεσα στίς έπιφάνειες συγκρατήσεως κομματιού ή έργαλείου καί συσκευής. Έτσι, γιά νά αποφευχθεί μετατόπιση στό έργαλείο καί στό κομμάτι (είναι άνεπιθύμητη, γιατί έχει ως επακόλουθο μείωση τής ακρίβειας κατεργασίας καί μπορεί νά

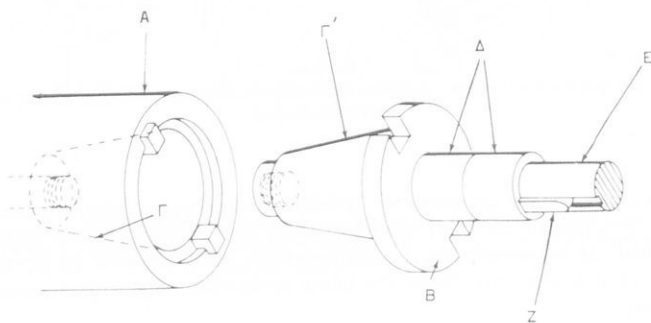
προξενήσει καί ανωμαλίες στη διεξαγωγή της κατεργασίας) θά πρέπει καί τά δύο αυτά νά εἶναι **σφιχτά καί μέ ἀσφάλεια συγκρατημένα**.

Παρακάτω θά μιλήσουμε συνοπτικά γιά τίς **τυπικές** (στάνταρντ, standard) **συσκευές συγκρατήσεως** κοπτικών ἐργαλείων καί κομματιῶν, τίς ὁποῖες συναντοῦμε στίς βασικές ἐργαλειομηχανές. Συμπληρωματικά στοιχεῖα γιά τίς συσκευές αὐτές συγκρατήσεως θά δώσουμε ξεχωριστά γιά κάθε κατεργασία καί τή συναφή μέ αὐτή ἐργαλειομηχανή πού θά ἐξετάζουμε στά ἐπόμενα Κεφάλαια. Ἐπίσης θά παρέχουμε κάθε φορά καί πληροφορίες σχετικά μέ τίς **ἰδιοσυσκευές** (μὴ τυπικές συσκευές συγκρατήσεως) πού χρησιμοποιοῦμε.

2.6.2 Συσκευές προσδέσεως κοπτικῶν ἐργαλείων.

Ἡ συσκευή προσδέσεως γιά ἐργαλεῖα διαμορφώνεται ἀνάλογα μέ τό ἂν τό ἐργαλεῖο περιστρέφεται ἢ παραμένει σταθερό (ἢ καί μετακινεῖται).

Ἔτσι, συναντοῦμε γιά τή συγκράτηση περιστρεφόμενων κοπτικῶν ἐργαλείων (φραιζες, τρυπάνια κ.ἄ) τίς συσκευές παρόμοιες μέ αὐτή πού εἰκονίζεται στό σχῆμα 2.6α. Περιλαμβάνει βασικά μιά **κωνική συναρμογή** ἀνάμεσα στό στέλεχος τοῦ ἐργαλείου ἢ στόν ἐργαλειοφόρο ἄξονα καί στήν κύρια ἄτρακτο τῆς ἐργαλειομηχανῆς. Ἡ κωνική αὐτή συναρμογή ἐξασφαλίζει γρήγορη ἀλλαγὴ τοῦ ἐργαλείου, καλή συγκεντρικότητά του καί ἐμποδίζει ὀλίσθησή του.



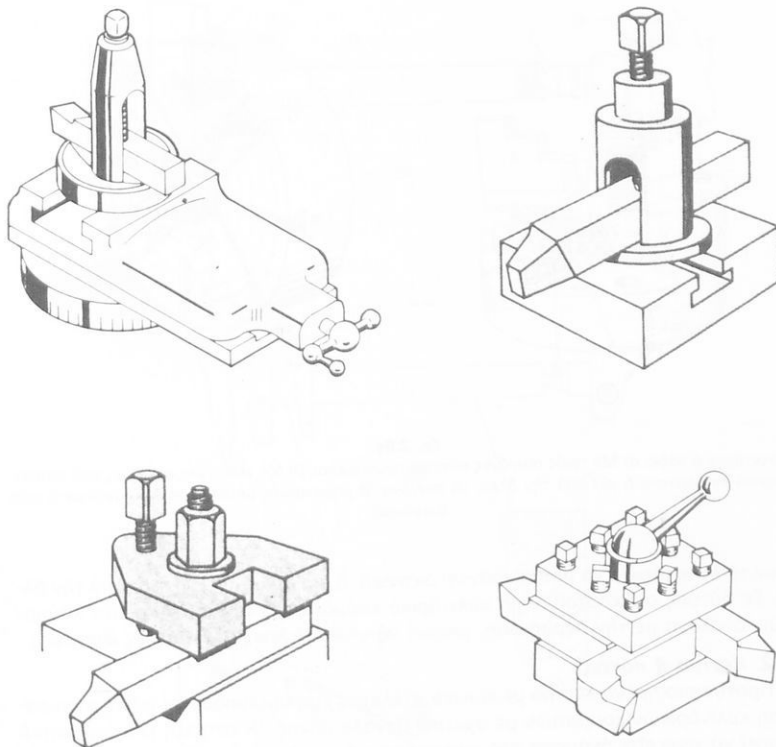
Σχ. 2.6α.

Τυπική συσκευή προσδέσεως περιστρεφόμενου κοπτικοῦ ἐργαλείου. (Α ἄτρακτος, Β ἐργαλειοφόρος ἄξονας, Γ - Γ' κωνική συναρμογή, Δ δακτυλίδια, Ε θέση γιά τήν τοποθέτηση τοῦ ἐργαλείου, Ζ σφήνα).

Γιά τή συγκράτηση σταθερῶν (ἐργαλεῖα торνεύσεως, πλανίσματος σέ τραπεζοπλάνη) ἢ μετακινούμενων (ἐργαλεῖα πλανίσματος σέ βραχεῖα πλάνη) κοπτικῶν ἐργαλείων μεταχειρίζομαστε ἐργαλειοδέτες, ὅπως μᾶς δείχνει τό σχῆμα 2.6β.

2.6.3 Συσκευές προσδέσεως κομματιῶν.

Καί ἐδῶ παίζει σημαντικό ρόλο στή διαμόρφωση τῆς συσκευῆς συγκρατήσεως τό ἂν τό κομμάτι περιστρέφεται ἢ παραμένει σταθερό (ἢ μετακινεῖται). Ἔτσι, συναντοῦμε τίς ἀκόλουθες συσκευές συγκρατήσεως:



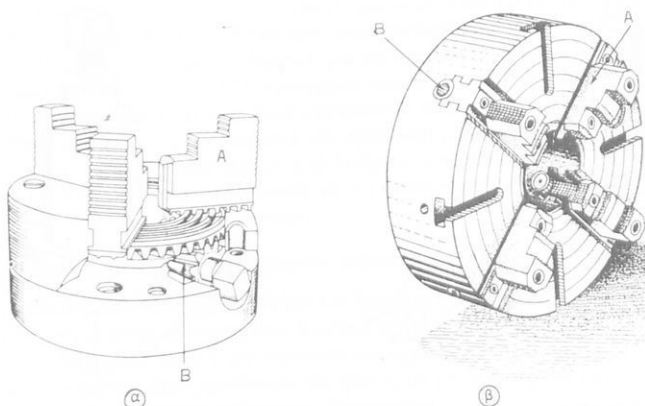
Σχ. 2.6β.
Έργαλειοδέτες.

Α. Γιά περιστρεφόμενα κομμάτια.

1. Σφιγκτήρες ή τσόκ.

Η συγκράτηση κομματιών σε σφιγκτήρα είναι εύκολη, γρήγορη και ακριβής. Ο σφιγκτήρας βιδώνεται στο σπείρωμα της κεφαλής της άτράκτου (στούς τόνους) και περιστρέφεται μαζί με αυτή. Είναι σημαντικό για την εργασία του ο σφιγκτήρας να ισογυρίζει.

Οι σφιγκτήρες γενικής χρήσεως είναι δυνατό να έχουν δύο, τρεις ή τέσσερες σιαγόνες ή μάγουλα (σχ. 2.6γ (α)), όπου οι σιαγόνες μετατοπίζονται συγχρόνως άκτινικά κατά ίση απόσταση με τη βοήθεια κατάλληλου μηχανισμού και κλειδιού έτσι, ώστε τα κομμάτια να αυτόκεντρώνονται, μόλις γίνει καλά η συγκράτησή τους. Οι σφιγκτήρες αυτοί ένδεικνυνται για τη στήριξη κυλινδρικών κομματιών. Υπάρχουν όμως και σφιγκτήρες συνήθως με τέσσερες σιαγόνες [σχ. 2.6γ (β)] που έ-



Σχ. 2.6γ.

Σφιγκτήρες ή τσόκ. α) Με τρεις σιαγόνες αυτόκεντρωνόμενοι. β) Με τέσσερες σιαγόνες που μετακινούνται ανεξάρτητα ή μία από την άλλη. (Α σιαγόνα, Β μηχανισμός μετατόπισης σιαγόνων ή μιας σιαγόνας).

χουν τη δυνατότητα να μετακινούνται άκτινικά, ή μία όμως ανεξάρτητα από την άλλη. Σε αυτούς συγκρατούμε μή κυλινδρικά κομμάτια. Ή συγκράτηση των κομματιών, ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να γίνει σε *ίσιες* ή *ανάποδες σιαγόνες*.

2. Κέντρα ή πόντες.

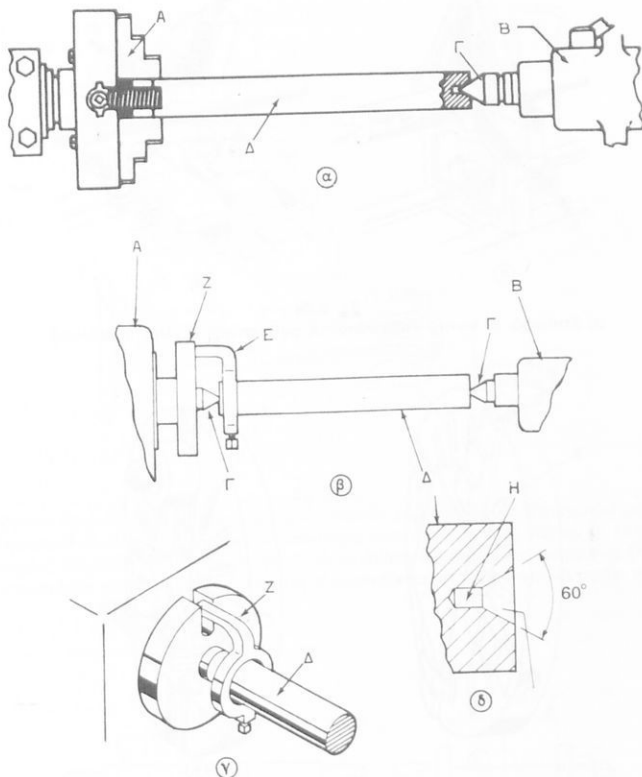
Προτυποποιημένα κέντρα με κωνικό στέλεχος χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση κυλινδρικών κομματιών με σχετικά μεγάλο μήκος. Ή στήριξη του κομματιού μπορεί να γίνει είτε ανάμεσα στο σφιγκτήρα και σε κέντρα [σχ. 2.6δ (α)], είτε ανάμεσα σε δύο κέντρα [σχ. 2.6δ (β)]. Στο άκρο του κομματιού που θα στηριχθεί σε κέντρο διαμορφώνουμε κατάλληλη κωνική έδρα [σχ. 2.6δ (δ)]. Για έπιτυχή κατεργασία οι πόντες θα πρέπει να ίσογυρίζουν.

Στήν περίπτωση στήριξης ενός κομματιού ανάμεσα σε δύο κέντρα, για τη μετάδοση της κίνησης από την άτρακτο της έργαλειομηχανής στο κομμάτι χρησιμοποιούμε ένα ειδικό σφιγκτήρα Z που τον ονομάζουμε *καρδιά*.

Για καλύτερη στήριξη λεπτών κυλινδρικών κομματιών με μεγάλο μήκος χρησιμοποιούμε *κινητά* ή *σταθερά καβαλλέτα* (σχ. 2.6ε).

3. Πλάκες συγκρατήσεως ή πλατώ (σχ. 2.6στ).

Βρίσκουν έφαρμογή σε περιπτώσεις συγκρατήσεως κομματιών με άκανόνιστη μορφή ή κομματιών με κανονικό σχήμα, τα οποία πρόκειται να κατεργασθούμε παράκεντρα ή μεγάλων κομματιών. Οι πλάκες συγκρατήσεως είναι στρογγυλές χυτοσίδηρες πλάκες και φέρουν άκτινικές έγκοπές Α στις οποίες προσαρμόζονται κατάλληλες σιαγόνες Β ή άλλου είδους συγκρατητικά έξαρτήματα, όπως π.χ. γωνιακές πλάκες Γ (σχ. 2.6στ (β)) που στερεώνονται με κοχλίες. Οι σιαγόνες μετακινούνται, όπως και σε όρισμένους σφιγκτήρες, ή μία ανεξάρτητα από την άλλη.

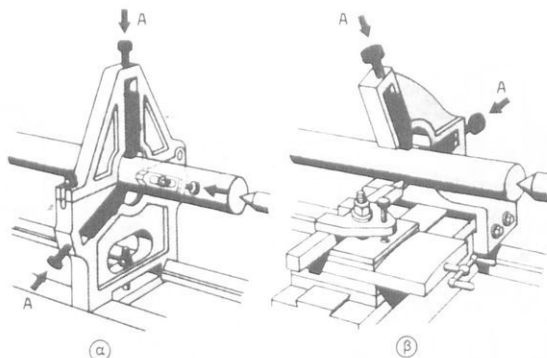


Σχ. 2.66.

α) Στήριξη κομματιού μεταξύ σφιγκτήρα και κέντρου. β) Στήριξη κομματιού ανάμεσα σε δύο κέντρα. γ) Είδικός σφιγκτήρας (καρδιά). δ) Διαμόρφωση του άκρου του κομματιού που θα στηριχθεί σε κέντρο. (Α σφιγκτήρας, Β κεντροφορέας, Γ κέντρο, Δ κομμάτι, Ε καρδιά, Ζ κινητήρια πλάκα, Η κωνική ξύδρα για έπικάθηση του κέντρου).

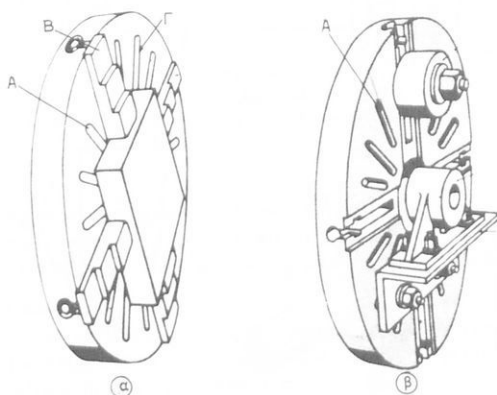
4. Συστελλόμενοι σφιγκτήρες ή τσιμπίδες (σχ. 2.6ζ).

Κυλινδρικά κομμάτια μικρής σχετικά διαμέτρου ή κυλινδρικές ράβδοι σε αυτόματα ή ημιαυτόματα μηχανήματα συγκρατούνται με ευκολία και με ακρίβεια συγκεντρικότητας στους συστελλόμενους σφιγκτήρες. Οι σφιγκτήρες αυτοί φέρουν τρεις έγκοπες και έτσι μπορούν να ανοιγοκλείνουν περιορισμένα ωθούμενοι ή έλκόμενοι άξονικά. Τό μέγεθος κάθε σφιγκτήρα χαρακτηρίζεται από την έσωτερική του διάμετρο (δταν αυτός είναι κλειστός), που βέβαια συμπίπτει με τη διάμετρο του κομματιού που μπορεί να συγκρατήσει. Υπάρχουν και συντελλόμενοι σφιγ-



Σχ. 2.6ε.

α) Σταθερό, β) κινητό καβαλλέτο. (Α ρυθμιστικοί κοχλίες σιαγώνων).



Σχ. 2.6στ.

Πλατώ.

κτῆρες γιά τή συγκράτηση κομματιῶν ἢ ράβδων ἄλλης μορφῆς ἀπό τήν κυλινδρική, ὅπως τετραγωνική, ἑξαγωνική κλπ. Ἐπίσης συναντοῦμε καί βαθμιδωτοὺς ἐλατηριωτοὺς σφιγκτῆρες.

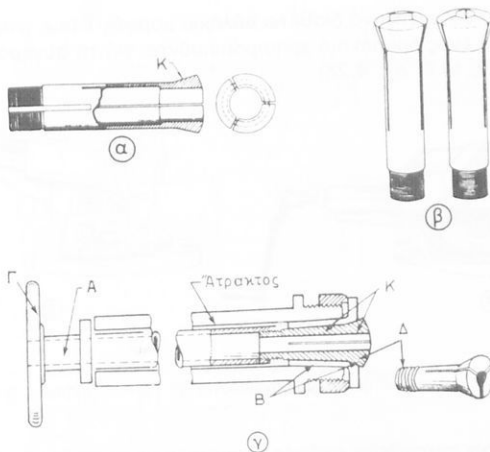
5. Βοηθητικοὶ ἄξονες (σχ. 2.6η).

Μέ αὐτοὺς συγκρατοῦμε ἀνάμεσα σέ κέντρα κοῖλα κυλινδρικά κομμάτια γιά παραπέρα κατεργασία. Μέ τοὺς ὁλόσωμους βοηθητικούς ἄξονες [σχ. 2.6η (α)] συγκρατοῦμε κομμάτια τῶν ὁποίων τό κοῖλο ἔχει κατεργασθεῖ μέ ἀκρίβεια, ἐνῶ στά ἄλλα εἶδη βοηθητικῶν ἄξωνων [σχ. 2.6η (β), (γ), (δ)] μπορούμε νά στηρίζομε κομμάτια πού τό κοῖλο τους δέν τό ἔχομε κατεργασθεῖ μέ μεγάλη ἀκρίβεια.

Β. Γιά σταθερά ἢ μετακινούμενα κομμάτια.

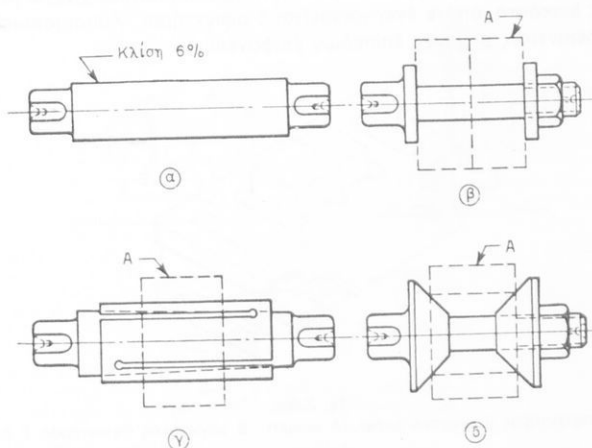
1. Μέγγενες ἐργαλειομηχανῶν.

Ποικίλα εἶδη, μέγγενες κατάλληλα προσαρμοζόμενα στήν τράπεζα τῆς ἐργα-



Σχ. 2.6ζ.

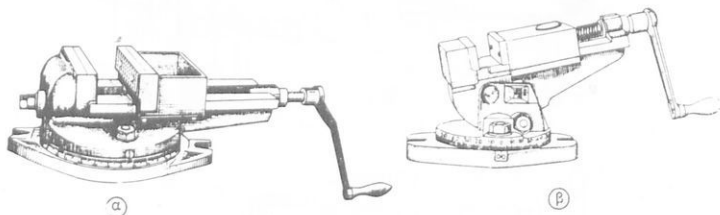
Συστελλόμενοι σφιγκτήρες (ταιμπίδες): α) Για κυλινδρικές ράβδους. β) Για τετραγωνικές και εξαγωνικές. γ) Προσαρμογή ενός συστελλόμενου σφιγκτήρα στην άτρακτο ενός τόρνου (Κ κωνικότητα, Α μοχλός έλξεως, Β κωνική φωλιά, Γ χειροτροχός, Δ ταιμπίδα). Με το βίδωμα του μοχλού έλξεως Α έλκεται ο σφιγκτήρας και λόγω της κωνικότητας Κ αναγκάζεται να κλείσει και να σφίξει το κομμάτι.



Σχ. 2.6η.

Βοηθητικοί άξονες: α) Όλοσσωμος. β) Για συγκράτηση πολλών δμοιων κομματιών. γ) Συστελλόμενος. δ) κωνικός. (Α κομμάτι).

λειτουργίας που θα πρέπει να διαθέτει αλάκια μορφής T (π.χ. στην τράπεζα μιας φραιζομηχανής ή ενός δραπάνου) χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση των κομματιών (σχ. 2.6θ, Μ.Ε, σχ. 4.2δ).



Σχ. 2.6θ.

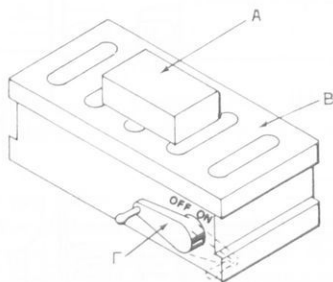
Μέγγνες εργαλειομηχανών: α) Με μοιρογνώνιο. β) Γενικής χρήσεως (γιουνιβέρσαλ).

2. Μέσα για την κατευθείαν στήριξη κομματιών σε τράπεζα με αλάκια μορφής T.

Ίδιαίτερα για στήριξη κομματιών άπευθείας στην τράπεζα της πλάνης (βραχείας πλάνης ή τραπεζοπλάνης) μεταχειριζόμαστε μεγάλη ποικιλία από ειδικούς σφιγκτήρες, τερματικά κομμάτια (στόπ), κοχλίες κ.ά, όπως βλέπουμε στο σχήμα 2.6ι.

3. Μαγνητικοί σφιγκτήρες ή μαγνητικά τσόκ (σχ. 2.6ια).

Μικρού σχετικά μεγέθους κομμάτια από σιδηρομαγνητικό υλικό συγκρατούνται εύκολα και γρήγορα επάνω σε μαγνητικούς σφιγκτήρες που τοποθετούνται στην τράπεζα της εργαλειομηχανής. Η συγκράτηση των κομματιών γίνεται με απλό γύρισμα ενός διακόπτη, όποτε ενεργοποιείται ο σφιγκτήρας. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις λειαντικές μηχανές επίπεδων επιφανειών.

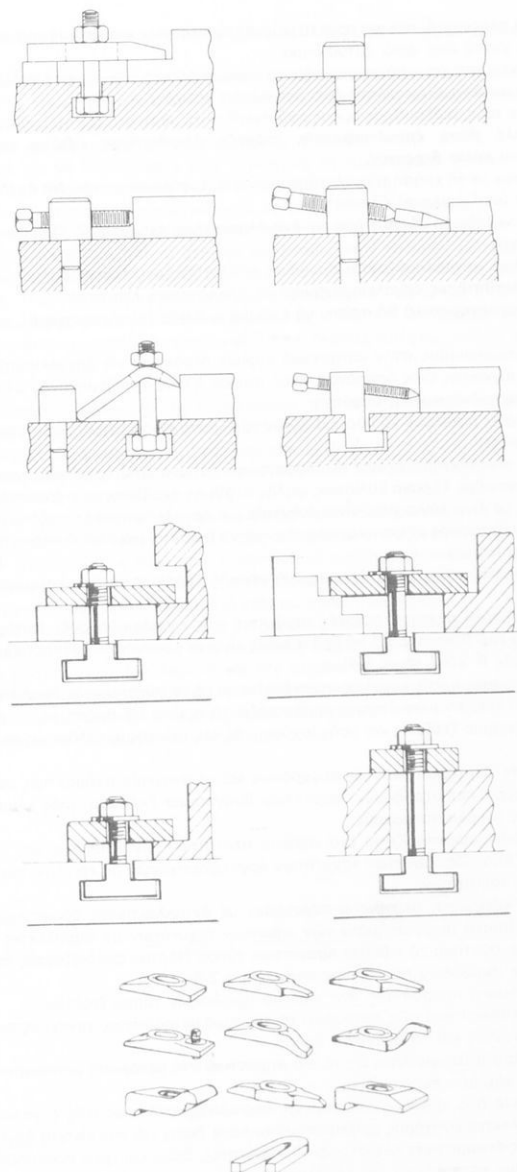


Σχ. 2.6ια.

Μαγνητικός σφιγκτήρας (μαγνητικό τσόκ). (Α κομμάτι, Β μαγνητικός σφιγκτήρας, Γ διακόπτης).

2.7 Έρωτήσεις και ασκήσεις.

1. Να μνημονεύσετε τρία δομικά στοιχεία μιας εργαλειομηχανής κοπής.



Σχ. 2.6i.

Μέσα γιά τήν άπευθείας στήριξη κορματιών σέ τράπεζα μέ αυλάκια Τ (ιδίως στίς πλάνες).

2. Ποιά είναι τα πλεονεκτήματα και ποιά τά μειονεκτήματα στην κατασκευή του σώματος μιάς εργαλειομηχανής χυτού από φαιό χυτοσίδηρο;
3. Ποιά πλεονεκτήματα και ποιά μειονεκτήματα παρουσιάζει το σώμα μιάς εργαλειομηχανής που είναι κατασκευασμένο συγκολλητό από κατάλληλο χάλυβα;
4. Νά εξηγήσετε τους ακόλουθους όρους που σχετίζονται με τη συγκρότηση των εργαλειομηχανών κοπής: **κεφαλή, βάση, εργαλειοφορέο, τράπεζα, όλισθητήρας, κιβώτιο ταχυτήτων, κιβώτιο προώσεων** και **κύρια άτρακτος**.
5. Τι επιτυγχάνουμε με τη χρήση των όλισθητήρων στις εργαλειομηχανές; Νά σχεδιάσετε τη διατομή δύο μορφών (κατ' επιλογή) όλισθητήρων.
6. Θεωρούμε ένα επίπεδο όλισθητήρα και ένα όλισθητήρα σχήματος V. Ποιός από τους δύο πλεονεκτεί και γιατί;
7. 'Από ποιά υλικά κατασκευάζονται συνήθως οι όλισθητήρες εργαλειομηχανών;
8. Τι είναι οι όλισθητήρες εργαλειομηχανών με ύδροστατική λίπανση;
9. Τι ιδιαίτερα χαρακτηριστικά θά πρέπει νά έχει μιά τράπεζα εργαλειομηχανής, γιά νά είναι πιό εύχρηστη;
10. Τι υλικά χρησιμοποιούμε στην κατασκευή κυρίων άτράκτων γιά εργαλειομηχανές;
11. Γιάτί ή κύρια άτρακτος ενός δρανάου, ενός τórνου ή μιάς φραιζομηχανής φέρει στην άκρη της μιά προτυποποιημένη κωνική υποδοχή;
12. Ποιές ιδιομορφίες όφείλουν νά παρουσιάζουν τά έδρανα όλισθήσεως που χρησιμοποιούνται στις εργαλειομηχανές;
13. Ποιό βασικό πλεονέκτημα έχουν τά ύδροστατικά έδρανα στις εργαλειομηχανές;
14. Γιάτί χρησιμοποιούμε έδρανα κυλίσεως ψηλής στάθμης ακρίβειας στις εργαλειομηχανές κοπής;
15. Νά εξηγήσετε με λίγα λόγια γιάτί είναι άναγκαío μιά εργαλειομηχανή κοπής γενικής χρήσεως (όπως π.χ. ο συννηθισμένος μηχανουργικός τórνος) νά διαθέτει μιά πλατιά περιοχή μεταβολής περιστροφικών ταχυτήτων.
16. Γιάτί επίσης χρειάζεται μιά εργαλειομηχανή γενικής χρήσεως νά έχει και μεγάλο εύρος προώσεων;
17. Πώς διαβαθμίζονται οι περιστροφικές ταχύτητες στις εργαλειομηχανές κοπής και γιάτί;
18. Με τη βοήθεια του Πίνακα 2.3.1 νά βρήτε ποιές είναι οι προτυποποιημένες περιστροφικές ταχύτητες της σειράς R 20/3 ($\phi = 1,4$).
19. 'Η μετάδοση κινήσεως στις εργαλειομηχανές γίνεται με τό σύστημα της ομαδικής ή της άτομικής κινήσεως. Ποιό βασικό μειονέκτημα παρουσιάζει τό πρώτο σέ σχέση με τό δεύτερο;
20. Τι είναι τό διάγραμμα ζεύξεως και ροής Ισχύος μιάς κλιμακωτής μετάδόσεως κινήσεως με όδοντοτροχούς;
21. Νά περιγράψετε σύντομα (δίνοντας συγχρόνως και τό άναγκαío σχήμα) πώς χαράσσεται τό δι-κτυωτό διάγραμμα περιστροφικών ταχυτήτων (διάγραμμα Γέρμαρ) μιάς κλιμακωτής μετάδόσεως κινήσεως με όδοντοτροχούς.
22. Με ποιά στοιχεία χαρακτηρίζεται ένα κιβώτιο ταχυτήτων εργαλειομηχανών;
23. Νά αναφέρετε δύο είδη κιβωτίων ταχυτήτων εργαλειομηχανών με κριτήριο τόν τρόπο αλλαγής περιστροφικών ταχυτήτων.
24. Πού βρίσκουν έφαρμογή τά κιβώτια ταχυτήτων με άνταλλακτικούς όδοντοτροχούς;
25. Ποιά είναι τά βασικά μειονεκτήματα των κιβωτίων ταχυτήτων με συμπλέκτες τριβής;
26. Νά περιγράψετε σύντομα τό κιβώτιο προώσεων τύπου Νόρτον σχεδιάζόντας τό συγχρόνως με τη βοήθεια των συμβόλων που δίνουμε στό σχήμα 2.3η.
27. Ποιά πλεονεκτήματα παρουσιάζει ένα κιβώτιο προώσεων τύπου Νόρτον;
28. Νά περιγράψετε συνοπτικά πώς λειτουργεί τό σύστημα μετάδόσεως συνεχούς περιστροφικής κινήσεως ΡΙV δίνοντας και τό άναγκαío σχήμα.
29. Ποιά πλεονεκτήματα θεωρούνται ως τά πιό σημαντικά στή μετάδοση μεταφορικής κινήσεως με ζεύγος όδηγού κοχλία - περικοχλίου;
30. Νά μνημονεύσετε δύο τρόπους δημιουργίας περιοδικής κινήσεως στις εργαλειομηχανές.
31. Ποιού είδους ηλεκτροκινητήρας χρησιμοποιείται κατά βάση γιά τήν κίνηση εργαλειομηχανών;
32. Νά δώσετε τρείς όνομαστικές περιστροφικές ταχύτητες, όπως και τρείς προτυποποιημένες Ισχύς ηλεκτροκινητήρων καταλλήλων γιά εργαλειομηχανές.
33. Νά σχεδιάσετε και νά περιγράψετε σύντομα τή διάταξη Βάρντ - Λέοναρντ.

34. Ποιά είναι τα κυριότερα πλεονεκτήματα μιάς υδραυλικής μεταδόσεως κινήσεως από μιά μηχανική;
35. Ποιά βασικά μέρη περιλαμβάνει ένα υδραυλικό σύστημα μεταδόσεως κινήσεως;
36. Ποιά λειτουργία εκτελεί η άντλία και ποιά ο υδραυλικός κινητήρας σε ένα υδραυλικό σύστημα μεταδόσεως κινήσεως;
37. Νά σχεδιάσετε και νά περιγράψετε μιάν δοντωτή άντλία.
38. Νά σχεδιάσετε και νά περιγράψετε μιάν περιστροφική έμβολοφόρο άντλία.
39. Πώς προσδένουμε περιστρεφόμενα έν γένει κοπτικά έργαλεία;
40. Πώς προσδένουμε σταθερά ή μετακινούμενα έν γένει κοπτικά έργαλεία;
41. Νά παραθέσετε τρείς τρόπους προσδέσεως περιστρεφόμενων κομματιών.
42. Ποιά μέσα χρησιμοποιούμε γιά τή στήριξη κομματιών στήν τράπεζα μιάς εργαλειομηχανής;
43. Πρόκειται νά μεταδώσουμε κίνηση από ένα άξονα I σε ένα άλλο άξονα II μέ ίμάντα και τροχαλίες μέ 5 βαθμίδες. Ή σταθερή περιστροφική ταχύτητα του άξονα I είναι $n_1 = 710$ στρ/μίν και ή διάμετρος τής μικρότερης τροχαλίας του άξονα I είναι $d_{1\mu} = 75$ mm. Οι περιστροφικές ταχύτητες του άξονα II ακολουθούν γεωμετρική πρόοδο και έχουν άκραίες τιμές $n_{II_1} = 280$ στρ/μίν και $n_{II_5} = 710$ στρ/μίν.
Ζητούνται:
α) Νά υπολογισθεί ο λόγος ϕ τής κλιμακώσεως των περιστροφικών ταχυτήτων του άξονα II και νά εκλεγεί ο πλησιέστερος προτυποποιημένος.
β) Νά έκλεγούν οι προτυποποιημένες περιστροφικές ταχύτητες του άξονα II.
γ) Νά υπολογισθούν οι διάμετροι των βαθμίδων και των δύο τροχαλιών και
δ) νά σχεδιασθεί ή ίμαντοκίνηση αυτή.
44. Ένα δράπανο στήλης πρόκειται νά χρησιμοποιηθεί γιά τό άνοιγμα όπών σε κομμάτια από διάφορα υλικά μέ τρυπάνια των όποιών ή διάμετρος μεταβάλλεται ανάμεσα στίς άκραίες τιμές $D_e = 8$ mm και $D_\mu = 20$ mm και μέ ταχύτητες κοπής πού νά κυμαίνονται από $u_e = 22$ m/μίν ως $u_\mu = 35$ m/μίν. Τό δράπανο αυτό θά διαθέτει στήν άτράκτο του τέσσερεις περιστροφικές ταχύτητες, ένω ή περιστροφική ταχύτητα είσόδου στό κιβώτιο ταχυτήτων θά είναι $n_1 = 1400$ στρ/μίν.
Ζητούμε γιά τό κιβώτιο ταχυτήτων του δραπάνου αυτού τά ακόλουθα:
α) Νά υπολογίσετε τίς άκραίες περιστροφικές ταχύτητες n_e και n_μ του κιβωτίου και νά έκλέξετε τόν προτυποποιημένο λόγο ϕ γιά τήν κλιμακώσή τους.
β) Νά διαλέξετε προτυποποιημένες τιμές γιά τίς περιστροφικές ταχύτητες τής άτράκτου.
γ) Νά σχεδιάσετε τό κινηματικό διάγραμμα του κιβωτίου και
δ) νά χαράξετε τό δικτυωτό του διάγραμμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ

3.1 Γενικά.

“Όπως γνωρίζουμε, οι εργαλειομηχανές αποτελούνται από σταθερά, περιστρεφόμενα ή παλινδρομούντα μέρη και οι διάφορες κινήσεις σε αυτές γίνονται συνήθως με συνδυασμούς μηχανικών, ηλεκτρικών, υδραυλικών και πνευματικών συστημάτων. Η σχετική όμως κίνηση επιφανειών της εργαλειομηχανής που τρίβονται προξενεί, με την πάροδο του χρόνου, φθορά τους με συνέπεια αρχικά μέν μείωση της ποιοτικής τους ικανότητας και τελικά την άκαταλληλότητά τους για εργασία. Έξάλου η άστοχία μιας εργαλειομηχανής, πέρα από τη φθορά της, μπορεί να οφείλεται και σε ξαφνική βλάβη ή καταστροφή κάποιου (ή κάποιων) εξαρτήματός της στο αρχικό στάδιο λειτουργίας της, λόγω ελαττωματικού υλικού κατασκευής ή άργότερα από κόπωση (καταπόνηση επί μακρό χρόνο με μεταβαλλόμενα φορτία). Έτσι, για να διατηρείται η εργαλειομηχανή συνεχώς σε κατάσταση ετοιμότητας για εργασία και, όσο το δυνατό, επί μακρότερο χρόνο σε κατάσταση κανονικής εργασίας ή να έχει, όπως λέμε, μακρότερη *ωφέλιμη ζωή* (δηλαδή να εργάζεται με ικανοποιητική απόδοση και ρυθμό αφαίρεσης υλικού), θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα, ώστε από το ένα μέρος *να περιορίζεται η φθορά των τριβόμενων μερών της* και από το άλλο *να αποφεύγονται διακοπές στη λειτουργία της* (άρα και στην παραγωγή) λόγω κάποιας *απρόβλεπτης βλάβης*· και όταν η εργαλειομηχανή τεθεί εκτός λειτουργίας εξαιτίας βλάβης, τότε θα πρέπει γρήγορα και προγραμματισμένα *να επισκευάζεται*. Όλα αυτά τα επιτυγχάνουμε με ένδεδειγμένη για κάθε εργαλειομηχανή *συντήρηση*, που περιλαμβάνει ένα σύνολο από εργασίες απαραίτητες για την επίτευξη του σκοπού της, όπως μόλις τόν περιγράψαμε.

Έδώ θα πρέπει να τονίσουμε ότι, εκτός από τη συντήρηση και η καλή εκπαίδευση του τεχνίτη και του εργοδηγού στη σωστή χρήση της εργαλειομηχανής αποτελούν ένα σοβαρό στοιχείο για την αποδοτική της λειτουργία. Και μάλιστα η εκπαίδευση αυτή θα πρέπει να είναι *συνεχιζόμενη* για να καλύπτει τυχόν νέου τύπου εργαλειομηχανές και ιδιαίτερα νεώτερου τύπου συστήματα έλεγχου (στα συστήματα έλεγχου παρουσιάζονται συχνές αλλαγές και εξελίξεις). Πλήρεις οδηγίες για την εγκατάσταση, τη λειτουργία και τη συντήρηση κάθε εργαλειομηχανής δίνονται στο *έγχειρίδιο λειτουργίας και συντηρήσεως* της εργαλειομηχανής που εκδίδει ο κατασκευαστής της και το οποίο συνοδεύει την εργαλειομηχανή. Καλό θα είναι, αν το έγχειρίδιο αυτό δεν είναι γραμμένο στην ελληνική, αλλά σε άλλη γλώσσα, να μεταφράζεται είτε αυτούσιο είτε κατά τα πιο σπουδαία του μέρη.

Τις εργασίες συντηρήσεως των εργαλειομηχανών (όπως και άλλων ακόμα μηχανών, όχημάτων, εγκαταστάσεων κλπ), μπορούμε να τις διακρίνουμε:

- α) Σέ *έργασίες προληπτικής συντηρήσεως και*
- β) σέ *έργασίες έπισκευών.*

3.2 'Η προληπτική συντήρηση τών εργαλειομηχανών.

3.2.1 Γενικά.

'Η προληπτική συντήρηση τών εργαλειομηχανών περιλαμβάνει όλες εκείνες τίς εργασίες πού εΐναι απαραίτητες:

- α) Γιά νά περιορίζονται, όσο γίνεται, οι φθορές τους μέ κατάλληλη λίπανση και
- β) γιά νά διατηροῦνται πάντοτε σέ κατάσταση λειτουργίας μέ επιθεώρηση όλων τών μερών και εξαρτημάτων τους γιά τήν πρόληψη κάθε ένδεχόμενης βλάβης (επισημανση κάθε άρχόμενης φθοράς ή άνωμαλίας σέ τρόπο, ώστε αυτή νά μήν προχωρήσει και έπιφέρει σοβαρή βλάβη στην εργαλειομηχανή) και μέ έγκαιρο προγραμματισμό τών έπισκευών τους προτού σταματήσουν νά λειτουργοῦν.

Οι δραστηριότητες αυτές της προληπτικής συντηρήσεως μάς δείχνουν καθαρά τή σημασία της. Μέ σχολαστική τήρηση τών κανόνων της προληπτικής συντηρήσεως μειώνονται σημαντικά οι ανάγκες γιά έπισκευές τών εργαλειομηχανών, μακραίνει ή ωφέλιμη ζωή τους και χαμηλώνει γενικά τό κόστος γιά τή συντήρησή τους.

Γιά νά γίνει πιό άποτελεσματική, εΐναι δυνατό ή προληπτική συντήρηση τών εργαλειομηχανών νά κλιμακωθεί ως: *ήμερήσια συντήρηση*, ως *έβδομαδιαία, μηνιαία, τριμηνιαία, έξαμηνιαία* ή ως *έτήσια*. Εΐναι αυτονόητο ότι γιά καθένα από τά είδη αυτά προληπτικής συντηρήσεως πού θεωρούμε σκόπιμο και άποφασίζομε νά τό εφαρμόσομε, θά πρέπει νά καταρτισθοῦν λεπτομερείς οδηγίες έκτελέσεώς του.

Παρακάτω θά δώσομε ένδεικτικά πληροφορίες γιά τήν έκτέλεση της ήμερήσιας και της τριμηνιαίας προληπτικής συντηρήσεως τών εργαλειομηχανών, τίς όποιες και θεωρούμε πιό σημαντικές.

3.2.2 'Εργασίες ήμερήσιας προληπτικής συντηρήσεως.

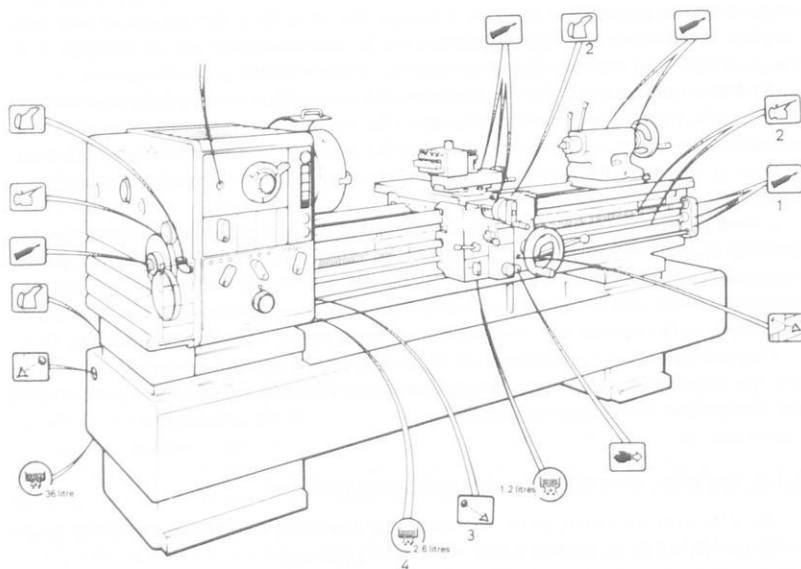
'Εκτελοῦνται συνήθως μετά τό πέρας της εργασίας από τό χειριστή της εργαλειομηχανής κάθε εργάσιμη μέρα και περιλαμβάνουν:

α) *Επιθεώρηση της εργαλειομηχανής.*

Αυτό άποβλέπει στη διαπίστωση τυχόν φθορών πού άρχίζουν και γενικά κάθε άποκλίσεως από ό,τι όνομάσομε *κατάσταση κανονικής εμφάνισεως και λειτουργίας μιας εργαλειομηχανής*. Κρίνομε ότι ή επιθεώρηση αυτή θά πρέπει όπωσδήποτε νά γίνεται μέ βάση *έντυπες οδηγίες*, πού συντάσσονται και εκδίδονται από τό άρμόδιο τμήμα του μηχανουργείου, από στοιχεία πού περιέχονται στο έγχειρίδιο λειτουργίας και συντηρήσεως κάθε εργαλειομηχανής. 'Ενδεικτικά μπορούμε νά έλέγομε, άν υπάρχει διαρροή σέ παρεμβάσματα (τσιμούχες), νά επιθεωρήσομε τούς όλισθητήρες γιά χαραγές ή όξειδώσεις και γενικά νά καθάρισομε τήν εργαλειομηχανή. 'Εδώ θά πρέπει νά τονίσομε τή μεγάλη σημασία πού έχει ή *καθαριότητα* γενικά στην έπιτυχία της προληπτικής συντηρήσεως.

β) Λίπανση τής εργαλειομηχανής.

Ἡ λίπανση ἐκτελεῖται βάσει ὁδηγιῶν πού δίνονται στήν **πινακίδα λιπάνσεως** ἢ στό **διάγραμμα λιπάνσεως** τής εργαλειομηχανής, πού εἶτε διατίθεται ἀπευθείας ἀπό τόν κατασκευαστή εἶτε καταρτίζεται ἀπό τίς σχετικές ὁδηγίες πού περιέχονται στό ἐγχειρίδιο λειτουργίας καί συντηρήσεως τής εργαλειομηχανής. Σέ ἕνα τέτοιο διάγραμμα λιπάνσεως καταδεικνύονται οἱ θέσεις τής εργαλειομηχανής πού χρειάζονται λίπανση (μέ λάδι ἢ μέ γράσσο), ἀναφέρεται τό εἶδος τοῦ λιπαντικοῦ πού θά χρησιμοποιηθεῖ, ἡ χωρητικότητα τῶν διαφόρων δοχείων καί πυξίδων (π.χ. τοῦ κιβωτίου ταχυτήτων), τοῦ συστήματος λιπάνσεως, ὅπως καί ἡ συχνότητα λιπάνσεως (ἡμερησίως, ἐβδομαδιαίως κλπ), καί ἀλλαγῆς τοῦ λιπαντικοῦ. Στό σχῆμα 3.2 εἰκονίζεται τό διάγραμμα λιπάνσεως ἑνός τόνου.



Σχ. 3.2.

Διάγραμμα λιπάνσεως ἑνός τόνου. 1) Λιπαντήρας ἢ γρασσαδόρος, 2) λαδερό, 3) θυρίδα ἐπιθεωρήσεως, 4) θυρίδα ἐκκενώσεως μέ ἔνδειξη τῆς χωρητικότητος τοῦ ἀντίστοιχου δοχείου λιπαντικοῦ.

Στό πίνακα 3.2.1 παραθέτομε ἑνδεικτικῶς λιπαντικά, πού συνιστῶνται γιά τά διάφορα μέρη τῶν εργαλειομηχανῶν.

γ) Μικρορρυθμίσεις σέ μηχανισμούς, πού ἐπιτρέπονται νά γίνονται ἀπό τό χειριστή τῆς εργαλειομηχανῆς καί **ἀντικατάσταση** φθαρμένων μικροεξαρτημάτων.

Γιά ἔλεγχο τῆς ἐκτελέσεως τῆς προληπτικῆς συντηρήσεως, καλό θά εἶναι νά ὑπάρχει ἀναρτημένο στήν εργαλειομηχανή ἕνα κατάλληλο ἔντυπο, στό ὁποῖο νά ἀ-

ναγράφεται τότε ξγινε ή συντήρηση καί νά βεβαιώνεται αυτό μέ τήν ύπογραφή τοϋ έργοδουού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2.1.

Συνιστώμενα λιπαντικά γιά τίς έργαλειουμηχανές

Μέρος ή στοιχείο έργαλειο- μηχανής ή είδος λιπαντικού	Είδος λιπαντικού*			
Άτρακτοι, έδρανα	1	2	—	—
Μηχανισμοί πρρώσεως (όδουοί κοχλίες, περικόχλια, όδοντωτοί κανόνες κ.ά.)	1	—	3	—
Όδοντοτροχοί	1	—	3	—
Άτέρμονες κοχλίες	1	—	3	—
Όλισθητήρες	1	—	—	4
Υγρό ύδραυλικών συστημάτων	—	2	—	—
Λιπαντικό γενικής χρήσεως	1	—	—	—

* 1 καθαρά όρυκτέλαια, 2 όρυκτέλαια μέ έξαιρετικές άντιοξειδωτικές καί άντιδιαβρωτικές ιδιότητες, όπως καί ιδιότητες άντιφθοράς, 3 όρυκτέλαια μέ έξαιρετικές ιδιότητες άντοχής σέ ψηλές πιέσεις, 4 όρυκτέλαια μέ έξαιρετικές ιδιότητες γιά λίπανση όλισθητήρων.

3.2.3 Έργασίες τριμηνιαίας προληπτικής συντηρήσεως.

Η συντήρηση αυτή πραγματοποιείται από ένα είδικό τεχνίτη - έπιθεωρητή, τόν όποιο βοηθεί καί ό χειριστής τής έργαλειουμηχανής. Έκτελοϋνται οί ακόλουθες έργασίες καί αυτές βάσει λεπτομερών όδουγίων:

α) Σχολαστική έπιθεώρηση όλων τών μερών καί έξαρτημάτων τής έργαλειουμηχανής πρós διαπίστωση φθοράς ή βλάβης τους.

β) Άντικατάσταση φθαρμένων έξαρτημάτων καί

γ) σοβαρές ρυθμίσεις τής έργαλειουμηχανής, πού δέν είναι δυνατό νά γίνουν από τό χειριστή της.

Μετά τήν έκτέλεση τής τριμηνιαίας προληπτικής συντηρήσεως συντάσσεται κά-ποιο δελτίο (συνήθως είναι προτυποποιημένο έντυπο τοϋ μηχανουργείου), στό όποιο αναγράφονται λεπτομερώς οί φθορές μερών καί έξαρτημάτων τής έργαλειουμηχανής, άντικαταστάσεις έξαρτημάτων καί ρυθμίσεις πού έγιναν, βλάβες πού δέν θεραπεύτηκαν κ.ά. Τό έντυπο αυτό ύποβάλλεται στό αρμόδιο γραφείο τοϋ μηχανουργείου (π.χ. στό γραφείο συντηρήσεως, άν ύπάρχει) γιά ένημέρωση έπάνω στην κατάσταση στην όποία βρίσκεται ή έργαλειουμηχανή. Άν τώρα από τή συντήρηση αυτή διαπιστωθεί ότι ή έργαλειουμηχανή έχει ανάγκη τέτοιων έπισκευών πού είναι αδύνατο νά έκτελεσθοϋν από τόν τεχνίτη - έπιθεωρητή, τότε αυτό αναγράφεται στό συντασσόμενο δελτίο, γιά νά προγραμματισθεί πλέον ή έπισκευή της.

3.3 Έργασίες έπισκευών τών έργαλειουμηχανών.

Όταν στό δελτίο τριμηνιαίας προληπτικής συντηρήσεως μιās έργαλειουμηχανής

αναγραφεί ότι η έργαλειομηχανή αυτή έχει ανάγκη επίσκεψης (ή αν αυτό προκύψει εκτάκτως), τότε αυτή αποσύρεται από την παραγωγή και ο προγραμματισμός έπισκευής της θα πρέπει να γίνει έτσι, ώστε με την άκινησία της να παρακωλύεται, όσο γίνεται πιο λίγο, η παραγωγή.

Η έκτέλεση των έπισκευών γίνεται συνήθως επί τόπου, αν αυτό είναι έφικτό, από ειδικό συνέργειο τεχνιτών. Είναι σημαντικό να κρατούμε στοιχεία σχετικά με τη φύση και τό κόστος όλων των έπισκευών. Αυτό θα μας δείξει ποιά μέρη ή εξαρτήματα της έργαλειομηχανής έχουν ανάγκη βελτιωμένης ή πιο συχνής συντηρήσεως και θα μας δώσει στοιχεία για να αποφασίσουμε εν καιρώ για την αξιοποίηση* ή την αντικατάσταση της έργαλειομηχανής.

3.4 Έρωτήσεις.

1. Ποιοί είναι οι στόχοι της συντηρήσεως των έργαλειομηχανών;
2. Ποιά είναι η πηγή από την όποια παίρνουμε συνήθως πληροφορίες σχετικά με τη συντήρηση μιας έργαλειομηχανής;
3. Πώς κλιμακώνεται ή προληπτική συντήρηση των έργαλειομηχανών;
4. Να παραθέσετε μερικές εργασίες ήμερήσιας προληπτικής συντηρήσεως, τις όποιες κάνομε σε μιά έργαλειομηχανή.
5. Πώς έκτελούμε τη λίπανση μιας έργαλειομηχανής;
6. Να αναφέρετε εργασίες που έκτελούμε στην τριμηνιαία προληπτική συντήρηση των έργαλειομηχανών.
7. Πότε μιά έργαλειομηχανή έχει ανάγκη έπισκευής;
8. Τι έννοούμε, όταν λέμε **άξιοποίηση** μιας έργαλειομηχανής που εργάζεται επί μακρό χρονικό διάστημα;

* Λέγοντας **άξιοποίηση** μιας έργαλειομηχανής έννοούμε την πλήρη αποσυναρμολόγησή της, τόν λεπτομερή έλεγχο όλων των μερών και εξαρτημάτων της, την αντικατάσταση των φθαρμένων από αυτά και την ανασύνθεσή της μαζί με τη διεξαγωγή του τελικού της έλέγχου, με σκοπό ή αξιοποιημένη έργαλειομηχανή να μήν ύστερεί σε ακρίβεια και σε απόδοση από την αρχική. Η αξιοποίηση των έργαλειομηχανών διεξάγεται σε είδικά εργοστάσια που διαθέτουν όλο τόν απαραίτητο για την εργασία αυτή έξοπλισμό.

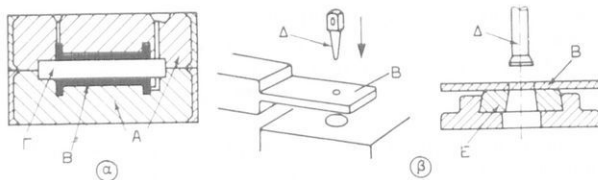
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΤΡΥΠΑΝΙΣΜΑ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ - ΔΡΑΠΑΝΑ

4.1 Γενικά για τό άνοιγμα και τήν άποπεράτωση (τελείωμα) όπών.

Σέ πολλά κομμάτια πού κατεργαζόμαστε στό μηχανουργείο, γιά τόν ένα ή γιά τόν άλλο λόγο, χρειάζεται νά άνοίξομε από τήν άρχή τρύπες (στό Κεφάλαιο αυτό μās ενδιαφέρουν κατά κύριο λόγο οί κυλινδρικές τρύπες, δηλαδή οί τρύπες πού έχουν σταθερή κυκλική διατομή) και νά διευρύνομε ή νά άποπερατώσομε υπάρχουσες. Οί σκοποί πού έξυπηρετούν οί τρύπες στίς μηχανές και στίς μηχανολογικές κατασκευές και έγκαταστάσεις μās είναι γνωστοί. Ένδεικτικά αναφέρομε έδω τίς τρύπες πού είναι άπαραίτητες στίς ήλώσεις και στίς κοχλιοσυνδέσεις γιά τό πέραςμα άντιστοίχως τών ήλων ή τών κοχλιών, στά έδρανα όλισθήσεως (τριβέας) γιά τή συναρμογή μέ τόν περιστρεφόμενο άξονα, στίς μηχανές έσωτερικής καύσεως και στίς έμβολοφόρους άντλίες (κύλινδροι) γιά τή συναρμογή μέ τά παλινδρομούντα έμβολα· επίσης και τρύπες γιά τή ροή ύγρων ή αερίων.

Γιά νά κατεργαστοΰμε γενικά τρύπες, έχομε στή διάθεσή μας ποικίλες μεθόδους, πού μās δίνουν κυμαινόμενη ακρίβεια και μεταβαλλόμενο βαθμό τραχύτητας επιφάνειας. Έτσι μās είναι δυνατή, σέ κάθε περίπτωση πού μās άπασχολεί, ή εκλογή τής μεθόδου πού ένδείκνυται. Και αναφέρομε έδω τίς πió βασικές από τίς μεθόδους αυτές: Τό **τρυπάνισμα (διάτρηση)** [σχ. 4.3β(α)(1) Μ.Τ.Β'], πού είναι κατάλληλο γιά νά άνοίγομε από τήν άρχή διαμπερείς ή τυφλές τρύπες, όπως και γιά νά διευρύνομε ή νά άποτελειώνομε ύφιστάμενες τρύπες. Υπάρχουσες τρύπες μπορούμε νά τίς κατεργασθοΰμε παραπέρα, γιά νά τίς διευρύνομε σέ όλο τό μήκος τους ή και νά δώσομε σέ αυτές μεγαλύτερη ακρίβεια και βελτιωμένη τραχύτητα επιφάνειας μέ **γλύφανση** [Μ.Τ.Β' σχ. 4.3β (α) (2)], μέ **λείανση** [σχ. 4.3η (ε) (3)], μέ **χόνιγκ** [σχ. 4.3θ (α)] ή μέ **έσωτερική τόνρευση** [σχ. 4.3α (α) (2)]. Μπορούμε ακόμα σέ τρύπες νά κάμομε μερική διεύρυνση, νά άνοίξομε σπείρωμα ή νά διαμορφώσομε τά άκρα τους. Οί τελευταίες αυτές κατεργασίες σέ τρύπες μαζί μέ τή γλύφανση είναι κατεργασίες **παρόμοιες ή συναφείς μέ τό τρυπάνισμα** μέ τήν έννοια ότι τό κοπτικό έργαλείο περιστρέφεται (πρωτεύουσα κίνηση) ένw συγχρόνως προωθείται άξονικά (κίνηση πρώσεως) και ότι όλες αυτές είναι δυνατό νά γίνουν στο δρόμο. Θά πρέπει ακόμα νά αναφέρομε ότι τρύπες (χαμηλής όμως ποιότητας) είναι δυνατό νά άνοιχθοΰν σέ έλάσματα μέ **άποκοπή** [Μ.Ε., παράγρ. 18.2 (Ε), σχ. 4.1 (β)]· επίσης και μέ **χύτευση** [σχ. 4.1 (α)] δημιουργοΰμε τρύπες σέ χυτά κομμάτια, οί όποιες όμως έχουν τίς περισσότερες φορές ανάγκη άποπερατώσεως. Τέλος, δέν θά πρέπει νά παραλείψομε και μή συμβατικές μεθόδους άφαιρέσεως μετάλλου, οί όποιες προσφέρονται γιά τό άνοιγμα όπών σέ όρισμένες περιπτώσεις (π.χ. άφαίρε-



Σχ. 4.1.

“Ανοίγμα όπών: α) Μέ χύτευση. β) Μέ απότμηση.

A καλούπι χυτεύσεως, Β κομμάτι, Γ καρδιά, Δ έπιβολέας, Ε μήτρα.

ση μετάλλου μέ ηλεκτρικό σπινθήρα, παράγρ. 4.4.1, ηλεκτροχημική άφαίρεση μετάλλου, παράγρ. 4.4.2 Μ.Τ.Β’ κ.ά.).

Στίς έπόμενες σελίδες θά άσχοληθούμε κυρίως μέ τό τρυπάνισμα, μέ τή γλύφανση καί μέ τήν έσωτερική σπειροτόμηση, γιατί αυτές χρησιμοποιούνται εύρύτατα στήν πράξη. Για τή λείανση καί τό χόνιγκ όπών, όπως καί γιά τήν έσωτερική τórνευση θά μιλήσομε στό σχετικό μέ τήν κάθε μία από τίς κατεργασίες αυτές Κεφάλαιο.

4.2 Τό τρυπάνισμα καί τό δράπανο.

4.2.1 Γενικά γιά τό τρυπάνισμα.

Τόν όρισμό καί τήν κινηματική του τρυπανίσματος τά δώσαμε στήν παράγραφο 4.3 (β) [σχ. 4.3β (α) (1) Μηχ. Τεχν. Β’], όπου μιλήσαμε συνοπτικά γιά τίς κυριότερες κατεργασίες κοπής.

Μέ τό τρυπάνισμα, πού όπως είπαμε καί στήν προηγούμενη παράγραφο άνοίγουμε διαμερεΐς ή καί τυφλές κυλινδρικές τρύπες καί διευρύνόμε ή άποτελειώνουμε ύφιστάμενες, έχομε τή δυνατότητα γιά κατεργασία μετάλλων καί κραμάτων τών όποιων ή σκληρότητα μπορεί νά φθάσει καί τά 450 Brinell, όπως καί μή μεταλλικών υλικών. Οί τρύπες πού άνοίγομε έχουν συνήθως διάμετρο πού ποικίλλει από 3 mm μέχρι 40 mm ($1/8$ ” μέχρι $1\frac{1}{2}$ ”), χωρίς όμως νά άποκλείεται καί τό άνοίγμα όπών μέ πολύ μικρές διαμέτρους (π.χ. 0,025 mm) ή καί μέ πολύ μεγάλες (π.χ. 150 mm).

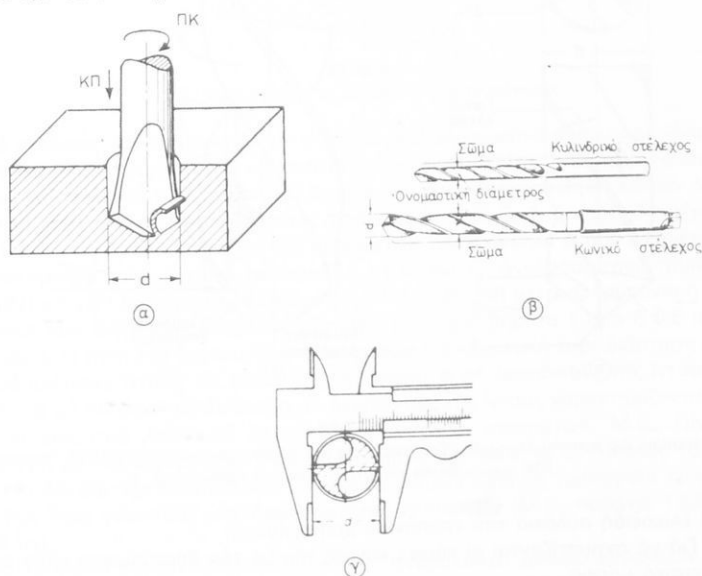
Δύο παράγοντες έπιδρούν βασικά στήν άκρίβεια άνοίγματος μιās τρύπας: ‘Ο ένας είναι ή άκρίβεια, μέ τήν όποία καθορίζεται ή θέση του κέντρου τής τρύπας καί ό άλλος ή άκρίβεια τής διαμέτρου τής. ‘Η διάμετρος μιās τρύπας προκύπτει μεγαλύτερη από τήν όνομαστική διάμετρο του τρυπανιού πού μεταχειριζόμαστε γιά τό άνοίγμά τής, γίνεται ή τρύπα **ύπερδιάστατη ή όβερσάϊζ** (oversize) όπως λέμε. ‘Επί παραδείγματι μιιά τρύπα πού άνοίγομε μέ τρυπάνι $1/2$ ” γίνεται περίπου 0,003” (0,075 mm) ύπερδιάστατη (όβερσάϊζ). ‘Η άκρίβεια θέσεως του κέντρου τής τρύπας έπηρεάζεται από τό είδος τής εργαλειομηχανής πού μεταχειριζόμαστε γιά νά τήν άνοίξομε, όπως καί από τόν τρόπο συγκρατήσεως του κομματιού καί του κοπτικού εργαλείου. ‘Η εργαλειομηχανή αυτή μπορεί νά είναι δράπανο (μέ χρησιμοποίηση ή όχι, δακτυλίου γιά τήν όδήγηση του τρυπανιού, σχ. 4.2 ιστ), δράπανο μέ ψηφιακό έλεγχο, ειδική εργαλειομηχανή μεγάλης άκρίβειας γιά τρυπάνισμα καί έσωτερική τórνευση (τζίγκ μπόρερ, jig borer) κ.ά. Συγκριτικά, τή μεγαλύτερη άκρίβεια

τήν επιτυγχάνουμε με την εργαλειομηχανή τζιγκ μόρρερ ($\pm 5 \mu\text{m}$), ενώ τη μικρότερη με το συνηθισμένο δράπανο χωρίς οδηγητικό δακτύλιο ($\pm 250 \mu\text{m}$). Η τραχύτητα επιφάνειας που επιτυγχάνεται με το τρυπάνισμα είναι χαμηλής ποιότητας, ή οποία όμως μπορεί να βελτιωθεί με γλύφανση, που θα ακολουθήσει το τρυπάνισμα.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι το τρυπάνισμα είναι μία **κατεργασία έκχονδρisesως**, ή οποία μας δίνει μικρή διαστατική ακρίβεια καί ακρίβεια θέσεως της τρύπας, όπως καί χαμηλό βαθμό τραχύτητάς της.

4.2.2 Τό έλικοειδές τρυπάνι ως κοπτικό εργαλείο.

Με την περιγραφή, την εργασία, τά είδη, την προτυποποίηση, τή χρήση καί τή συντήρηση των έλικοειδών τρυπανιών ασχοληθήκαμε λεπτομερώς στό Κεφάλαιο 13 του Μ.Ε. Θεωρούμε όμως σκόπιμο, γιά λόγους αυτοδυναμίας αυτού του βιβλίου, νά κάμουμε εδώ μιάν ανακεφαλαίωση των όσων είπαμε καί νά συμπληρώσουμε μέ ό,τι θά απαιτηθεί επί πλέον.

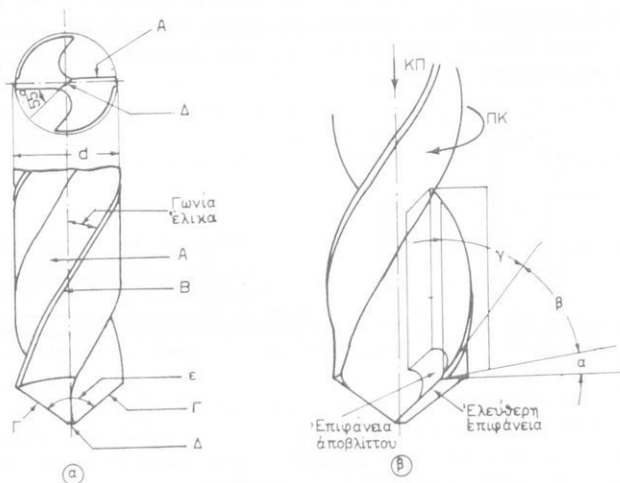


Σχ. 4.2α.

α) Τό λογχοειδές τρυπάνι. β) Τό έλικοειδές τρυπάνι. γ) Πώς μετράμε τήν όνομαστική διάμετρο του τρυπανιού. PK πρωτεύουσα κίνηση, KP κίνηση προώσεως.

Τό έλικοειδές τρυπάνι, που κατά βάση μεταχειριζόμαστε στην πράξη [υπάρχει καί τό λογχοειδές τρυπάνι, τό όποιο χρησιμοποιούσαν παλιότερα, σχ. 4.2α (α)], έχει τό σχήμα κυλινδρικής ράβδου, που διαμορφώνεται κατάλληλα σέ **σώμα, κόψεις** καί **στέλεχος** (σχ. 4.2α (β)). Τό σώμα του τρυπανιού φέρει τά έλικοειδή αυλάκια Α

[σχ. 4.2β (α)], τις **όδηγητικές λωρίδες** Β καί καταλήγει στις **κύριες κόψεις** Γ καί τήν **έγκάρσια κόψη** Δ. "Αρα τό τρυπάνι εἶναι ἓνα κοπτικό ἐργαλεῖο μέ δύο κύριες κόψεις καί κάθε τέτοια κόψη ἀποτελεῖ πλήρες καί κανονικό ἐργαλεῖο λοξῆς κοπῆς [σχ. 4.2β (β), παράγρ. 1.3.1]. Τό στέλεχος εἶναι τό υπόλοιπο μέρος τοῦ τρυπανιοῦ πού προσαρμόζεται σέ κατάλληλη ὑποδοχή (φωλιά) στήν ἄτρακτο τοῦ δραπεάνου. Οἱ κύριες κόψεις Γ σχηματίζουν τή γωνία κορυφῆς ε τοῦ τρυπανιοῦ, ἡ ὁποία παίζει σοβαρό ρόλο στό τρυπάνισμα. Ἡ ἐγκάρσια κόψη Δ δέν ἐργάζεται σάν κόψη κατά τήν ἐργασία τοῦ τρυπανιοῦ, ἀλλά κατά κάποιο τρόπο ὠθεῖ τό ὑλικό πρὸς τίς κύριες κόψεις. Ἡ ἐγκάρσια κόψη σχηματίζει ὡς πρὸς τίς κύριες κόψεις γωνία περίπου 55° γιά κατεργασία χαλύβων καί χυτοσιδήρων.



Σχ. 4.2β.

Τό τρυπάνι ὡς κοπτικό ἐργαλεῖο. Ὀνοματολογία καί χαρακτηριστικά στοιχεῖα τοῦ τρυπανιοῦ. (ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠ κίνηση προώσεως).

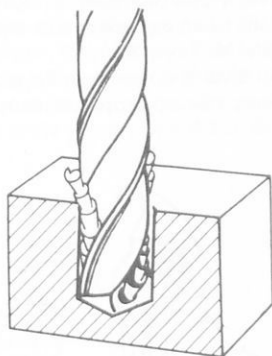
Τά ἐλικοειδή αὐλάκια τοῦ τρυπανιοῦ χρησιμεύουν:

- Γιά νά σχηματίζονται οἱ κύριες κόψεις του μέ τήν ἀπαιτούμενη κάθε φορά γεωμετρική μορφή.
- Γιά νά κατσαρώνουν τά ἀπόβλιττα, νά ὀδηγοῦνται εὐκόλα πρὸς τά ἔξω καί νά ἀπορρίπτονται (σχ. 4.2γ) καί
- γιά νά προσάγεται μέχρι τίς κύριες κόψεις τοῦ τρυπανιοῦ τό ὑγρό κοπῆς, πού εἶναι ἀπαραίτητο κατά τό τρυπάνισμα.

Καλή ὁδήγηση τοῦ τρυπανιοῦ κατά τόν ἄξονα τῆς τρύπας πού ἀνοίγομε, ἐπιτυγχάνεται μέ τίς ὀδηγητικές λωρίδες.

Ἡ ἡμιγωνία κορυφῆς $\epsilon/2$ ἀντιστοιχεῖ στή γωνία θέσεως κ τῆς κύριας κόψης τοῦ τυπικοῦ ἐργαλεῖου торνεύσεως [σχ. 4.21 (β)]. Ἡ γωνία ἐλικας σ, ἡ γωνία ἀποβλήτου γ καί ἡ ἐλεύθερη γωνία α τοῦ τρυπανιοῦ μεταβάλλονται κατά μήκος τῆς ἀκτί-

νας του. **Οι τιμές των γωνιών αυτών, που συνιστώνται για την έκλογή και τό τρύχι-
σμα των τρυπανιών, αναφέρονται πάντοτε στην περιφέρεια του τρυπανιού.**



Σχ. 4.2γ.

Πώς σχηματίζεται τό απόβλιπτο στο τρυπάνισμα.

Τό στέλεχος του τρυπανιού έχει συνήθως κολουροκωνικό σχήμα πού είναι εύ-
νοϊκό για τή συγκράτησή του καί σπανιότερα κυλινδρικό [σχ. 4.2α (β)]. Τό κολου-
ροκωνικό στέλεχος των τρυπανιών ακολουθεῖ τήν προτυποποίηση κώνων Μόρς
(Morse) καί χαρακτηρίζεται από τούς ἀριθμούς 0, 1, 2, 3, 4, 5 καί 6. Τό μέγεθος
τοῦ τρυπανιού καθορίζεται ἀπό τήν **ὀνομαστική του διάμετρο** D πού μετρίεται σέ
χιλιοστόμετρα (mm, μετρικά τρυπάνια) ἢ σέ Ἴντσες (", ἀγγλοσαξωνικά τρυπάνια,
στὶς θέσεις των ὁδηγητικῶν λωρίδων [σχ. 4.2α (γ)]. Στά μετρικά τρυπάνια ἡ ὀνο-
μαστική τους διάμετρος μπορεῖ νά μεταβάλλεται κατὰ βήματα 1 mm ἢ 0,5 mm ἢ
0,1 καί 0,01 mm. Στά ἀγγλοσαξωνικά τρυπάνια ἡ ὀνομαστική τους διάσταση δίνε-
ται σέ ἀκέριες Ἴντσες, σέ κλάσματα τῆς Ἴντσας ἢ σέ δεκαδικούς τῆς Ἴντσας. Τά
τρύπανια μέ ὀνομαστική διάμετρο σέ δεκαδικούς τῆς Ἴντσας χαρακτηρίζονται ἀπό
ἓνα γράμμα τοῦ λατινικοῦ ἀλφαβήτου (τρύπανια γραμμάτων, Μ.Ε., Πίνακας
13.2.1) ἢ μέ ἓνα ἀριθμό ἀπό 1 ὥς 80 (τρύπανια ἀριθμῶν, Μ.Ε., Πίνακας 13.2.2).
Γιά τόν ἔλεγχο τῆς ὀνομαστικῆς διαμέτρου μικρῶν σχετικὰ τρυπανιῶν χρησιμο-
ποιοῦμε τούς γνωστούς μας **διαμετρητῆρες τρυπανιῶν** (Μ.Ε., παράγρ. 13.2, σχ.
13.2 στ).

Τά τρυπάνια κατασκευάζονται τόσο ἀπό ἀνθρακοῦχο χάλυβα ἐργαλείων (τρυ-
πάνια νεροῦ: κατώτερης ποιότητας, Πίνακας 3.5.2) ὅσο καί ἀπό ταχυχάλυβα (τρυ-
πάνια ἀέρα: ἀνώτερης ποιότητας, Πίνακας 3.5.3 Μ.Τ.Β'), ὅπως π.χ. εἶναι ὁ τύπος
18 - 4 - 1. Γιά ψηλὸ ὅμως ρυθμὸ παραγωγῆς καί μακρὰ ζωὴ χρησιμοποιοῦνται καί
τρύπανια μέ κόψεις ἀπὸ σκληρομέταλλο [παράγρ. 1.3.2 (Β)] ἢ καί ὁλόσωμα ἀκόμα
τρύπανια ἀπὸ σκληρομέταλλο σέ μικρά ὅμως μεγέθη.

4.2.3 Τό δρύπανο.

Α. Εἶδη δρυπάνων.

Τό τρυπάνισμα μαζί μέ τίς παρόμοιες μέ αὐτό κατεργασίες (παράγρ. 4.3) ἐκτε-

λοῦνται κατά κύριο λόγο στήν ἐργαλειομηχανή πού ὀνομάζομε **δράπανο**, χωρίς βέβαια νά ἀποκλείεται καί ἡ πραγματοποίησή τους καί σέ ἄλλες ἐργαλειομηχανές, ὅπως εἶναι τό φραιζοδράπανο, ἡ φραιζομηχανή, ὁ τὸρνος κ.ἄ. Τή σχηματική παράσταση ἑνός δραπάνου στήλης μέ τή σχετική ὀνοματολογία τῶν κύριων μερῶν του τά εἶδαμε στό σχῆμα 4.3β(γ Μ. Τεχν. Β').

Τό δράπανο φαίνεται ὅτι εἶναι ἡ ἀρχαιότερη ἐργαλειομηχανή (σχ. 4.2δ), γιατί προέρχεται ἀπό προσπάθειες τῶν πρωτόγονων ἀκόμα ἀνθρώπων νά ἀνοίξουν τρύπες σέ ἀντικείμενα.



Σχ. 4.2δ.

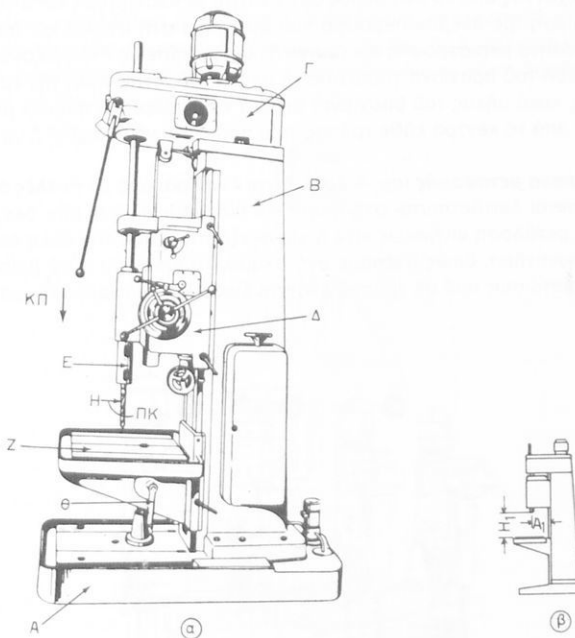
Ὁ πρωτόγονος ἄνθρωπος χρησιμοποιεῖ τό τόξο καί τό βέλος γιά τρυπάνισμα ἀντικειμένων.

Ἡ μεγάλη ποικιλία σέ μορφή καί σέ μέγεθος τῶν κομματιῶν ἀπό τό ἓνα μέρος καί ἡ ἀπαιτούμενη στάθμη ποιότητας τῶν ὀπῶν πού ἀνοίγομε ἡ ἀποπερατώνομε στό δράπανο ἀπό τό ἄλλο ὁδήγησαν στήν ἀνάπτυξη καί χρησιμοποίηση δραπάνων σέ διάφορα εἶδη, μορφές καί μεγέθη. Ἔτσι, ἀνάλογα μέ τό βάρος τους κατατάσσομε τά δράπανα σέ **ἐλαφρά**, σέ δράπανα **μέσου βάρους** καί σέ **βαριά**. Μέ κριτήριο τή διεύθυνση τῆς κύριας ἀτράκτου τους διακρίνομε τά δράπανα σέ **κατακόρυφα** καί σέ **ὀριζόντια**. Τό κατακόρυφο δράπανο εἶναι ἐκεῖνο πού χρησιμοποιεῖται πιό πολύ. Ἀνάλογα πάλι μέ τόν τρόπο μέ τόν ὁποῖο προσδίδομε στά δράπανα τήν ἰσχύ τά συναντοῦμε ὡς **χειροκίνητα** [Μ.Ε., σχ. 13.1β (β)], ὡς **μηχανοκίνητα** ἢ ὡς **ἀεροκίνητα**.

Ἐδῶ θά ἀσχοληθοῦμε μόνο μέ τά μηχανοκίνητα δράπανα, πού εἶναι στήν οὐσία βασικές παραγωγικές ἐργαλειομηχανές τοῦ μηχανουργείου. Στά δράπανα αὐτά ἀνήκουν:

1. Τό ἐπιτραπέζιο δράπανο. Εἶναι ἓνα ἀπλό καί ἐλαφρό δράπανο γιά ἐλαφρές ἐργασίες. Εἶναι συνήθως πολύστροφο.

2. Τό δράπανο στήλης [σχ. 4.2ε (α), 1.1ε (α) Μ.Τ.Β']. Είναι τό δράπανο πού τό χρησιμοποιούμε πίο πολύ στό μηχανουργείο. Τό συναντούμε σέ διάφορες παραλλαγές καί μεγέθη. Είναι κατάλληλο γιά μέσες καί σέ όρισμένες περιπτώσεις καί γιά βαριές έργασίες. Τά κομμάτια, στά όποια ανοίγουμε τρύπες, προσδένονται συνήθως στήν τράπεζα Z του δραπάνου. Μεγάλα κομμάτια όμως μπορούν νά στηριχθούν καί στή βάση A του δραπάνου. Έπειδή τό δράπανο στήλης άποτελεί τό βασικό καί άντιπροσωπευτικό είδος δραπάνου, θά τό περιγράψουμε καί θά δώσουμε πληροφορίες γιά τή λειτουργία του στήν παράγραφο 4.2.3 (B) παρακάτω.



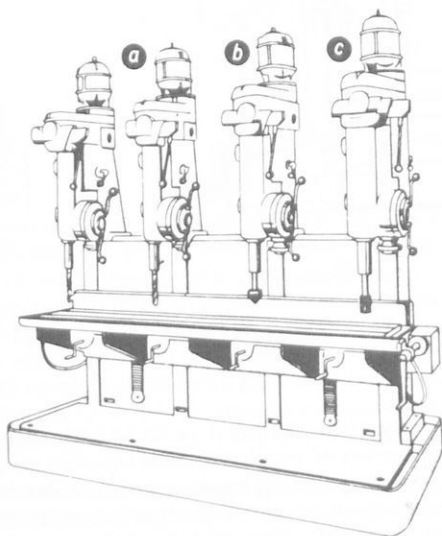
Σχ. 4.2ε.
Τό δράπανο στήλης.

3. Τό άκτινωτό δράπανο (ράντιαλ) [σχ. 1.1ε (β) Μ.Τ.Β']. Είναι σχεδιασμένο καί κατασκευασμένο γιά έργασίες σέ μεγάλα καί βαριά κομμάτια καί γιά παραγωγή κατ'ά μονάδα (ένα καί έξω), όπως καί γιά παραγωγή σέ παρτίδες [παράγρ. 1.1.4 (Α) Μ.Τ.Β']. Στό άκτινωτό δράπανο, λόγω των δυνατοτήτων γιά μετακίνηση τής όποïες έχει ή εργαλειοφόρος του κεφαλή, όπως θά δούμε άμέσως παρακάτω, είναι δυνατό μέ ένα καί μόνο δέσιμο του κομματιού νά κατεργασθούμε όλες τς τρύπες του. Αυτό προφανώς προφυλάσσει άπό σφάλματα κυρίως στή θέση των κέντρων των

όπων, τά ὁποῖα μποροῦν νά προέλθουν ἀπό διαδοχικές γιά τό ἄνοιγμα κάθε τρύπας προσδέσεις τοῦ κομματιοῦ.

Τό δράπανο αὐτό ἀποτελεῖται ἀπό τή στήλη, πού στηρίζεται κατάλληλα στή βάση του. Στή στήλη προσαρμόζεται ὁ βραχίονας πού φέρει τήν ἐργαλειοφόρο κεφαλή, στήν ὁποία προσδένεται τό τρυπάνι. Ὁ βραχίονας αὐτός ἔχει δυνατότητα νά περιστρέφεται γύρω ἀπό τή στήλη καί νά ἀνεβοκατεβαίνει, ἐνῶ ἡ ἐργαλειοφόρος κεφαλή μπορεῖ νά μετακινεῖται σέ ὀλισθητήρες κατά μήκος τοῦ βραχίονα. Ἡ τράπεζα τοῦ ἀκτινωτοῦ δραπάνου, στήν ὁποία στηρίζεται τό κομμάτι εἶναι σταθερή, ἄρα καί τό κομμάτι παραμένει σταθερό. Ἔτσι, ἡ ἄτρακτος τοῦ δραπάνου πού φέρει τό τρυπάνι, ἔχοντας ἀπό τό ἓνα μέρος δυνατότητα μετακινήσεως κατά τήν κατακόρυφη διεύθυνση (μέ ἀνεβοκατέβασμα τοῦ βραχίονα στή στήλη) καί ἀπό τό ἄλλο μέρος δυνατότητα περιστροφῆς καί ἀκτινικῆς μετατοπίσεως στό ὀριζόντιο ἐπίπεδο (μέ περιστροφή τοῦ βραχίονα γύρω ἀπό τή στήλη καί μετακίνηση τῆς ἐργαλειοφόρου κεφαλῆς κατά μήκος τοῦ βραχίονα) μπορεῖ κάθε φορά νά παίρνει μέ ἀκρίβεια θέση ἐπάνω ἀπό τό κέντρο κάθε τρύπας, πού πρόκειται νά ἀνοιχθεῖ ἢ νά ἀποπερατωθεῖ.

4. Τό δράπανο μεταφορᾶς (σχ. 4.2στ). Εἶναι ἓνα δράπανο μέ πολλές ἀτράκτους, ὅπου οἱ ἄτρακτοι διατάσσονται στή σειρά καί παίρνουν κίνηση εἴτε ὅλες μαζί ἀπό μία κεντρική μετάδοση κινήσεως εἴτε ἡ μία ἀνεξάρτητα ἀπό τήν ἄλλη ἀπό ξεχωριστό ἠλεκτροκινητήρα, ὅπως βλέπομε στό σχῆμα. Τό δράπανο αὐτό βρίσκει ἐφαρμογές σέ περιπτώσεις πού σέ τρύπες γίνονται διαδοχικά διαφορετικές κατεργασίες

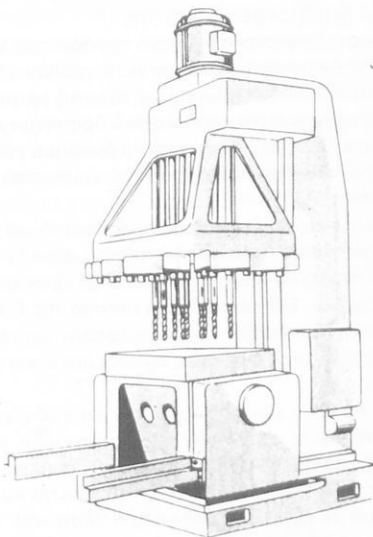


Σχ. 4.2στ.

Τό δράπανο μεταφορᾶς ἢ δράπανο μέ ἀτράκτους στή σειρά.

(τρυπάνισμα έκχονδρίσεως, τρυπάνισμα αποπερατώσεως, έμβύθιση, γλύφανση κ.ά.), γιά άνοιγμα στό ίδιο κομμάτι πολλών όπών μέ διαφορετική διάμετρο ή ακόμα καί γιά άνοιγμα όπών του αυτού μεγέθους στή σειρά. Τό κομμάτι συνήθως προσδένεται σέ ίδιουσκευή καί μεταφέρεται από τή μία θέση (άτρακτο) στήν άλλη από τό χειριστή (ή τούς χειριστές) του δραπάνου αυτού ή καί αυτόματα μέ μετακίνηση τής τράπεζας.

5. Τό πολυάτρακτο δράπανο (σχ. 4.2ζ). Είναί δράπανο μαζικής παραγωγής καί έχει ως σκοπό νά άνοίγει συγχρόνως πολλές τρύπες μέ διαφορετική συνήθως διάμετρο σέ διάφορες θέσεις στό ίδιο κομμάτι. Κατασκευάζεται κατά κανόνα ως κατακόρυφο δράπανο. Ή κίνηση προώσεως εκτελείται ως επί τό πλείστο από τήν τράπεζα μέσω κατάλληλου μηχανισμού μεταδόσεως μεταφορικής κινήσεως (παράγρ. 2.3.4). Έτσι άποφεύγεται ή μετακίνηση τής βαριάς έργαλειοφόρου κεφαλής του δραπάνου αυτού. Ή οδήγηση των τρυπανιών γίνεται μέ τή βοήθεια κατάλληλης πλάκας μέ βαμμένα χαλύβδινα δακτυλίδια.



Σχ. 4.2ζ.

Τό πολυάτρακτο δράπανο

6. Τό πυργωτό δράπανο. Σέ αυτό τό δράπανο ή έργαλειοφόρος κεφαλή, στήν όποία προσδένονται διάφορα τρυπάνια συνήθη ή ειδικά καί συναφή έργαλεία, έχει δυνατότητα περιστροφής έτσι, ώστε κάθε φορά νά παίρνει θέση γιά έργασία ένα από τά έργαλεία αυτά. Ή περιστροφή τής κεφαλής γίνεται αυτόματα. Σέ ένα τέτοιο δράπανο είναι δυνατή καί πλήρης αυτοματοποίηση μέ ψηφιακό έλεγχο.

7. Τό δράπανο γιά βαθιές τρύπες. Κατασκευάζεται συνήθως όριζόντιο καί χρησιμοποιεί τό ειδικό τρυπάνι γιά βαθιές τρύπες [σχ. 4.2ιβ (ε)]. Τό συναντούμε τόσο

ως μονοάτρακτο, όσο και ως πολυάτρακτο. Έχει μορφή τόνου και συνήθως το τρυπάνι παραμένει σταθερό και περιστρέφεται το κομμάτι. Βρίσκει εφαρμογές στην κατεργασία κανών οπλών, στο άνοιγμα όπων σε μεγάλου μήκους άτράκτους, σε διωστήρες και σε άλλα κομμάτια.

B. Περιγραφή και λειτουργία του δραπάνου στήλης.

Τό δράπανο στήλης [σχ. 4.2ε (α)] μαζί με το άκτινωτό δράπανο είναι τα ευρύτερα χρησιμοποιούμενα δράπανα στην πράξη.

Οι βασικές δομικές μονάδες ενός δραπάνου στήλης είναι: η **βάση Α**, η **στήλη Β (κορμός ή ὀρθοστάτης)**, η **σταθερή κεφαλή Γ**, η **κινητή κεφαλή Δ** (ή **ἐργαλειοφόρος κεφαλή** του δραπάνου), πού εκτός από την κύρια άτρακτο Ε φέρει το κιβώτιο προώσεων και το μηχανισμό προώσεως και η **τράπεζα Ζ**. Τό τρυπάνι Η (ή τό παρόμοιο κοπτικό ἐργαλείο, δηλαδή γλύφανο, ειδικό τρυπάνι κλπ.), προσαρμόζεται στο άκρο της άτράκτου και περιστρέφεται μαζί της.

Η πρωτεύουσα κίνηση (περιστροφική) στο τρυπάνισμα παρέχεται από την άτρακτο του δραπάνου, στην οποία προσδένεται τό τρυπάνι (ή τό ανάλογο κοπτικό ἐργαλείο), ενώ η κίνηση προώσεως δίνεται ως άξονική μετακίνηση της άτράκτου. Τό κομμάτι στηρίζεται σταθερά στην τράπεζα του δραπάνου ή αν είναι μεγάλο στη βάση του. Ο άξονας της τρύπας πού πρόκειται νά ανοίξουμε εύθυγραμμίζεται με τόν άξονα της άτράκτου με κατάλληλη μετακίνηση του κομματιού επάνω στην τράπεζα ή στη βάση του δραπάνου.

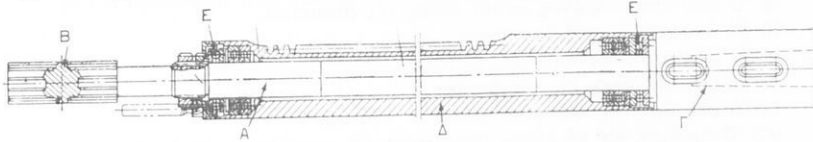
Η στήλη Β προσαρμόζεται σταθερά στη βαριά βάση Α και φέρει όλες τις λοιπές δομικές μονάδες του δραπάνου, δηλαδή τη σταθερή κεφαλή Γ, την κινητή κεφαλή Δ και την τράπεζα Ζ. Η στήλη είναι συνήθως κοίλο χυτό σε σχήμα κουτιού (μπορεί νά έχει και κυλινδρικό σχήμα). Στην εμπρόσθια πλευρά της έχει κατακορύφους ὀλισθητήρες γιά τό άνεβοκατέβασμα της κινητής κεφαλής και της τράπεζας. Έσωτερικά της στήλης τοποθετούνται οι διάφορες καλωδιώσεις και ηλεκτρικές συσκευές έλέγχου του δραπάνου.

Η τράπεζα Ζ φέρει αὐλάκια μορφής Τ γιά την κατευθεία συγκράτηση κομματιών ή συσκευών προσδέσεως κομματιών ή ιδιοσυσκευών. Μπορεί νά μετακινείται επάνω - κάτω στους ὑπάρχοντες ὀλισθητήρες της στήλης με τή βοήθεια χειρομοχλού Θ και ζεύγους ὀδοντοτροχού - ὀδοντωτού κανόνα και έχει τή δυνατότητα νά συγκρατείται σταθερά σε ὀρισμένη κάθε φορά θέση καθ' ὕψος της στήλης του δραπάνου, μέσα βέβαια σε ὀρισμένα ὅρια κατακόρυφης διαδρομής. Σε δράπανα με κυλινδρική στήλη ή τράπεζα έχει τή δυνατότητα περιστροφής γύρω από τή στήλη, ὥστε νά ἐπιτρέπει ἔτσι, τή στήριξη μεγάλων κομματιών στη βάση του δραπάνου. Ἀκόμα ή τράπεζα είναι δυνατό νά μετατοπίζεται κατά μήκος και ἐγκάρσια ἔτσι, ὥστε νά ἐπιτρέπει άνοιγμα διαδοχικών ὀπών, χωρίς νά απαιτεῖται ρύθμιση και συγκράτηση του κομματιού γιά τό άνοιγμα κάθε τρύπας.

Τό κιβώτιο ταχυτήτων πού τοποθετείται στη σταθερή κεφαλή Γ είναι συνήθως τύπου με ὀλισθαίνοντες ὀδοντοτροχούς [παράγρ. 2.3.2(Δ)(1)]. Μπροστά από τό κιβώτιο ταχυτήτων, γιά αύξηση του αριθμού των περιστροφικών ταχυτήτων της άτράκτου, είναι δυνατό νά χρησιμοποιείται βαθμιδωτή ἱμαντοκίνηση [παράγρ. 2.3.2(Β)] ή συνεχής μετάδοση κινήσεως (παράγρ. 2.3.3) ή άνταλλακτικοί ὀδοντο-

τροχοί ή ακόμα και ηλεκτροκινητήρας με δύο περιστροφικές ταχύτητες (π.χ. με 2800 / 1400 στρ/min).

Η άτρακτος Α του δραπεάνου (σχ. 4.2η) στο όπισθιο άκρο της διαμορφώνεται σε έξωτερο πολύσφηνο Β, που συναρμόζεται σε αντίστοιχο έσωτερο του άξονα εξόδου κινήσεως του κιβωτίου ταχυτήτων, ενώ στο εμπρόσθιο φέρει προτυποποιημένο κώνο Γ (κώνο Μόρς) για την προσαρμογή του κοπτικού εργαλείου είτε κατευθεία είτε μέσω κατάλληλης φωλιάς ή άλλου εξαρτήματος. Η άτρακτος στηρίζεται στο χιτώνιο (πινόλη) Δ με κατάλληλα έδρανα κυλίσεως Ε.

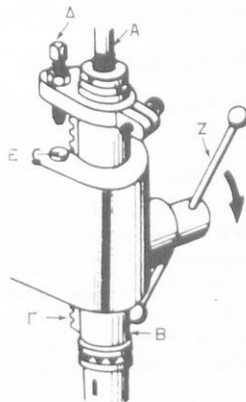


Σχ. 4.2η.

Πώς διαμορφώνεται η άτρακτος του δραπεάνου μαζί με τό χιτώνιο της.

Τό κιβώτιο προώσεως παρέχει τις ταχύτητες προώσεως (ή τις προώσεις) και παίρνει κίνηση είτε κατευθεία από την άτρακτο είτε από κάποιον άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων. Η αλλαγή προώσεων μπορεί να γίνει με όλισθαίνοντες όδοντοτροχούς, με συμπλέκτες ή με όλισθαίνοντα σφήνα [παράγρ. 2.3.2(Δ)(2)].

Τέλος, ό μηχανισμός προώσεως δίνει την κίνηση προώσεως στην άτρακτο τόσο μηχανοκίνητα (αυτόματη πρόωση), όσο και χειροκίνητα. Τό άνεβοκατέβασμα της άτράκτου έπιτυγχάνεται με ένα ζεύγος όδοντοτροχού — όδοντωτού κανόνα. Ό όδοντωτός κανόνας Ζ (σχ. 4.2θ) μορφοποιείται στο χιτώνιο της άτράκτου, ενώ ό όδοντοτροχός μπορεί να πάρει κίνηση είτε από τό κιβώτιο προώσεων για την αυτόματη πρόωση της άτράκτου είτε άπευθείας από χειρομοχλό. Για ρύθμιση της διάδρομής κατά την όποία θά μετακινηθεί τό τρυπάνι (αυτό καθορίζει τό βάθος πού θά πάρουν οι τρύπες πού άνοίγομε) μεταχειριζόμαστε τή διάταξη πού βλέπομε στο σχήμα 4.2θ.



Σχ. 4.2θ.

Διάταξη για τή ρύθμιση του βάθους τρυπανίσματος. Α άτρακτος, Β χιτώνιο άτράκτου, Γ όδοντωτός κανόνας, Δ ρυθμιστικός κοχλίας, Ε όριο βάθος, Ζ χειρομοχλός.

Γ. Πώς προδιαγράφονται τα δράπανα στήλης.

Τό βασικό μέγεθος, μέ τό όποίο προδιαγράφομε τά δράπανα αὐτά εἶναι ἡ **μέγιστη διάμετρος τρυπανιοῦ** σέ χιλιοστόμετρα (mm) ἢ σέ ἴντσες (") πού μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε, γιά νά ἀνοίξομε τρύπες σέ χάλυβα μέ ὄριο θαρούσεως 60 kp/mm² περίπου. Τό μέγεθος αὐτό χαρακτηρίζει ὁ,τι ὀνομάζομε **διατρητική ικανότητα** τοῦ δραπάνου.

Ἄλλα συμπληρωματικά στοιχεῖα γιά τήν προδιαγραφή ἑνός δραπάνου στήλης μποροῦν νά εἶναι τά ἑξῆς [σχ. 4.2ε (β)]:

- α) Ὁ προτυποποιημένος κῶνος Μόρς τῆς ἀτράκτου.
- β) Τό ἀνοίγμα A_1 τοῦ δραπάνου.
- γ) Ἡ μέγιστη διαδρομή τοῦ τρυπανιοῦ.
- δ) Τό μέγιστο ὕψος H_1 τῆς ἀτράκτου ἀπό τήν τράπεζα.
- ε) Τό μέγεθος τῆς τράπεζας (μήκος × πλάτος).
- στ) Ὁ ἀριθμός καί τό εὖρος περιστροφικῶν ταχυτήτων τῆς ἀτράκτου.
- ζ) Ὁ ἀριθμός καί τό εὖρος τῶν προώσεων τῆς ἀτράκτου.
- η) Ἡ ὀνομαστική ἰσχὺς καί
- θ) τό συνολικό καθαρό βάρος τοῦ δραπάνου.

Ἐνδεικτικά ἕνα δράπανο στήλης μέσου μεγέθους μπορεῖ νά προδιαγραφεῖ μέ τά ἀκόλουθα στοιχεῖα:

- Διατρητική ἰκανότητα: 40 mm (γιά χάλυβα μέ ὄριο θαρούσεως 60 kp/mm²).
- Κῶνος ἀτράκτου: Μόρς 5.
- Ἀνοίγμα δραπάνου: $A_1 = 355$ mm.
- Μέγιστη διαδρομή τρυπανιοῦ: 280 mm.
- Μέγιστο ὕψος $H_1 = 730$ mm.
- Μέγεθος τράπεζας: 500 mm × 630 mm.
- 12 περιστροφικές ταχύτητες ἀπό 31,5 μέχρι 1400 στρ/min ($\phi = 1,4$)
- 9 προώσεις ἀπό 0,11 ὠς 1,75 mm/στρ. ($\phi = 1,4$).
- Ὀνομαστική ἰσχὺς: 4 kW
- Συνολικό καθαρό βάρος: 1400 kp.

4.2.4 Χαρακτηριστικά μεγέθη τοῦ τρυπανίσματος.

Ἡ **ταχύτητα κοπῆς** δίνεται ἀπό τή σχέση:

$$v = \frac{\pi D \cdot n}{1000} \quad [\text{m/min}] \quad (4.1)$$

ὅπου D σέ mm εἶναι ἡ ὀνομαστική διάμετρος τοῦ τρυπανιοῦ καί n σέ στρ/min ἡ περιστροφική του ταχύτητα ἢ ἡ περιστροφική ταχύτητα τῆς ἀτράκτου τοῦ δραπάνου. Ὅπως βλέπομε, ἔχει ἐπικρατήσει νά θεωροῦμε τήν ταχύτητα κοπῆς στήν περιφέρεια τοῦ τρυπανιοῦ, παρ' ὅλο ὅτι αὐτή μεταβάλλεται κατὰ μήκος τῆς ἀκτίνης τοῦ καί μάλιστα μειώνεται ἀπό τήν περιφέρεια πρὸς τό κέντρο.

Ἡ **ταχύτητα προώσεως** v_n σέ mm/min, ἡ **πρόωση** σέ mm/στρ. καί ἡ περιστροφική ταχύτητα τοῦ τρυπανιοῦ συνδέονται μέ τή σχέση:

$$v_n = n \cdot s \quad \text{ἢ} \quad s = \frac{v_n}{n} \quad (4.2)$$

Έδω μπορούμε νά εισαγάγομε καί τήν πρόωση ανά κύρια κόψη $s_z = s/Z$, όπου Z εἶναι ὁ ἀριθμός τῶν κύριων κόψεων τοῦ τρυπανιοῦ, συνήθως $Z = 2$.

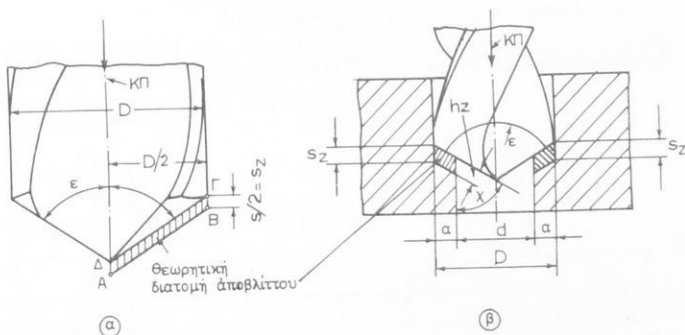
Ἡ **θεωρητική διατομή τοῦ ἀποβλίττου** (σχ. 4.2ι) A σέ mm^2 ἐκφράζεται ὡς ἑξῆς:

α) Γιά πλήρες τρυπάνισμα:

$$A = \frac{D \cdot s_z}{2} = \frac{D \cdot s}{4} \quad (4.3\alpha)$$

β) Γιά διεύρυνση μιᾶς ὑπάρχουσας τρύπας μέ διάμετρο d :

$$\frac{(D - d) \cdot s_z}{2} = \frac{(D - d) \cdot s}{4} \quad (4.3\beta)$$



Σχ. 4.2ι.

Χαρακτηριστικά στοιχεία τοῦ τρυπανίσματος: α) Πλήρες τρυπάνισμα. β) Διεύρυνση τρύπας.

Τό **ρυθμό ἀφαιρέσεως ὕλικου** Θ (συνήθως σέ cm^3/min) τόν ὑπολογίζομε ἀπό τή θεωρητική διατομή τοῦ ἀποβλίττου [σχέση (4.3α)] πολλαπλασιασμένη ἐπί τήν ταχύτητα κοπῆς, δηλαδή:

$$\Theta = A \cdot u = \frac{D \cdot s \cdot u}{4} \quad [\text{cm}^3/\text{min}] \quad (4.4)$$

ἢ θεωρώντας τήν ἐξίσωση (4.1) ἀπό τή σχέση:

$$\Theta = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot \frac{s \cdot n}{1000} \quad [\text{cm}^3/\text{min}] \quad (4.5)$$

Ἐνα ἄλλο χαρακτηριστικό μέγεθος πού μᾶς ἐνδιαφέρει στό τρυπάνισμα (ἀλλά καί σέ ὅλες τίς κατεργασίες κοπῆς) γιά λόγους ἐκμεταλλεύσεως τῆς ἐργαλειομηχανῆς εἶναι ὁ καλούμενος χρόνος κοπῆς t_c σέ min . Λέγοντας χρόνο κοπῆς στό τρυ-

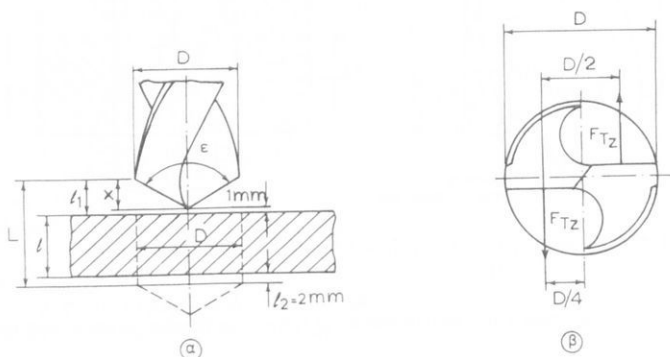
πάνισμα έννοοϋμε τή χρονική διάρκεια κατά τήν ὁποία τό κοπτικό ἔργαλειο (τό τρυπάνι ἐδῶ) ἐκτελεῖ μία πλήρη διαδρομή γιά νά ἀνοίξει μία τρύπα βάθους l mm [σχ. 4.2ια (α)]. Στόν ὑπολογισμό τοῦ χρόνου αὐτοῦ λαμβάνομε ὑπόψη καί τό χρόνο πού ἀπαιτεῖται γιά τήν **προσέγγιση** τοῦ ἔργαλείου στό κομμάτι (προώθησή του κατά μήκος l_1) καί γιά τήν **ἀπομάκρυνσή** του ἀπό τό κομμάτι (προώθηση τοῦ ἔργαλείου κατά μήκος l_2). Ὑστερα ἀπό ὅλα αὐτά ὑποθέτοντας καί ὁμαλή κίνηση προώσεως βρίσκομε:

$$t_c = \frac{L}{u_{\pi}} = \frac{L}{s \cdot n} \quad [\text{min}] \quad (4.6)$$

ὅπου $L = l + l_1 + l_2$ σέ min. Τό μήκος l_1 προσδιορίζεται ὡς:

$$l_1 = 1 \text{ mm} + x = 1 \text{ mm} + \frac{D}{2\epsilon\phi(\omega/2)} \quad [\text{mm}]$$

ἐνῶ τό μήκος l_2 ἐκλέγεται κατά προσέγγιση ἴσο πρὸς 2 mm.



Σχ. 4.2ια.

α) Στοιχεῖα γιά τόν ὑπολογισμό τοῦ χρόνου κοπῆς στό τρυπάνισμα. β) Στοιχεῖα γιά τόν προσδιορισμό τῆς ἰσχύος κοπῆς στό πλήρες τρυπάνισμα.

Τέλος ἡ **ἰσχύς κοπῆς** σέ kW (ἢ PS), πού μᾶς εἶναι ἀπαραίτητη γιά τήν ἐκλογή τοῦ κατάλληλου (ἀπό ἀποψη βέβαια ὀνομαστικῆς ἰσχύος) γιά δοσμένη περίπτωση τρυπάνισματος, δραπάνου μπορεῖ νά ὑπολογισθεῖ ἀπό τήν κύρια συνιστώσα τῆς δυνάμεως κοπῆς ἀνά κόψη F_{Tz} [σχ. 4.2ια (β)] καί τήν ταχύτητα κοπῆς ἢ ἀπό τή ροπή στρέψεως πού ἀσκεῖται στό τρυπάνι (καί στήν ἀτρακτο τοῦ δραπάνου) κατά τό τρυπάνισμα καί ἀπό τήν περιστροφική ταχύτητα τῆς ἀτράκτου, ὅπως θά δοῦμε ἀμέσως παρακάτω.

Γιά τό τρυπάνισμα, ἡ γνωστή μας σχέση (1.9) παίρνει τή μορφή:

$$N_k = \frac{F_{Tz} \cdot u}{6120} \quad [\text{kW}] \quad (4.7)$$

όπου τό F_{Tz} δίνεται σε kρ και τό u σε m/min. 'Επίσης ή ροπή στρέψεως M_d σε cm.kρ έκφράζεται ως:

$$M_d = \frac{D \cdot F_{Tz}}{2} \cdot \frac{1}{10} = \frac{D \cdot F_{Tz}}{20} \quad (4.8)$$

'Αντικαθιστώντας τώρα τό u τής σχέσεως (4.1) και τό F_{Tz} πού προκύπτει από τή σχέση (4.8) στην εξίσωση (4.7) και έκτελώντας τίς πράξεις παίρνομε τελικά τήν ακόλουθη έκφραση γιά τήν Ισχύ κοπής κατά τό πλήρες τρυπάνισμα:

$$N_k = \frac{M_d \cdot n}{97410} \text{ [kW]} \quad (4.9)$$

'Η κύρια συνιστώσα τής δυνάμεως κοπής ανά κόψη F_{Tz} πού μās εἶναι απαραίτητη γιά νά βροῦμε τή ροπή στρέψεως [σχέση (4.8)], βρίσκεται μέ βάση τήν ειδική αντίσταση κοπής k_s (παράγρ. 1.6.2), δηλαδή:

$$F_{Tz} = A \cdot k_s = \frac{D}{2} \cdot s_z \cdot k_s = \frac{D}{2} \cdot \frac{h_z}{\eta \mu(\omega/2)} \cdot k_s \quad (4.10)$$

αν λάβομε υπόψη τή σχέση (4.3a) και ὅτι [σχ. 4.2i (γ)]:

$$h_z = s_z \eta \mu \kappa = s_z \eta \mu (\epsilon/2) \quad (4.11)$$

όπου h_z σε mm εἶναι τό θεωρητικό πάχος τοῦ ἀποβλίπτου. 'Επειδή ὁμως ή ειδική αντίσταση κοπής, ὅπως γνωρίζομε (παράγρ. 1.6.2), ἐξαρτᾶται ἀπό τό θεωρητικό πάχος τοῦ ἀποβλίπτου κατά τή σχέση:

$$k_s = k_1 h_z^{-z} \quad (4.12)$$

ή συνιστώσα F_{Tz} [σχέση (4.10)] τελικά θά πάρει τή μορφή:

$$F_{Tz} = \frac{k_1 \cdot D}{2 \eta \mu(\epsilon/2)} \cdot h_z^{(1-z)} \quad (4.13)$$

'Εφόσον ἔχομε ὑπολογισμένο τό θεωρητικό πάχος τοῦ ἀποβλίπτου h_z [σχέση (4.11)], μποροῦμε νά βροῦμε τή συνιστώσα F_{Tz} εἴτε μέ τή βοήθεια τής εξισώσεως (4.10), ἀφοῦ ὁμως πάρομε τή τιμή τοῦ k_s γιά τό δοσμένο h_z ἀπό τόν Πίνακα 1.6.1 γιά τό ὑλικό πού πρόκειται νά κατεργασθοῦμε, εἴτε χρησιμοποιώντας τή σχέση (4.13) μέ τιμές τῶν σταθερῶν k_1 καί z , τίς ὁποῖες μās δίνει ὁ ἴδιος Πίνακας γιά τό θεωρούμενο ὑλικό τοῦ κομματιοῦ.

Στό πλήρες τρυπάνισμα διορθώνομε τήν κύρια συνιστώσα τής δυνάμεως κοπής F_{Tz} μόνο λόγω φθορᾶς τοῦ τρυπανιοῦ ἐκλέγοντας τό K_ϕ [σχέση (1.10)] ἀνάμεσα στίς τιμές 1,25 καί 1,40. Στήν περίπτωση πού διευρύνομε μιά τρύπα μέ τρυπάνι παίρνομε ἕνα νέο συντελεστή διορθώσεως $K_K = 0,95$.

'Η ὀνομαστική Ισχύς τοῦ κύριου ἠλεκτροκινητήρα τοῦ δραπάνου (μπορεῖ τό δράπανο νά ἔχει καί ἄλλους δευτερεύοντες ἠλεκτροκινητήρες) ὑπολογίζεται ἀπό τή σχέση (1.12), ὅπου ὁ συνολικός μηχανικός βαθμός ἀποδόσεως η τοῦ συστήμα-

τος μεταδόσεως κινήσεως τῶν δραπάνων κυμαίνεται ἀπὸ 0,70 μέχρι 0,85 (οἱ χαμηλότερες τιμές τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως ἰσχύουν γιὰ μικρά σχετικῶς δράπανα, ἐνῶ οἱ ψηλότερες γιὰ μεγάλα).

Παραδείγματα.

1) Πρόκειται νὰ ἀνοίξουμε διαμπερεῖς τρύπες (σχ. 4.21α) βάθους $l = 50$ mm σέ κομμάτι ἀπὸ χάλυβα St 60 μέ τρυπάνι ἀπὸ ταχυχάλυβα, μέ ὀνομαστικὴ διάμετρο $D = 25$ mm καί γωνία κορυφῆς $\epsilon = 120^\circ$ (Πίνακας 4.2.1). Ἐκλέγουμε ταχύτητα κοπῆς $u = 28$ m/min καί πρόωση $s = 0,31$ mm/στρ. (εἶναι προτυποποιημένη) μέ τή βοήθεια τῶν Πινάκων 4.2.3 καί 4.2.2 ἀντιστοίχως [παράγρ. 4.2.5(B)(2)].

Τό δράπανο διαθέτει τίς ἀκόλουθες περιστροφικές ταχύτητες:

n [στρ/min]: 31,5 45 63 90 125 180 250 355 500 710 1000 1400.

Ζητοῦμε νὰ ὑπολογίσουμε:

α) Τήν περιστροφική ταχύτητα n τοῦ τρυπανιοῦ καί ἀπὸ αὐτή πού θά βρεῖτε νὰ διαλέξετε τήν πλησιέστερη προτυποποιημένη.

β) Τό ρυθμό ἀφαίρέσεως μετάλλου Θ σέ cm^3/min καί

γ) τό χρόνο πού θά χρειασθεῖ τό τρυπάνι γιὰ νὰ ἀνοίξει τήν τρύπα (χρόνος κοπῆς t_c).

α) Περιστροφική ταχύτητα [σχέση (4.1)]:

$$n = \frac{1000 u}{\pi D} = \frac{1000 \times 28}{3,14 \times 25} = \frac{28000}{78,5} = 356 \text{ στρ/min.}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1.

Γωνίες κορυφῆς, γωνίες ἔλικας, μορφή καί τύπος τρυπανιῶν γιὰ διάφορα ὑλικά.

Υλικό	Γωνία κορυφῆς	Γωνία ἔλικας	Τύπος
Χάλυβας, χυτοσίδηρος, ντουραλουμίνιο	118° ... 124°	20° 30°	N
Ὁρείχαλκος, κρατέρωμα	130°	10° 15°	H(N)
Κράματα ἀλουμινίου, χαλκός	140° 120° ... 130°	35° 40°	W(N)
Κράματα μαγνησίου, ἠλεκτρο Νοβοτέξ	90° 80° 110°	35° 40°	W
Σκληροκόμμι	30°	10° 15°	H
Πλαστικές ὕλες	50° 80°	10° 15°	H
Σκληρό χαρτί, βακελίτης, μάρμαρο	80° 90°	10° 15°	H

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.2.

Συνιστώμενες τιμές για την πρόωση s κατά τό τρυπάνισμα διαφόρων υλικών με έλικοειδές τρυπάνι από ταχυχάλυβα.

Είδος υλικού	Όριο θραύσεως (kp/mm^2) ή σκληρότητα σε Brinell	Πρόωση s (mm/στρ) για διάφορες			
		περιοχές ονομαστικής διαμέτρου τρυπανιού ϕ (mm)			
		2...10	10...20	20...40	40...60
Άνθρακοϋχοι χάλυβες	ώς 50	0,03...0,2	0,2 ...0,3	0,3 ...0,4	0,4 ...0,5
	50... 70	0,03...0,16	0,16...0,24	0,24...0,32	0,32...0,4
	70... 90	0,02...0,125	0,12...0,18	0,16...0,24	0,24...0,32
	90... 110	0,01...0,1	0,1 ...0,14	0,14...0,2	0,2 ...0,24
	100... 120	0,01...0,1	0,1 ...0,14	0,14...0,2	0,2 ...0,24
Χαλυβοκράματα		0,02...0,125	0,12...0,18	0,18...0,24	0,24...0,32
Άνοξειδωτοι χάλυβες	38... 52	0,03...0,16	0,16...0,24	0,24...0,32	0,32...0,4
Χυτοχάλυβες	ώς 200 Brinell	0,06...0,24	0,24...0,32	0,32...0,35	0,45...0,56
Φαίος χυτοσίδηρος	άνω 200 Brinell	0,04...0,18	0,04...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφίτη		0,04...0,18	0,18...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Μαλακτικοποιημένος χυτοσίδηρος		0,02...0,125	0,12...0,18	0,18...0,24	0,24...0,32
Κράματα άργιλίου		0,05...0,24	0,24...0,3	0,3 ...0,45	0,45...0,56
Όρειχαλκος		0,4 ...0,18	0,18...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Κρατέρωμα		0,04...0,18	0,18...0,24	0,24...0,36	0,36...0,45
Πλαστικά		0,08...0,32	0,32...0,45	0,45...0,56	0,56...0,70

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.3.

Συστάσεις για την έκλογή της ταχύτητας κοπής v για τρυπάνισμα διαφόρων υλικών με έλικοειδές τρυπάνι από ταχυχάλυβα.

Είδος υλικού	Όριο θραύσεως (kp/mm^2) ή σκληρότητα σε Brinell	Ταχύτητα κοπής v [m/min]
Άνθρακοϋχοι χάλυβες	ώς 50	25...40
	50... 70	25...30
	70... 90	12...20
	90... 110	6...12
	100... 120	10...15
Χαλυβοκράματα		7...12
Άνοξειδωτοι χάλυβες	38... 52	12...20
Χυτοχάλυβες	ώς 200 Brinell	20...35
Φαίος χυτοσίδηρος	άνω 200 Brinell	15...25
Χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφίτη		15...30
Μαλακτικοποιημένος χυτοσίδηρος		12...20
Κράματα άργιλίου		ώς 160
Όρειχαλκος		ώς 70
Κρατέρωμα		ώς 70
Πλαστικά		15...30

Η πλησιέστερη προτυποποιημένη περιστροφική ταχύτητα προς αυτή που υπολογίσαμε είναι η 355 στρ/μήν (σχεδόν συμπίπτει), την οποία και εκλέγουμε. Έτσι δεν χρειάζεται να διορθωθεί η ταχύτητα κοπής που εκλέξαμε.

β) Ρυθμός αφαιρέσεως μετάλλου [σχέση (4.4)]:

$$\Theta = \frac{D \cdot s \cdot v}{4} = \frac{25 \times 0,31 \times 28}{4} = 54,1 \text{ cm}^3/\text{min}.$$

γ) Χρόνος κοπής:

Υπολογίζουμε αρχικά τό:

$$l_1 = 1 \text{ mm} + \frac{D}{2 \epsilon \phi(\epsilon/2)} = 1 + \frac{25}{2 \times \epsilon \phi 60^\circ} = 1 + \frac{25}{2 \times 1,73} = 1 + \frac{25}{3,46} = 1 + 7,2 = 8,2 \text{ mm}.$$

καί κατόπιν τό συνολικό μήκος L τό οποίο θά διανύσει τό τρυπάνι, δηλαδή:

$$L = l + l_1 + l_2 = 50 + 8,2 + 2 = 60,2 \text{ mm}.$$

Ο χρόνος κοπής [σχέση (4.6)] θά είναι:

$$t_c = \frac{L}{s \cdot n} = \frac{60,2}{0,31 \times 355} = \frac{60,2}{110} = 0,55 \text{ min}.$$

2) Άν διαθέτομε στό μηχανουργείο δύο δράπανα κατάλληλα γιά τό τρυπάνισμα του προηγούμενου παραδείγματος μέ ονομαστική ισχύ 1,5 kW καί 4 kW αντίστοιχα, ποιό από τά δύο θά χρησιμοποιήσουμε;

Η ονομαστική ισχύς του δραπάνου θά δοθεί από τή σχέση (1.12), δηλαδή:

$$N_o = \frac{N_{\kappa\delta}}{\eta} = \frac{K_\phi \cdot N_\kappa}{\eta}$$

όπου K_ϕ είναι διορθωτικός συντελεστής λόγω φθοράς του τρυπανιού, τόν οποίο εκλέγουμε ίσο μέ 1,30 (παράγρ. 4.2.4).

Γιά νά βρούμε όμως τήν ισχύ κοπής N_κ [σχέση (4.9)], θά πρέπει νά υπολογίσουμε τή ροπή στρέψεως M_d [σχέση (4.8)] από τήν κύρια συνιστώσα τής δυνάμεως κοπής F_{Tz} [σχέση (4.10)] ακόλουθώντας τήν παρακάτω σειρά υπολογισμών:

$$h_z = s_z \cdot \eta \mu(\epsilon/2) = \frac{s}{2} \cdot \eta \mu(\epsilon/2) = \frac{0,31}{2} \times \eta \mu 60^\circ = \frac{0,31}{2} \times 0,866 = 0,134 \text{ mm}.$$

Στήν τιμή αυτή θεωρητικού πάχους άποβλήττου 0,134 mm αντίστοιχεϊ ειδική άντίσταση κοπής $k_s = 297 \text{ kp/mm}^2$ περίπου (ή τιμή αυτή βρέθηκε μέ γραμμική παρεμβολή) γιά χάλυβα St 60.

$$F_{Tz} = \frac{D}{2} \cdot h_z \cdot k_s = \frac{25}{2} \times 0,134 \times 297 = 495 \text{ kp}$$

$$M_d = \frac{D \cdot F_{Tz}}{20} = \frac{25 \times 495}{20} = 621 \text{ cm} \cdot \text{kp}$$

$$N_k = \frac{621 \times 355}{97410} = 2,32 \text{ kW}$$

$$N_0 = \frac{1,30 \times 2,32}{0,75} = 4 \text{ kW}$$

Ο συνολικός μηχανικός βαθμός αποδόσεως του δραπάνου εκλέγεται ως $\eta = 0,75$ (παράγρ. 4.2.4), γιατί η ισχύς κοπής που βρήκαμε είναι σχετικά χαμηλή.

Τό δράπανο επομένως που θα διαλέξουμε για την εργασία αυτή θα είναι εκείνο που έχει ονομαστική ισχύ 4 kW.

4.2.5 Έκτέλεση του τρυπανίσματος.

A. Ανάλυση των εργασιών για την κατεργασία ενός κομματιού. Τό φύλλο κατεργασίας.

Στήν παράγραφο 1.1.4(B Μ.Τ.Β'), μιλώντας γενικά για την εργασία μας στο μηχανουργείο αναφερθήκαμε και στα βήματα που ακολουθούμε για τη σχεδίαση και την έκτελεση μιάς οποιασδήποτε μηχανουργικής κατεργασίας, δηλαδή στην απαιτούμενη πληροφόρηση σχετικά με τό κομμάτι που πρόκειται να κατεργασθούμε, στη σχεδίαση της κατεργασίας του κομματιού, στην προπαρασκευή για την κατεργασία, στην έκτελεση της κατεργασίας του και τέλος στην επιθεώρησή του. Όλες αυτές οι εργασίες αποτελούν τό μέρος εκείνο της παραγωγικής διαδικασίας που σχετίζεται με τη μορφοποίηση του προϊόντος. Καί δέν θά πρέπει νά μās διαφεύγει τό γεγονός ότι, πέρα από τίς εργασίες αυτές, έκτελούμε στο μηχανουργείο καί συναρμολόγηση κομματιών ή εξαρτημάτων που κατασκευάζουμε σε μηχανές ή κατασκευές, προμηθευόμαστε καί αποθηκεύουμε υλικά που χρειαζόμαστε κ.ά.

Στήν παράγραφο αυτή θά δώσουμε περισσότερες πληροφορίες σε ό,τι αφορά την ανάλυση που κάνουμε, όταν πρόκειται νά κατεργασθούμε ένα κομμάτι, για νά κατάρτισουμε τό **φύλλο κατεργασίας** του [μιλήσαμε γενικά κάπως γι' αυτό στην παράγραφο 1.1.4(B) Μ.Τ.Β'], που αποτελεί οδηγό μας για την πιό αποδοτική καί πιό οικονομική παραγωγή του κομματιού. Αναλύουμε έτσι τίς απαιτούμενες για την κατεργασία του κομματιού εργασίες σε **πράξεις** καί σε **φάσεις**.

Κάθε **πράξη** ($\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$), περιλαμβάνει τίς ενέργειες που απαιτούνται για την κατεργασία (μερική ή όλική) ενός συγκεκριμένου κομματιού σε καθορισμένη εργαλειομηχανή από τόν ίδιο συνήθως τεχνίτη. Η πράξη συνεπώς χαρακτηρίζεται από άδυναμία έναλλαγής κομματιού καί εργαλειομηχανής. Σε μία καί την αυτή πράξη είναι δυνατό τό κομμάτι νά προσδένεται κατάλληλα περισσότερες από μία φορές, όποτε θά έχομε πρώτη πρόσδεση (π_1), δεύτερη πρόσδεση (π_2) κλπ. Υπάρχουν όμως καί εργασίες που δέν έκτελούνται σε εργαλειομηχανές, όπως προκαταρκτικές εργασίες (χάραξη, αποξείδωση του κομματιού, πρόσδεση κομματιού καί εργαλείου κ.ά.).

Αυτές τīs ἐργασίες θά τīs χαρακτηρίσουμε ὡς *βοηθητικές ἐργασίες* καί θά τīs συμβολίζουμε ὡς $E_1, E_2, \dots, E_K$.

Τό μέρος τῆς πράξεως, πού ἐκτελεῖται γιά τή μορφοποίηση μιᾶς μόνο ἐπιφάνειας τοῦ κομματιοῦ μέ τό ἴδιο κοπτικό ἐργαλεῖο καί κάτω ἀπό σταθερές συνθῆκες κατεργασίας (ταχύτητα κοπῆς, πρόωση καί βάθος κοπῆς) καί μέ χρήση τοῦ ἰδίου ὑγροῦ κοπῆς (ἂν χρησιμοποιεῖται ὑγρό κοπῆς), τό ὀνομάζουμε *ἀπλή φάση κατεργασίας* ($\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_\lambda$) ἢ ἀπλούστερα *φάση κατεργασίας*. Π.χ., τό τρυπάνισμα ἐκχονδρίσεως, τό τρυπάνισμα ἀποπερατώσεως καί ἡ γλύφανση στό παράδειγμα πού δίνουμε στό σχῆμα 4.3η ἀποτελοῦν φάσεις κατεργασίας (Φ_2, Φ_3 καί Φ_5 ἀντίστοιχα) μιᾶς τρύπας· καί αὐτό γιὰ τὴν αὐτή γίνονται γιά τή μορφοποίηση αὐτῆς τῆς τρύπας καί ἡ κάθε μία ἀπὸ αὐτές ἐκτελεῖται μέ ξεχωριστό ἐργαλεῖο (μέ τρυπάνι ἐκχονδρίσεως ἢ Φ_2 , μέ τρυπάνι τελικῆς κατεργασίας ἢ Φ_3 καί μέ γλύφανο ἢ Φ_5) καί κάτω ἀπὸ καθορισμένες (ξεχωριστές γιά κάθε φάση) συνθῆκες κατεργασίας. Στὴν περίπτωση πού οἱ φάσεις αὐτές μαζί μέ τīs Φ_1 καί Φ_4 τοῦ σχήματος ἐκτελεστοῦν στό ἴδιο δράπανο, τότε θά ἔχομε μία καί μόνη πράξη (Π_1), ἐνῶ ἂν ὁποιοσδήποτε (μία ἢ περισσότερες) φάσεις γίνουν σέ ἄλλη ἐργαλειομηχανή, τότε λαμβάνουν χώρα δύο πράξεις (Π_1, Π_2) γιά τὴν κατεργασία τῆς τρύπας. Εἶναι δυνατό ὅμως νά κατεργαζόμαστε συγχρόνως πολλές ἐπιφάνειες τοῦ κομματιοῦ μέ ἀντίστοιχα κοπτικά ἐργαλεῖα καί κάτω ἀπὸ τīs συνθῆκες πού προηγουμένως ἀναφέραμε. Ἐδῶ ἔχομε μία *σύνθετη φάση κατεργασίας*.

Οἱ ἐφαρμογές διευκολύνονται κατὰ πολὺ (ἰδιαίτερα σέ περιπτώσεις κατεργασίας περίπλοκων κομματιῶν, πού ἀπαιτοῦν πολλές πράξεις καί φάσεις κατεργασίας) μέ τή *σχηματική παράσταση τῶν φάσεων κατεργασίας* (ἐδῶ δίνονται καί στοιχεῖα σχετικά μέ τὴν πρόσδεση τοῦ κομματιοῦ καί κοπτικοῦ ἐργαλείου). Τό διάγραμμα αὐτό μαζί μέ τīs ἐπιλεγόμενες συνθῆκες κατεργασίας, τή γεωμετρικὴ μορφή τῶν κοπτικῶν ἐργαλείων, τὰ ὑγρά κοπῆς καί τὴν ὑπολογιζόμενη ἰσχύ κοπῆς (καί τὴν ἐκλεγόμενη προτυποποιημένη ὀνομαστικὴ ἰσχύ τῆς ἐργαλειομηχανῆς), ὅπως καί τό χρόνο κοπῆς, ὅλα αὐτὰ συνιστοῦν τό φύλλο κατεργασίας, ὅπως θά δοῦμε παρακάτω στό παράδειγμα πού θά δώσουμε [παράγρ. 4.3.1(Δ)].

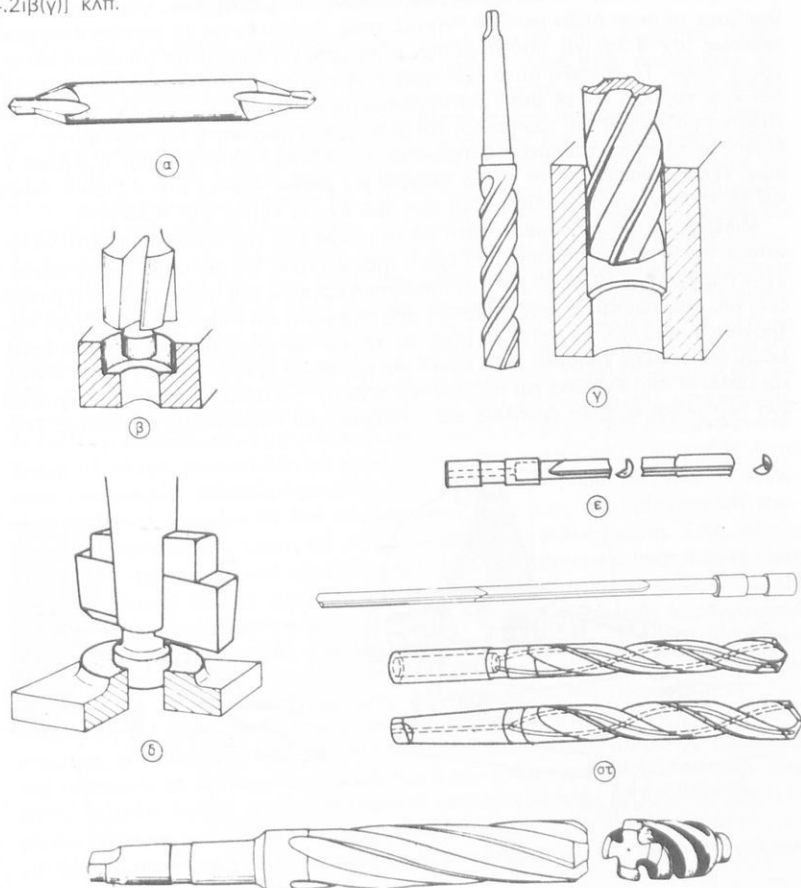
Β. Πῶς ἐκλέγονται οἱ διάφοροι παράγοντες κοπῆς στό τρυπάνισμα.

1. Ἡ γεωμετρικὴ μορφή τοῦ τρυπανιοῦ.

Ἡ ὀνομαστικὴ διάμετρος ἑνὸς τρυπανιοῦ, ὅπως ἔχομε ἀναφέρει στὴν παράγραφο 4.2.2, εἶναι καθοριστικὴ γιά τὸ μέγεθός του. Ἡ μορφή του χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴ γωνία ἔλικος σ καί ἀπὸ τὴ γωνία κορυφῆς του ϵ . Ἀνάλογα μέ τīs τιμές πού παίρνει ἡ γωνία ἔλικος διακρίνομε τὰ τρυπάνια σέ τρεῖς τύπους (Πίνακας 4.2.1) πού συμβολίζονται μέ τὰ γράμματα τοῦ λατινικοῦ ἀλφαβήτου H (γιά μικρές γωνίες ἔλικος), N (γιά μέσες γωνίες ἔλικος) καί V (γιά τīs μεγαλύτερες τιμές τῆς γωνίας ἔλικος πού συναντοῦμε).

Τό εἶδος τοῦ ὕλικου, στό ὁποῖο θά ἀνοίξομε τρύπες, εἶναι βασικὸ στοιχεῖο γιά τὸν καθορισμὸ τῆς μορφῆς (ἄρα τὴν ἐκλογή) τοῦ τρυπανιοῦ. Στόν Πίνακα 4.2.1, ἀνάλογα μέ τὸ ὕλικό τοῦ κομματιοῦ, ἔχομε σχεδιάσει τή γεωμετρικὴ μορφή πού παίρνουν τὰ ἀντίστοιχα τρυπάνια, δίνοντας συγχρόνως τὸ χαρακτηριστικὸ γράμμα τῆς μορφῆς τους μαζί μέ ὀριακές τιμές γιά τὴ γωνία κορυφῆς ϵ καί τὴ γωνία ἔλικος

σ. Πέρα όμως από το υλικό του κομματιού, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την έκλογή του κατάλληλου για κάθε περίπτωση τρυπανιού. Ένδεικτικά εδώ μπορούμε να αναφέρουμε ως τέτοιο παράγοντα το λόγο του βάθους μίας τρύπας ως προς τη διάμετρό της. "Αν ο λόγος αυτός παίρνει μεγάλες τιμές, (π.χ. τιμές μεγαλύτερες από 8) η τρύπα χαρακτηρίζεται ως **βαθιά** και θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατάλληλο για βαθιές τρύπες τρυπάνι [σχ. 4.2ιβ(ε)] για το άνοιγμά της· επίσης το αν η τρύπα θα ανοιχθεί από την αρχή ή αν υπάρχουσα τρύπα θα διευρυνθεί [στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιούμε συνηθισμένο έλικοειδές τρυπάνι, ενώ στη δεύτερη μπορούμε να μεταχειρισθούμε τρυπάνι άποπερατώσεως, σχ. 4.2ιβ(γ)] κλπ.



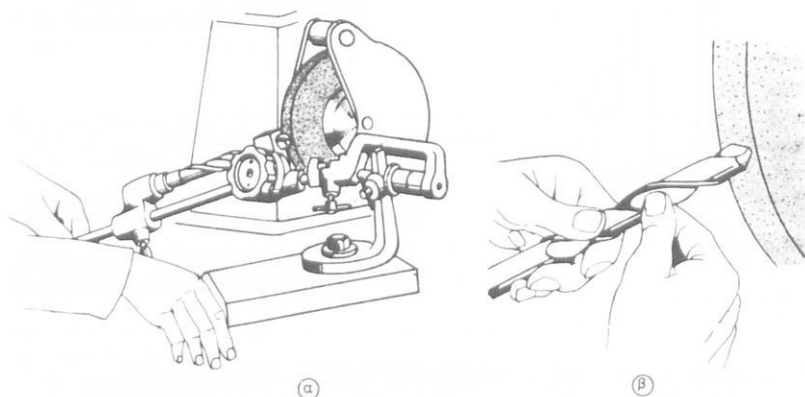
Σχ. 4.2ιβ.
Διάφορα είδικά τρυπάνια.

Τρυπάνια με διάμετρο 2 mm και μεγαλύτερη συμβολίζονται ως εξής:

Όνομαστική διάμετρος σε mm – Τύπος (H, N ή W) – Προδιαγραφή DIN – Ύλικό. Π.χ. ο συμβολισμός ενός τρυπανιού 20 N DIN 345 HSS σημαίνει ένα τρυπάνι από ταχυχάλυβα, τύπου N με όνομαστική διάμετρο 20 mm κατά DIN 345.

Εκτός από τὸ συνηθισμένο έλικοειδές τρυπάνι, με τὸ ὁποῖο ἀσχοληθήκαμε ἐδῶ καί στήν παράγραφο 4.2.2, ἔχομε καί τὰ λεγόμενα **εἰδικά τρυπάνια** (σχ. 4.2ιβ). Καί πῶς συγκεκριμένα ἀναφέρομε τὸ κεντροτρύπανο [σχ. 4.2ιβ(α)] με τὸ ὁποῖο κάνομε τὸ κεντράρισμα ἀξόνων πού πρόκειται νά κατεργαστοῦμε σέ τὸρνο, διάφορα εἶδη **φραιζοτρυπάνων** [σχ. 4.2ιβ(β)], με τὰ ὁποῖα διαμορφώνομε τὰ ἄκρα ὁπῶν γιά διάφορους λόγους (π.χ. γιά ἐπικάθηση τῆς κεφαλῆς ἐνός φραιζάτου κοχλία) ἢ καί καθαρίζομε τὰ ἄκρα ὁπῶν μετά τὸ ἀνοιγμά τους. Ἀκόμα ἔχομε τὰ **τρυπάνι ἀποπερατώσεως**, [σχ. 4.2ιβ(γ)], πού τὸ μεταχειριζόμαστε γιά διέυρυνση καί τελική κατεργασία ὁπῶν. Τὸ τρυπάνι αὐτὸ ἔχει τρεῖς ἢ τέσσερες κύριες κόψεις (καί αὐλάκια), δέν ἔχει κορυφή καί με αὐτὸ ἐπιτυγχάνομε μεγαλύτερη ἀκρίβεια τῆς τρύπας (με καλύτερη ὁδήγηση τοῦ τρυπανιοῦ) καί βελτιωμένη τραχύτητα τοῦ τοιχώματός της· ἐπίσης με τὸ εἰδικὸ τρυπάνι τοῦ σχήματος 4.2ιβ(δ) κάνομε ἐπιπέδωση στὰ ἄκρα ὁπῶν. Τέλος, ἀναφέρομε τὸ εἰδικὸ **τρυπάνι γιά βαθιές τρύπες** [σχ. 4.2ιβ(ε)], ὅπως καί τὸ τρυπάνι με ἀγωγούς γιά τὴ ροή τοῦ ὑγροῦ κοπῆς [σχ. 4.2ιβ(στ)].

Μιλώντας στήν παράγραφο αὐτή γιά τὴ μορφή τῶν τρυπανιῶν θά πρέπει νά τοῖσόμε τὴν ἰδιαίτερη σημασία πού ἔχει ἡ τρόχισή τους, γιά τὴν ὁποία ἔχομε μιλήσει στήν παράγραφο 13.3 τοῦ Μ.Ε. Ἡ ἀποδοτικὴ ἐργασία τοῦ τρυπανιοῦ καί ἡ μακρία ζωὴ του ἐξαρτῶνται σέ μεγάλο βαθμὸ ἀπὸ τὴ σωστή καί ἐπιμελημένη τρόχισή του. Τρόχιση τρυπανιῶν με ἐπιτυχία μόνο σέ τροχιστικά μηχανήματα κοπτικῶν ἐργαλείων (σέ γενικῆς χρήσεως ἢ σέ εἰδικά γιά τρυπάνια) μπορεῖ νά γίνει [σχ. 4.2ιγ(α)] καί μάλιστα ἀπὸ ἐμπειρο καί προσεκτικὸ τεχνίτη· καί αὐτὸ, γιατί τὸ τρυπάνι εἶναι ἓνα περίπλοκο κοπτικὸ ἐργαλεῖο καί ἡ τρόχισή του παρουσιάζει δυσκολίες. Στήν



Σχ. 4.2iv.

Πῶς τροχίζομε τὰ τρυπάνια: α) Μὲ εἰδικὴ συσκευή. β) Μὲ τὸ χέρι.

τρόχιση με τό χέρι [σχ. 4.2ιγ(β)] γίνονται σοβαρά σφάλματα στή γωνία κορυφής καί στο μήκος τών κυρίων κόψεων. Τά σφάλματα στήν τρόχιση τών τρυπανιῶν ἔχουν σοβαρές ἐπιπτώσεις στήν ἀκρίβεια τών ὁπῶν, πού ἀνοίγομε μέ αὐτά (Μ.Ε., σχ. 13.3στ). Μετά τό τρόχισμα εἶναι ἀναγκαῖος προσεκτικός ἔλεγχος τών γωνιῶν τοῦ τρυπανιοῦ μέ τά κατάλληλα μετρητικά ὄργανα (Μ.Ε., σχ. 13.3ε).

2. Οἱ συνθήκες κατεργασίας καί τό ὑγρό κοπῆς.

Λέγοντας συνθήκες κατεργασίας ἐννοοῦμε γενικά τήν ταχύτητα κοπῆς, τήν πρόωση καί τό βάθος κοπῆς (ἔχομε μιλήσει γι' αὐτό στήν παράγραφο 4.2 Μ.Τ.Β'). Στό τρυπάνισμα [σχ. 4.2ι], ὅπως εὐκόλα φαίνεται, τό βάθος κοπῆς συμπίπτει μέ τήν ἀκτίνα ($D/2$) τοῦ τρυπανιοῦ. Ἡ σωστή ἐκλογή τών συνθηκῶν κατεργασίας (καί συγκεκριμένα στό τρυπάνισμα τῆς ταχύτητας κοπῆς καί τῆς προώσεως, γιατί τό βάθος κοπῆς καθορίζεται, ἐφόσον ἐκλέγεται ἡ ὀνομαστική διάμετρος τοῦ τρυπανιοῦ) ἔχει μεγάλη σημασία γιά τήν οἰκονομική ἐκμετάλλευση τῆς ἐργαλειομηχανῆς καί τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου. Ὑπερβολικές τιμές τῆς ταχύτητας κοπῆς καί τῆς προώσεως, μέ τήν προϋπόθεση βέβαια ὅτι ἐπαρκεῖ ἡ ἰσχύς τῆς ἐργαλειομηχανῆς [σχέσεις (4.7), (4.10)], ἐνῶ ἀπό τό ἓνα μέρος αὐξάνουν τό ρυθμό ἀφαιρέσεως ὑλικοῦ [σχέση (4.4)] ἀπό τό ἄλλο, ἐξαιτίας τῆς ἀναπτύξεως ὑπερβολικῆς θερμότητος, ἐπιδρῶν ἔτσι, ὥστε νά μειώνεται ἡ ζωή τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου. Καί τό ἀντίθετο ὁμως δέν εἶναι συμφέρον, γιατί μέ χαμηλές τιμές τῆς ταχύτητας κοπῆς καί τῆς προώσεως δέν ἐκμεταλλεῖσαστε πλήρως τίς ἰκανότητες ἐργαλειομηχανῆς καί κοπτικοῦ ἐργαλείου. Εἶναι ἀνάγκη ἐπομένως, γιά δοσμένη περίπτωση κατεργασίας, νά ἐπιλέγει κανένας τέτοιες συνθήκες κοπῆς, ὥστε νά παίρνει **ἕνα βέλτιστο ἀποτέλεσμα** σέ κάποιο χαρακτηριστικό μέγεθος (π.χ. στό κόστος τοῦ κομματιοῦ). Αὐτό ὁμως παρουσιάζει σοβαρές δυσκολίες καί ἡ συνηθισμένη πρακτική εἶναι νά ἐπιλέγομε συνθήκες κατεργασίας ἀπό **συνιστώμενες τιμές** τους, πού βρίσκουμε στή σχετική μέ τίς κατεργασίες κοπῆς καί τίς ἐργαλειομηχανές βιβλιογραφία. Ἔτσι, εἰδικότερα γιά τό τρυπάνισμα πού μᾶς ἐνδιέφερε ἔδω, παραθέτομε συνιστώμενες τιμές γιά τήν πρόωση καί τήν ταχύτητα κοπῆς ἀντιστοίχως στούς Πίνακες 4.2.2 καί 4.2.3. Οἱ τιμές τῆς προώσεως δίνονται συναρτήσει τῆς ὀνομαστικῆς διαμέτρου τοῦ τρυπανιοῦ γιά τό τρυπάνισμα ποικιλίας ἀπό ὑλικά καί γιά τρυπάνια ἀπό ταχυχάλυβα. Ἡ ταχύτητα κοπῆς ἐκλέγεται μέ βάση τό ὑλικό τοῦ κομματιοῦ καί τό ὑλικό κατασκευῆς τοῦ τρυπανιοῦ (ταχυχάλυβας γιά τά στοιχεῖα τοῦ Πίνακα 4.2.3).

Ἐκλογή καί χρησιμοποίηση ταχυτήτων κοπῆς πολύ ψηλότερων ἀπό τίς συνιστώμενες εἶναι δυνατό νά ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα συσσώρευση γρεζιῶν στά αὐλάκια τῶν τρυπανιῶν μέ κίνδυνον τό σπασιμό του ἢ τήν ὑπέρμετρη φθορά του στήν ὁδηγητική λωρίδα· ἐπίσης μέ πρόωση ἀρκετά μεγαλύτερη ἀπό τήν προβλεπόμενη ὑπάρχει κίνδυνος τό τρυπάνι νά σπάσει ἢ νά ξεφύγει ἀπό τόν ἄξονά του καί τό σχηματιζόμενο παχύ γρέζι νά δυσκολεύεται νά κινηθεῖ πρὸς τά ἔξω μέσα στά αὐλάκια τοῦ τρυπανιοῦ.

Τό ὑγρό κοπῆς ἐκλέγεται ἀνάλογα μέ τό ὑλικό τοῦ κομματιοῦ ἀπό τά στοιχεῖα πού παραθέτομε στόν Πίνακα 4.2.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.4.

Συνιστώμενα υγρά κοπής για τρυπάνισμα, γλύφανση και έσωτερική σπειροτόμηση.

Υλικό κομματιού	Τρυπάνισμα	Γλύφανση	Έσωτερική σπειροτόμηση
Μαλακοί χάλυβες	Γ	Γ	ΛΚ(Θ)
Σκληροί χάλυβες	Γ,ΛΚ	Γ	ΛΚ(Θ - Χ)
Ανοξείδωτοι χάλυβες	Γ,ΛΚ	Γ	ΛΚ(Θ), ΛΚ(Θ - Χ)
Φαίος χυτοσίδηρος	ΞΚ*	ΞΚ	Γ,**ΞΚ
Μαλακτοποιημένος χυτοσίδηρος.			
Χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφίτη	ΞΚ	Γ	ΛΚ(Θ),Γ
Αργίλιο και κράματά του	Γ,Ο	Γ,ΛΚ	Γ
Χαλκός και κράματά του	ΞΚ,Ο,Γ	Γ,ΞΚ	Γ,Ο

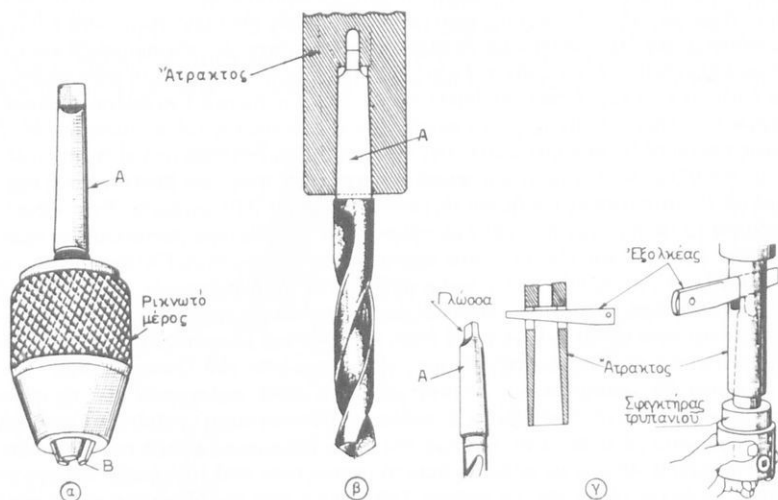
Γ γαλάκτωμα, ΛΚ λάδι κοπής: θειωμένο (Θ), θειο - χλωριωμένο (Θ - Χ), Ο μίγμα δρυκτελαίου - λιπαρού ελαίου, ΞΚ ξηρά κοπή (χωρίς υγρό κοπής).

* Έχουμε πιά ευνοϊκά αποτελέσματα, αν διοχετεύουμε ρεύμα αέρος στη θέση της κοπής.

** Προτιμάμε χρήση γαλακτώματος από την ξηρά κοπή.

Γ. Η πρόσδεση του τρυπανιού.

Τό τρυπάνι ως περιστρεφόμενο κοπτικό έργαλείο (παράγρ. 2.6.2) μπορεί να συγκρατηθεί στην άτρακτο του δραπάνου με δύο κυρίως τρόπους: Είτε με κατάλ-



Σχ. 4.2.1δ.

Πώς προσδέονται τα τρυπάνια στην άτρακτο του δραπάνου. Α στέλεχος τρυπανιού, Β σιαγόνες σφικτήρα.

ληλο σφιγκτήρα (τσόκ) είτε με προσαρμογή του κατεύθειαν ή με τη βοήθεια φω-
λιάς στην κολουροκωνική υποδοχή του άκρου της άτράκτου. Στο σφιγκτήρα [συ-
νήθως με τρεις σιαγόνες, σχ. 4.2ιδ(α)] συγκρατούμε τρυπάνια με κυλινδρικό στέ-
λεχος. Ο σφιγκτήρας φέρει κολουροκωνικό στέλεχος (ούρά), το οποίο συναρμόζε-
ται στην αντίστοιχη υποδοχή της άτράκτου. Άπευθείας, συγκράτηση του τρυπα-
νιού [σχ. 4.2ιδ(β)] κάνομε στην άτρακτο του δραπάνου για τρυπάνια με κολουρο-
κωνικό στέλεχος και με όνομαστική διάμετρο συνήθως μεγαλύτερη από 13 mm
(1/2"). Στην περίπτωση αυτή το τρυπάνι για καλύτερη ασφάλιση φέρει στο άκρο
του στελέχους του μία γλώσσα, που εφαρμόζει σε αντίστοιχο αulάκι της άτρά-
κτου. Για πρόσδεση τρυπανιών με μέγεθος στελέχους μικρότερο από το μέγεθος
της υποδοχής της άτράκτου του δραπάνου χρησιμοποιούμε κατάλληλες κολουρο-
κωνικές (έσωτερικά και έξωτερικά) φωλιές. Η αφαίρεση τόσο του σφιγκτήρα, όσο
και του τρυπανιού ή της φωλιάς, αν το τρυπάνι προσαρμόζεται στην άτρακτο μέσω
φωλιάς, γίνεται με κατάλληλο έξολκία [σχ. 4.2ιδ(γ)].

Δ. Η πρόσδεση των κομματιών.

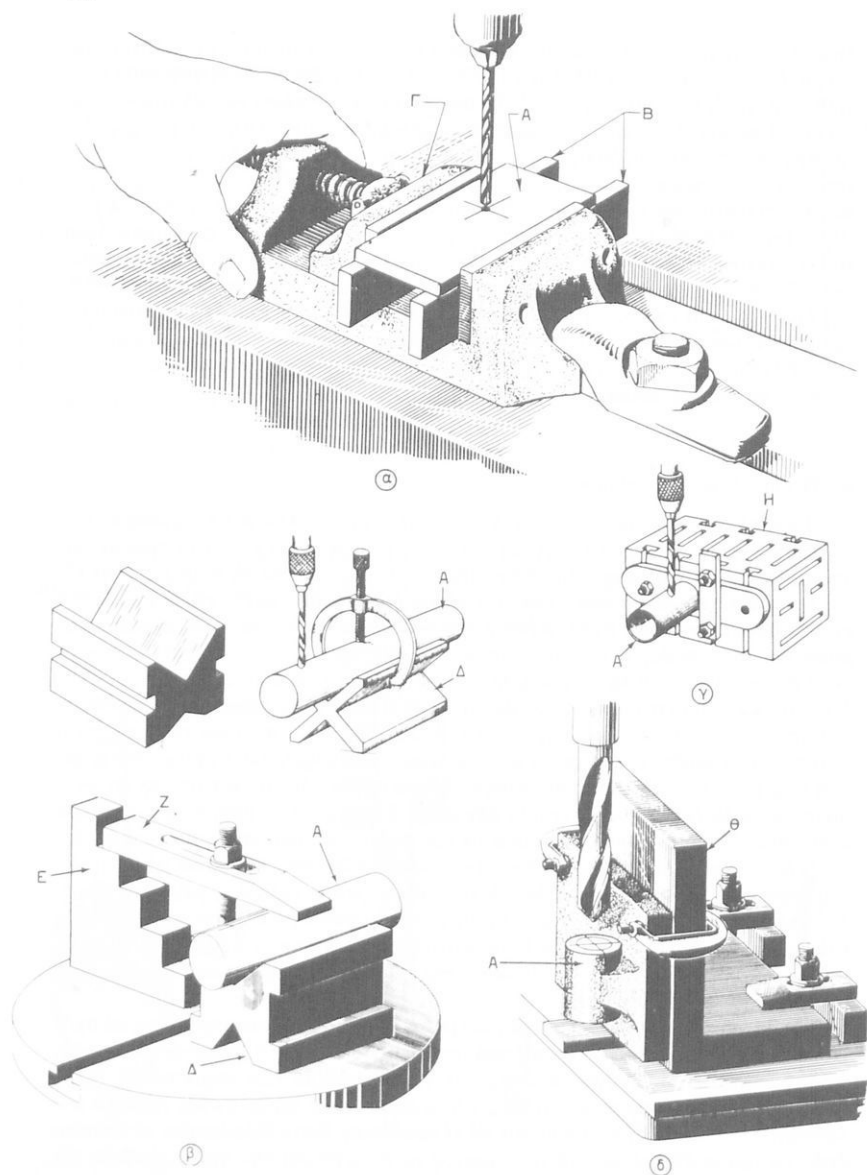
Η πρόσδεση των κομματιών στο δράπανο θα πρέπει να είναι ή ένδεδειγμένη ά-
νάλογα με τη μορφή και το μέγεθος του κομματιού και να εκτελείται προσεκτικά
και ασφαλώς. Βασική άρχή, τήν όποία θα πρέπει σχολαστικά να ακολουθούμε εί-
ναι ότι **δλα τά κομμάτια που πρόκειται να τρυπήσουμε θα πρέπει να τά στηρίζομε
κατάλληλα με ασφάλεια στην τράπεζα του δραπάνου ή, αν είναι πολύ μεγάλα, στη
βάση του** έφόσον βέβαια τό δράπανο μās παρέχει αυτή τη δυνατότητα. Καί τοúτο
γιατί ένα κομμάτι που κατεργαζόμαστε, αν δέν είναι επαρκώς στερεωμένο, είναι
δυνατό με τη ροπή στρέψεως που αναπτύσσεται κατά τό τρυπάνισμα να παρασυρ-
θεϊ από τό περιστρεφόμενο τρυπάνι και να προξενηθεϊ έτσι ζημία τόσο σε αυτό
όσο και στό κομμάτι και άκόμα τό σπουδαιότερο να προξενηθεϊ άτύχημα στρά χειρι-
στή που χειρίζεται τό δράπανο. Έξαίρεση από αυτόν τόν κανόνα μπορεί να γίνει
μόνο για πολύ βαριά κομμάτια που λόγω του βάρους τους παραμένουν σταθερά
κάτω από τό τρυπάνι και δέν διατρέχουν τόν κίνδυνο να παρασυρθούν από αυτό.

Ο ασφαλέστερος τρόπος για πρόσδεση κομματιών, όσο βέβαια τό μέγεθος και
ή μορφή τους τό επιτρέπουν, είναι ή χρησιμοποιήση κατάλληλης μέγεννης έργα-
λειομηχανών [σχ. 2.6θ, σχ. 4.2ιε(α)], που στερεώνεται με βλήτρα στην τράπεζα
του δραπάνου. Επίσης πολύ καλή συγκράτηση των κομματιών επιτυγχάνεται με ά-
πευθείας συγκράτησή τους στά αulάκια της τράπεζας της έργαλειομηχανής μέσω
βλήτρων μορφής T (σχ. 2.6ι).

Άκόμα για πρόσδεση των κομματιών μεταχειριζόμαστε ύποστηρίγματα σε σχή-
μα V [σχ. 4.2ιε(β)], βαριά χυτοσιδηρά μπλόκ [σχ. 4.2ιε(γ)] ή χυτοσιδηρές γωνίες
[σχ. 4.2ιε(δ)] με τίς αναγκαίες ύποδοχές για τό σφίξιμο των κομματιών.

Όταν ανοίγομε διαμπερείς τρύπες, για να άποφύγομε φθορές στην τράπεζα του
δραπάνου, τοποθετούμε τό κομμάτι σε τέτοια θέση, ώστε έξερχόμενο τό τρυπάνι
από τήν τρύπα στό τέλος του τρυπήματος να συναντήσει τήν **τρύπα γρεζιών της
τράπεζας** ή κατάλληλη σχισμή της. Μπορούμε όμως και να στηρίζομε τό κομμάτι έ-
πάνω σε ένα κομμάτι από ξύλο.

Κατά τήν πρόσδεση του κομματιού προσέχομε, ώστε τό κέντρο της τρύπας που

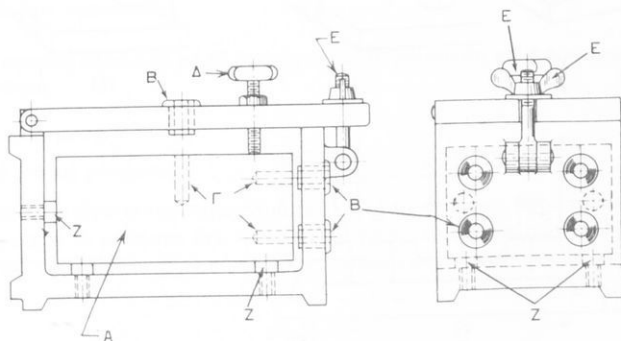


Σχ. 4.21ε.

Πώς προσδένονται τὰ κομμάτια γιά τρυπάνισμα. Α κομμάτι Β, παράλληλα, Γ μέγγεννη έργαλειομηχανής, Δ ύποστήριγμα V, Ε βαθμιδωτό ύποστήριγμα, Ζ φουρκέττα, Η χυτοσίδηρό μπλόκ, Θ βαριά χυτοσίδηρή γωνία.

πρόκειται να ανοίξουμε να βρίσκεται ακριβώς κάτω από τη μύτη του τρυπανιού. Και για να προκύψει η τρύπα έντελως κατακόρυφη, θα πρέπει το κομμάτι να έχει στερεωθεί έντελως οριζόντια.

Για το τρύπημα μεγάλου αριθμού απaráλλακτων κομματιών χρησιμοποιούμε κατάλληλες **ιδιοσυσσκευές**. Σε μία τέτοια ιδιοσυσσκευή από το ένα μέρος **τοποθετείται** το κομμάτι στην κατάλληλη θέση και **προσδένεται** στερεά και ασφαλώς, ενώ από το άλλο **όδηγείται** το τρυπάνι με τη βοήθεια **σκληρών (βαμμένων) χαλύβδινων οδηγητικών δακτυλιδιών** (σχ. 4.2ιστ). Με τις ιδιοσυσσκευές επιτυγχάνουμε οικονομία χρόνου τόσο στη χάραξη, όσο και στο τρύπημα και μεγαλύτερη ακρίβεια των όπων που ανοίγουμε. Έπειδή το κόστος για τη σχεδίαση και την κατασκευή ιδιοσυσσκευών είναι αρκετά ψηλό, δικαιολογείται η χρησιμοποίησή τους σε περιπτώσεις τρυπήματος κομματιών σε μεγάλο αριθμό, όπως είπαμε. Οι ιδιοσυσσκευές αυτές ποικίλλουν σε μορφή και μέγεθος ανάλογα με το κομμάτι που θα συγκρατήσουν. Θα πρέπει όμως να είναι σχεδιασμένες έτσι, ώστε να παρέχουν εύκολη και γρήγορη πρόσδεση και αφαίρεση του κομματιού.

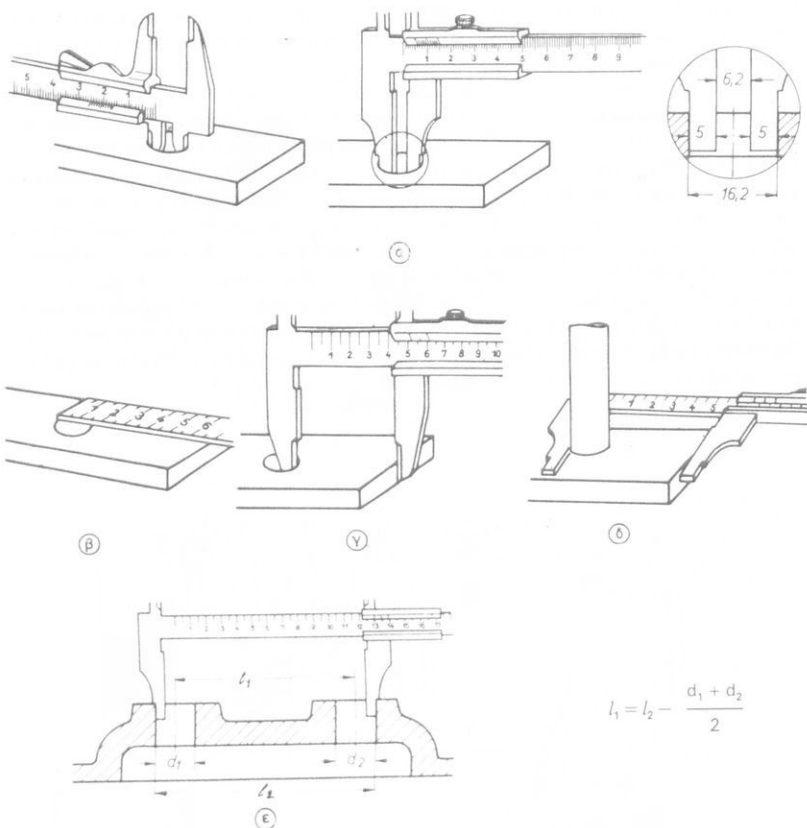


Σχ. 4.2ιστ.

Ίδιοσυσσκευή τρυpanίσματος για άνοιγμα όπων σε δύο πλευρές του κομματιού. Α κομμάτι, Β οδηγητικοί δακτύλιοι, Γ άνοιγμένες τρύπες, Δ ρυθμιστικός κοχλίας, Ε κοχλίας συσφίξεως, Ζ άκραία οδηγητικά στηρίγματα (στόπ) για την κανονική τοποθέτηση του κομματιού.

Ε. Ο έλεγχος όπων που ανοίγονται με τρυπάνι.

Ελέγχουμε βασικά (παράγρ. 4.2.1) τη διάμετρο της τρύπας και τη θέση του άξονά της. Τη διάμετρο τη μετρούμε με τη βοήθεια του παχυμέτρου, όπως εικονίζεται στο σχήμα 4.2ιζ(α). Έξάλλου η θέση του άξονα της τρύπας ως προς καθορισμένη επιφάνεια αναφοράς ελέγχεται, ανάλογα με την ακρίβεια με την οποία επιβάλλεται να γίνει η μέτρηση, με μεταλλικό κανόνα [σχ. 4.2ιζ(β)], με παχύμετρο [σχ. 4.2ιζ(γ)] ή με παχύμετρο και πείρο [ως πείρο μπορούμε να μεταχειρισθούμε το ίδιο το τρυπάνι, σχ. 4.2ιζ(δ)]. Ο έλεγχος της θέσεως δύο όπων εκτελείται μέσω παχυμέτρου, όπως μας δείχνει το σχήμα 4.2ιζ(ε).



Σχ. 4.2ιζ.

Έλεγχος όπών άνοιγμένων με τρυπάνι.

ΣΤ. Μέτρα προλήψεως άτυχήματος κατά τό τρυπάνισμα.

Πέρα από τά γενικά προστατευτικά μέτρα πού παίρνομε κατά τήν έργασία μας στό μηχανουργείο (παράγρ. 1.2.2 Μ.Τ.Β'), γιά τό τρυπάνισμα ιδιαίτερα συνιστοῦμε καί τά ακόλουθα:

— 'Η προσεκτική καί άσφαλής πρόσδεση του κομματιού [παράγρ. 4.2.5(Δ)] ένέχει πρωταρχική σημασία στήν άποφυγή άτυχημάτων κατά τό τρυπάνισμα· έπίσης καί τό κανονικό ντύσιμο (σχ. 1.2 Μ.Τ.Β').

— Νά μήν έγκαταλείπετε έργαλεία έπάνω στήν τράπεζα του δραπεάνου· νά τά τοποθετείτε σέ κάποιο διπλανό τραπέζι έργασίας.

— 'Όταν χρειάζεται νά σκώσετε βαριές μέγγενες ή κομμάτια, νά ζητάτε τή βοήθεια καί άλλου προσώπου.

— Νά μὴν καθαρίζετε ποτέ τὴν κολουροκωνική ὑποδοχή τῆς ἀτράκτου, ὅταν αὐτὴ περιστρέφεται.

— Νά ἀφαιρῆτε πάντοτε τὸ κλειδί ἀπὸ τὸ σφιγκτήρα (τσόκ) τοῦ δραπάνου, μόλις τὸ χρησιμοποιήσετε. Μπορεῖ νά ἐκτοξευθεῖ μέ μεγάλη ταχύτητα, μόλις ἀρχίσει νά περιστρέφεται ἢ ἀτρακτος καί νά προξενήσῃ ἀτύχημα ἢ ζημία.

— Νά μὴ σταματᾶτε ποτέ τὴν περιστρεφόμενη ἀτρακτο τοῦ δραπάνου μέ τὸ χέρι σας, ὅταν ἔχετε ἤδη πιέσει τὸ κουμπὶ γιὰ νά σταματήσετε τὸ δράπανο· τὰ κοφτερά γρέζια πού μαζεύνονται γύρω ἀπὸ τὸ σφιγκτήρα θά τραυματίσουν τὸ χέρι σας. Ἀκόμα ποτέ νά μὴν πλησιάζετε τὸ χέρι σας κοντὰ στό τρυπάνι, ὅταν αὐτὸ περιστρέφεται.

— Ὅταν ἀφαιρῆτε τὸ τρυπάνι μέ τὴ βοήθεια τοῦ εἰδικοῦ ἐξολκέα [σχ. 4.2ιδ(δ)], καλὸ θά εἶναι νά βάζετε ἓνα κομμάτι ξύλο κάτω ἀπὸ τρυπάνι. Ἐτσι, τὸ τρυπάνι δέν θά πέσει ἐπάνω στό χέρι σας, ὅπου μπορεῖ νά σᾶς τραυματίσει καί ἀκόμα τὸ τρυπάνι προφυλάσσεται ἀπὸ φθορές καί σπασίματα ἀπὸ πέσιμο στὴν τράπεζα τῆς ἐργαλειομηχανῆς ἢ στό δάπεδο.

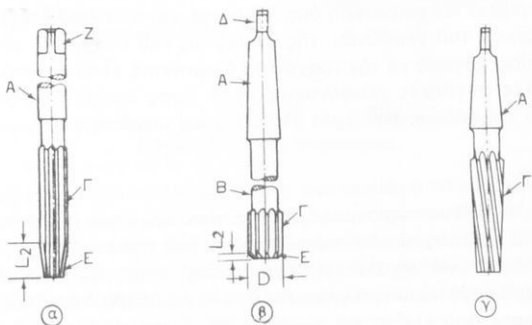
— Νά καθαρίζετε καλὰ τὰ χεῖλη τῶν ὀπῶν πού ἀνοίγετε μέ τὸ τρυπάνι ἀπὸ ἀνωμαλίες πού παραμένουν, γιατί αὐτές μποροῦν νά τραυματίσουν τὰ χέρια κατὰ τὴ μεταφορά τῶν κομματιῶν.

4.3 Κατεργασίες συναφεῖς μέ τὸ τρυπάνισμα: Ἡ γλύφανση καί ἡ ἐσωτερικὴ σπειροτόμηση.

4.3.1 Ἡ γλύφανση.

A. Γενικά γιὰ τὴ γλύφανση.

Ἡ **γλύφανση** εἶναι κατεργασία παρόμοια μέ τὸ τρυπάνισμα, ὅπου τὸ κοπτικὸ ἐργαλεῖο, δηλαδή τὸ **γλύφανο** (σχ. 4.3α) περιστρέφεται (πρωτεύουσα κίνηση), ἐνῶ συγχρόνως προωθείται ἀξονικά (κίνηση προώσεως), ὅπως εἶδαμε στό σχῆμα



Σχ. 4.3α.

α) Χειρογλύφανο. β) Κυλινδρικό μηχανογλύφανο. γ) Κωνικό μηχανογλύφανο. Α στέλεχος, Β σῶμα, Γ αὐλάκια, Δ γλῶσσα, Ε κολουροκωνικὸ μέρος τοῦ σώματος τοῦ γλυφάνου πού ἐκτελεῖ τὴν κυρίως κοπή, Ζ τετραγωνισμένο ἀκρο στελέχους, D ὀνομαστικὴ διάμετρος γλυφάνου.

4.3β(α)(2)Μ.Τ.Β'. 'Η γλύφανση εκτελείται τόσο με τὸ χέρι [μέ τῃ βοήθειά τοῦ χειρογλυφάνου, σχ. 4.3α(α)], ὅσο καὶ μηχανικά [μέ τὸ μηχανογλύφανο, σχ. 4.3α(β)]. 'Η μηχανική γλύφανση γίνεται κατὰ κύριο λόγο στό δρόπανο. Εἶναι δυνατό ὁμως νά πραγματοποιηθεῖ καί στό συνήθη μηχανουργικό τὸρνο, σέ ἡμιαυτόματους καί αυτόματους τὸρνους, στό φραιζοδρόπανο κλπ.

'Η γλύφανση εἶναι **κατεργασία ἀποπερατώσεως**, μέ τὴν ὁποία διευρύνουμε (**μέ ἀκρίβεια**) τρύπες ἀνοιγμένες μέ τρυπάνισμα ἢ μέ ἐσωτερική τόννευση ἀφαιρώντας μικρὴ ποσότητα ὑλικοῦ, τὸ ὁποῖο ἀφήνουμε γιὰ τὴ γλύφανση κάνοντας τίς τρύπες ὑποδιάστατες. Μέ τὴν κατεργασία αὐτὴ ἀπὸ τὸ ἓνα μέρος ἐπιτυγχάνουμε αὐξημένη ἀκρίβεια στό μέγεθος (στὴ διάμετρο) τῆς τρύπας καί τῆς δίνουμε τὸ ὀρθὸ κυλινδρικό τῆς σχῆμα καί ἀπὸ τὸ ἄλλο βελτιώνουμε τὴν τραχύτητά της. Θὰ πρέπει ἐδῶ νά τονίσουμε ὅτι μέ τὴ γλύφανση δέν διορθώνουμε σφάλματα τῆς τρύπας πού ἔχουν σχέση μέ τὴ θέση ἢ τὴ διεύθυνση τοῦ ἀξονά της. Καί τοῦτο, γιατί τὸ γλύφανο κατὰ τὴν ἐργασία του ἀκολουθεῖ ἐπακριβῶς τὴν ἀνοιγμένη τρύπα καί ἔτσι τὰ σφάλματα πού ἀναφέραμε (τὸ κατὰ πόσο τὰ σφάλματα αὐτὰ εἶναι μεγαλύτερα ἢ μικρότερα ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν κατεργασία, μέ τὴν ὁποία ἀνοίγουμε τὴν τρύπα) δέν διορθώνονται, ἀλλὰ παραμένουν καί μετὰ τὴ γλύφανση.

'Η γλύφανση εκτελείται σέ χάλυβες μέ σκληρότητα ἀπὸ 200 περίπου μέχρι 300 Brinell ἢ καί μεγαλύτερη (μέχρι 450 Brinell περίπου). Χρησιμοποιεῖται ὁμως καί ὡς τελικὴ κατεργασία σέ ὅπες χυτοσιδηρῶν κομματιῶν, ὅπως καί κομματιῶν ἀπὸ μὴ σιδηροῦχα μέταλλα καί κράματα.

'Η διάμετρος τῶν ὁπῶν μετὰ τὴ γλύφανση (ἢ διάμετρος αὐτῇ, μπορούμε νά δεχθοῦμε, ὅτι συμπίπτει μέ τὴν ὀνομαστικὴ διάμετρο τοῦ γλυφάνου πού χρησιμοποιοῦμε) συνήθως κυμαίνεται ἀπὸ 3 mm ($1/8$) μέχρι 40 mm ($1\frac{1}{2}$) περίπου. Εἶναι δυνατὴ ὁμως ἡ γλύφανση καί σέ πολὺ μικρὲς διαμέτρους (π.χ. 0,25 mm), ὅπως καί σέ ἀρκετὰ μεγάλες (π.χ. μέχρι 75 mm ἢ 3"), μέ γλύφανα ὁμως πού προμηθευόμαστε μέ εἰδικὴ παραγγελία.

'Η διστατική ἀκρίβεια πού ἐπιτυγχάνεται μέ τὴ γλύφανση ποικίλλει συνήθως ἀπὸ 25μm μέχρι 75μm (0,001" μέχρι 0,003"), ἐνῶ μπορεί νά ἐπιτευχθεῖ καί νά διατηρηθεῖ ἀκρίβεια καί μικρότερη ἀπὸ 25μm μέ πιὸ αὐστηρὸ ἔλεγχο τῆς ὀνομαστικῆς διαστάσεως τοῦ γλυφάνου, τῆς στηρίζεως τοῦ κομματιοῦ καί τῶν συνθηκῶν κατεργασίας. Σχετικά μέ τὴν τραχύτητα ἐπιφάνειας, εἶναι δυνατό νά ἐπιτύχομε κάτω ἀπὸ καλὲς συνθηκὲς γλυφάνσεως μέσο ὕψος τραχύτητας [παράγρ. 2.8.2 (Α)(2) Μ.Τ.Β'] τῆς τάξεως τοῦ 1μm (40μ") ἢ καί μικρότερο.

Β. Τὸ γλύφανο.

Τὸ γλύφανο εἶναι ἓνα περιστρεφόμενο κοπτικό ἐργαλεῖο μέ πολλές κύριες κόψεις (δόντια). 'Ο ἀριθμὸς τῶν δοντιῶν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ὀνομαστικὴ διάμετρο τοῦ γλυφάνου (αὐξάνεται γιὰ μεγαλύτερες διαμέτρους), ὅπως καί ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ὑλικοῦ τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου (γιὰ γλύφανα ἀπὸ ταχυχάλυβα ὁ ἀριθμὸς τῶν δοντιῶν εἶναι μεγαλύτερος ἀπὸ ἐκεῖνο γιὰ γλύφανα μέ κόψεις ἀπὸ σκληρομέταλλο).

'Η ὀνοματολογία τοῦ γλυφάνου δίνεται στό σχῆμα 4.3α. Τὰ αὐλάκια χρειάζονται στὰ γλύφανα γιὰ τοὺς ἴδιους λόγους πού χρειάζονται καί στὰ τρυπάνια (παράγρ. 4.2.2).

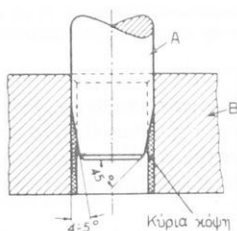
Μέ τὴν περιγραφή, τὴ χρῆση καί τίς φροντίδες τῶν χειρογλυφάνων ἀσχοληθῇ-

καμε στο κεφάλαιο 15 του Μ.Ε. Έδω θα μιλήσουμε για τα μηχανογλύφανα, τα όποια παρουσιάζουν τīs παρακάτω διαφορές συγκρινόμενα με τα γνωστά μας χειρογλύφανα:

α) Τα **μηχανογλύφανα** έχουν κωνικό στέλεχος, για να προσαρμόζονται και να συγκρατούνται στην κωνική υποδοχή της άτράκτου του δραπάνου, ενώ στα χειρογλύφανα το άκρο του στελέχους παίρνει τετραγωνική διατομή για να εφαρμόζει στην αντίστοιχη τρύπα της μανέλλας [σχ. 4.3α(α) και Μ.Ε. σχ. 15.3α].

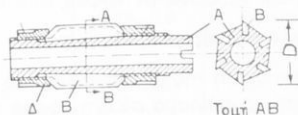
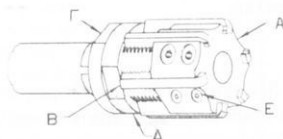
β) Τα μηχανογλύφανα έχουν μικρότερο μήκος αύλακιων L_1 . Το μεγαλύτερο μήκος που έχουν τα χειρογλύφανα δίνει σε αυτά καλύτερη οδήγηση, ενώ στα μηχανογλύφανα η οδήγηση του γλυφάνου επηρεάζεται ευνοϊκά από την κίνηση της άτράκτου του δραπάνου στη σταθερή διεύθυνση προώσεως και

γ) στα μηχανογλύφανα το εμπρόσθιο κολουροκωνικό μέρος έχει πολύ μικρότερο μήκος L_2 . Το μεγαλύτερο μήκος L_2 στα χειρογλύφανα επιτρέπει ευκολότερη ξναρξη και οδήγηση (στο στάδιο αυτό) της γλυφάνσεως.



Σχ. 4.3β.

Πώς κόβει με το κολουροκωνικό του άκρο ένα γλύφανο. Α γλύφανο, Β κομμάτι

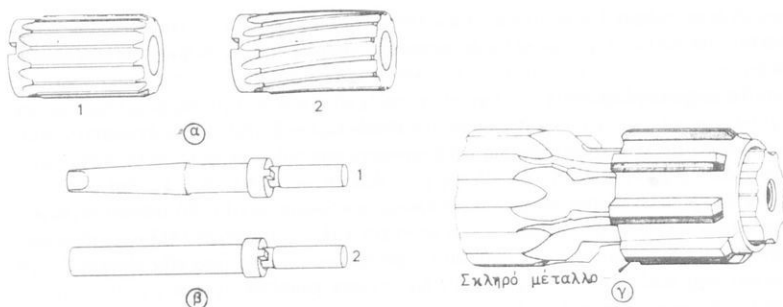


Σχ. 4.3γ.

Γλύφανα με ρυθμιζόμενη διάμετρο. Α σῶμα, Β λεπίδα, Γ ασφαλιστικό περικόχλιο, Δ ρυθμιστικό περικόχλιο, Ε κοχλίας στερεώσεως.

Τήν **κυρίως κοπή** κατά τή γλύφανση τήν αναλαμβάνει το κολουροκωνικό μέρος του γλυφάνου (σχ. 4.3α, 4.3β), ενώ το υπόλοιπο σῶμα του **οδηγεί** το γλύφανο και **λειαίνει** τήν τρύπα. Για καλή οδήγηση του γλυφάνου μέσα στην τρύπα αφήνονται οδονητικές λωρίδες μικρού πλάτους. Για πιό αποδοτική εργασία του γλυφάνου (άποφυγή δονήσεων και επίτευξη καλύτερης τραχύτητας επιφάνειας), τὰ δόντια του έχουν άνισο βήμα (Μ.Ε. σχ. 15.2β).

Τὰ γλύφανα ταξινομούνται ως **κυλινδρικά** [σχ. 4.3α,(α),(β)] και ως **κωνικά** [σχ. 4.3α(γ)] για γλύφανση κυλινδρικών και κωνικών όπων αντίστοιχως. Τὰ κυλινδρικά πάλι γλύφανα διακρίνονται σε γλύφανα με **σταθερή διάμετρο** και σε γλύφανα με **ρυθμιζόμενη διάμετρο** (σχ. 4.3γ). Τὰ γλύφανα με σταθερή διάμετρο τὰ συναντού-



Σχ. 4.35.

Κοίλα γλύφανα: α) Κοίλα γλύφανα με σταθερή διάμετρο: 1) με έλικοειδή δόντια, 2) με ίσια δόντια. β) Άξονες για την προσαρμογή κοίλων γλυφάνων: 1) με κολουροκωνικό στέλεχος, 2) με κυλινδρικό στέλεχος. γ) Κοίλο γλύφανο με ρυθμιζόμενη διάμετρο με κόψεις από σκληρομέταλλο.

με ως γλύφανα με **ίσια δόντια** καί ως γλύφανα με **έλικοειδή δόντια**. Τά τελευταία χρησιμοποιούνται σέ τρύπες με αύλακια κατά μήκος της, όπως είναι τά έσωτερικά πολύσφηνα. Υπάρχουν όμως καί τά **κοίλα γλύφανα** (σχ. 4.3δ) για γλύφανση μεγάλων σχετικά όπων, τά όποια έχουν συνήθως σταθερή διάμετρο, καί προσαρμόζονται σέ κατάλληλο άξονα.

Τά μηχανογλύφανα κατασκευάζονται ως επί τό πλείστο από ταχυχάλυβα 18 - 4 - 1 ή άλλο ισοδύναμης ποιότητας (Πίνακας 3.5.3, Μ.Τ.Β'). Χρησιμοποιούνται όμως συχνά καί γλύφανα με κόψεις από σκληρομέταλλο.

Γ. Έκτέλεση τής γλυφάνσεως.

Η έκτέλεση τής γλυφάνσεως στό δράπανο δέν παρουσιάζει διαφορές σέ σχέση με τό τρυπάνισμα σέ ό,τι άφορά τόν τρόπο προσδέσεως κομματιού καί εργαλείου, καί τά μέτρα προλήψεως άτυχήματος πού παίρνομε. Διαφορές παρατηρούνται στήν έκλογή τών συνθηκών κατεργασίας, του ύγρου κοπής καί στόν έλεγχο τών έτοιμών όπων. Παρακάτω δίνομε χρήσιμες σχετικές οδηγίες.

Τό βάθος στό όποιο μπορεί νά γλυφανθεί με έπιτυχία μία τρύπα κυμαίνεται συνήθως από μία τιμή λίγο μεγαλύτερη από τό μήκος τών αύλακιών του γλυφάνου μέχρι τιμή αρκετά μικρότερη από αυτό. Έντούτοις με μεγάλωμα του μήκους του στελέχους του γλυφάνου είναι έφικτή ή γλύφανση όπων με μεγάλο βάθος. Αυτό όμως παρουσιάζει σοβαρές δυσκολίες στή όδήγηση του γλυφάνου καί αποβαίνει σέ βάρος τής ακρίβειας τής τρύπας.

Σοβαρό ένδιαφέρον στή γλύφανση παρουσιάζει τό κατά πόσο ύποδιάστατη (πόση χάρη στή διάμετρο) θά αφήσομε τήν τρύπα μετά τό τρυπάνισμα ή τήν έσωτερική τόννευση, για νά γίνει ή γλύφανση. Για κανονικό σχηματισμό του άποβλήτου καί για ίκανοποιητική ζωή του γλυφάνου δέν θά πρέπει ή τρύπα νά γίνεται ύποδιάστατη λιγότερο από 0,2 mm για μαλακά ύλικά καί λιγότερο από 0,125 mm για σκληρά ύλικά. Η χάρη αύτή πού αφήνομε στή διάμετρο τής τρύπας για τή γλύφαν-

ση εξαρτάται από τη διάμετρο της έτοιμης (μετά τη γλύφανση) τρύπας και ένδεικτικά παίρνει τις ακόλουθες τιμές:

Διάμετρος έτοιμης τρύπας [mm]: < 5 5 ως 20 21 ως 50 > 50

Χάρη στη διάμετρο [mm]: 0,1 ως 0,2 0,2 ως 0,3 0,3 ως 0,5 0,5 ως 1

Στήν έκλογή της ονομαστικής διαμέτρου του τρυπανιού, όταν πρόκειται να ανοίξουμε τρύπα που θα γλυφανθεί παραπέρα, θα πρέπει να λαμβάνομε υπόψη και το γεγονός ότι με τό τρυπάνισμα ή τρύπα γίνεται υπερδιάστατη (παράγρ. 4.2.1). Για ελαφρά μέταλλα και κράματα οι τιμές της χάρης που δώσαμε αυξάνονται κατά 50%.

Η έκλογή της προώσεως και της ταχύτητας κοπής για τη γλύφανση διαφόρων υλικών με γλύφανο από ταχυχάλυβα ή με γλύφανο με κόψεις από σκληρομέταλλο γίνεται με τη βοήθεια των στοιχείων που δίνουμε στους Πίνακες 4.3.1 και 4.3.2 αντίστοιχως. Ο Πίνακας 4.2.4 μās βοηθεϊ στήν έκλογή του κατάλληλου υγρού κοπής ανάλογα με τό κατεργαζόμενο υλικό.

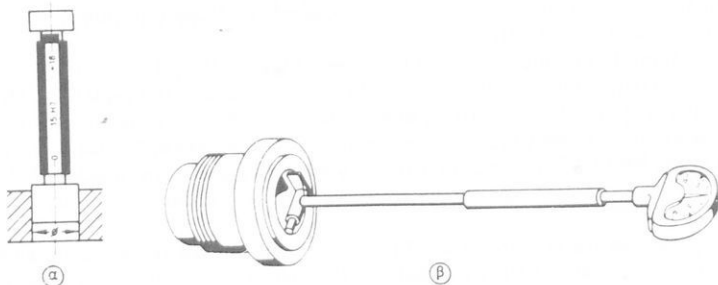
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1.

Συνιστωμένες τιμές της προώσεως s για γλύφανση διαφόρων υλικών.

Είδος υλικού	Όριο θραύσεως (kp/mm ²) ή σκληρότητα σε Brinell	Πρόωση s, (mm/στρ)	
		Ταχυχάλυβας	Σκληρομέταλλα
Ανθρακούχοι χάλυβες	ως 50	0,3 ...1,2	0,2 ...0,6
	50... 70	0,3 ...1,2	0,2 ...0,6
	70... 90	0,16...0,8	0,2 ...0,6
	90...110	0,16...0,8	0,2 ...0,6
Χαλυβοκράματα	100...120	0,1 ...0,6	0,1 ...0,4
Ανοξείδωτοι χάλυβες		0,16...0,8	0,2 ...0,4
Χυτοχάλυβες	38... 52	0,16...0,8	0,2 ...0,7
Φαιός χυτοσίδηρος	ως 200 Brinell	0,4 ...2,0	0,25...1,0
	άνω 200 Brinell	0,3 ...2,0	0,2 ...0,8
Χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφίτη		0,3 ...2,0	0,2 ...0,8
Μαλακτικοποιημένος χυτοσίδηρος		0,3 ...1,2	0,2 ...0,6
Κράματα άργιλίου		0,4 ...2,0	0,25...0,7
Όρείχαλκος		0,4 ...2,0	0,2 ...0,8
Κρατέρωμα		0,4 ...2,0	0,2 ...0,6
Πλαστικά			0,2 ...0,5

Σχετικά με τόν έλεγχο όπών που προέρχονται από γλύφανση έχομε νά παρατηρήσομε τά εξής:

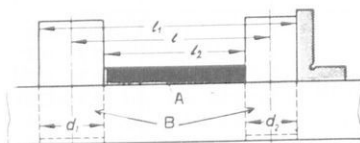
Με τη γλύφανση πού, όπως είπαμε, αποτελεί κατεργασία άποπερατώσεως, κατεργαζόμαστε τρύπες με ακρίβεια και με αρκετά καλή τραχύτητα. Τήν τραχύτητα (μέσο ή μέγιστο ύψος τραχύτητας κλπ.), τή μετρούμε με κατάλληλο τραχύμετρο [παράγρ. 2.8.3 (B) Μ.Τ.Β']. Τό μέγεθος (διάμετρος) και τό σχήμα της τρύπας ανάλογα και με τόν αριθμό των κομματιών, τά ελέγχομε με κατάλληλο όριακό έλεγκτήρα [παράγρ. 2.7.2(β)(2) Μ.Τ.Β', σχ. 4.3ε(α)] ή με μετρητικό ρολόϊ κοίλων [σχ. 4.3ε(β)]. Η άπόσταση άνάμεσα στους άξονες δύο όπών μετριέται με τη βοήθεια



Σχ. 4.3ε.

Έλεγχος της διαμέτρου καί της μορφής όπών ανοιγμένων μέ άκρίβεια.

προτύπων πλακιδίων καί προτύπων κυλίνδρων ή έλεγκτήρων, όπως βλέπομε στό σχήμα 4.3στ. Τέλος, ή καθετότητα τοῦ άξονα μιάς όπής ώς πρός κάποια έπιφάνεια άναφοράς τοῦ κομματιοῦ έλέγχεται, όπως εικονίζεται στό σχήμα 4.3ζ.

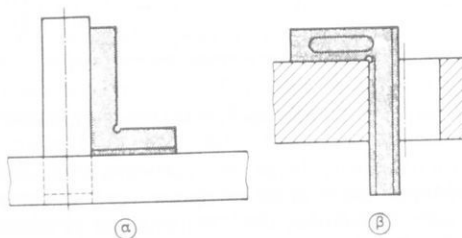


$$l = l_2 + \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$l = l_1 - \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Σχ. 4.3στ.

Πώς έλέγχομε την άπόσταση άνάμεσα στοῦς άξονες δύο όπών άκρίβειας. Α πρότυπα πλακίδια, Β πρότυποι κύλινδροι ή έλεγκτήρες.



Σχ. 4.3ζ.

Έλεγχος της καθετότητας τοῦ άξονα μιάς τρύπας: α) Μέ τη βοήθεια πρότυπης έλεγκτικής όρθης γωνίας [παράγρ. 2.5.2(Α) Μηχ. Τεχν. Β'] καί πρότυπου κυλίνδρου ή έλεγκτήρα. β) Μέ όρθή πρότυπη έλεγκτική γωνία μόνο.

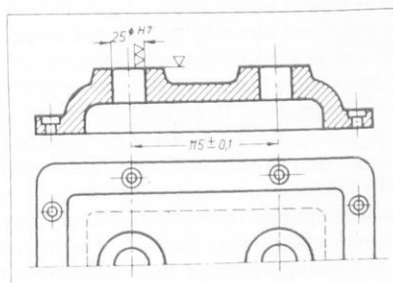
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.2.

Συνιστώμενες τιμές της ταχύτητας κοπής υ για τη γλύφανση ποικιλίας από υλικά.

Είδος υλικού	Όριο θραύσεως (kg/mm^2) ή σκληρότητα Brinell	Ταχύτητα κοπής, υ (m/min)	
		Ταχυχάλυβας	Σκληρομέταλλα
Ανθρακούχοι χάλυβες	ως 50	8...10	12...16
	50... 70	6... 8	10...14
	70... 90	4... 7	9...13
	90...110	3... 5	8...12
Χαλυβοκράματα	100...120	2... 3	5... 8
Ανοξείδωτοι χάλυβες		3... 5	9...16
Χυτοχάλυβες	38... 52	3... 5	9...16
Φαιός χυτοσίδηρος	ως 200 Brinell	7... 9	12...15
	άνω 200 Brinell	4... 6	8...11
Χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφίτη		4... 6	8...11
Μαλακτικοποιημένος χυτοσίδηρος		3... 4	6... 9
Κράματα άργιλίου		14...17	15...20
Όρειχαλκος		11...14	12...15
Κρατέρωμα		9...11	10...12
Πλαστικά			10...16

Δ) Ένα παράδειγμα ανοίγματος όπών με άκριβεια.

Στό κάλυμμα από φαιό χυτοσίδηρο του σχήματος 4.3η πρόκειται να ανοίξουμε δύο παράλληλες τρύπες $\Phi 25\text{H7}$. Η επιφάνεια Α του κομματιού είναι κατεργασμένη με φραιζάρισμα και μπορεί να θεωρηθεί ως επιφάνεια αναφοράς, ως προς την οποία οι άξονες των δύο όπών θα πρέπει να είναι κάθετοι. Επίσης οι επιφάνειες Β και Γ χρειάζεται επιπέδωση.

**Σχ. 4.3η.**

Παράδειγμα ανοίγματος όπών με άκριβεια.

Τό δράπανο πού θά χρησιμοποιήσουμε διαθέτει τίς ακόλουθες περιστροφικές ταχύτητες η καί προώσεις:

n [στρ/min]: 31,5 45 63 90 125 180 250 355 500 710 1000
1400

s [mm/στρ]: 0,11 0,16 0,22 0,32 0,45 0,62 0,88 1,26 1,75

Ζητούμε να καταρτισθεί τό φύλλο κατεργασίας [παράγρ. 4.2.5(A), 1.1.4 (B)] του κομματιού αΐτου.

Από τό συμβολισμό των δύο όπων (Φ25H7 γιά τή διάμετρό τους καί ∇ γιά τήν τραχύτητα επιφάνειας) συμπεραίνομε ότι πρόκειται γιά τρύπες μέ ακρίβεια (ποιότητα) H7 πού έχει ανοχή 21 μm, Πίνακας 2.6.1 M.T.B) καί καλής σχετικά τραχύτητας.

Αρα θά πρέπει οί τρύπες αυτές νά κατεργασθοούν τελικά μέ γλύφανση.

Η έργασία αυτή θά γίνει σέ κατάλληλο άκτινωτό δράπανο μέ ένα δέσιμο του κομματιού στήν τράπεζά του γιά μείωση του χρόνου παραγωγής καί μεγαλύτερη ακρίβεια.

Η έργασία χαράξεως καί οί απαιτούμενες φάσεις κατεργασίας αναφέρονται καί εικονίζονται σχηματικά στό φύλλο κατεργασίας (σχ. 4.3θ). Στο ίδιο φύλλο περιλαμβάνονται τά απαιτούμενα έργαλεία καί μετρητικά όργανα, όπως καί οί συνθηκές κατεργασίας καί τό ύγρό κοπής γιά τίς σπουδαιότερες φάσεις. Η έκλογή των συνθηκών κατεργασίας γίνεται μέ βάση τά στοιχεία των σχετικών πινάκων πού έχομε δώσει (Πίνακες 4.2.2, 4.2.3 κ.ά.). Θά μάς ήταν δυνατό άκόμα νά ύπολογίσομε καί τήν ίσχύ κοπής (όπως στό παράδειγμα τής παραγράφου 4.2.4) στή δυσμενέστερη φάση κατεργασίας άπό άποψη ίσχύος γιά τήν έκλογή του κατάλληλου δραπάνου λαμβάνοντας όμως ύπόψη καί τούς διορθωτικούς συντελεστές K_{ϕ} καί K_K (παράγρ. 4.2.4.).

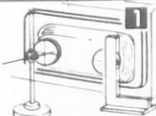
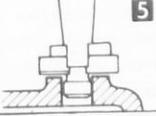
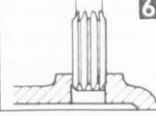
4.3.2 Η έσωτερική σπειροτόμηση.

A. Γενικά γιά τήν έσωτερική σπειροτόμηση καί τούς αντίστοιχους σπειροτόμους.

Η **έσωτερική σπειροτόμηση** γίνεται μέ τό **σπειροτόμο έσωτερικών σπειρωμάτων** (κοπτικό έργαλείο μέ πολλές κύριες κόψεις, σχ. 4.3ι) μέ συνδυασμό περιστροφικής (πρωτεύουσα κίνηση) καί άξονικής (κίνηση προώσεως) κινήσεώς του [σχ. 4.3β(α)(4) M.T.B']. Έκτελείται κατά κανόνα στό δράπανο, αν δέν συνδυάζεται καί μέ άλλες κατεργασίες, όπότε είναι δυνατό νά γίνει σέ ήμιαυτόματους ή αυτόματους τόρνους ή σέ άλλες έργαλειομηχανές. Τό δράπανο θά πρέπει νά είναι έφοδιασμένο μέ ειδική κεφαλή, ώστε άπό τό ένα μέρος νά είναι δυνατός ακριβής έλεγχος στό βάθος σπειροτομήσεως καί άπό τό άλλο νά ύπάρχει δυνατότητα άνάστροφης κίνησης τής άτράκτου γιά τήν έξοδο του σπειροτόμου άπό τήν τρύπα. Διατίθενται άκόμα καί μηχανισμοί πού ρυθμίζουν τήν πρόωση του σπειροτόμου άνάλογα μέ τό βήμα του σπειρώματος πού κόβομε έτσι, ώστε νά προκύπτει σπείρωμα καλύτερης ποιότητας άπό εκείνη πού επιτυγχάνεται μέ τυχόν έλεγχο τής προώσεως μέ τό χέρι.

Στό Κεφάλαιο 16 του Μ.Ε. άσχοληθήκαμε διεξοδικά μέ τούς σπειροτόμους (έσωτερικών καί έσωτερικών σπειρωμάτων) καί μέ τή σπειροτόμηση, όπως όμως αυτή έκτελείται μέ τό χέρι. Πιο συγκεκριμένα μιλήσαμε γιά τά χαρακτηριστικά στοιχεία των σπειρωμάτων, όπως καί γιά τήν προτυποποίησή τους (Πίνακες 16.2.1 ως 16.2.9). Περιγράψαμε κατόπιν τούς σπειροτόμους καί δώσαμε οδηγίες γιά τή

Φύλλο κατεργασίας

Έργοστάσιο, Τμήμα: Όνομασία (ή κωδικός αριθμός) κομματιού: Κάλυμμα (. . .) Υλικό κομματιού: Φαίος χυτοσίδηρος, Άριθμός κομματιών στην παρτίδα: ... Παρατηρήσεις: ...						
Συμβολισμός έργασίας ή φάσεως	Έργασία ή φάση	Έργαλείο ή όργανο	u [m/min]	n^* [στροφ/min]	s [mm/στροφ]	Υγρό κοπής
E_1	Χάραξη	Πλάκα εφαρμογής, ύψομετρικός χαρα- κτης, γωνία, χαρα- κτης, πόντα	—	—	—	—
Φ_1	Πρώτο τρυπάνισμα	Τρυπάνι $\Phi 12$ HSS	25	710	0,22	Γ
Φ_2	Δεύτερο τρυπάνισμα	Τρυπάνι $\Phi 23$ HSS	25	355	0,32	Γ
Φ_3	Τρυπάνισμα άποπερατώσεως	Τρυπάνι άποπερατώ- σεως $\Phi 24,75$ HSS	25	355	0,32	Γ
Φ_4	Επιπέδωση	Ειδικό τρυπάνι έπιπεδώσεως	—	—	—	Γ
Φ_5	Γλύφανση	Γλύφανο $\Phi 25$ H7 HSS	7	90	0,62	Γ
E_2	Επιθεώρηση	Παχύμετρο, έλεγ- κτήρας τρύματος, πρότυπα πλακίδια [παράγρ. 8.3.1(Γ)]	 			
* Αναγράφονται οι προτυποποιημένες περιστροφί- κές ταχύτητες που διαθέτει το δράπανο. Εκλέγονται οι πλησιέστερες προς τις υπολογιζόμενες από την ταχύ- τητα κοπής [σχέση (4.1)].			 			
			 			

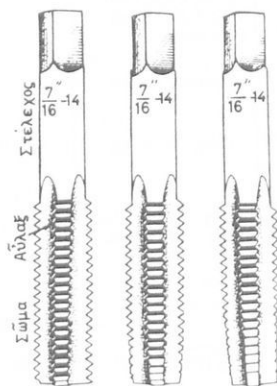
Σχ. 4.39.

Τό φύλλο της έργασίας γιά τό άνοιγμα όπών άκριβείας τοú παραδείνματος τής παραγράφου 4.3.1 (Δ)

χρήση τους. Στην παράγραφο αυτή θα δώσουμε επί πλέον στοιχεῖα γιά τούς σπειροτόμους έσωτερικῶν σπειρωμάτων καί γιά τήν έσωτερική σπειροτόμηση στό δράπανο.

Ἡ έσωτερική σπειροτόμηση γίνεται άποδοτικά σέ υλικά μέ σκληρότητα μέχρι 250 Brinell περίπου, ένῳ γιά σκληρότερα υλικά ἡ άποδοτικότητα της πέφτει καί τό κόστος της άνεβαίνει. Κόβονται μέ αὐτή σπειρώματα μέσα σέ πολύ μεγάλη περιοχή βημάτων, δηλαδή άπό σπειρώματα μέ πολύ μικρό βήμα (π.χ. 0,07 mm ἡ 360 σπειρώματα στήν ἴντσα) μέχρι σπειρώματα μέ πολύ μεγάλο βήμα (π.χ. 8,5 mm ἡ 3 σπειρωμάτων στήν ἴντσα).

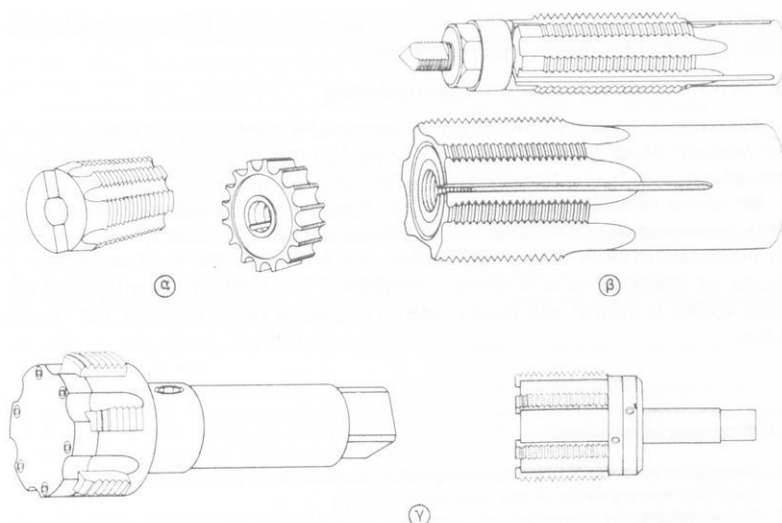
Τούς σπειροτόμους τούς διακρίνομε σέ **όλόσωμους** [σχ. 4.31], σέ **κοίλους** [σχ. 4.31α(α)], σέ **έκτεινόμενους** ἡ **διαστελλόμενους** [σχ. 4.31α(β)], **σέ ρυθμιζόμενους** καί σέ σπειροτόμους μέ **ένθετες όδοντωτές λεπίδες** [σχ. 4.31α(γ)].



Σχ. 4.31.

Ο σπειροτόμος έσωτερικῶν σπειρωμάτων. Α. στέλεχος, Β δόντια, Γ αὐλάκι. Δ τετραγωνισμένο άκρο στελέχους γιά τήν προσαρμογή του στή μανέλλα στούς χειροκίνητους σπειροτόμους έσωτερικῶν σπειρωμάτων. Στά μηχανοκίνητα τό στέλεχος διαμορφώνεται κολουροκωνικό γιά πρόσδεσή τους κατάλληλα στήν άτρακτο του δρανάνου.

Τούς όλόσωμους σπειροτόμους τούς συναντοῦμε ὡς **κυλινδρικούς** καί ὡς **κωνικούς**. Φέρουν αὐλάκια γιά τούς ίδιους άκριβῶς λόγους, γιά τούς όποιους φέρουν τρυπάνια καί τά γλύφανα. Τά αὐλάκια μποροῦν νά εἶναι ἴσια ἡ έλικοειδή. Οἱ κοίλοι σπειροτόμοι κατασκευάζονται γιά όνομαστικές διαμέτρους μεγαλύτερες άπό 25 mm (1"). Οἱ έκτεινόμενοι σπειροτόμοι χρησιμοποιοῦνται συνήθως γιά άποπεράτωση σπειρωμάτων, ένῳ οἱ ρυθμιζόμενοι σπειροτόμοι χρησιμοποιοῦνται καί αὐτοί γιά άποπεράτωση, όπου όμως οἱ άπαιτήσεις γιά άκρίβεια εἶναι αὐξημένες. Διατίθενται ὕστερα άπό ειδική παραγγελία καί τό κόστος τους εἶναι ψηλό. Τέλος οἱ σπειροτόμοι μέ ένθετες όδοντωτές λεπίδες συναντῶνται σέ μεγάλες διαμέτρους (άπό 40 mm ἡ 1 1/2" ὡς 150 mm ἡ 6"). Συμφέρεῖ ἡ χρησιμοποίησή τους σέ σπειροτόμηση κομματιῶν έν σειρά.



Σχ. 4.3ια.

Διάφορα είδη σπειροτόμων έσωτερικῶν σπειρωμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.3.

Συστάσεις για την έκλογή ταχύτητας κοπής u κατά την έσωτερική σπειροτόμηση.

Είδος υλικού	Όριο θραύσεως [kp/mm ²] ή σκληρότητα Brinell	Ταχύτητα κοπής u , [m/min]	
		Άνθρακούχος χάλυβας ή χαλυβό- κραμα έργαλείων	Ταχυχάλυβας
Άνθρακούχοι χάλυβες	ώς 50	8...10	20...25
	50... 70	4... 8	10...15
	70... 90	2... 4	6... 8
Φαιός χυτοσίδηρος	άνω 90	1... 2	2... 4
	ώς 150 Brinell	6...10	12...16
	άνω 150 Brinell	4... 6	8...12
Όρειχάλκος		10...15	25...30
Κρατέρωμα		8...12	20...25
Άργίλιο καί κράματά του		ώς 30	ώς 50

Ός υλικό κατασκευής τῶν σπειροτόμων έσωτερικῶν σπειρωμάτων συνιστάται ὁ ταχυχάλυβας γενικῆς χρήσεως 18 - 4 - 1 ἡ ἰσοδύναμός του. Κατασκευάζονται ὁμως καί σπειροτόμοι ἀπὸ ἀνθρακούχους χάλυβες ἢ ἀπὸ χαλυβοκράματα έργαλείων. Στούς σπειροτόμους μέ ἔνθετες ὀδοντωτές λεπίδες, ὅπως καί στούς ρυθμι-

ζόμενους σπειροτόμους είναι δυνατή καί η χρησιμοποίηση πλακιδίων από κατάλληλο για κάθε περίπτωση σκληρομέταλλο.

B. Έκτελεση τής έσωτερικής σπειροτομήσεως.

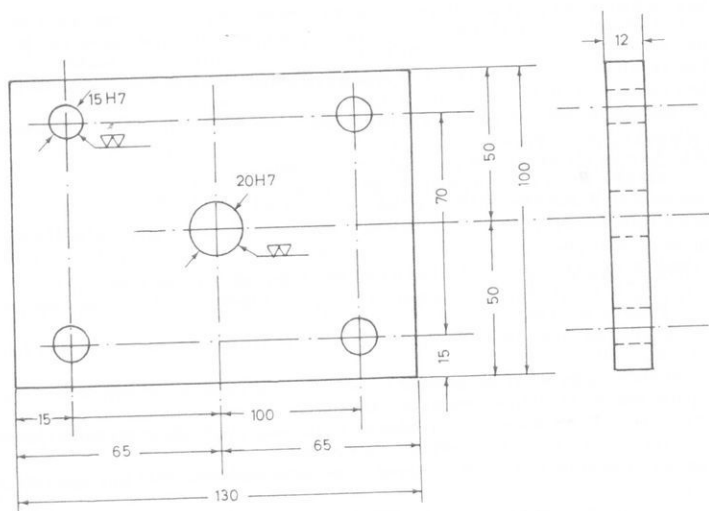
Συνιστώμενες τιμές για τήν ταχύτητα κοπής κατά τήν έσωτερική σπειροτόμηση για διάφορα υλικά κομματιού καί για σπειροτόμο από άνθρακοϋχο χάλυβα ή από χαλυβόκραμα κοπτικών έργαλείων ή από ταχυχάλυβα δίνονται στόν Πίνακα 4.3.3.

Θά πρέπει νά τονίσουμε ιδιαίτερα εδώ ότι **η χρήση ύγρου κοπής είναι απαραίτητη στήν έσωτερική σπειροτόμηση**, γιατί η κατεργασία αυτή παρουσιάζει μεγάλο βαθμό δυσκολίας στήν εκτέλεσή της [παράγρ. 1.5.4 (Α)]. Για όλα τά υλικά κομματιού (χωρίς νά εξαιρεϊται ούτε ο φαιός χυτοσίδηρος) συνιστάται η χρησιμοποίηση ύγρου κοπής, η έκλογή του οποίου γίνεται σύμφωνα μέ τά στοιχεία του Πίνακα 4.2.4.

4.4 Έρωτήσεις καί άσκήσεις.

1. Νά μνημονεύσετε τρείς μεθόδους κατεργασίας κυκλικών όπών κατά σειρά αυξανόμενης ακρίβειας, πού επιτυγχάνεται μέ τήν κάθε μία από αυτές.
2. Νά σχεδιάσετε τήν κινηματική του τρυπανίσματος καί νά τήν περιγράψετε.
3. Νά αναφέρετε δύο έργασίες συναφείς μέ τό τρυπάνισμα.
4. Πόσο μικρές καί πόσο μεγάλες τρύπες μπορούμε νά άνοιξομε μέ τρυπάνισμα;
5. Ποιοί βασικοί παράγοντες καθορίζουν τήν ακρίβεια μιάς τρύπας;
6. Γιατί χαρακτηρίζομε τό τρυπάνισμα ως κατεργασία έκχονδρίσεως;
7. Νά σχεδιάσετε τό συνηθισμένο έλικοειδές τρυπάνι καί νά τό περιγράψετε δίνοντας καί τήν ονοματολογία των κύριων μερών του. Ποιό σκοπό εξυπηρετεί η έγκάρσια κόψη του;
8. Σέ τί χρησιμεύουν τά αλάκια στό τρυπάνι (καί στό συναφή μέ αυτό έργαλεία, όπως στό γλύφανο καί στό σπειροτόμο έσωτερικών σπειρωμάτων);
9. Ποιό είναι τό κύριο μέγεθος μέ τό όποιο προτυποποιούνται τά τρυπάνια (καί τά γλύφανα);
10. Άπό τί υλικά κατασκευάζονται τά τρυπάνια;
11. Νά αναφέρετε τρία είδη είδικών τρυπανιών μαζί μέ τυπικές τους εφαρμογές.
12. Νά δώσετε τή σχηματική παράσταση ενός δραπάνου στήλης καί νά σημειώσετε μέ τήν ονοματολογία τους τά κύρια μέρη του.
13. Νά μνημονεύσετε τρία είδη δραπάνου.
14. Νά αναφέρετε τρείς μεθόδους για τή διεύρυνση όπών.
15. Νά δώσετε τή σχηματική παράσταση ενός άκτινωτού δραπάνου αναφέροντας τά κύρια μέρη του.
16. Νά περιγράψετε σύντομα (δείχνοντάς τις στό σχήμα τής προηγούμενης έρωτήσεως) τίς κινήσεις πού μπορούν νά γίνουν σέ ένα άκτινωτό δράπανο.
17. Για ποιού είδους έργασίες ένδείκνυται: α) "Ένα άκτινωτό δράπανο, β) "Ένα πολυάτρακτο δράπανο καί γ) ένα πυργωτό δράπανο.
18. Ποιό είναι τό κύριο μέγεθος βάσει του οποίου προδιαγράφονται τά δράπανα στήλης;
19. Νά μνημονεύσετε τέσσερα συμπληρωματικά στοιχεία για τήν προδιαγραφή ενός δραπάνου στήλης.
20. Πώς έκφράζονται η ταχύτητα προώσεως καί η πρόωση στό τρυπάνισμα;
21. Τί ονομάζομε **φάση κατεργασίας** γενικά; Νά δώσετε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα έπάνω στό τρυπάνισμα.
22. Τί σημαίνει τρυπάνι τύπου Η ή τύπου W;
23. Νά διαλέξετε από τόν Πίνακα 4.2.1 τόν τύπο καί τίς γωνίες κορυφής ϵ καί λ ενός τρυπανιού για τήν κατεργασία χάλυβα καί ενός για ένα κράμα του άργιλιού.
24. Τί σημαίνει ο συμβολισμός 30 W DIN 345 HSS για ένα τρυπάνι;
25. Γιατί χρειάζεται τό τρυπάνι νά τροχίζεται μέ προσοχή καί ακρίβεια;

26. Νά επιλέξετε συνθήκες κατεργασίας καί ὑγρό κοπῆς γιά τό τρυπάνισμα μέ τρυπάνι ἀπό ταχυχάλυβα: α) Μαλακοῦ χάλυβα, β) Χαλυβοκράματος, γ) Ὁρειχάλκου καί δ) κράματος τοῦ ἀργιλίου.
27. Μέ ποιούς τρόπους μπορεῖ νά προσδεθεῖ τό τρυπάνι στήν ἄτρακτο τοῦ δραπεάνου;
28. Ποιά γενική ἀρχή ἀκολουθοῦμε γιά τή στήριξη τῶν κομματιῶν στό τρυπάνισμα; Γιατί;
29. Ποιά συσκευή προσδέσεως κομματιῶν χρησιμοποιοῦμε συνήθως στό τρυπάνισμα;
30. Γιατί χρησιμοποιοῦμε ἰδιοσυσκευές στό τρυπάνισμα; Ποιές βασικές ἀπαιτήσεις θά πρέπει νά καλύπτει μιά τέτοια συσκευή;
31. Πῶς ἐλέγχουμε τήν ἀκρίβεια θέσεως μιᾶς ἐτοιμῆς τρύπας;
32. Νά ἀναφέρετε ἐιδικά μέτρα ἀσφάλειας πού παίρνομε στό τρυπάνισμα.
33. Ποιά εἶναι τὰ χαρακτηριστικά γνωρίσματα τῆς γλυφάνσεως;
34. Ποιές εἶναι οἱ διαφορές ἀνάμεσα στό τρυπάνισμα καί στή γλύφανση σχετικά μέ τή διαστατική ἀκρίβεια καί τήν τραχύτητα ἐπιφάνειας τῆς τρύπας;
35. Τί ἀκρίβεια στή διάμετρο μιᾶς τρύπας μποροῦμε νά ἐπιτύχομε μέ γλύφανση;
36. Ποιές εἶναι οἱ κύριες διαφορές ἀνάμεσα σέ ἓνα χειρογλύφανο καί σέ ἓνα μηχανογλύφανο;
37. Πῶς ἐργάζεται ἓνα γλύφανο ὡς κοπτικό ἐργαλεῖο;
38. Πόση χάρη θά ἀφήσουμε γιά νά γλυφάνομε σέ ἓνα χαλύβδινο κομμάτι μιά τρύπα πού νά ἔχει τελική διάμετρο 20 mm;
39. Νά διαλέξετε τίς συνθήκες κατεργασίας γιά γλύφανση μέ γλύφανο ἀπό ταχυχάλυβα ὅπῳν σέ κομμάτια ἀπό: α) Ἡμισκληρο χάλυβα, β) Μαλακτικοποιημένο χυτοσίδηρο καί γ) κρατέρωμα.
40. Τί ὑγρό κοπῆς θά διαλέξομε γιά τή γλύφανση: α) Σκληροῦ χάλυβα. β) Ἀνοξειδωτοῦ χάλυβα. γ) Φαιῶ χυτοσίδηρου καί δ) ἐνός κράματος τοῦ χαλκοῦ.
41. Τί χρειάζεται νά διαθεθεῖ ἓνα δράπανο γιά νά μπορεῖ νά ἐκτελεσθεῖ σέ αὐτό ἐσωτερική σπειροτόμηση;
42. Ποιά ὕλικά χρησιμοποιοῦνται στήν κατασκευή σπειροτόμων γιά ἐσωτερικά σπειρώματα;
43. Γιατί κατὰ τήν ἐσωτερική σπειροτόμηση χρησιμοποιοῦμε ἀπαραίτητως ὑγρό κοπῆς;
44. Νά ἐπιλέξετε τό κατάλληλο ὑγρό κοπῆς γιά ἐσωτερική σπειροτόμηση σέ κομμάτια ἀπό σκληρό ἀνθρακοῦχο χάλυβα καί ἀπό φαῖο χυτοσίδηρο.
45. Νά διαλέξετε τήν ταχύτητα κοπῆς γιά ἐσωτερική σπειροτόμηση σέ μαλακό χάλυβα καί σέ ἓνα κράμα τοῦ ἀργιλίου.
46. Ποιό εἶδος δραπεάνου ἀπό αὐτά πού γνωρίζομε ἐνδείκνυται γιά τήν κάθε μία ἀπό τίς ἀκόλουθες ἐργασίες καί γιατί:
 - α) Ἀνοιγμα 10 ὅπῳν μέ διαφορετική ἐν γένει διάμετρο σέ διάφορες θέσεις ἐνός περίπλοκου χυτοῦ κομματιοῦ καί
 - β) τρυπάνισμα καί γλύφανση ἢ σπειροτόμηση στό σῶμα μιᾶς ἐργαλειομηχανῆς ἐσωτερικῆς καύσεως σέ μεγάλο ἀριθμό κομματιῶν.
47. Γιά τό ἀνοιγμα διαμερῶν ὅπῳν μέ τρυπάνι ὀνομαστικῆς διαμέτρου $D = 15 \text{ mm}$ (καί γωνίας κορυφῆς $\epsilon = 118^\circ$) ἀπό ταχυχάλυβα σέ μία πλάκα ἀπό χάλυβα St 42 μέ πάχος 20 mm χρησιμοποιοῦμε ταχύτητα κοπῆς $v = 35 \text{ m/min}$ καί πρόωση $s = 0,22 \text{ mm/στρ.}$
Ζητοῦμε νά προσδιορίσετε:
 - α) Τό ρυθμό ἀφαίρεσεως μετάλλου. β) Τό χρόνο κοπῆς καί γ) τή διορθωμένη ἰσχύ κοπῆς.
48. Νά καταρτίσετε τό φύλλο κατεργασίας γιά τό κομμάτι τοῦ σχήματος τῆς σελίδας 152, πού νά ἀναφέρεται μόνο στό ἀνοιγμα τῶν ὅπῳν, δηλαδή τεσσάρων ὅπῳν Φ15H7 καί μιᾶς Φ20 H7. Τό κομμάτι (πλάκα) τό παίρνομε πλήρως κατεργασμένο στίς διαστάσεις $130 \times 100 \times 12$.
49. Μέ τρυπάνι ἀπό ταχυχάλυβα ὀνομαστικῆς διαμέτρου 18 mm (καί $\epsilon = 120^\circ$) ἀνοίγομε τρύπες σέ μιά πλάκα μέ πάχος 25 mm ἀπό σκληρό φαῖο χυτοσίδηρο. Πόσος χρόνος θάπαιτηθεῖ γιά τό ἀνοιγμα μιᾶς τέτοιας τρύπας; Τίς συνθήκες κατεργασίας νά τίς ἐπιλέξετε ἀπό τοῦς πίνακες 4.2.2. καί 4.2.3.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΠΛΑΝΙΣΜΑ ΚΑΙ ΠΛΑΝΕΣ

5.1 Γενικά.

Μέ το **πλάνισμα** μορφοποιούμε κυρίως **ἐπίπεδες ἐπιφάνειες** (ὀριζόντιες, κατακόρυφες ἢ ὑπό κλίση), ὅπως καί σύνθετες ἐπιφάνειες πού προκύπτουν ἀπό συνδυασμούς ἐπιπέδων· ἀκόμα καί καμπύλες ἐπιφάνειες μέ ἐργαλεῖο μορφῆς [σχ. 5.4β (γ) (1)] ἢ μέ πλάνισμα ἀντιγραφῆς (σχ. 5.2η). Τό πλάνισμα γίνεται μέ τή βοήθεια ἐνός κοπτικοῦ ἐργαλείου μέ μία κόψη, ὅπου ἡ πρωτεύουσα κίνηση εἶναι **εὐθύγραμμη** καί ἡ κίνηση προώσεως **κάθετη σέ αὐτή** καί **διακοπτόμενη**.

Ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς πλάνης διακρίνομε τό πλάνισμα σέ **πλάνισμα σέ τραπεζοπλάνη** (ἢ **γεφυροπλάνη**) καί σέ **πλάνισμα σέ βραχεία πλάνη** (ἢ **ταχυπλάνη**). Τό πλάνισμα σέ βραχεία πλάνη πάλι ἐκτελεῖται τόσο σέ **ὀριζόντια βραχεία πλάνη** ὅσο καί σέ **κατακόρυφη βραχεία πλάνη**.

Στό σχῆμα 1.1ζ Μ.Τ.Β' εἶδαμε σέ φωτογραφία μία τυπική ὀριζόντια βραχεία πλάνη καί μία τραπεζοπλάνη καί στήν παράγραφο 4.3 (Γ) Μ.Τ.Β' μιλήσαμε γιά τήν κινηματική τοῦ πλανίσματος σέ αὐτές τίς πλάνες καί δώσαμε συγχρόνως σχηματικά τά κύρια μέρη τους (σχ. 4.3γ, 4.3δ Μ.Τ.Β'). Τό πλάνισμα σέ κατακόρυφη βραχεία πλάνη (σχ. 5.2ε) εἶναι παρόμοιο μέ αὐτό πού γίνεται στήν ὀριζόντια βραχεία πλάνη μέ τή διαφορά ὅτι τό κοπτικό ἐργαλεῖο παλινδρομεῖ κατακόρυφα (ἡ ἐνεργός διαδρομή του εἶναι ἡ πρὸς τά κάτω: πρωτεύουσα κίνηση), ἐνῶ τό κομμάτι μετακινεῖται στό ὀριζόντιο ἐπίπεδο (διακοπτόμενη κίνηση προώσεως) στό τέλος κάθε νεκρῆς διαδρομῆς (πρὸς τά ἐπάνω) τοῦ ἐργαλείου. Περισσότερα στοιχεῖα γιά τά τρία αὐτά εἶδη πλανῶν θά δώσουμε στήν ἀμέσως ἐπόμενη παράγραφο.

Γενικά γιά τό πλάνισμα μπορούμε νά ποῦμε ὅτι εἶναι μία κατεργασία κοπῆς πού προσιδιάζει περισσότερο (καί εἶναι πιό οἰκονομική) στήν παραγωγή κατά μονάδα ἢ σέ παραγωγή κατά μικρές σχετικά παρτίδες παρά στήν παραγωγή κομματιῶν σέ πολύ μεγάλο ἀριθμό. Καί αὐτό μπορούμε νά τό ἀποδώσουμε ἀπό τό ἔνα μέρος στήν εὐελιξία πού παρουσιάζει ἡ πλάνη στήν ἐκτέλεση ποικιλίας ἀπό ἐργασίες, στό χαμηλό κόστος ἀγορᾶς τῆς, στό μικρό κόστος τῶν κοπτικῶν τῆς ἐργαλείων καί στή γρήγορη ρύθμισή τῆς σέ σύγκριση βέβαια μέ ἄλλες ἐργαλειομηχανές, στίς ὁποῖες μπορεῖ νά γίνει ἡ ἴδια ἐργασία [π.χ. μέ μία φραιζομηχανή, παράγρ. 4.3 (Ε) Μ.Τ.Β'] καί ἀπό τό ἄλλο στό χαμηλό τῆς ρυθμό ἀφαιρέσεως ὕλικου, πού ἀποτελεῖ βασικό μειονέκτημα γιά ἀποδοτική ἐργασία σέ μεγάλες παρτίδες κομματιῶν.

Μέ τό πλάνισμα κατεργαζόμαστε κομμάτια χαλύβδινα (ἡ σκληρότητά τους μπορεῖ νά φθάσει καί μέχρι τά 400 Brinell περίπου), χυτοσιδηρά, ἀπό μὴ σιδηροῦχα μέταλλα καί κράματα, ὅπως καί κομμάτια ἀπό ὀρισμένα πλαστικά.

5.2 'Η πλάνη.

5.2.1 Τά είδη πλανών.

Στήν παράγραφο αυτή θα ασχοληθούμε λεπτομερώς μέ τήν περιγραφή καί λειτουργία τής ὀριζόντιας βραχείας πλάνης, γιατί εἶναι ἡ πλάνη πού συναντοῦμε περισσότερο στά συνήθη μηχανουργεῖα. Γιά τήν κατακόρυφη βραχεία πλάνη καί γιά τήν τραπεζοπλάνη θα ἀναφέρομε συνοπτικά ὀρισμένα χαρακτηριστικά τους στοιχεῖα.

A. 'Η ὀριζόντια βραχεία πλάνη.

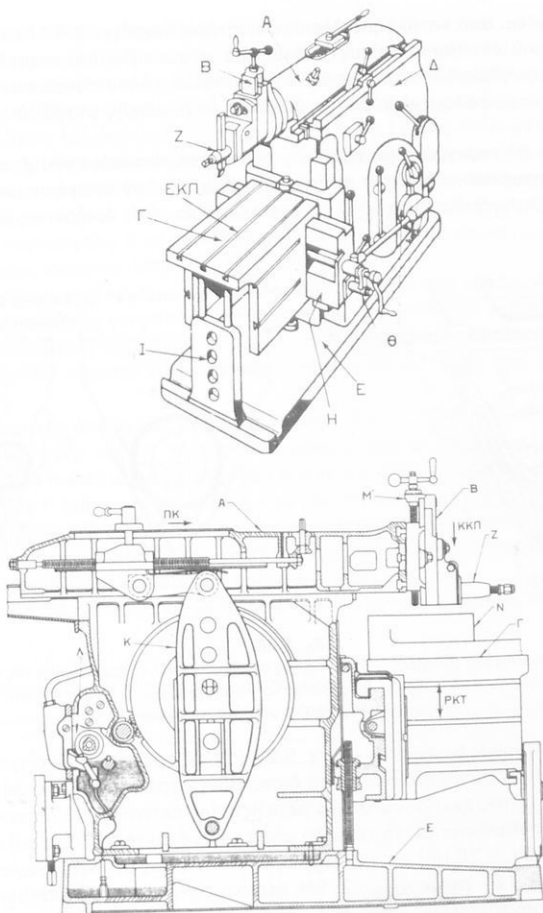
1. Γενική περιγραφή.

Στήν ὀριζόντια βραχεία πλάνη μορφοποιούμε ὀριζόντιες, κατακόρυφες καί ὑπό κλίση ἐπιφάνειες ἢ συνδυασμούς τέτοιων ἐπιφανειῶν (κομμάτια πρισματικῆς μορφῆς, σχ. 4.3γ Μ.Τ.Β') σέ μικρά καί σέ μεσαίου μεγέθους κομμάτια (τό μήκος τους συνήθως δέν ὑπερβαίνει τά 800 mm)· ἀκόμα ἴσια αὐλάκια, ὁδοντωτοὺς κανόνες, σφηνοδρόμους, αὐλάκια μορφῆς T, χελιδνοσουρές, ὅπως καί καμπύλες ἐπιφάνειες μέ ἐργαλεῖο μορφῆς ἥ μέ σύστημα ἀντιγραφῆς.

'Η πλάνη αὐτή ἀπαρτίζεται ἀπό τίς ἐξῆς κύριες δομικές μονάδες (σχ. 4.3γ, Μ.Τ.Β' σχ. 5.2α): ἀπό τή **βάση** Ε, ἀπό τόν **κορμό** Δ, τήν **τράπεζα** Γ καί ἀπό τό **ἐλκυθρο** Α πού φέρει τό **ἐργαλειοφορεῖο** Β (καί τόν **ἐργαλειοδέτη** Ζ).

Τό κομμάτι προσδένεται στερεά καί ἀσφαλῶς στήν τράπεζα Γ τῆς πλάνης, πού ἀκριβῶς γιά τό σκοπό αὐτό φέρει αὐλάκια μορφῆς T καί τό κοπτικό ἐργαλεῖο στόν ἐργαλειοδέτη Ζ (βλέπε καί σχ. 5.4δ), πού ἀκολουθεῖ τήν παλινδρομική κίνηση τοῦ ἐλκύθρου Α.

'Η τράπεζα τῆς πλάνης προσαρμοζόμενη σέ κατάλληλο φορεῖο Η ἔχει τή δυνατότητα νά μετακινεῖται **κατακόρυφα** καί **ἐγκάρσια** (κάθετα πρὸς τή διεύθυνση τῆς παλινδρομήσεως τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου, δηλαδή τῆς πρωτεύουσας κινήσεως). Ὑπάρχουν ὅμως καί οἱ λεγόμενες **πλάνες γενικῆς χρήσεως** (Γιουνιβέρσαλ, Universal), ὅπου ἡ τράπεζα, πέρα ἀπὸ τήν κατακόρυφη καί ἐγκάρσια κίνησή της, μπορεῖ νά περιστραφεῖ, μέσα σέ ὀρισμένη περιοχή γωνιῶν, γύρω ἀπὸ ἓνα ἄξονα παράλληλο πρὸς τή διεύθυνση τῆς πρωτεύουσας κινήσεως. Αὐτό διευκολύνει τό πλάνισμα ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν μέ κλίση. 'Η κατακόρυφη μετακίνηση τῆς τράπεζας πραγματοποιεῖται μέ ἀνύψωση τοῦ φορείου Η καί ἔχει ὡς σκοπό νά φέρει τό κομμάτι (ἀνάλογα μέ τό μέγεθός του) στήν ἐπιθυμητὴ θέση κάτω ἀπὸ τό κοπτικό ἐργαλεῖο. Στὴ θέση αὐτὴ ἡ τράπεζα μπορεῖ νά στερεωθεῖ. Ἐπίσης θά πρέπει νά τονίσουμε ὅτι ἡ κατακόρυφη αὐτὴ κίνηση τῆς τράπεζας δέν γίνεται μέ ἀκρίβεια, ἀλλὰ χονδρικά. 'Η τράπεζα μετακινεῖται ἐγκάρσια μέ τὴ βοήθεια τοῦ μηχανισμοῦ προώσεως Θ (γί' αὐτόν θά μιλήσουμε παρακάτω) πού ἐπιβάλλει στήν τράπεζα (καί στό κομμάτι πού προσδένεται σέ αὐτή) τήν κίνηση προώσεως στό τέλος κάθε νεκρῆς διαδρομῆς [στό πλάνισμα ἡ κίνηση προώσεως εἶναι διακοπτόμενη, ὅπως ἔχομε ἀναφέρει στήν παράγραφο 4.3 (Γ) Μ.Τ.Β']. 'Η τράπεζα τέλος εἶναι δυνατό νά στερεώνεται στὴ βάση Ε τῆς πλάνης μέ κατάλληλο ὑποστήριγμα Ι καί ἔτσι νά γίνεται ἡ πλάνη πιὸ στιβαρὴ κατὰ τήν ἐργασία της.



Σχ. 5.2α.

Ἡ ὁριζόντια βραχεία πλάνη: Ὀνοματολογία. (Ἐπί πλέον σύμβολα πού δέν ἀναφέρονται στό κείμενο: Κ ταλαντευόμενος βραχίονας, Λ κιβώτιο ταχυτήτων, Μ μηχανισμός κατακόρυφης κινήσεως τοῦ ἐργαλειοδέτη, ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΕΠ κίνηση ἐγκάρσιας προώσεως, ΚΚΠ κίνηση κατακόρυφης προώσεως, ΡΚΤ ρυθμιστική κίνηση τράπεζας).

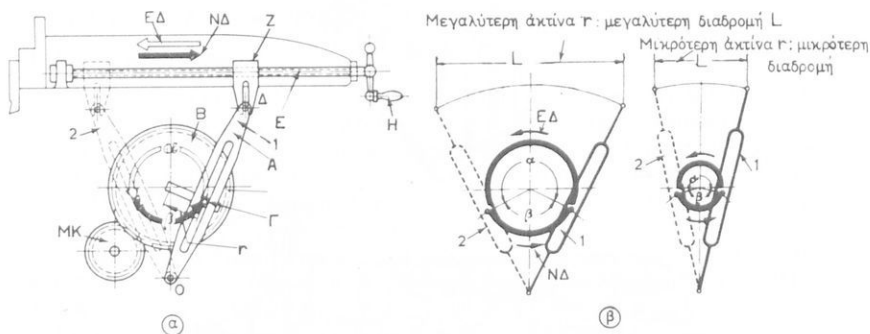
Στό ἐπάνω μέρος τοῦ χυτοσιδηροῦ κορμοῦ τῆς πλάνης ὑπάρχουν ὀλισθητήρες, ὅπου παλινδρομεῖ τό ἐλκύθρο Α μαζί μέ τό ἐργαλειοφορεῖο Β (καί βέβαια καί μέ τόν ἐργαλειοδέτη Ζ καί τό κοιπτικό ἐργαλεῖο).

2. Διάταξη γιά τήν παλινδρομική κίνηση τοῦ ἐλκύθρου.

Ἡ ἰσχύς πού χρειάζεται γιά τήν παλινδρόμηση τοῦ ἐλκύθρου (δηλαδή ἡ ἰσχύς

κοπής) παρέχεται από κατάλληλο ηλεκτροκινητήρα (παράγρ. 2.4.1) καί η παλινδρομική κίνηση του έλκυθρου επιτυγχάνεται είτε μέσω κιβωτίου ταχυτήτων (μέσθαινοντες συνήθως όδοντοτροχούς) καί διάτάξεως ταλαντευόμενου βραχίονα καί δισκοειδούς στροφάλου είτε μέ τή βοήθεια υδραυλικής μεταδόσεως κινήσεως (παράγρ. 2.5.1).

Παρακάτω θά περιγράψωμε τώρα τή διάταξη ταλαντευόμενου βραχίονα καί δισκοειδούς στροφάλου, ή όποία χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά γιά τή δημιουργία τής παλινδρομικής κινήσεως του έλκυθρου στίς όριζόντιες βραχείες πλάνες.



Σχ. 5.2β.

Η διάταξη ταλαντευόμενου βραχίονα - δισκοειδούς στροφάλου γιά τή δημιουργία τής παλινδρομικής κινήσεως του έλκυθρου. (ΕΔ ένεργός διαδρομή, ΝΔ νεκρή διαδρομή, ΜΚ μετάδοση κινήσεως στό δισκοειδές στρόφαλο μέ όδοντοτροχούς).

Ο ταλαντευόμενος βραχίονας Α [σχ. 5.2β (α)] μέ έσωτερικό άνοιγμα άρθρώνεται στή θέση Ο καί συνδέεται καί μέ τό δισκοειδές στρόφαλο Β πού φέρει ένα πείρο Γ [ό πείρος αυτός έχει δυνατότητα μεταθέσεως άκτινικά στό δισκοειδές στρόφαλο καί έτσι ρυθμίζεται μέ κατάλληλο μηχανισμό ή άκτινα γ, άρα καί ή διαδρομή του έλκυθρου, σχ. 5.2β (β)] καί μέ τό έλκυθρο συνήθως μέ ένα βραχίονα Δ καί μέ ένα ζεύγος κοχλίας Ε - περικοχλίου Ζ. Μέ περιστροφή τώρα του δισκοειδούς στροφάλου μέσω όδοντοτροχών ό πείρος Γ μετακινείται κατά μήκος του έσωτερικού άνοιγματος του ταλαντευόμενου βραχίονα Α, μέ αποτέλεσμα τήν ταλάντωσή του γύρω από τήν άρθρωση Ο στό κατακόρυφο επίπεδο. Όταν δηλαδή ό ταλαντευόμενος βραχίονας από τή θέση 1 φθάσει στή θέση 2, τότε τό έλκυθρο προχωρεί πρós τά έμπρός (**ένεργός διαδρομή** του έλκυθρου) καί όταν πάλι από τή θέση 2 γυρίσει πίσω στή θέση 1, τό έλκυθρο επιστρέφει στήν άρχική του θέση (**νεκρή διαδρομή** του έλκυθρου). Όπως φαίνεται καί στό σχήμα, ή ένεργός διαδρομή του έλκυθρου άντιστοιχεί σέ μεγαλύτερο τόξο α κύκλου πού διαγράφει ό πείρος Γ (περιστρέφεται μέ σταθερή γωνιακή ταχύτητα, δηλαδή μέ τή γωνιακή ταχύτητα του δισκοειδούς στροφάλου, όπου είναι στερεωμένος) καί συνεπώς γίνεται άργότερα άπό τή νεκρή διαδρομή πού άντιστοιχεί σέ μικρότερο τόξο β. Έτσι, βλέπομε ότι ή γωνιακή ταλάντωση του ταλαντευόμενου βραχίονα μετατρέπεται σέ μεταφορική

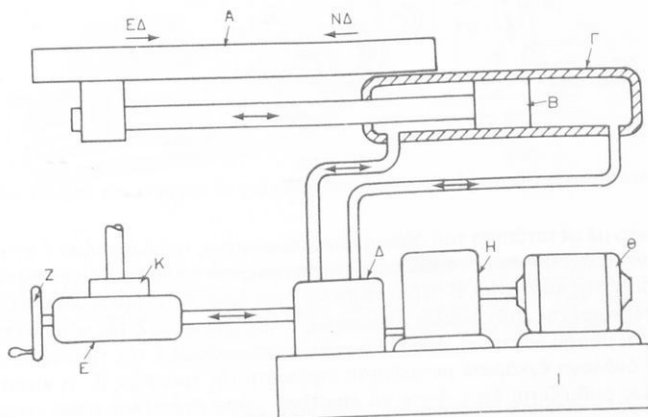
παλινδρομική κίνηση του έλκυθρου (ένεργος διαδρομή - νεκρή διαδρομή) και για αποδοτική λειτουργία της πλάνης αυτής (τό ίδιο συμβαίνει και σε όλες τις πλάνες) **ή νεκρή διαδρομή γίνεται πιά γρήγορα από 8, τι ή ένεργος διαδρομή.**

Στήν εργασία της πλάνης στο μηχανουργείο, εκτός από τη ρύθμιση της διαδρομής του έλκυθρου (μέ άκτινική μετάθεση του πείρου Γ), μάς ενδιαφέρει και ή θέση του έλκυθρου (στήν αρχή μιάς ένεργου διαδρομής), άρα και της διαδρομής του κοπτικού εργαλείου ως πρós τό κομμάτι πού μπορεί νά παίρνει καθορισμένη σε κάθε περίπτωση θέση έπάνω στην τράπεζα της πλάνης. Αυτό γίνεται μέ ρύθμιση της θέσεως του περικοχλίου Ζ μέσω του κοχλία Ε ύστερα από περιστροφή του στρόφαλου Η, όπως φαίνεται στό σχήμα 5.2β (α).

Παρ' όλο όμως πού τό δισκοειδές στρόφαλο έχει όμαλή κυκλική κίνηση (περιστρέφεται μέ σταθερή γωνιακή ταχύτητα), έν τούτοις ή κίνηση του έλκυθρου γίνεται μέ μεταβαλλόμενη ταχύτητα. 'Η ταχύτητα του έλκυθρου στην ένεργό διαδρομή του (πρωτεύουσα κίνηση) είναι προφανώς ή ταχύτητα κοπής στό πλάνισμα (παράγρ. 5.3.1).

Τό έλκυθρο της οριζόντιας βραχείας πλάνης είναι δυνατό νά παίρνει την παλινδρομική του κίνηση και μέ τη βοήθεια ύδραυλικής μετάδόσεως κινήσεως (σχ. 5.2γ). Στην περίπτωση αυτή τό έλκυθρο Α συνδέεται μέ τό έμβολο Β του ύδραυλικού κυλίνδρου Γ και ή παλινδρομική του κίνηση έπιτυγχάνεται και έλέγχεται μέ διάφορες βαλβίδες Δ. Συνήθως ή κίνηση προώσεως στην τράπεζα της πλάνης δίνεται αυτόματα στό τέλος κάθε νεκρής διαδρομής του έλκυθρου από ξεχωριστό ζεύγος Ε ύδραυλικού κυλίνδρου - έμβόλου.

'Η οριζόντια βραχεία πλάνη μέ ύδραυλική μετάδοση κινήσεως σε σύγκριση μέ



Σχ. 5.2γ.

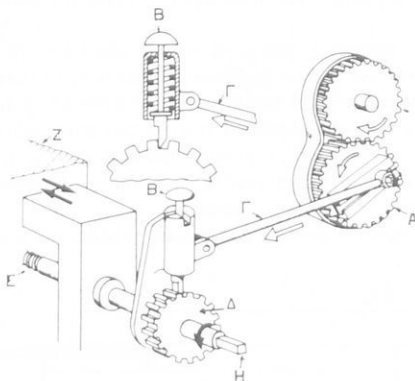
'Υδραυλική μετάδοση παλινδρομικής κινήσεως στό έλκυθρο μιάς οριζόντιας βραχείας πλάνης. (Έπί πλέον σύμβολα πού δέν αναφέρονται στό κείμενο: Ζ χειρομοχλός προώσεως, Η άντλία, Θ ήλεκτροκινητήρας, Ι δοχείο ύδραυλικού ύγρου, Κ κιβώτιο προώσεων, ΕΔ ένεργος διαδρομή, ΝΔ νεκρή διαδρομή).



μιά πλάνη έφοδιασμένη μέ διάταξη ταλαντευόμενου βραχίονα καί δισκοειδούς στροφάλου παρουσιάζει δύο πλεονεκτήματα: τό πρώτο εἶναι ὅτι ἡ ταχύτητα τοῦ ἑλκύθρου στήν ἐνεργό τοῦ διαδρομῇ εἶναι σχεδόν ὁμοιόμορφη καί τό δεύτερο ὅτι εἶναι δυνατή ἡ συνεχής μεταβολή τῆς ταχύτητας τοῦ ἑλκύθρου, ἄρα καί ἡ ἐκλογή τῆς πιό κατάλληλης ταχύτητας κοπῆς γιά τό πλάνισμα πού κάθε φορά πρόκειται νά ἐκτελέσουμε· παρουσιάζει ὅμως καί τό σημαντικό μειονέκτημα ὅτι τό κόστος ἀγορᾶς τῆς εἶναι ἄρκετά ψηλό.

3. Ὁ μηχανισμός προώσεως τῆς τράπεζας.

Ἡ λειτουργία τοῦ μηχανισμοῦ προώσεως τῆς τράπεζας μιᾶς ὀριζόντιας βραχείας πλάνης εἰκονίζεται στό σχῆμα 5.26. Ἔτσι, σέ κάθε μιά στροφή τοῦ ὀδοντοτροχοῦ Α (φέρει ἓνα αὐλάκι σχήματος Τ) ἐκτελεῖ ὀρισμένη (μικρή) διαδρομῇ ἡ καστάνια Β μέσω τοῦ διωστήρα Γ. Ἡ διαδρομῇ αὕτη ρυθμίζεται, δηλαδή μικραίνει ἢ



Σχ. 5.26.

Πῶς λειτουργεῖ ὁ μηχανισμός προώσεως τῆς τράπεζας σέ μιά ὀριζόντια βραχεία πλάνη.

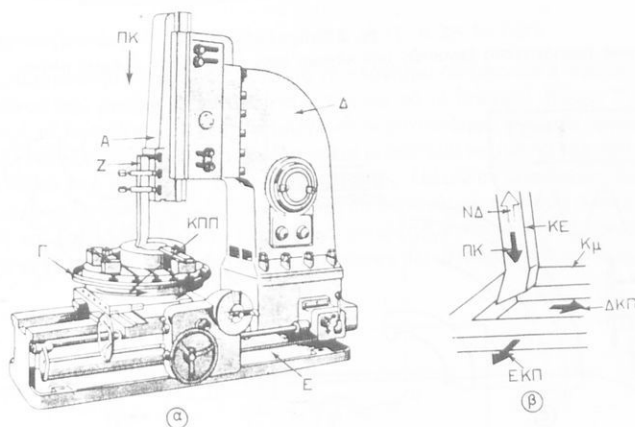
μεγαλώνει, μέ μετατόπιση τοῦ ἀξονίσκου στερεώσεως τοῦ διωστήρα Γ στό αὐλάκι τοῦ ὀδοντοτροχοῦ Α πρὸς τό κέντρο ἢ τήν περιφέρειά του ἀντίστοιχα. Μέ τή μετακίνηση αὕτη τῆς καστανίας Β περιστρέφεται κατὰ ὀρισμένο τόξο ὁ ὀδοντοτροχός Δ (εἶναι στερεωμένος στόν κοχλία προώσεως Ε τῆς τράπεζας Ζ τῆς πλάνης) πού συνεργάζεται μέ τήν καστάνια, ἄρα καί ὁ κοχλίας προώσεως Ε τῆς τράπεζας Ζ, μέ ἀποτέλεσμα ἀνάλογη ἐγκάρσια μετακίνηση (πρόωση) τῆς τράπεζας Ζ. Ἡ κίνηση αὕτη προώσεως ρυθμίζεται ἔτσι, ὥστε νά λαμβάνει χώρα στό τέλος κάθε νεκρῆς διαδρομῆς. Γιά παραπέρα περιστροφή τοῦ ὀδοντοτροχοῦ Α, ὁ διωστήρας κινεῖται πρὸς τά πίσω καί ἡ καστάνια, ἐξαιτίας τῆς διαμορφώσεώς της, ὀλισθαίνοντας ἐπάνω στόν ὀδοντοτροχό Δ σταματᾷ τελικά ἀνάμεσα σέ δύο δόντια του ἀναμένοντας νά ἐνεργήσει γιά τήν ἐπόμενη πρόωση τῆς τράπεζας τῆς πλάνης. Γιά ἀναστροφή τῆς φορᾶς προώσεως τῆς τράπεζας ἀνασηκώνομε τήν καστάνια Β καί τή γυρίζομε κατὰ 180°. Τέλος, ἀν ἐπιθυμοῦμε χειροκίνητη πρόωση τῆς τράπεζας τῆς πλάνης,

άποσυνδέομε τή διάταξη τῆς κασάνιας μέ τόν ὀδοντοτροχό της, ὅποτε σταματᾷ ἡ μηχανική κίνηση τῆς τράπεζας, τήν ὁποία τώρα προωθοῦμε μέ ἓνα χειροστρόφαλο πού προσαρμόζομε στήν ἄκρη Η τοῦ κοχλίου προώσεως Ε.

Τέλος, τό βάθος κοπῆς κατά τό πλάνισμα στήν ὀριζόντια βραχεία πλάνη τίθεται μέ πρός τά κάτω μετατόπιση τοῦ ἐργαλειοδέτη (σχ. 5.4δ) σέ ὀλισθητήρες πού ὑπάρχουν γι' αὐτό τό σκοπό στό ἐργαλειοφορεῖο. Ἐπίσης, ἡ πλάνη μπορεῖ νά διαθέτει καί κατακόρυφη μηχανική κίνηση προώσεως τοῦ ἐργαλειοδέτη, ἀπαραίτητη γιά τό πλάνισμα κατακορύφων καί ὑπό κλίση ἐπιφανειῶν (σχ. 5.4ε).

Β. Ἡ κατακόρυφη βραχεία πλάνη.

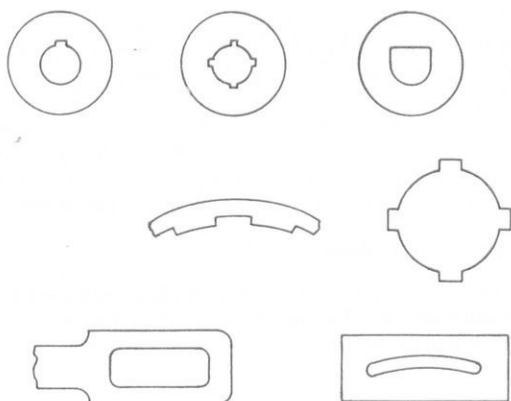
Στό σχῆμα 5.2ε (α) εἰκονίζεται μία κατακόρυφη βραχεία πλάνη μαζί μέ τήν ὀνοματολογία τῶν κυριότερων μερῶν της, ἐνῶ στό σχῆμα 5.2ε (β) δίνεται ἡ κινηματική τοῦ πλάνισματος στήν πλάνη αὐτή, ὅπως τήν περιγράψαμε προηγουμένως (παράγρ. 5.1).



Σχ. 5.2ε.

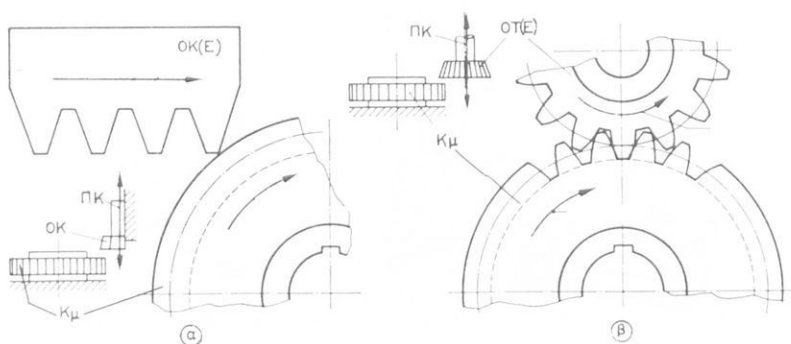
α) Ἡ κατακόρυφη βραχεία πλάνη. (Α ἐλκυθρο, Γ κυκλική περιστρεφόμενη τράπεζα, Δ κορμός, Ε βίαση, Ζ ἐργαλειοδέτης, ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠΠ κίνηση περιφερειακῆς προώσεως). β) Κινηματική τοῦ πλάνισματος σέ κατακόρυφη βραχεία πλάνη. (ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΕΚΠ ἐγκάρσια κίνηση προώσεως, ΔΚΠ διαμήκης κίνηση προώσεως (ρυθμιστική κίνηση γιά τό βάθος κοπῆς), ΝΔ νεκρή διάδρομή, ΚΕ κοπτικό ἐργαλεῖο, Κμ κομμάτι).

Οἱ βασικές ἐργασίες πού ἐκτελοῦμε στήν κατακόρυφη βραχεία πλάνη ἀναφέρονται κυρίως σέ μορφοποίηση αὐλακιῶν σέ διάφορα σχήματα, πολυσφηνῶν, σφηνοδρόμων, ὀδοντώσεων, καμπύλων ἐπιφανειῶν ὡς ἐπί τό πλεῖστο σέ κοῖλα κομμάτια (π.χ. τροχαλίες, ὀδοντοτροχοί, τριβεῖς ἐδράνων ὀλισθήσεως κ.ἄ.) ἢ καί στό ἐξωτερικό κομματιῶν (σχ. 5.2στ). Ἐπί πλέον μποροῦμε νά κατεργασθοῦμε καί ἐπιφάνειες πού δέν εἶναι προσπελάσιμες μέ ἄλλες κατάλληλες κατεργασίες, ὅπως καί ἐργασίες σέ τυφλές τρύπες. Ἐδῶ δέν θά πρέπει νά παραλείψομε καί τήν κοπή



Σχ. 5.2στ.

Μερικά παραδείγματα εργασιών που κάνομε στην κατακόρυφη βραχεία πλάνη.



Σχ. 5.2ζ.

Κοπή όδοντώσεων επάνω στην αρχή λειτουργίας της κατακόρυφης βραχείας πλάνης (κατακόρυφη παλινδρόμηση του κοπτικού εργαλείου): α) Τό κοπτικό εργαλείο είναι όδοντωτός κανόνας. β) Τό κοπτικό εργαλείο είναι όδοντοτροχός [ΟΚ(Ε) όδοντωτός κανόνας (έργαλείο), ΟΤ(Ε) όδοντοτροχός (έργαλείο), ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση (πρός τα κάτω), Κμ κομμάτι].

όδοντώσεων ίσιων (ή και έλικοειδών) σε μεγάλο αριθμό απaráλλακτων κομματιών που βασίζεται στην αρχή λειτουργίας της κατακόρυφης βραχείας πλάνης, δηλαδή στην κατακόρυφη παλινδρόμηση του κοπτικού εργαλείου. Στην κοπή όμως όδοντώσεων με τη μέθοδο αυτή τό εργαλείο που μπορεί νά είναι όδοντοτροχός ή όδοντωτός κανόνας μέ κατάλληλα σχηματισμένα κοπτικά δόντια, έκτός από την παλινδρομική κίνησή του, αντίστοιχα περιστρέφεται [σχ. 5.2ζ (α)] ή προωθείται [σχ. 5.2ζ (β)], ενώ τό κομμάτι περιστρέφεται καί αυτό ώσάν έργαλείο καί κομμάτι νά έχουν τά δόντια τους σε έμπλεξη. Περισσότερες όμως πληροφορίες γιά τή μέ-

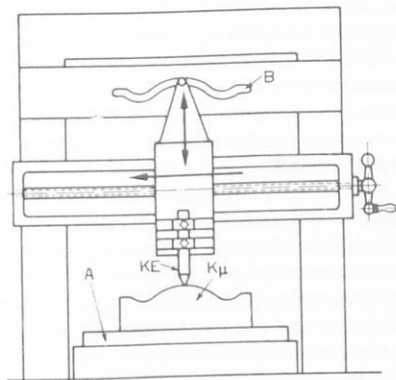
θοδο αυτή κοπής όδοντώσεων καί γιά τή συναφή έργαλειομηχανή (γρναζοκόπτη) θά δώσομε στό οίκεϊο κεφάλαιο γιά τήν κοπή όδοντώσεων στόν έπόμενο τόμο τής Μηχανουργικής Τεχνολογίας. Έν τούτοις ή έργασία αυτή μπορεί νά γίνει καί σέ κατακόρυφη βραχεία πλάνη έφοδιασμένη μέ κατάλληλο μηχανισμό πού προσαρμόζεται στήν άκρη τοῦ έλκύθρου.

Η τράπεζα τής κατακόρυφης βραχείας πλάνης είναι κυκλική καί περιστρεφόμενη. Έχει δυνατότητα μηχανικής κινήσεως προώσεως (διακοπτόμενης καί έδω) διαμήκους καί εγκάρσιας στό οριζόντιο επίπεδο, όπως μās δείχνουν τά βέλη στό σχήμα 5.2ε (β). Ακόμα ή περιστρεφόμενη αυτή τράπεζα μπορεί νά δώσει καί μηχανική περιφερειακή πρόωση [σχ. 5.2ε (α)] (μέσω ενός ζεύγους άτέρμονα κοχλία - όδοντοτροχού) μέ τήν έννοια ότι ή τράπεζα περιστρέφεται κατά μιά καθορισμένη μικρή γωνία στό τέλος κάθε νεκρής διαδρομής (πρός τά άνω) τοῦ έλκύθρου.

Η παλινδρομική κίνηση δίνεται στό έλκυθρο τόσο μέ μηχανισμό στροφάλου (είναι ο μηχανισμός πού χρησιμοποιείται εύρύτερα) όσο καί μέ ζεύγος άτέρμονα κοχλία - όδοντωτοῦ κανόνα [παράγρ. 2.3.4 (B)] ή μέ υδραυλική μετάδοση.

Γ. Η τραπεζοπλάνη (ή γεφυροπλάνη) (σχ. 1.1ζ, 4.3δ Μ.Τ.Β').

Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο γιά τό πλάνισμα όριζόντιων έπιφανειών μέ μεγάλο μήκος πού μπορεί νά φθάσει τά 20 m καί νά τά υπερβεί ακόμα. Τυπικά κομμάτια πού τά πλανίζομε σέ μεγάλο μήκος είναι χυτοσιδηρά σώματα έργαλειομηχανών. Σέ τραπεζοπλάνη πλανίζομε επίσης καί μικρότερα κομμάτια προσδένοντάς τα τό ένα κοντά στό άλλο στήν τράπεζα τής πλάνης· επί πλέον μορφοποιούμε ίσια αυλάκια μεγάλου μήκους, όπως καί καμπύλες έπιφάνειες μέ σύστημα άντιγραφής (σχ. 5.2η) ή καί κατ' άλλο τρόπο. Ένδεικτικά αναφέρουμε τήν κοπή έλικοειδών αυλακιών σέ μεγάλου μήκους κύλιστρα μέ σύγχρονη περιστροφή τοῦ κυλίστρου καθώς



Σχ. 5.2η.

Πλάνισμα καμπύλης έπιφάνειας μέ σύστημα άντιγραφής σέ τραπεζοπλάνη. (Α τράπεζα, Β καλίμπρα, Κμ κομμάτι, ΚΕ κοπτικό έργαλείο).

αυτό προχωρεί κατά τήν ένεργό διαδρομή τής τράπεζας τής πλάνης πρός τό σταθερό κοπτικό έργαλειό.

Οι τραπεζοπλάνες εἶναι βαριές καί μεγάλου μεγέθους έργαλειομηχανές καί τίς μεταχειρίζομαστε γιά πλάνισμα έκχονδρίσεως καί άποπερατώσεως. Τίς συναντούμε μέ ένα ή μέ δύο όρθοστάτες (εἶναι ὁ πιό συνηθισμένος τύπος τραπεζοπλάνης) καί εἶναι έφοδιασμένες μέ μία ή καί μέ δύο έργαλειοφόρες κεφαλές Δ (σχ. 4.3δ Μ.Τ.Β') στό έγκάρσιο έργαλειοφορέο Β. Έπίσης έπιπρόσθετα έργαλεία, ιδιαίτερα γιά πλάνισμα κατακορύφων έπιφανειῶν μποροῦν νά προσδεθοῦν σέ δύο έργαλειοφόρες κεφαλές πού προσαρμόζονται άνά μία σέ κάθε όρθοστάτη (γιά τραπεζοπλάνη βέβαια μέ δύο όρθοστάτες).

Κατά τό πλάνισμα στήν τραπεζοπλάνη ή πρωτεύουσα κίνηση (παλινδρομική), ὅπως γνωρίζομε [παράγρ. 4.3 (Γ) (2) Μ.Τ.Β'], εκτελεῖται άπό τήν τράπεζα, ένῳ ή κίνηση προώσεως καί οἱ άλλες άναγκαῖες ρυθμιστικές κινήσεις γίνονται άπό τό έγκάρσιο έργαλειοφορέο, τίς έργαλειοφόρες κεφαλές καί τούς έργαλειοδέτες. Έτσι, οἱ κινήσεις πού άπαιτοῦνται γιά τή ρύθμιση τοῦ βάθους κοπῆς στό πλάνισμα ὀριζοντίων έπιφανειῶν γίνονται μέ κατακόρυφη μετακίνηση τοῦ έγκαρσίου έργαλειοφορέου Β καί τοῦ έργαλειοδέτη τής αντίστοιχης κεφαλῆς, ένῳ ή κίνηση προώσεως έπιτυγχάνεται μέ διακοπτόμενη μετακίνηση τής αντίστοιχης έργαλειοφόρου κεφαλῆς κατά μήκος τοῦ έγκαρσίου έργαλειοφορέου. Στό πλάνισμα κατακορύφων έπιφανειῶν τό βάθος κοπῆς τίθεται μέ ὀριζόντια μετακίνηση τοῦ έργαλειοδέτη τής αντίστοιχης έργαλειοφόρου κεφαλῆς πού προσαρμόζεται στόν όρθοστάτη, ένῳ ή κίνηση προώσεως πραγματοποιεῖται μέ κατακόρυφη διακοπτόμενη μετατόπιση τής αντίστοιχης έργαλειοφόρου κεφαλῆς.

Υπάρχουν καί τραπεζοπλάνες μέ δύο τράπεζες πού εἴτε έργάζονται ξεχωριστά ή μία άπό τήν άλλη (στή μία επί παραδείγματι μποροῦν νά γίνονται οἱ έργασίες προσδέσεως τοῦ κομματιοῦ, ένῳ συγχρόνως ή άλλη νά έργάζεται κανονικά) εἴτε καί οἱ δύο μαζί στό πλάνισμα πολύ μεγάλων κομματιῶν.

Οἱ τραπεζοπλάνες μποροῦν νά εἶναι έφοδιασμένες καί μέ εἰδικές έργαλειοφόρες κεφαλές γιά φραιζάρισμα ή γιά λείανση, οἱ ὁποῖες καί φέρουν τό μηχανισμό γιά τήν περιστροφή τής φραιζας ή τοῦ λειαντικοῦ τροχοῦ. Παρόμοιες έργαλειοκεφαλές εἶναι δυνατό νά προσαρμοσθοῦν καί σέ ὀριζόντιες βραχεῖες πλάνες.

Η κίνηση τής τράπεζας τής τραπεζοπλάνης έπιτυγχάνεται μέ διαφόρους τρόπους. Σέ παλαιοῦ τύπου τραπεζοπλάνες χρησιμοποιεῖται τό ζευγος ὀδοντωτοῦ κανόνα - ὀδοντωτοῦ τροχοῦ [παράγρ. 2.3.4 (Α)]. Ὁ ὀδοντωτός κανόνας προσαρμόζεται στήν τράπεζα καί ή κίνηση μεταδίδεται άπό τόν ήλεκτροκινητήρα μέσω ένδιαμέσων ὀδοντοτροχῶν. Η παλινδρόμηση τής τράπεζας έπιτυγχάνεται μέ τή βοήθεια καταλλήλου συστήματος έλέγχου. Η μετάδοση αὐτή κινήσεως γίνεται πιό άποδοτική (έχομε δυνατότητα συνεχοῦς μεταβολῆς τής περιστροφικῆς ταχύτητας) μέ χρησιμοποίηση τής γνωστῆς μας διατάξεως Βάρντ - Λέοναρντ (παράγρ. 2.4.2). Άλλος τρόπος μετάδσεως κινήσεως στήν τράπεζα, πού εφαρμόζεται σέ νεότερες τραπεζοπλάνες, εἶναι μέ τό ζευγος άτέρμονα κοχλία - ὀδοντωτοῦ κανόνα [παράγρ. 2.3.4 (Β)] πού παρέχει πιό ήσυχη καί πιό ὀμαλή κίνηση. Τέλος στίς τραπεζοπλάνες χρησιμοποιεῖται καί ή ὑδραυλική μετάδοση κινήσεως, μέ τήν ὁποία έπιτυγχάνεται ὀμαλή χωρίς κραδασμούς κίνηση τής τράπεζας.

5.2.2 Ποιά είναι τα στοιχεία που προδιαγράφονται σέ μία πλάνη.

Α. Στή βραχεία πλάνη (οριζόντια καί κατακόρυφη).

Βασικό προδιαγραφόμενο μέγεθος εδώ είναι ή **μέγιστη ωφέλιμη διαδρομή του έλκύθρου** σέ χιλιοστόμετρα (mm) ή ίντσες ("). Είναι αυτόνοητο ότι ή μέγιστη διαδρομή του έλκύθρου καθορίζει καί τό μέγιστο μήκος ή τό ύψος του κομματιού που μπορεί νά πλανισθεί σέ μία όριζόντια ή σέ κατακόρυφη βραχεία πλάνη αντίστοιχα.

"Άλλα συμπληρωματικά στοιχεία γιά τήν προδιαγραφή μιås βραχείας πλάνης μπορούν νά είναι καί τά έπόμνενα: ό αριθμός καί τό εύρος των συχνοτήτων παλινδρομήσεως n' του έλκύθρου (σέ παλινδρομήσεις ανά min), ή μέγιστη έγκάρσια (καί διαμήκης γιά τίς κατακόρυφες βραχείες πλάνες) διαδρομή τής τράπεζας, οι διαστάσεις τής τράπεζας (μήκος σέ mm $\times$ πλάτος σέ mm ή διάμετρος σέ mm γιά τίς κατακόρυφες πλάνες), ή μέγιστη απόσταση ανάμεσα στην τράπεζα καί στην κατώτερη επιφάνεια του έλκύθρου, ό αριθμός καί τό εύρος προώσεων τής τράπεζας, ή όνομαστική ισχύς τής πλάνης καί τό συνολικό της καθαρό βάρος.

Ένδεικτικά αναφέρουμε ότι μία βραχεία πλάνη (οριζόντια ή κατακόρυφη) μέ μέσο μέγεθος έχει μέγιστη ωφέλιμη διαδρομή από 500 mm μέχρι 600 mm.

Β. Στην τραπεζοπλάνη.

Στήν πλάνη αυτή ως βασικό στοιχείο που προδιαγράφεται είναι οι μέγιστες διαστάσεις (μήκος σέ mm $\times$ πλάτος σέ mm $\times$ ύψος σέ mm) του κομματιού που θα μπορεί νά πλανισθεί σέ αυτή. Ός δευτερεύοντα χαρακτηριστικά της που προδιαγράφονται μπορούν νά αναφερθούν τά έξης: ό αριθμός καί ή περιοχή μεταβολής τής ταχύτητας τής τράπεζας τής πλάνης, ό αριθμός καί τό εύρος προώσεων (έγκαρσίων καί κατακορύφων), ό αριθμός των εργαλειοφόρων κεφαλών, τό μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος κομματιού, ή όνομαστική ισχύς τής πλάνης καί τό συνολικό της καθαρό βάρος.

Σέ μία μέσου μεγέθους τραπεζοπλάνη μέ δύο όρθοστάτες οι μέγιστες προδιαγραφόμενες διαστάσεις κομματιού μπορούν νά είναι 8000 mm (8m) $\times$ 3200 mm (3,2m) $\times$ 3000 mm (3 m).

5.3 Τά χαρακτηριστικά μεγέθη του πλανίσματος.

5.3.1 Οι συνθήκες κατεργασίας.

Ή **ταχύτητα κοπής** κατά τό πλάνισμα συμπίπτει μέ τήν ταχύτητα του έλκύθρου (στίς βραχείες πλάνες) ή τής τράπεζας (στίς τραπεζοπλάνες) στην ένεργό τους διαδρομή καί δέν είναι έν γένει σταθερή, αλλά μεταβαλλόμενη, έξαιτίας τής κινηματικής διαμορφώσεως τής διατάξεως μεταδόσεως τής παλινδρομικής κινήσεως. Γιά τό λόγο αυτό καί μάς ένδιαφέρει ή μέση τιμή τής ταχύτητας κοπής u_m . Έν τούτοις όμως πρακτικά ή μέση αυτή ταχύτητα κοπής u_m δέν διαφέρει σημαντικά από τή μέγιστη τιμή της u_{μ} [σχ. 5.2β (γ)]. Καί στίς μέν τραπεζοπλάνες, έξαιτίας βέβαια του συστήματος μεταδόσεως τής παλινδρομικής κινήσεως στην τράπεζα [παράγραφος 5.2.1 (Γ)], έλάχιστη διαφορά ύπάρχει ανάμεσα στή u_m καί u_{μ} , ένω στίς βραχείες πλάνες μέ σύστημα στροφάλου ή διαφορά αυτή είναι πιό αισθητή. "Αρα, όπου στά

επόμενα αναφερόμαστε σέ μέση τιμή τῆς ταχύτητας κοπῆς θά ὑπονοοῦμε καί τή μέγιστη. Στήν πράξη τή μέση αὐτή ταχύτητα κοπῆς τήν ἐκλέγομε, ὅπως θά δοῦμε στήν παράγραφο 5.4.2, μέ βάση τό εἶδος τοῦ κατεργαζόμενου ὑλικοῦ, τήν πρόωση καί τό ὑλικό τοῦ κοπτικοῦ ἐργαλείου (Πίνακες 5.4.2, 5.4.3) καί μετά ἀπό αὐτό ἐπιδιώκομε νά βροῦμε τή συχνότητα παλινδρομήσεων n' τοῦ ἐλκύθρου ἢ τῆς τράπεζας τῆς πλάνης γιά δοσμένη κάθε φορά διαδρομή τους L . Τό πλάνισμα γίνεται, ἀφοῦ θέσομε τήν πλάνη στήν πλησιέστερη πρός αὐτή πού βρήκαμε συχνότητα παλινδρομήσεων, τήν ὁποία διαθέτει. Ἡ συχνότητα παλινδρομήσεων n' μπορεῖ εἶτε νά ἐκλεγεῖ μέ βάση τή μέση ταχύτητα κοπῆς u_m καί τή διαδρομή L ἀπό κατάλληλη πινακίδα πού συνήθως ἐπικολλᾶται σέ εὐκολοπρόσιτη θέση στήν πλάνη εἶτε νά ὑπολογισθεῖ, ὅπως θά δοῦμε εὐθύς ἀμέσως.

Ἄς ποῦμε ὅτι ὁ χρόνος μιᾶς ἐνεργοῦ διαδρομῆς τοῦ ἐλκύθρου ἢ τῆς τράπεζας τῆς πλάνης εἶναι t_ϵ σέ min καί ὁ χρόνος μιᾶς νεκρῆς διαδρομῆς t_v πάλι σέ min καί οἱ μέσες ἀντίστοιχα ταχύτητες σέ m/min ἔστω ὅτι εἶναι $u_{\epsilon m}$ καί u_{vm} . Ἄν L σέ mm εἶναι ἡ διαδρομή τοῦ ἐλκύθρου ἢ τῆς τράπεζας τῆς πλάνης, θά ἰσχύουν οἱ ἀκόλουθες σχέσεις:

$$u_{\epsilon m} = \frac{L}{1000 t_\epsilon} \quad \text{καί} \quad u_{vm} = \frac{L}{1000 t_v} \quad [\text{m/min}] \quad (5.1)$$

Ὁ συνολικός χρόνος t μιᾶς παλινδρομήσεως τοῦ ἐλκύθρου ἢ τῆς τράπεζας (δηλαδή ὁ χρόνος μιᾶς ἐνεργοῦ διαδρομῆς καί τῆς νεκρῆς διαδρομῆς πού τήν ἀκολουθεῖ ἢ μέ ἄλλα λόγια ἡ περίοδος τῆς παλινδρομήσεως) θά ἰσοῦται μέ τό ἄθροισμα $(t_\epsilon + t_v)$ καί θά εἶναι, ὅπως γνωρίζομε, τό ἀντίστροφο τῆς συχνότητας παλινδρομήσεως n' , δηλαδή:

$$t = \frac{1}{n'} \quad [\text{min}] \quad (5.2)$$

Ἀπό τίς σχέσεις (5.1) εἶναι προφανές ὅτι:

$$\frac{u_{vm}}{u_{\epsilon m}} = \frac{t_\epsilon}{t_v} = \delta \quad (5.3)$$

Ἀπό κατασκευαστικά στοιχεῖα πού μποροῦμε νά πάρουμε ἀπό πλάνες τοῦ ἐμπορίου ὁ λόγος δ κυμαίνεται γιά μέν τίς βραχεῖες πλάνες ἀπό περίπου 1,5 μέχρι 2,0, ἐνῶ γιά τίς τραπεζοπλάνες ἀπό 1,5 ὥς 3,5 (ἡ μικρότερη τιμή τοῦ δ ἀντιστοιχεῖ γιά μικρές διαδρομές τῆς τράπεζας, ἐνῶ ἡ μεγαλύτερη τιμή γιά μεγάλες διαδρομές).

Θεωρώντας τώρα τίς σχέσεις (5.1), (5.3 καί (5.2), μποροῦμε εὐκόλα νά προσδιορίσομε τή μέση ταχύτητα στήν ἐνεργό διαδρομή $u_{\epsilon m}$ πού συμπίπτει, ὅπως εἴπαμε, μέ τή μέση ταχύτητα κοπῆς u_m , δηλαδή $u_{\epsilon m} = u_m$ ἀπό γνωστά μας στοιχεῖα, δηλαδή:

$$u_{\epsilon m} = \frac{L}{1000 t_\epsilon} = \frac{L}{1000 \left(\frac{\delta}{\delta + 1} \right) \cdot t} = \frac{L}{1000 \frac{\delta}{\delta + 1} \cdot \frac{1}{n'}} \quad (5.4)$$

$$\text{έφóσσον } t = t_{\epsilon} + t_v = t_{\epsilon} + \frac{t_{\epsilon}}{\delta} = t_{\epsilon} \left(1 + \frac{1}{\delta} \right) = t_{\epsilon} \left(\frac{\delta + 1}{\delta} \right)$$

$$\text{ή } t_{\epsilon} = \left(\frac{\delta}{\delta + 1} \right) \cdot t$$

Τελικά ή σχέση (5.4) μπορεί νά γραφεῖ στίς ακόλουθες δύο μορφές:

$$u_m = u_{\epsilon m} (\simeq u_{\epsilon \mu}) = \frac{L \cdot n'}{1000 \left(\frac{\delta}{\delta + 1} \right)} \quad (5.5)$$

ή

$$n' = \frac{1000 \left(\frac{\delta}{\delta + 1} \right) \cdot u_m}{L} \quad (5.6)$$

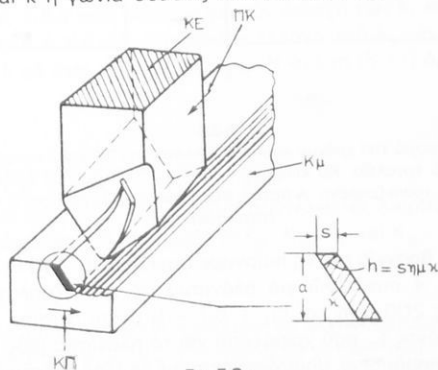
Ἡ **πρόωση** s στό πλάνισμα (ἐγκάρσια πρόωση γιά τό πλάνισμα ὀριζοντίων ἐπιφανειῶν ή κατακόρυφη πρόωση γιά τό πλάνισμα κατακορύφων ἐπιφανειῶν) ἐκφράζεται σέ χιλιοστόμετρα (mm) ἀνά παλινδρόμηση ή ἀνά ἐνεργό διαδρομή ή ἀνά κύκλο πλάνισματος.

5.3.2 Ἡ θεωρητική διατομή τοῦ ἀποβλίττου καί ὁ ρυθμός παραγωγῆς.

Ἡ **θεωρητική διατομή A τοῦ ἀποβλίττου** σέ mm^2 προσδιορίζεται ἀπό τή σχέση:

$$A = a \cdot s \quad \text{ή} \quad A = \frac{a \cdot h}{\eta \mu \kappa} \quad [\text{mm}^2] \quad (5.7)$$

ὅπου a σέ mm εἶναι τό βάθος κοπῆς (σχ. 5.3α), h σέ mm εἶναι τό θεωρητικό πάχος τοῦ ἀποβλίττου καί κ ή γωνία θέσεως τοῦ κοπτικού ἐργαλείου.



Σχ. 5.3α.

Στοιχεῖα γιά τή θεωρητική διατομή καί τό πάχος τοῦ ἀποβλίττου στό πλάνισμα. (ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠ κίνηση προώσεως, ΚΕ κοπτικό ἐργαλεῖο, Κμ κομμάτι).

Τό **ρυθμό άφαιρέσεως** ύλικού τόν ύπολογίζομε άπό τή σχέση:

$$\Theta = Au_m = \frac{a \cdot s \cdot L \cdot n'}{1000 \left(\frac{\delta}{\delta + 1} \right)} \quad [\text{cm}^3 / \text{min}] \quad (5.8)$$

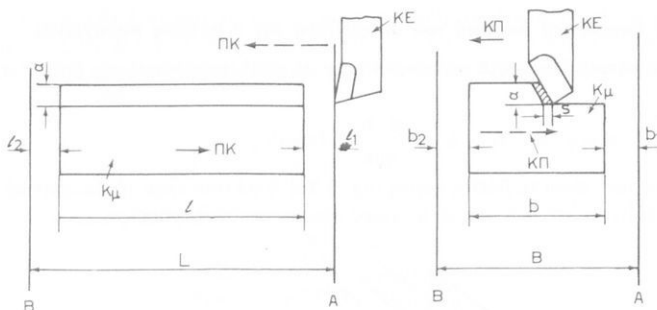
άν λάβομε ύπόψη καί τή σχέση (5.5).

5.3.3 Ό χρόνος κοπής στό πλάνισμα (σχ. 5.3β).

Στό πλάνισμα λέγοντας **χρόνο κοπής** έννοοϋμε τό χρόνο πού χρειάζεται τό κοπτικό έργαλείο γιά νά κατεργασθεί (νά πλανίσει) μία έπιφάνεια μήκους l mm καί πλάτους b mm ένός κομματιού. Είναί όμως προφανές ότι στόν ύπολογισμό τής διαδρομής του κοπτικού έργαλείου L , όπως καί τής εγκάρσιας (πρός τή διεύθυνση τής προώσεως) κινήσεως του κατά B , γιά νά καλύψει τό πλάτος του κομματιού, θά πρέπει νά προβλεφθούν καί νά προστεθούν αντίστοιχα τά μήκη l_1 , l_2 καί b_1 , b_2 γιά τήν προσέγγιση του έργαλείου προς τό κομμάτι καί γιά τήν άπομάκρυνσή του άπό αυτό, δηλαδή:

$$L = l + l_1 + l_2 \text{ καί } B = b + b_1 + b_2$$

Συνήθως λαμβάνομε $l_1 = l_2$ καί $b_1 = b_2$.



Σχ. 5.3β.

Στοιχεία γιά τόν ύπολογισμό του χρόνου κοπής στό πλάνισμα (ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΠ κίνηση προώσεως, ΚΕ κοπτικό έργαλείο, Κμ κομμάτι. ——— Πλάνισμα σε όριζόντια βραχεία πλάνη. ——— Πλάνισμα σε τραπεζοπλάνη. Α άρχική θέση κοπτικού έργαλείου. Β τελική θέση κοπτικού έργαλείου).

Γιά πλάνισμα σε βραχεία πλάνη παίρνομε συνήθως $(l_1 + l_2) = 20$ ως 50 mm καί $(b_1 + b_2) = 3$ ως 4 mm, ένω γιά πλάνισμα σε τραπεζοπλάνη θεωρούμε ότι $(l_1 + l_2) = 150$ ως 200 mm καί $(b_1 + b_2) = 5$ μέχρι 6 mm.

Ό συνολικός χρόνος t_c πού χρειάζεται γιά τό πλάνισμα μιάς έπιφάνειας $L \times B$ mm², όπως είπαμε παραπάνω, προσδιορίζεται μέ τό έξης σκεπτικό. Γιά νά πλανίσουμε τήν έπιφάνεια αυτή κατά τό πλάτος B θά πρέπει τό κοπτικό έργαλείο νά κάμει x παλινδρομήσεις ή ένεργούς διαδρομές, δηλαδή $x = B / s$. Έπειδή όμως ή συχνότη-

τα παλινδρομήσεων του έλκυθρου ή της τράπεζας στο πρώτο λεπτό είναι n' , προκύπτει ότι ο χρόνος που θα απαιτηθεί για να εκτελεστεί το έργο x παλινδρομήσεις ή για να πλανισθεί η θεωρούμενη επιφάνεια θα είναι:

$$t_c = \frac{x}{n'} = \frac{B}{s \cdot n'} [\text{min}] \quad \text{ή} \quad t_c = B \cdot s \cdot t [\text{min}] \quad (5.9)$$

Η σχέση αυτή μπορεί να εκφρασθεί και αλλιώς, εφόσον θα χρειασθεί, αν αντι-καταστήσουμε το n' με την τιμή που παίρνει από τη σχέση (5.6).

5.3.4 Η ισχύς κοπής στο πλάνισμα.

Στο πλάνισμα η μέση ισχύς κοπής (δέν διαφέρει και σημαντικά από τη μέγιστη ισχύ, όπως εξηγήσαμε στην αρχή της παραγράφου 5.3.1) εκφράζεται ως εξής [σχέση (1.9)]:

$$N_{km} = \frac{F_T \cdot u_m}{6120} \quad [\text{kW}] \quad (5.10)$$

όπου F_T σε kN είναι η κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής (πρός τη διεύθυνση της πρωτεύουσας κινήσεως) και u_m σε m/min ή μέση ταχύτητα κοπής. Την κύρια συνιστώσα της δυνάμεως F_T μπορούμε εύκολα να την υπολογίσουμε από τη θεωρητική διατομή A του αποβλήτου [σχέση (5.7)] και από την ειδική αντίσταση κοπής k_s με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως στην ορθογωνική κοπή (παράγρ. 1.6.2), δηλαδή:

$$F_T = A \cdot k_s = a \cdot s \cdot k_s = \frac{a \cdot h \cdot k_s}{\eta_{\mu\kappa}} \quad (5.11)$$

Και για το πλάνισμα ισχύει η γνωστή σχέση (παράγρ. 1.6.2):

$$k_s = k_1 \cdot h^{-z} \quad (5.12)$$

όπως και ο Πίνακας 1.6.1 που δώσαμε για την έκλογή των k_1 και z ανάλογα με το κατεργαζόμενο υλικό ή και για κατευθείαν έκλογή του k_s , αν είναι δοσμένο το θεωρητικό πάχος h σε mm του αποβλήτου. Η σχέση (5.11) άρα παίρνει τη μορφή:

$$F_T = \frac{a \cdot h \cdot k_s}{\eta_{\mu\kappa}} = \frac{a \cdot k_1}{\eta_{\mu\kappa}} h^{1-z} \quad (5.13)$$

Επίσης ισχύουν και για το πλάνισμα οι συντελεστές διορθώσεως της F_T που δώσαμε στην παράγραφο 1.6.2, δηλαδή οι K_γ , K_u , K_e και K_ϕ .

Παράδειγμα.

Σε μία οριζόντια βραχεία πλάνη πρόκειται να εκχονδρίσουμε μία πλάκα μήκους $l = 350$ mm και πλάτους $b = 200$ mm από φαιό χυτοσίδηρο GG - 20 με κοπτικό έργο από ταχυχύλυβα και με γωνία $\gamma = 6^\circ$ και $\kappa = 60^\circ$. Δεχόμαστε πρόωση $s = 0,50$ mm ανά παλινδρόμηση και βάθος κοπής $a = 4$ mm. Για το δοσμένο υλικό

του κομματιού και για την πρόωση που πήραμε εκλέγουμε από τον Πίνακα 5.4.2 μέση ταχύτητα κοπής $U_{m60} = 14,5 \text{ m/min}$.

Η πλάνη που θα χρησιμοποιήσουμε έχει λόγο $\beta = 1,75$, συνολικό μηχανικό βαθμό αποδόσεως $\eta = 0,7$ και μπορεί να δώσει 14,26,43,60,85 και 118 παλινδρομήσεις του έλκυθρου στο πρώτο λεπτό.

Ζητούμε να προσδιορισθούν:

α) Η απαιτούμενη συχνότητα παλινδρομήσεως του έλκυθρου για τα δεδομένα που έχουμε.

β) Ο ρυθμός αφαιρέσεως υλικού.

γ) Ο χρόνος πλανίσματος του κομματιού.

δ) Η ισχύς κοπής (χωρίς διόρθωση και διορθωμένη) και

ε) η ονομαστική ισχύς του ηλεκτροκινητήρα της πλάνης.

Παρακάτω απαντούμε με τη σειρά τους στα ζητούμενα του παραδείγματος αυτού:

α) Εκλέγοντας $(l_1 + l_2) = 30 \text{ mm}$ ή διαδρομή του έλκυθρου προκύπτει:

$$L = 350 + 30 = 380 \text{ mm}$$

Η συχνότητα παλινδρομήσεων n' του έλκυθρου θα μās δοθεί από τη σχέση (5.6) δηλαδή:

$$n' = \frac{1000 \left(\frac{\delta}{\delta + 1} \right) u_m}{L} = \frac{1000 \times \frac{1,75}{1 + 1,75} \times 14,5}{380} = \frac{1000 \times 0,64 \times 14,5}{380} = 24,4$$

παλινδρομήσεις/min.

Επειδή η πλάνη δέν διαθέτει αυτή τη συχνότητα παλινδρομήσεων του έλκυθρου, εκλέγουμε την πλησιέστερη συχνότητα που μπορεί να μās δώσει η πλάνη, δηλαδή $n' = 26$ παλινδρομήσεις/min. Έδώ χρειάζεται να διορθώσουμε ανάλογα [σχέση (5.6)] και την ταχύτητα κοπής που διαλέξαμε, δηλαδή από 14,5 m/min θα πρέπει να γίνει $14,5 \times 26/24,4 = 15,2 \text{ m/min}$. Τη διορθωμένη αυτή ταχύτητα κοπής θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, όπου χρειασθεί, παρακάτω.

β) Τό ρυθμό αφαιρέσεως υλικού Θ τότε υπολογίζουμε από τη σχέση (5.7), δηλαδή:

$$\Theta = A \cdot u_m = a \cdot s \cdot u_m = 4 \times 0,5 \times 15,2 = 30,4 \text{ cm}^3/\text{min}.$$

γ) Για να υπολογίσουμε τό χρόνο πλανίσματος του κομματιού μās χρειάζεται να βρούμε την εγkάρσια διαδρομή B του κοπτικού εργαλείου. Αν δεχθούμε $(b_1 + b_2) = 4 \text{ mm}$, θά έχουμε: $B = 200 + 4 = 204 \text{ mm}$. Ο χρόνος κοπής άρα [σχέση (5.9)] θά είναι:

$$t_c = \frac{B}{s \cdot n'} = \frac{204}{0,5 \times 26} = 15,7 \text{ min}.$$

δ) Για να υπολογίσουμε την ισχύ κοπής [σχέση (5.10)] μās χρειάζονται η κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής F_T και η ταχύτητα κοπής που μās είναι γνωστή. Η συνιστώσα F_T με τη σειρά της θά βρεθεί [σχέση (5.11)] από τη θεωρητική

διατομή του αποβλίπτου $A = a \cdot s$ (γνωστή) και από την ειδική αντίσταση κοπής k_s , την οποία παίρνουμε από τον Πίνακα 1.6.1 συναρτήσει του θεωρητικού πάχους h του αποβλίπτου. Έπειδή στο πλάνισμα τό θεωρητικό πάχος του αποβλίπτου δίνεται ως (σχ. 5.3α):

$$h = s \cdot \eta_{\mu\kappa} = 0,5 \times \eta_{60^\circ} = 0,5 \times 0,866 = 0,433 \text{ mm}$$

ή ειδική αντίσταση κοπής για τό χυτοσίδηρο πού θά πλανίσουμε προκύπτει ως $k_s \cong 145 \text{ kp/mm}^2$.

Η δύναμη F_T κατά συνέπεια θά είναι:

$$F_T = a \cdot s \cdot k_s = 4 \times 0,5 \times 145 = 290 \text{ kp}$$

καί ή ισχύς κοπής:

$$N_K = \frac{290 \times 15,2}{6120} = 0,72 \text{ kW}$$

Η διορθωμένη ισχύς κοπής προσδιορίζεται από την ισχύ N_K πού βρήκαμε, αν λάβουμε υπόψη τούς διορθωτικούς συντελεστές K_Y , K_U , K_E καί K_Φ (παράγρ. 1.6.2).

Στήν περίπτωση μας θά έχουμε:

$$K_Y = 1 - \frac{Y - Y_0}{66,7} = 1 - \frac{6 - 2}{66,7} = 1 - \frac{4}{66,7} = 1 - 0,06 = 0,94$$

από τή σχέση (1.11).

$K_U = 1,26$ από τό σχήμα 1.6γ.

$K_E = 1,0$ καί $K_\Phi = 1,3$ (τό εκλέγομε).

Η διορθωμένη κατά συνέπεια ισχύς κοπής θά προκύψει:

$$N_{K\delta} = K_Y \cdot K_U \cdot K_E \cdot K_\Phi \cdot N_K = 0,94 \times 1,26 \times 1,0 \times 1,3 \times 0,72 = 1,1 \text{ kW}$$

ε) Η ονομαστική τέλος ισχύς του ηλεκτροκινητήρα της πλάνης για τή διορθωμένη ισχύ κοπής θά είναι [σχέση (1.12)]:

$$N_o = \frac{N_{K\delta}}{\eta} = \frac{1,1}{0,7} = 1,58 \text{ kW}$$

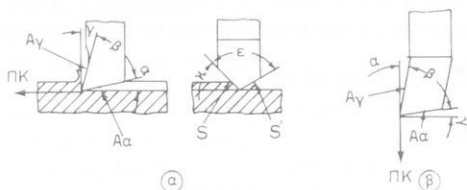
Η πλησιέστερη προτυποποιημένη ισχύς ηλεκτροκινητήρα (παράγρ. 2.4.1) είναι 1,5 kW, πού όπως βλέπομε συμπίπτει περίπου με την ισχύ πού υπολογίσαμε, δηλαδή τή $N_o = 1,58 \text{ kW}$. Άρα μπορούμε νά εκτελέσουμε τό πλάνισμα αυτό σέ μία πλάνη με ονομαστική ισχύ τουλάχιστο 1,5 kW.

5.4 Έκτέλεση του πλανίσματος.

5.4.1 Τά κοπτικά εργαλεία πλανίσματος καί πώς αυτά εκλέγονται.

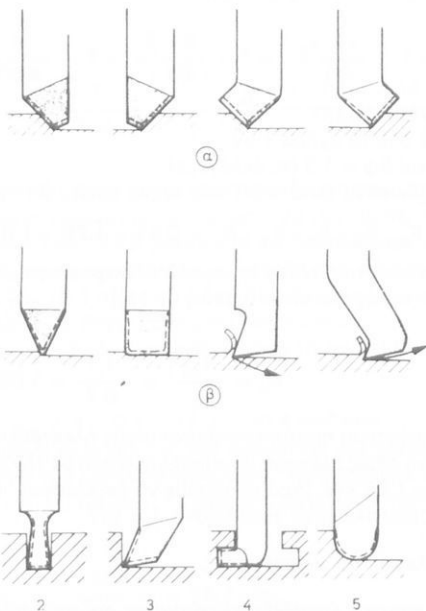
Τά κοπτικά εργαλεία πού μεταχειριζόμαστε στό πλάνισμα είναι εργαλεία μιās κύριας κόψης όμοια με τό τυπικό εργαλείο τoρνεύσεως, για τό όποιο μιλήσαμε στην παράγραφο 1.3.1 (σχ. 1.3α), παρουσιάζουν όμως διαφορές κάθε φορά στίς τιμές των γωνιών κοπής.

Οι γωνίες κοπής ενός εργαλείου για πλάνισμα σε οριζόντια βραχεία πλάνη ή σε τραπεζοπλάνη και σε κατακόρυφη βραχεία πλάνη εικονίζονται στο σχήμα 5.4α. Τα εργαλεία πλάνισματος τα διακρίνομε σε **εργαλεία έκχονδρίσεως** και σε **εργαλεία αποπερατώσεως**. Έξάλλου η διάκριση αυτή, όπως γνωρίζομε, γίνεται στα κο-



Σχ. 5.4α.

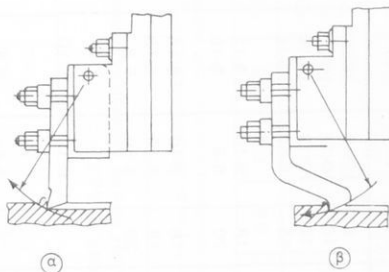
Οι γωνίες κοπής στα εργαλεία πλάνισματος: α) Έργαλειο οριζόντιας πλάνης, β) Έργαλειο κατακόρυφης βραχείας πλάνης. (ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, γ γωνία αποβλίπτου, α ελεύθερη γωνία β γωνία σφήνας, κ γωνία θέσεως της κύριας κόψης, ε περιεχόμενη γωνία, Αγ επιφάνεια αποβλίπτου, Αα ελεύθερη επιφάνεια, S κύρια κόψη, S' δευτερεύουσα κόψη).



Σχ. 5.4β.

Είδη κοπτικών εργαλείων πλάνισματος. α) Έργαλεία έκχονδρίσεως, β) Έργαλεία αποπερατώσεως, γ) Είδικα εργαλεία. 1 εργαλείο μορφής, 2 εργαλείο για αυλάκια, 3 πλευρικό εργαλείο, 4 εργαλείο με κάμψη για πλάνισμα αυλακιών μορφής T, 5 εργαλείο με κυκλική μύτη.

πτικά εργαλεία όλων τῶν κατεργασιῶν κοπῆς. Τά εργαλεία ἐκχονδρίσεως (κόβουν μέ ταχύ ρυθμό ἀφαιρέσεως μετάλλου, ὅπου ἡ θεωρητική διατομή τοῦ ἀποβλίπτου θά πρέπει νά εἶναι μεγάλη, σχέση (5.8), ἄρα μεγάλες καί οἱ δυνάμεις πού καταπονοῦν τό εργαλεῖο) διαμορφώνονται ἔτσι, ὥστε νά εἶναι ἰσχυρά στήν περιοχή τῆς κόψης [σχ. 5.4β (α)]. Τά εργαλεία ἀποπερατώσεως ἀπό τήν ἄλλη μεριά καταπονοῦνται πολύ πιά λίγο ἀπό τά εργαλεῖα ἐκχονδρίσεως καί μορφοποιῶνται κατά τέτοιο τρόπο, ὥστε νά δίνουν στήν κατεργασμένη ἐπιφάνεια βελτιωμένη τραχύτητα ἐπιφάνειας [σχ. 5.4β (β)]. Ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς ἐργασίας, τά εργαλεῖα πλανίσματος εἶναι δυνατό νά πάρουν διάφορα σχήματα, ὅπως βλέπομε στό σχῆμα 5.4γ (γ). Μέ πολλή ἐπιτυχία χρησιμοποιεῖται τό εργαλεῖο ἀποπερατώσεως σέ μορφή «λαιοῦ χήνας» [σχ. 5.4β (β), σχ. 5.4γ]. Τό εργαλεῖο αὐτό, ἂν γιά κάποιο λόγο (ἂν συναντήσῃ π.χ. ἕνα σκληρό κόκκο μετάλλου) παραμορφωθεῖ ἐλαστικά πρὸς τά πί-



Σχ. 5.4γ.

Τό εργαλεῖο σέ μορφή «λαιοῦ χήνας».

σω δέν ἐπηρεάζει καθόλου τήν κατεργασμένη ἐπιφάνεια τοῦ κομματιοῦ [σχ. 5.4γ (β)], ἐνῶ ἕνα κανονικό εὐθύ κοπτικό εργαλεῖο ἀποπερατώσεως [σχ. 5.4γ (α)] θά εἰσχωροῦσε μέσα στήν ἐπιφάνεια τοῦ κομματιοῦ καί θά χειροτέρευε τήν τραχύτητα της.

Γιά τήν πρόσδεση τῶν κοπτικῶν εργαλείων ἀνάλογα μέ τό εἶδος πλανίσματος θά μιλήσομε στήν παράγραφο 5.4.3.

Τά εργαλεῖα πλανίσματος κατασκευάζονται ὡς ἐπὶ τό πλεῖστο ἀπό ταχυχάλυβα γενικῆς χρήσεως (ὅπως εἶναι ὁ ταχυχάλυβας 18 - 4 - 1 ἢ ἰσοδύναμός του, Πίνακας 3.5.3 Μ.Τ.Β'), πού ἀποδίδει ἱκανοποιητικά ἀποτελέσματα. Αὐτό ὀφείλεται σέ δύο λόγους: ὁ ἕνας εἶναι ὅτι τό πλάνισμα δέν γίνεται σέ ψηλές ταχύτητες κοπῆς (ἀπό τή μία μεριά ἡ κινηματική καί ἡ κατασκευαστική διαμόρφωση τῆς πλάνης δέν ἐπιτρέπουν ψηλές ταχύτητες κοπῆς καί ἀπό τήν ἄλλη τό πλάνισμα χρησιμοποιεῖται γιά παραγωγή κατά μονάδα ἢ σέ μικρές παρτίδες, ὅπου δέν ἐφαρμόζονται ψηλές ταχύτητες κοπῆς), στίς ὁποῖες πλεονεκτοῦν τά σκληρομέταλλα καί ὁ ἄλλος εἶναι ὅτι στήν ἀρχή τῆς ἐνέργου διαδρομῆς τό εργαλεῖο κτυπᾷ ἐπάνω στό κομμάτι καί ἂν αὐτό εἶναι ἀπό σκληρομέταλλο, μπορεῖ νά ὑποστῇ ἀπολέπιση.

Ὑπάρχουν ὅμως καί ἀρκετές περιπτώσεις, ὅπου χρησιμοποιοῦνται ἀποδοτικῶς πλακίδια ἀπό σκληρομέταλλο τόσο ὡς ἐπικολλούμενα, ὅσο καί ὡς ἔνθετα σέ κα-

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.1.

Συνιστώμενες γωνίες κοπής (γωνία αποβλήτου γ, ελεύθερη γωνία α και γωνία λοξότητας λ, σχ. 1.3ε) για τα κοπτικά εργαλεία πλάνισματος.

Υλικό κομματιού	Όριο θραύσεως [kp/mm ²]	Υλικό κοπτικού εργαλείου									
		Ταχυάλυβας					Σκληρομέταλλο				
		Εκχόνδριση					Αποπεράτωση				
		α [°]	γ [°]	λ [°]	α [°]	γ [°]	λ [°]	α [°]	γ [°]	λ [°]	
St34 - St37 St42 St50 St60	ως 40	10-12	20-26	8	12-14	18-22		8-12	16-22		
	ως 50	8-10	18-24	10	10-12	16-20		6-10	12-16		5-8
	ως 60	8-10	16-20	12	10-12	14-18	30	6-10	10-16		
	ως 70	6-8	14-18	15	8-10	12-16		5-8	8-14		
	ως 80 80-100	6-8 4-6	10-14 10-12	18 20	8-10 6-8	8-12 8-10		4-8 4-6	8-12 6-10		6-8 6-8
Χαλβοκράματα	ως 80	6-8	8-14	18	8-10	8-12		4-8	6-10		6-8
	85-100	6-8	8-12	18	8-10	6-10		4-8	6-8		6-8
	άνω 100	4-6	6-8	20	6-8	5-8		4-6	6-8		8
	60-80	6-8	8-12	—	6-10	8-10	—	5	4-6		8
Άνοξείδωτοι χάλυβες											
Χάλυβες εργαλείων	150-180	6-8	6-8	—	4-6	6-8	—	5	4		6
	30-70	6-8	8-14	—	6-10	10-16	—	5	4-6		8
	άνω 70	6-8	8-10	—	8-10	8-12	—	5	2-4		8
Χυτοχάλυβες											
Φαισί χυτοσίδηροι: GG - 12, GG - 14 GG - 18, GG - 26	ως 22	8-10	8-14	12	8-14	6-12	30	6-8	8-12		30
	άνω 22	6-8	2-8	20	6-8	0-6	30	4-6	2-8		30

Μαλακτικοποιημένος χυτοσίδηρος		6-8	10-12	—	6-8	8-10	—	—	—
Κράματα χαλκού	ώς 35 ώς 45 άνω 45	8-10 6-8 4-6	12-25 8-16 2-8	— — —	10-12 8-10 6-8	10-20 6-14 0-6	6-8 4-6 2-4	10-20 6-12 0-2	—
Αργίλιο		10-12	24-30	—	8-10	20-24	—	20-24	—
Κράματα αργιλίου	ώς 15 άνω 15	8-10 6-8	40-50 25-35	10 20	6-10 4-8	30-40 20-25	8-10 5-8	30-40 23-30	45 45

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.2.

Συστάσεις για την έκλογή της ταχύτητας κοπής κατά το πλάνισμα με έργαλείο από ταχυάλυβα.

Υλικό κομματιού	Ταχύτητα κοπής v_{120} σε m/min για πλάνισμα σε οριζόντια πλάνη ή v_{90} για πλάνισμα σε κατακόρυφη πλάνη συναρτήσει της προώσεως s σε mm ανά παλινδρόμηση.										
	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6
St38, St42, C15, C22	33	31	29	27	25	23	22	20	19	17,5	16,5
St50, C35	25	23	21,5	20	18,5	17,5	16	15	14	13	12
St60, C45	20	18,5	17,5	16	15	14	13	12,5	11,5	10,5	10
St70, C60	16	15	14	13	12,5	11,5	10,5	10	9,5	8,5	8,0
GS38	27	25	23	21	19,5	18	16,5	15,5	14,5	13,5	12,5
GS45	21	19,5	18	16,5	15	14	13	12	11,5	10,5	9,5
GS52	16,5	15	14	13	12	11	10,5	9,5	9,0	8,5	8,0
GG14	36	32	29	26	23	21	18	16	15	13	11,5
GG20	25	23	20	18	16	14,5	13	11,5	10,5	9,5	8,5
Κράματα χαλκού	για έκχρόνωση 20 ... 25 30 ... 40										
Κράματα αργιλίου											

GS: Ταχυάλυβα, GG: φαιός χυτοσίδηρος.

Για βάθος κοπής $a > 12$ mm οι ταχύτητες κοπής πολλαπλασιάζονται επί 0,85.

* v_{120} και v_{90} είναι η ταχύτητα κοπής για ζωή του κοπτικού εργαλείου ίση προς 120 min και 60 min αντίστοιχα.

τάλληλο στέλεχος. Ός τέτοιες περιπτώσεις μπορούμε νά αναφέρομε τό πλάνισμα σέ ψηλές σχετικά ταχύτητες κοπής (αυτή ή δυνατότητα ύπάρχει σέ πλάνες νεώτερης κατασκευής), τό πλάνισμα άποπερατώσεως έπιφανειών μέ άπαιτήσεις καλής τραχύτητας έπιφάνειας (π.χ. μητρες διαμορφώσεως), τό πλάνισμα δυσκατέργατων υλικών, όπως είναι οί πυρίμαχοι χάλυβες καί άλλες.

Έξαιτίας του κρουστικού φορτίου πού ύφίσταται τό έργαλείο στήν άρχή τής ενεργού διαδρομής του, όπως είπαμε προηγουμένως, συνιστούνται σκληρομέταλλα άντοχής σέ κρούσεις, δηλαδή ποιότητων 30 καί άνω (Πίνακας 1.3.1).

Οί γωνίες κοπής του έργαλείου πλανίσματος εκλέγονται μέ βάση τό υλικό κατασκευής του (ταχυχάλυβας ή σκληρομέταλλο) καί τό υλικό του κομματιού πού κατεργάζεται. Στόν Πίνακα 5.4.1 παραθέτομε στοιχεία γιά μιά τέτοια εκλογή γωνιών κοπής κοπτικών έργαλείων πλανίσματος.

5.4.2 Πώς εκλέγομε τίς συνθήκες κατεργασίας καί τό ύγρό κοπής.

Τό **βάθος κοπής** τό εκλέγομε ανάλογα μέ τό άν κάνομε στό κομμάτι εκχόνδριση ή τελική κατεργασία. Στήν κατεργασία εκχονδρίσεως θέτομε στήν πλάνη μεγάλο βάθος κοπής [έφόσον βέβαια ή πλάνη μπορεί νά άνταποκριθεί από άποψη ισχύος, σχέσεις (5.10), (5.11) καί τό κοπτικό έργαλείο από άποψη άντοχής], ενώ στήν κατεργασία άποπερατώσεως μικρό βάθος κοπής. Αυτό είναι μία βασική άρχή πού, πέρα από τό πλάνισμα, ισχύει καί στίς άλλες κατεργασίες κοπής. "Αν τό πάχος του μετάλλου, πού πρόκειται νά αφαιρέσομε, είναι μεγάλο, τότε πλανίζομε τό κομμάτι σέ δύο ή καί σέ περισσότερα «πάσσα». "Η πιό καλή πρακτική είναι, άν απαιτείται καί τελική κατεργασία τής έπιφάνειας, νά κάνομε ένα πάσο εκχονδρίσεως (έφόσον αυτό τό έπιτρέπει τό πάχος του υλικού πού θά πρέπει νά αφαιρεί) καί ένα πάσο άποπερατώσεως εκλέγοντας αντίστοιχα τό βάθος κοπής. Ένδεικτικά μπορούμε νά πούμε ότι τό βάθος κοπής γιά κατεργασία εκχονδρίσεως σέ βραχείες πλάνες μπορεί νά φθάσει καί τά 6 mm περίπου (έναν πρακτικός κανόνας είναι τό βάθος κοπής νά λαμβάνεται 4 ως 7 φορές ή πρόωση), ενώ γιά πλάνισμα σέ τραπεζοπλάνη τό βάθος κοπής είναι δυνατό νά υπερβεί καί τά 20 mm. Γιά άποπεράτωση τό βάθος κοπής εκλέγεται συνήθως μικρότερο από 0,5 mm.

"Αλλη μία γενική άρχή πού ισχύει τόσο στό πλάνισμα, όσο καί στίς λοιπές κατεργασίες κοπής των μετάλλων είναι ότι: στήν μέν εκχόνδριση χρησιμοποιούμε μεγάλες προώσεις καί ταχύτητες κοπής, ανάλογα μέ τό υλικό του κοπτικού έργαλείου, πού νά έναρμονίζονται μέ τήν ισχύ πού μπορεί νά δώσει ή έργαλειομηχανή (γιά νά επιτύχομε ψηλό ρυθμό αφαιρέσεως υλικού), ενώ στήν άποπεράτωση εφαρμόζομε μικρές προώσεις καί μεγάλες ταχύτητες κοπής, γιά νά επιτύχομε βελτιωμένα τραχύτητα έπιφάνειας.

Τήν ταχύτητα κοπής τήν εκλέγομε ανάλογα μέ τό υλικό του κομματιού πού πρόκειται νά πλανίσομε, μέ τό υλικό κατασκευής του κοπτικού έργαλείου καί τήν πρόωση επιφέροντας καί κάποια διόρθωση γιά μεγάλα βάθη κοπής (Πίνακας 5.4.2). Συνιστώμενες τιμές τής ταχύτητας κοπής δίνομε στους Πίνακες 5.4.2 καί 5.4.3 γιά κοπτικό έργαλείο από ταχυχάλυβα καί από σκληρομέταλλο αντίστοιχα.

"Η συνηθισμένη πρακτική είναι **νά μήν χρησιμοποιούμε ύγρό κοπής στό πλάνισμα**. Καί τοϋτο, γιατί ή ψυκτική δράση του ύγρου κοπής [παράγρ. 1.5.2 (Γ)], όπως καί ή δυνατότητα γιά άπομάκρυνση των γρεζιών από τό χώρο κοπής πού αυτό μάς

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.3.
Συστάσεις για την έλεγχο της ταχύτητας κοπής κατά το πλάνισμα με εργαλείο από ανηλομέταλλο.

Υλικό κομματιού	Ταχύτητα κοπής U_{120} σε m/min συναρτήσει της προώσεως σε mm ανά παλινδρόμηση.												
	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5
St 00 ως St 42	77	72	68	65	60	57	54	51	48,5	46	43	40,5	38
St 50	68	65	60	57	54	51	48,5	44	43	40,5	38	36	34
St 60	60,5	58	55	52	49,5	47	44	41	39	37	34,5	33	31
St 70	52	49,5	47	44	41	39	37	34,5	33	31	29	27,5	26
St 85	44	41	39	37	34,5	33	31	29	27,5	26	24,5	23,3	—
Χάλυβες με όριο δρ.σ.σ. άνω των 100 kg/mm ²	37	34,5	33	31	29	27,5	26	24,5	23,3	22	21	20	18,7
GS - 38	40,5	38,4	36	34	32,5	30,3	28,5	27	25,5	24	23,3	21,5	20,5
GS - 45	33	31	29	27,5	26	24,5	23,3	22	21	20	18,7	17,6	16,5
GS - 52, GS - 60	23,3	22	21	20	18,7	17,6	16,5	15,4	14,5	13,7	12,9	12,3	—
GG - 25	38	36	34	32	29	27	25	24	22	21	19,5	18	17
Κράματα χαλκού Κράματα άργιλιού	για εκχόνδριση για αποπεράτωση												
	30 ... 80 50 ... 120 50 ... 110 80 ... 150												

GS = Χυτοχάλυβας GG = Φαίς χυτοσίδηρος.

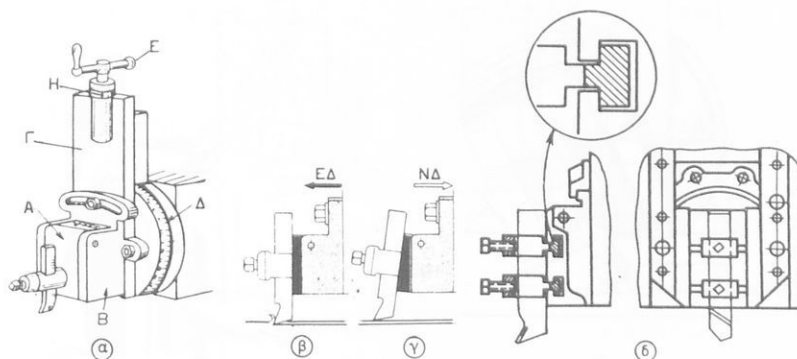
GS: Χυτοχάλυβες, GG = Φαίς χυτοσίδηρος.

παρέχει, δέν έχουν μεγάλη σημασία στο πλάνισμα όπως έχουν σε άλλες κατεργασίες. Αυτό οφείλεται από το ένα μέρος στο ότι το κοπτικό έργαλειο κόβει μόνο κατά την ενεργό διαδρομή, ενώ βρίσκει το χρόνο να αποψυχθεί αρκετά κατά τη νεκρή διαδρομή, όπου δέν κόβει καί από το άλλο στο ότι το γρέζι συνήθως έχει αρκετό πάχος καί απομακρύνεται από το κομμάτι ύστερα από κάθε ενεργό διαδρομή του εργαλείου. Έν τούτοις όμως σε όρισμένες περιπτώσεις πλανίσματος είναι δυνατό μέ χρήση κατάλληλου υγρού κοπής νά επιτύχομε (έφόσον βέβαια χρειάζεται) βελτίωση στη διαστατική ακρίβεια, στην τραχύτητα επιφάνειας καί στη ζωή του κοπτικού εργαλείου. Τό υγρό προσάγεται κατάλληλα στο χώρο κοπής. Για τό πλάνισμα χαλύβων συνιστούνται θειωμένα λάδια κοπής [παράγρ. 1.5.3 (B)(2)].

5.4.3 *Η πρόσδεση του εργαλείου.*

Τό εργαλείο πλανίσματος (σταθερό στο πλάνισμα σε τραπεζοπλάνη ή μετακινούμενο στο πλάνισμα σε βραχεία πλάνη) προσδένεται μέ ασφάλεια σε **εργαλειοδέτη**, όπως γίνεται για τέτοιου είδους εργαλεία (παράγρ. 2.6.2). 'Ο εργαλειοδέτης Z στο πλάνισμα (σχ. 5.2α) ανήκει, όπως είδαμε, στο συγκρότημα του εργαλειοφορείου καί στηρίζεται επάνω σε μία αιώρούμενη πλάκα A [ποδιά, σχ. 5.4δ (α)] κατά τρόπο ώστε, όταν τό έλκυθρο κινείται προς τά εμπρός (ένεργος διαδρομή), ή πλάκα αυτή επικάθεται στην ύποδοχή της B καί έτσι επιτυγχάνεται σταθερή στήριξη του εργαλείου [σχ. 5.4δ (β)], ενώ κατά τη νεκρή διαδρομή του έλκυθρου ή ποδιά άνασηκώνεται λίγο [σχ. 5.4δ (γ)] καί τό εργαλείο όλισθαίνει απαλά επάνω στην κατεργασμένη επιφάνεια του κομματιού χωρίς νά φθείρεται τό ίδιο ή νά χειροτερεύει την τραχύτητα της επιφάνειας. Στίς τραπεζοπλάνες ιδιαίτερα [σχ. 5.4δ (δ)], όπου ο εργαλειοδέτης μαζί μέ τό εργαλείο είναι αρκετά βαρύς, ή ποδιά άνασηκώνεται αυτόματα (μέ ηλεκτρικό, υδραυλικό ή πνευματικό σύστημα) στην κατάλληλη στιγμή έτσι, ώστε τό εργαλείο νά μήν άκουμπά στην επιφάνεια του κομματιού κατά τη νεκρή διαδρομή καί νά βρίσκεται στην κατάλληλη θέση του στην άρχή της ένεργου διαδρομής πού θά άκολουθήσει. 'Η ύποδοχή της ποδιάς έχει δυνατότητα περιστροφής ως προς τόν όλισθητήρα Γ (μέσα σε όρισμένη περιοχή γωνιών) πράγμα πού μέσ έξυπηρετεί σε όρισμένες περιπτώσεις πλανίσματος [π.χ. στο πλάνισμα κατακορύφων επιφανειών, σχ. 5.4ε (α)]. Επίσης καί ο όλισθητήρας Γ μπορεί νά περιστραφεί καί νά κλίνει ως προς την κατακόρυφο κατά γωνία πού τη μετρούμε μέ τό μοιρογνωμόνιο Δ. Μέ κεκλιμένο τόν όλισθητήρα ή μέ κεκλιμένο τό κομμάτι καί κατακόρυφο τόν όλισθητήρα πλανίζομε επιφάνειες υπό κλίση, όπως βλέπουμε στα σχήματα 5.4ε (β) καί 5.4ε (γ) αντίστοιχα. Τό άνεβοκατέβασμα του όλισθητήρα Γ (καί του κοπτικού εργαλείου μαζί μέ αυτόν) μπορεί νά γίνει καί χειροκίνητα μέ τό χειρομοχλό E, καί μηχανοκίνητα. 'Η άντυνα Η μäs δείχνει πόσο μετακινείται κάθε φορά προς τά κάτω ή προς τά άνω τό κοπτικό εργαλείο.

Για μεγαλύτερη απόδοση του πλανίσματος χρησιμοποιούνται καί **εργαλειοδέτες διπλής ένέργειας**, όπως είναι αυτός πού εικονίζεται στο σχήμα 5.4στ. 'Ο εργαλειοδέτης αυτός A, στον όποιο προσδένονται δύο κοπτικά εργαλεία B καί Γ, μπορεί νά πάρει δύο θέσεις έτσι, ώστε στην ενεργό διαδρομή νά κόβει τό ένα εργαλείο (τό B) καί στη νεκρή διαδρομή τό άλλο (τό Γ). "Ετσι είναι δυνατή αύξηση στο ρυθμό άφαιρέσεως υλικού κατά σημαντικό ποσοστό.



Σχ. 5.46.

Πώς γίνεται η πρόσδεση των εργαλείων πλάνισματος.

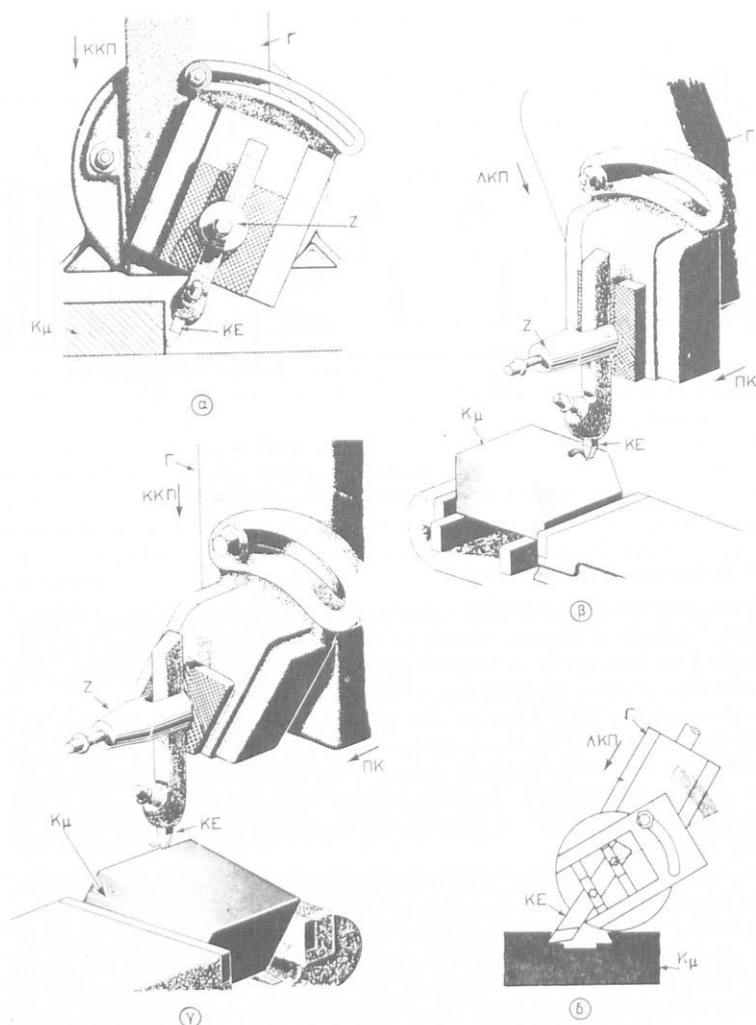
5.4.4 'Η πρόσδεση των κομματιών.

Τά κομμάτια προσδένονται στην τράπεζα της πλάνης (βραχείας πλάνης ή τραπέζοπλάνης) τόσο με τις γνωστές τυπικές συσκευές προσδέσεως [παράγρ. 2.6.3 (B), σχ. 2.6θ, 2.6ι), όσο και με τη βοήθεια ιδιοσυσκευών, που δικαιολογούνται μόνο στο πλάνισμα μεγάλου αριθμού απaráλλακτων κομματιών.

Η συνηθισμένη όμως πρακτική στο μηχανουργείο είναι η συγκράτηση των κομματιών στη μέγγενη εργαλειομηχανών (σχ. 2.6θ) ή κατευθείαν στην τράπεζα της πλάνης με τη βοήθεια βλήτρων μορφής T και ειδικών σφιγκτήρων (φουρκετών) ή σφιγκτήρων μορφής C, γωνιακών πλακών, τερματικών στηριγμάτων (στόπ), υποστηριγμάτων σχήματος V ή βαθμιδωτών, κοχλιωτών άνυψωτήρων (γρύλλων) κ.ά. Καί πιά συγκεκριμένα:

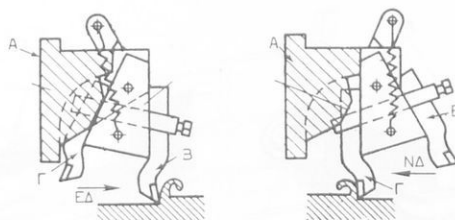
Τά μικρά κομμάτια, εφόσον τό επιτρέπει ή μορφή τους, στηρίζονται κατά κανόνα στη μέγγενη (σχ. 5.4ζ) καί ή μέγγενη με τή σειρά της στερεώνεται στην τράπεζα της πλάνης (στά αὐλάκια της πού έχουν σχήμα T) μέ ανάλογα βλήτρα. **Παράλληλα** σέ σχήμα ὀρθογωνίου παραλληλεπιπέδου ή υπό κλίση ὑποβοηθοῦν στή σωστή τοποθέτηση καί σύσφιξη τῶν κομματιῶν στή μέγγενη. Κυλινδρικά κομμάτια γιά πλάνισμα σέ κατακόρυφη βραχεία πλάνη προσδένονται σέ σφιγκτήρες (μέ τρεῖς ή τέσσερις σιαγόνες) πού καί αὐτοί στερεώνονται μέ βλήτρα στήν τράπεζα τῆς πλάνης.

Μεγάλα κομμάτια προσδένονται ὅπωςδήποτε στήν τράπεζα τῆς πλάνης. Ἡ πρόσδεσή τους γίνεται μέ τά μέσα πού ἀναφέραμε παραπάνω, ὅπως χαρακτηριστικά βλέπομε στό σχήμα 5.4η. Ὑπάρχει καί ή δυνατότητα προσδέσεως κομματιῶν γιά κατακόρυφο πλάνισμα σέ αὐλάκια πού βρίσκονται στίς κατακόρυφες πλευρές τῆς τράπεζας τῆς πλάνης (σχ. 5.4θ).



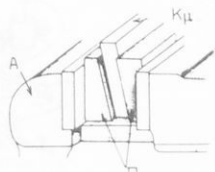
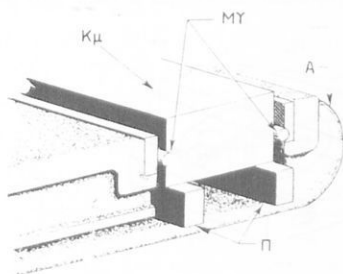
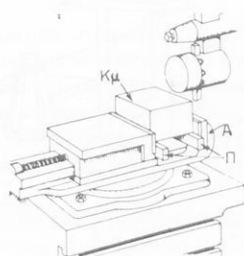
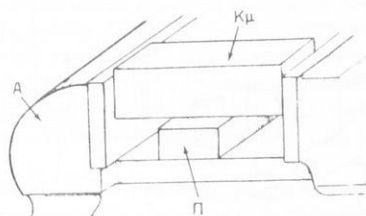
Σχ. 5.4ε.

α) Πλάνισμα κατακόρυφης επιφάνειας. β) Πλάνισμα κεκλιμένης επιφάνειας με περιστροφή του όλισθητήρα Γ του εργαλειοφορείου καί οριζοντιωμένο τό κομμάτι. γ) Πλάνισμα εξωτερικής επιφάνειας υπό κλίση με κεκλιμένη την επιφάνεια του κομματιού (είτε με χρησιμοποίηση κατάλληλου σφηνοειδούς υποστηρίγματος είτε με κλίση της τράπεζας της πλάνης, αν η πλάνη έχει αυτή τη δυνατότητα) καί κατακόρυφο τον όλισθητήρα Γ του εργαλειοφορείου της πλάνης. δ) Πλάνισμα έσωτερικής κεκλιμένης επιφάνειας. (ΚΚΠ κατακόρυφη κίνηση προώσεως, ΛΚΠ λοξή κίνηση προώσεως, ΠΚ πρωτεύουσα κίνηση, ΚΕ κοπτικό εργαλείο, Κμ κομμάτι, Ζ εργαλειοδέτης, Γ όλισθητήρας εργαλειοφορείου).



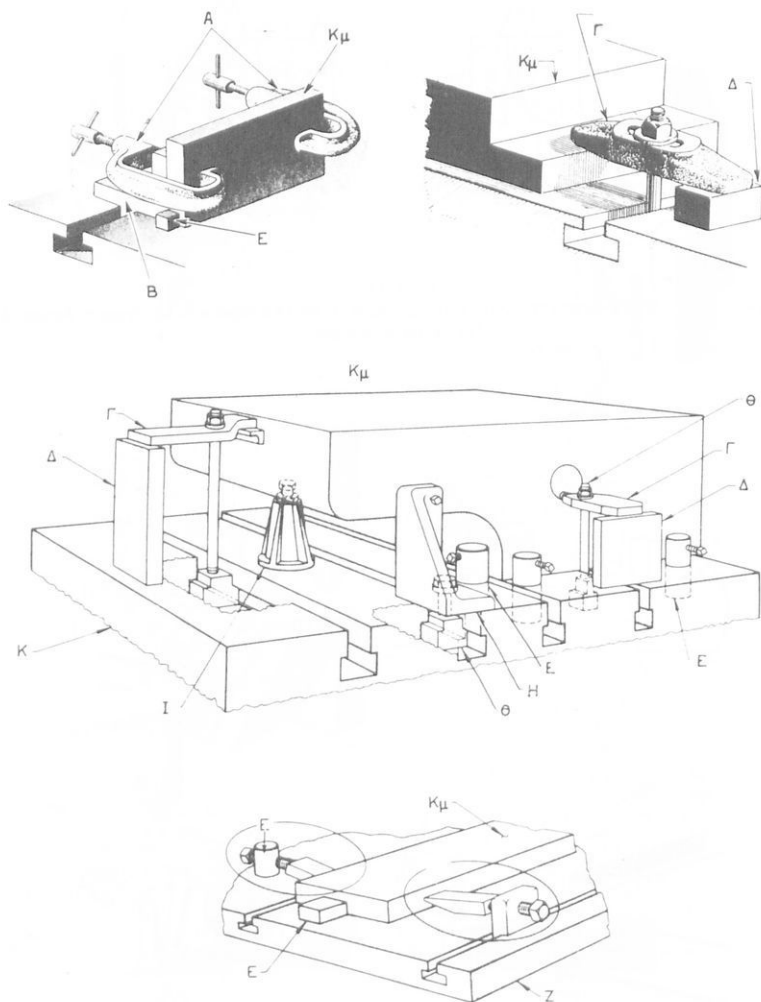
Σχ. 5.4στ.

Έργαλειοδέτης διπλής ενέργειας. (Α έργαλειοδέτης, Β, Γ κοπτικά εργαλεία, ΕΔ ενεργός διαδρομή, ΝΔ νεκρή διαδρομή).



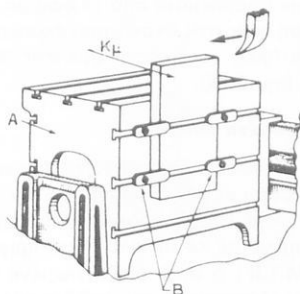
Σχ. 5.4ζ.

Πώς προσδένουμε κομμάτια στή μέγγενη για πλάνισμα. (Α μέγγενη, Π παράλληλα, ΜΥ ράβδοι από μαλακό ύλικό, Κμ κομμάτι).



Σχ. 5.4η.

Πρόσδεση κομματιών στην τράπεζα της πλάνης. [Α σφικτικήρες μορφής C, Β γωνιακή πλάκα, Γ φουρκέττα, Δ προσθήκη εύθυγραμμίσεως, Ε τερματικό οδηγητικό στρίξιμο, Ζ ειδικός σφηνοειδής σφικτήρας, Η γωνιακός βραχίονας (μπρακέττο), Θ βλῆτρο μορφής T, Ι κοχλιωτός άνυψωτήρας (γρύλλος), Κ τράπεζα της πλάνης, Κμ κομμάτι].

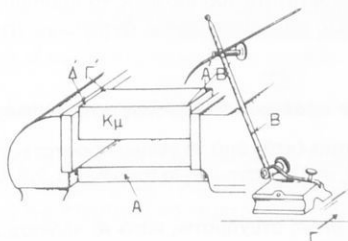


Σχ. 5.40.

Στήριξη ενός κομματιού στη μία κατακόρυφη πλευρά της τράπεζας της πλάνης που φέρει καί αυτή αὐλάκια μορφῆς Τ. (Α τράπεζα πλάνης, Β φουρκέττες, Κμ κομμάτι).

Γιά νά ἐπιτύχομε κανονική πρόσδεση τῶν κομματιῶν στή μέγγενη ἢ στήν τράπεζα τῆς πλάνης, θά πρέπει ἡ δύναμη συγκρατήσεως τοῦ κομματιοῦ ποῦ ἐπιβάλλεται νά εἶναι τέτοια, ὥστε νά ἀποφεύγεται ὁποιαδήποτε μετακίνησή του κατά τήν ἐνεργὸ διαδρομή, δηλαδή τή διαδρομὴ κοπῆς, ὅπου καί ἀσκοῦνται δυνάμεις ἐπάνω στό κομμάτι. Πολύ μεγάλη δύναμη συγκρατήσεως μπορεῖ νά προξενήσει στρεβλώσεις στό κομμάτι, ἐνῶ μικρότερα ἀπὸ αὐτή ποῦ ἀπαιτεῖται δέν τό στερεώνει ἐπαρκῶς.

Ἡ ὀριζοντίωση ἢ κατακορύφωση κομματιῶν στήν τράπεζα τῆς πλάνης γίνεται συνήθως (καί αὐτός εἶναι ἕνας ἀρκετὰ ἀκριβὴς τρόπος) μέ τή βοήθεια τοῦ μετρητικοῦ ρολοιοῦ (σχ. 2.9στ Μ.Τ.Β'). Γιά μικρότερη ἀκρίβεια γιά τήν ὀριζοντίωση κομματιῶν στήν τράπεζα τῆς πλάνης χρησιμοποιοῦμε τόν ἀπλό ὑψομετρικὸ χαράκτη (γράφτη) (σχ. 5.4ι) ἢ κατάλληλα παράλληλα, ὅπως π.χ. στό σχῆμα 5.4ζ.



Σχ. 5.4ι.

Ὁριζοντίωση κομματιοῦ μέ τή βοήθεια τοῦ ἀπλοῦ ὑψομετρικοῦ χαράκτη (γράφτη). Ἡ βελὼνη τοῦ ὑψομετρικοῦ χαράκτη φέρεται στὰ σημεῖα Α', Β', Γ', Δ' καί ἐλέγχεται ἀν ἀκουμπᾷ, ὅπως στό ἀρχικὸ σημεῖο π.χ. στό Α, ὁπότε τό κομμάτι εἶναι ὀριζοντιωμένο. Ἄν ἡ βελὼνη δέν ἀκουμπᾷ σέ ὅλα αὐτὰ τὰ σημεῖα, τότε διορθώνομε κατάλληλα τή θέση τοῦ κομματιοῦ. (Α μέγγενη, Β ὑψομετρικὸς χαράκτης, Γ τράπεζα πλάνης, Κμ κομμάτι).

Τέλος, για να αποφύγουμε σημαδέματα από το σφίξιμο στις επιφάνειες των κομματιών κατά τη συγκράτησή τους στις θέσεις που άκουμπούν οι σιαγόνες της μέγ- γενης ή οι διάφοροι σφιγκτήρες, χρησιμοποιούμε στις θέσεις αυτές φύλλα ή ρά- βδους από μαλακό υλικό (σχ. 5.4ζ).

5.4.5 Πώς ελέγχουμε πλανισμένα κομμάτια.

Όριζόντιες επιφάνειες μεγάλων διαστάσεων, σαν αυτές που μορφοποιούμε στην τραπεζοπλάνη, ελέγχονται με την αεροστάθμη [σχ. 2.9η(β) Μ.Τ.Β'], όπως εί- δαμε στην παράγραφο 2.9.1 Μ.Τ.Β'. Μικρότερες επιφάνειες ελέγχονται με το με- τρητικό ρολόι προσαρμοσμένο σε κατάλληλο υποστήριγμα επάνω στην πλάκα έ- φαρμογής [σχ. 2.9η (α) Μ.Τ.Β'] ή στην οριζοντιωμένη τράπεζα της πλάνης.

Η καθετότητα πλευρών ελέγχεται με την όρθη γωνία (σχ. 2.5γ Μ.Τ.Β') ή με τη βοήθεια του μετρητικού ρολογιού στηριγμένου σε κατάλληλο υποστήριγμα στην πλάκα έφαρμογής [σχ. 2.9ζ (γ) Μ.Τ.Β'] ή στην τράπεζα της πλάνης. Ο έλεγχος έπι- φανειών υπό κλίση γίνεται με τη βοήθεια του μοιρογνωμονίου με βερνιέρο (σχ. 2.5ιε Μ.Τ.Β').

Ο έλεγχος της παραλληλότητας κεκλιμένων έπιφανειών ως προς τη βάση του κομματιού γίνεται στην πλάκα έφαρμογής, όπως μās δείχνει τό σχήμα 5.4ια(α).

Γιά τόν έλεγχο της μορφής πλανισμένων κομματιών, όπως π.χ. κομματιών σε μορφή V, μπορούμε να χρησιμοποιήσομε τόν κατάλληλο γιά κάθε περίπτωση έ- λεγκτήρα μορφής (καλίμπρα), όπως βλέπομε στό σχήμα 5.4ια (β).

Οι διάφορες διαστάσεις (μήκος, πλάτος, ύψος ή βάθος) πλανισμένων κομματιών ή τό πλάτος καί τό βάθος αúλακιών μετρούνται, ανάλογα με την ακρίβεια που έπι- ζητούμε, τόσο με τό παχύμετρο, όσο καί με τό μικρόμετρο ή με τό ραβδίό βάθους του παχυμέτρου (σχ. 2.2α Μ.Τ.Β') ή με τό παχύμετρο βάθους (Μ.Ε., σχ. 1.4ιζ) ή με μικρόμετρο βάθους (Μ.Ε., σχ. 1.4 κε).

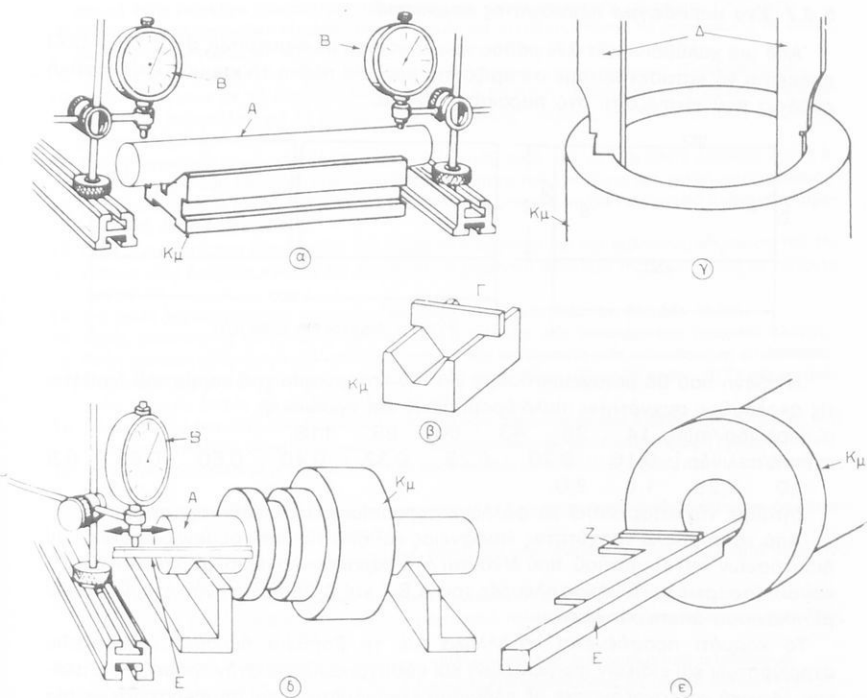
Τέλος, ό έλεγχος έσωτερικών σφηνοδρόμων έκτελείται, όπως είκονίζεται στό σχήματα 5.4ια (γ), (δ), (ε). Τό βάθος του σφηνοδρόμου μετριέται με παχύμετρο [σχ. 5.4ια (γ)] καί τό πλάτος του συνήθως με τη βοήθεια προτύπων πλακιδιών. Γιά να έλέγξομε την παραλληλότητα του σφηνοδρόμου με τό κοίλο, στό όποιο πλανί- ζεται, όπως καί την καθετότητά του ως προς τό πρόσωπο του κομματιού μεταχει- ριζόμαστε τίς διατάξεις που είκονίζονται αντίστοιχα στό σχήματα 5.4ια (δ) καί 5.4ια (ε).

5.4.6 Μέτρα γιά την πρόληψη άτυχήματος στό πλάνισμα.

Καί κατά τό πλάνισμα έκτός από τά γενικά προστατευτικά μέτρα που λαμβάνομε κατά την εργασία μας στό μηχανουργείο (παράγρ. 1.2.2 Μ.Τ.Β'), συνιστούμε καί τά έξης επί πλέον:

— Οι δύο βασικές αίτίες άτυχήματος κατά τό πλάνισμα είναι από τη μία μεριά ή έκτόξευση γρεζιών καί από τη άλλη τό «πιάσιμο» ανάμεσα στό κομμάτι καί στό έρ- γαλείο. Άρα, άν από τό κοπτικό εργαλείο ξεπετιούνται γρέζια, τότε ό χειριστής της πλάνης δέν θά πρέπει να παρακολουθεί τό εργαλείο, καθώς αúτό κόβει: έπίσης δέν θά πρέπει να βάζει τά δάκτυλά του κοντά στό σταθερό ή κινούμενο εργαλείο, ανάλογα με τό είδος της πλάνης στην όποία εργάζεται.

— Μετρήσεις ή ρυθμίσεις κατά τη διάρκεια παλινδρομήσεως του έλκúθρου ή



Σχ. 5.4ια.

Πώς μετρούμε ή ελέγχουμε πλανισμένα κομμάτια. α) Κεκλιμένες επιφάνειες. β) Τή μορφή κομματιών. γ) Τό βάθος σφηνοδρόμου. δ) Τήν παραλληλότητα του σφηνοδρόμου με τό κοίλο. ε) Τήν καθετότητα του σφηνοδρόμου ως προς τό πρόσωπο του κομματιού. (Α πρότυπος κύλινδρος, Β μετρητικό ρολόι, Γ καλίμπρα, Δ τά δύο ράμφη παχυμέτρου γιά τή μέτρηση έσωτερικών διαστάσεων, Ε όλισθαίνουσα σφήνα, Ζ έλεγκτική όρθή γωνία, Κμ κομμάτι).

τῆς τράπεζας τῆς πλάνης ἀπαγορεύονται. Θά πρέπει νά ἐκτελοῦνται μέ **σταματημένη τήν πλάνη**.

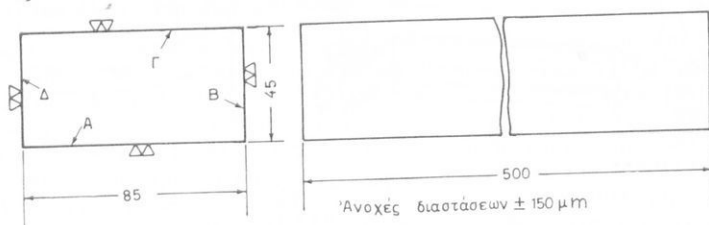
— Σέ περιπτώσεις, ὅπου τό ἔλκυθρο μιάς ὀριζόντιας βραχείας πλάνης στήν ἀκραία του θέση προεξέχει σέ διαδρόμους ἡ βρίσκεται κοντά σέ τοῖχο ἤ σέ ἄλλο ἀντικείμενο, θά πρέπει αὐτό (τό ἔλκυθρο) νά περιτριγυρίζεται ἀπό κατάλληλο προστατευτικό κάλυμμα.

— Ἐπιβάλλεται προσεκτική καί ἀσφαλής συγκράτηση τῶν κομματιῶν στήν τράπεζα τῆς πλάνης ἢ στή μέγγενη. Καί ἡ στερέωση τῆς μέγγενος στήν τράπεζα μέ τή βοήθεια τῶν γνωστῶν μας βλήτρων Τ θά πρέπει νά γίνεται μέ κανονικό καί ἀσφαλές σφίξιμό τους.

— Τέλος, ἐπιβάλλεται καί στό πλάνισμα τό κανονικό ντύσιμο τοῦ τεχνίτη (σχ. 1.2 Μ.Τ.Β').

5.4.7 Ένα παράδειγμα πλανίσματος κομματιού.

Από μία χαλύβδινη (St 37) ράβδο του έμπορίου με διαστάσεις $90 \times 50 \times 500$ πρόκειται νά κατασκευάσουμε σέ οριζόντια βραχεία πλάνη τό κομμάτι (πρισματική ράβδος) πού εικονίζεται στό παρακάτω σχήμα.



Η πλάνη πού θά μεταχειρισθούμε γιά τήν κατεργασία του κομματιού διαθέτει τίς ακόλουθες συχνότητες παλινδρομήσεως καί προώσεις:

n' [παλινδρ./min]:	14	26	43	60	85	118.			
s [mm/παλινδρ.]:	0,16	0,20	0,25	0,32	0,40	0,50	0,63	0,8	
	1,0	1,25	1,6	2,0.					

Ζητούμε νά καταρτισθεί τό φύλλο κατεργασίας αυτού του κομματιού.

Από τά σύμβολα τραχύτητας επιφάνειας καί από τίς απαιτούμενες ανοχές τών διαστάσεων του κομματιού, πού δίνονται στό παραπάνω σχέδιο, συμπεραίνουμε ότι καί οι τέσσερις κατά μήκος πλευρές του Α, Β, Γ καί Δ θά πρέπει νά κατεργασθούν μέ πλάνισμα άποπερατώσεως.

Τό κομμάτι προσδένεται κατάλληλα (μέ τή βοήθεια άκράιων οδηγητικών στηριγμάτων καί ειδικών σφιγκτήρων) καί εύθυγραμμίζεται στην τράπεζα τής πλάνης. Αρχικά κατεργαζόμαστε μέ πλάνισμα έκχονδρίσεως καί άποπερατώσεως μία οριζόντια πλευρά του, όπως π.χ. τήν πλευρά Γ καί κατόπιν παρόμοια μία άλλη του πλευρά κάθετο σέ αυτή, δηλαδή τήν πλευρά Β ή Δ. Καί συνεχίζουμε κατά τόν ίδιο τρόπο, δηλαδή μέ έκχόνδριση καί τελική κατεργασία οριζοντίως τό πλάνισμα καί τών υπόλοιπων δύο του πλευρών. Στό σχήμα 5.4ιβ (σελ. 186), βλέπουμε πλήρες τό φύλλο κατεργασίας του κομματιού αυτού. Η έκλογή τής γεωμετρικής μορφής του κοπτικού εργαλείου, όπως καί τών συνθηκών κατεργασίας έγινε μέ τή βοήθεια τών Πινάκων 5.4.1 καί 5.4.2 αντίστοιχα.

5.5 Έρωτήσεις καί άσκήσεις.

- Μέ τή βοήθεια ενός σχεδίου νά περιγράψετε τίς κινήσεις πού έκτελούνται από τό εργαλείο καί άπό τό κομμάτι κατά τό πλάνισμα: α) Σέ μία οριζόντια βραχεία πλάνη καί β) σέ μία τραπεζοπλάνη.
- Τι είδους επιφάνειες μπορούμε νά μορφοποιήσουμε μέ τό πλάνισμα;
- Ποιοί είναι οι λόγοι πού καθιστούν τό πλάνισμα άποδοτικό καί χρήσιμο στην παραγωγή κατά μόνάδα (ένα κι έξω) ή στην παραγωγή σέ μικρές παρτίδες;
- Γιατί οι πλάνες γενικά είναι συγκροτημένες έτσι, ώστε ή νεκρή τους διαδρομή νά γίνεται πιό γρήγορα από τήν ενεργό τους διαδρομή;
- Νά αναφέρετε χαρακτηριστικές έργασίες πού έκτελούμε σέ μία οριζόντια βραχεία πλάνη.
- Γιά ποιές έργασίες ενδείκνυται: α) Η κατακόρυφη βραχεία πλάνη καί β) ή τραπεζοπλάνη.
- Ποιό είδος πλάνης θά διαλέξουμε, γιά νά έκτελέσουμε τίς ακόλουθες έργασίες: α) Κατεργασία ενός σφηνοδρόμου σέ μία τροχαλία. β) Κατασκευή ενός ύποστηρίγματος σέ μορφή V καί γ) κατα-

- σκευή ενός επίπεδου όλισθητήρα στο σώμα μιας εργαλειομηχανής σε μήκος 1500 mm.
8. Να δώσετε τη σχηματική παράσταση μιας οριζόντιας βραχείας πλάνης, να σημειώσετε τις κύριες δομικές της μονάδες και να περιγράψετε σύντομα τη λειτουργία της.
 9. Ποιές κινήσεις μπορεί να κάμει η τράπεζα μιας πλάνης γενικής χρήσεως (Γιουνιβέρσαλ);
 10. Να περιγράψετε με τη βοήθεια ενός σκίτσου το σύστημα ταλαντευόμενου βραχίονα και δισκοειδούς στροφάλου για τη μετάδοση παλινδρομικής κίνησης στο έλκυθρο μιας οριζόντιας βραχείας πλάνης.
 11. Στο σύστημα της προηγούμενης ερωτήσεως (μέ α.β. αριθ. 10) να εξηγήσετε δίνοντας και το άναγκαίο σχήμα πώς επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ταχύτητα του έλκυθρου στη νεκρή του διαδρομή.
 12. Πώς επιτυγχάνεται η διακοπτόμενη κίνηση προώσεως σε μία οριζόντια βραχεία πλάνη; Να κάμετε και το απαραίτητο σκίτσο.
 13. Ποιά πλεονεκτήματα παρουσιάζει ένα υδραυλικό σύστημα για την παλινδρομική κίνηση του έλκυθρου μιας βραχείας πλάνης σε σχέση με το μηχανικό σύστημα της ερωτήσεως με αύξοντα αριθμό 10.
 14. Για ποιές χαρακτηριστικές εργασίες προσφέρεται μία κατακόρυφη βραχεία πλάνη;
 15. Ποιές δυνατότητες κίνησης μπορεί να έχει η τράπεζα μιας κατακόρυφης βραχείας πλάνης;
 16. Ποιές κινήσεις γίνονται σε μία τραπεζοπλάνη για την κατακόρυφη επιφάνεια;
 17. Πώς δημιουργείται η παλινδρομική κίνηση: α) Σε μία οριζόντια βραχεία πλάνη. β) Σε μία κατακόρυφη βραχεία πλάνη και γ) σε μία τραπεζοπλάνη.
 18. Να μνημονεύσετε από δύο κομμάτια (από αυτά που συναντούμε στα διάφορα μηχανήματα) που να κατασκευάζονται δικά (ή μερικά): α) Σε τραπεζοπλάνη και β) σε κατακόρυφη βραχεία πλάνη.
 19. Ποιό είναι το βασικό μέγεθος, με το οποίο προδιαγράφονται: α) Οι βραχείες πλάνες και β) οι τραπεζοπλάνες.
 20. Να δώσετε από τρία συμπληρωματικά στοιχεία για την προδιαγραφή: α) Μιας κατακόρυφης βραχείας πλάνης και β) μιας τραπεζοπλάνης.
 21. Γιατί μας ενδιαφέρει η μέση ταχύτητα του έλκυθρου στην ενεργό του διαδρομή κατά το πλάνισμα σε μία βραχεία πλάνη;
 22. Πώς μπορούμε να μεταβάλουμε (να αυξήσουμε ή να μειώσουμε) το μήκος της διαδρομής του έλκυθρου σε μία οριζόντια βραχεία πλάνη με μηχανισμό ταλαντευόμενου βραχίονα και δισκοειδούς στροφάλου;
 23. Πώς εκφράζεται η πρόωση στο πλάνισμα; Να δώσετε και ένα αριθμητικό παράδειγμα.
 24. Πιό σοβαρό πλεονέκτημα παρουσιάζει το εργαλείο άποπερατώσεως σε μορφή «λαίμου χήνας»;
 25. Γιατί τα κοπτικά εργαλεία πλάνισματος κατασκευάζονται αποκλειστικά σχεδόν από ταχυχάλυβα;
 26. Αν συμβεί να χρησιμοποιήσουμε σκληρομέταλλο στο πλάνισμα, ποιά ποιότητα σκληρομετάλλου θα χρησιμοποιήσουμε και γιατί;
 27. Να σχεδιάσετε ένα κοπτικό εργαλείο πλάνισματος (όποιο θέλετε) για εκχόνδριση, ένα για άποπερατωση, όπως και ένα ειδικό.
 28. Ποιά γενική άρχη εφαρμόζουμε σχετικά με την εκλογή της ταχύτητας κοπής και της προώσεως στο πλάνισμα;
 29. Γιατί δεν χρησιμοποιούμε συνήθως υγρό κοπής στο πλάνισμα;
 30. Να σχεδιάσετε το σύστημα που επιτρέπει το άνασκήκωμα του εργαλείου στη νεκρή διαδρομή του έλκυθρου σε μία οριζόντια βραχεία πλάνη και να περιγράφεται τη λειτουργία του.
 31. Να μνημονεύσετε τρόπους προσδέσεως των κομματιών για πλάνισμα.
 32. Ποιά όργανα χρησιμοποιούμε συνήθως για τη μέτρηση διαστάσεων στο πλάνισμα;
 33. Να αναφέρετε δύο ειδικά μέτρα ασφάλειας που παίρνουμε κατά το πλάνισμα.
 34. Σε μία οριζόντια βραχεία πλάνη πρόκειται να πλανισθεί μία πλάκα μήκους 450 mm και πλάτους 100 mm. "Αν διαλέξετε με τη ταχύτητα κοπής $u_m = 25 \text{ m/min}$ και πρόωση $s = 0,9 \text{ mm}$ ανά παλινδρόμηση, να υπολογίσετε: α) Το μήκος της διαδρομής του έλκυθρου που θα απαιτηθεί. β) Τη συχνότητα και την περίοδο παλινδρομήσεως του έλκυθρου και γ) το χρόνο πλάνισματος της πλάκας αυτής. "Η πλάνη που θα χρησιμοποιήσετε έχει λόγο $\delta = 1,85$.
 35. Ποιά θα είναι η μέση ταχύτητα του έλκυθρου μιας οριζόντιας βραχείας πλάνης στην ενεργό του διαδρομή για διαδρομές 260 mm και 460 mm και για 43 και 85 παλινδρομήσεις στο πρώτο λεπτό; "Η πλάνη έχει λόγο $\delta = 1,50$.

Φύλλο καταγραφάς

Έργαστάσιο, Τμήμα: ..., ...
Όνομασία (και/ή κωδικός αριθμός) κομματιού: Πρισματική ράβδος (...)
Ύλικο κομματιού: Χάλυβας St 37 σέ ράβδο 90 x 50 x 500. Αριθμός κομματιών στην παρτίδα: ...
Παρατηρήσεις: ...

Συμβολισμός έργασίας ή φάσεως	Έργασία ή φάση	Έργαλείο μετρητικό δργανο ή μέσο	$u_{m,120}$ [m/min]	n' [παλινδρ./min]	s [mm/παλινδρ.]	a [mm]
E1	Πρόσδεση κομματιού για καταγρασία τής πλευράς Γ	Άκραιο δληνητικά στηρίγ- ματα, είδικοί σφικτήρες	—	—	—	—
E2	Πρόσδεση κοπτικού εργαλείου	Ευθύ άριστερό εργαλείο έκχονδρίσεως ($\gamma = 22^\circ$, $\alpha = 11^\circ$, $\lambda = 8^\circ$) HSS.	—	—	—	—
Φ1	Έκχόνδριση όριζόντιας πλευράς Γ	Έργαλείο όπως στην E2	23	26	0.5	2.0
E3	Άφαίρεση κοπτικού εργαλείου έκχονδρίσεως και πρόσδεση νέου για άποπεράτωση	Έργαλείο άποπερατώσεως ($\gamma = 20^\circ$, $\alpha = 13^\circ$, $\lambda = 30^\circ$) HSS	—	—	—	—
Φ2	Άποπεράτωση πλευράς Γ	Έργαλείο όπως στην E3	33	43	0.2	0.5
E4	Άφαίρεση εργαλείου άποπε- ρατώσεως και πρόσδεση εργα- λείου έκχονδρίσεως	Έργαλείο έκχονδρίσεως κεκαμ- μένο άριστερά ($\gamma = 22^\circ$, $\alpha = 11^\circ$, $\lambda = 8^\circ$) HSS	—	—	—	—
E5	Πρόσδεση κομματιού για πλάνισμα τής πλευράς Β	Κατάλληλα άκραιο δληνητικά στηρίγματα και σφικτήρες	—	—	—	—
Φ3	Έκχόνδριση κατακόρυφης πλευράς Β	Έργαλείο όπως στην E4	23	26	0.5	2.0

E6	Αφαίρεση έργαλειου έγχονδρίσεως και πρόσδεση έργαλειου αποπερατώσεως	Έργαλείο αποπερατώσεως κεκαμμένος άριστερά ($\gamma = 20^\circ$, $\alpha = 13^\circ$, $\lambda = 30^\circ$) HSS	—	—	—	—
Φ4	Αποπεράτωση πλευράς Β	Έργαλείο όπως στην Ε6	33	43	0,2	0,5

Επαναλαμβάνονται οι εργασίες Ε1, Ε2, Ε3 και Ε4 για την έγχονδρίση και αποπεράτωση των υπόλοιπων πλευρών Δ και Α του κομματιού. Χρησιμοποιούνται αντίστοιχα κοπτικά εργαλεία, όπως στις εργασίες Ε2 και Ε3 και συνθήκες κατεργασίας, όπως στις φάσεις Φ1 και Φ2.

Επιθεώρηση: Έλεγκτική όρθη γωνία, παχύμετρο και πρότυπα πλακίδια. Τα τελευταία χρειάζονται για τη ρύθμιση του βάθους κοπής στις φάσεις αποπερατώσεως των έπιφανειών Δ και Α, για να έπιτευχθούν μέ την άπαιτούμενη άκρίβεια οι διαστάσεις 45 mm και 85 αντίστοιχα.

Σχ. 5.4ιβ.

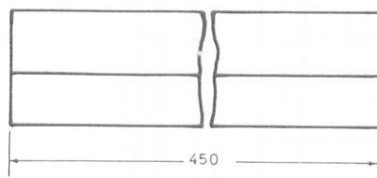
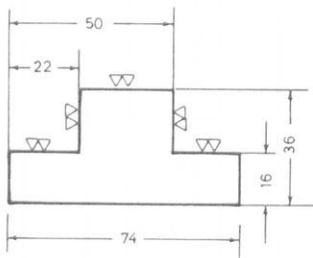
36. Σε μία τραπεζοπλάνη έχονδρίζουμε μία οριζόντια επιφάνεια μήκους 1300 mm και πλάτους 200 mm ενός κομματιού από χάλυβα St 37 με κοπτικό εργαλείο από ταχυχάλυβα ($\gamma = 20^\circ$, $\kappa = 60^\circ$) με τις εξής συνθήκες κατεργασίας: $u_{m120} = 23$ m/min, $s = 0,5$ mm/παλινδρ. και $a = 5$ mm (Πίνακας 5.4.2). 'Η τραπεζοπλάνη έχει λόνο $\delta = 2,5$.

Ζητούμε να υπολογίσετε: α) Τό ρυθμό αφαιρέσεως μετάλλου. β) Τό χρόνο πλανίσματος του κομματιού και γ) τή διορθωμένη ισχύ κοπής.

37. 'Από χαλύβδινη ράβδο St 50, διαστάσεων $80 \times 40 \times 450$ πρόκειται να κατασκευάσουμε με πλάνισμα σέ οριζόντια βραχεία πλάνη τό κομμάτι (πρισματικός οδηγός) πού εικονίζεται στό παρακάτω σχήμα. 'Η πλάνη μας αυτή διαθέτει τις εξής συχνότητες παλινδρομήσεως και προώσεις:

n' [παλινδρ./min] = 12 16 23 32 45 63 90 125 180
 s [mm/παλινδρ.] = 0,125 0,18 0,25 0,355 0,50 0,71 1,00 1,4 2,0

Ζητούμε να καταρτίσετε τό φύλλο κατεργασίας του κομματιού αυτού.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Γενικές αρχές της κοπής των μετάλλων

1.1	Ο μηχανισμός της κοπής των μετάλλων	1
1.1.1	Προκαταρκτικές έννοιες και όρισμοί	1
1.1.2	Είδη και μορφές αποβλίττου	3
1.1.3	Πώς σχηματίζεται το συνεχές απόβλιττο	6
1.1.4	Η γωνία διατμήσεως και ο δείκτης συμπίεσεως του αποβλίττου	11
1.1.5	Ερωτήσεις και ασκήσεις	13
1.2	Θερμότητα και θερμοκρασίες κατά την κοπή των μετάλλων	13
1.2.1	Η θερμότητα που εκλύεται κατά την κοπή	13
1.2.2	Οι αναπτυσσόμενες κατά την κοπή θερμοκρασίας και η διανομή τους	14
1.2.3	Ερωτήσεις	15
1.3	Τό κοπτικό εργαλείο	15
1.3.1	Προτυποποίηση του εργαλείου τορνεύσεως	16
1.3.2	Υλικά κοπτικών εργαλείων (συμπλήρωση)	20
1.3.3	Ερωτήσεις	29
1.4	Φθορά και ζωή του κοπτικού εργαλείου	29
1.4.1	Γενικά	29
1.4.2	Φθορά του κοπτικού εργαλείου	30
1.4.3	Η Ζωή του εργαλείου	32
1.4.4	Ερωτήσεις	37
1.5	Υγρά κοπής	37
1.5.1	Γενικά	37
1.5.2	Οι δράσεις του υγρού κοπής	38
1.5.3	Είδη υγρών κοπής	42
1.5.4	Βιομηχανικές χρήσεις των υγρών κοπής	43
1.5.5	Ερωτήσεις	46
1.6	Προσδιορισμός των δυνάμεων και της ισχύος κοπής	46
1.6.1	Γενικά	46
1.6.2	Υπολογισμός της κύριας συνιστώσας της δυνάμεως κοπής και της κοπής από την ειδική αντίσταση κοπής	48
1.6.3	Ερωτήσεις και ασκήσεις	53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Συγκρότηση των εργαλειομηχανών κοπής

2.1	Τά κύρια μέρη μιάς εργαλειομηχανής κοπής	54
2.1	Τά δομικά στοιχεία μιάς εργαλειομηχανής κοπής	55
2.2.1	Τό σώμα της εργαλειομηχανής και οι δλίσθητρες (εθθυντρίες πριματοδηγοί ή γλίστρες)	55
2.2.2	Κεφαλή, τράπεζα και φορεία	58
2.2.3	Άτρακτος και έδρανά της	60
2.3	Μετάδοση κινήσεως στίς εργαλειομηχανές	62
2.3.1	Γενικά	62
2.3.2	Μετάδοση περιστροφικής κινήσεως στίς εργαλειομηχανές	63
2.3.3	Μετάδοση συνεχοδς περιστροφικής κινήσεως στίς εργαλειομηχανές	83
2.3.4	Ή μεταφορική κίνηση στίς εργαλειομηχανές	86
2.3.5	Ή περιοδική κίνηση στίς εργαλειομηχανές	88
2.4	Ήλεκτρική μετάδοση κινήσεως στίς εργαλειομηχανές	89
2.4.1	Γενικά γιά τούς ηλεκτροκινήτρες πού μεταχειρίζομαστε στίς εργαλειομηχανές	89
2.4.2	Ρύθμιση τής περιστροφικής ταχύτητας τών ηλεκτροκινήτρων	90
2.5	Ύδραυλική μετάδοση κινήσεως στίς εργαλειομηχανές	91
2.5.1	Γενικά	91
2.5.2	Άντλίες	92
2.5.3	Ύδραυλικοί κινήτρες	94
2.6	Συσκευές προσδέσεως κοπτικών εργαλείων και κομματιών	95
2.6.1	Γενικά	95
2.6.2	Συσκευές προσδέσεως κοπτικών εργαλείων	96
2.6.3	Συσκευές προσδέσεως κομματιών	96
2.7	Έρωτήσεις και άσκήσεις	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Συντήρηση εργαλειομηχανών

3.1	Γενικά	106
3.2	Ή προληπτική συντήρηση τών εργαλειομηχανών	107
3.2.1	Γενικά	107
3.2.2	Έργασίες ήμερήσιας προληπτικής συντηρήσεως	107
3.2.3	Έργασίες τριμηνιαίας προληπτικής συντηρήσεως	109
3.3	Έργασίες έπισκευών τών εργαλειομηχανών	109
3.4	Έρωτήσεις	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Τρυπάνισμα και συναφείς κατεργασίες - Δράπανα

4.1	Γενικά γιά τό άνοιγμα και τήν αποπεράτωση (τελειώμα) όπών	111
4.2	Τό τρυπάνισμα και τό δράπανο	112
4.2.1	Γενικά γιά τό τρυπάνισμα	112
4.2.2	Τό έλικοειδές τρυπάνι ως κοπτικό εργαλείο	113
4.2.3	Τό δράπανο	115
4.2.4	Χαρακτηριστικά μεγέθι του τρυπανίσματος	122
4.2.5	Έκτέλεση του τρυπανίσματος	129
4.3	Κατεργασίες συναφείς μέ τό τρυπάνισμα: Ή γλύφανση και ή έσωτερική σπειροτόμηση ..	139
4.3.1	Ή γλύφανση	139
4.3.2	Ή έσωτερική σπειροτόμηση	146
4.4	Έρωτήσεις και άσκήσεις	150

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Πλάνισμα καί πλάνες

5.1 Γενικά	153
5.2 Ἡ πλάνη	154
5.2.1 Τά εἶδη πλάνων	154
5.2.2 Ποιά εἶναι τὰ στοιχεῖα πού προδιαγράφονται σέ μίᾱ πλάνη	163
5.3 Τά χαρακτηριστικά μεγέθη τοῦ πλάνισματος	163
5.3.1 Οἱ συνθήκες κατεργασίας	163
5.3.2 Ἡ θεωρητική διατομή τοῦ ἀποβλίττου καί ὁ ρυθμός παραγωγῆς	165
5.3.3 Ὁ χρόνος κοπῆς στό πλάνισμα (σχ. 5.3β)	166
5.3.4 Ἡ ἰσχύς κοπῆς στό πλάνισμα	167
5.4 Ἐκτέλεση τοῦ πλάνισματος	169
5.4.1 Τά κοπτικά ἐργαλεῖα πλάνισματος καί πῶς αὐτά ἐκλέγονται	169
5.4.2 Πῶς ἐκλέγομε τίς συνθήκες κατεργασίας καί τό ὕγρό κοπῆς	174
5.4.3 Ἡ πρόσδεση τοῦ ἐργαλείου	176
5.4.4 Ἡ πρόσδεση τῶν κομματιῶν	177
5.4.5 Πῶς ἐλέγχουμε πλανισμένα κομμάτια	182
5.4.6 Μέτρα γιά τήν πρόληψη ἀτυχήματος στό πλάνισμα	182
5.4.7 Ἐνα παράδειγμα πλάνισματος κομματιοῦ	184
5.5 Ἐρωτήσεις καί ἀσκήσεις	184



0020558257

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

