

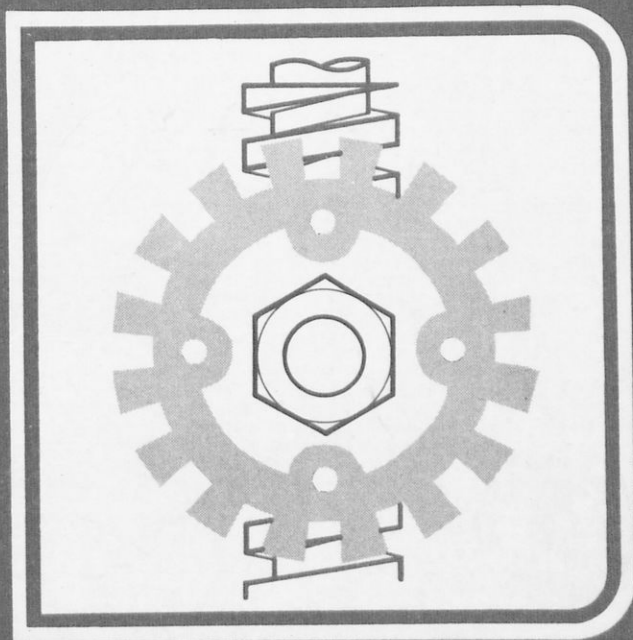


Β' Τεχνικού Λυκείου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ

Λάζαρου Ε. Λαζαρίδη

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε. Μ. Π.





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ὁ Εὐγένιος Εὐγενίδης, ὁ ἰδρυτὴς καὶ χορηγὸς τοῦ «Ἰδρύματος Εὐγενίδου», πολὺ νωρὶς πρόβλεψε καὶ σχημάτισε τὴν πεποιθῆση ὅτι ἡ ἄρτια κατάρτιση τῶν τεχνικῶν μας, σὲ συνδυασμὸ μὲ τὴν ἐθνικὴ ἀγωγή, θὰ ἦταν ἀναγκαῖος καὶ ἀποφασιστικὸς παράγοντας τῆς προόδου τοῦ ἔθνους μας.

Τὴν πεποίθησίν του αὐτὴ ὁ Εὐγενίδης ἐκδήλωσε μὲ τὴ γενναιοφρόνα πράξιν εὐεργεσίας, νὰ κληροδοτήσῃ σεβαστὸ ποσὸ γιὰ τὴ σύστασιν Ἰδρύματος ποῦ θὰ εἶχε σκοπὸ νὰ συμβάλλῃ στὴν τεχνικὴ ἐκπαίδευσιν τῶν νέων τῆς Ἑλλάδος.

Ἔτσι τὸ Φεβρουάριον τοῦ 1956 συστήθηκε τὸ «Ἴδρυμα Εὐγενίδου», τοῦ ὁποίου τὴν διοίκησιν ἀνέλαβε ἡ ἀδελφὴ του κυρία Μαριάνθη Σίμου, σύμφωνα μὲ τὴν ἐπιθυμίαν τοῦ διαθέτη.

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

Μέχρι σήμερον ἐκδόθησαν 150 τόμοι βιβλίων, ποῦ ἔχουν διατεθεῖ σὲ πολλὰ ἑκατομμύρια τεύχη, καὶ καλύπτουν ἀνάγκας τῶν Κατώτερων καὶ Μέσων Τεχνικῶν Σχολῶν τοῦ Ὑπ. Παιδείας, τῶν Σχολῶν τοῦ Ὄργανισμοῦ Ἀπασχολήσεως Ἑργατικῶν Δυναμικῶν (ΟΑΕΔ) καὶ τῶν Δημοσίων Σχολῶν Ἐμπορικῶν Ναυτικῶν.

Μοναδικὴ φροντίδα τοῦ Ἰδρύματος σ' αὐτὴ τὴν ἐκδοτικὴν του προσπάθειαν ἦταν καὶ εἶναι ἡ ποιότητα τῶν βιβλίων, ἀπὸ ἄποψη ὄχι μόνον ἐπιστημονικῆ, παιδαγωγικῆς καὶ γλωσσικῆς, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ ἄποψη ἐμφανίσεως, ὥστε τὸ βιβλίον νὰ ἀγαπηθεῖ ἀπὸ τοὺς νέους.

Γιὰ τὴν ἐπιστημονικὴ καὶ παιδαγωγικὴ ποιότητα τῶν βιβλίων, τὰ κείμενα ὑποβάλλονται σὲ πολλὰς ἐπεξεργασίας καὶ βελτιώνονται πρὶν ἀπὸ κάθε νέα ἔκδοσιν.

Ἰδιαίτερη σημασία ἀπέδωσε τὸ Ἴδρυμα ἀπὸ τὴν ἀρχὴ στὴν ποιότητα τῶν βιβλίων ἀπὸ γλωσσικὴ ἄποψη, γιὰ τὸ πιστεύει ὅτι καὶ τὰ τεχνικὰ βιβλία, ὅταν εἶναι γραμμένα σὲ γλῶσσα ἄρτια καὶ ὁμοιόμορφη ἀλλὰ καὶ κατάλληλη γιὰ τὴν στάθμην τῶν μαθητῶν, μποροῦν νὰ συμβάλλουν στὴν γλωσσικὴ διαπαιδαγώγησιν τῶν μαθητῶν.

Ἔτσι μὲ ἀπόφασιν ποῦ πάρθηκε ἤδη ἀπὸ τὸ 1956 ὅλα τὰ βιβλία τῆς Βιβλιοθήκης τοῦ Τεχνίτη, δηλαδὴ τὰ βιβλία γιὰ τὶς Κατώτερες Τεχνικὰς Σχολὰς, ὅπως ἀργότερα καὶ γιὰ τὶς Σχολὰς 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 καὶ ἔτσι ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνιαία σύνταξις καὶ ὁρολογία καθὲν κατηγορίας βιβλίων.



Ἡ ποιότητα τοῦ χαρτιοῦ, τὸ εἶδος τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων, τὰ σωστά σχήματα καὶ ἡ καλαισθητὴ σελιδοποίηση, τὸ ἐξώφυλλο καὶ τὸ μέγεθος τοῦ βιβλίου περιλαμβάνονται καὶ αὐτὰ στίς φροντίδες τοῦ Ἰδρύματος.

Τὸ Ἰδρυμα θεώρησε ὅτι εἶναι ὑποχρέωσή του, σύμφωνα μὲ τὸ πνεῦμα τοῦ ἰδρυτῆ του, νὰ θέσει στήν διάθεση τοῦ Κράτους ὅλη αὐτὴ τὴν πείρα του τῶν 20 ἐτῶν, ἀναλαμβάνοντας τὴν ἐκδόση τῶν βιβλίων καὶ γιὰ τίς νέες Τεχνικές καὶ Ἐπαγγελματικές Σχολές καὶ τὰ νέα Τεχνικά καὶ Ἐπαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα μὲ τὰ Ἀναλυτικά Προγράμματα τοῦ Κ.Ε.Μ.Ε.

Τὰ χρονικά περιθώρια γι' αὐτὴ τὴν νέα ἐκδοτικὴ προσπάθεια ἦταν πολὺ περιορισμένα καὶ ἴσως γι' αὐτό, ἰδίως τὰ πρῶτα βιβλία αὐτῆς τῆς σειρᾶς, νὰ παρουσιάσουν ἀτέλειες στὴ συγγραφὴ ἢ στὴν ἐκτύπωση, πού θὰ διορθωθοῦν στὴ νέα τους ἐκδόση. Γι' αὐτό τὸ σκοπὸ ἐπικαλούμαστε τὴν βοήθεια ὄλων ὄσων θὰ χρησιμοποιοῦσαν τὰ βιβλία, ὥστε νὰ μᾶς γνωστοποιήσουν κάθε παρατήρησή τους γιὰ νὰ συμβάλλουν καὶ αὐτοὶ στὴ βελτίωση τῶν βιβλίων.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ἀλέξανδρος Ι. Παπᾶς, Ὁμ. Καθηγητῆς ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Χρυσόστομος Φ. Καβουნიδης, Διπλ. Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Ἀντιπρόεδρος.

Μιχαὴλ Γ. Ἀγγελόπουλος, Τακτικὸς Καθηγητῆς ΕΜΠ, Διοικητῆς ΔΕΗ.

Παναγιώτης Χατζηγιάννου, Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ, Γεν. Δι/τῆς Ἐπαγ. Ἐκπ. Ὑπ. Παιδείας.

Ἐπιστημ. Σύμβουλος, Γ. Ρουσσὸς, Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ.

Σύμβουλος ἐπὶ τῶν ἐκδόσεων τοῦ Ἰδρύματος **Κ.Α. Μανάφης**, Καθηγητῆς Φιλοσοφικῆς Σχολῆς Παν/μίου Ἀθηνῶν.

Γραμματεὺς, **Δ.Π. Μεγαρίτης**.

Διατελέσαντα μέλη ἢ σύμβουλοι τῆς Ἐπιτροπῆς

Γεώργιος Κακριδῆς † (1955 – 1959) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Ἄγγελος Καλογεράς** † (1957 – 1970)

Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Δημήτριος Νιάσιος** (1957 – 1965) Καθηγητῆς ΕΜΠ, **Μιχαὴλ Σπετσιέρης**

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

Μηχ.-Ἡλ. ΕΜΠ.



Ε 3

ΦΣΣ

Λαζαρίδης, Λάζαρος Ε.

Β' ΤΑΞΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΛΑΖΑΡΟΥ Ε. ΛΑΖΑΡΙΔΗ
ΔΙΠΛ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ
τ. ΕΠΙΜΕΛΗΤΟΥ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ
1979



002
ΗΔΕ
ΕΤΩΒ
2133

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΗΣ ΒΟΥΛΗΣ
ΕΔΩΡΗΣΑΤΟ
Πρόβα Εισαγωγή
Αύξ. Αριθ. Εισαγ. 1890 Έτος 1980

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ἡ ἔκδοση αὐτῆ τῶν «Στοιχείων Μηχανῶν» μέ προορισμό νά χρησιμοποιηθεῖ ἀπό τοὺς Σπουδαστές τῆς β' τάξεως τοῦ τμήματος μηχανολόγων τοῦ Τεχνικοῦ Λυκείου, καλύπτει ἀπόλυτα τὸ ἀναλυτικὸ πρόγραμμα σπουδῶν πού ἐκπονήθηκε ἀπὸ τὸ ΚΕΜΕ.

Σκοπὸς τοῦ βιβλίου εἶναι νά προσφέρει στοὺς σπουδαστές τὴ γνώση τῶν διαφόρων στοιχείων δομῆς τῶν μηχανῶν, καθὼς καί νά τοὺς κατατοπίσει σχετικὰ μέ τὴν ὀρθή λειτουργία κάθε στοιχείου.

Ἐπί πλέον νά συμβάλλει στὴν πληροφόρηση τῶν μαθητῶν γιὰ τὴ συντήρηση καὶ ὀρθή ἐπισκευή τῶν μηχανῶν κατὰ τὴν ἄσκηση τοῦ ἐπαγγέλματός τους.

Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ καὶ ἐξωσχολικὰ τὸ βιβλίον θά τοὺς εἶναι παντοτεινὸς βοηθὸς καὶ σύμβουλος σὲ κάθε πρόβλημα πού περιέχεται στοὺς παραπάνω στόχους.

Ἡ ἀνάπτυξη τῶν διαφόρων κεφαλαίων εἶναι μέν περιληπτικὴ ἀλλὰ μέ τὰ παρατιθέμενα παραδείγματα καταβάλλεται προσπάθεια νά γίνεται μεθοδικὴ ἢ ἐμπέδωση τῶν γνώσεων στό μαθητὴ, ὥστε ἄνετα αὐτὲς νά τοῦ γίνουσι κτῆμα του.

Ἡ παράθεση πινάκων μέ τεχνικὰ δεδομένα θεωρήθηκε ἀπαραίτητη, γιὰτὶ μόνο μέ τὴν χρησιμοποίησιν τῶν δεδομένων αὐτῶν στὴν ἐπίλυση πρακτικῶν προβλημάτων ὁ τεχνικός ἐξοικειώνεται μέ τὰ τεχνικὰ μεγέθη καὶ ἔτσι μπορεῖ νά τὰ χειρίζεται δίχως λάθη.

Ὅρισμένα ἀπὸ τὰ δεκατρία κεφάλαια πού ἀρρατίζουν τὸ ὅλον κείμενον εἶναι περισσότερο ἴσως ἀνεπτυγμένα, αὐτὸ ὅμως ὀφείλεται στὴ φύσιν καὶ τὴ σπουδαιότητα τῶν ἐννοιῶν πού θίγονται.

Ὁ συγγραφέας σπεύδει νά τονίσει ὅτι θεωρεῖ τὴν συμβολὴν τοῦ διδάσκοντος, ὁ ὁποῖος πρέπει νά διαθέτει καὶ πλούσια τεχνικὴ ἐμπειρία, ἀποφασιστικὴ στὴν ὑλοποίησιν τῶν ἐννοιῶν τοῦ κειμένου ἀπὸ τοὺς μαθητές.

Εὐχαριστίες ἐκφράζονται πρὸς ὄλους ὄσους βοήθησαν γιὰ τὴν ἀρτιότερη ἐμφάνισιν τοῦ βιβλίου.

Ὁ Συγγραφέας

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε μηχανή, μικρή ή μεγάλη, που έξυπηρετεί κάποιο σκοπό, αποτελείται από σύνολα τεμαχίων σύνθετα ή απλά που ονομάζονται **άparties** και **τά εξαρτήματα**.

Τό **εξάρτημα** μπορεί νά θεωρηθεί ως **στοιχειώδες τμήμα** τής μηχανής, είναι μοκόμματο καί κατασκευασμένο από όρισμένο ύλικό.

Ή **άpartia** είναι συνδυασμός από εξαρτήματα σέ μία όλοκληρωμένη σύνθεση, μέ βάση τό σχέδιο κατασκευής τής μηχανής.

Στήν ανάπτυξη που θά ακολουθήσει, όλα αυτά τά μέρη μέ τίς συνδέσεις τους καί τίς συνθέσεις τους θά περιληφθούν στόν όρο **στοιχεία μηχανών**. Ή μελέτη τών στοιχείων μηχανών άπασχολεί είδικό κλάδο τής **μηχανολογίας**.

Τά στοιχεία μηχανών γενικά όμαδοποιούνται σέ δύο κατηγορίες.

Στήν πρώτη άνήκουν τά στοιχεία **γενικού προορισμού** που περιλαμβάνουν:

Μόνιμα καί λυόμενα μέσα συνδέσεως, τροχούς τριβής, όδοντοκινήσεις, άξονες καί άτράκτους, λυόμενους καί σταθερούς συνδέσμους, έδρανα, έλατήρια καί πλαίσια μηχανών.

Καθένα από τά στοιχεία αυτά, σ' όποιαδήποτε μηχανή καί άν βρεθεί έκτελεϊ τήν ίδια πάντα λειτουργία.

Στή δεύτερη κατηγορία άνήκουν τά **στοιχεία είδικού προορισμού**, που περιλαμβάνουν όσα στοιχεία χρησιμοποιούνται σέ όρισμένους μόνο τύπους μηχανών. Τέτοια στοιχεία π.χ. είναι τά έμβολα, οί βαλβίδες κλπ.

Ήπίδιωξη του κλάδου αυτού τής Μηχανολογίας είναι νά δοθούν στά στοιχεία μηχανών τά πλέον ταιριαστά γεωμετρικά μεγέθη. Νά γίνει έκλογή του πιό κατάλληλου ύλικού, νά καθορισθεί ό σωστός βαθμός άκριβείας στήν κατεργασία τους καί νά προβλεφθούν συνθήκες ταχύτερης κατασκευής των τέτοιες, ώστε τό κόστος του κάθε εξαρτήματος νά έλαχιστοποιηθεί, μέ ταυτόχρονη μεγιστοποίηση τής άξιοπιστίας κάθε νέου μηχανήματος.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

1.1 Γενικά.

Τά πιά σνηθισμένα άπλά στοιχεΐα, πού συναντάμε σέ όλες άνεξαΐρετα τίς μηχανές, εΐναι έκείνα πού συνδέουν τά διάφορα τεμάχια μεταξύ τους. Εΐναι δέ τά **καρφιά** (ήλοι), οί **κοχλίες** καί οί **σφήνες**.

Όποιος έχει έπισκεφθεΐ σιδηρουργείο ή λεβητοποιείο, ασφαλώς έχει δεΐ τό σιδηρουργό νά καρφώνει κάποια κατασκευή. Επίσης, όποιος ασχολήθηκε μέ τή διόρθωση τής όποιασδήποτε μηχανής, μικρής ή μεγάλης, ασφαλώς θά βίδωσε ή θά ξεβίδωσε κάποιο κοχλία, γιά νά συνδέσει ή νά άποσυνδέσει δυό έξαρτήματα αύτής τής μηχανής.

Άντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι τά καρφιά καί οί κοχλίες, όπως βέβαια καί οί σφήνες, άποτελοΐν τά **μέσα συνδέσεως** τών έξαρτημάτων μιάς μηχανής ή γενικότερα μιάς μεταλλικής κατασκευής.

1.2 Εΐδη συνδέσεων.

Οί συνδέσεις άνάλογα μέ τόν τρόπο πού εφαρμόζονται χωρίζονται σέ δυό κατηγορίες:

α) Συνδέσεις, στίς όποΐες τά συνδεόμενα τεμάχια ένώνονται έτσι, ώστε νά εΐναι εύκολη ή άποσυναρμολόγησή τους, χωρίς νά καταστρέφεται τό μέσον τής συνδέσεως. Οί συνδέσεις αυτές λέγονται **λυόμενες**. Χαρακτηριστικό στίς συνδέσεις αυτές εΐναι ότι τόσο τά συνδεόμενα κομμάτια, όσο καί τά μέσα συνδέσεώς τους άποσυναρμολογοΐνται, δηλαδή λύνονται καί τά έχομε άνέπαφα μετά τή λύση τής συνδέσεως.

β) Συνδέσεις, στίς όποΐες τά συνδεόμενα κομμάτια ένώνονται **κατά τρόπο μόνιμο**. Αυτές λέγονται **μη λυόμενες συνδέσεις**. Χαρακτηριστικό στίς μη λυόμενες συνδέσεις εΐναι ότι, γιά νά άποσυναρμολογηθοΐν τά συνδεόμενα μέρη τους, πρέπει νά καταστραφεί τό μέσον, πού χρησιμοποιήθηκε γιά τή σύνδεσή τους.

Άναφέρομε χαρακτηριστικά παραδείγματα τών δυό αύτών τρόπων συνδέσεως:

—“Όταν ο οδηγός αυτοκινήτου γιά νά αλλάξει τό λάστιχο τοῦ τροχοῦ, πού ἔπαθε κάποια βλάβη, ξεβιδώνει τούς κοχλίες πού συνδέουν τόν τροχό μέ τό σκελετό τοῦ αυτοκινήτου, αὐτε ὁ τροχός οὔτε ὁ σκελετός τοῦ αυτοκινήτου παθαίνουν τίποτε. Ἡ σύνδεση αὐτή τοῦ τροχοῦ μέ τό αυτοκίνητο, πού γίνεται μέ κοχλίες εἶναι **λυόμενη**.

—“Όταν ὁ λεβητοποιός κατασκευάζει μιά δεξαμενή νεροῦ, συνδέει τά ἐλάσματα μεταξύ τους μέ καρφιά. Ὅλοι γνωρίζομε ὅτι ἡ δεξαμενή αὐτή, ὅπως κατασκευάσθηκε, δέν εἶναι δυνατό νά ἀποσυναρμολογηθεῖ ἂν δέν καταστραφοῦν τά καρφιά, πού συνδέουν τά ἐλάσματα. Ἐπομένως, ἡ σύνδεση αὐτή μέ τά καρφιά (ἡ ἤλωση) εἶναι μιά **μὴ λυόμενη σύνδεση**.

Καί ἀπό τίς δυό αὐτές κατηγορίες συνδέσεων ὑπάρχουν πολλά παραδείγματα, μερικά ἀπό τά ὅποια θά ἀναφέρομε στή συνέχεια τοῦ βιβλίου.

Ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς συνδέσεως, πού θέλομε νά πραγματοποιήσομε, χρησιμοποιοῦμε καί τό **κατάλληλο μέσο** συνδέσεως. Ἔτσι, γιά τίς λυόμενες συνδέσεις χρησιμοποιοῦμε κοχλίες καί σφῆνες. Γιά τίς μὴ λυόμενες χρησιμοποιοῦμε καρφιά (ἤλους).

Πρέπει ὅμως νά τονισθεῖ ὅτι σέ ὀρισμένες περιπτώσεις γιά λόγους εὐκολῆς συναρμολογήσεως ἐπί τόπου μπορούμε νά χρησιμοποιήσομε σέ μιά μὴ λυόμενη σύνδεση καί μικρό ἀριθμό μέσων συνδέσεως, πού κανονικά χρησιμοποιοῦνται γιά τίς λυόμενες συνδέσεις. Ἔτσι π.χ. σέ ἓνα ζευκτό στέγης, πού ἀποτελεῖται ἀπό τεμάχια συνδεόμενα μέ τρόπο μόνιμο (μὴ λυόμενη σύνδεση), χρησιμοποιοῦμε καί κοχλίες, πού κανονικά χρησιμοποιοῦνται γιά νά συνδέουν κομμάτια, πού πρόκειται ἡ μπόρουν νά ἀποσυνδεθοῦν.

Στό τέλος τῆς σύντομης αὐτῆς περιγραφῆς τῶν συνδέσεων πρέπει νά προσθέσομε ὅτι, ἐκτός ἀπό τούς τρεῖς τρόπους πού εἶδαμε παραπάνω, ὑπάρχει καί τέταρτος τρόπος συνδέσεως κομματιῶν. Ὁ τρόπος αὐτός εἶναι μέ τίς συγκολλήσεις, πού στήν πραγματικότητα ἀνήκουν στίς **μὴ λυόμενες συνδέσεις**. Στίς συγκολλήσεις ὁμως αὐτό πού ἐπιτυγχάνει τῆ συγκόλληση εἶναι ἡ **θερμότητα**. Συνεπῶς ἐδῶ δέν μᾶς ἐνδιαφέρουν οἱ συγκολλήσεις, γιατί ἡ θερμότητα δέν εἶναι στοιχεῖο μηχανῶν, ὅπως εἶναι οἱ κοχλίες, τά καρφιά καί οἱ σφῆνες. Οἱ συγκολλήσεις ἐξετάζονται στό μάθημα τῆς Μηχανουργικῆς Τεχνολογίας.

1.3 Ἐρωτήσεις.

1. Ποιά στοιχεῖα μηχανῶν χρησιμοποιοῦνται γιά νά συνδέσουν μεταξύ τους τά διάφορα κομμάτια μιάς μηχανῆς;
2. Σέ ποιές κατηγορίες ταξινομοῦνται τά διάφορα εἶδη συνδέσεων;
3. Ποιά εἶναι ἡ χαρακτηριστική διαφορά στίς λυόμενες καί μὴ λυόμενες συνδέσεις;
4. Ποιά στοιχεῖα μηχανῶν χρησιμοποιοῦνται γιά τίς λυόμενες συνδέσεις;
5. Κατά τί διαφέρουν οἱ συγκολλήσεις ἀπό τίς μὴ λυόμενες συνδέσεις;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΡΦΙΑ - ΚΑΡΦΟΣΥΝΔΕΣΕΙΣ (ΗΛΟΙ - ΗΛΩΣΕΙΣ)

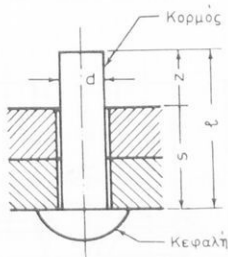
2.1 Καρφιά (ήλοι).

α) Γενικά. Στοιχεία καρφιῶν.

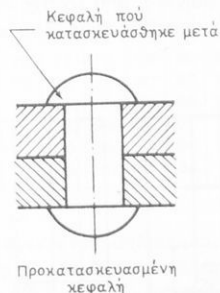
Οι συνδέσεις με καρφιά λέγονται καρφοσυνδέσεις. Ἡ καρφοσύνδεση εἶναι **μὴ λυόμενη** σύνδεση.

Τὰ καρφιά πού χρησιμοποιοῦνται κάθε φορά γιὰ ἓνα κάρφωμα πρέπει νά εἶναι κατασκευασμένα ἀπό τό ἴδιο ὑλικό, ἀπό τό ὁποῖο κατασκευάζονται καί τὰ συνδεόμενα μέρη. Ἔτσι π.χ. μέ καρφιά ἀπό ἀλουμίνιο συνδέονται κομμάτια ἀπό ἀλουμίνιο κ.ο.κ.

Τὰ καρφιά, ὅταν ἐξετάζονται μορφολογικά (γεωμετρικά), ἀποτελοῦνται ἀπό τόν **κορμό** καί τήν **κεφαλή** (σχ. 2.1α).



Σχ. 2.1α.



Σχ. 2.1β.

Ὁ κορμός ἔχει σχῆμα κυλινδρικό μέ διάμετρο d καί εἶναι ἀρκετά μακρῆς, ὥστε ὄχι μόνο νά ξεπερνά τὰ ἐλάσματα, πού πρόκειται νά συνδέσει, ἀλλά καί νά προχωρεῖ ἀκόμα περισσότερο (σχ. 2.1α).

Ἄν τό μήκος τοῦ κορμοῦ, πού ἀντιστοιχεῖ στό πάχος τῶν συνδεομένων ἐλασμάτων, συμβολισθεῖ μέ τό γράμμα (s), τό δέ τμήμα πού προεξέχει ἀπό αὐτά μέ τό γράμμα (z), τότε, ὅπως φαίνεται καί ἀπό τό σχῆμα 2.1α, τό συνολικό μήκος τοῦ κορμοῦ ἑνός καρφιοῦ ἰσοῦται πρὸς:

$$l = s + z$$

Έτσι, αν π.χ. τό συνολικό πάχος τῶν δυό συνδεομένων ἐλασμάτων εἶναι $s=10$ mm, τό δέ μήκος τοῦ κορμοῦ τοῦ ἡλου, πού ἐξέχει, $z=12$ mm, τό συνολικό μήκος τοῦ κορμοῦ θά εἶναι $l = 22$ mm.

Τό πρόσθετο αὐτό μήκος τοῦ κορμοῦ z χρησιμεύει γιά νά σχηματισθεῖ ἡ δευτέρη κεφαλή στό καρφί (σχ. 2.1β).

Οἱ καρφοσυνδέσεις ὡς πρός τόν τρόπο κατασκευῆς τους διακρίνονται:

- Σέ μηχανικές, πού ἐκτελοῦνται μέ μηχανικά μέσα, καί
- σ' αὐτές πού γίνονται μέ τό χέρι.

Στίς μηχανικές καρφοσυνδέσεις γιά τό l ἰσχύει ὁ τύπος:

$$l = s + \frac{4}{3} \cdot d$$

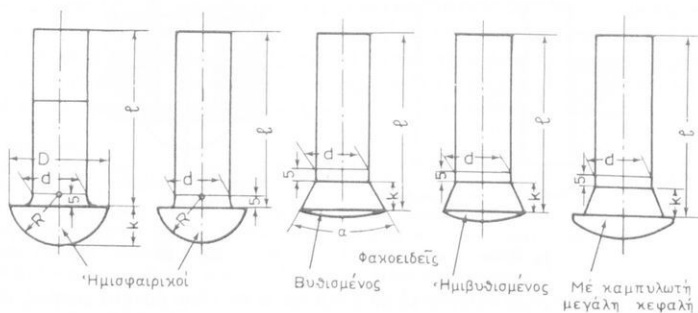
Στίς καρφοσυνδέσεις, πού γίνονται μέ τό χέρι ἰσχύει ὁ τύπος:

$$l = s + \frac{7}{4} \cdot d$$

Οἱ Πίνακες 2.1.1 καί 2.1.2 περιέχουν τά κατάλληλα μήκη κορμοῦ σέ σχέση μέ τό πάχος τῶν ἐλασμάτων s γιά λεβητόκαρφα καί γιά καρφιά σιδηροκατασκευῶν.

β) Εἶδη καρφιῶν.

Όπως φαίνεται ἀπό τό σχῆμα 2.1γ, τά καρφιά διακρίνονται τόσο ὡς πρός τή μορφή τῆς κεφαλῆς τους, ὅσο καί ὡς πρός τό πάχος (διάμετρος d) τοῦ κορμοῦ τους.



Σχ. 2.1γ.

Καρφιά διάφορου σχήματος μέ τήν ὀνομασία τους.

Έτσι διαιροῦνται:

— Ἀνάλογα πρός τή **μορφή τῆς κεφαλῆς τους** (σχ. 2.1γ) σέ:

- Ἡμισφαιρικά** (στρογγυλοκέφαλα), πού ἡ κεφαλή τους εἶναι σχεδόν ἡμισφαιρική.

β) **Φακοειδή**, που η κεφαλή τους είναι λιγότερο καμπυλωτή (όπως είναι οι φακοί).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.1.

Λεβητόκαρφα. Μήκος κορμού σε σχέση με τό πάχος τῶν ἐλασμάτων.

Ἀρχική κεφαλή: ἡμισφαιρική								Διαμορφωμένη κεφαλή: ἡμισφαιρική										
Ἀρχική διαμετρ. κορμοῦ d mm	10	12	14	16	18	20	22	d	10	12	14	16	18	20	22	24	(27)	
μῆκος ἐλασμάτων s mm	Μῆκος κορμοῦ / mm							s	Μῆκος κορμοῦ / mm									
6	24							22	45	48	50	52	55	58	60	65	68	
7	26							24	48	50	52	55	58	60	62	68	70	
8	26	28						26	50	52	55	58	60	62	65	70	72	
9	28	30						28	52	55	58	60	62	65	70	72	75	
10	28	32	34					30	55	58	60	62	65	68	72	75	78	
11	30	34	36					32	58	60	62	65	68	70	75	78	80	
12	32	34	38	40				34	60	62	65	68	72	72	78	80	83	
13	32	36	38	40				36	62	65	68	70	75	75	80	80	85	
14	34	36	40	42	45			38	68	70	72	78	78	80	85	85	85	
15	34	38	40	42	45			40	70	72	76	78	80	85	85	90	90	
16	36	40	42	45	48	50		42	72	75	75	80	80	85	90	90	95	
17	38	40	42	45	50	52		44	75	80	85	85	90	90	95	90	95	
18	38	42	45	48	50	55	55	46	78	80	90	90	90	90	95	95	95	
19	40	45	45	48	52	55	58	48	80	85	90	90	90	95	95	95	95	
20	42	45	48	50	52	55	60	50	85	90	95	95	95	95	100	100	100	

Τά φακοειδή διακρίνονται πάλι σέ:

- **βυθισμένα (φρεζάτα)**, που ἡ κεφαλή τους ἔχει τέτοιο σχῆμα, ὥστε νά μπορεῖ νά βυθίζεται, δηλαδή νά χωνεῖται στό ἓνα ἀπό τά δύο συνδεόμενα κομμάτια, καί σέ
- **ἡμβυθισμένα**, που ἓνα τμήμα μόνο τῆς κεφαλῆς τους βυθίζεται στό ἓνα ἀπό τά συνδεόμενα, ἐνῶ τό ὑπόλοιπο ἐξέχει.

γ) Καρφιά μέ καμπυλωτή μεγάλη κεφαλή.

Ἡ διάμετρος τῆς κεφαλῆς τῶν ἡμισφαιρικῶν καρφιῶν συμβολίζεται μέ τό γράμμα (D) (σχ. 2.1γ καί 2.1δ). Τό βύθισμα τῆς κεφαλῆς τῶν βυθισμένων καρφιῶν συμβολίζεται μέ τό γράμμα (κ) (σχ. 2.1γ).

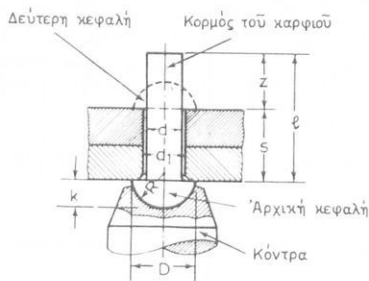
Ἡ διάμετρος τῶν κορμῶν τῶν καρφιῶν συμβολίζεται, ὅπως εἶδαμε, μέ τό γράμμα d (σχ. 2.1γ καί 2.1δ).

— Ἀνάλογα πρὸς τή **διάμετρο τοῦ κορμοῦ** τους τά καρφιά διαιροῦνται σέ δύο κατηγορίες:

- α) Στά καρφιά μέ διάμετρο μικρότερη ἀπό 10 mm καί

β) τὰ καρφιά μέ διάμετρο από 10 ως 43 mm.

Πρέπει νά σημειωθεῖ ὅτι τὰ καρφιά τῆς τελευταίας κατηγορίας (β) χαρακτηρίζονται ὡς **λεβητόκαρφα** καί χρησιμοποιοῦνται τόσο γιά καρφώματα σέ λέβητες ὅσο καί γιά συνδέσεις σιδηρένιων κατασκευῶν (ζευκτά στεγῶν, δοκοί γεφυρῶν κλπ.).



Σχ. 2.16.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.2.

Καρφιά σιδηροκατασκευῶν

Ἀρχική κεφαλή: ἡμισφαιρική								Διαμορφωμένη κεφαλή: ἡμισφαιρική									
Ἀρχική διαμετρ κορμοῦ d mm	10	12	14	16	18	20	22	d	10	12	14	16	18	20	22	24	(27)
	Μῆκος ἐλασμάτων / mm							s	Μῆκος ἐλασμάτων / mm								
6	20							22	40	40	42	45	48	50	52	55	
7	22							24	42	42	45	48	50	52	55	58	
8	24	24						26	45	45	48	50	52	55	58	60	62
9	24	26						28	48	48	50	52	55	58	60	62	65
10	26	28	28					30	50	50	52	55	58	60	62	65	68
11	26	28	28					32	50	52	55	58	60	62	65	68	70
12	26	28	30	32				34	52	55	58	60	62	65	68	70	72
13	28	30	32	32				36	55	58	60	62	65	68	70	72	75
14	28	30	32	34	36			38	58	60	62	65	68	70	72	75	78
15	30	32	34	36	38			40	60	62	65	68	70	72	75	78	80
16	32	34	36	38	38	40		42	62	65	65	68	70	72	75	78	80
17	32	34	36	38	40	42		44		65	68	70	72	75	78	80	82
18	34	36	38	40	42	45	48	46	68	70	72	75	78	80	82	85	
19	36	38	40	42	45	48	48	48	70	72	75	78	80	82	85	85	
20	38	38	40	42	45	48	50	50		75	78	80	82	85	85	90	

Τά καρφιά μέ διάμετρο μικρότερη από 10 mm ($d \leq 10$) διαιρούνται, σύμφωνα μέ τά γερμανικά πρότυπα D.I.N. σέ:

Ήμισφαιρικά	(D.I.N. 660, 663, 664)	$d = 1$ ώς 9 mm
Βυθισμένα	(D.I.N. 661, 664)	$d = 1$ ώς 9 mm
Ήμιβυθισμένα	(D.I.N. 662)	$d = 1$ ώς 8 mm
Καμπυλωτά μέ μεγάλη κεφαλή	(D.I.N. 674)	$d = 1,6$ ώς 8,4 mm
Πριτσίνια	(D.I.N. 675)	$d = 1,0$ ώς 3,0 mm

Τά καρφιά μέ διάμετρο από 10 ώς 43 mm ($d > 10$) διαιρούνται σέ:

Ήμισφαιρικά γιά καζάνια	(D.I.N. 123)	$d = 10$ ώς 35 mm
Ήμισφαιρικά γιά σιδηροκατασκευές	(D.I.N. 124)	$d = 10$ ώς 36 mm
Βυθισμένα	(D.I.N. 302)	$d = 10$ ώς 36 mm
Ήμιβυθισμένα	(D.I.N. 301)	$d = 10$ ώς 43 mm
Φακοειδή βυθισμένα	(D.I.N. 303)	$d = 10$ ώς 43 mm

Ανάλογα μέ τό είδος τής ήλώσεως, πού θά προτιμηθεΐ, έκλέγεται καί τό σχετικό συνδετικό μέσο (καρφί).

Τά ήμισφαιρικά καρφιά χρησιμοποιούνται περισσότερο, έπειδή ή σύνδεση μέ αυτά στοιχίζει φθηνότερα.

Όταν ή κεφαλή τών ήμισφαιρικών καρφιών έμποδίζει στήν κατασκευή, χρησιμοποιούνται τά βυθισμένα καρφιά. Όπου χρησιμοποιούνται βυθισμένα καρφιά, τό πάχος του έλάσματος, μέσα στό όποιο θά βυθισθεΐ τό καρφί, πρέπει νά είναι μεγαλύτερο από τό ύψος τής κεφαλής (κ) του καρφιού (σχ. 2.1γ).

Τά φακοειδή ήμιβυθισμένα δέν χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σήμερα. Στή θέση τους χρησιμοποιούνται τά βυθισμένα.

Γιά νά αγοράσομε ένα καρφί πρέπει νά γνωρίζομε τόν τύπο του (πού δίνεται από τό συμβολισμό D.I.N.), τή διάμετρο καί τό μήκος του κορμού του. Αν πρόκειται π.χ. γιά ήμισφαιρικό βυθισμένο καρφί, αυτό έχει συμβολισμό D.I.N. 123, αν πάλι πρόκειται γιά βυθισμένο, αυτό έχει συμβολισμό D.I.N. 302 κ.ο.κ.

Έτσι, όταν μάς ζητηθεΐ νά αγοράσομε ένα καρφί «20 x 70 D.I.N. 123», σημαίνει ότι θέλομε ένα ήμισφαιρικό καρφί μέ διάμετρο 20 mm καί μήκος 70 mm κ.ο.κ.

Όταν αγοράζομε καρφιά, μετρούμε τή διάμετρο του κορμού από ένα σημείο του, πού βρίσκεται τουλάχιστον 5 mm κάτω από τήν κεφαλή του καρφιού.

Στοιχεία τών διαστάσεων τών καρφιών βρίσκονται στόν Πίνακα 2.1.3.

2.2 Τρύπα του καρφιού (καρφότρυπα).

Στό σημείο, πού θά γίνει τό κάρφωμα, πρώτα άνοίγεται μιά τρύπα, είτε μέ ζουμπά, είτε μέ τρυπάνι καί μετά έφαρμόζεται τό καρφί. Η διάμετρος τής τρύπας, πού συμβολίζεται μέ τό γράμμα (d_1) (σχ. 2.1δ), λαμβάνεται σύμφωνα μέ τούς κανονι-

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.3.
Διαστάσεις καρφιών

	d	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24	27	30	(33)	36
Διάμετρος κορμού	d	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24	27	30	(33)	36
Διάμετρος όπης καρφιού	d ₁	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Κοχλίας που ταιριάζει στην τρύπα καρφιού		M10,	M12		M16		M20		M24		M30		M36
Διάμετρος κεφαλής	D	18	22	25	28	32	36	40	43	48	53	58	64
Ύψος κεφαλής	k	7	9	10	11,5	13	14	16	17	19	21	23	25
Ακτίνα καρπούλ. κεφαλής	R	9,5	11	13	14,5	16,5	18,5	20,5	22	24,5	27	30	33
Στρογγύλεμα	r	1	1,6	1,6	2	2	2	2	2,5	2,5	3	3	4
Διάμετρος κεφαλής	D	16	19	22	25	28	32	36	40	43	48	53	58
Ύψος κεφαλής	k	6,5	7,5	9	10	11,5	13	14	16	17	19	21	23
Ακτίνα καρπούλ. κεφαλής	R	8	9,5	11	13	14,5	16,5	18,5	20,5	22	24,5	27	30
Στρογγύλεμα	r	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2
Διάμετρος κεφαλής	D	14,5	18	21,5	26	30	31,5	34,5	38	42	42,5	46,5	51
Ύψος κεφαλής	k	3	4	5	6,5	8	10	11	12	13,5	15	16,5	18
Ακτίνα καρπούλ. κεφαλής	R	27	41	58	85	113	124,5	75,5	91	111	114	136	164
Γωνία βυθίσεως	α			75°			60°					45°	

σμούς, μεγαλύτερη κατά ένα χιλιοστό (1 mm) από τη διάμετρο (d) του καρφιού που θά δεχθεί.

Ἡ δαπάνη γιὰ τὴ διάνοιξη τῆς τρύπας μὲ ζουμπά εἶναι βέβαια μικρότερη ἀπὸ τὴ δαπάνη γιὰ τὴ διάνοιξη τῆς μὲ τρυπάνι. Οἱ τρύπες ὁμως, πού ἀνοίγονται μὲ τὸ ζουμπά, ἔχουν τὸ μειονέκτημα ὅτι δέν εἶναι ἀπόλυτα κυλινδρικές, καί ὅτι ἡ ἐσωτερικὴ κυλινδρική ἐπιφάνειά τους παρουσιάζει λεπτές ρωγμές, πού ἐλαττώνουν πολὺ τὴν ἀντοχὴ τῆς συνδέσεως. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ στοὺς λέβητες καί στίς σιδηροκατασκευές, πάντοτε προβλέπεται οἱ τρύπες νὰ ἀνοίγονται μὲ τρυπάνι.

Συνιστᾶται ἐπίσης οἱ τρύπες νὰ ἀνοίγονται ταυτόχρονα σ' ὅλα τὰ ἐλάσματα πού πρόκειται νὰ συνδεθοῦν μεταξύ τους.

2.3 Διάταξη καρφοσυνδέσεων (ἠλώσεων).

Οἱ καρφοσυνδέσεις διακρίνονται σέ:

- Καρφοσυνδέσεις μὲ ἐπικάλυψη (σχ. 2.3α) καί σέ
- καρφοσυνδέσεις μὲ ἄρμολαύπτρες (ἄρμολαύμματα, ἄρμολαύπτρα) (σχ. 2.3β). (Ἄρμολαύπτρα εἶναι τὸ πρόσθετο ἔλασμα, πού καλύπτει τὸν ἄρμὸ συνδέσεως δύο ἐλασμάτων).

α) Στίς ραφές μὲ ἐπικάλυψη, ὅπως βλέπομε καί στοῦ σχῆμα 2.3α, τὰ ἐλάσματα 1 καί 2 ὑπερκαλύπτουν κατὰ ἓνα ποσοστὸ τὸ ἓνα τὸ ἄλλο καί συνδέονται μὲ μιά, δύο ἢ καί τρεῖς σειρές καρφιῶν. Ὁ τρόπος αὐτὸς τῆς συνδέσεως εἶναι ἀπλός· ἀλλὰ ἔχει τὸ μειονέκτημα ὅτι τόσο τὰ καρφιά ὅσο καί τὰ ἐλάσματα ὑποφέρουν σύνθετα στοῦ τμήμα τῆς ἐπικάλυψως ἀπὸ ὅ,τι ὑποφέρουν στίς καρφοσυνδέσεις μὲ ἄρμολαύπτρες.

β) Στίς ραφές μὲ ἄρμολαύπτρες, τὰ ἐλάσματα ταιριάζονται μετωπικά, ὅπως φαίνεται π.χ. στοῦ σχῆμα 2.3β, ὁ δὲ διαχωριστικὸς ἄρμὸς καλύπτεται μὲ ἓνα ἢ δύο ἐλάσματα, δηλαδὴ μὲ τίς **ἄρμολαύπτρες**. Οἱ ἄρμολαύπτρες καρφώνονται μὲ τὰ συνδεόμενα καί πραγματοποιοῦν ἔτσι τὴ σύνδεση μεταξύ τους (σχ. 2.3β).

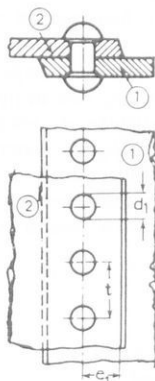
Ἡ καρφοσύνδεση εἴτε μὲ ἐπικάλυψη εἶναι, εἴτε μὲ ἄρμολαύπτρα, μπορεῖ νὰ ἔχει μιά, δύο ἢ καί περισσότερες σειρές καρφιῶν, ἀνάλογα μὲ τὴν ἀντοχὴ πού θέλομε νὰ παρουσιάζει.

Ἐτσι οἱ ραφές διακρίνονται σέ ραφές μὲ ἐπικάλυψη ἀπλῆς ἢ διπλῆς σειρᾶς καρφιῶν καί σέ ραφές μὲ ἄρμολαύπτρα **ἀπλῆς** ἢ **διπλῆς** σειρᾶς καρφιῶν.

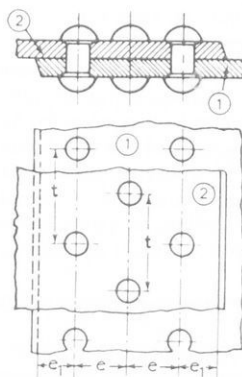
Ἡ ἀπόσταση μεταξύ δύο γειτονικῶν καρφιῶν τῆς ἰδίας σειρᾶς ὀνομάζεται **βῆμα τῆς ἠλώσεως** καί συμβολίζεται μὲ τὸ γράμμα (t) (σχ. 2.3α καί 2.3β).

Τόσο στίς ραφές μὲ ἄρμολαύπτρες ὅσο καί στίς ραφές μὲ ἐπικάλυψη, ἐκτός ἀπὸ τὸ βῆμα (t), διακρίνομε καί μερικές ἄλλες ἀποστάσεις. Αὐτές εἶναι: ἡ ἀπόσταση (e) μεταξύ δύο παραλλήλων σειρῶν καρφιῶν καί ἡ ἀπόσταση (e_1) τῆς ἀκραίας σειρᾶς καρφιῶν ἀπὸ τὴν ἄκρη τοῦ ἐλάσματος (σχ. 2.3α καί 2.3β). Ἡ ἀπόσταση αὐτὴ ἔχει σημασία τόσο γιὰ τὴ στεγανότητα ὅσο καί γιὰ τὴν ἀντοχὴ τῆς καρφοσυνδέσεως.

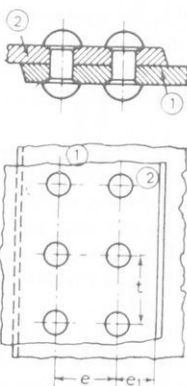
Συνήθως ἡ ἀπόσταση (e_1) λαμβάνεται ἴση μὲ 1,5 d, ὅπου (d) ἡ διάμετρος τοῦ κορμοῦ τοῦ καρφιού. Ἰδιαίτερα στίς καρφοσυνδέσεις μὲ ἄρμολαύπτρες ὑπάρχει καί ἡ ἀπόσταση (e_2) τοῦ ἄξονα τῶν καρφιῶν ἀπὸ τὸν ἄρμὸ. Ἡ (e_2) λαμβάνεται συνήθως λίγο μικρότερη τῆς (e_1) (σχ. 2.3β).



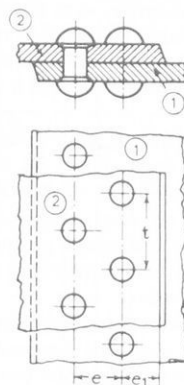
Καρφουσύνδεση (ήλωση) με έπικάλυψη άπλης σειράς.



Καρφουσύνδεση (ήλωση) με έπικάλυψη τριπλής σειράς (ζιγκ-ζαγκ).



Καρφουσύνδεση (ήλωση) με έπικάλυψη διπλής σειράς.

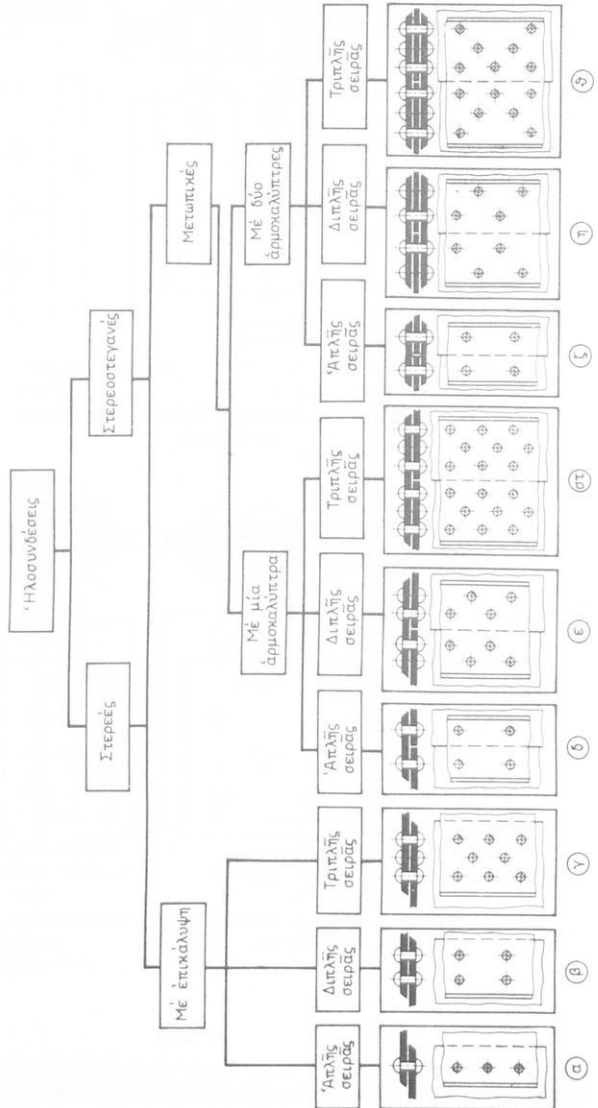


Καρφουσύνδεση (ήλωση) με έπικάλυψη διπλής σειράς (ζιγκ-ζαγκ).

Σχ. 2.3α.

*Από όσα είπώθηκαν ως τώρα, φαίνεται ότι **γιά νά γίνει μιά καρφουσύνδεση πρέπει νά όρισθούν τά βασικά στοιχεία της**. Αύτά είναι: ή διάμετρος (d) του καρφιού, πού θά χρησιμοποιηθει, τό βήμα του καρφώματος (t), δηλαδή ή απόσταση από

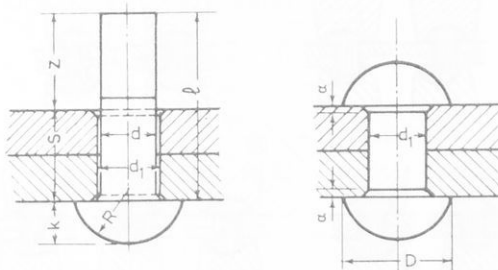
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3.1.



2.4 Έκτέλεση τών καρφοσυνδέσεων.

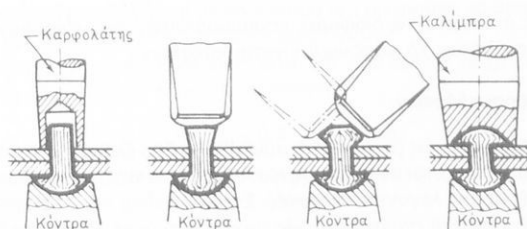
Όπως έχει λεχθεί και στα προηγούμενα, για να γίνει μιά καρφοσύνδεση ανοίγει πρώτα μιά τρύπα, τής οποίας ή διάμετρος είναι κατά ένα χιλιοστό μεγαλύτερη από τή διάμετρο του κορμού του καρφιού. Στην τρύπα αυτή εφαρμόζεται τό καρφή καθ' όλα έτοιμο για τό κάρφωμα.

Κάτω από τήν κεφαλή του καρφιού μπαίνει ένα «κόντρα» ενώ από τό άλλο άκρο σφυρηλατείται ό κορμός πού προεξέχει, ώσπου να σχηματισθεί ή δεύτερη κεφαλή



Σχ. 2.4α.

Διαμόρφωση δεύτερης κεφαλής καρφιού (ήλου).



Σχ. 2.4β.

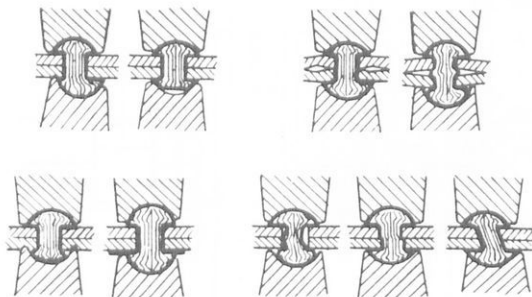
Η σειρά τής εργασίας.

στό καρφή (σχ. 2.4α). Καθώς σφυροκοπείται τό καρφή ό κορμός του διαστέλλεται και έτσι γεμίζει ολόκληρη ή τρύπα (τό κενό του 1 mm), δηλαδή ή διατομή του καρφιού γίνεται ίση με τή διατομή τής τρύπας.

Στό σχήμα 2.4β φαίνονται καθαρά οι διαδοχικές φάσεις ενός καρφώματος.

Τά εργαλεία πού χρησιμοποιεί ό τεχνίτης είναι **τό σφυρι** και τό **κόντρα**, μέ τό όποιο πιέζει τή διαμορφωμένη κεφαλή του καρφιού, τή στιγμή πού σφυρηλατεί τόν κορμό, για να σχηματισθεί ή δεύτερη κεφαλή. Για τήν άρχική τοποθέτηση του καρφιού και τό ταίριασμά του στην τρύπα των έλασμάτων, χρησιμοποιεί ένα ειδικό εργαλείο, πού φαίνεται στό σχήμα 2.4β και τό όποιο ονομάζεται **καρφολάτης**. Τέλος, χρησιμοποιεί και τήν **καλίμπρα**, μέ τήν όποια σχηματοποιεί τή δεύτερη (έπάνω) κεφαλή, προσπαθώντας να τή διαμορφώσει όμοια μέ τήν κάτω.

Καρφιά μέ διάμετρο κορμού ως 8 mm είναι δυνατό νά χρησιμοποιηθοῦν γιά τό κάρφωμα, χωρίς νά θερμανθοῦν προηγουμένως. Τά καρφιά ὁμως μέ διάμετρο κορμού, πάνω ἀπό 8 mm, πρέπει προηγουμένως νά θερμανθοῦν ὥσπου νά ἐρυθροπυρωθοῦν. Ὅταν τό καρφί ψυχθεῖ, συστέλλεται ἐγκάρσια καί ἔτσι ἐλαττώνεται λίγο ἡ διάμετρος του, συστέλλεται ὁμως καί ἀξονικά καί μέ τίς δυνάμεις πού ἀναπτύσσονται συμπιέζει τά ἐλάσματα μεταξύ τους, δηλαδή αὐξάνει τή μεταξύ τους τριβή. Μέ αὐτόν τόν τρόπο ἡ σύνδεση γίνεται **στερεή** καί **στεγανή**.



Σχ. 2.4γ.

Κακότεχνες καρφοσυνδέσεις.

Τό σχῆμα 2.4γ δείχνει τίς διάφορες παραμορφώσεις, πού εἶναι δυνατό νά ὑποστοῦν τά καρφιά, ὅταν τό κάρφωμα γίνεται κακότεχνα.

2.5 Εἶδη καρφοσυνδέσεων.

Μέ τίς καρφοσυνδέσεις μποροῦν νά συνδεθοῦν δύο ἐλάσματα κατά τέτοιο τρόπο, ὥστε νά ἐξασφαλιστεῖ μεταξύ τους ἡ στεγανότητα γιά ὑγρά ἢ ἀέρια. Οἱ συνδέσεις αὐτοῦ τοῦ εἴδους λέγονται **στεγανές**. Στεγανές εἶναι π.χ. οἱ ραφές σέ δοχεῖα, πού δέχονται ἐσωτερικά σημαντικές πιέσεις εἴτε ἀπό ὑγρό εἴτε ἀπό ἀέριο, πού τυχόν περιέχουν.

Ὑπάρχουν ὁμως καρφοσυνδέσεις πού εἶναι μόνο **στερεές**, δηλαδή ὑστεροῦν σέ στεγανότητα. Π.χ. οἱ συνδέσεις στίς διάφορες σιδηροκατασκευές (σιδερένιες γέφυρες, ζευκτά στεγῶν κλπ.).

Τέλος, μέ τίς καρφοσυνδέσεις ἐπιτυγχάνονται καί συνδέσεις, πού εἶναι ταυτόχρονα καί **στεγανές** καί **στερεές** (στερεοστεγανές), ὅπως εἶναι π.χ. οἱ ἠλώσεις στοῦς λέβητες (καζάνια).

Ἀνάλογα λοιπόν μέ τό σκοπό, πού ἐπιδιώκεται, οἱ καρφοσυνδέσεις διακρίνονται σέ **στερεές**, σέ **στεγανές** καί **στερεοστεγανές**.

Θά ἐξετασθοῦν τώρα σέ συντομία κάθε μιά ἀπό τίς συνδέσεις αὐτές χωριστά.

α) Στερεές καρφοσυνδέσεις.

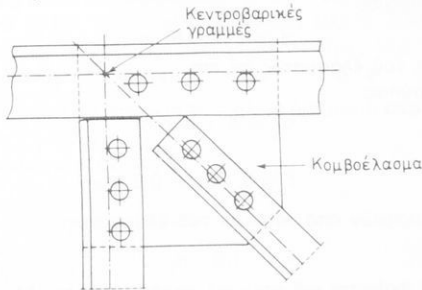
Τέτοιου εἴδους καρφοσυνδέσεις ἔχομε στίς περιπτώσεις πού θέλομε νά συνδέσουμε στοιχεῖα σέ σιδηροκατασκευές ἢ διάφορα στοιχεῖα μηχανῶν.

Οι συνδέσεις αυτές είναι κυρίως στερεές, για να μπορούν να παραλαμβάνουν τις δυνάμεις, με τις οποίες πρόκειται να φορτισθούν.

Στό σχήμα 2.5α φαίνεται η καρφοσύνδεση από γωνιακά ελάσματα σιδηροκατασκευής με τη βοήθεια κομβοελασμάτων.

Στις καρφοσυνδέσεις αυτές χρησιμοποιούμε συνήθως τα ημισφαιρικά καρφιά (D.I.N. 124), τα βυθισμένα (D.I.N. 302) ή τα ήμβυθισμένα (D.I.N. 301).

Παρακάτω παρέχονται όρισμένες οδηγίες για το πώς βρίσκονται τα στοιχεία μιας καρφοσυνδέσεως.



Σχ. 2.5α.

Τό πρώτο στοιχείο, πού δίνεται από την αρχή, είναι τό πάχος καθενός από τά ελάσματα, πού πρόκειται να συνδεθούν. Μέ βάση τό πάχος του λεπτότερου από τά δύο ελάσματα, πού συμβολίζεται μέ τό γράμμα (s_1) μπορούμε να υπολογίσουμε όλα τά στοιχεία της καρφοσυνδέσεως. Έτσι υπολογίζουμε:

1) Τή διάμετρο του καρφιού σέ εκατοστά, cm, πού πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, όταν τό λεπτό έλασμα έχει πάχος s_1 εκατοστά:

$$d = \sqrt{5 \cdot s_1} - 0,2 \quad \text{σέ cm}$$

2) Τή διάμετρο d_1 της τρύπας του καρφιού, πού βρίσκουμε, αφού γνωρίζουμε τό d από τόν τύπο:

$$d_1 = d + 1 \text{ mm}$$

3) Τό μήκος του κορμού του καρφιού πού εξέχει λαμβάνεται ίσο μέ $z = \frac{4}{3} \cdot d$ για τά συνηθισμένα καρφιά καί $z = \frac{3}{4} \cdot d$ για τά μεγάλα καρφιά.

4) Τό βήμα του καρφώματος υπολογίζεται από τόν τύπο:

$$t = 3 \cdot d_1 \text{ ώς } 7 \cdot d_1$$

5) Τό βήμα της καρφοσυνδέσεως συνήθως δέν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τό δεκαπλάσιο του πάχους του λεπτότερου από τά πρós σύνδεση έξωτερικά ελάσματα, καί τέλος,

6) τίς αποστάσεις (e), πού είναι ή απόσταση των καρφιών δυό γειτονικών σειρών καί (e_1), (e_2), πού είναι οι αποστάσεις της άκρικής σειράς καρφιών από τό άκρο του ελάσματος ή του άρμού, πού υπολογίζουμε μέ τούς τύπους:

$$e_1 = 2 \cdot d_1 \quad \text{καί} \quad e_2 = 1,5 \cdot d_1$$

β) Στεγανές καρφοσυνδέσεις.

Με τίς καρφοσυνδέσεις αυτές επιδιώκεται κυρίως στεγανότητα παρά στερεότητα. Στεγανή καρφοσύνδεση άπαιτεί π.χ. ή κατασκευή ενός δοχείου, τό όποιο δέν δέχεται μέν σοβαρές πιέσεις (σχ. 2.5β), άλλα τό θέμα τής στεγανότητάς του τίθεται σέ πρώτη μοίρα.

Στίς περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται ραφές μέ έπικάλυψη, τά διάφορα δέ στοιχεΐα τών καρφιών καθορίζονται ώς έξής:

1) Διάμετρος καρφιού:

$$d = s + 0,8 \text{ cm}$$

όπου: (s) τό πάχος του έλάσματος σέ cm.

2) Διάμετρος τρύπας:

$$d_1 = d + 1 \text{ mm}$$

3) Βήμα:

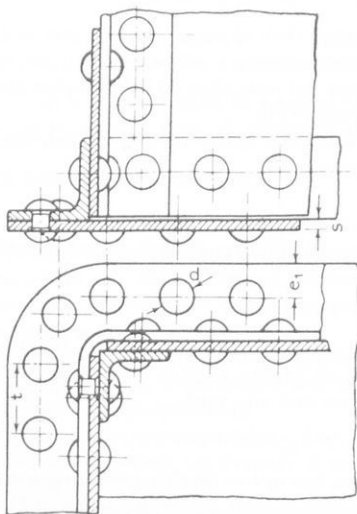
$$t = 3 \cdot d_1 + 0,5 \text{ mm}$$

όπου: (d) σέ cm.

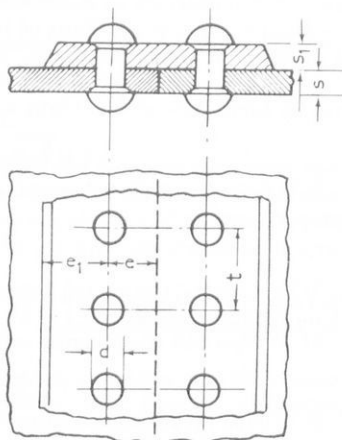
4) Άπόσταση καρφιών από τά άκρα του έλάσματος:

$$e_1 = 1,5 \cdot d_1$$

Στό σχήμα 2.5β φαίνεται μία στεγανή καρφοσύνδεση (ήλωση).



Σχ. 2.5β.



Σχ. 2.5γ.

γ) Στερεοστεγανές καρφοσυνδέσεις (ήλώσεις).

Τέτοιου είδους καρφοσυνδέσεις έκτελοΰνται στους λέβητες καί στα δοχεΐα, πού περιέχουν ρευστά υπό πίεση.

Τόσο τὰ κομμάτια τῶν λεβήτων ὅσο καὶ γενικότερα τῶν δοχείων, τὰ ὁποῖα ὑφίστανται πιέσεις, εἶναι ἀνάγκη νὰ συνδέονται μὲ καρφιά ἔτσι, ὥστε οἱ συνδέσεις νὰ εἶναι ὄχι μόνο στεγανές, ἀλλὰ ταυτόχρονα καὶ στερεές. Στὶς περιπτώσεις αὐτές μιά σύνδεση μπορεῖ νὰ διατηρηθεῖ στεγανή μόνον ὅταν, καί μὲ τὴ μεγαλύτερη τῆς φόρτιση, τὰ ἐλάσματα δέν μετακινοῦνται καθόλου μεταξύ τους. Αὐτὸ κατορθώνεται μὲ τὶς **στερεοστεγανές ἠλώσεις**. Οἱ συνδέσεις αὐτές γίνονται εἴτε μὲ **ἐπικάλυψη** εἴτε μὲ **ἀρμοκαλύπτρα**.

Τὰ καρφιά, πού χρησιμοποιοῦνται στὶς στερεοστεγανές καρφοσυνδέσεις κυρίως στοὺς λέβητες εἶναι τὰ **ἡμισφαιρικά** (D.I.N. 123) τὰ **ἡμβυθισμένα** (D.I.N. 301), τὰ **βυθισμένα** (D.I.N. 302) καὶ τὰ **φακοειδή** (D.I.N. 303).

Τὸ πάχος, πού ἔχουν οἱ μονόπλευρες ἀρμοκαλύπτρες (σχ. 2.5γ), εἶναι:

$$s_1 = 1,25 \cdot s \quad \text{ὡς} \quad 1,5 \cdot s$$

Στὶς περιπτώσεις αὐτές τὰ στοιχεῖα τῶν ἤλων ὀρίζονται σύμφωνα μὲ τὰ παρακάτω:

1. Ραφές μὲ ἐπικάλυψη (σχ. 2.3α):

$$d = \sqrt{5s} - 0,4 \text{ cm}$$

– Ὅπου s : τὸ πάχος τοῦ ἐλασματος σέ cm.

2. Ραφές μὲ ἀρμοκαλύπτρες:

– ἀπλῆς σειρᾶς (σχ. 2.3β):

$$s_1 = \frac{5}{8} s \div \frac{2}{3} s, \quad d = \sqrt{5s} - 0,5 \text{ cm}$$

$$t = 2,6 d + 1 \text{ cm}, \quad e_1 = 0,9 e_2, \quad e_2 = 1,5d \text{ cm}$$

– Διπλῆς σειρᾶς ζίγκ-ζάγκ (σχ. 2.3β):

$$d = \sqrt{5s} - 0,6 \text{ cm}$$

$$t = 3,5 d + 1,5 \text{ cm}, \quad e = 0,5t \text{ cm}, \quad e_2 = 1,5d \text{ cm}$$

– Τριπλῆς σειρᾶς ζίγκ-ζάγκ (σχ. 2.3β):

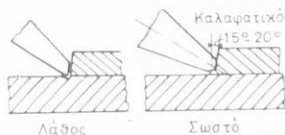
$$s_1 = 0,8 s \quad d = \sqrt{5s} - 0,7 \text{ cm}$$

$$t = 6 d + 2 \text{ cm}, \quad e_2 = 1,5d \text{ cm}, \quad e = 3/8 t, \quad e_1 = 1,5d \text{ cm}$$

Μετά τὴν ἐκτέλεση τῆς συνδέσεως γίνεται καλαφάτισμα τῶν ἄκρων τοῦ ἐλασματος μὲ εἰδικὸ ἐργαλεῖο. Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸν αὐξάνεται ἡ ἀντίσταση τριβῆς τῶν ἐλασμάτων καὶ ἐπομένως καὶ ἡ στεγανότητα τῆς συνδέσεως.

Τὰ ἄκρα τῶν ἐλασμάτων, πού καλαφατίζονται, κόβονται μὲ κλίση 15° ὡς 20° (σχ. 2.5β).

Ἄν τὰ ἐλάσματα ἔχουν πάχος μικρότερο ἀπὸ 5 mm, ἀπαγορεύεται νὰ γίνει καλαφάτισμα. Στὶς περιπτώσεις αὐτές, ὅταν ἔχομε μεγάλες πιέσεις, παρεμβάλλομε λωρίδες ἀπὸ χαρτί ἢ ἀμίαντο ἢ ἀπὸ ἄλλο κατάλληλο ὑλικό.



Σχ. 2.5β.

Σωστός καὶ λανθασμένος τρόπος καλαφάτισματος.

δ) Συμβολική παράσταση τών καρφιών.

Στόν Πίνακα 2.5.1 βλέπομε πώς συμβολίζονται τά καρφιά στά σχέδια κατασκευών ενώ στόν Πίνακα 2.5.2 τά διάφορα είδη καρφιών. Έπίσης στόν Πίνακα 3.4.1 πού θά συναντήσομε παρακάτω, δίνονται τά χαρακτηριστικά στοιχεία καρφιών έμπορίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5.1.


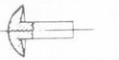


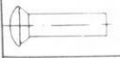
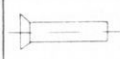
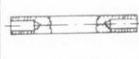
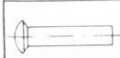
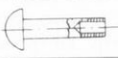
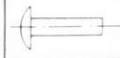
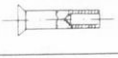
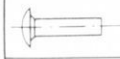
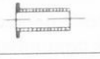
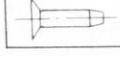
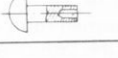
Διάμετροι γιά καρφιά καί τρύπες.
Συμβολική παράσταση τών καρφιών

Διάμετρος καρφιού d	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	33	36
Διάμετρος τρύπας d1	8,4	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Συμβολισμοί	8,4		15										
	8,4		15										
	8,4		15										
	8,4		15										

Παρατήρηση: Στά σχέδια κατασκευών, όπου χρησιμοποιείται μόνο μία διάμετρος καρφιών καί οι κεφαλές είναι καί από τίς δύο πλευρές ατρογγυλές, ό συμβολισμός γιά εύκολία είναι μόνο ό σταυρός τών άξόνων του καρφιού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5.2.

Συνοπτική παράσταση καρφιών

Μορφή καρφιού	Όνομασία	Πρότυπα	Μορφή καρφιού	Όνομασία	Πρότυπα
Όλοκληρα καρφιά			Όλοκληρα καρφιά		
	Ήμισφαιρικό για λέβητες	DIN 123 ONORM M 5312		Πλατυκέφαλο καρφί	
	Ήμισφαιρικό για σιδηροκατασκευές πάνω από 10mm κάτω » 10mm			Πείροι ήλώσεως	DIN 7
	Ήμιβυθισμένο		Καρφιά έκτονώσεως		
	Βυθισμένο πάνω από 10mm κάτω » 10mm			Πείρος έκτονώσεως	DIN 7341
	Φακοειδές βυθισμένο			Ήμισφαιρικό καρφί έκτονώσεως	
	Φακοειδές	DIN 662		Βυθισμένο καρφί έκτονώσεως	
	Πλατυκέφαλο ήμισφαιρικό καρφί	DIN 674		Διάτρητο καρφί	DIN 7340
	Πριτσίνια	DIN 675		Πριτσίνι έκτονωτικό	

2.6 Ύπολογισμός τών καρφοσυνδέσεων.

Κατά κανόνα τά καρφιά δέν πρέπει νά υποφέρουν σέ έφελκυσμό. Σέ περιπτώσεις πού υποφέρουν ταυτόχρονα σέ κάμψη και έφελκυσμό γιά τήν έπιτρεπόμενη τάση ισχύει ό τύπος:

$$\sigma_{\epsilon} = 1480 - 220 \cdot d - 245 \sqrt{e} \quad \text{kp/cm}^2$$

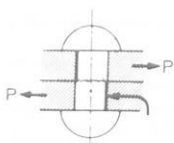
Όμοια σέ σύνθετη καταπόνηση σέ κάμψη και διάτμηση γιά τήν έπιτρεπόμενη τάση ισχύει ό τύπος:

$$\sigma_{\epsilon} = 1480 - 220 \cdot d - 475 \left(\frac{P}{T} \right)^2 \quad \text{kp/cm}^2$$

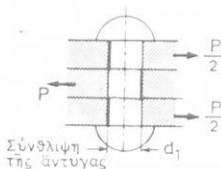
όπου: P είναι ή συνολική διατμητική δύναμη στό καρφί σέ kp και T ό συνολικός έφελκυσμός στό καρφί σέ kp.

Τά καρφιά στίς σιδηροκατασκευές υπολογίζονται είτε σέ **διάτμηση** είτε σέ **σύνθλιψη τής άντυγας** (σχ. 2.6α, 2.6β και 2.6γ).

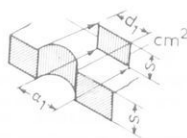
Στίς καρφοσυνδέσεις μέ άπλή τομή (σχ. 2.6α), ή διατμητική δύναμη P πού ένερ-



Σχ. 2.6α.



Σχ. 2.6β.



Σχ. 2.6γ.

γεῖ προσπαθεῖ νά κόψει τό καρφί ἐγκάρσια, μέ ἀποτέλεσμα νά ἀναπτύσσεται **διατμητική τάση** στή διατομή τοῦ καρφιοῦ, ἡ ὁποία συμβολίζεται μέ τό γράμμα τ .

Στίς καρφοσυνδέσεις μέ διπλή τομή (σχ. 2.6β), γιά τό ἴδιο φορτίο P , ἡ ἀναπτυσσόμενη **διατμητική τάση τ** σέ κάθε διατομή ἔχει τιμή τό μισό τῆς τάσεως, πού ἀναπτύσσεται στήν ἀπλή τομή, γιατί ἡ διατμητική δύναμη παραλαμβάνεται ἀπό δύο ἐγκάρσιες διατομές (σχ. 2.6β). Ἄν ὑπάρχουν περισσότερα ἀπό ἕνα καρφιά, τότε ἡ διατμητική δύναμη P δεχόμαστε ὅτι ἰσομοιράζεται σέ ὅλα τά καρφιά.

Μέ τήν ἐπίδραση τῆς δυνάμεως P ἀναπτύσσεται μεταξύ τοῦ κορμοῦ τοῦ καρφιοῦ καί τῆς πλευρικής ἐπιφάνειας τῆς τρύπας τοῦ ἐλάσματος μιά ἀντίδραση (σύνθλιψη τῆς άντυγας) ἡ ὁποία μεταφέρεται ἀπό τό καρφί στό ἔλασμα καί συνθλίβει τήν τρύπα. Ἡ ἐπιτρεπόμενη δύναμη, τήν ὁποία ἕνα καρφί μπορεῖ νά μεταφέρει σέ σύνθλιψη τῆς άντυγας τῆς τρύπας, προκύπτει ἀπό τό **γινόμενό** τῆς σέ προβολή ἐπιφάνειας τῆς τρύπας ἐπί τήν ἐπιτρεπόμενη τάση σέ σύνθλιψη τῆς άντυγας σ_{ϵ} (ἐκφράζεται συνήθως σέ kp/cm^2).

Ἄρα σέ ἕλωση μέ Z καρφιά ἀπλῆς τομῆς θά ἰσχύει ἡ ἐξίσωση:

$$P = d_1 \cdot s \cdot \sigma_l \cdot z$$

Ὡς τιμή τῆς σ_l λαμβάνεται ἡ διπλάσια τῆς σ_{ϵ} δηλαδή: $\sigma_l = 2 \cdot \sigma_{\epsilon}$

Ἀνακεφαλαιώνοντας τά παραπάνω καί ἄν:

P ἡ διατμητική δύναμη σέ kp ,

τ_{ϵ} ἡ ἐπιτρεπόμενη διατμητική τάση σέ kp/cm^2 γιά στατική φόρτιση (χάλυβα),

$$\text{St 34... } \tau_{\epsilon}: \quad 800 - 1260 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{St 44... } \tau_{\epsilon}: \quad 960 - 1680 \text{ kp/cm}^2$$

d_1 ἡ διάμετρος τοῦ σφυρηλατημένου καρφιοῦ,

s τό πάχος τοῦ ἐλάσματος,

z ὁ ἀριθμός τῶν καρφιῶν,

τότε ἡ ἐξίσωση (1) δίνει τή διατμητική δύναμη γιά καρφοσύνδεση ἀπλῆς τομῆς:

$$P = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot \tau_{\epsilon} \cdot z \quad (1)$$

Ἡ ἐξίσωση (2) τή διατμητική δύναμη γιά κάρφωμα διπλῆς τομῆς:

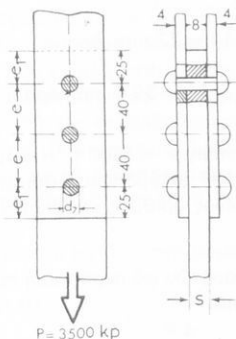
$$P = \frac{\pi \cdot d_2^2}{2} \cdot \tau_{\epsilon} \cdot z \quad (2)$$

Ἡ ἐξίσωση (3) τήν πίεση ἐπάνω στήν άντυγα γιά καρφοσύνδεση ἀπλῆς ἢ πολ-
λαπλῆς τομῆς:

$$P = d_1 \cdot s \cdot \sigma_l \cdot z \quad (3)$$

Παράδειγμα 1.

Γιά τήν καρφοσύνδεση διπλής τομής μιᾶς ἀναρτήσεως (σχ. 2.66) νά ὑπολογισθεῖ ἡ διάμετρος d τοῦ σφρηλατημένου καρφιοῦ καί νά ἐλεγχθεῖ ἡ ἀναπτυσσό-



Σχ. 2.66.

μενη τάση σέ σύνθλιψη τῆς ἀντιugas: Δίνονται:

$$\text{Ἰγλικό καρφιῶν St 34... } \tau_{\epsilon} = 1000 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{Ἰγλικό κατασκευῆς St 37 } \sigma_{\epsilon} = 1400 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{Δύναμη ἐπάνω στή ράβδο } P = 3500 \text{ kp.}$$

Λύση.

Ἐπί τήν ἐξίσωση (2) λύνοντας ὡς πρός d_1 ἔχομε:

$$d_1 = \sqrt{\frac{2P}{\pi \cdot z \cdot \tau_{\epsilon}}} = \sqrt{\frac{2 \times 3500}{3,14 \times 3 \times 1000}}$$

$$d_1 = \sqrt{0,743} = 0,862 \text{ cm} = 8,62 \text{ mm}$$

$$\text{τιμὴ ἐφαρμογῆς } d_1 = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Διάμετρος ὀπῆς } d = 11 \text{ mm}$$

$$\sigma_l = 2 \times 1400 = 2800 \text{ kp/cm}^2$$

καί σύμφωνα πρός τήν ἐξίσωση (3):

$$P = d_1 \cdot s \cdot \sigma_l' \cdot z$$

$$\sigma_l' = \frac{P}{d_1 \cdot s \cdot z} = \frac{3500}{1,1 \times 0,8 \times 3} = 1325,7 \text{ kp/cm}^2$$

$$\text{ἄρα } \sigma_l' < \sigma_l$$

Ἐπειδή ἡ $\sigma_l = 2800 \text{ kp/cm}^2$ ἡ δέ τιμὴ τοῦ ὑπολογισμοῦ εἶναι $\sigma_l' = 1325,7 \text{ kp/cm}^2$ ἡ καρφοσύνδεση τελικά θά ἐκτελεσθεῖ μέ τρία καρφιά μέ διάμετρο 10 mm.



Τό ακριβές μήκος του κορμού των καρφιών με συνολικό πάχος ελασμάτων 16 mm είναι 32 mm (Πίνακας 2.5.1).

Σχετικά με τά χαρακτηριστικά της καρφοσυνδέσεως από πλευράς βήματος και άκρικών αποστάσεων έχουμε:

$$e_1 = 2 \cdot d_1 = 2 \times 11 = 22 \text{ mm, άρα: } e_{1\epsilon\phi\alpha\rho} = 25 \text{ mm}$$

$$t = 3,5 \cdot d_1 = 3,5 \times 11 = 39,4 \text{ mm, άρα: } t_{\epsilon\phi\alpha\rho} = 40 \text{ mm}$$

Παράδειγμα 2.

Δίνεται προς μεταφορά δύναμη: $P = 58,0 \text{ t}$. Η διάμετρος της τρύπας του καρφιού $d_1 = 25 \text{ mm}$. Τό πάχος του χαλύβδινου ελάσματος σε ποιότητα St 34 είναι 15 mm. Ζητείται ό απαιτούμενος αριθμός καρφιών z .

Λύση.

Ό απαιτούμενος αριθμός καρφιών για περίπτωση που τά καρφιά υποφέρουν σε διάτμηση δίνεται από τόν τύπο:

$$z = \frac{4 P}{m \cdot \tau_{\epsilon} \cdot \pi \cdot d_1^2}$$

όπου: $m = 1$ ή 2 ανάλογα του άν έχουμε απλή ή διπλή τομή σε κάθε καρφί.

Λαμβάνεται έδω $\tau_{\alpha} = 1400 \text{ kp/cm}^2$ και $m = 2$, όποτε:

$$z = \frac{4 \times 58}{2 \times 1,4 \times 3,14 \times 6,25} = 5 \text{ (διάτμηση)}$$

Ό απαιτούμενος αριθμός καρφιών στην περίπτωση έλέγχου για σύνθλιψη της άντυνας δίνεται από τόν τύπο:

$$z = \frac{P}{\sigma_{\gamma} \cdot s \cdot d_1} = \frac{58}{2,8 \times 1,5 \times 2,5} \approx 6$$

Έκλέγομε τό μεγαλύτερο αριθμό καρφιών άπ' τίς δυό περιπτώσεις, δηλαδή $z = 6$.

2.7 Πεδίο έφαρμογής καρφιών.

Μέ τήν άλματώδη ανάπτυξη των συγκολλήσεων γενικά, ιδιαίτερα δέ των ήλεκτροσυγκολλήσεων, ή καρφοσύνδεση, ως είδος τεχνικής, δοκιμάζει σήμερα μεγάλη κρίση. Μπορεί νά ισχυρισθεί κανείς ότι και από πλευράς **κόστους συνδέσεως** πλεονεκτούν οι συγκολλήσεις, γι' αυτό, έπαναλαμβάνομε, ότι στή σημερινή έποχή δέν χρησιμοποιούνται οι καρφοσυνδέσεις όπως έφαρμόζονταν π.χ. πριν από τριάντα χρόνια.

Σοβαρό πλεονέκτημα της καρφοσυνδέσεως είναι ότι, για νά εφαρμοσθεί, δέν χρειάζεται ήλεκτρικό ρεύμα, ειδικό μηχάνημα, πολύ ειδικευμένο τεχνίτη, ούτε και θερμική καταπόνηση των συνδεομένων: γι' αυτό, όταν συντρέχουν αυτές οι περιπτώσεις, ή καρφοσύνδεση παραμένει ως μοναδική λύση, για μιά μή λυόμενη σύνδεση.

2.8 Ανακεφαλαίωση.

1. Τά καρφιά (ήλοι) είναι τά στοιχεΐα πού χρησιμολοιούνται γιά τίς καρφοσυνδέσεις (ήλώσεις). Τά συνδεόμενα καί οί ήλοι είναι από τό ίδιο ύλικό. Οί ήλώσεις διακρίνονται σέ **μηχανικές** (καρφοσυνδέσεις) μέ τή βοήθεια μηχανμάτων καί σέ έκεΐνες πού έκτελοΰνται άπ' τόν τεχνίτη μέ έργαλεία χειρός. Κάθε ήλος διακρίνεται από τό μέγεθος τοΰ κορμού καί τό είδος τής κεφαλής του. 'Ανάλογα μέ τή μορφή τής κεφαλής διακρίνονται οί ήλοι σέ: 'Ημισφαιρικούς, φακοειδείς, βυθισμένους, ήμιβυθισμένους καί μέ καμπυλωτή μεγάλη κεφαλή. 'Ανάλογα μέ τή διάμετρο τοΰ κορμού τους διακρίνονται σέ: 'Ηλους μέ διάμετρο κάτω τών 10 mm καί ήλους μέ διάμετρο από 10 ως 43 mm, τά λεβητόκαρφα.
2. 'Η τρύπα γιά τό καρφί γίνεται κατά 1 mm μεγαλύτερη (καρφότρυπα) από τή διάμετρό του.
3. Οί ήλώσεις διακρίνονται σέ:
 - 'Ηλώσεις μέ έπικάλυψη.
 - 'Ηλώσεις μέ άρμοκαλύπτρες.
 Γιά νά γίνει μιά ήλωση χρειάζεται νά όρισθοΰν: ή διάμετρος τοΰ ήλου, τό βήμα τής ήλώσεως καί ό αριθμός τών σειρών τών καρφιών.
4. 'Από πλευράς έκτελέσεως διακρίνομε:
 - 'Ηλώσεις έν ψυχρῶ, γιά καρφιά μέ διάμετρο μικρότερη από 8 mm.
 - 'Ηλώσεις έν θερμῶ γιά καρφιά μέ διάμετρο μεγαλύτερη από 8 mm.
5. Μέ τίς ήλώσεις έπιτυγχάνονται συνδέσεις:
 - α) Στερεές
 - β) Στεγανές
 - γ) Στερεοστεγανές.
6. Στούς ύπολογισμούς οί ήλοι θεωροΰνται ότι καταπονοΰνται πάντοτε σέ διάτμηση ποτέ σέ έφελκυσμό ή σέ πίο περίπλοκες κατασκευές σέ σύνθετη καταπόνηση. Έκτός από τόν ήλο ύπολογίζεται καί ή άντοχή τής τρύπας (σύνθλιψη τής άντυγας).

2.9 Έρωτήσεις.

1. Ποιά είναι τά οΰσιώδη χαρακτηριστικά ένός καρφιού;
2. Πόσων ειδών καρφιά διακρίνομε σχετικά μέ τή μορφή τών κεφαλών τους;
3. Πόσων ειδών καρφιά διακρίνομε σχετικά μέ τό μέγεθος τής διαμέτρου τους;
4. 'Η διάμετρος τής καρφότρυπας διαφέρει από τή διάμετρο τοΰ καρφιού;
5. Μέ πόσους τρόπους είναι δυνατό νά άνοιχθεΐ μιά καρφότρυπα καί ποιός πρέπει νά προτιμάται συνήθως άπ' αυτούς;
6. Πόσων ειδών καρφοσυνδέσεις έχομε;
7. Τί καλοΰμε βήμα καρφοσυνδέσεως;
8. Σέ καρφοσύνδεση εκτός από τό βήμα ποιές άλλες άποστάσεις μς ενδιαφέρουν;
9. Ποιά είναι τά βασικά στοιχεΐα σέ μιά καρφοσύνδεση;
10. Τί είναι ό όδηγός; Τί είναι τό κόντρα; Γιατί χρησιμολοιούνται;
11. Πόσα είδη καρφοσυνδέσεων έχομε;
12. Πώς ύπολογίζεται τό βήμα τ μιάς στερεής καρφοσυνδέσεως καί πώς μιάς στερεοστεγανής καρφοσυνδέσεως;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΚΟΧΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΟΧΛΙΩΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

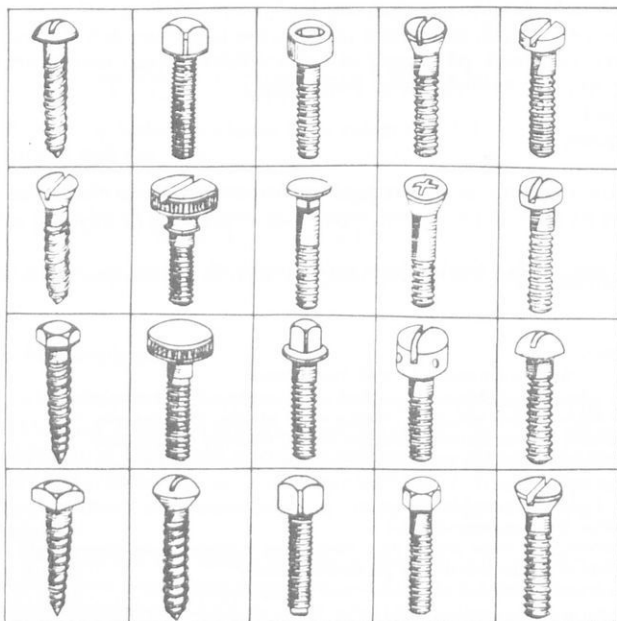
3.1. Κοχλίες.

α) Γενικά. Περιγραφή κοχλιών.

Ο κοχλίας, (*βίδα* ή *μπουλόνι*), είναι τό στοιχείο, πού χρησιμοποιείται περισσότερο από κάθε άλλο στις κατασκευές.

Μέ τούς κοχλίες ὄχι μόνο συναρμολογοῦμε μηχανές, ἀλλά καί συνδέομε προσωρινά καί μόνιμα μεταλλικά κομμάτια καί στις δομικές κατασκευές (ὄπως στέγες, γέφυρες κλπ).

Στό σχῆμα 3.1α φαίνονται τά περισσότερα εἶδη ἀπό τούς κοχλίες πού χρησιμοποιούμε.



Σχ. 3.1α.
Εἶδη ἀπό κοχλίες.

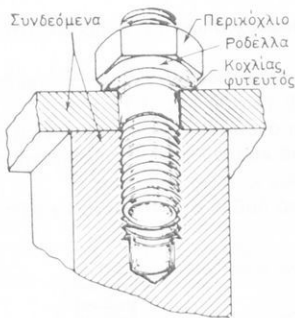
Κάθε κοχλίας αποτελείται από τόν κυλινδρικό **κορμό** καί τήν **κεφαλή**. Στόν κορμό διακρίνομε δύο μέρη: τό **αύλακωτό τμήμα**, δηλαδή τό τμήμα πού φέρει τήν αύλάκωση, καί τό τμήμα πού δέν φέρει αύλάκωση, πού λέγεται **αύχενας**. Ὁ αύχένας βρίσκεται κάτω από τήν κεφαλή. Μερικοί κοχλίες δέν ἔχουν αύχένα (σχ. 3.1α).

Ὁ κοχλίας πολύ συχνά συνοδεύεται καί ἀπό ἕνα περικόχλιο (παξιμάδι) πού εἶναι ἀπαραίτητο γιά τή στερέωσή του.

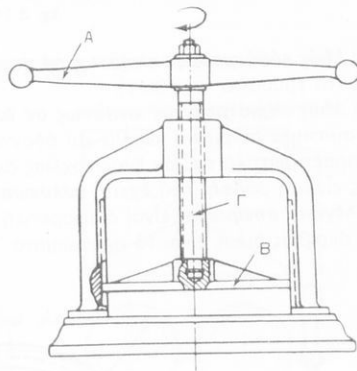
Πρέπει νά σημειώσουμε ὅτι ὑπάρχουν καί κοχλίες πού δέν ἔχουν κεφαλή, ὁ δέ αύχένας τους βρίσκεται στό μέσο τοῦ κορμοῦ τους. Αὐτοί λέγονται φυτευτοί κοχλίες ἢ διαφορετικῶς μπουζόνια (σχ. 3.1β).

Γιά νά κατασκευασθοῦν κοχλίες εἶναι δυνατό νά χρησιμοποιηθοῦν ὅλα τά συνήθη μέταλλα· π.χ. χάλυβας, χαλκός, μπρούντζος, ἀλουμίνιο κ.ά.

Ἡ κοχλίωση εἶναι μιά λυόμενη σύνδεση.



Σχ. 3.1β.
Φυτευτός κοχλίας.



Σχ. 3.1γ.
Πρέσσα.

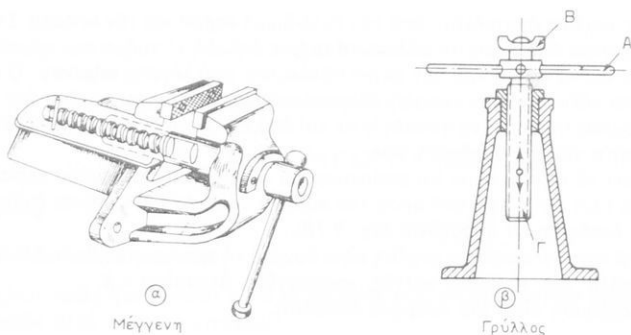
β) Εἶδη ἀπό κοχλίες.

Στήν κατασκευή τῶν μηχανῶν, οἱ κοχλίες δέν χρησιμοποιοῦνται μόνο ὡς **στοιχεῖα συνδέσεως**, ἀλλά καί ὡς **στοιχεῖα κινήσεως** καί γι' αὐτό τό λόγο διακρίνονται σέ κοχλίες **συνδέσεως** ἢ **στερεώσεως** καί σέ κοχλίες **κινήσεως**.

Οἱ κοχλίες συνδέσεως χρησιμοποιοῦνται γενικά γιά τίς συνδέσεις τῶν διαφόρων τμημάτων τῶν τεχνικῶν ἔργων ἢ τῶν μηχανῶν, οἱ δέ αὐλακώσεως τους ἔχουν ὀρισμένη μορφή (τριγωνική).

Οἱ κοχλίες κινήσεως ἀντίθετα μᾶς βοηθοῦν στή μετατροπή:

1) Μιάς **περιστροφικῆς κινήσεως** σέ **εὐθύγραμμη**, ὅπως π.χ. συμβαίνει στήν **πρέσσα** (σχ. 3.1γ), ὅπου περιστρέφοντας μέ τό χέρι τό στρόφαλο Α δεξιά ἢ ἀριστερά ἐπιτυγχάνεται εὐθύγραμμη μετατόπιση τῆς κεφαλῆς τῆς πρέσσας Β ἄνω ἢ κάτω, ἐπειδή αὐτή συνδέεται μέ τόν κοχλία Γ. Τό ἴδιο συμβαίνει καί στή μέγγενη [σχ. 3.1δ (α)] καί στό γρύλλο [σχ. 3.1δ(β)].



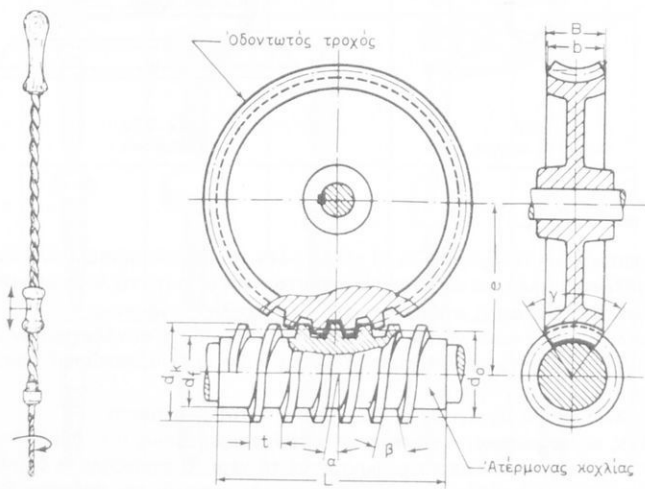
Σχ. 3.16.

2) **Μιας εϋθύγραμμης κινήσεως σέ περιστροφική**, όπως π.χ. συμβαίνει στα χειροκίνητα τρυπάνια (σχ. 3.1ε).

3) **Μιας περιστροφικής κινήσεως σέ ἄλλη περιστροφική**, όπως π.χ. συμβαίνει στο σύστημα ἀτέρμονα κοχλία καὶ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ (σχ. 3.1στ).

Χαρακτηριστικό τοῦ ἄν ἕνας κοχλίας ἀνήκει στους κοχλίες συνδέσεως ἢ κινήσεως εἶναι ἡ μορφή, πού ἔχει ἡ **αὐλάκωση τοῦ κορμοῦ του**. Ἡ αὐλάκωση αὐτή, πού λέγεται **σπειρώμα**, εἶναι διαφορετική στους κοχλίες κινήσεως.

Τί ἀκριβῶς ὅμως εἶναι τὰ σπειρώματα, θά τό δοῦμε στό ἐπόμενο Κεφάλαιο.



Σχ. 3.1ε.

Σχ. 3.1στ.

Πολλές φορές επίσης, ή μορφή τής κεφαλής τών κοχλιών συνδέσεως καθορίζεται ανάλογα με τό είδος τής κοχλιοσυνδέσεως. Στην παράγραφο 3.7 μιλούμε έκτενέστερα γιά τίς συνδέσεις, πού έκτελούνται με τούς κοχλίες (κοχλιοσυνδέσεις), όπου έξετάζεται ταυτόχρονα καί ή μορφή τών διαφόρων κοχλιών.

3.2 Σπειρώματα.

A' Έξωτερικά σπειρώματα.

α) Έλικοειδής γραμμή.

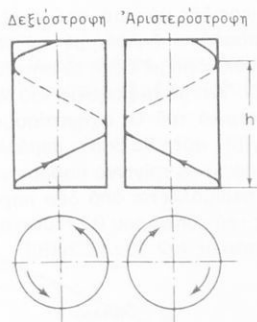
Πρίν δούμε τί είναι σπείρωμα, ας μιλήσομε γιά τήν έλικοειδή γραμμή, γιατί αυτή λαμβάνεται ως βάση στήν κατασκευή σπειρωμάτων.

Έστω ότι έχομε ένα κύλινδρο με διάμετρο d καί χωριστά ένα όρθογώνιο τρίγωνο OAB από χαρτί (σχ. 3.2α). Τό τρίγωνο αυτό έχει τήν πλευρά του OA ίση με τήν περιφέρεια του κύλινδρου. Δηλαδή:

$$OA = \pi \cdot d = 3,14 \cdot d$$



Σχ. 3.2α.



Σχ. 3.2β.

Όταν τυλίγομε τό χάρτινο τρίγωνο πάνω στόν κύλινδρο έτσι, ώστε ή πλευρά OA του τριγώνου νά περιβάλλει τήν κυκλική βάση του κύλινδρου (δηλαδή νά συμπίψει με τήν περιφέρειά του), τότε ή ύποτεινούσα OB του τριγώνου σχηματίζει πάνω στήν έπιφάνεια του κύλινδρου τή γραμμή $ΟΓΔΕΖ$. **Η γραμμή αυτή λέγεται έλικοειδής γραμμή.**

Ανάλογα με τήν κατεύθυνση, δεξιά ή άριστερά, πού τυλίγεται τό τρίγωνο πάνω στόν κύλινδρο, αρχίζοντας από τό ίδιο πάντα σημείο τής βάσεως του κύλινδρου, ή έλικοειδής γραμμή χαρακτηρίζεται ως **δεξιόστροφη** ή **άριστερόστροφη** (σχ. 3.2β).

Όπως γνωρίζομε από τή γεωμετρία, τό όρθογώνιο τρίγωνο OAB , με τή βοήθεια του οποίου χαράχθηκε ή έλικοειδής γραμμή, όρίζεται από τήν γωνία α καί τήν κάθετη πλευρά AB . Τό μήκος h τής πλευράς αυτής θά όνομάζεται από δώ καί πέρα **βήμα τής έλικώσεως**.

Κάθε γεννήτρια λοιπόν του κύλινδρου τέμνεται από τήν έλικοειδή γραμμή κατά ίσες αποστάσεις h (σχ. 3.2β).

Τά δύο μεγέθη: α καί h συνδέονται μέ τήν τριγωνομετρική σχέση:

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{(AB)}{(OA)} = \frac{h}{\pi \cdot d} \quad (1)$$

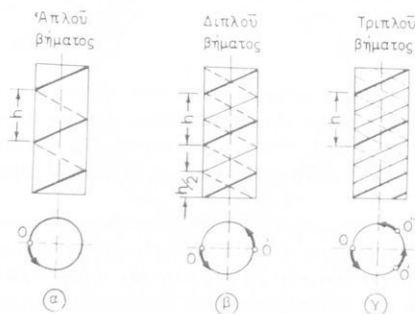
όπου: d , όπως έχει αναφερθεῖ εἶναι ἡ διάμετρος τοῦ κυλίνδρου καί $\pi = 3,14$.
 Ἀπό τόν παραπάνω τύπο (1) βλέπομε ὅτι, ἂν γνωρίζομε τή διάμετρο τοῦ κυλίνδρου καί τή γωνία α τοῦ τριγώνου, μποροῦμε νά ὑπολογίσομε τό βῆμα τῆς ἑλικοειδοῦς γραμμῆς h .

Ἐάν π.χ. $d = 40 \text{ mm}$ καί $\epsilon\phi\alpha = 1/2$, τότε:

$$\begin{aligned} h &= \pi \cdot d \cdot \epsilon\phi\alpha \\ h &= 3,14 \times 40 \times 1/2 \text{ καί} \\ h &= 62,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Τό βῆμα h ἐκφράζεται εἴτε σέ χιλιοστά τοῦ μέτρου, mm , εἴτε σέ κλάσματα τῆς ἴντσας (1 ἴντσα = 25,4 mm) Π.χ. λέμε ὅτι ἡ ἑλικοειδῆς γραμμή ἔχει βῆμα $h = 4 \text{ mm}$ ἢ σέ ἄλλη περίπτωση ὅτι ἔχει βῆμα $h = 1/12''$ (ἓνα δωδέκατο τῆς ἴντσας), δηλαδή ὅτι ἔχομε 12 βήματα σέ κάθε ἴντσα.

Ἡ ἑλικοειδῆς γραμμή, πού σχηματίζεται σύμφωνα μέ τόν τρόπο πού ἀναπτύχθηκε παραπάνω, δηλαδή μέ τήν περιτύλιξη τοῦ ὀρθογώνιου τριγώνου OAB γύρω ἀπό τόν κύλινδρο μέ ἀρχή τό σημεῖο O , λέγεται **ἑλικοειδῆς γραμμή ἀπλοῦ βήματος** [σχ. 3.2β). Ἄν, μέ τή βοήθεια τοῦ ἴδιου τριγώνου OAB ἀλλά μέ ἀρχή τό σημεῖο O' , ἀντιδιαμετρικό τοῦ O , σχηματίσομε νέα ἑλικοειδή γραμμή πάνω στόν κύλινδρο [σχ. 3.2γ(β)], αὕτη θά βαίνει παράλληλα πρός τήν πρώτη καί θά ἔχει φυσικά τό ἴδιο βῆμα h , ἀφοῦ τό τρίγωνο παράμεινε τό αὐτό. Στήν περίπτωση αὕτη ὁ κορμός, σέ ὕψος h , περιβάλλεται ἀπό δύο παράλληλες ἑλικοειδεῖς γραμμές. Κάθε γεννήτρια συνεπῶς τοῦ κυλίνδρου θά τέμνεται ἀπό τό ζευγος αὐτό τῶν ἑλικοειδῶν γραμμῶν σέ ἀποστάσεις $h/2$ [σχ. 3.2γ(β)].



Σχ. 3.2γ.

Ἡ χάραξη αὕτη λέγεται **διπλῆς ἑλικώσεως**, γιατί ἔχομε χαραγμένες ταυτόχρονα δύο ἑλικες, πού προέρχονται ἀπό δύο διαφορετικές ἀρχές.

Στήν περίπτωση αυτή τήν απόσταση $h/2$, πού χωρίζει τίς δύο έλικες, θά τήν όνομάζομε **άπόστημα έλικών** και όχι βήμα.

Έτσι, στήν περίπτωση τής διπλής έλικώσεως, τό άπόστημα θά ίσοϋται μέ τό μισό βήμα, $h/2$.

β) Πώς χαράζεται ή έλικοειδής γραμμή.

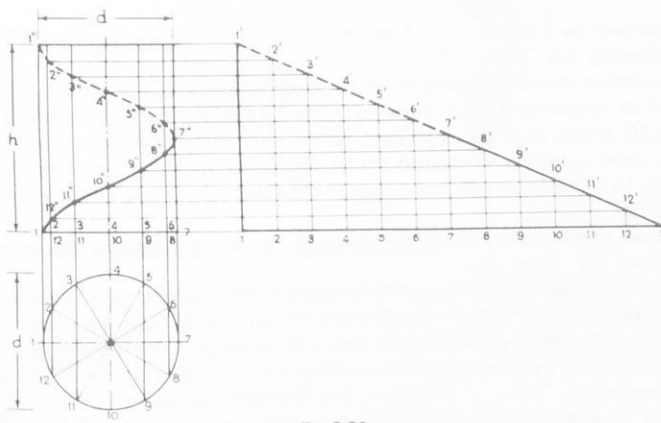
Όταν γνωρίζομε τό βήμα h τής έλικοειδοϋς γραμμής και τήν διάμετρο d του κυλίνδρου, επάνω στον όποιο προσαρμόζεται αυτή, τότε μπορούμε νά σχεδιάσομε τήν προβολή της επάνω σ' ένα επίπεδο παράλληλο πρός τόν άξονα του κυλίνδρου, μέ τόν ακόλουθο τρόπο (σχ. 3.26):

Χωρίζομε τήν περιφέρεια τής βάσεως του κυλίνδρου, καθώς και τήν ύποτείνουσα του τριγώνου, πού τυλίγεται γύρω από τήν περιφέρεια, σε ίσα μέρη. Στο σχήμα 3.26 χωρίσθηκαν και τά δύο σε 12 ίσα μέρη.

Έτσι, επάνω στη περιφέρεια έχομε τά σημεία 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 και επάνω στη ύποτείνουσα τά αντίστοιχα σημεία $1'$, $2'$, $3'$, $4'$, $5'$, $6'$, $7'$, $8'$, $9'$, $10'$, $11'$, $12'$.

Φέρομε από τά σημεία 1, 2... 12 κατακόρυφες γραμμές, από δέ τά σημεία $1'$, $2'$,... $12'$ τής ύποτείνουσας αντίστοιχα όριζόντιες.

Τά σημεία τής τομής των αντίστοιχων γραμμών $1''$, $2''$, $3''$, $4''$... $12''$ πέφτουν στήν προβολή τής έλικοειδοϋς γραμμής. Άν μέ τή βοήθεια ενός καμπυλογράμμου ένώσομε όλα αυτά τά σημεία, έχομε τή ζητούμενη προβολή τής έλικοειδοϋς γραμμής.



Σχ. 3.26.

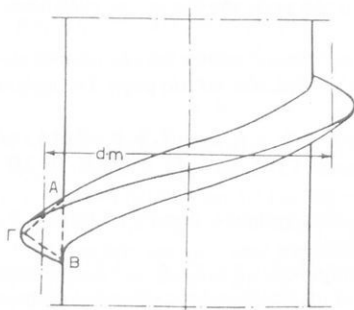
γ) Τί είναι και πώς σχηματίζεται τό σπείρωμα.

Στό γνωστό μας κύλινδρο μέ διάμετρο d , στον όποιο έχομε χαράξει μία έλικοειδή γραμμή, περιτυλίγομε ένα εύκαμπτο πρισματικό λουρί, π.χ. από λάστιχο [σχ. 3.2ε και 3.2στ (α)], μέ τριγωνική διατομή ΑΒΓ. Τό τύλιγμα γίνεται έτσι ώστε ή

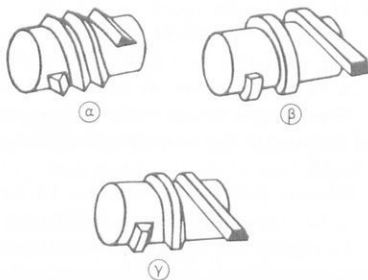
ἀκμή τῆς κορυφῆς Α νά ταυτίζεται μέ τήν ἑλικοειδή γραμμή πού ἔχει χαραχθεῖ, ἡ δέ πλευρά ΑΒ νά ἐφάπτεται συνεχῶς στήν ἐπιφάνεια τοῦ κυλίνδρου.

Ἐπὶ τὸ ἐπιτόχιμο αὐτό, βλέπομε ὅτι σχηματίζεται ἐπάνω στόν κύλινδρο μιά **στέρη προεξοχή**. Ἡ προεξοχή αὕτη ἀποτελεῖ ἕνα **σπείρωμα** (βόλτα) καί μάλιστα στήν περίπτωσή μας ἕνα **τριγωνικό σπείρωμα**, ἐπειδή τό λουρί ἔχει τριγωνική διατομή.

Ἐάν ὁ ἰμάντας εἶχε ὀρθογωνική διατομή [σχ. 3.2στ (β)], τό σπείρωμα θά ἦταν



Σχ. 3.2ε.



Σχ. 3.2στ.

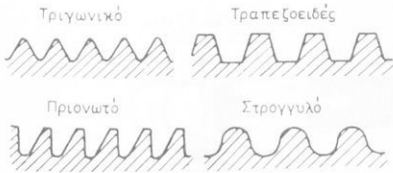
ὀρθογωνικό· ἂν ἡ διατομή του ἦταν τραπεζοειδῆς, τότε καί τό σπείρωμα θά ἦταν **τραπεζοειδές** [σχ. 3.2στ (γ)].

Μποροῦμε νά ποῦμε ἐπίσης ὅτι τό τετραγωνικό σπείρωμα, ὅπως καί κάθε ἄλλο, μπορεῖ νά σχηματιστεῖ καί ὅταν μετακινεῖται ἡ ἐπιφάνεια ἐνός τετραγώνου ΑΒΓΔ (σχ. 3.2ζ) ἐπάνω στόν κύλινδρο κατὰ τρόπο, ὥστε ἡ μέν πλευρά του ΑΒ νά ἐφάπτεται στόν κύλινδρο, ἡ κορυφή του Α νά ἀκολουθεῖ τήν χαραγμένη ἑλικοειδή γραμμή, τό δέ ἐπίπεδο τοῦ τετραγώνου νά διέρχεται συνεχῶς ἀπό τόν ἄξονα τοῦ κυλίνδρου.

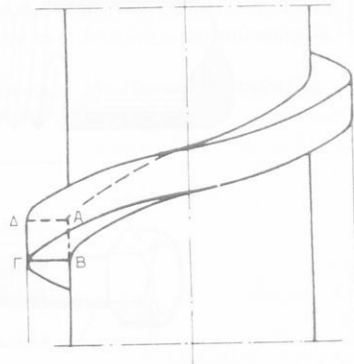
Ἐχομε λοιπόν σπειρώματα **ὀρθογωνικά, τριγωνικά, τραπεζοειδή, πριονωτά, στρογγυλά** (σχ. 3.2η) κλπ.

Ἐάν μιλήσαμε γιά τίς ἑλικοειδεῖς γραμμές, διακρίναμε τήν ἀπλή ἐλίκωση, τή διπλή ἐλίκωση κλπ. Ἐάν σ' ἕνα κύλινδρο, στόν ὁποῖο ἔχει χαραχθεῖ μιά διπλή ἐλίκωση, προσαρμοσθεῖ σέ κάθε μιά ἀπό αὐτές ὁ γνωστός μας πιά ἐλαστικός τριγωνικός ἰμάντας, τότε θά σχηματισθεῖ ἕνα τριγωνικό σπείρωμα **δύο ἀρχῶν** ἢ ἄλλοιῶς ἕνα **διπλό σπείρωμα**. Ὅπως οἱ ἐλικώσεις, ἔτσι καί τά σπειρώματα μέ δύο π.χ. ἀρχές τέμνουν τή γενέτειρα τοῦ κυλίνδρου σέ ἀποστάσεις $h/2$, τά σπειρώματα μέ τρεῖς ἀρχές σέ ἀποστάσεις $h/3$ κ.ο.κ.

Χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως τό εὐλύγιστο «λουρί» γιά τό σχηματισμό τοῦ σπειρώματος μόνο γιά νά γίνει σαφές ἀπό διδακτικῆς πλευρᾶς τί εἶναι ἕνα σπείρωμα καί πῶς διαμορφώνεται αὐτό. Στήν πράξη ἡ συχνότερα ἐφαρμοζόμενη μέθοδος γιά τήν κατασκευή ἐνός κοχλίου εἶναι μέ ἀφαίρεση ὕλικου ἀπό τόν κορμό τοῦ κοχλίου μέ κατάλληλο κοπτικό ἐργαλεῖο. Τό πῶς ὁμως κατασκευάζονται τά σπειρώματα σ'



Σχ. 3.2η.
Είδη σπειρωμάτων.



Σχ. 3.2ζ.

Ένα κύλινδρο αυτό αναφέρεται στο βιβλίο «τό Μηχανολογικό έργαστήριο».

Κάθε κύλινδρος, που φέρει στην επιφάνειά του σπειρώματα, λέγεται κοχλίας [σχ. 3.2θ(α)].



Σχ. 3.2θ.

Β' Έσωτερικά σπειρώματα – περικόχλιο (παξιμάδι).

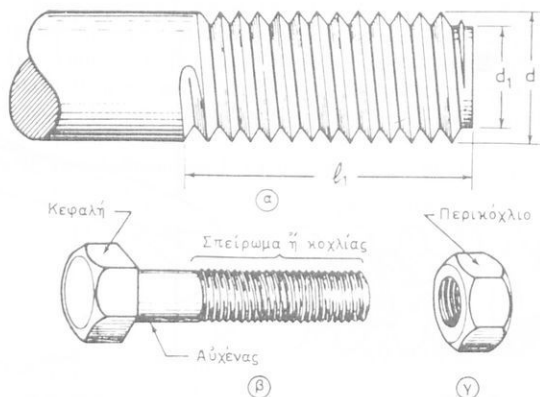
“Αν αντί για τόν κύλινδρο, που χρησιμοποιήσαμε στην προηγούμενη παράγραφο, πάρουμε ένα τμήμα από σωλήνα και στην έσωτερική του επιφάνεια τυλίξουμε με τόν ίδιο τρόπο τό εύκαμπτο λουρί, που προσαρμόσαμε εξωτερικά στον κύλινδρο του σχήματος 3.2ε, τότε αυτό που προκύπτει στο έσωτερικό του σωλήνα είναι ένα σπείρωμα, που ονομάζεται **έσωτερικό** [σχ. 3.2θ(β)].

Κάθε σωλήνας, που έχει έσωτερικά ένα οποιοδήποτε σπείρωμα, καλεϊται περικόχλιο (παξιμάδι).

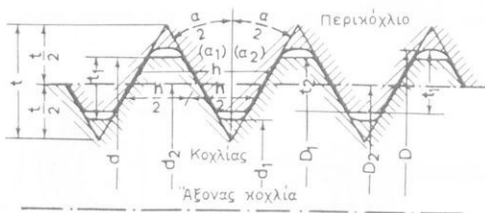
3.3 Στοιχεία για κοχλίες και περικόχλια (διάμετρος, μήκος, ύψος, βήμα κλπ.).

α) Στοιχεία για κοχλίες.

Σέ κάθε κοχλία διακρίνομε ορισμένες διαστάσεις, που είναι χαρακτηριστικές γι’



Σχ. 3.3α.



Σχ. 3.3β.

- αυτόν. Ἄς τίς παρακολουθήσουμε στά σχήματα 3.3α(α) καί 3.3γ.
- d : εἶναι ἡ ἐξωτερική ἢ ὀνομαστική διάμετρος τοῦ κοχλίας. Εἶναι ἡ **μεγαλύτερη διάμετρος του**. Τό μέγεθος της χαρακτηρίζει τά δεδομένα τοῦ κοχλίας.
- d_1 : εἶναι ἡ ἐσωτερική διάμετρος ἢ διάμετρος τοῦ πυρήνα τοῦ κοχλίας, πού εἶναι καί μικρότερη διάμετρος του. Μ' αὐτήν καθορίζεται ἡ φορτιζόμενη ἐπιφάνεια τῆς βίδας, ἄρα ἡ ἀντοχή της.
- d_2 : εἶναι ἡ διάμετρος πλευρῶν ἢ μέση διάμετρος. Βρίσκεται ἀνάμεσα στήν ἐξωτερική καί ἐσωτερική διάμετρο καί ἐνδιαφέρει ὡς μέγεθος, γιατί **ἀπό τήν ἀκρίβεια της ἐξαρτᾶται ἡ ἀντοχή τοῦ περικοχλίου**. Εἶναι ἡ ἀπόσταση δύο ἀπέναντι σημείων τοῦ κοχλίας πού μετρεῖται κάθετα πρὸς τόν ἄξονα. Πολλές φορές ἀπό σφάλματα μορφῆς λαμβάνεται ἡ ἀπόσταση ἀπό τά μέσα δύο ἀπέναντι πλευρῶν. Ὡς μέσα δέ σημεία τῶν πλευρῶν θεωροῦνται τά σημεία, ὅπου τό διάκενο εἶναι ἴσο μέ τό πάχος τοῦ σπειρώματος (σχ. 3.3β).
- h : εἶναι τό βῆμα, δηλαδή ἡ ἀπόσταση δύο παραλλήλων πλευρῶν τοῦ τριγώνου, πού γεννάει τό σπείρωμα καί μετρεῖται παράλληλα πρὸς τόν ἄξονα (σχ. 3.3β).
- l_1 : εἶναι τό μήκος πού βιδώνει, δηλαδή τό μήκος τοῦ κορμοῦ πού φέρει τό σπείρωμα.

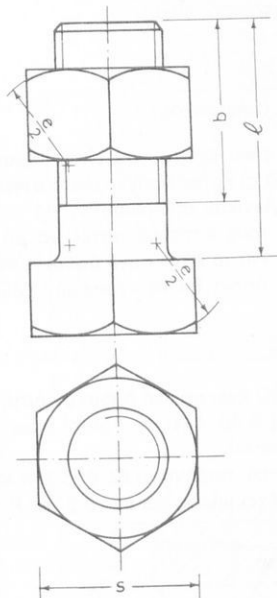
l : είναι τό μήκος του κοχλίου, δηλαδή όλόκληρο τό μήκος του κορμού του (σχ. 3.3γ).

Στό ένα άκρο του ό κοχλίας φέρει συνήθως μία έξαγωνική κεφαλή [σχ. 3.3α(β)]. Οί διαστάσεις τής κεφαλής αύτής, πού έξαρτώνται από τή διάμετρο του κορμού, είν- ναι οί ακόλουθες (σχ. 3.3γ):

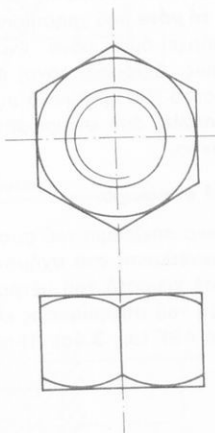
s : ή απόσταση μεταξύ τών δύο άπέναντι πλευρών τής έξαγωνικής κεφαλής.

e : ή απόσταση μεταξύ τών δύο άπέναντι άκρών τής κεφαλής.

k : τό ύψος τής κεφαλής του κοχλίου.



Σχ. 3.3γ.



Σχ. 3.3δ.

β) Στοιχεία για περικόχλιο.

Σέ κάθε κοχλία, όπως είπαμε, εφαρμόζεται ένα περικόχλιο, τό όποιο είναι συνή- θως ένα έξαγωνικό πρίσμα μέ έσωτερικό σπείρωμα, πού ταιριάζει μέ τό σπείρωμα του κοχλίου δηλαδή «βιδώννει» επάνω του.

Τό περικόχλιο έχει τής δικές του διαστάσεις καί αυτές είναι, όπως φαίνεται καί στό σχήμα 3.3δ, οί εξής:

D : είναι ή έξωτερική διάμετρος του περικοχλίου, πού είναι καί ή μεγαλύτερή του διάμετρος.

D_1 : είναι ή έσωτερική διάμετρος του περικοχλίου, πού είναι καί ή μικρότερή του διάμετρος.

D_2 : είναι ή διάμετρος τών πλευρών (σχ. 3.3β).

m : είναι τό ύψος του περικοχλίου.

s : είναι ή απόσταση μεταξύ των δύο άπέναντι πλευρών του έξαγώνου.

e : είναι ή απόσταση μεταξύ των δύο άπέναντι κορυφών του έξαγώνου.

Κάθε περικόχλιο καθώς καί κάθε κεφαλή τής βίδας είναι, όπως ξερόμε, κανονικό έξαγωνικό πρίσμα. Έπειδή όμως είναι ανάγκη οι άκμές νά στρογγυλεύονται, για νά μήν τραυματίζονται, οι τεχνίτες τήν ώρα πού τά χρησιμοποιούν, τά περικόχλια τορνεύονται κωνικά υπό γωνία 30° , όπότε σχηματίζονται οι καρμπύλες πού βλέπομε στό σχήμα 3.3γ καί 3.3δ.

Η άκτίνα, πού χρησιμοποιούμε στό σχεδίαση, είναι:

$$r_2 = \frac{1}{2} \cdot e$$

3.4 Σπειρώματα για κοχλίες στερεώσεως (τριγωνικά).

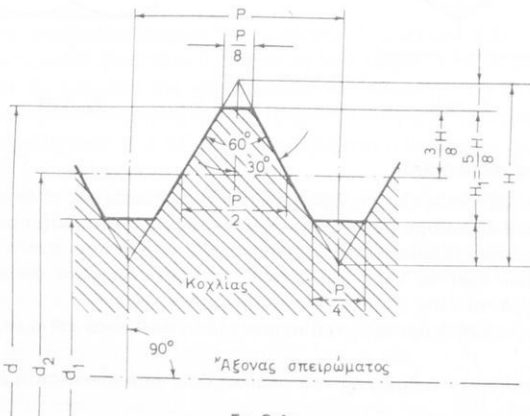
Άπό όλα τά σπειρώματα, τά τριγωνικά είναι εκείνα πού είναι σημαντικότερα, γιατί είναι **τά μόνα** πού χρησιμοποιούνται για τή κατασκευή κοχλιών **στερεώσεως**.

Δέν υπάρχει όμως μόνο ένα είδος τριγωνικού σπειρώματος για τούς κοχλίες στερεώσεως. Διάφοροι λόγοι άνάγκασαν τούς κατασκευαστές νά μή χρησιμοποιούν όλοι τά ίδια τριγωνικά σπειρώματα. Για τό λόγο αυτό υπάρχει σήμερα **σημαντική ποικιλία** από σπειρώματα, από τά όποια θά περιγραφούν εδώ μόνο τά σπουδαιότερα.

α) Μετρικό σπείρωμα.

Τό μετρικό σπείρωμα του συστήματος ISO έχει μορφή όμοια μέ αυτή πού φαίνεται σέ μεγέθυνση στό σχήματα 3.4α καί 3.4β, όλες του δέ οι διαστάσεις μετριοούνται σέ χιλιοστά του μέτρου.

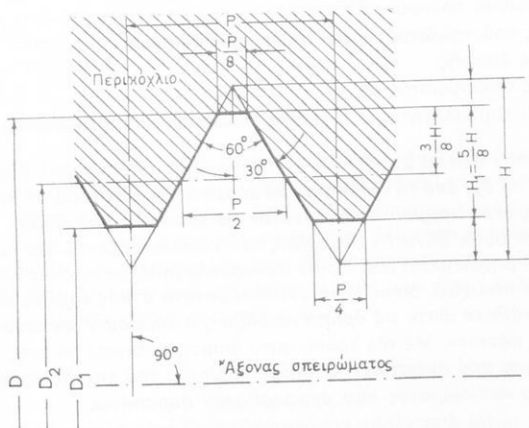
Η μορφή του σπειρώματος είναι τριγωνική, παράγεται δέ από ένα **ισόπλευρο τρίγωνο**, τό ΑΒΓ (σχ. 3.4α). Η πλευρά ΑΒ έχει μήκος ίσο μέ τό βήμα Ρ του σπειρώματος.



Σχ. 3.4α.
Μετρικό σπείρωμα.

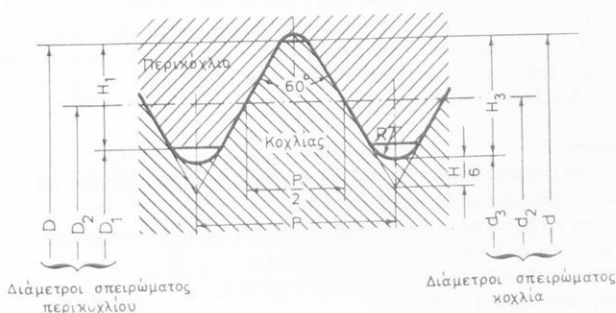
Τό ύψος H του τριγώνου $ABΓ$ δίνει τό θεωρητικό βάθος του σπειρώματος πού, έπειδή τό τρίγωνο είναι ισόπλευρο, ίσούται μέ $0,86603P$. Στο σχήμα 3.4γ βλέπομε βιδωμένα τά σπειρώματα του κοχλία καί του περικοχλίου των προηγουμένων σχημάτων.

Καθώς παρατηρούμε στό σχήμα, οι κορυφές του σπειρώματος αυτού καμπυλώνονται κατά $t^H/8$, έσωτερικά καί έξωτερικά, τόσο στον κοχλία όσο καί στο περικόχλιο.



Σχ. 3.4β.

Μετρικό σπείρωμα.



Σχ. 3.4γ.

Κοχλίας καί περικόχλιο μετρικού σπειρώματος.

Άπό τά παραπάνω είναι εύκολο νά αντίληφθει κανείς ότι μπορούμε νά όρίσουμε τίς διαστάσεις του μετρικού σπειρώματος, **δταν γνωρίζομε μόνο τό βήμα** (σχ. 3.4α).

Έχομε λοιπόν:

- $d = D =$ Έξωτερική διάμετρος (όνομαστική διάμετρος).
 $d_2 = D_2 =$ Διάμετρος πλευρών ή μέση διάμετρος κοχλία = $d - 3/4 H$
= $d - 0,64952 P$
 $d_3 =$ Έσωτερική διάμετρος κοχλία = $d_2 - 1,22687 P$
 $D_1 =$ Διάμετρος πυρήνα περικοχλίου = $d - 1,08253 P$
 $P =$ Βήμα σπειρώματος
 $\alpha =$ γωνία πλευρών 60°
 $\alpha_1, \alpha_2 =$ ήμιγωνίες πλευρών 30°
 $H =$ Ύψος του τριγώνου που παράγει το σπείρωμα
 $H_1 =$ Βάθος έπαφής
 $h_3 =$ βάθος σπειρώματος κοχλία = $0,61343 P$
 $R =$ ακτίνα καμπυλότητας στο βάθος των διακένων = $H/6 = 0,14434 P$

Αφού λοιπόν **όλα τά στοιχεία** του σπειρώματος (βάθος κλπ.) εξαρτώνται **μόνο από τό βήμα** και **όχι από τή διάμετρο του κορμού**, είναι φανερό ότι **κοχλίες, μέ διαφορετική διάμετρο κορμού είναι δυνατόν νά έχουν τό ίδιο βήμα**.

Γιά νά είναι όμως δυνατόν οί κοχλίες που κατασκευάζει τό ένα έργοστάσιο, **νά ταιριάζουν** σέ μηχανήματα που έχουν συναρμολογηθεί μέ κοχλίες άλλου έργοστασίου, γιά νά έπιτευχθεί, όπως λέμε, **έναλλαξιμότητα στους κοχλίες και χαμηλό κόστος συμφωνήθηκε ώστε σέ ορισμένη διάμετρο κορμού ν' αντίστοιχεί ορισμένο βήμα, τό ίδιο πάντοτε**. Μέ τόν τρόπο αυτό διαμορφώθηκαν πίνακες, οί όποιοι μās **δίνουν τό βήμα, που αντίστοιχεί σέ κάθε διάμετρο του κοχλία, καθώς και όλα τά άλλα στοιχεία σπειρώματος που αναφέρθηκαν παραπάνω**.

Οί πίνακες αυτοί αποτελούν κανονισμούς που τούς ακολουθοϋν όλα τά έργοστάσια, που κατασκευάζουν κοχλίες σέ μετρικό σπείρωμα σ' άλλο τό κόσμο.

Ο Πίνακας 3.4.1 δείχνει όλα τά βασικά στοιχεία γιά συνηθισμένους κοχλίες και περικόχλια του διεθνούς μετρικού συστήματος (ISO). Έτσι π.χ. σέ διάμετρο κοχλία $d = 5$ mm αντίστοιχεί βήμα $P = 0,8$ mm. Οί κοχλίες μετρικού σπειρώματος συμβολίζονται μέ τό γράμμα «M», που ακολουθείται από έναν αριθμό, ό όποιος δείχνει τή διάμετρο του κοχλία σέ χιλιοστά. Έτσι, M 10 σημαίνει «κοχλίας μετρικού συστήματος διαμέτρου 10 χιλιοστών».

Παράδειγμα.

Σπείρωμα μετρικού συστήματος σέ κοχλία διαμέτρου 10 mm (M10) έχει βήμα 1,5 mm, συμβολίζεται δέ και M10 x 1,5.

Μέ βάση τό βήμα αυτό υπολογίζονται τά στοιχεία του σπειρώματος, τόσο στον κοχλία όσο και στο περικόχλιο.

Γιά τόν κοχλία θά έχομε:

- μεγάλη διάμετρο $d = 10$ mm
 - μικρή διάμετρο $d_3 = 8,160$ mm
- Γιά τό περικόχλιο θά έχομε:
- μεγάλη διάμετρος $D = 10$ mm
 - μικρή διάμετρος $D_1 = 8,376$ mm.

Λεπτά σπειρώματα συνδέσεως.

Στήν πράξη εκτός από τά συνήθη σπειρώματα συνδέσεως, που εφαρμόζονται

στους κανονικούς κοχλίες έχουμε και **τά λεπτά σπειρώματα συνδέσεως.**

Αυτά για τήν ίδια διάμετρο κορμού του κοχλίου έχουν **μικρότερο βήμα** και επομένως και **μικρότερο βάθος σπειρώματος.**

Πλεονεκτούν τά σπειρώματα αυτά γιατί χρειάζονται μικρότερη δύναμη στην κοχλίωσή τους και συγκεντρώνουν μεγαλύτερη ασφάλεια για ένδεχόμενη άποκοχλίωσή τους.

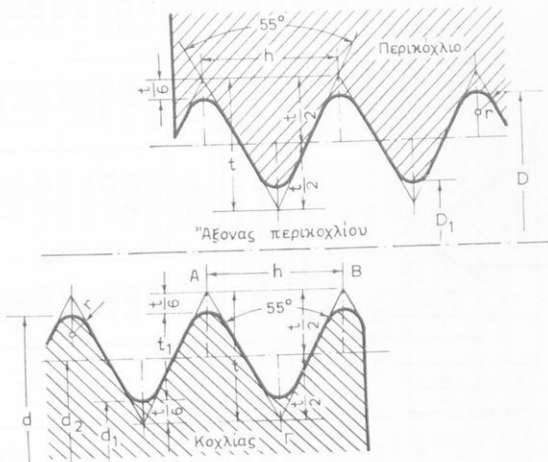
Μειονέκτημά τους είναι ο κίνδυνος παραμορφώσεως και καταστροφής του σπειρώματος από υπερφόρτιση.

Τά λεπτά σπειρώματα εφαρμόζονται πολύ στά αυτοκίνητα.

β) Άγγλικό σπείρωμα Γουίτγουερθ (B.S.W.).

Τό σπείρωμα Γουίτγουερθ πήρε τό όνομά του από τόν άγγλικό κατασκευαστικό οίκο Whitworth, πού καθιέρωσε πρώτος τή μορφή αυτού του σπειρώματος, ή ό-ποία καθώς βλέπομε και στό σχήμα 3.4δ, είναι πάλι τριγωνική.

Τό γενεσιουργό όμως τρίγωνο πού τό παράγει **δέν είναι ίσοπλευρο** αλλά **ίσοσκελές**, ή δέ γωνία των πλευρών του, πού δέν εφάπτονται στον κύλινδρο (έξωτερική κορυφή) είναι 55° αντί 60° . Άς παρακολουθήσομε όμως καλύτερα τά στοιχεία από τούς κοχλίες αυτούς στό σχήμα 3.4δ.



Σχ. 3.4δ.

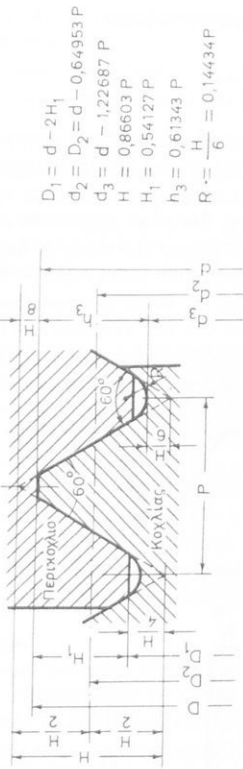
Κοχλίας και περικόχλιο άγγλικού σπειρώματος χωριστά.

Τό τρίγωνο ΑΒΓ είναι ίσοσκελές, δηλαδή $ΑΓ = ΒΚ$. Και εδώ ή πλευρά ΑΒ ίσο-ται μέ τό βήμα h του σπειρώματος. Τό δέ ύψος t του τριγώνου είναι **ίσο** μέ τό θεωρητικό βάθος του σπειρώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.1.

Μετρικά σπείρωμα ISO

Κανονικά σπείρώματα διαμέτρου από 1 έως 68 mm



Συμβολισμός ενός κανονικού μετρικού σπείρωματος όνομαστικής διαμέτρου $d = D = 12$ mm: M 12

Όνομαστική διάμετρος σπείρώματος $d = D$	Σειρά 3		Βήμα P	Διάμετρος πλευρών $d_2 = D_2$	Διάμετρος πυρήνα		Βάθος σπείρωματος		Καμπύλωση r	Κατανομή διατομή F mm^2
	Σειρά 1	Σειρά 2			d_3	D_1	h_3	H_1		
M 1			0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,036	0,460
M 1,2	M 1,1		0,25	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135	0,036	0,588
M 1,6	M 1,4		0,3	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,036	0,732
M 2	M 1,8		0,35	1,137	1,032	1,075	0,184	0,162	0,043	0,983
M 2,5	M 2,2		0,4	1,236	1,171	1,221	0,215	0,189	0,051	1,27
M 3	M 2,8		0,45	1,335	1,371	1,421	0,245	0,217	0,058	1,70
M 4	M 3,5		0,5	1,434	1,509	1,567	0,276	0,244	0,065	2,07
	M 4,5		0,6	1,533	1,648	1,713	0,307	0,271	0,072	2,48
			0,7	1,632	1,787	1,850	0,338	0,305	0,087	3,39
			0,75	1,731	1,948	2,013	0,368	0,325	0,101	4,78
				1,830	2,107	2,172	0,399	0,352	0,108	6,78
				1,929	2,266	2,331	0,430	0,379		8,78
				2,028	2,425	2,490	0,460	0,406		11,3

Μέ τη βοήθεια τῶν τριγωνομετρικῶν ἀριθμῶν ὑπολογίζεται τό θεωρητικό βᾶθος t τοῦ σπειρώματος:

$$t = 0,9605 \cdot h$$

$$t_1 = \frac{4}{6} \cdot t = \frac{2}{3} \cdot 0,96049 \cdot h$$

$$t_1 = 0,64033 \cdot h$$

$$r = 0,13733 \cdot h$$

Ἄρα, εἶπαμε γιά τήν **ἐναλλαξιμότητα** στοῦς κοχλίες τοῦ μετρικοῦ συστήματος ἵσχύει καί γιά τοῦς κοχλίες μέ σπείρωμα Γουίτγουερθ. Δηλαδή καί στήν περίπτωση αὐτή οἱ κατασκευαστές συμφώνησαν ὥστε **σέ διάμετρο τοῦ κοχλία πού ἐκφράζεται σέ ἴντσες, νά ἀντιστοιχεῖ ὀρισμένος ἀριθμός βημάτων z ἀνά ἴντσα**. Π.χ. σέ ἐξωτερική διάμετρο βίδας $d = 1/2''$ ὁ ἀριθμός βημάτων εἶναι $z = 12$, δηλαδή ἔχει 12 βήματα ἀνά ἴντσα. Ἐπομένως τό βῆμα σέ mm θά εἶναι:

$$h = \frac{25,4}{12} \text{ mm}$$

Ἄρα ὁ Πίνακας 3.4.2 δίνει ἀκριβῶς τά στοιχεῖα γιά κοχλίες καί περικόχλια πού ἔχουν σπείρωμα Γουίτγουερθ καί τά ὁποῖα ἀκολουθοῦν τά ἐργαστάσια ὄλων τῶν χωρῶν, πού κατασκευάζουν κοχλίες συνδέσεως. Ἐτσι, κοχλίας πού κατασκευάζεται σέ μιά χώρα, ὅπως π.χ. ἡ Ἑλλάδα, μπορεῖ ἀνετα νά χρησιμοποιηθεῖ καί ἀπό ὁποιαδήποτε ἄλλη χώρα.

Τά σπειρώματα τῶν κοχλιῶν μέ ὀνομαστική διάμετρο κάτω ἀπό μισή ἴντσα ($1/2''$) ἔχουν σχετικά μέ τή διάμετρό τους μεγάλο βῆμα, μέ ἀποτέλεσμα νά χαλαρώνουν εὐκόλα τά περικόχλιά τους. Ἐκτός ἀπό αὐτό στοῦς κοχλίες αὐτούς ἐπειδή εἶναι μεγάλο τό βῆμα, ἐξασθενίζει καί ἡ διατομή τοῦ πυρήνα τους, πράγμα πού ἔχει δυσμενῆ ἐπίδραση καί στήν ἀντοχή τους.

Γιά τοῦς λόγους αὐτούς καθιερώθηκε καί σ' αὐτούς στίς μικρές διαμέτρους τό **λεπτό σπείρωμα**.

Σχετικά μέ τά λεπτά σπειρώματα περισσότερες λεπτομέρειες σέ εἰδικά ἐγχειρίδια.

Παράδειγμα.

Κοχλίας $1''$, σύμφωνα μέ τόν Πίνακα 3.4.2, ἔχει:

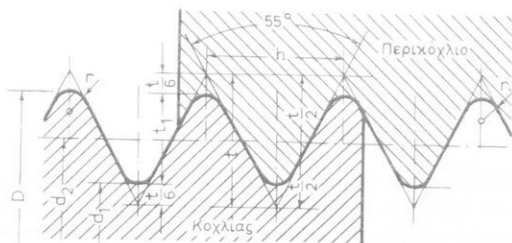
- ἐξωτερική διάμετρο $d = 1'' = 25,4 \text{ mm}$
- βῆμα $h = \frac{25,4}{8} = \frac{127}{40} = 3,175 \text{ mm}$
- βάθος σπειρώματος $t_1 = 0,640 \times 3,175 = 2,033 \text{ mm}$
- διάμετρο πυρήνα $d_1 = 25,4 - 2 \times 2,033 = 21,334 \text{ mm}$

γ) Ἄλλα συστήματα σπειρωμάτων.

Ἐκτός ἀπό τά δύο συστήματα, πού ἀναφέραμε παραπάνω, ὑπάρχουν καί ἄλλα. Ἀπό τά σπουδαιότερα εἶναι τό Ἀμερικανικό σύστημα Σέλλερς (Sellers) καί τό ἐνοποιημένο σύστημα Γιουνιφάιντ (Unified U.N.).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2.

Σπείρωμα Γουίτγουερθ (Whitworth)



$$h = \frac{25,40095}{z}$$

$$r = 0,13733 h$$

$$t = 0,96049 h$$

$$t_1 = 0,64033 h$$

Συμβολισμός ενός σπειρώματος Whitworth ονομαστικής διαμέτρου 2 ίντσών: 2"

Όνομαστική διάμετρος ίντσες	Κοχλίας και Περικόχλιο							Όνομαστική διάμετρος ίντσες	
	Διάμετρος σπειρώματος D	Διάμετρος πυρήνα d ₁	Διατομή πυρήνα cm ²	Βάθος σπειρώματος t ₁	Καμπύλωση r	Διάμετρος πλευρών d ₂	Βήμα h		Αριθμός σπειρών ανά ίντσα z
1/4	6,350	4,724	0,175	0,813	0,174	5,537	1,270	20	1/4
5/16	7,938	6,131	0,295	0,904	0,194	7,034	1,411	18	5/16
3/8	9,525	7,492	0,441	1,017	0,218	8,509	1,588	16	3/8
(7/16)	11,113	8,789	0,607	1,162	0,249	9,951	1,814	14	(7/16)
1/2	12,700	9,990	0,784	1,355	0,291	11,345	2,117	12	1/2
5/8	15,876	12,918	1,311	1,479	0,317	14,397	2,309	11	5/8
3/4	19,051	15,798	1,960	1,627	0,349	17,424	2,540	10	3/4
7/8	22,226	18,611	2,720	1,807	0,388	20,419	2,882	9	7/8
1	25,401	21,335	3,575	2,033	0,436	23,388	3,175	8	1
1 1/8	28,576	23,929	4,497	2,324	0,498	26,253	3,629	7	1 1/8
1 1/4	31,751	27,104	5,770	2,324	0,498	29,428	3,629	7	1 1/4
1 3/8	34,926	29,505	6,837	2,711	0,581	32,215	4,233	6	1 3/8
1 1/2	38,101	32,680	8,388	2,711	0,581	35,391	4,233	6	1 1/2
1 5/8	41,277	34,771	9,495	3,253	0,698	38,024	5,080	5	1 5/8
1 3/4	44,452	37,946	11,310	3,253	0,698	41,199	5,080	5	1 3/4
(1 7/8)	47,627	40,398	12,818	3,614	0,775	44,012	5,645	4 1/2	(1 7/8)
2	50,802	43,573	14,912	3,614	0,775	47,187	5,645	4 1/2	2
2 1/8	57,152	49,020	18,873	4,066	0,872	52,086	6,350	4	2 1/8
2 1/4	63,502	55,370	24,079	4,066	0,872	59,436	6,350	4	2 1/4
2 3/8	69,853	60,558	28,804	4,647	0,997	65,205	7,257	3 1/2	2 3/8
3	76,203	66,909	35,161	4,647	0,997	71,556	7,257	3 1/2	3
3 1/8	82,553	72,544	41,333	5,005	1,073	77,548	7,816	3 1/8	3 1/8
3 1/4	88,903	78,894	48,885	5,005	1,073	83,899	7,816	3 1/4	3 1/4
3 3/8	95,254	84,410	55,959	5,422	1,163	89,832	8,467	3	3 3/8
4	101,604	90,760	64,697	5,422	1,163	96,182	8,467	3	4
4 1/8	107,954	96,639	73,349	5,657	1,213	102,297	8,835	2 7/8	4 1/8
4 1/4	114,304	102,990	83,307	5,657	1,213	108,647	8,835	2 7/8	4 1/4
4 3/8	120,655	108,825	93,014	5,915	1,268	114,740	9,237	2 3/4	4 3/8
5	127,005	115,176	104,185	5,915	1,268	121,090	9,237	2 3/4	5
5 1/8	133,355	120,963	114,922	6,196	1,329	127,159	9,677	2 1/2	5 1/8
5 1/4	139,705	127,313	127,304	6,196	1,329	133,509	9,677	2 1/2	5 1/4
5 3/8	146,055	133,043	139,022	6,506	1,395	139,549	10,160	2 1/2	5 3/8
6	152,406	139,394	152,608	6,506	1,395	145,900	10,160	2 1/2	6

Ο πίνακας συμφωνεί με τον πίνακα Γερμανικών Κανονισμών DIN 11.

3.5. Σπειρώματα για κοχλίες κινήσεως.

Τά σπειρώματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν περιγραφεῖ ὡς τώρα, ἐφαρμόζονται στοὺς κοχλίες συνδέσεως, πού εἶναι ὄλοι ἄπλου βήματος καί χρησιμοποιοῦνται γιά ὄλες γενικά τίς συνδέσεις, πού δέν πρέπει νά λύνονται εὐκόλα. Πλεονέκτημά τους εἶναι ὅτι παρῴσιάζουν μεγαλύτερη ἀντίσταση τριβῆς καί ἔτσι δέν ἀποκοχλιώνονται εὐκόλα.

Ἐπάρχουν ὁμως σπειρώματα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται ἀποκλειστικά γιά τοὺς κοχλίες κινήσεως. Τά σπειρώματα αὐτά μποροῦν νά ἔχουν ὁποιαδήποτε μορφή καί ὁποιοδήποτε μήκος βήματος h .

Παρακάτω θά ἐξετάσουμε μερικά ἀπό τὰ σπειρώματα αὐτά.

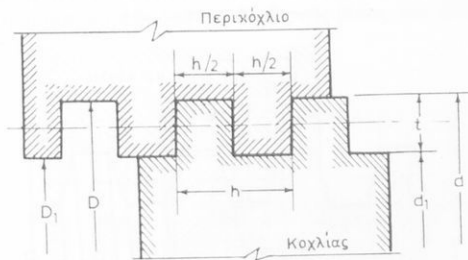
α) Τετραγωνικό σπείρωμα.

Τό σπείρωμα αὐτό εἶναι τετράγωνο (σχ. 3.5α). Συνήθως τό βάθος τοῦ σπειρώματος εἶναι ἴσο μέ τό ἕνα δέκατο τῆς διαμέτρου τοῦ κορμοῦ ($t = 0,1 \cdot d$).

Κοχλίας καί περικόχλιο ἔχουν τό ἴδιο σπείρωμα καί ἔτσι λόγω τῆς τετραγωνικῆς μορφῆς τοῦ σπειρώματος, ἀνάμεσα στά δύο σπειρώματα δέν ὑπάρχει διάκενο. Τό σχῆμα 3.5α δείχνει κοχλία μέ βάθος $t = h/2$ καί μέ διάμετρο πυρήνα:

$$d_1 = d - 2 \cdot \frac{h}{2} = d - h$$

Τετραγωνικό σπείρωμα δέν χρησιμοποιεῖται σέ κοχλίες κινήσεως πού ἐργάζονται σάν **ὀδηγοί** γιατί μέ τή χρήση εὐκόλα δημιουργεῖται ἀξονική χάρη (τζόγος).



Σχ. 3.5α.
Κοχλίας καί περικόχλιο μέ τετραγωνικό σπείρωμα.

β) Τραπεζοειδές σπείρωμα.

Τό σπείρωμα αὐτό προκύπτει ἀπό τό προηγούμενο σπείρωμα, ἐάν λοξευθεῖ κατά 15° κάθε μία ἀπό τίς δύο πλευρές, πού εἶναι κάθετες πρὸς τόν ἄξονα τοῦ κοχλίας, ὅπως φαίνεται καί στό σχῆμα 3.5β.

Ἐχομε ἔτσι ἕνα συμμετρικό τραπέζιο, στό ὁποῖο οἱ μὴ παράλληλες πλευρές του σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 30° .

Τό τραπεζοειδές σπείρωμα είναι στερεότερο από τό τετράγωνο. Σ' αυτό, μεταξύ κοχλίας καί περικοχλίου υπάρχουν τά πλευρικά διάκενα α, β . Έπειδή τό σπείρωμα έχει διατομή τραπεζιοϋ δέν υπάρχει άξονική χάρη καί γ'αυτό μπορεί νά χρησιμοποιηθεί σέ εργαλειομηχανές **καθώς καί σέ περιπτώσεις, πού ό κοχλίας χρησιμοποιείται σάν «όδηγός».**

Άπό τό ίσοσκελές τρίγωνο ΑΒΓ τοϋ σχήματος 3.5β φαίνεται ότι, άν τό βήμα είναι h , τότε τό θεωρητικό βάθος τοϋ σπειρώματος θά είναι:

$$t = 0,5 \cdot h \cdot \epsilon\phi 75^\circ$$

$$t = 0,5 \cdot h \cdot 3,732$$

$$t = 1,866 \cdot h$$

Έπίσης τό βάθος τοϋ σπειρώματος τοϋ κοχλίας δίνεται από τόν τύπο:

$$t_1 = 0,5 \cdot h + \alpha$$

Τό πραγματικό βάθος τών πλευρών δίνεται από τόν τύπο:

$$t_2 = 0,5 \cdot h + \alpha - \beta$$

Τό βάθος τοϋ σπειρώματος τοϋ περικοχλίου από τόν τύπο:

$$T_1 = 0,5 \cdot h + 2\alpha - \beta$$

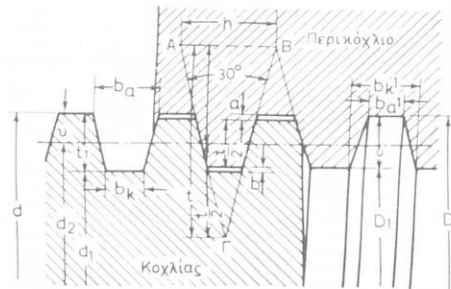
Γιά τή χάρη τών άκμών έχομε:

$$\alpha = 0,25 \text{ mm}$$

$$\beta = 0,75 \text{ mm}$$

$$\gamma = 0,25 \cdot h \text{ mm}$$

$$r = 0,25 \text{ mm}$$



Σχ. 3.5β.

Κοχλίας καί περικόχλιο μέ τραπεζοειδές σπείρωμα.

Παράδειγμα.

Τραπεζοειδές σπείρωμα γιά διάμετρο 25mm, όπως διαπιστώνομε από τούς σχετικούς Πίνακες, έχει βήμα 8 mm. Γιά νά βρούμε τά υπόλοιπα στοιχεία, εφαρμόζομε τίς παραπάνω σχέσεις. Έτσι:

Θεωρητικό βάθος

$$t = 1,866 \cdot h = 1,866 \times 8 = 14,928 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Πραγματικό βάθος} \quad t_2 &= 0,5 \cdot h + \alpha - \beta \\ &= 4 + 0,25 - 0,75 \\ &= \underline{3,5 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Βάθος σπειρώματος του κοχλίας} \quad t_1 &= 0,5 \cdot h + \alpha \\ &= 4 + 0,25 \\ &= \underline{4,25 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Βάθος σπειρώματος περικοχλίου} \quad T_1 &= 0,5 \cdot h + 2\alpha - \beta \\ &= 4 + 0,5 - 0,75 \\ &= \underline{3,75 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Τά στοιχεία επομένως του σπειρώματος του κοχλίας είναι:

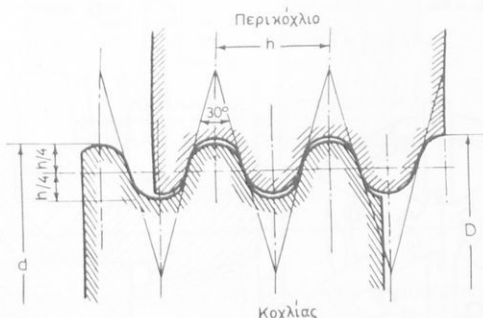
$$\begin{aligned} d &= 52 \text{ mm} \\ d_2 &= d - 2t_1 = 52 - 2 \times 4,25 \\ &= \underline{43,5 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Του περικοχλίου είναι:

$$\begin{aligned} D &= d + 2\alpha = 52 + 2 \times 0,25 \\ &= \underline{52,5 \text{ mm}} \\ D_1 &= d - 2t_2 = 52 - 2 \times 3,5 = \\ &= \underline{45 \text{ mm}} \end{aligned}$$

γ) Στρογγυλό σπείρωμα.

Τό σπείρωμα αυτό (σχ. 3.5γ) χρησιμοποιείται γενικά στίς περιπτώσεις, πού είναι δυνατόν από τή χρήση νά φθαροῦν οί άκμές τής βίδας, π.χ. όπως σέ ηλεκτρικούς λαμπήρες κλπ.



Σχ. 3.5γ.

Κοχλίας καί περίκοχλιο σέ στρογγυλό σπείρωμα.

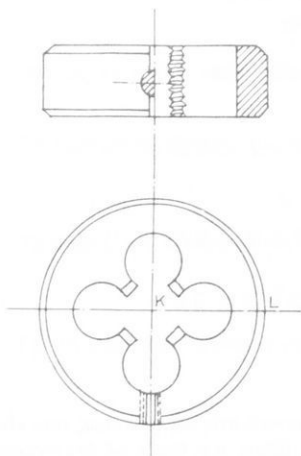
3.6 Κατασκευή τών σπειρωμάτων.

Τά σπειρώματα κατασκευάζονται ή μέ κοπή ή μέ εξέλαση.

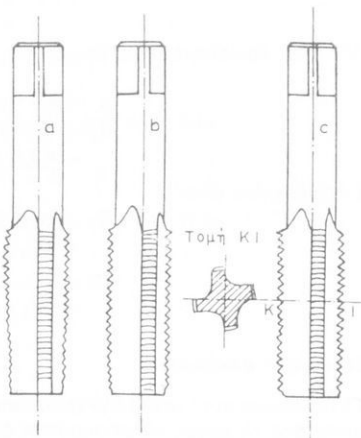
Στό σχήμα 3.6α καί 3.6β φαίνονται έργαλεϊα κοπής με τό χέρι.

Τό έργαλεϊό του σχήματος 3.6α είναι ή γνωστή **φιλιέρα**, ενώ τό έργαλεϊό του σχήματος 3.6β ό γνωστός **κολαούζος**.

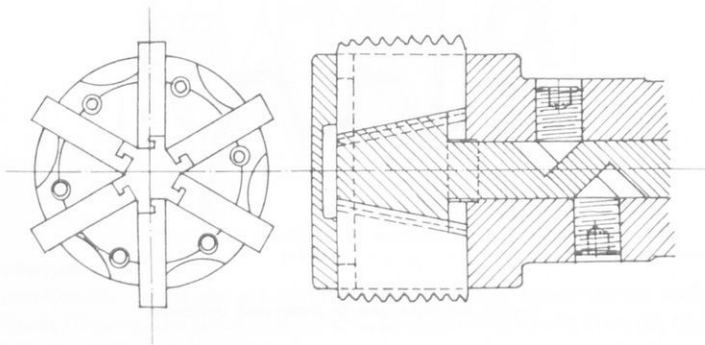
Έλικοτόμοι γιά κοχλίες καί περικόχλια χρησιμοποιούνται όχι μόνο σαν έργαλεϊα με τό χέρι αλλά καί σαν μηχανικά έργαλεϊα. Στο σχήμα 3.6γ φαίνεται γεωμετρικά ρυθμιζόμενο έλικοκάστικό παρακοχλίων, που προσαρμόζεται σε αυτόματο τórνο.



Σχ. 3.6α.



Σχ. 3.6β.



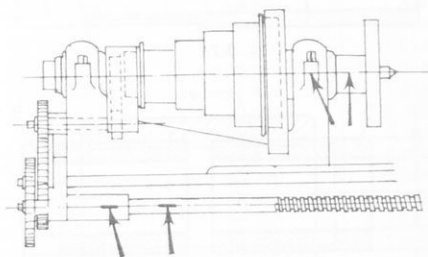
Σχ. 3.6γ.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος κοπής των σπειρωμάτων είναι σε συνηθισμένο τόρνο, όπως στο σχήμα 3.6δ. Το κομμάτι περιστρέφεται πάνω στον άξονα του τόρνου, το δέ κοπτικό εργαλείο μετατίθεται με τον οδηγό κοχλία.

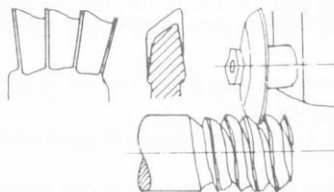
Οι σχέσεις στροφών ρυθμίζονται από τους δοντωτούς τροχούς, που φαίνονται στο άριστο μέρος του σχήματος.

Κοπή των σπειρωμάτων σε φρεζομηχανή είναι ταχύτερη και ακριβέστερη από την κοπή σε τόρνο. Στα σχήματα 3.6ε και 3.6στ φαίνονται κοψίματα εξωτερικού και εσωτερικού σπειρώματος αντίστοιχα με εργαλείο φρεζομηχανής.

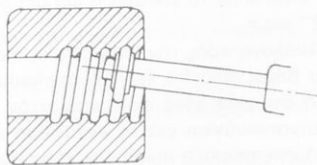
Έκτός από αυτές τις μεθόδους κοπής σπειρωμάτων υπάρχουν και άλλες πιο εξευγενισμένες και μεγάλης ακρίβειας, που εφαρμόζονται σε ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. στην κατασκευή λεπτών οργάνων κλπ.



Σχ. 3.6δ.



Σχ. 3.6ε.



Σχ. 3.6στ.

3.7. Σπειρώματα σωλήνων.

Με τη βοήθεια των σπειρωμάτων αυτών γίνονται οι συνδέσεις μεταξύ σωλήνων. Τα σπειρώματα αυτά ανοίγονται στα άκρα των σωλήνων (σχ. 3.7α).

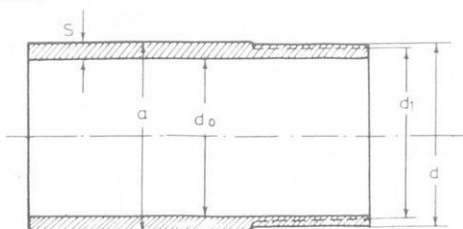
Αποτελούν ξεχωριστό κλάδο επειδή εφαρμόζονται στην βιομηχανία και στις κατασκευές.

Είναι λεπτά τα σπειρώματα για δύο λόγους:

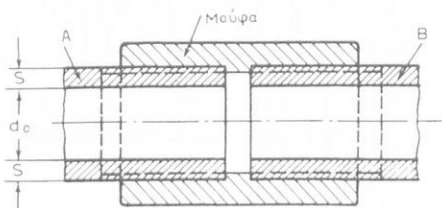
α) Γιατί οι συνδέσεις μεταξύ των σωλήνων απαιτούν στεγανότητα που είναι αδύνατο να επιτευχθεί με μεγάλα βήματα και β) Γιατί το πάχος των σωλήνων είναι

κατά κανόνα μικρό σχετικά με τη διάμετρο και δέν επιδέχεται μεγάλο βάθος σπειρώματος δηλαδή μεγάλο βήμα.

Συνήθως ως συνδετικό στοιχείο των σωλήνων χρησιμοποιείται ειδικός σύνδεσμος **μούφα**, που εκτελεί χρέη περικολίου. Στο σχήμα 3.7β φαίνεται μία σύνδεση σωλήνων **μέ μούφα**.



Σχ. 3.7α.



Σχ. 3.7β.

Σύνδεση σωλήνων με μούφα.

Τα σπειρώματα σωλήνων χαρακτηρίζονται από την ονομαστική τους διάσταση, που δίνεται με το γράμμα R και μία διάσταση που εκφράζεται σε ίντσες, π.χ. R'' ή R₁/2'' κ.ο.κ.

Ανάλογα προς την ονομαστική διάμετρο του σωλήνα ρυθμίζεται και το κατάλληλο βήμα, που θα έχει το σπείρωμα της συνδέσεως.

Τα στοιχεία αυτά φαίνονται στον Πίνακα 3.7.1. και ισχύουν για σωλήνες που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αερίων.

Τα σπειρώματα σωλήνων χρησιμοποιούνται και σαν σπειρώματα στα άποφρακτικά όργανα (δικλείδες, βάννες, διακόπτες), τα όποια ταιριάζουν στους σωλήνες.

Παράδειγμα.

Γιά σωλήνα ονομαστικής διαμέτρου 1'', που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά αερίων, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.7.1 θα έχουμε:

- μεγάλη διάμετρος σπειρώματος $d = 33,249 \text{ mm}$
- μικρή διάμετρος $d_1 = 30,291 \text{ mm}$
- βήμα $h = \frac{25,4}{11} = 2,309 \text{ mm}$

Τό σπείρωμα αυτό παριστάνεται με τό σύμβολο R1''.

Πίνακας 3.7.1.
Σπειρώματα σωλήνων για μεταφορά αέριων

Όνομαστική διάμετρος σωλήνα d σε ίντσες	Μεγάλη διάμετρος σπειρώματος D σε mm	Μικρή διάμετρος σπειρώματος d ₁ σε mm	Βήμα h σε mm	Βήματα ανά ίντσα
1/8"	9,728	8,556	0,907	28
1/4"	13,157	11,455	1,337	19
3/8"	16,662	14,950	1,337	19
1/2"	20,955	18,631	1,814	14
5/8"	22,910	20,590	1,814	14
3/4"	26,441	24,117	1,814	14
7/8"	30,200	27,880	1,814	14
1"	33,249	30,291	2,309	11
1 1/4"	41,910	38,952	2,309	11
1 1/2"	47,803	44,845	2,309	11
1 3/4"	53,750	50,790	2,309	11
2"	59,614	56,656	2,309	11
2 1/4"	65,720	62,750	2,309	11
2 1/2"	75,184	72,226	2,309	11
3"	87,884	84,926	2,309	11

3.8 Είδη από κοχλίες – κοχλιοσυνδέσεις.

Σέ μία κοχλιοσύνδεση εκτός από τόν κοχλία, χρησιμοποιούμε τό περικόχλιο, τίς ροδέλλες καί τά είδη ασφαλίσεως.

Συνηθισμένες κοχλιοσυνδέσεις βλέπομε στά σχήματα 3.8α καί 3.8β.

Γιά τό βιδώμα καί ξεβίδωμα τών κοχλιών άπαιτοϋνται είδικά έργαλεία, τά κλειδιά.

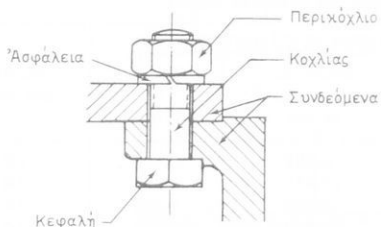
Τά έργαλεία αυτά είναι διαφόρων τύπων καί σχημάτων, ανάλογα πρós τόν τύπο τοϋ κοχλία ή τοϋ περικοχλίου πού πρόκειται νά βιδώσομε.

Οί κοχλιοσυνδέσεις μποροϋν νά εκτελεσθοϋν μέ διάφορους τρόπους. Π.χ. μποροϋμε νά περάσομε τόν κοχλία μέσα από μία κοινή τρύπα τών έλασμάτων, πού πρόκειται νά συνδεθοϋν καί νά τά συσφίξομε μέ τό παξιμάδι (σχ. 3.8α).

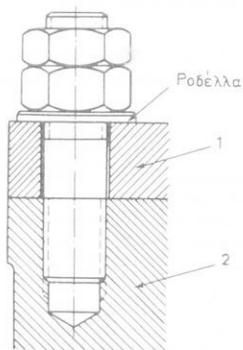
Άλλος τρόπος είναι νά βιδώσομε (φυτέψομε) τόν κοχλία στό έλασμα 2, σέ τυφλή τρύπα καί μετά νά περάσει έλεύθερα τό έλασμα 1 καί νά σφίξομε τό περικόχλιο (σχ. 3.8β).

Τρίτος τρόπος είναι νά βιδώσομε τόν κοχλία σέ τυφλή όπή (σχ. 3.8γ).

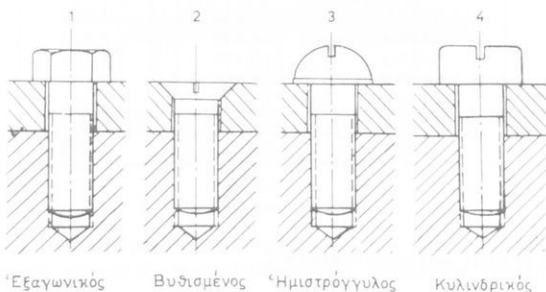
Έτσι, ανάλογα μέ τόν τρόπο τής συνδέσεως, διακρίνομε **περαστούς κοχλίες** μέ κεφαλή καί παξιμάδι (σχ. 3.8α), **φυτευτούς κοχλίες** (μπουζόνια) μέ σπειρώματα καί στά δύο άκρα (σχ. 3.8β) καί τοϋς **κοχλίες κεφαλής**, τοϋς όποίους χρησιμοποιούμε γιά τή σύσφιξη σέ τυφλή όπή.



Σχ. 3.8α.
Βιδοσύνδεση.



Σχ. 3.8β.
Κοχλιοσύνδεση με μουζόνι.



Σχ. 3.8γ.
Κοχλιοσυνδέσεις με διάφορα είδη κοχλιών κεφαλής.

Πλεονέκτημα στους φυτευτούς κοχλίες και στους κοχλίες κεφαλής είναι ότι απαιτούν μικρότερο χώρο, όποτε χρειάζονται μικρότερες διαμέτρους φλάντζας από αυτά που χρειάζονται οι άπλοι κοχλίες μετά περικόχλια (σχ. 3.8δ και 3.8ε).

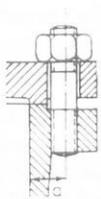
Ειδικότερα τους φυτευτούς κοχλίες τους χρησιμοποιούμε για συνδέσεις που λύνονται σπάνια και προς άποφυγή της φθοράς του έσωτερικού σπειρώματος, της τυφλής όπης που δύσκολα επιδιορθώνεται.

Τους κοχλίες κεφαλής διακρίνομε ανάλογα με τον τύπο της κεφαλής τους (σχ. 3.8γ) σε **ξεγαγωνικούς**, με εξαγωνική κεφαλή, **βυθισμένους**, **φρεζάτους**, **ήμιστρόγγυλους** και **κυλινδρικούς**. Τά στοιχεία γι'αυτούς τους κοχλίες τά βρίσκουμε στά διάφορα φυλλάδια προτύπων κανονισμών.

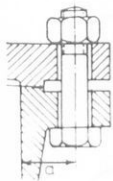
Έχομε επίσης και κοχλίες **άγκυρώσεις** (σχ. 3.8στ και σχ. 3.8ζ), που χρησιμοποιούνται για τή θεμελίωση και στερέωση αντίστοιχα ελαφρών και βαριών μηχανμάτων.

Υπάρχουν και διάφοροι τύποι περικοχλίων, τά όποια φαίνονται στό σχήμα 3.8η, καθώς και στό σχήμα 3.8θ.

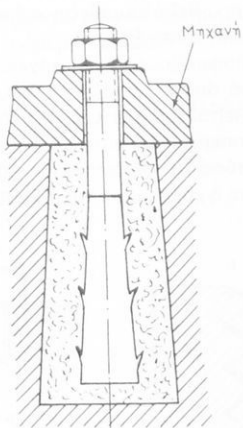
Τά περικόχλια αυτά έχουν διάφορες ονομασίες. Στά σχήματα 3.8η καί 3.8θ δίνονται οι μορφές καί οι ονομασίες τους.



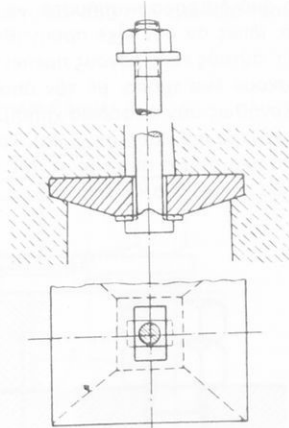
Σχ. 3.8δ.



Σχ. 3.8ε.

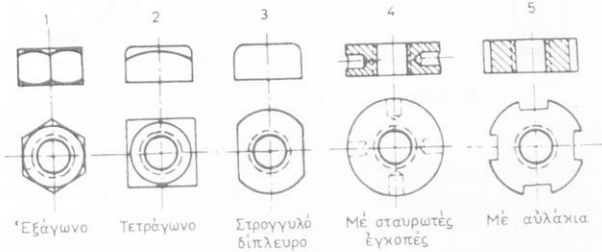


Σχ. 3.8στ.



Σχ. 3.8ζ.

Κοχλίες άγκυρώσεως.

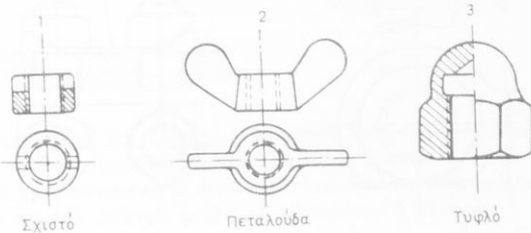


Έξάγωνο

Τετράγωνο

Στρογγυλό
διπλευροΜ' σταυρωτές
έγκοπές

Μ' αυλάκια

Σχ. 3.8η.
Παξιμόδια.

Σχιστό

Πεταλούδα

Τυφλό

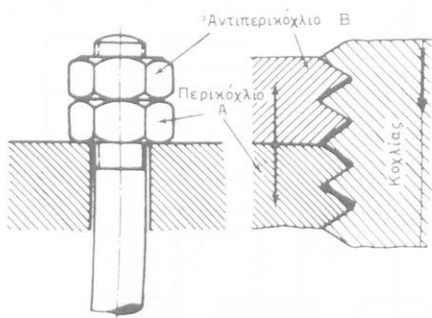
Σχ. 3.8θ.
Παξιμόδια.

3.9. Άσφάλιση κοχλιοσυνδέσεως.

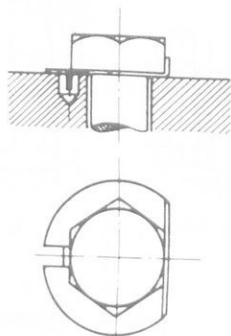
Ένα περικόχλιο διατηρείται στερεά σφιγμένο πάνω στη βίδα, όταν τα σπειρώματα και των δύο σφίγγονται σταθερά. Είναι όμως δυνατόν, είτε από κραδασμούς είτε από διάφορα κτυπήματα, να χαλαρωθεί ή συμπίεση και να λυθεί τό περικόχλιο, ιδίως αν δεν είχε προηγηθεί καλή σύσφιξη του.

Γι' αυτούς τους λόγους πρέπει να ασφαλίζουμε τό περικόχλιο, δηλαδή πρέπει να βρούμε ένα τρόπο, με τόν όποιο να αποφεύγεται ή χαλάρωσή του.

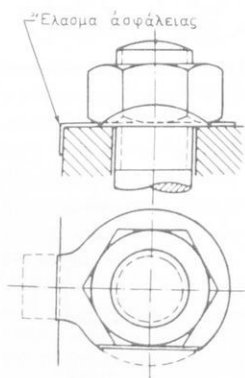
Συνήθως σαν ασφάλεια χρησιμοποιείται ένα δεύτερο περικόχλιο, τό περικόχλιο Β ή κόντρα παξιμάδι (σχ. 3.9α). Τό αντίπερικόχλιο αυτό μπορεί να έχει τό ίδιο ύψος με τό περικόχλιο σύσφιξεως. Με τή σύσφιξη του αντίπερικοχλίου Β συμπιέζονται τά δύο περικόχλια και έτσι αποφεύγεται ή χαλάρωση του Α καθώς και του κοχλίου.



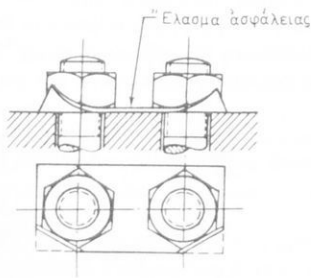
Σχ. 3.9α.



Σχ. 3.9β.



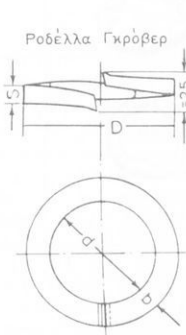
Σχ. 3.9γ.



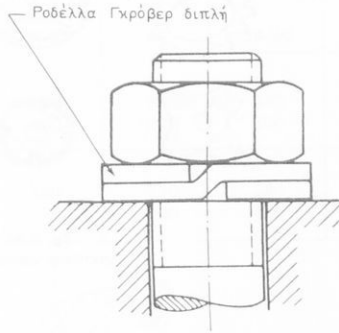
Σχ. 3.9δ.

Ἀσφάλιση ἐπιτυγχάνεται καί μέ τά ἐλάσματα ἀσφάλειας (σχ. 3.9β, 3.9γ καί 3.9δ), πού τοποθετοῦνται μεταξύ περικοχλίου καί τοῦ κομματιοῦ τό ὁποῖο συσφίγγεται. Αὐτά, μετά τή σύσφιξη τοῦ περικοχλίου, στρεβλώνονται ἀπό τόν τεχνίτη, ὥστε νά ἐμποδίζεται ἡ λύση τοῦ περικοχλίου.

Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται καί οἱ ἐλατηριωτοί δακτύλιοι πού στό ἐμπόριο ἔχουν τό ὄνομα ροδέλλες κρόβερ (σχ. 3.9ε).

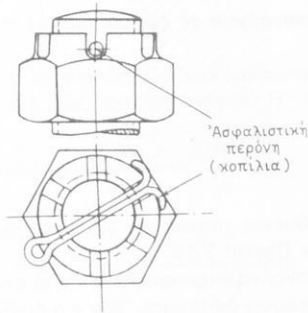


Σχ. 3.9ε.



Σχ. 3.9στ.

Κοχλιοσυνδέσεις μέ ἐλάσματα ἀσφάλειας.

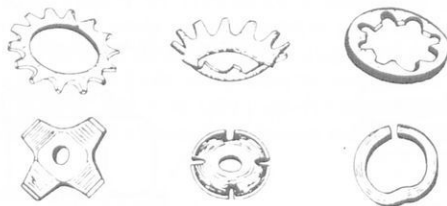


Σχ. 3.9ζ.

Οἱ ἐλατηριωτοί αὐτοί δακτύλιοι εἶναι χαλύβδινοι καί ἔχουν δύο ἄκρα ἐλαφρῶς στρεβλωμένα πρὸς τά ἔξω, ἀπό τά ὁποῖα τό ἓνα στερεώνεται πάνω στό κομμάτι τῆς μηχανῆς τό δέ ἄλλο πάνω στό περικόχλιο (σχ. 3.9στ). Ἔτσι σφίγγονται σταθερά καί τά δύο καί δέν ὑπάρχει φόβος νά χαλαρώσει ἡ σύνδεση.

Τέλος, πολύ διαδεδομένη εἶναι ἡ ἀσφάλιση μέ ἀσφαλιστική περόνη (κοπίλια) (σχ. 3.9ζ).

Ἡ περόνη συνδυάζεται μέ παξιμάδι ιδιαίτερης μορφῆς, τό ὁποῖο φέρει 6 ὡς 10 ἔγκοπές στό ἐπάνω μέρος. Στό σχῆμα 3.9η βλέπομε καί ἄλλα εἶδη ἀπό παράκλου ἀσφάλειας, οἱ ὁποῖοι χρησιμοποιοῦνται στίς ἐφαρμογές.



Σχ. 3.9η.
Δακτύλιοι ἀσφάλειας.

3.10. Ὑπολογισμός ἀντοχῆς τῶν κοχλιῶν.

Διακρίνομε κατά τόν ὑπολογισμό βασικά:

α) Κοχλίες πού καταπονοῦνται σέ ἐφελκυσμό (μέ τήν ἐφαρμογή μιᾶς ἀξονικῆς δυνάμεως P).

Ἡ διατομή F_1 τοῦ πυρήνα τοῦ κοχλίου καταπονεῖται ἀπό τήν ἀξονική δύναμη P σέ ἐφελκυσμό (σχ. 3.10α). Ἡ ὀνομαστική τάση πού ἀναπτύσσεται ἔχει τιμή:

$$\sigma = \frac{P}{F_1} = \frac{4P}{\pi \cdot d_1^2} \leq \sigma_{\epsilon} \text{ kp/mm}^2$$

Οἱ τιμές τῆς ἐπιτρεπόμενης τάσεως σ_{ϵ} γιά διάφορες περιπτώσεις φορτίσεως δίνονται ἐκ πείρας στόν Πίνακα 3.10.1.

Ἐκτός ὁμως ἀπό τόν πυρήνα καταπονοῦνται καί τά σπειρώματα σέ πίεση ἐπιφάνειας καί σέ ἀπόσχιση (κάμψη-διάτμηση). Ἐάν z ὁ ἀριθμός τῶν συνεργαζομένων σπειρωμάτων ὑποτεθεῖ δέ ὁμοίομορφη ἢ φόρτίσή τους, θά ἔχομε:

$$p = \frac{P}{z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t_2} \leq p_{\epsilon\pi} \text{ kp/mm}^2$$

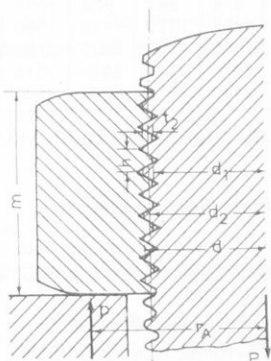
Ἀντικαθιστώντας τίς τιμές:

$$z = \frac{m}{h} \quad P = \sigma_{\epsilon} \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10.1.

Έπιτρεπόμενες τάσεις για φορτίσεις σε kp/cm^2

Φόρτιση μέ	Τρόπος κατεργασίας του σπειρώματος	Στατική φόρτιση		Έναλλασσόμενη φόρτιση	
		Έντοχη σε θραύση του υλικού kp/mm^2		Έντοχη σε θραύση του υλικού kp/mm^2	
		34-50	60	34-50	60
μικρή προένταση	Έντοχη κοπή σε τόρνο ή φρέζα	720 900	960 1200	480 600	640 800
μεγάλη προένταση	Έντοχη κοπή σε τόρνο ή φρέζα	550 675	720 900	360 450	480 600



Σχ. 3.10α.

Έχομε ως άναγκαίο ύψος περικοχλίου:

$$m = d_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{\sigma_\epsilon \cdot h \cdot d_1}{\rho \cdot t_2 \cdot d_2} \text{ mm}$$

Συνήθως για τούς κοχλίες συσφίξεως λαμβάνομε $m = 0,8 \cdot d$.

Παράδειγμα.

Φορτίο $P = 1960 \text{ kp}$ εφαρμόζεται σε κοχλιοσύνδεση, ή οποία υφίσταται μικρή προένταση. Έντοχο st.50 . Τό σπείρωμα θά χαραχθεί έπάνω σε τόρνο. Ζητείται να καθορισθεί ή έξωτερική διάμετρος του κοχλίου.

Διατομή πυρήνα:

$$f_k = \frac{P}{\sigma_\epsilon} = \frac{1960}{900} = 2,19 \text{ cm}^2$$

Λύση.

Από τόν Πίνακα 3.10.2 εκλέγεται ή βίδα Μ 20 μέ διατομή πυρήνα 2,2 cm².

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.10.2.

Έπιτρεπόμενα φορτία γιά κοχλίες καί ειδικές φορτίσεις σ_ε

Σπειρώμα	Διατομή πυρήνα cm ²	Έπιτρεπόμενη φόρτιση κοχλία σέ kp							
		σ _ε = 360	480	600	640	730	800	900	960
		kp/cm ²							
M 6	0,173	62	83	104	111	134	138	156	166
M 8	0,319	114	153	192	204	230	255	288	307
M 10	0,509	183	244	306	326	366	407	458	489
M 12	0,743	267	357	446	476	536	595	669	713
M 14	1,02	368	490	612	652	736	816	920	982
M 16	1,41	508	678	847	902	1008	1065	1270	1350
M 20	2,20	794	1055	1320	1410	1580	1760	1980	2110
M 24	3,17	1140	1520	1900	2025	2280	2530	2840	3040
M 27	4,19	1506	2010	2510	2680	3015	3350	3770	4030
M 30	5,09	1830	2440	3055	3260	3660	4065	4580	4880

Ο Πίνακας 3.10.2 δίνει τά έπιτρεπόμενα φορτία γιά κοχλίες καί γιά διάφορες ειδικές φορτίσεις σ_ε.

β) Καταπόνηση σέ έφελκυσμό, θλίψη καί στρέψη.

Τό είδος αυτό τής καταπόνησεως ύφίστανται όλοι οι κοχλίες πού παραμένουν σέ φόρτιση, όπως π.χ. ό κοχλίας μιάς πρέσσας καθώς καί οι κοχλίες στερεώσεως, πού συνδέονται υπό φόρτιση.

Η άναπτυσσόμενη ροπή στρέψεως δέν λαμβάνεται ύπ' όψη κατά τόν ύπολογισμό· αντί όμως τής σ_ε λαμβάνεται ως τιμή τά 3/4 αύτής.

Η έπιτρεπόμενη άρα φόρτιση προκύπτει από τόν τύπο:

$$P = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \sigma_{\epsilon} = 0,6 d_1^2 \cdot \sigma_{\epsilon}$$

Έπί πλέον στους κοχλίες αυτούς ή άνηγμένη πίεση p μεταξύ έπιφάνειας σπειρωμάτων βίδας καί παξιμαδιού δέν πρέπει νά ύπερβαίνει όρισμένη τιμή. Η p ύπολογίζεται από τόν τύπο:

$$p = \frac{P}{\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) z} = \text{kp/cm}^2$$

όπου: d ή μεγάλη διάμετρος τής βίδας· d₁ ή διάμετρος πυρήνα· z ό άριθμός τών σπειρωμάτων πού βρίσκονται σέ έπαφή.

Αντίθετα είναι δυνατόν, με τάση τήν ειδική πίεση p , πού μᾶς δίνεται από προηγούμενα, νά ὑπολογισθεῖ ὁ ἀριθμός τῶν σπειρωμάτων z , ὅποτε ἀπό αὐτόν τόν τύπο καθορίζεται τό ὕψος τοῦ παξιμαδιοῦ.

Ὡς τιμή τῆς p λαμβάνεται:

α) Γιά κοχλίες συνδέσεως ὡς μέγιστο: $p = 200 \text{ kp/cm}^2$

β) Γιά κοχλίες κινήσεως:

$p = 75 - 100 \text{ kp/cm}^2$ γιά κοινό χάλυβα ἢ χυτοσίδηρο ἢ μπρούτζο

$p = 150 \text{ kp/cm}^2$: γιά βελτιωμένο χάλυβα ἢ βελτιωμένο μπρούτζο.

Παράδειγμα.

Ἐστω κοχλίας πρέσσας τετραγ. διατομῆς καταπονούμενος μέ $P = 3500 \text{ kp}$. Ζητεῖται νά καθορισθοῦν τά στοιχεῖα τοῦ κοχλίου γιά ὑλικό χάλυβα 60.

Ἐδῶ πέρνομε $\sigma_e = 720$ (Πίνακας 3.10.1), ὅποτε:

$$d_1 = \sqrt{\frac{P}{0,6 \times 720}} = \sqrt{\frac{3500}{432}} \quad \text{καί} \quad d_1 = 2,85 \text{ cm}$$

Λαμβάνεται κοχλίας M34 μέ $d = 35 \text{ mm}$ καί $d_1 = 28 \text{ mm}$.

Ἀναφορικά μέ τόν καθορισμό τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρωμάτων θά λάβομε $p = 150$, ὅποτε θά ἔχομε:

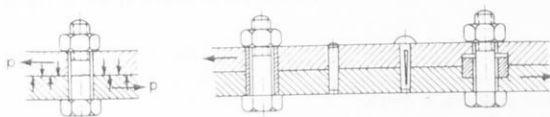
$$z = \frac{3500}{\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) \times 150} = \frac{3500}{\frac{\pi}{4} (3,5^2 - 2,8^2) \times 150} \quad \text{καί} \quad z = 6$$

ν) Καταπόνηση σέ διάτμηση.

Κοχλίες πού εἶναι προορισμένοι νά παραλάβουν πλευρικές δυνάμεις (διατμητικές), πρέπει νά εἶναι σέ ἀριθμό τόσο καί μέ τόση ἔνταση σφιγμένοι, ὥστε νά ἐμποδίζεται ἡ τριβή ἀνάμεσα στίς ἐπιφάνειες πού ἐφάπτονται (σχ. 3.10β).

Στήν περίπτωση αὐτή ἐφαρμόζεται ὁ τύπος μέ $\sigma = 4/5 \cdot \sigma_e$ δηλαδή ἐφαρμόζεται ὁ ἀκόλουθος τύπος γιά τόν ὑπολογισμό τῆς P :

$$P = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \sigma_e$$



Σχ. 3.10β.

3.11 Άνακεφαλαίωση.

1. Οι κοχλίες είναι τὰ στοιχεῖα πού πιά πολύ χρησιμοποιοῦνται *στὶς λυόμενες κατασκευές*.
Σέ κάθε κοχλία διακρίνομε τόν κορμό του καί τήν κεφαλή του. Στόν κορμό διακρίνομε τὸ αὐλακωτὸ τμήμα καί τὸ μὴ αὐλακωτὸ (αὐχένα).
Ὁ κοχλίας συνήθως συνοδεύεται καί ἀπὸ ἓνα περικόχλιο, πού εἶναι ἀπαραίτητο γιά νά γίνει ἡ σύνδεση.
Οἱ κοχλίες διακρίνονται:
Σέ κοχλίες συνδέσεως καί κοχλίες κινήσεως.
2. Βάση γιά τὴ χάραξη τοῦ σπειρώματος σ' ἓνα κοχλία εἶναι ἡ ἑλικοειδῆς γραμμή. Τὰ σπειρώματα διακρίνονται σέ:
α) Τριγωνικά, πού ἐφαρμόζονται ἀποκλειστικά στοὺς κοχλίες συνδέσεως.
β) Τετράγωνα, τραπεζοειδῆ, πριονωτά, στρογγυλά, πού ἀφοροῦν τοὺς κοχλίες κινήσεως.
3. Τὰ στοιχεῖα τοῦ κοχλίας εἶναι:
Ἡ μεγάλη διάμετρός του, ἡ μικρὴ διάμετρός του, ἡ διάμετρος πλευρῶν, τὸ βήμα, τὸ μῆκος κοχλιώσεως καί τὸ μῆκος τοῦ κοχλίας.
Γιά τὸ περικόχλιο ἔχομε:
Τὴν ἐξωτερικὴ διάμετρο, τὴν ἐσωτερικὴ διάμετρο, τὴν διάμετρο πλευρῶν, τὸ ὕψος τοῦ περικοχλίου.
4. Στοὺς κοχλίες στερεώσεως διακρίνομε τὰ ἑξῆς σπειρώματα:
α) Μετρικὸ, β) Ἀγγλικό, γ) Ἀμερικανικό (Σέλλερς) καί τὸ ἐνοποιημένο.
Μετὰ ἀπὸ διεθνή συμφωνία ἐγίνε παραδεκτὸ σέ κάθε διάμετρο κοχλία νά ἀντιστοιχεῖ ὀρισμένο βῆμα, πού ὀρίζεται σέ εἰδικούς πίνακες.
5. Ἡ χάραξη τῶν σπειρωμάτων στοὺς κοχλίες γίνεται εἴτε μὲ ἐργαλεῖα χειρός εἴτε σέ ἐργαλειομηχανές.
6. Γιά τὴ σύνδεση σωλῆνων χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης εἰδικὰ σπειρώματα καθὼς καί περικόχλια πού ἔχουν τὴν εἰδικὴ ὀνομασία μούφες. Διαμορφώνονται δηλαδή τὰ πρὸς σύνδεση ἄκρα τῶν σωλῆνων σέ κοχλίες καί παρεμβάλλεται μεταξύ τους ἡ μούφα καί τοὺς συνδέει.
7. Σχετικὰ μὲ τοὺς κοχλίες συνδέσεως διακρίνομε:
Τοὺς περαστοὺς, τοὺς φυτευτοὺς, τοὺς κοχλίες κεφαλῆς (βυθισμένους, φρεζάτους, ἡμιστρόγγυλους καί κυλινδρικούς) καθὼς καί τοὺς κοχλίες ἀγκυρώσεως.
8. Γιά τὴν ἀσφάλιση μιᾶς κοχλιοσυνδέσεως χρησιμοποιοῦμε ἢ τὸ ἀντιπερικόχλιο ἢ ἔλασμα ἀσφάλειας ἢ ροδέλλα γκρόβερ, ἢ ἀσφαλιστικὴ περόνη, ἢ δακτύλιους ἀσφάλειας.
9. Οἱ κοχλίες ὑπολογίζονται συνήθως σέ ἐφέλκυσμό καί σέ ὀρισμένες περιπτώσεις σέ σύνθετη καταπόνηση (ἐφέλκυσμό-στρέψη) ἢ σέ διάτμηση.

3.12 Ἑρωτήσεις.

1. Σέ πόσα μέρη χωρίζεται ὁ κοχλίας.
2. Τί εἶναι ὁ φυτευτὸς κοχλίας (μπουζόνι);
3. Πόσων εἰδῶν κοχλίες ἔχομε;
4. Σέ τί μᾶς χρησιμεύουν οἱ κοχλίες κινήσεως;

5. Ποιά γραμμή πέρνομε ως βάση για τό σχηματισμό του σπειρώματος;
6. Πόσων ειδών σπειρώματα έχομε;
7. Ποιά είναι τά στοιχεῖα για τούς κοχλίες καί ποιά για τά περικόχλια;
8. Τί είδους σπειρώματα έχουν οί κοχλίες συνδέσεως;
9. Πώς πέτυχε ἡ ἐναλλαξιμότητα στούς κοχλίες τῶν διαφόρων ἐργοστασίων;
10. Τί διαφέρει τό μετρικό ἀπό τό ἀγγλικό σπείρωμα;
11. Γιατί χρησιμοποιοῦμε τό τραπεζοειδές σπείρωμα ἀντί του τετράγωνου;
12. Σέ τί χρησιμεῖει ἡ μούφα;
13. Πώς χαρακτηρίζονται τά σπειρώματα σωλῆνων;
14. Πώς ἀσφαλίζεται μιά κοχλιοσύνδεση;
15. Πώς ὑπολογίζεται ὁ κοχλίας πού καταπονεῖται σέ ἐφελκυσμό;
16. Πώς ὑπολογίζεται ὁ κοχλίας ὅταν καταπονεῖται σέ στρέψη, κάμψη καί ἐφελκυσμό;
17. Πώς ὑπολογίζεται ὁ κοχλίας ὅταν καταπονεῖται σέ διάτμηση;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΦΗΝΕΣ

4.1 Περιγραφή καί είδη σφηνών.

Οι σφήνες είναι καί αυτές ὄργανα συνδέσεως τῶν διαφόρων στοιχείων μηχανῶν μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα γιά νά σταθεροποιούνται στίς ἀτράκτους οἱ ὄμφαλοί τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν, τῶν συνδέσμων, τῶν ἐκκέντρων, τῶν τροχαλιῶν καί τῶν στροφάλων.

Ἐξ ὑλικό κατασκευῆς τῶν σφηνῶν χρησιμοποιεῖται ὁ χάλυβας.

Οἱ συνδέσεις μέ σφήνες εἶναι **συνδέσεις λυόμενες**, ὅπως ἀκριβῶς καί οἱ κοχλιοσυνδέσεις. Οἱ σφήνες ἀνάλογα μέ τή διάταξη καί τό εἶδος χρησιμοποιήσεώς τους διακρίνονται σέ:

α) Ἐπιμήκεις [σχ. 4.1α (α-κ) καί 4.1β]

β) Ἐγκάρσιες [σχ. 4.1α (λ) καί 4.1γ]

Στό σχῆμα 4.1α φαίνονται ὅλα τά εἶδη σφηνῶν.

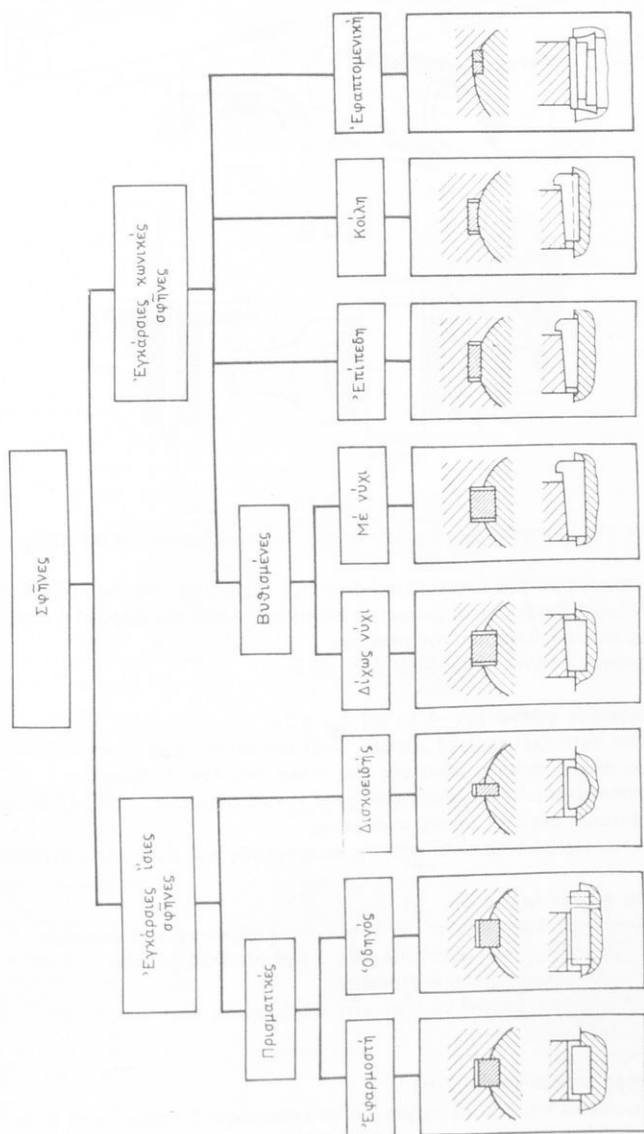
Στίς διάφορες ἐφαρμογές περισσότερο χρησιμοποιοῦνται οἱ **ἐπιμήκεις** σφήνες καί σπανιότερα οἱ ἐγκάρσιες.

4.2 Ἐπιμήκεις σφήνες.

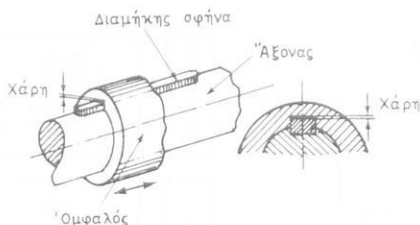
Ὅπως φαίνεται καί ἀπό τό σχῆμα 4.2α, ἡ διαμήκης σφήνα εἶναι κατά κανόνα ἓνα χαλύβδινο πρίσμα μέ τετραγωνική ἢ ὀρθογωνική διατομή. Ἡ σφήνα αὐτή ἐφαρμόζεται συνήθως σέ ἓνα αὐλάκι, πού κατά τό ἡμισυ ἀνήκει στόν ὄμφαλό τοῦ τεμαχίου, πού πρόκειται νά στερεωθεῖ καί κατά τό ἄλλο ἡμισυ στόν ἄξονα. Σέ ἄλλες περιπτώσεις τό αὐλάκι ὑπάρχει μόνο στόν ὄμφαλό. Πολλές σφήνες, γιά νά μπορούν νά ἀποσυνδέονται εὐκόλα, φέρουν στό ἓνα ἄκρο προεξοχή, πού καλεῖται νύχι. Σφήνες μέ νύχια φαίνονται στό σχῆμα 4.1α (δ,η,ι,.) καί 4.2β.

Γιά νά σφίξει ὁμως ὁ ὄμφαλός στόν ἄξονα, ὥστε νά γίνουν τά δύο ἓνα σῶμα, ἡ σφήνα κατασκευάζεται ἀπό τή μία πλευρά ἐλαφρά κωνική καί μέ κλίση περίπου 1:100, ὥστε ὅταν κτυπηθεῖ ἀπό τή μία ἄκρη της νά προχωρεῖ καί νά σφηνώνεται μεταξύ ἄξονα καί τεμαχίου. Αὐτό φαίνεται στό σχῆμα 4.2δ.

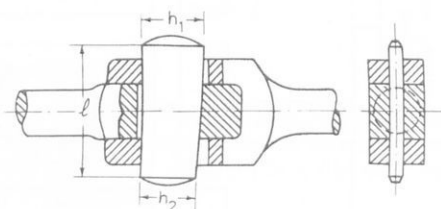
Στήν ἄτρακτο ἡ σφήνα ἐνεργεῖ μέ τή δύναμη S , ἐνῶ ὁ ὄμφαλός ἐνεργεῖ μέ τή δύναμη P (σχ. 4.2γ). Ἀντίστροφα ἐνεργοῦν οἱ διευθύνσεις τῶν δυνάμεων στόν ὄμφαλό. Ἡ ἀναπτυσσόμενη τριβή καθώς καί οἱ πλευρικές ἐπιφάνειες τῆς σφήνας ἐπιτρέπουν τή μεταφορά τῆς ροπῆς στρέψεως ἀπό τό ἓνα στοιχεῖο στό ἄλλο. Οἱ



Σχ. 4.1α.



Σχ. 4.1β.



Σχ. 4.1γ.

διαστάσεις των σφηνών δέν υπολογίζονται, αλλά καθορίζονται άπό τούς κανονισμούς.

Η συναρμογή μεταξύ όμφαλοϋ καί άτράκτου πρέπει νά είναι όσο τό δυνατό πιο έφαρμοστή γιατί διαφορετικά μπορεί νά παρασυρθεί άπό τόν όμφαλό ή σφήνα άπό τή μία της πλευρά (μάσημα τής σφήνας).

Οί έπιμήκεις σφήνες είναι διαφόρων ειδών:

α) Η δισκοειδής σφήνα [σχ. 4.1α (α) καί 4.2ε].

Η σφήνα αυτή έχει κυκλική μορφή. Όταν τοποθετείται μέσα στο αύλακι της έπάνω στόν άξονα, παίρνει μόνη της τήν κλίση πού έχει ο όμφαλός.

Χρησιμοποιείται σε έργαλειομηχανές καί γενικά σε άξονες, πού δέν δέχονται ή δέν μεταφέρουν μεγάλες ροπές στρέψεως.

Οί δισκοειδείς σφήνες είναι φθηνής κατασκευής καί είναι εύκολόχρηστες.

β) Η κοίλη σφήνα (σχ. 4.2ζ).

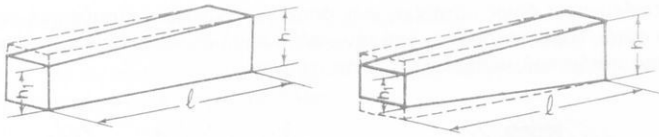
Η σφήνα αυτή έφαρμόζεται σε αύλακι, πού φέρει μόνο ο όμφαλός.

Μέ τόν τρόπο αυτό δέν άδυνατίζει μέν ο άξονας, αλλά δέν είναι δυνατή παρά ή μεταφορά πολύ μικρών ροπών στρέψεως.

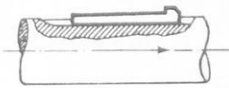
Μιά κοίλη σφήνα, μπορεί νά είναι είτε άπλή (χωρίς νύχι) [σχ. 4.1α(γ)] είτε μέ νύχι [σχ. 4.1α(δ)].

γ) Η επίπεδη σφήνα (σχ. 4.2στ).

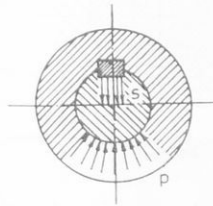
Όπως φαίνεται καί άπό τό σχήμα για νά έφαρμόσει ή σφήνα αυτή στόν άξονα χρειάζεται προηγουμένως έπεξεργασία του άξονα ώστε νά γίνει επίπεδος στο μέρος πού θά δεχθεί τή σφήνα.



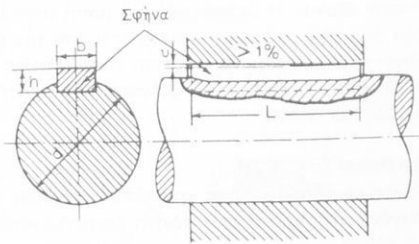
Σχ. 4.2α.



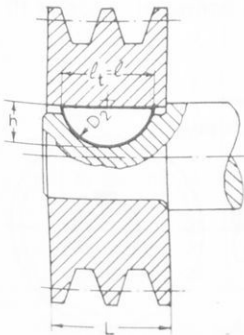
Σχ. 4.2β.



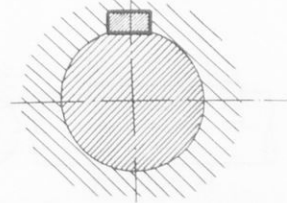
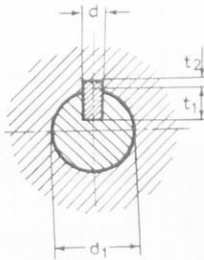
Σχ. 4.2γ.



Σχ. 4.2δ.

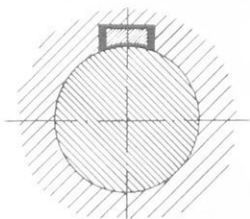


Σχ. 4.2ε.

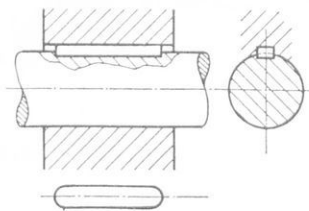


Σχ. 4.2στ.

Ἡ ἐπεξεργασία ὁμως αὐτὴ ἔχει σάν ἀποτέλεσμα κάποια ἐξασθένησή του στό σημεῖο αὐτό. Ἡ μεταφερόμενη ἀπό τήν σφήνα ροπή στρέψεως εἶναι λίγο μεγαλύτερη ἀπό αὐτήν πού μεταφέρει ἡ κοίλη σφήνα.



Σχ. 4.2ζ.



Σχ. 4.2η.

δ) Ἡ ἐφαρμοστὴ σφήνα [σχ. 4.1α(β,ε) καί 4.2η].

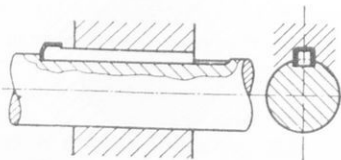
Ἡ σφήνα αὐτὴ τοποθετεῖται σέ αὐλάκι στὸν ἄξονα. Γιά νά γίνει ἡ σφήνωση μετακινεῖται προσωρινά ὁ ὄμφαλός του ἐξαρτήματος (π.χ. τοῦ τροχοῦ), τὸ ὁποῖο πρόκειται νά σφηνωθεί στὸν ἄξονα. Ἡ μεταφερόμενη ροπή στρέψεως μέ τὴ σφήνα αὐτὴ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ ροπή πού μεταφέρεται ἀπὸ τὴν ἐπίπεδη σφήνα. Σέ περίπτωση πού ὑπάρχει ἐναλλασσόμενη φόρτιση τοποθετοῦνται δύο σφήνες σέ γωνία μεταξύ τους 120° . Στὸν Πίνακα 4.2.1 φαίνονται οἱ διαστάσεις τῶν σφηνῶν ἀνάλογα μέ τὴ διάμετρο τοῦ ἄξονα.

ε) Ἡ σφήνα πού ὀλισθαίνει (σχ. 4.2θ).

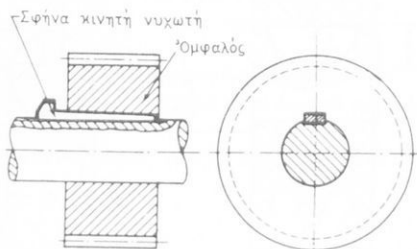
Γιά νά γίνει σφήνωση μέ τέτοια σφήνα κρατεῖται σταθερός ὁ ὄμφαλός του ἐξαρτήματος καί μέ συνεχῆ κτυπήματα στή σφήνα ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐφαρμογὴ της μέσα στό αὐλάκι τοῦ ἄξονα.

Οἱ ὀλισθαίνουσες σφήνες εἶναι εἴτε χωρὶς νύχια (ἀπλές) [σχ. 4.1α(ε)], εἴτε μέ νύχια [σχ. 4.1α(ι) καί 4.2θ].

Στὸν Πίνακα 4.2.2 ἀναγράφονται οἱ διαστάσεις γιά τίς σφήνες σέ σχέση μέ τὴ διάμετρο τοῦ ἄξονα.



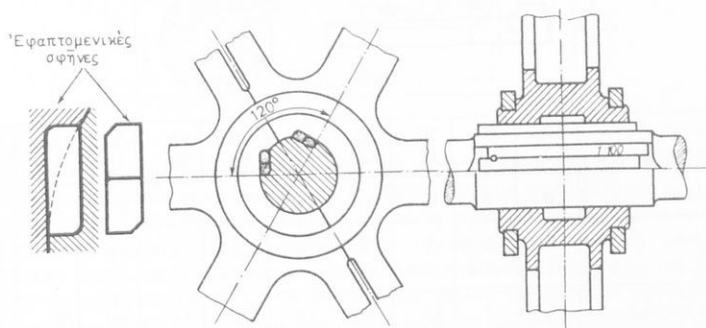
Σχ. 4.2θ.



Σχ. 4.2ι.

στ) Οι έφαπτομενικές σφήνες [σχ 4.1α(θ) και 4.2ια].

Αυτές συνήθως χρησιμοποιούνται κατά ζεύγη, για να συνδέουν βαριά τεμάχια μηχανών. Μέ τις σφήνες αυτές, άξονας και όμφαλός σφίγγονται έφαπτομενικά και έτσι ή μία σφήνα δένεται μέ τήν άλλη.



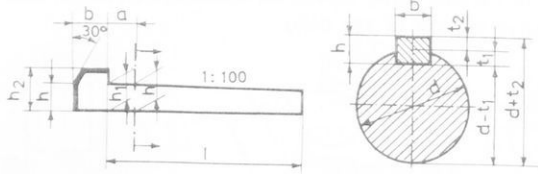
Σχ. 4.2ια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1.

Διάμετρος άτρακτου D σέ mm	Όλισθαίνουσα			Έπίπεδη			Κοίλη	
	b	h	t	b	h	t	b	s
	10 ως 12	4	4	2,4	—	—	—	—
12 ως 17	5	5	2,9	—	—	—	—	—
17 ως 22	6	6	3,5	—	—	—	—	—
22 ως 30	8	7	4,1	8	5	1,3	8	3,5
30 ως 38	10	8	4,7	10	6	1,8	10	4
38 ως 44	12	8	4,9	12	6	1,8	12	4
44 ως 50	14	9	5,5	14	6	1,4	14	4,5
50 ως 58	16	10	6,2	16	7	1,9	16	5
58 ως 65	18	11	6,8	18	7	1,9	18	5
65 ως 75	20	12	7,4	20	8	1,9	20	6
75 ως 85	22	14	8,5	22	9	1,8	22	7

Μπορούν μέ τόν τρόπο αυτό νά δεχθούν μεγάλες ροπές στρέψεως και πρός τίς δύο κατευθύνσεις περιστροφής. Στόν Πίνακα 4.2.3 δίνονται οι διαστάσεις για τίς έφαπτομενικές σφήνες σέ σχέση μέ τή διάμετρο του άξονα (D.I.N. 271 και 268).

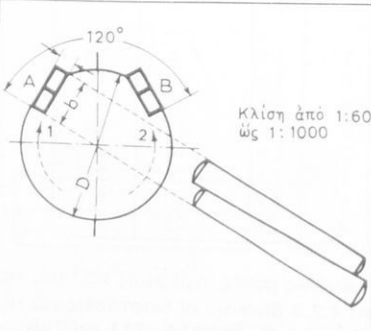
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.2.
Διαμήκης ολισθαίνουσα σφήνα με νύχι



Διάμετρος άτράκτου d	17 22	22 30	30 38	38 44	44 50	50 58	58 65	65 75	75 85	85 95
Πλάτος b	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
Ύψος h h_1	6 6,1	7 7,2	8 8,2	8 8,2	9 9,2	10 10,2	11 11,2	12 12,2	14 14,2	14 14,2
Ύψος νυχιού h_2	10	11	12	12	14	16	18	20	22	22
Απόσταση $\approx a$	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14
Βάθος αύλακιού t_1	3,5	4,1	4,7	4,9	5,5	6,2	6,8	7,4	8,5	8,7
Βάθος αύλακιού του όμφαλου t_2	2,2	2,5	2,9	2,7	3,1	3,4	3,7	4,1	5,0	4,8

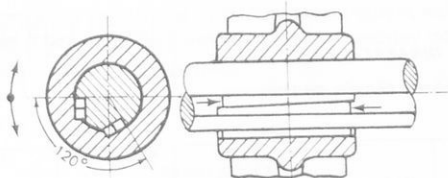
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.3.

Έφαπτομενικές σφήνες



Κλίση από 1:60
 ως 1:1000

	D	t	b	Γιά έναλλασσόμενη πίεση	
				t	b
	60	7	19,3	—	—
	70	7	21	—	—
	80	8	24	—	—
	90	8	25,6	—	—
	100	9	28,6	10	30
	120	10	33,2	12	36
	140	11	37,7	14	42
	160	12	42,1	16	48
	180	12	44,9	18	54
	200	14	51	20	60
	250	18	64,6	25	75
	300	20	74,8	30	90
	360	26	93,2	36	108
	400	26	98,6	40	120



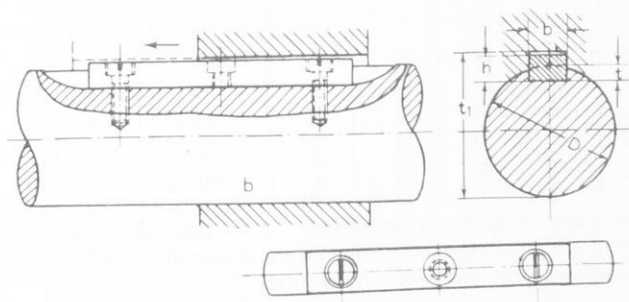
Σχ. 4.2ιβ.

ζ) Σφήνες-Όδηγοί [σχ. 4.1α (ι,κ) και 4.2ιγ)].

Οι σφήνες αυτές δεν έχουν κωνικότητα και το σχήμα είναι παραλληλεπίπεδο, γι' αυτό το λόγο ταιριάζουν στο αυλάκι της άτρακτου μόνο με τις επιφάνειες, που είναι παράλληλες προς τον άξονα της σφήνας. Η ροπή στρέψεως μεταφέρεται από τον όμφαλό στην άτρακτο ή και αντίθετα, από τις πλευρικές επιφάνειες της σφήνας.

Με την τοποθέτηση των σφηνών αυτών δεν επιτυγχάνεται σύσφιξη του όμφαλου με την άτρακτο. Έπομένως τα δύο τεμάχια, άξονας και όμφαλός του τεμαχίου δεν αποτελούν ένα σώμα. Είναι δυνατή άρα ολίσθηση του ενός τεμαχίου σε σχέση προς το άλλο.

Η οδηγός σφήνα πολλές φορές στερεώνεται στην άτρακτο (άξονα) με φυτευτούς κοχλίες, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.2ιγ.



Σχ. 4.2ιγ.

Στην περίπτωση, που ζητείται άκινησία του όμφαλου μετά τη σφήνωση, ή στερέωση επιτυγχάνεται με δακτύλιους στερεώσεως ή με κοχλίες ασφάλειας.

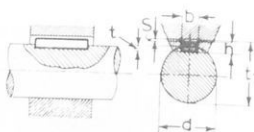
Ο Πίνακας 4.2.4 δίνει τις διαστάσεις οδηγού σφήνας ανάλογα με τη διάμετρο του άξονα.

η) Το πολύσφηνο.

Όταν η προς μεταφορά ροπή στρέψεως είναι μεγάλη, αντί να τοποθετήσουμε πολλές σφήνες που άδυνατίζουν την άτρακτο χρησιμοποιούμε άτρακτους-πολύ-

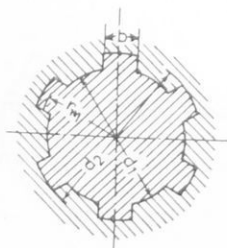
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.4.

Διαστάσεις οδηγών σφηνών

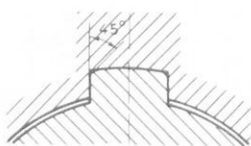


Διάμετρος άξονα d		Πλάτος σφήνας b mm	Ύψος σφήνας h mm	Χάρη σφήνας s mm	Βάθος του αύλακιού στον άξονα t mm	Άποσταση άξονα και βάθους αύλακιού όμφαλου t_1 mm
άπό mm	ώς mm					
6	8	2	2	0,1	1,2	$d + 0,9$
8	10	3	3	0,1	1,8	$d + 1,3$
10	12	4	4	0,2	2,9	$d + 1,7$
12	17	9	5	0,2	3,0	$d + 2,2$
17	22	6	6	0,2	3,5	$d + 2,7$
22	30	8	7	0,2	4,0	$d + 3,2$
30	38	10	8	0,2	4,5	$d + 3,7$
38	44	12	8	0,2	4,5	$d + 3,7$
44	50	14	9	0,2	5,0	$d + 4,2$
50	58	16	10	0,3	5,0	$d + 4,7$
58	68	18	11	0,3	6,0	$d + 5,3$
68	78	20	12	0,3	6,0	$d + 6,3$
78	92	24	14	0,3	7,0	$d + 7,3$
92	110	28	16	0,3	8,0	$d + 8,3$
110	130	32	18	0,3	9,0	$d + 9,3$
130	190	36	20	0,3	10,0	$d + 10,3$

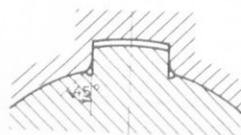
σφηνά (σχ. 4.2ιδ) με όμφαλούς-πολύσφηνά. Τό κεντράρισμα μπορεί νά γίνει κατά δύο τρόπους: είτε στην έξωτερική διάμετρο τής άτράκτου (σχ. 4.2ιε), είτε στην έσωτερική διάμετρο τής άτράκτου (σχ. 4.2ιστ).



σχ. 4.2ιδ.



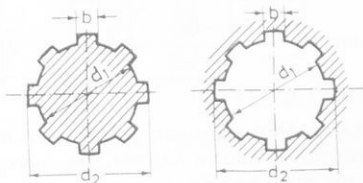
σχ. 4.2ιε.



σχ. 4.2ιστ.

Ἡ σύνδεση αὐτὴ εἶναι συνηθισμένη σὲ ἐργαλειομηχανές καὶ στὰ αὐτοκίνητα. Στὸν Πίνακα 4.2.5 φαίνονται οἱ διαστάσεις τῶν ἐγκάρσιων σφηνῶν ἀνάλογα μὲ τὴν διάμετρο καὶ τὸν τύπο τῆς καθεμιᾶς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.5.



Ἐσωτερικὴ διάμετρος d_1	DIN 5462			DIN 5463			DIN 5464		
	Ἀριθμὸς ἐγκοπῶν	Ἐλαφρὴ σειρά		Ἀριθμὸς ἐγκοπῶν	Μέση σειρά		Ἀριθμὸς ἐγκοπῶν	Ἰσχυρὴ σειρά	
		d_2	b		d_2	b		d_2	b
18	—	—	—	6	22	5	10	23	3
21	—	—	—	6	25	5	10	26	3
23	6	26	6	6	28	6	10	29	4
26	6	30	6	6	32	6	10	32	4
28	8	32	7	6	34	7	10	35	4
32	8	36	6	8	38	6	10	40	5
36	8	40	7	8	42	7	10	45	5
42	8	46	8	8	48	8	10	50	6
46	8	50	9	8	54	9	10	56	7
52	8	58	10	8	60	10	16	60	5
56	8	62	10	8	65	10	16	65	5
62	8	68	12	8	72	12	16	72	6

4.3 Ἐγκάρσιες σφῆνες.

Ὅπως φαίνεται καὶ ἀπὸ τὰ σχήματα 4.1α(λ) καὶ 4.3α, οἱ ἐγκάρσιες σφῆνες εἶναι ἐπίπεδοι δίσκοι μὲ τὰ ἄκρα τους στρογγυλεμένα. Ἐκτός ὁμως ἀπὸ αὐτές ἐξετάζονται καὶ οἱ **ἐγκάρσιες κωνικὲς σφῆνες**.

Τὶς ἐγκάρσιες σφῆνες τὶς χρησιμοποιοῦμε γιὰ νὰ συνδέομε μεταξύ τους εἴτε ραβδόμορφα στοιχεῖα, εἴτε ραβδόμορφα στοιχεῖα μὲ τὸν ὄμφαλό ἄλλου στοιχείου μηχανῆς. Ἔτσι π.χ. ἡ σύνδεση τοῦ βάρου, ποῦ εἶναι ἓνα ραβδόμορφο στοιχεῖο, μὲ τὸ ζύγωμα μιᾶς ἐμβολοφόρας μηχανῆς, γίνεται μὲ μίαν ἐγκάρσια σφήνα (σχ. 4.3α καὶ 4.3β).

Γενικά η κλίση που δίνεται σ' αυτές κυμαίνεται από 1:25 ως 1:40, όποτε υπάρχει σταθερότητα, και η σφήνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς ιδιαίτερη ασφάλιση.

Στήν περίπτωση του σχήματος 4.3α, που παριστάνει τη σύνδεση ενός βάκτρου με ένα ζύγωμα, οι διαστάσεις της σφήνας είναι:

$$\text{Μήκος } l = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Ύψος } h = \frac{50 + 55}{2} = 52,5 \text{ mm}$$

$$\text{Κλίση } c = \frac{55 - 50}{2} = 2,5 \text{ mm} \quad \eta \quad 2,5\%$$

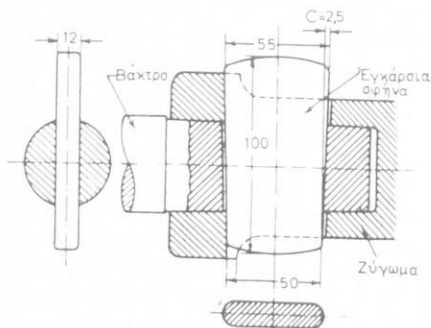
$$\text{Πλάτος } b = 12 \text{ mm}$$

Στό σχήμα 4.3γ φαίνεται άλλη σφήνωση με έγκάρσια σφήνα.

Η σφήνα έχει κωνικότητα και από τις δυο πλευρές, συγκρατεί δέ σταθερά την κεφαλή του διωστήρα της άτμομηχανής.

Χαρακτηριστικός είναι ο τρόπος που ασφαλίζεται η σφήνα στη θέση της με τη βοήθεια πλινθίου και κοχλίου.

Γενικά στις συνδέσεις αυτές τοποθετείται η κεκλιμένη πλευρά της σφήνας στη ράβδο, ώστε η συναρμογή να γίνεται σε μικρό μήκος.



Σχ. 4.3α.
Σύνδεση βάκτρου με τό ζύγωμα.

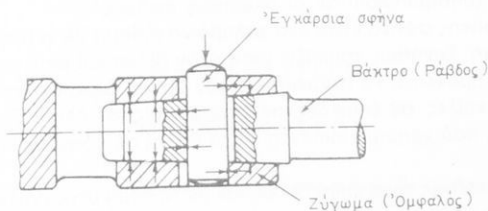
Έγκάρσιες κωνικές σφήνες.

Οι έγκάρσιες κωνικές σφήνες (σχ. 4.3δ) κατασκευάζονται σχεδόν πάντοτε με κλίση 1:50.

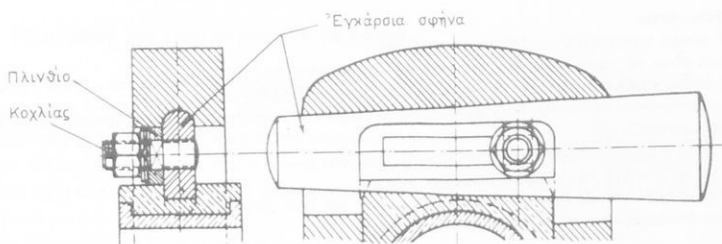
Τό μέγεθός τους χαρακτηρίζεται από τη μικρότερή τους διάμετρο d . Χρησιμοποιούνται κυρίως στο στάδιο της συναρμολογήσεως δύο τεμαχίων μηχανής, γιά να έξασφαλίζουν έφαρμογή του ενός σχετικά προς τό άλλο.

Ἦς συνδετικές σφηνες ἐπάνω σέ ἄξονες χρησιμοποιοῦνται μόνο στὶς περιπτώσεις, ποὺ δὲν μεταφέρονται μὲ αὐτὲς μεγάλες δυνάμεις.

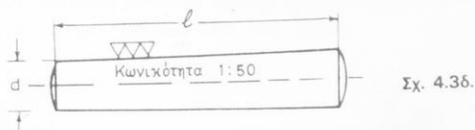
Στὰ σχήματα 4.3ε καὶ 4.3στ, φαίνονται ἐφαρμογὲς τῶν ἐγκάρσιων κωνικῶν σφηνῶν.



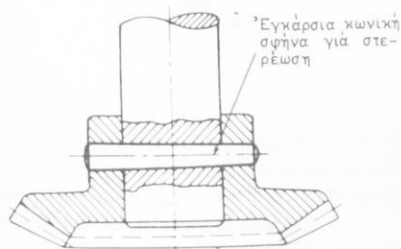
Σχ. 4.3β.



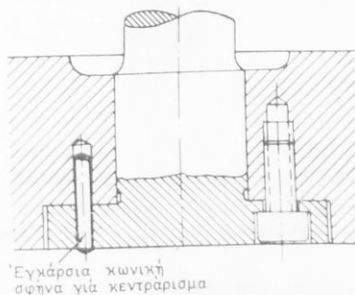
Σχ. 4.3γ.



Σχ. 4.3δ.



Σχ. 4.3ε.



Σχ. 4.3στ.

4.4 Ανακεφαλαίωση.

1. Η σφήνα αποτελεί στοιχείο μιάς λυόμενης συνδέσεως. Χρησιμοποιείται κυρίως για τή σταθεροποίηση στους άξονες των όμφαλων όδοντωτών τροχών, συνδέσμων κλπ. Διακρίνονται σε διαμήκεις και εγκάρσιες. Στις διάφορες εφαρμογές περισσότερο χρησιμοποιούνται οι διαμήκεις σφήνες.
2. Βασικά η διαμήκης σφήνα είναι ένα χαλύβδινο πρίσμα με τετραγωνική ή ορθογωνική διατομή. Συνήθως ταιριάζει μισή στόν άξονα και μισή στόν όμφαλό του τεμαχίου που πρόκειται να στερεωθεί στόν άξονα. Διακρίνονται σε σφήνες δισκοειδείς, σε κοίλες, σε επίπεδες, σε εφαρμοστές, σε όλισθαίνουσες και σε έφαπτομενικές, που χρησιμοποιούνται κατά ζεύγη σε οδηγούς και ως πολύσφηννα.
3. Οι εγκάρσιες σφήνες είναι επίπεδοι δίσκοι με τά άκρα στρογγυλεμένα. Έκτός όμως από αυτές υπάρχουν και οι κωνικές που χρησιμοποιούνται σε κεντραρίσματα «άρσενικων» και «θηλυκων» τεμαχίων.

4.5 Έρωτήσεις.

1. Σε πόσες κατηγορίες διαιρούμε τις σφήνες;
2. Ποιό είναι τό χαρακτηριστικό στοιχείο σε μιά διαμήκη σφήνα;
3. Σε ποιές κυρίως συνδέσεις προτιμούνται οι διαμήκεις σφήνες;
4. Άπαριθμήσετε πόσα είδη διαμήκων σφηνων έχομε και αναφέρετε πό συγκεκριμένα που κυρίως χρησιμοποιούνται;
5. Τι είναι ή οδηγός σφήνα και πότε χρησιμοποιείται;
6. Τι γνωρίζετε για τις εγκάρσιες σφήνες γενικά;
7. Τι γνωρίζετε για τις εγκάρσιες κωνικές σφήνες και που χρησιμοποιούνται;
8. Πώς υπολογίζονται οι διαστάσεις στις σφήνες;

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΕΣΑ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

ΑΤΡΑΚΤΟΙ (ΑΞΟΝΕΣ)

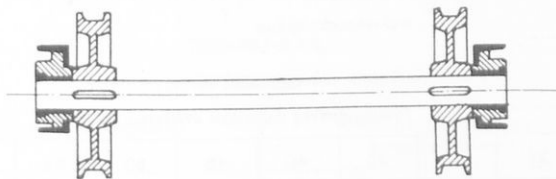
5.1 Περιγραφή και είδη άτράκτων (άξόνων).

Στό Κεφάλαιο αυτό θά περιγραφούν οι άξονες και οι άτράκτοι έκτός από τούς στροφαλοφόρους, πού θά αναφερθούν στό Κεφάλαιο 11.

Άξονας γενικά ονομάζεται κάθε μεταλλική ράβδος κοίλη ή πλήρης τής οποίας τά άκρα, εΐναι όπωσδήποτε κυλινδρικά, ένώ τό υπόλοιπο τμήμα της (ένδιάμεσο) μπορεί νά έχει διατομή κυκλική ή άλλη κανονικά συμμετρική, π.χ. τετραγωνική, έξαγωνική κ.ο.κ.

Οί άξονες χωρίζονται σέ δυό κατηγορίες:

— Στήν πρώτη κατηγορία ανήκουν όλοι εκείνοι, πού κατά τή λειτουργία τους εΐ-
τε μένουν άκίνητοι, είτε περιστρέφονται, αλλά μέ σκοπό νά βαστάζουν μόνο κά-
ποιο βάρος· **υποφέρουν συνεπώς μόνο σέ κάμψη**. Άξονες αυτού του είδους έχουν
π.χ. τά κάρρα, τά βαγόνια τών τραίνων κλπ. (σχ. 5.1α).



Σχ. 5.1α.

— Στή δεύτερη κατηγορία ανήκουν όλοι οι άλλοι άξονες, πού κύριο γνώρισμά
τους εΐναι ότι περιστρέφονται και μεταδίδουν τήν περιστροφή τους. Τούς άξονες
αυτούς ονομάζομε **άτράκτους**. Ή άτράκτος λοιπόν εΐναι άξονας πού **περιστρέφεται**
και **μεταβιβάζει ροπή στρέψεως**.

Γιά λόγους κατασκευαστικούς συνηθίζεται ή διατομή του ένδιάμεσου μήκους
τών άξόνων και τών άτράκτων νά εΐναι κυκλική [σχ. 5.1β(1)], σπανιότερα τετρα-
γωνική [σχ. 5.1β(2)], άκόμη δέ σπανιότερα άλλης μορφής.

Άτρακτοι κάθε είδους συναντώνται στις κινητήριες έργομηχανές καί έργαλειομηχανές. Επίσης καί στά συστήματα μεταδόσεως κινήσεως.

Οι άτρακτοι έχουν τυποποιημένες διαμέτρους καί έτσι μπορεί κανείς νά τίς βρεΐ εύκολα στό έμπόριο κατεργασμένες σέ τεμάχια μέ μήκη 4 ώς 5 m.

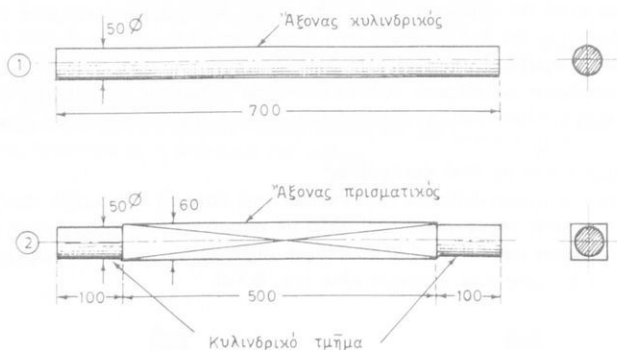
Ο Πίνακας 5.1.1 δίδει τίς τυποποιημένες διαμέτρους σύμφωνα πρός τό D.I.N. 114.

Ός ύλικό κατασκευής τους χρησιμοποιείται κατá κανόνα ό χάλυβας άντοχής 50 kp/mm^2 ή 60 kp/mm^2 , σπανιότερα δέ χρησιμοποιούνται ειδικοί χάλυβες, δηλαδή χάλυβες πού περιέχουν έκτός από τόν άνθρακα καί άλλα στοιχεία, όπως είναι τό χρώμιο, τό νικέλιο κ.ά.

Οι άτρακτοι χρησιμοποιούνται κυρίως ώς στοιχεία στίς μηχανές.

Γιά νά ύπολογισθεΐ ή διάμετρος, πού πρέπει νά έχει μία άτρακτος, λαμβάνεται συνήθως ύπ' όψη ή **ροπή στρέψεως** πού τήν έπιβαρύνει, παραλείπεται δέ κατá τόν ύπολογισμό ή καμπτική της καταπόνηση, όταν αυτή δέν είναι σημαντική.

Στά μηχανουργεία, κλωστήρια, ύφαντήρια κλπ. χρησιμοποιούνται παντού άτρακτοι, όταν πρέπει νά μεταβιβασθεΐ περιστροφική κίνηση από μία κινητήρια πηγή ταυτόχρονα σέ δύο ή τρία μηχανήματα.



Σχ. 5.1β.
Εΐδη άξόνων.

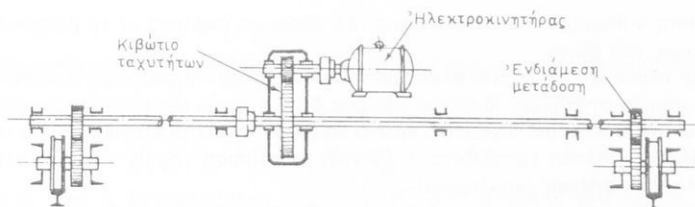
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.1.

Τυποποιημένες διαμέτρους άτράκτων σέ mm

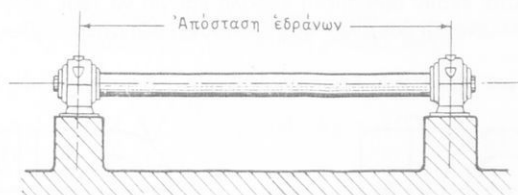
25	30	35	40	45	50	55	60
70	80	90	100	110	125	140	160

Η άτρακτος π.χ. του σχήματος 5.1γ λαμβάνει κίνηση από τόν ηλεκτροκινητήρα μέ τή βοήθεια του ζεύγους των όδοντωτών τροχών καί ή μεταφέρει στους τροχούς κλήσεως του φορείου μιάς γερανογέφυρας (**ένδιάμεση μετάδοση**).

Στίς περιπτώσεις ένδιάμεσων κινήσεων, όπου οι άτρακτοι έχουν μεγάλο μήκος, ή διατομή τους δέν είναι άπαραΐτητο νά είναι ή ίδια σ' όλο τό μήκος τους. Μπορεί, γιά λόγους οικονομίας ύλικού, ή διατομή τους νά μειώνεται πρός τά άκρα, ανάλογα πρός τήν καμπτική καταπόνησή τους.



Σχ. 5.1γ.
Κίνηση φορτίου γεραναγέφυρας.



Σχ. 5.1δ.
Άτρακτος με τὰ σημεία στηρίξεως της.

Συνήθως ο αριθμός περιστροφών σε ενδιάμεσες κινήσεις αυτού του είδους κυμαίνεται από 200 ως 400 στροφές ανά λεπτό.

Η άτρακτος για να μπορεί να περιστρέφεται πρέπει να στηρίζεται τουλάχιστον σε δύο σημεία (σχ. 5.1δ). Τά στηρίγματα αυτά λέγονται **έδρανα ή κουσινέττα**. Γι' αυτά θα μιλήσουμε στην παράγραφο 6.1 καθώς και στο Κεφάλαιο 8.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στην απόσταση, πού είναι απαραίτητο να υπάρχει ανάμεσα στα σημεία στηρίξεως, δηλαδή ανάμεσα στα έδρανα.

— Ο Πίνακας 5.1.2 μᾶς δίδει τίς μέγιστες αποστάσεις, πού μπορούν να υπάρχουν ανάμεσα στα έδρανα σε σχέση με τή διάμετρο τών άξόνων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.2.

Μέγιστες αποστάσεις σημείων στηρίξεως

Διάμετρος τής άτρακτου σε mm	Απόσταση τών σημείων στηρίξεως σε m
20-25	1,50
30-35	1,80
40-45	2,00
50-55	2,25
60-65	2,50
70-75	2,70
80-85	2,80
90-95	3,00
120-130	3,50
140-150	3,80

Επίσης καθορίζονται οι αποστάσεις των ἐδράνων ανάλογα με τὸ βαθμὸ καταπονήσεως τοῦ ἄξονα.

Ὅσο περισσότερα φορτία φέρει μιά ἄτρακτος, τόσο πλησιέστερα τοποθετοῦνται τὰ σημεῖα στηρίξεως, ἰδιαίτερα μάλιστα ὅταν ἡ ἄτρακτος εἶναι πολύστροφη.

Ὅταν στρέφεται μιά ἄτρακτος, πρέπει νὰ μὴ μετακινεῖται ἀξονικά καί γιὰ τοῦτο **ἀσφαλίξεται**, δηλαδή ἐμποδίζεται ἡ ἀξονικὴ μετατόπισή της μετὴν τοποθέτησις **δακτυλίων ἀσφάλειας** (κουλούρια).

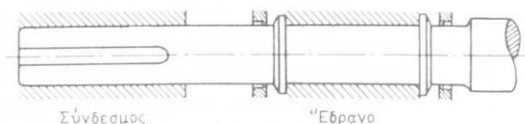
Οἱ δακτύλιοι ἀσφάλειας (σχ. 5.1ε) εἶναι εἴτε **μονοκόμματοι** ἢ **διαιρούμενοι** καὶ φέρουν κοχλίες, μετὸς τοὺς ὁποίους στερεώνονται σὲ κατάλληλα σημεῖα ἐπάνω στὴν ἄτρακτος.

Οἱ κοχλίες αὐτοὶ ἔχουν βυθισμένη κεφαλὴ καὶ γιὰ νὰ τοὺς σφίξομε χρησιμοποιοῦμε εἰδικὰ κλειδιά. Οἱ δακτύλιοι αὐτοὶ κατασκευάζονται συνήθως ἀπὸ χυτοσίδηρο.

Ἐτσι π.χ. γιὰ μιά ἄτρακτο μετὰ διάμετρο 100 mm οἱ διαστάσεις τῶν δακτυλίων ἀ-



Σχ. 5.1ε.
Δακτύλιοι ἀσφάλειας.



Σχ. 5.1στ.
Ἄτρακτος μετὰ προεξοχές.

σφάλειας, πού χρησιμοποιοῦνται, πρέπει νὰ εἶναι:

D: (ἐξωτερικὴ διάμετρος) = 165 mm

B: (πλάτος) = 65 mm

Ἄριθμὸς κοχλιῶν πού τὰ σφίγγουν 2.

Σὲ εἰδικές περιπτώσεις ἀντὶ νὰ χρησιμοποιηθοῦν δακτυλίδια ἀσφάλειας μορφῶν στήν ἄτρακτο μιά ἢ δυὸ προεξοχές (πατουρες), ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα 5.1στ, πού ἐμποδίζουν τὴν ἄτρακτο νὰ μετακινηθεῖ.

5.2 Ὑπολογισμὸς ἀξόνων καὶ ἀτράκτων.

Μετὸν ὑπολογισμὸ τῶν ἀξόνων καὶ τῶν ἀτράκτων ἐπιδιώκεται ὁ ἔλεγχος:

- Τῆς ἀντοχῆς τους σχετικὰ μετὰ τὰ φορτία ἢ τὴν ροπὴν πού μεταφέρουν.
- Τῆς παραμορφώσεώς τους, πού προκαλεῖται καὶ αὐτὴ λόγω τῆς φορτίσεως.

α) Άντοχή.

Στίς άτράκτους πού μεταδίδουν κίνηση ή διάμετρος d ύπολογίζεται από τόν τύπο:

$$d = 71,5 \sqrt[3]{\frac{N}{n} \cdot \frac{1}{k_d}} \quad (1)$$

όπου N είναι ή μεταφερόμενη ισχύς σέ ΗΡ, n οι στροφές ανά λεπτό, k_d τό επιτρεπόμενο είδικό φορτίο.

Γιά νά περιλαμβάνονται καί οι τάσεις κάμψεως, πού αναπτύσσονται, τό k_d λαμβάνεται μικρό, δηλαδή:

$k_d = 200 \text{ kp/cm}^2$ γιά μαλακό χάλυβα,

$k_d = 300 \text{ kp/cm}^2$ γιά συνήθη χάλυβα, όποτε:

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad \text{γιά } k_d = 200 \quad (2)$$

$$d = 10,6 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad \text{γιά } k_d = 300$$

Ό πίνακας 5.2.1 μās βοηθεϊ στόν ύπολογισμό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.1

$k_d = 200 \text{ kp/cm}^2$										
d	mm	30	35	40	45	50	55	60	65	70
M_d	kp/cm	280	510	880	1420	2150	3150	4470	5900	8260
$\frac{N}{n}$		0,0039	0,0072	0,012	0,020	0,030	0,044	0,063	0,083	0,116
d	mm	75	80	85	90	95	100	110	120	130
M_d	kp/cm	10 500	13 500	16 500	20 000	24 000	29 000	41 500	56 000	75 000
$\frac{N}{n}$		0,15	0,19	0,23	0,28	0,33	0,40	0,53	0,79	1,05
$k_d = 300 \text{ kp/cm}^2$										
d	mm	30	35	40	45	50	55	60	65	70
M_d	kp/cm	276	524	882	1414	2153	3163	4477	6134	8248
$\frac{N}{n}$		0,004	0,0073	0,012	0,0197	0,03	0,044	0,082	0,086	0,115
d	mm	75	80	85	90	95	100	110	120	140
M_d	kp/cm	10 800	14 200	18 200	22 800	27 600	34 200	50 600	72 400	133 200
$\frac{N}{n}$		0,151	0,198	0,254	0,318	0,385	0,477	0,706	1,01	1,86

β) Παραμόρφωση.

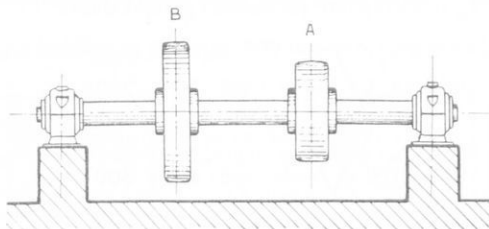
Τόσο τό βέλος κάμψεως όσο καί ἡ κλίση τῆς ἐλαστικῆς γραμμῆς πρέπει νά βρίσκονται μέσα στά ἐπιτρεπόμενα ὅρια.

Γι' αὐτό γιά τόν ὑπολογισμό χρησιμοποιοῦμε καί τόν τύπο:

$$d = 12 \sqrt[4]{\frac{N}{n}} \text{ cm} \quad (3)$$

Παράδειγμα 1.

Ἐστω ἐνδιάμεση ἄτρακτος κινήσεως πού παραλαμβάνει κίνηση ἀπό τήν τροχαλία A καί τήν μεταδίδει σέ ἄλλον ἀξονα μέ τήν τροχαλία B (σχ. 5.2).



Σχ. 5.2.

Ἄν ἡ ἰσχύς τοῦ ἠλεκτροκινητήρα εἶναι $N = 7 \text{ HP}$ καί ὁ βαθμός ἀποδόσεως τῆς κινήσεως $\eta = 0,95$, τότε ἡ μεταφερόμενη ἰσχύς στόν ἀξονα II θά εἶναι:

$$N_{II} = 7 \times 0,95 = 6,65 \text{ HP}$$

Λύση.

Ἐστω ὅτι οἱ στροφές τοῦ κινητήρα $n_1 = 1450$ καί ἡ σχέση τῶν τροχαλιῶν 1:3.

$$\text{ἄρα: } n_{II} = \frac{1450}{3} = 483 \text{ ἀνά λεπτό}$$

Ἐάν ἡ ἄτρακτος ὑπολογισθεῖ σέ ἀντοχή στρέψεως μέ τήν ἐφαρμογή τοῦ τύπου (2) θά ἔχομε:

$$d_{II} = 12 \sqrt[3]{\frac{6,65}{483}} = 2,88 \text{ cm}$$

Κάνοντας στή συνέχεια τόν ἔλεγχο στήν ἄτρακτο σέ παραμόρφωση στρέψεως μέ τήν ἐφαρμογή τοῦ τύπου (3) ἔχομε:

$$d_{II} = 12 \sqrt[4]{\frac{6,65}{483}} = 4,11 \text{ cm}$$

Έτσι παίρνομε κατά τούς Γερμανικούς κανονισμούς διάμετρο άτράκτου $d_{11} = 50$ mm, δηλαδή τή μεγαλύτερη τιμή από τίς δυό τιμές πού βρήκαμε.

Παράδειγμα 2.

Έστω ότι είναι πρός μεταφορά από μιά άτρακτο ίσχύς $N = 78$ HP μέ $n = 200$ στρ/μίν, ποιά ή άπαιτούμενη διάμετρος στήν άτρακτο;

Λύση.

$$\frac{N}{n} = \frac{78}{200} = 0,39, \text{ όπότε από τόν Πίνακα 5.2.1. προκύπτει:}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

5.3 Πείροι.

Οί πείροι, είναι ένα είδος μικρών άξόνων, καί χρησιμοποιούνται γιά παρόμοιο σκοπό μέ αυτούς.

Τό διακριτικό τους γνώρισμα είναι ότι καταπονούνται περισσότερο σέ διάτμηση παρά σέ κάμψη.

Κυρίως χρησιμοποιούνται στήν κατασκευή *άρθρωτών συνδέσεων* στά στοιχεΐα μηχανών. Άνάλογα πρός τίς κατασκευαστικές δυνατότητες καί τήν άπαραίτητη άσφάλεια (γιά νά άποφευχθεΐ ένδεχόμενη αυτοδιάλυση) χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών πείροι.

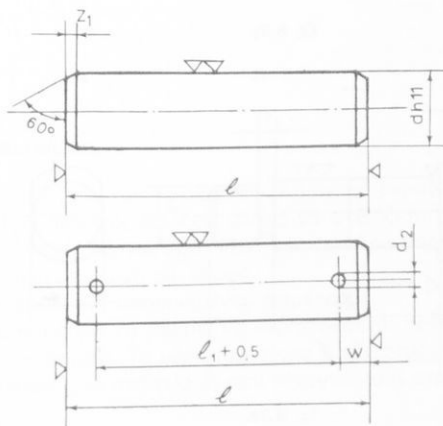
Ύπάρχουν π.χ. τυποποιημένοι πείροι μέ κεφαλή καί δίχως κεφαλή, πείροι μέ ούρα σπειρωτή, πείροι μέ φρεζάτη κεφαλή καί πείροι μέ έλατηριωτούς δακτύλιους.

Ός υλικό χρησιμοποιείται χάλυβας άνοχής 34 kp/mm^2 ώς 60 kp/mm^2 .

Ή χάρη μεταξύ πείρου καί τρύπας έξαρτάται από τήν έκλογή τής άνοχής τής κατασκευής.

Γιά κάθε είδος πείρου υπάρχουν πίνακες μέ τυποποιημένα τά στοιχεΐα τους άνάλογα μέ τή διάμετρο. Έτσι:

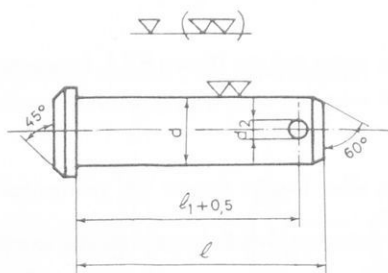
— Γιά τούς πείρους χωρίς κεφαλή (σχ. 5.3a) ύπάρχουν τά D.I.N. 1433.



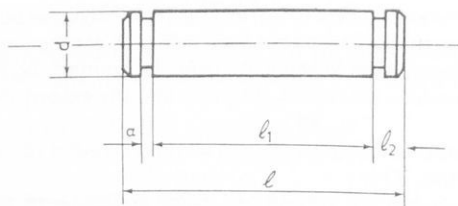
Σχ. 5.3a.

- Για τούς πείρους με κεφαλή (σχ. 5.3β και 5.3γ) τά D.I.N. 1434.
- Για τούς πείρους με σπειρωτή ούρά (σχ. 5.3δ) τά D.I.N. 1438.
- Για τούς πείρους με κεφαλή φρεζάτη (σχ. 5.3ε) τά D.I.N. 1439.

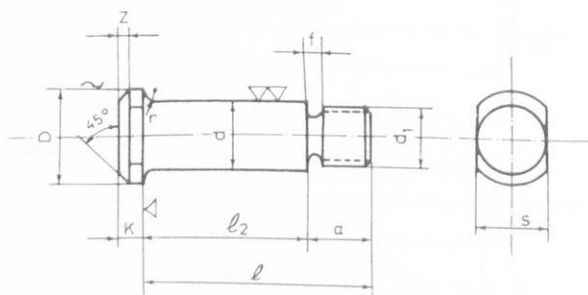
Οι ροδέλλες (σχ. 5.3στ) ασφάλειας, πού χρησιμοποιούνται στους πείρους, είναι επίσης τυποποιημένες και υπάρχουν στους Πίνακες D.I.N. 1440 και 1441.



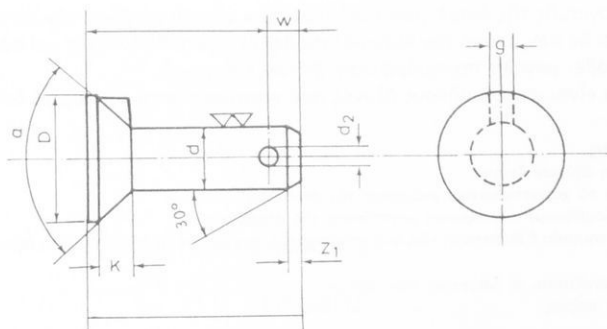
Σχ. 5.3β.



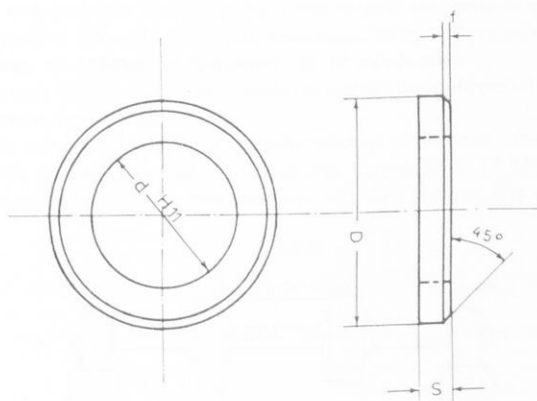
Σχ. 5.3γ.



Σχ. 5.3δ.



Σχ. 5.3ε.



Σχ. 5.3στ.

5.4 Ανακεφαλαίωση.

1. Άξονας ονομάζεται κάθε μεταλλική ράβδος με άκρα κυλινδρικά. Ό άξονας συνήθως μένει άκίνητος καί έχει σκοπό νά φορτίζεται μόνο σέ κάμψη. Άτρακτος είναι ό άξονας πού περιστρέφεται άρα φορτίζεται κυρίως σέ στρέψη καί κατά δεύτερο λόγο σέ κάμψη.
2. Οί άτρακτοι έχουν τυποποιημένες διαμέτρους. Κάθε άτρακτος γιά νά μπορεί νά περιστρέφεται πρέπει νά στηρίζεται σέ δύο τουλάχιστον σημεία. Τά μέρη του άξονα ή τής άτράκτου, πού στηρίζονται, λέγονται στροφείς, τά στοιχεία δέ πού δέχονται τούς στροφείς είναι οί τριβείς τών έδράνων.

Ο ύπολογισμός της διαμέτρου των άτράκτων γίνεται με βάση την καταπόνησή τους, έχει δέ σαν σκοπό την εξασφάλιση άφ' ενός ίκανής άντοχής καί άφ' ετέρου νά προλάβει μεγάλη παραμόρφωση (βέλος κάμψεως).

3. Οι πείροι είναι μικρού μήκους άξονες πού καταπονούνται κυρίως σέ διάτμηση.

5.5 Έρωτήσεις.

1. Πόσα είδη άξόνων έχουμε;
2. Ποιό είναι τό χαρακτηριστικό γνώρισμα της άτράκτου;
3. Πώς προλαμβάνομε την άξονική μετατόπιση της άτράκτου;
4. Γιατί έχει σημασία ή απόσταση των δύο στηριγμάτων σχετικά μέ τή διάμετρο ενός άξονα ή μις άτράκτου;
5. Πώς ύπολογίζονται οι διάμετροι των άξόνων;
6. Τι είναι οι πείροι;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

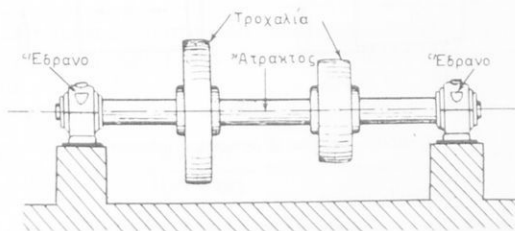
ΣΤΡΟΦΕΙΣ

6.1 Γενικά.

Οι άτρακτοι, πού περιγράψαμε στο Κεφάλαιο 5, μαζί με όρισμένα άλλα στοιχεία, πού θά περιγραφούν εύθύς άμέσως, άποτελούν τόν άπαραίτητο έξοπλισμό, πού εΐναι άναγκαΐος γιά κάθε μετάδοση κινήσεως. Τά πρόσθετα αυτά στοιχεία εΐναι οί **στροφείς**, τά **έδρανα**, οί **τροχαλίες** καί οί **σύνδεσμοι**.

Κάθε άτρακτος γιά νά μπορέι νά στρέφεται πρέπει άπαραίτητα νά στηρίζεται **σέ δύο τουλάχιστον σημεία της**.

Στά σημεία αυτά τής στηρίξεως τοποθετούνται τά έδρανα (κουσινέττα) (σχ. 6.1α), τά όποια θά περιγράψομε άναλυτικά στο Κεφάλαιο 8. Τά έδρανα δέχονται τόν άξονα καί μεταβιβάζουν τΐς δυνάμεις του είτε στο έδαφος είτε σέ άλλη κατα-



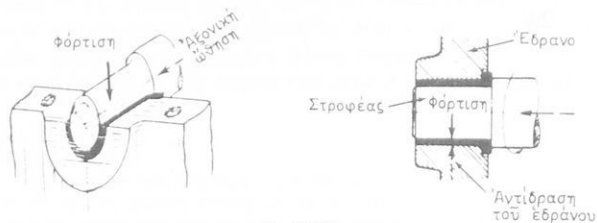
Σχ. 6.1α.

σκευή. Τά τμήματα τής άτράκτου, πού άντιστοιχούν στα έδρανα, λέγονται **στροφείς** (σχ. 6.1β). Τούς στροφείς θά μελετήσομε στο Κεφάλαιο αυτό.

Οί στροφείς όπως εΐπαμε, εΐναι τά τμήματα εκείνα τών άτράκτων, πού στηρίζονται στα έδρανα (σχ. 6.1β).

Συνήθως τά έδρανα παραμένουν σταθερά καί περιστρέφονται οί άτρακτοι· δηλαδή τά προσκεφάλαια πού άκουμβούν οί στροφείς μένουν άκίνητα καί περιστρέφονται οί **στροφείς**, πού άνήκουν στους άξονες.

Σέ άλλες όμως σπάνιες περιπτώσεις παραμένει άκίνητος ό άξονας, στηριζόμενος στα έδρανα, καί τό στοιχείο πού περιστρέφεται εΐναι τό προσκεφάλαιο του έδράνου καί όχι ό στροφέας του άξονα. Αυτό συμβαίνει π.χ. στους άξονες, στα δίτροχα ή τετράτροχα καρότσια ή άμάξια, στα τραΐνα κλπ., όπου οί άξονες μένουν άκίνητοι,



Σχ. 6.1β.

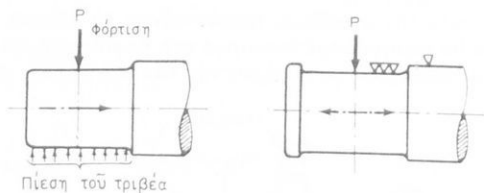
καί γύρω από αυτούς στρέφονται οί τροχοί (δηλαδή οί στροφέϊς μένουν άκίνητοι καί στρέφονται τά προσκεφάλαια).

Καί στίς δυό όμωσ περιπτώσεις οί στροφέϊς μεταφέρουν τίς δυνάμεις από τόν άξονα ή τήν άτρακτο στόν τριβέα, δηλαδή στό στήριγμα. Οί δυνάμεις αυτές προέρχονται από τίς διάφορες έπιφορτίσεις του άξονα.

Από πλευράς μορφής οί στροφέϊς διακρίνονται σέ:

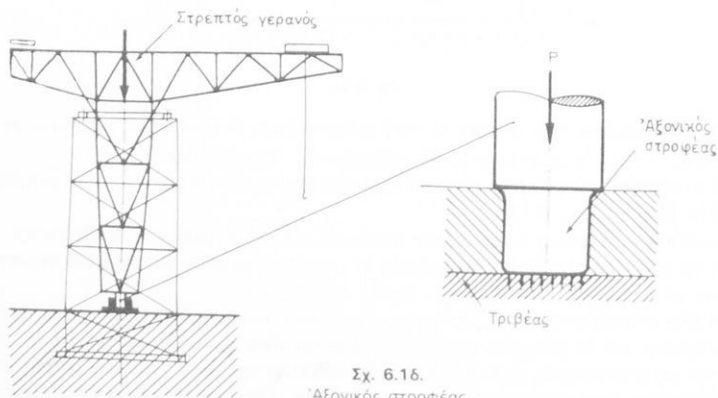
- Έγκάρσιους (σχ. 6.1γ) καί
- Άξονικούς (σχ. 6.1δ).

Συνήθως οί έγκάρσιοι στροφέϊς είναι **όριζόντιοι**, ενώ οί άξονικοί **κατακόρυφοι**.



Σχ. 6.1γ.

Έγκάρσιοι άκράσιοι (ή μετωπικοί) στροφέϊς.



Σχ. 6.1δ.

Άξονικός στροφέας.

6.2 Γενικά περί τριβής όλισθήσεως.

Ός τριβή όλισθήσεως έννοοϋμε τήν αντίσταση, πού παρουσιάζει ένα σώμα προκειμένου νά γλιστρήσει σέ μία έπιφάνεια. Η αντίσταση αυτή έξαρτάται τόσο από τή φύση του υλικού και τό βάρος του σώματος, όσο και από τό είδος τής έπιφάνειας επάνω στήν όποία πρόκειται νά γλιστρήσει. Έάν παραστήσομε τήν αντίσταση τριβής όλισθήσεως μέ τό γράμμα R, γνωρίζομε από τή Μηχανική ότι:

$$R = \mu \cdot N$$

όπου μ είναι ό **συντελεστής τριβής όλισθήσεως** και N ή κάθετη συνιστώσα του βάρους του σώματος επάνω στήν έπιφάνεια, πού κινείται.

Στά έδρανα όλισθήσεως όταν περιστρέφεται ή άτρακτος έχομε τήν εμφάνιση **τριβής όλισθήσεως**. Για νά έλαττώνομε τήν τριβή λιπαίνομε τά έδρανα κατά τή λειτουργία τους είτε μέ όρυκτέλαιο είτε μέ γράσσο.

Η τριβή, ως δύναμη πού αντίστέκεται στήν κίνηση του σώματος, αποτελεί **παθητική αντίσταση**. Για νά υπερνικηθεί πρέπει νά καταβληθεί μία δύναμη ίση και αντίθετη μ' αυτή.

Τό γινόμενο τής τριβής αυτής R επί τήν άκτίνα του στροφέα καλείται **ροπή τριβής** και όρίζεται από τή σχέση:

$$M = R \cdot r \quad \eta \quad M = \mu \cdot N \cdot r \quad \text{kp.cm}$$

Τό μέγεθος αυτό M έπεμβαίνει στους ύπολογισμούς των άπλκειών έργου τριβής, όταν δηλαδή ύπολογίζεται ή ένέργεια, πού δαπανάται για τήν υπερνίκηση των τριβών.

Άναφορικά μέ τό μήκος του στροφέα l δέν πρέπει ποτέ νά λαμβάνεται αυτό μικρότερο από τή μισή διάμετρο. Κανονικά πρέπει νά κυμαίνεται από μία ως δύο φορές τή διάμετρο.

Η περιφερειακή ταχύτητα του στροφέα ύπολογίζεται από τόν τύπο:

$$u = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{100 \times 60} \text{ m/s} \quad (d \text{ σε cm})$$

Η περιφερειακή ταχύτητα ποτέ δέν πρέπει νά είναι μικρότερη από 0,15 m/s, γιατί διαφορετικά καταστρέφεται ή λιπαντική μεμβράνη.

Υπάρχει κάποια ταιριαστή σχέση μεταξύ ειδικής πιέσεως q , τής ταχύτητας περιστροφής u και του συντελεστή τριβής μ . Η σχέση αυτή διαφέρει από υλικό σέ υλικό.

6.3 Έγκάρσιοι στροφέις. Άκραίοι (ή μετωπικοί) και ένδιάμεσοι.

Στους έγκάρσιους στροφέις, πού όπως είπαμε, είναι όριζόντιοι, οι δυνάμεις πού μεταφέρονται μέ τίς άτράκτους είναι πάντα κάθετοι πρός τόν άξονά τους.

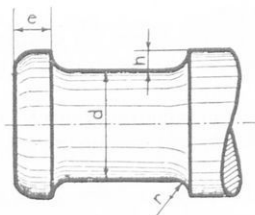
Όταν μία άτρακτος έχει δύο σημεία στηρίζεως, τότε αυτά βρίσκονται στά δύο άκρα της, όπως βλέπομε και στά σχήματα 6.3α και 6.3β. Οι στροφέις στά άκραία σημεία στηρίζεως λέγονται **άκραίοι στροφέις** ή **μετωπικοί** (σχ. 6.3α). Όταν όμως παρεμβάλλεται και τρίτο σημείο στηρίζεως, δηλαδή τρίτο έδρανο, αυτό βέβαια θά

βρίσκεται σέ κάποια ένδιάμεση θέση ανάμεσα στούς δύο καί ὁ στροφέας του σημείου αὐτοῦ στηρίζεωσ θά λέγεται **ένδιάμεσος** (σχ. 6.3γ καί 6.3ε).

Ἐπίσης ὁμοίως καί περιπτώσεις, στίς ὁποῖες μιά ἀράκτος φέρει πολλοῦσ ένδιάμεσοσ στροφέισ, ὅταν στηρίζεται σέ περισσότερα ἀπό δύο σημεία.

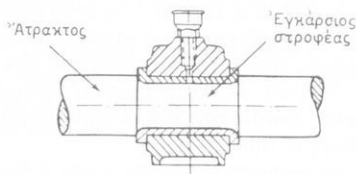
Ἡ διάμετροσ τῆσ ἀράκτου ἐλαττώνεται συνήθωσ λίγο στό σημείο ὅπου σχηματίζεται ὁ στροφέασ (εἶτε ἀκράϊοσ εἶτε ένδιάμεσοσ). Αὐτό γίνεται γιά νά δημιουργηθεῖ ὑποδοχή, ὅπου καί θά ἐφαρμόσει ὁ τριβέασ τοῦ ἐδράνου (σχ. 6.3γ).

Ἡ ὑποδοχή αὐτή συνήθωσ ἀποφεύγεται στόν ένδιάμεσο στροφέα (σχ. 6.3γ)



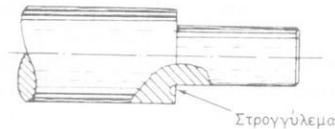
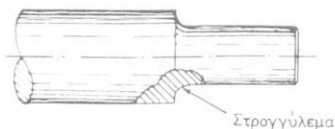
Σχ. 6.3α.

Κατασκευαστική λεπτομέρεια μετωπικοῦ στροφέα.



Σχ. 6.3β.

Ἐνδιάμεσοσ ἐγκάρσιος στροφέασ.



Σχ. 6.3γ.

Ἀκράϊα στρογγυλέματα στροφέων.

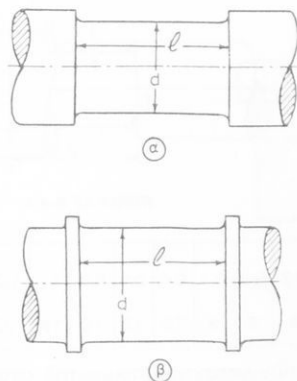
γιατί μικραίνει ἡ διάμετροσ τῆσ ἀράκτου καί ἐλαττώνεται ἔτσι ἡ ἀντοχή τῆσ, πράγμω ἀνεπιθύμητο.

Στήν περίπτωση πού μειώνεται ἡ διάμετροσ γιά νά σχηματισθεῖ ἡ θέση τοῦ ένδιάμεσου στροφέα, φροντίζομε νά **στρογγυλεύονται τά σημεία, ὅπου μειώνεται ἡ διάμετροσ**, ὅπωσ φαίνεται στό σχῆμα 6.3δ. Μέ τό στρογγύλεμα αὐτό ἡ διατομή **μειώνεται προοδευτικά καί αὐτό ἐπίδρᾷ εὐνοϊκά στήν ἀντοχή τῆσ ἀράκτου**. Βασική ἀρχή, ὅταν κατεργαζόμεθα ἀράκτουσ εἶναι ν' ἀποφεύγομε πάντα ἀπότομεσ ἀλλαγέσ στή διατομή τουσ.

Στό σχῆμα 6.3ε(α) καί (β) φαίνεται ἡ μορφή, πού λαμβάνομε οἱ ένδιάμεσοσ στροφέισ. Ἡ κατασκευή τοῦ σχῆματοσ (β) εἶναι δαπανηρότερη ἀπό τήν κατασκευή τοῦ σχῆματοσ (α), γιατί ὁ στροφέασ αὐτόσ ἀπαιτεῖ καί κατεργασία μεγαλύτερη στόν τόρνο καί σπατάλη ὑλικοῦ.

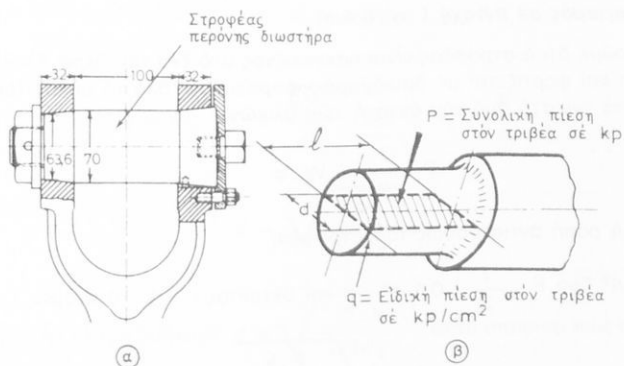
Οἱ διαστάσεισ καί τῶν ένδιαμέσωσ στροφέων ὑπολογίζομε ὅπωσ καί τῶν ἀκράϊων.

Ένα είδος εγκάρσιου στροφέα, που μπορεί να θεωρηθεί ως ένδιάμεσος, είναι ο στροφέας τής περόνης του διωστήρα, που κατασκευάζεται είτε κυλινδρικός είτε κωνικός στα άκρα και κυλινδρικός στο μεσαίο του τμήμα.



Σχ. 6.36.

Τρόποι που διαμορφώνονται οι ένδιάμεσοι στροφέες.



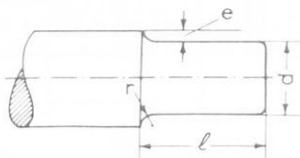
Σχ. 6.3ε.

6.4 Υπολογισμός των εγκαρσίων στροφέων.

Βασικά χαρακτηριστικά κάθε στροφέα είναι:

- ή διάμετρος του d
- τό μήκος του l (Συνήθως τό $l = 1$ έως $2 d$)
- τό βάθος τής υποδοχής (πατούρας): $e = 5 \text{ mm} + 0,1 \cdot d$
- τό στρογγύλεμα: $r = e/2$ έως e .

Στόν Πίνακα 6.4.1 φαίνονται τιμές ακτίνων στρογγυλέματος τών άτράκτων κατá D.I.N. 250.



ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.1.

Άκτινα στρογγυλέματος τής διαμέτρου (r) mm	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4
	5	6	8	10	12	15	18	20	22	25	30	35	40

Γιά τόν ύπολογισμό τών χαρακτηριστικών τοῦ στροφέα λαμβάνονται ύπ' όψη τρία σημεῖα.

- α) Ἡ άντοχή του.
- β) Ἡ εἰδική πίεση πού άσκει στόν τριβέα.
- γ) Ἡ θέρμανσή του.

α) Ὑπολογισμός σέ άντοχή (σχ. 6.4.α).

Θεωροῦμε ότι ό στροφέας εἶναι πακτωμένος στό ένα του άκρο, ελεύθερος δέ στό άλλο καί φορτίζεται μέ όμοιομορφο φορτίο καθ' όλο τό μήκος του.

Κατά τά γνωστά από τήν άντοχή τών ύλικών:

$$P \cdot \frac{l}{2} = W \cdot \sigma$$

όπου W ή ροπή άντιστάσεως τοῦ στροφέα:

$W = 0,1d^3$ άρα $P \cdot \frac{l}{2} = 0,1 d^3 \cdot \sigma$ καί θέτοντας $l = k \cdot d$ έχομε:

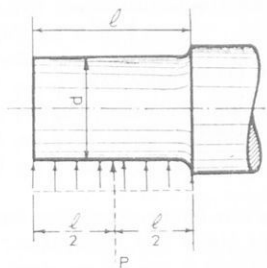
$$d = \sqrt[3]{\frac{P \cdot k}{0,2 \cdot \sigma_{\epsilon}}} \quad (1)$$

όπου D ή διάμετρος τοῦ στροφέα σέ mm, P τό φορτίο τοῦ στροφέα σέ kp, k ό συντελεστής έπιμηκύνσεως καί σ_{ϵ} έπιτρεπόμενη τάση σέ kp/mm^2 .

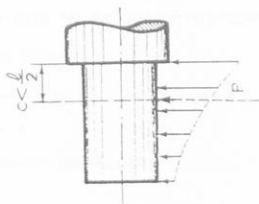
Παρατήρηση 1.

Ὑποθέτομε ότι ό στροφέας έδράζεται όμοιομορφα καθ' όλο τό μήκος του. Στήν

πραγματικότητα λόγω της κάμψης του ή κατανομή της δύναμης πλησιάζει προς αυτή που φαίνεται στο σχήμα 6.4β. Η συνισταμένη άρα πλησιάζει προς την πακτώση: Ο προηγούμενος άρα ύπολογισμός, που θεωρεί τον μοχλοβραχίονα της δύναμης $l/2$ οδηγεί σε λύση με μεγαλύτερη ασφάλεια.



Σχ. 6.4α.



Σχ. 6.4β.

Παρατήρηση 2.

Έκλέγοντας τήν τιμή του k μικρή μπορούμε να πετύχουμε καί διάμετρο d επίσης μικρή με τήν εφαρμογή του τύπου (1). Από πλευράς άντοχής σε κάμψη μπορεί ή διατομή να άντέχει αλλά ή διατομή πακτώσεως μπορεί να μήν άντέξει στήν τέμνουσα δύναμη, άρα πρέπει καί γι' ατήν να έλεγχθει.

$$\frac{P}{F} = \tau \text{ (διάτμηση)} \quad \tau \leq \tau_{\epsilon}$$

$$\text{Έπειδή: } F = \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{καί} \quad \tau_{\epsilon} = \frac{4}{5} \sigma_{\epsilon}$$

$$d = \sqrt{\frac{5P}{\pi \cdot \sigma_{\epsilon}}}$$

$$\text{καί έπειδή γιά τήν κάμψη βρήκαμε } d = \sqrt{\frac{P \cdot k}{0,2 \sigma_{\epsilon}}} \quad \text{αυτό σημαίνει πώς } k \geq 0,31$$

Έπειδή όμως γιά λόγους που θά αναπτύξουμε παρακάτω τό k χρειάζεται να ληφθει πολύ μεγαλύτερο από 0,31 γι' αυτό **δέν χρειάζεται να γίνεται** έλεγχος σε διάτμηση.

β) Υπολογισμός σε ειδική πίεση.

Η πίεση μεταξύ στροφές καί τριβές δέν είναι ομοιόμορφη όπως φαίνεται καί

στό σχήμα 6.4γ. Έν τούτοις γιά λόγους άπλοποιήσεως τή θεωρούμε ως κατανεμημένη ομοιόμορφα (σχ. 6.4δ) μέ τιμή:

$$q = \frac{P}{l \cdot d}$$

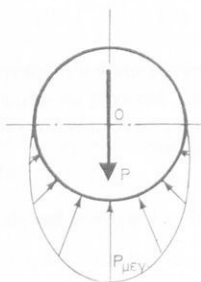
καί έπειδή $l = k \cdot d$

$$q = \frac{P}{k \cdot d^2}$$

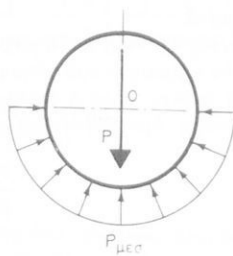
Αν αντικαταστήσουμε τό d^2 από τήν εξίσωση (1) τότε θά έχομε:

$$q = \frac{P}{k \frac{P \cdot k}{0,2\sigma_{\epsilon}}} = \frac{0,2\sigma_{\epsilon}}{k^2}$$

$$k = \sqrt{\frac{0,2\sigma_{\epsilon}}{q}} \quad q < q_{\epsilon} \quad (2)$$



Σχ. 6.4γ.



Σχ. 6.4δ.

Αυτή ή σχέση μās έπιτρέπει νά προσδιορίσουμε τό συντελεστή k σε συνάρτηση μέ τήν έπιτρεπόμενη τάση σε έφελκυσμό καί τήν ειδική πίεση.

Οί παραδεκτές τιμές γιά τήν q_{ϵ} δίνονται στόν πίνακα 6.4.1 καί αναφέρονται σε επιφάνεια ενός cm^2 .

γ) Υπολογισμός ως προς τή θέρμανση.

Τό έργο τριβής μεταξύ στροφέα καί τριβέα μετατρέπεται σε θερμότητα μέ αποτέλεσμα ν' αύξάνει ή θερμοκρασία του έδράνου, του άξονα καί του λαδιού, πού τό λιπαίνει.

Πρέπει μετά από κάποιο χρόνο λειτουργίας του έδράνου νά άποκαθίσταται κάποια ίσορροπία μεταξύ τής θερμότητας, πού αναπτύσσεται από τήν τριβή καί αύτής πού διαχέεται στό περιβάλλον.

Γιά νά περιορίσουμε τή θερμοκρασία του στροφέα στά άνεκτά όρια μέχρι τούς $60^{\circ}C$ περιορίζουμε τό έργο τής τριβής ανά s καί cm^2 σε μιά τιμή T_{α} .

Αυτό τό άνηγμένο έργο τριβής έχει έκφραση:

$$T_f = \mu \cdot q \cdot u < T_\epsilon \quad (3)$$

όπου μ ό συντελεστής τριβής όλισθήσεως, q ή είδική πίεση P/d . 2 σέ kp/cm^2 , u ή περιφερειακή ταχύτητα του στροφέα σέ m/s καί T_ϵ τό έπιτρεπόμενο άνηγμένο έργο τριβής σέ $\text{mkr/s} \cdot \text{cm}^2$.

Οί παραδεκτές τιμές για τό T_ϵ είναι:

- 1 για ψύξη συνήθη
- 2 για ψύξη πιό ένεργητική (κυκλοφορία άέρα)
- 4 για ψύξη μέσω άντλίας λιπάνσεως
- 6 για ψύξη μέσω κυκλοφορίας νερού

Ή σειρά του ύπολογισμού του στροφέα είναι ή ακόλουθη:

- α) Ύπολογισμός του k από τήν (2)
- β) Ύπολογισμός του d από τήν (1)
- γ) Ύπολογισμός του $l = k \cdot d$
- δ) Έπαλήθευση τής θερμοκρασίας από τον τύπο (3)

Ήν δέν έπαληθεύεται:

- α) ύπολογίστε τό l από τήν (3)
- β) ύπολογίστε τό d από τήν (1)

Παράδειγμα.

Νά ύπολογισθούν οι διαστάσεις στροφέα που περιστρέφεται μέ 400 στροφές στο λεπτό καί δέχεται φόρτιση 500 kp .

Ύλικό του άξονα: Σφυρήλατος χάλυβας, έδρανο μέ τριβέα από μπροϋντζο, ψύξη συνηθισμένη.

Λύση.

α) Ύπολογίζομε τό k από τήν έξίσωση (2).

$$k = \sqrt{\frac{0,2\sigma_\epsilon}{q_\epsilon}} \quad \begin{array}{l} \text{λαμβάνομε} \\ \text{καί} \end{array} \quad \begin{array}{l} \sigma_\epsilon = 5 \text{ kp/mm}^2 \\ q_\epsilon = 0,35 \text{ kp/mm}^2 \end{array}$$

$$k = \sqrt{\frac{0,2 \times 5}{0,35}} = 1,67 \quad k = 1,7$$

β) Ύπολογίζομε μετά τή διάμετρο d από τήν έξίσωση (1).

$$d = \sqrt{\frac{P \cdot k}{0,2\sigma_\epsilon}} = \sqrt{\frac{500 \times 1,7}{0,2 \times 5}} = 29,4 \quad d = 30 \text{ mm}$$

γ) Μήκος του στροφέα.

$$l = 1,7 \times 30 = 51 \text{ mm}$$

$$l = 50 \text{ mm}$$

δ) βοηθητικές διαστάσεις στο σχήμα 6.4δ.

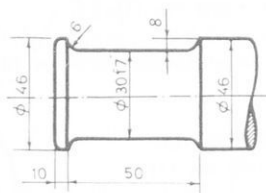
ε) Έλεγχος για θέρμανση με τον τύπο (3).

$$q = \frac{P}{d \cdot l} = \frac{500}{3 \times 5} = 32 \text{ kp/cm}^2$$

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} = \frac{3,14 \times 0,03 \times 400}{60} = 0,62 \text{ m/s}$$

$$T_f = 0,05 \times 0,32 \times 0,62 = 0,99 \text{ mkp/s} \cdot \text{cm}^2$$

$T_f < 1$ ύπολογισμός δεκτός, γιατί $T_a = 1$.



Σχ. 6.4ε.

Τιμές για τό u αναγράφονται στον Πίνακα 6.4.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.2.

Τιμές επιτρεπόμενης πίεσεως q

Ειδικές πιέσεις "q" (kp/cm ²) επιτρεπτές εμπειρικές τιμές				
Υλικό του στροφέα	Υλικό του τριβέα	Έπιτρεπτή ειδική πίεση $q = \text{kp/cm}^2$	Ταχύτητα ολισθήσεως $u \text{ m/s}$	Έπιτρεπτή πίεση σε kp/cm^2 , για χάλυβα πάνω σε μπρούντζο και λευκό μέταλλο
Βαμμένος χάλυβας	χυτοσίδηρος	60	0	40
Βαμμένος χάλυβας	μπρούντζος	80	5	20
Βαμμένος χάλυβας	λευκό μέταλλο	90	10	15
Βαμμένος χάλυβας	βαμμένος χάλυβας	150	20	10
Χάλυβας	χυτοσίδηρος	35	30	7,5
Χάλυβας	μπρούντζος	40	40	5
Χάλυβας	λευκό μέταλλο	40	50	4

6.5 Σφαιρικοί στροφείς (σχ. 6.5.α).

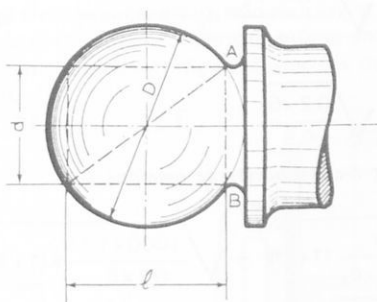
α) Υπολογισμός σε άντοχή.

Η επικίνδυνη διατομή είναι η ΑΒ που πρέπει να έχει διάμετρο d . Θα υπολογισθεί λοιπόν ο σφαιρικός στροφέας ως κυλινδρικός με διάμετρο d και μήκος l . Όταν θα καθορισθούν τα d και l τότε θα υπολογισθεί η D από τη σχέση:

$$D = \sqrt{d^2 + l^2}$$

όπου: $l = k \cdot d$ ή $l^2 = k^2 d^2$ άρα

$$D = d \sqrt{(1 + k^2)}$$



Σχ. 6.5α.

Εγκάρσιος σφαιρικός στροφέας.

Από τον τύπο της άντοχής που δίνει τό:

$$d = \sqrt{\frac{P \cdot k}{0,2 \cdot \sigma_{\epsilon}}}$$

προκύπτει:

$$D = \sqrt{\frac{P \cdot k}{0,2 \cdot \sigma_{\epsilon}} (1 + k^2)}$$

β) Υπολογισμός σε ειδική πίεση.

Ο υπολογισμός παραμένει ο ίδιος με την προηγούμενη περίπτωση:

$$k = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sigma_{\epsilon}}{q}}$$

γ) **Υπολογισμός σέ Θέρμανση.**

Έπαληθεύεται ή αυτή σχέση θεωρώντας καί έδώ τό στροφέα κυλινδρικό:

$$T_f = \mu \cdot q \cdot u < T_\epsilon$$

Παράδειγμα.

Νά υπολογισθεί σφαιρικός τριβέας από σφυρήλατο χάλυβα πού έχει βαφεϊ καί περιστρέφεται μέ 720 στροφές στό λεπτό σέ έδρανο μέ τριβέα από μπρούντζο καί πού φορτίζεται μέ 1000 κρ. Τό έδρανο ψύχεται μέ έντονη άνακυκλοφορία λιπαντικού λαδιού.

α) **Υπολογισμός του συντελεστή έπιμηκύνσεως k .**

$$k = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sigma_\epsilon}{q}} \quad \sigma_\epsilon = 6 \text{ κρ/mm}^2 \quad q = 0,9 \text{ κρ/mm}^2$$

$$k = \sqrt{\frac{0,2 \times 6}{0,9}} = \sqrt{1,35} = 1,15$$

β) **Υπολογισμός της διαμέτρου D της σφαίρας.**

$$D = \sqrt{\frac{Pk}{0,2 \cdot \sigma_\epsilon (1+k^2)}} = \sqrt{\frac{1000 \times 1,15}{0,2 \times 6} \times (1+1,15^2)} = 46 \text{ mm}$$

έκλέγεται $D = 50 \text{ mm}$

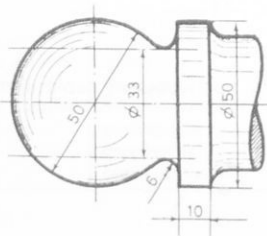
γ) **υπολογισμός της εικονικής διαμέτρου d του στροφέα.**

$$d = \frac{D}{\sqrt{1+k^2}} = \frac{50}{\sqrt{1+1,15^2}} = 33 \text{ mm}$$

δ) **Υπολογισμός του μήκους.**

$$l = 1,15 \times 33 = 38 \text{ mm}$$

Βοηθητικές διαστάσεις του σχήματος 6.5β



Σχ. 6.5β.

Έγκάρσιος σφαιρικός στροφέας.

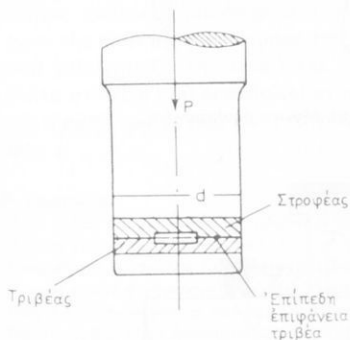
ε) Συνθήκες θερμάνσεως.

$$T_f = \mu \cdot q \cdot u = 0,05 \frac{1000}{3,3 \times 5} \times \frac{3,14 \times 0,033 \times 720}{60} = 3,7 \frac{\text{mkp}}{\text{s, cm}^2} < T_\epsilon = 4$$

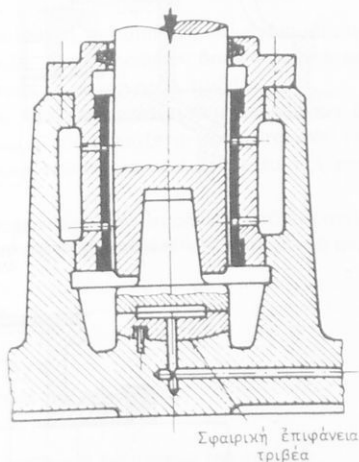
6.6 Άξονικοί στροφεείς.

Στήν παράγραφο 6.1 ειπώθηκε ότι υπάρχουν εκτός από τους εγκάρσιους και άξονικοί στροφεείς. Σ' αυτούς ο στροφέας άσκει δύναμη έπάνω στή βάση, που αποτελεί τόν τριβέα. Η δύναμη όμως αυτή μεταφέρεται κατά τόν άξονα του στροφέα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3στ, ενώ στόν εγκάρσιο στροφέα είδαμε ότι η δύναμη αυτή μεταφέρεται κάθετα πρός τόν άξονα του στροφέα.

Όταν ο στροφέας έχει μικρή διάμετρο, ή επιφάνεια του κάτω άκρου του, που μεταδίδει τή δύναμη στόν τριβέα, γίνεται επίπεδη (σχ. 6.6α). Όταν όμως ο στροφέας έχει σχετικά μεγάλη διάμετρο (πάνω από 40 mm), τότε ή επιφάνεια του κάτω άκρου του τριβέα αντί νά είναι επίπεδη γίνεται σφαιρική (σχ. 6.6β). Αυτό συμβαίνει για νά εφαρμόζεται ή πίεση του στροφέα πάντοτε κάθετα έπάνω στήν επιφάνεια του τριβέα και όταν ακόμη ή διεύθυνση τής δυνάμεως δέν συμπίπτει έντελώς μέ τόν άξονα του στροφέα.



Σχ. 6.6α.



Σχ. 6.6β.

Άξονικός στροφέας με επίπεδη επιφάνεια τριβέα. Άξονικός στροφέας με σφαιρική επιφάνεια τριβέα.

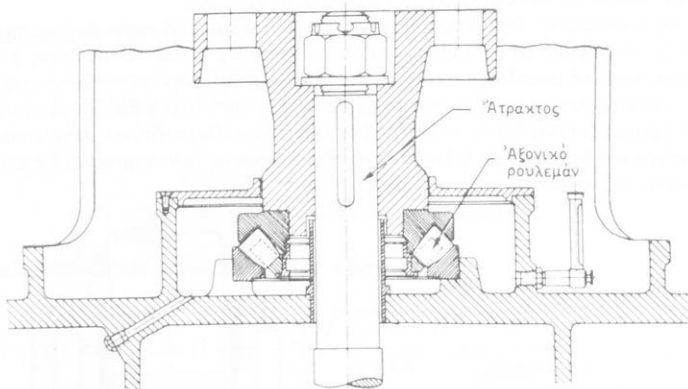
Στους άξονικούς στροφεείς ή επιτρεπόμενη πίεση q παρέχεται από τόν τύπο:

$$q = \frac{P}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

όπου P είναι η αξονική δύναμη σε kr και d ή διάμετρος του στροφέα σε cm .
 Ως υλικό των σφαιρικών επιφανειών στους αξονικούς στροφέας, που έρχονται σε έπαφή με τον τριβέα, χρησιμοποιείται βαμμένος χάλυβας ή άκομα φωσφορούχος όρειχαλκος ή καλής ποιότητας χυτοσίδηρος.

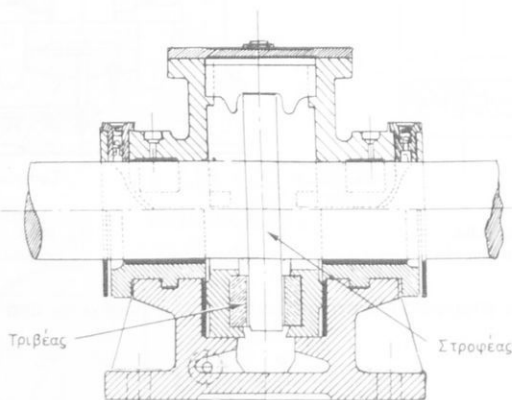
Συνήθως στις περισσότερες κατασκευές σήμερα χρησιμοποιούν αντί για αξονικούς τριβείς αξονικά ρουλεμάν (ένσφαιρους τριβείς) όπως φαίνεται στο σχήμα 6.6γ.

Αυτό δικαιολογείται, επειδή τα αξονικά ρουλεμάν εκπληρώνουν καλύτερα το σκοπό τους, είναι σχετικά φθηνά και δέν παρουσιάζουν δυσκολίες στην έφαρμογή τους.



Σχ. 6.6γ.

Κατακόρυφη άτρακτος επάνω σε αξονικό ρουλεμάν.



Σχ. 6.6δ.

Όστικός τριβέας πλοίου (Μίτσελ).

Σ' άλλες πάλι περιπτώσεις, όπου η άτρακτος φορτίζεται με μεγάλες δυνάμεις και διαπερνά τó έδρανο, όπως π.χ. συμβαίνει στην άτρακτο του πλοίου, ή όποία στό άκρο της έχει προσδεμένη τήν έλικα, οι άξονικοί στροφείς κατασκευάζονται διαφορετικά (σχ. 6.6δ). Δηλαδή, ό άξονικός στροφέας κατασκευάζεται με μία ή περισσότερες πατοϋρες, ώστε νά κατανέμεται ή πίεσή του σέ μεγαλύτερη έπιφάνεια του τριβέα.

Ό ώστικός τριβέας (άλλη όνομασία του ώστικού στροφέα) του σχήματος 6.21 έχει τό επί πλέον προσόν, ότι μπορεί νά παραλαμβάνει ώστικές δυνάμεις δύο διευθύνσεων (πρόσω και ανάποδα). Ό ώστικός τριβέας του σχήματος 6.21 φέρεται και με τήν όνομασία ώστικός τριβέας Μίτσελ (Mithcel).

6.7 Άνακεφαλαίωση.

1. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται τά διάφορα είδη τών στροφών που αποτελούν όπως είπαμε τμήματα τών άτράκτων που στηρίζονται στα έδρανα. Συνήθως οι στροφείς περιστρέφονται και μένουν άκίνητοι οι τριβείς με τά έδρανα. Υπάρχουν όμως και αντίστροφες περιπτώσεις σέ είδικες μηχανές.
2. Μορφολογικά οι στροφείς διακρίνονται σέ έγκάρσιους και άξονικούς. Οι έγκάρσιοι είναι όριζόντιοι. Οι άξονικοί κατακόρυφοι. Οι έγκάρσιοι πάλι διακρίνονται σέ άκράιους ή μετωπικούς και ένδιαμέσους. Για τόν ύπολογισμό τών χαρακτηριστικών τών στροφών άποφασιστικό ρόλο παίζει ή είδική πίεση που άσκει ό στροφέας πάνω στον τριβέα.
3. Τριβή όλισθήσεως λέμε τήν αντίσταση, που παρουσιάζει ένα σώμα όταν όλισθήσει επάνω σέ μιά έπιφάνεια. Η δύναμη που χρειάζεται βρίσκεται σάν γινόμενο τής κάθετης συνιστώσας του βάρους του σώματος επί ένα συντελεστή μ που χαρακτηρίζει τήν έπιφάνεια. Άλλο στοιχείο που έπεμβαίνει στον ύπολογισμό τών άπλειών στα έδρανα είναι ή **ροπή τριβής** που είναι τό γινόμενο τής τριβής R επί τήν άκτίνα του στροφέα r.

6.8 Έρωτήσεις.

1. Ποιό τμήμα τής άτράκτου όνομάζομε στροφέα;
2. Πόσων ειδών στροφείς έχομε;
3. Ποιά είναι ή ούσιώδης διαφορά στους δύο τύπους τών στροφών;
4. Πόσων ειδών έγκάρσιους στροφείς έχομε;
5. Πώς διαμορφώνονται οι ένδιάμεσοι στροφείς;
6. Ποιό μέγεθος είναι άποφασιστικό για τόν καθορισμό τών διαστάσεων του στροφέα;
7. Ποϋ χρησιμοποιούνται κυρίως οι άξονικοί στροφείς;
8. Τι είναι ό ώστικός τριβέας Μίσελ και ποϋ κυρίως χρησιμοποιείται;
9. Γιατί ή έδραση τών άξονικών στροφών είναι σφαιρική για τίς μεγάλες σχετικά διαμέτρους του άξονα;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

7.1 Γενικά.

Οι άτρακτοι συνήθως δέν κατασκευάζονται σε πολύ μεγάλα μήκη, έπειδή υπάρχει κίνδυνος να στρεβλωθούν κατά τή μεταφορά τους. Συνηθισμένο μήκος για άτράκτους διαμέτρου από 30 ως 35 mm είναι τά 4 ως 6 m, ενώ τό μήκος σε άτράκτους διαμέτρου άνω των 50 mm φθάνει τά 7 m.

Παρουσιάζεται λοιπόν πολλές φορές ή ανάγκη να συνδεθούν δύο άτρακτοι κατά μήκος έτσι πού να είναι δυνατή ή μεταφορά τής ροπής στρέψεως από τό ένα τμήμα πού κινεί προς τό κινούμενο. Η σύνδεση αυτή γίνεται πάντοτε μετωπικά και με τή χρήση **συνδέσμων**.

Ανάλογα με τό σκοπό πού έξυμηρετεί ή σύνδεση, οί χρησιμοποιούμενοι σύνδεσμοι διακρίνονται σε:

- α) Σταθερούς (σχ. 7.1, 7.2α, 7.2β και 7.2γ.).
- β) Κινητούς (σχ. 7.1, 7.3α, και 7.3β).
- γ) Λυόμενους (σχ. 7.1, 7.4α, 7.4β, 7.4γ, 7.4δ, 7.4ε και 7.4στ).

Κατά κανόνα οί σύνδεσμοι πρέπει να τοποθετούνται κοντά στα έξδρανα και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε τεμάχιο άτράκτου, πού πρόκειται να συνδεθεί με τό γειτονικό του, να στηρίζεται τουλάχιστον σε δύο σημεία.

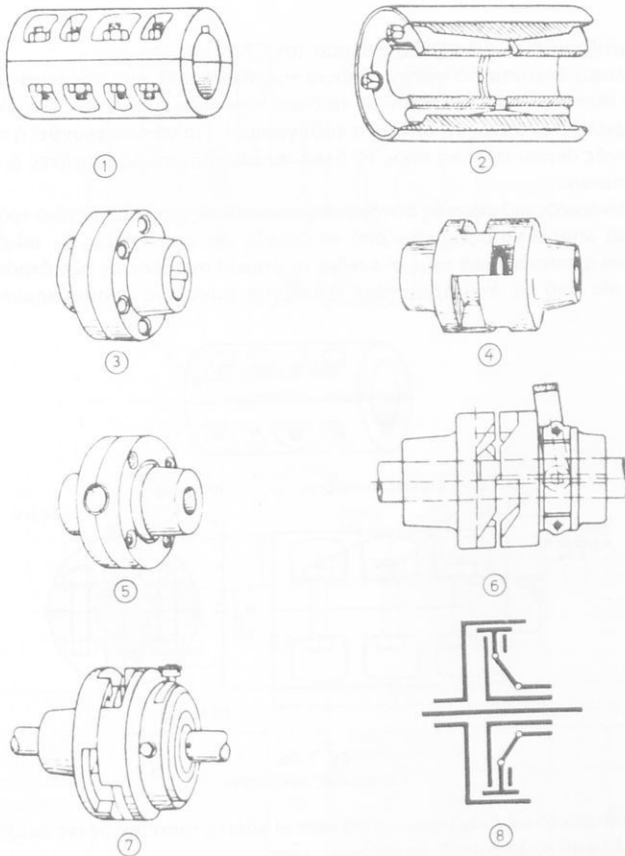
Όταν πρόκειται να συνδεθούν δύο άτρακτοι διαφορετικών διαμέτρων με τή βοήθεια συνδέσμου, τονρεύεται τό άκρο τής άτράκτου πού έχει τή μεγαλύτερη διάμετρο, στη διάμετρο τής λεπτότερης άτράκτου και στη συνέχεια τοποθετείται σύνδεσμος, πού άντιστοιχεί στη μικρότερη διάμετρο.

Στίς συνήθεις περιπτώσεις κατασκευών, οί διαστάσεις στους συνδέσμους είναι **τυποποιημένες**, κανονίζονται δέ ανάλογα προς τή διάμετρο τής άτράκτου για τήν όποία προορίζονται.

Στό σχήμα 7.1 φαίνονται τά διάφορα είδη από τούς συνδέσμους, πού θά περιγράψομε χωριστά τόν καθένα.

7.2 Σταθεροί σύνδεσμοι.

Οί σύνδεσμοι αυτοί λέγονται σταθεροί, γιατί συνδέουν δύο άτράκτους μεταξύ τους κατά τρόπο σταθερό και στιβαρό έτσι ώστε τό ένα τεμάχιο τής άτράκτου να άποτελεί σταθερή προέκταση του άλλου. Περίπτωση να μετατοπισθεί τό ένα τεμάχιο ως προς τό άλλο άξονικά ή άκινικά είναι άδύνατη. Μεταφέρεται ή ροπή από τό ένα τμήμα προς τό άλλο χωρίς καμιά άπόσβεση.



Σχ. 7.1.

Είδη συνδέσμων.

1) Κυλινδρικός κελυφωτός. 2) Τύπου Σέλλερς. 3) Δισκοειδής. 4) Κινητός με δόντια. 5) Σταυροειδής τύπου Καρντάν. 6) Λυόμενος Χίλντεμπραντ. 8) Λυόμενος τριβής τύπου Ντομέν-Λεμπλάν.

Γιά νά μπορεί νά έξουδετερωθεί εύκολα τόσο ή επίδραση του ίδιου βάρους τῶν συνδέσμων, ὅσο καί ή ἀναπτυσσόμενη φυγόκεντρος δύναμη κατά τή λειτουργία τους, τοποθετοῦνται αὐτοί πάντοτε δίπλα στά ἔδρανα. Χρησιμοποιοῦνται στήν περίπτωση μεταφορᾶς ροπῶν στρέψεως, χωρίς διακύμανση στήν τιμή τους.

Οἱ ἀπλούστεροι τύποι σταθερῶν συνδέσμων, πού χρησιμοποιοῦνται εἶναι οἱ ἑξῆς:

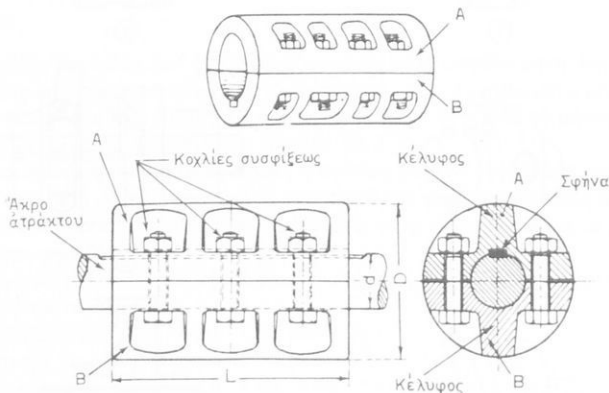
α) Ὁ **κυλινδρικός κελυφωτός** (σχ. 7.1, 7.2α).

Ἀποτελεῖται ἀπό δύο χυτοσιδερένια κελύφη, τά Α καί Β, τά ὁποῖα ἔνωμένα μα-

ζύ σχηματίζουν ένα κυλινδρικό θάλαμο (σχ. 7.2α).

Τά κελύφη δέχονται τά γειτονικά άκρα τών άτράκτων, πού πρόκειται νά συνδεθούν. Ή σύσφιξη τών κελυφών με τά άκρα τών άξόνων γίνεται με κοχλίες καί έτσι εξασφαλίζεται σύνδεση άπόλυτα εϋθύγραμμη. Για νά άποφευχθεί ή περιστροφή του ένός άκρου σχετικά προς τό άλλο τοποθετούται δύο σφήνες Δ στα άκρα τών άτράκτων.

Ο κυλινδρικός κελυφτός σύνδεσμος κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε εύκολα νά μπορεί νά αφαιρεθεί από τό σημείο τής συνδέσεως. Γι' αυτό τό λόγο προτιμᾶται ή τοποθέτησή τους σ' έκείνα τά σημεία συνδέσεως τών άτράκτων, στα όποια ή μία από τίς δύο άτράκτους χρειάζεται συχνά νά άποσυναρμολογηθεί.



Σχ. 7.2α.

Κελυφτός σύνδεσμος.

Για μία άτρακτο με διάμετρο = 100 mm οι κύριες τυποποιημένες διαστάσεις ένός κυλινδρικού κελυφωτού συνδέσμου είναι:

Μήκος $L = 380$ mm

Έξωτερική διάμετρος $D = 225$ mm

Πλεονεκτήματα: καλή λειτουργία, καλό κεντράρισμα, εύκολη άποσύνδεση.

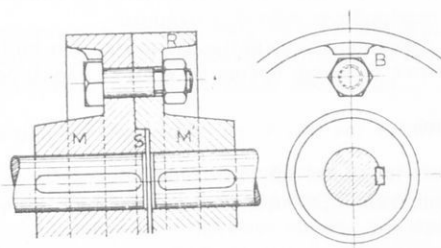
Μειονεκτήματα: άτελής ζυγοστάθμιση.

β) Δισκοειδής σύνδεσμος (σχ. 7.1 και 7.2β).

Για ίσχυρές συνδέσεις προτιμᾶται ό σύνδεσμος του σχήματος 7.2β, ό όποιος λόγω τής μορφής του λέγεται **δισκοειδής**. Οι δίσκοι Α καί Β, σφηνώνονται στα άκρα τών άτράκτων, πού πρόκειται νά συνδεθούν (πίνακας 7.2.1).

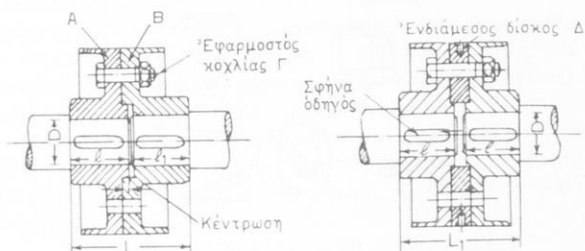
Περιφερειακά καί οι δύο δίσκοι φέρουν ίσάριθμες τρύπες, για νά εφαρμόζουν οι κοχλίες συσφίξεως Γ.

Ό ένας από τούς δύο δίσκους φέρει στο μέτωπο πατούρα, ένώ ό άλλος φέρει αντίστοιχη έσοχή. Με τήν προσαρμογή τής πατούρας του ένός δίσκου στην έσοχή του άλλου, επιτυγχάνεται ή εϋθυγράμμιση τών άτράκτων (κεντράρισμα).



Σχ. 7.2β.
Δισκοειδής σύνδεσμος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.1.
Δισκοειδής σύνδεσμος



Διάμετρος άτράκτου	Μήκος πλήμνης				Διάμετρος άτράκτου	Μήκος πλήμνης			
	L	L ₁	l	l ₁		L	L ₁	l	l ₁
25	130	150	70	59	70	210	230	110	99
30					80	230	250	120	109
35	150	170	80	69	90	260	280	135	124
40					100	290	310	150	139
45	170	190	90	79	110	320	340	165	154
50					125	350	380	185	164
55	190	210	100	89	140	390	420	205	184
60					160	430	460	225	204

Ἡ ὅλη σύνδεση γίνεται ὡς ἑξῆς: Τοποθετοῦνται οἱ δύο σφήνες Δ στά πρὸς σύνδεση ἄκρα. Σφηνώνονται οἱ δύο δίσκοι χωριστὰ κάθε ἓνας στά ἄκρα. Φέρονται κατόπιν σὲ ἐπαφὴ οἱ δύο δίσκοι, μὲ ταίριασμα τῆς πατουράς τοῦ ἑνὸς στὴν ἑσοχὴ τοῦ ἄλλου (κέντρωση). Μετὰ ἐφαρμόζονται οἱ κοχλίες στὶς περιφερειακὲς τρύπες καὶ σφίγγονται προοδευτικὰ καὶ ἀντιδιαμετρικὰ μέχρις ὅτου οἱ δύο δίσκοι γίνουν ἓνα σῶμα.

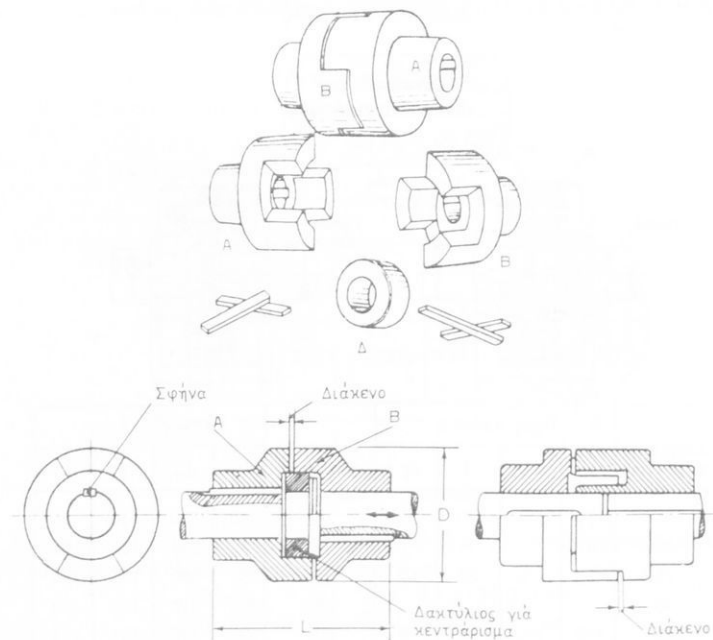
Τὰ ἔδρανα πού τοποθετοῦνται κοντὰ στοὺς συνδέσμους αὐτοὺς, πρέπει νὰ εἶναι διαιρούμενα.

- Μερικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες χρειάζεται να είπωθούν:
- Το κάλυμμα B προλαμβάνει πιθανά άτυχηματα.
 - Η προεξοχή Β αποκλείει την περιστροφή του κοχλία συσφίξεως.
- Για μεγάλες ταχύτητες οι δίσκοι πρέπει να είναι έξ ολοκλήρου τورνευτοί.

7.3 Κινητοί σύνδεσμοι.

Οι κινητοί σύνδεσμοι (σχ. 7.3α) για κατασκευαστικούς λόγους, επιτρέπουν στα άκρα των άτράκτων μικρή είτε άξονική μετατόπιση του ενός ως προς τον άλλο είτε ακτινική.

Η μετατόπιση αυτή μπορεί να φθάσει μερικά χιλιοστά του μέτρου.



Σχ. 7.3α.

Κινητός σύνδεσμος με δόντια.

Επίσης οι σύνδεσμοι αυτοί επιτρέπουν στους άξονες των δύο άτράκτων, κατά την περιστροφή τους και στο σημείο της συνδέσεώς τους, να σχηματίζουν μικρή γωνία, που συνήθως δέν πρέπει να υπερβαίνει τη μιά μοίρα (1°).

Μπορούν, δηλαδή, οι άτρακτοι να λειτουργούν κανονικά και αν ακόμη δέν είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένες, είτε από σφάλμα του έφαρμοστη, που τοποθέτησε τους συνδέσμους, είτε από άλλη αιτία. Κατά κανόνα τό σφάλμα στην ευθυγράμμιση όφείλεται σε κακή συναρμολόγηση και σπανιότερα σε παραμορφώσεις όφειλόμενες σε διαστολές, που πιθανόν να ύποστούν οι άτρακτοι σε περίπτωση υπερ-

θερμάνσειώς τους κατά τή λειτουργία τους. Τό ὅτι οἱ σύνδεσμοι αὐτοῖ ἐπιτρέπουν στίς ἀτράκτους πού συνδέουν νά ἐργάζονται, ἔστω καί ἂν δέν εἶναι ἀπόλυτα εὐθυγραμμισμένες, ἀποτελεῖ γι' αὐτούς πολύτιμο προτέρημα.

α) *Κινητός σύνδεσμος γιά διαστολές* [σχ. 7.1(4) καί 7.3α].

Προσφέρεται ὁ σύνδεσμος αὐτός γιά ἀξονική μετατόπιση λόγω διαστολῆς. Ἀποτελεῖται ἀπό τούς δίσκους Α καί Β, πού στερεώνονται μέ σφῆνες στά ἄκρα τῶν ἀτράκτων πού πρόκειται νά συνδεθοῦν καί ἀπό τόν ὀρειχάλκινο δακτύλιο Γ πού χρησιμεύει γιά κεντράρισμα. Κάθε δίσκος εἶναι ἐφοδιασμένος μέ τρεῖς προεξοχές καί τρεῖς ἐσοχές (βαθουλώματα).

Ἡ σύνδεση τῶν δυο ἄκρων γίνεται μέ τήν ἐφαρμογή ἀντίστοιχα τῶν ἐσοχῶν τοῦ ἑνός δίσκου, π.χ. τοῦ Α, μέ τίς προεξοχές τοῦ ἄλλου, δηλαδή τοῦ Β. Μέ τόν τρόπο αὐτό τῆς ἐμπλοκῆς μεταφέρεται ἡ περιστροφική κίνηση ἀπό τή μιά ἀτρακτο στήν ἄλλη καί ἐπειδή ὑπάρχει ἐλευθερία στίς ἐσοχές παραλαμβάνει ἄνετα τίς διαστολές τῶν ἀτράκτων.

Ὁ σύνδεσμος αὐτός π.χ. τοποθετεῖται στίς περιπτώσεις, ὅπου ὑπάρχουν μεγάλα ἀνοίγματα ἀτράκτων. Τότε τοποθετεῖται ὁ σύνδεσμος αὐτός στό μέσο τοῦ ἀνοίγματος ἀκριβῶς γιά νά παραλαμβάνει τίς διαστολές, πού προκαλοῦνται ἀπό τήν αὐξομείωση τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος.

Ἄν π.χ. ἐγκατασταθεῖ ἀτρακτος μήκους 20 m καί ἡ διαφορά θερμοκρασίας αὐξομειωθεῖ κατά 25°C, ἐπειδή ὁ συντελεστής διαστολῆς τοῦ χάλυβα εἶναι 0,000011 ἀνά βαθμό Κελσίου καί μονάδα μήκους, ἡ διαστολή πού θά ὑποστεῖ ἡ ἀτρακτος ὑπολογίζεται σέ:

$$20,000 \times 0,000011 \times 25 = 5,5 \text{ mm}$$

Αὐτή ἡ διαστολή λοιπόν μπορεῖ νά παραληφθεῖ ὀλότελα ἀπό τό σύνδεσμο.

Τά δόντια τῶν συνδέσμων αὐτῶν πρέπει νά λιπαίνονται περιοδικά γιά νά διευκολύνεται ἡ ἀξονική μετατόπισή τους.

Γιά τήν κέντρωση τῶν τεμαχίων εἴτε σπρώχνεται τό ἄκρο τῆς ἀτράκτου Α στόν ὀμφαλό τοῦ δίσκου Β, εἴτε χρησιμοποιεῖται ὁ ὀδηγός δακτύλιος Γ, πού φαίνεται στό σχῆμα 7.3α.

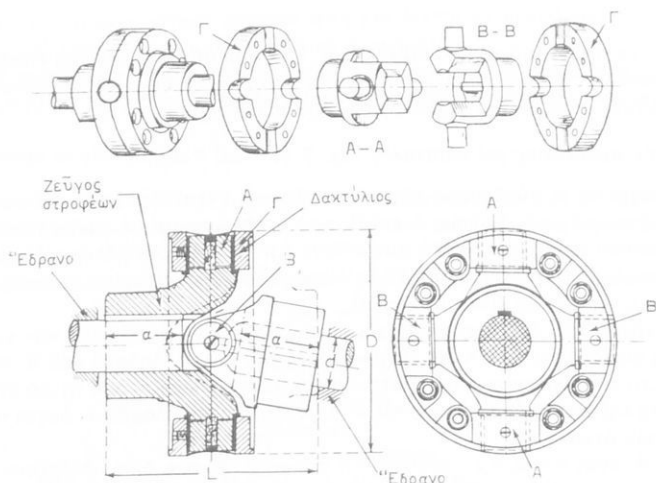
Γιά διάμετρο ἀτράκτου $d = 100 \text{ mm}$ οἱ γενικές τυποποιημένες διαστάσεις τοῦ συνδέσμου εἶναι:

$$\begin{array}{ll} L = 405 \text{ mm} & D = 320 \text{ mm} \\ a = 230 \text{ mm} & b = 155 \text{ mm} \\ & c = 20 \text{ mm} \end{array}$$

β) *Σταυροειδῆς σύνδεσμος Καρντάν* (σχ. 7.1 καί 7.3β).

Χρησιμοποιεῖται γιά τή σύνδεση ἀτράκτων, πού οἱ ἀξονες δυνατόν κατά τή λειτουργία τους νά σχηματίσουν μικρή γωνία (5° ὡς 8°) μεταξύ τους. Τέτοια περίπτωση παρουσιάζεται π.χ. στήν ἀκραία ἀτρακτο τοῦ αὐτοκινήτου.

Ἡ ἀτρακτος αὐτή συνδέει τό κιβώτιο ταχυτήτων τοῦ αὐτοκινήτου μέ τό διαφορικό του καί κατασκευάζεται σέ δυο τεμάχια, πού συνδέονται μεταξύ τους μέ σύνδεσμο Καρντάν. Μέ τόν τρόπο αὐτόν ἀποφεύγεται «σταθερή» σύνδεση τοῦ διαφορικοῦ μέ τό κιβώτιο ταχυτήτων καί ἐξασφαλίζεται ἔτσι ἀνεξαρτοποίηση τῆς θέσεως τοῦ ἑνός ὡς πρὸς τό ἄλλο. Ὡς ἐπί τό πλεῖστον μάλιστα τοποθετοῦνται δύο



Σχ. 7.3β.

Σταυροειδής σύνδεσμος (Cardan).

σύνδεσμοι, ο ένας από την πλευρά του κιβωτίου ταχυτήτων και ο άλλος από την πλευρά του διαφορικού, συνδέονται δέ μεταξύ τους με μιάν ελαστική φλάντζα.

Οι σύνδεσμοι αυτοί κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα και σπανιότερα από χυτοσίδηρο.

Σε κάθε άκρο των δύο άτράκτων σφηνώνεται και ένας όμφαλός, ο οποίος φέρει διαμετρικά δύο στροφεΐς, τούς A-A και τούς B-B.

Οι τέσσερις στροφεΐς εδράζονται σε ισάριθμους ορειχάλκινους δακτύλιους (τριβεΐς), που μοιάζουν με φωλιές, συνδέονται δέ μεταξύ τους με ένα διμερή δακτύλιο Γ έτσι ώστε ο άξονας του ενός ζεύγους των στροφών, π.χ. του A-A, να είναι κάθετος προς τον άξονα των στροφών του άλλου ζεύγους B-B.

Με τόν τρόπο αυτόν, όταν κινείται ή μία άτράκτος, παρασύρει στην κίνησή της τό δακτύλιο Γ, άκολουθως δέ αυτός παρασύρει τήν άλλη άτράκτος.

Καί από τίς δύο πλευρές του συνδέσμου τοποθετούνται έδρανα γιά τή στήριξη των άτράκτων.

Όταν ή διάμετρος τής άτράκτου είναι $d = 110 \text{ mm}$, οι γενικές τυποποιημένες διατάξεις του συνδέσμου είναι:

$$L = 430 \text{ mm}, D = 420 \text{ mm}, \text{ μήκος όμφαλοϋ } a = 160 \text{ mm}$$

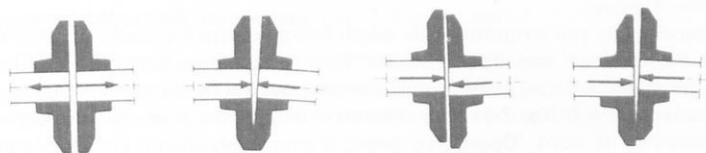
γ) Έλαστικοί σύνδεσμοι.

Στους κινητούς συνδέσμους ανήκουν και οι *έλαστικοί σύνδεσμοι*.

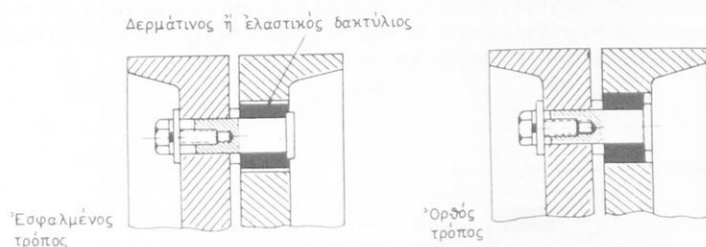
Με αυτούς εξουδετερώνονται τά σφάλματα τοποθετήσεως, όπως π.χ. άξονική ή άκτινική μετάθεση του ενός άξονα σχετικά προς τόν άλλο λόγω ύψομετρικής διαφοράς του έδάφους, φθορά του έδράνου ή άλλης τυχόν αίτίας.

Στό σχήμα 7.3γ φαίνονται διάφορα σφάλματα τοποθετήσεως, τὰ ὅποια εἶναι δυνατόν νά συμβοῦν τυχαῖα καί νά ἐξουδετερωθοῦν ἀπό τόν ἴδιο τό σύνδεσμο.

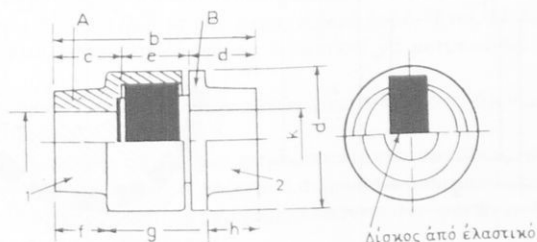
Ἐλαστικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιοῦνται ἰδιαίτερα στίς ἀπ' εὐθείας μεταδόσεις κινήσεων, ὅπως π.χ. στή σύνδεση μιᾶς φυγόκεντρης ἀντλίας μέ τόν ἠλεκτροκινητήρα τῆς κ.ο.κ.



Σχ. 7.3γ.



Σχ. 7.3δ.



Σχ. 7.3ε.

Γιά τή μεταβίβαση τῆς περιστροφικῆς κινήσεως ἀπό τή μιᾶ ἀτρακτο στήν ἄλλη, παρεμβάλλονται συνήθως **ἐλαστικοί ἐνδιάμεσοι δακτύλιοι**, οἱ ὅποιοι ἐπιτρέπουν μιᾶ ὁμαλή καί ἀπαλλαγμένη ἀπό κρούσεις μεταβίβαση τῆς κινήσεως. Ὁ ἐλαστικός δακτύλιος ἐνεργεῖ καί σάν **ἀπορροφητής** τῶν διαφόρων κρούσεων, πού εἶναι δυνατόν νά ἀναπτυχθοῦν.

Τά σχήματα 7.3δ, 7.3ε καί 7.3στ δείχνουν τρία εἶδη ἐλαστικῶν συνδέσμων μέ διάφορες παραλλαγές.

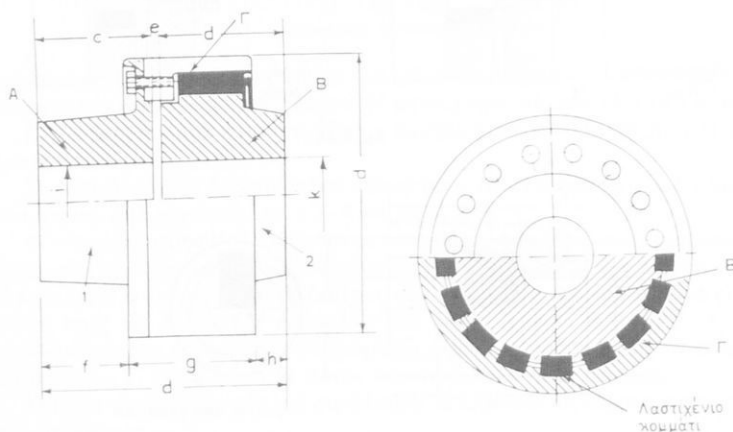
Ὁ πρῶτος σύνδεσμος τοῦ σχήματος 7.3δ εἶναι ἓνας δισκοειδῆς σύνδεσμος, στόν ὁποῖον οἱ κοχλίες στερεώσεως ἐφοδιάζονται μέ δακτύλιους ἀπό ἐλαστικό

δέρμα. Οι δακτύλιοι αυτοί επιτρέπουν ομαλή τή μετάδοση τής ροπής στρέψεως από τό ένα μισό του συνδέσμου στο άλλο.

Κατά τή συναρμολόγηση του συνδέσμου αυτού πρέπει νά καταβάλλεται προσοχή, ώστε οι ελαστικοί δακτύλιοι νά εφαρμόζονται ακριβώς στις διαμέτρους των άνω των δίσκων.

Ο σύνδεσμος του σχήματος 7.3ε φέρει ένα πρισματικό κομμάτι από λάστιχο ή δέρμα, τό όποιο καί παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο τεμαχίων του συνδέσμου Α καί Β, επιτυγχάνοντας τή ζεύξη των δύο άτράκτων. Καί τά δύο αυτά μέσα κομμάτια του συνδέσμου Α-Β (σχ. 7.3ε) ταιριάζονται στα άκρα των άτράκτων μέ σφήνες καί στερεώνονται μέ αυτά. Ορισμένες φορές ή στερέωση γίνεται καί μέ σύσφιξη.

Ο σύνδεσμος του σχήματος 7.3στ διαφέρει από τους προηγούμενους γιατί αποτελείται από τρία μέρη, τά Α, Β, Γ, τά δέ λαστιχένια κομμάτια τοποθετούνται περιφερειακά σέ αντίστοιχες έγκοπές, πού κατά τό ένα μισό τους ανήκουν στο τεμάχιο Β καί κατά τό άλλο στο τεμάχιο Γ. Τό τεμάχιο Α είναι διμερές. Μπορεί νά ένοποιηθεί δέ σ' ένα τεμάχιο μέ κοχλίες, μέ τό δακτύλιο Γ.



Σχ. 7.3στ.

7.4 Λυόμενοι σύνδεσμοι ή συμπλέκτες.

Μεταξύ μιάς κινητήριας άτράκτου Μ καί μιάς κινούμενης Κ παρεμβάλλεται ένας λυόμενος σύνδεσμος ή *συμπλέκτης* για νά συμπλέκει καί άποσυμπλέκει τήν κινούμενη άτράκτο χωρίς νά διακόπτεται ή κίνηση τής κινητήριας άτράκτου.

Οί λυόμενοι σύνδεσμοι διακρίνονται σέ δύο κατηγορίες:

α) Σέ συνδέσμους πού άποσυμπλέκονται μέν έν λειτουργία άλλα συμπλέκονται

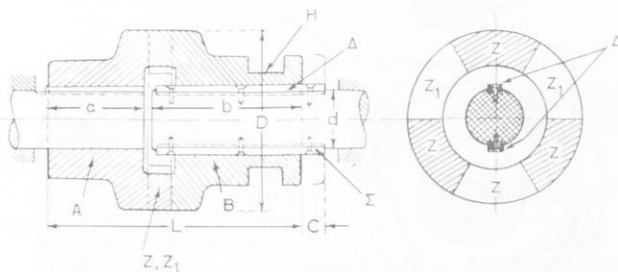
έκ νέου με σταμάτημα της κινητήριας άτράκτου.

β) Σέ συνδέσμους πού συνδέονται καί άποσυνδέονται με άδιάκοπη λειτουργία της κινητήριας άτράκτου.

Στήν πρώτη κατηγορία ανήκουν οι όδοντωτοί σύνδεσμοι καί οι σύνδεσμοι με σιαγόνες, ένw στή δεύτερη ανήκουν οι **σύνδεσμοι τριβής**.

α) **Λυόμενος όδοντωτός σύνδεσμος** (σχ. 7.1 καί 7.4α).

Ό όδοντωτός λυόμενος σύνδεσμος αποτελείται από τούς όμφαλούς Α καί Β, καθένas από τούς όποιους φέρει τρία συνήθως δόντια ως προεσοχές, τά Ζ, καί τρεις έσοχές τίς Ζ₁. Η σύμπλεξη έπιτυγχάνεται, όταν έφαρμόζουν οι έσοχές του έ- νός όμφαλού στίς προεσοχές του άλλου καί αντίστροφα.



Σχ. 7.4α.

Λυόμενος σύνδεσμος με δόντια.

Η άποσύμπλεξη του συνδέσμου αυτού μπορεί νά γίνει έπειδή τό στοιχείο Β εϊ- ναι κινητό καί μπορεί καί όλισθαίνει έπάνω σε δύο σφήνες-όδηγούς Δ, πού τοπο- θετοϋνται έπάνω στό ένα από τά δύο άκρα, π.χ. τό δεξιό. Έτσι, με ένα μοχλό, ό ό- ποίος στερεώνεται έπάνω στήν έγκοπή Η, μπορεί νά μετακινηθεϊ τό τεμάχιο Β πρós τά πίσω.

Η σύμπλεξη όμως των συνδέσμων αυτών γίνεται πάντοτε, όταν αυτοί βρίσκον- ται σε στάση (ήρεμία).

Οι όδοντωτοί λυόμενοι σύνδεσμοι χρησιμοποιοϋνται συνήθως σε έλαφρές κα- τασκευές, καί όπου σπάνια παρουσιάζεται ή ανάγκη νά άποσυνπλέκονται. Σε περι- πτώσεις με σοβαρότερες φορτίσεις χρησιμοποιοϋνται αντί αυτών οι λυόμενοι σύν- δεσμοι «Χίλντεμπραντ» (Hildebrandt).

β) **Λυόμενος σύνδεσμος Χίλντεμπραντ** (Hildebrandt) (σχ. 7.1 καί 7.4β).

Ό σύνδεσμος αυτός αποτελείται από τούς δίσκους Α, Β, Γ, ό καθένas από τούς όποιους φέρει έπάνω του 4 προεσοχές καί 4 έσοχές, όπως φαίνεται στό σχήμα 7.4β.

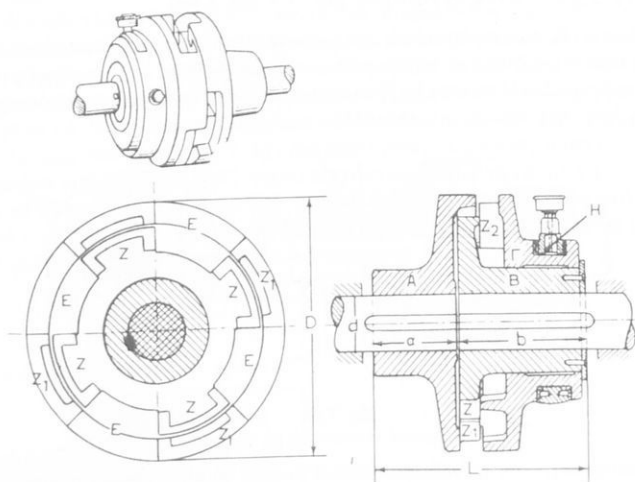
Στό άκρο της μιάς άτράκτου σφηνώνεται ό δίσκος Α με τούς 4 όδόντες Ζ₁, ένw στο άλλο της άλλης άτράκτου σφηνώνεται ό δίσκος Β με τούς 4 όδόντες Ζ.

Στόν όμφαλό του δίσκου Β όλισθαίνει ό δίσκος Γ, ό όποιος έχει επίσης 4 δόντια, τά Ζ₂, με τή διαφορά ότι τό άκτινικό τους μήκος είναι ίσο με τό άθροισμα των άκτι- νικών μηκών των όδόντων Ζ καί Ζ₁.

Γιά νά συμπλεχθεϊ ό σύνδεσμος, όλισθαίνει ό δίσκος Γ με τή βοήθεια μοχλού, ό

ὁποῖος ἐφαρμόζει στήν ἐγκοπὴ Η οὕτως, ὥστε οἱ ὀδόντες Z_2 νά ἀντιστοιχήσουν στίς ἐσοχές Ε, πού σχηματίζουν οἱ ὀδόντες Ζ καί Z_1 μαζύ.

Ὁ σύνδεσμος αὐτός, ὅπως καί ὁ προηγούμενος μπορεῖ καί κατά τή διάρκειά τῆς λειτουργίας του νά ἀποσυμπλεχθεῖ, ἐνῶ συμπλέκεται μόνον ἐν στάσει (ἡρεμία).



Σχ. 7.4β.

Λυόμενος σύνδεσμος Χίλντεμπραντ.

γ) Σύνδεσμοι τριβῆς.

Βασική ἀρχή στήν ὁποία στηρίζονται οἱ σύνδεσμοι αὐτοί εἶναι ἡ ἀκόλουθη:
Οἱ δύο δίσκοι σχ. 7.4γ(α) Μ καί Ν πιέζονται μεταξύ τους μέ μιά δύναμη Ρ. Δημιουργεῖται ἔτσι ἡ δύναμη τριβῆς μΡ.

Ὁ δίσκος Μ θά παρασύρει τόν δίσκο Ν **χωρίς ὀλίσθηση** ἐάν:

$$\mu P > F$$

ὅπου: F ἡ ἐφαπτομενική δύναμη πού μεταφέρεται ἀπό τόν ἕνα δίσκο στόν ἄλλο.

Στά παρακάτω σχήματα 7.4γ δείχνονται σχηματικά οἱ βασικές ἀρχές μερικῶν τύπων συνδέσμων, ὅπως, π.χ. τοῦ τύπου Ντομέν-Λεμπλάν, τοῦ κωνικοῦ κλπ.

δ) Λυόμενος σύνδεσμος τριβῆς Ντομέν-Λεμπλάν (Dohmen-Leblanc) [σχ. 7.4γ(β)].

Ἀποτελεῖται καί αὐτός ἀπό δύο δίσκους.

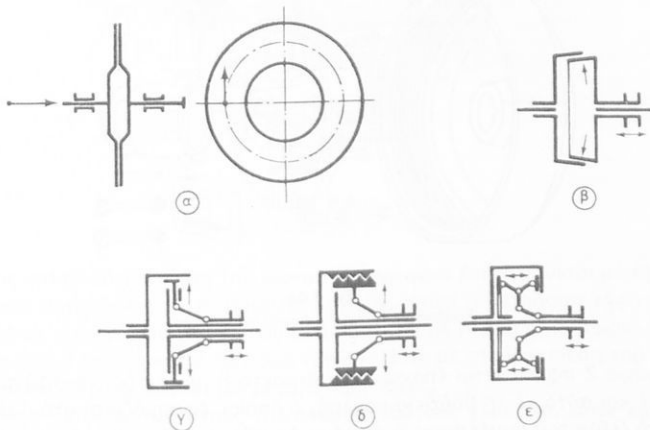
Τό χαρακτηριστικό στό σύνδεσμο αὐτόν εἶναι ὅτι ἡ μεταφορά τῆς κινήσεως ἀπό τόν ἕνα δίσκο στόν ἄλλο γίνεται μέ τήν **τριβή**.

Στήν περίπτωση τοῦ σχήματος 7.4δ δέν ἔχομε σύνδεση τῶν ἄκρων δύο ἀτράκτων, ἀλλά μετάδοση κινήσεως ἀπό μιά ἀτράκτο σέ μιά τροχαλία.

Μέ τήν άποσύμπλεξη τοῦ συνδέσμου περιστρέφεται «έν κενῶ» ἡ τροχαλία A, τό δέ τμήμα Γ τοῦ συνδέσμου καί ἡ ἄτρακτος B παραμένουν ἀκίνητα.

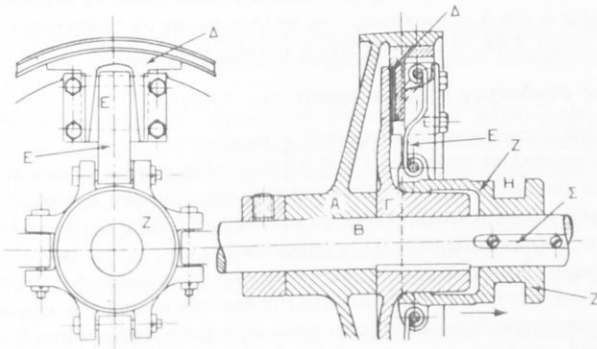
Ἐντίθετα κατά τή σύμπλεξη τοῦ συνδέσμου, ἡ κίνηση μεταφέρεται ἀπό τήν τροχαλία A στήν ἄτρακτο Β.

Ὁ δίσκος A, πού δέν εἶναι σφηνωμένος στήν ἄτρακτο Β, ἀποτελεῖ τό ἕνα τμήμα τοῦ συνδέσμου καί ταυτόχρονα καί τροχαλία, πού δέχεται τήν κίνηση ἀπό μιά κινητήρια πηγή μέ ἰμάντα. Ἐσωτερικά ὁ δίσκος τῆς τροχαλίας τορνεύεται, ὥστε νά ἀποτελεῖ ἕνα κατεργασμένο κύλινδρο.



Σχ. 7.4γ.

Διάφορα εἶδη λυομένων συνδέσμων.

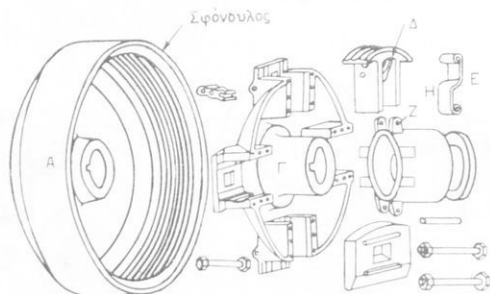


Σχ. 7.4δ.

Λυόμενος σύνδεσμος Ντομέν-Λεμπλάν (Dohmen-Lemblanc)

Στό σχήμα 7.4ε παριστάνεται παρόμοιος σύνδεσμος λυμένος στά επί μέρους εξαρτήματά του.

Δεύτερο σημαντικό τεμάχιο του συνδέσμου είναι ο δίσκος Γ (σχ. 7.4δ και 7.4ε), ο οποίος φέρει τέσσερις θήκες. Μέσα στις θήκες αυτές ολισθαίνουν ισάριθμες σιαγόνες, οι Δ. Οι σιαγόνες αυτές, καθώς ολισθαίνουν μέσα στις θήκες, συμπιέζονται επάνω στο τύμπανο Α με τήν επενέργεια ισάριθμων ιδιομόρφων ελατηρίων Ε. Τα ελατήρια αυτά συνδέονται από τό κάτω μέρος τους με τό τεμάχιο Ζ, πού περιβάλλει τόν όμφαλό του τεμαχίου Γ, από τό επάνω δέ μέρος της με τή σιαγόνα Δ.



Σχ. 7.4ε.
Σύνδεσμος Ντομέν-Λεμπλάν λυμένος.

Τό τεμάχιο Ζ σφηνώνεται επάνω στην άτρακτο Β με τήν οδηγό-σφήνα Σ, ολισθαίνει δέ καί αυτό με τή βοήθεια μοχλοῦ, ὁ ὁποῖος εφαρμόζεται στό αὐλάκι Η.

Κατά τή ζεύξη του συνδέσμου, ἡ σιαγόνα Δ πιέζεται ἀπό τό ἐλατήριο στήν ἐσωτερική κυλινδρική ἐπιφάνεια του δίσκου Α.

Λόγω τῆς μεγάλης τριβῆς, πού δημιουργεῖται με τό ἐλατήριο Ε, ὁ δίσκος Α γίνεται ἕνα σῶμα με τό τεμάχιο Ζ, τό ὁποῖο βρίσκεται συνδεμένο με τήν άτρακτο Β καί ἔτσι, ὅταν περιστρέφεται ἡ τροχαλία Α, περιστρέφεται καί ἡ άτρακτος Β.

Τά στοιχεῖα Α καί Δ κατασκευάζονται πολλές φορές με αὐλακώσεις, ὅπως φαίνεται στό σχήμα 7.4ε, γιά νά αὐξάνει ἡ μεταξύ τους τριβή.

ε) Λυόμενος σύνδεσμος με κῶνο τριβῆς (σχ. 7.4στ).

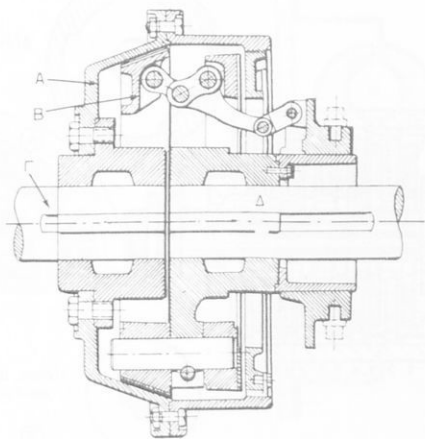
Εἶναι ὁ ἀπλούστερος σύνδεσμος του εἶδους αὐτοῦ.

Ἀποτελεῖται ἀπό τά τεμάχια Α καί Β, τά ὁποῖα ἔχουν μορφές κῶνων. Στούς ὀμφαλοῦς τῶν κῶνων αὐτῶν σφηνώνονται οἱ πρόσ σύνδεση άτρακτοι Γ καί Δ.

Ὁ θηλυκός κῶνος Α κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ὥστε ὁ ἀρσενικός κῶνος Β νά ταιριάζει ἐφαρμοστά στήν περιφέρεια.

Ἡ μεταφορά τῆς περιστροφικῆς κινήσεως ἀπό τό στοιχεῖο Α στό στοιχεῖο Β ἐπιτυγχάνεται με τήν τριβή, πού δημιουργεῖται ἀπό τήν ἐπαφή τῶν κῶνων Α καί Β.

Ὅσο περισσότερο ἀξονικά πιέζεται ὁ κῶνος Β ἐπάνω στόν κῶνο Α, τόσο ἡ τριβή ἐπάνω στήν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς αὐξάνει καί ἐπομένως τόσο μεγαλύτερη γίνεται ἡ ἰσχὺς, πού μπορεῖ νά μεταφερθεῖ ἀπό τή μία άτρακτο στήν ἄλλη.



Σχ. 7.4στ.

Λυόμενος σύνδεσμος με κώνο τριβής.

Μόλις χαλαρωθεί η πίεση του κώνου B_1 , και αυτό επιτυγχάνεται με τη μικρή άξονική του μετατόπιση με τη βοήθεια μοχλών, παύει η μετάδοση της κινήσεως.

Συνήθως η επιφάνεια του κώνου B καλύπτεται με δέρμα ή παρόμοιο υλικό, για να αυξάνεται η τριβή μεταξύ των δύο κώνων. Έτσι με την ίδια πίεση του δίσκου B μεταφέρεται από το σύνδεσμο μεγαλύτερη ισχύς.

Τό μόνο μειονέκτημα στους συνδέσμους αυτούς είναι ότι, όταν εργάζονται, πρέπει να εφαρμόζεται συνεχής πίεση από τον κώνο B προς τον κώνο A.

Η συνεχής αυτή πίεση επιτυγχάνεται είτε με τη βοήθεια ελατηρίου είτε με συνδυασμό μοχλών (σχ. 7.4στ).

στ) Σύνδεσμος με πολλούς επίπεδους δίσκους (σχ. 7.4ζ).

Στους συνδέσμους αυτούς έχουμε πολλαπλασιασμό της επιφάνειας τριβής. Χρησιμοποιούνται όταν η προς μεταβίβαση ροπή είναι σημαντική (αυτόκινητάμαξα Ντί-ζελ).

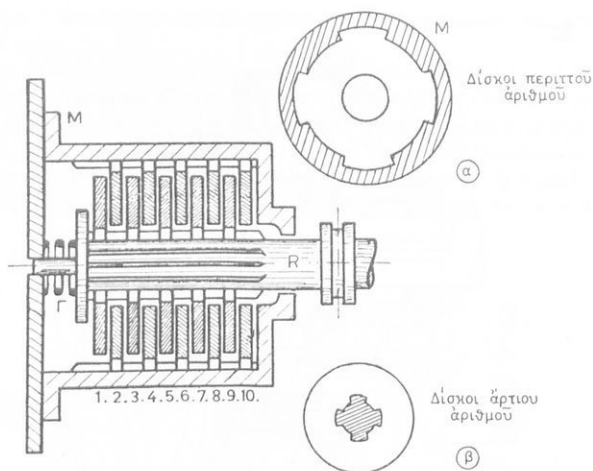
Τό έσωτερικό τμήμα του εξωτερικού δακτυλίου M φέρει ραβδώσεις [σχ. 7.4ζ(α)]. Οι περιπτώ αριθμού δίσκοι εφαρμόζουν στις ραβδώσεις αυτές. Οι άρτιου αριθμού δίσκοι με περίγραμμα όπως του σχήματος 7.4ζ(β) εφαρμόζουν στον άξονα R και σχηματίζουν έτσι δύο σειρές (σχ. 7.4ζ).

Κατά τη συναρμολόγηση τοποθετούνται εναλλακτικά ένας δίσκος α και κατόπιν ένας δίσκος β. Με τη σειρά δέ αυτή τοποθετούνται όλοι οι δίσκοι.

Έτσι όπως τοποθετούνται οι δίσκοι, οι μισοί ανήκουν στο στοιχείο M, οι δέ άλλοι στο στοιχείο R.

Εάν τώρα με τη βοήθεια του ελατηρίου Γ συμπιεσθούν οι δίσκοι μεταξύ τους, τότε τά τεμάχια M και R γίνονται ένα σώμα με αποτέλεσμα αν κινηθεί τό ένα, να παρασύρει σε κίνηση και τό άλλο.

Οι δύο τελευταίοι σύνδεσμοι τριβής, τούς οποίους περιγράψαμε, χρησιμο-



Σχ. 7.4ζ.

ποιοῦνται ιδιαίτερα στά αυτοκίνητα καί στίς ἐργαλειομηχανές. Στά αυτοκίνητα τοποθετοῦνται ἀκριβῶς μετά τό σφόνδυλο τῆς μηχανῆς καί πρίν ἀπό τό κιβώτιο ταχυτήτων. Ἔτσι, ὁ ὀδηγός τοῦ αυτοκινήτου μπορεῖ, ὅποτε θέλει, νά ἀπομονώνει τή μηχανή ἀπό τό ὑπόλοιπο σύστημα κινήσεως.

7.5 Ὑδραυλικός συμπλέκτης (σχ. 7.5).

Περιγραφή: ὁ ὑδροκινητικός αὐτός σύνδεσμος ἀποτελεῖται βασικά ἀπό δύο στοιχεῖα:

1) Τό πρωτεύον στρεπτό στοιχεῖο (Ρ), τό λεγόμενο ὠστικό, πού λειτουργεῖ ὡς ἀντλία. Τό στοιχεῖο αὐτό συνδέεται σταθερά μέ τήν κινητήρια ἄτρακτο.

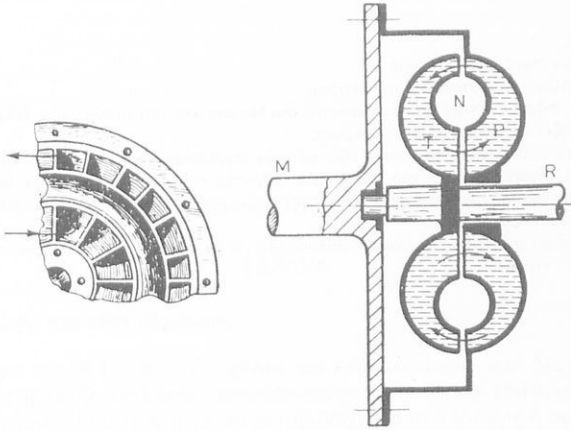
2) Τό δευτερεύον στρεπτό στοιχεῖο (Τ) πού χρησιμοποιεῖται ὡς στρόβιλος καί συνδέεται σταθερά μέ τήν κινούμενη ἄτρακτο.

Ἄντλια καί στρόβιλος (κατασκευασμένα ἀπό ἐλαφρά κράματα) φέρουν ἀκτινικά διαφράγματα. Τά δύο στρεπτά στοιχεῖα ἐνούμενα σχηματίζουν μιά δακτυλιωτή σπεῖρα γεμάτη μέ λιπαντικό ὑγρό. Κεντρικά βρίσκεται ἕνας κοῖλος κυκλικός πυρήνας (Ν), τοῦ ὁποῖου προορισμός εἶναι νά προσανατολίξει τό ὑγρό ρεῦμα καί ν' ἀποφεύγονται ἄσκοπες περιδινήσεις τοῦ λαδιοῦ.

Τό στοιχεῖο Ρ προβλέπεται νά ἔχει τή δυνατότητα μιᾶς μικρῆς ἀξονικῆς μετατόπισεως.

Παρεμβύσματα ἐξασφαλίζουν τή στεγανότητα στά δύο στοιχεῖα.

Λειτουργία: Μέ τήν πρώτη στροφή τοῦ κινητήρα παρασύρεται μαζί καί ἡ ἀντλία. Τό λάδι πού περιέχεται μεταξύ τῶν διαφραγμάτων ἐπηρεάζεται ἀπό τή φυγόκεντρη δύναμη, πού ἀναπτύσσεται καί τείνει νά κινήθῃ πρὸς τά ἐξωτερικά τοιχώματα,



Σχ. 7.5.

όποτε αναγκάζεται να διευθυνθεί προς τα διαφράγματα του στροβίλου, όπου πάλι αναρροφάται από την άντλία κάνοντας έτσι μία κυκλική κίνηση γύρω από τον κυκλικό πυρήνα (N).

Στήν άντλία ή μηχανική ενέργεια που προσδίνεται στο λάδι μετατρέπεται σε ταχύτητα (κινητική ενέργεια), ενώ στο στρόβιλο ή κινητική ενέργεια του λαδιού μετατρέπεται σε **μηχανική ενέργεια** και ο στρόβιλος παρασύρει την άτρακτο στην κίνηση αυτή. Υπάρχει διολίσθηση της τάξεως του 2%.

7.6 Άνακεφαλαίωση.

1. Για την κατά μήκος σύνδεση δύο άτράκτων χρησιμοποιούνται οι σύνδεσμοι. Άνάλογα με τό σκοπό για τόν όποιο χρησιμοποιούνται οι σύνδεσμοι διακρίνονται σε: **σταθερούς, κινητούς** και **λυόμενους**. Κατά κανόνα οι διαστάσεις των συνδέσμων είναι τυποποιημένες με βάση τή διάμετρο τής άτράκτου στην όποια εφαρμόζονται.
2. Οι σταθεροί σύνδεσμοι συνδέουν δύο άτράκτους κατά τρόπο συμπαγή. Διακρίνονται: Στούς κελυφωτούς κυλινδρικούς, στούς συνδέσμους Σέλλερς, και τούς δισκοειδείς.
3. Οι κινητοί σύνδεσμοι, λόγω κατασκευής, επιτρέπουν μικρή άξονική μετατόπιση μεταξύ τους, καθώς και μία πολύ μικρή γωνία τής τάξεως τής μιάς μοίρας. Διακρίνονται: Στούς κινητούς συνδέσμους με δόντια, στο σταυροειδή σύνδεσμο Καρντάν, τούς έλαστικούς συνδέσμους.
4. Οι λυόμενοι σύνδεσμοι έχουν τό προτέρημα να χωρίζουν τίς άτράκτους που είχαν συνδέσει όταν χρειάζεται αυτό.

Διακρίνονται: Σέ συνδέσμους που έπανασυνδέονται έν στάσει καί σέ συνδέσμους που έπανασυνδέονται έν λειτουργία.

7.7 Έρωτήσεις.

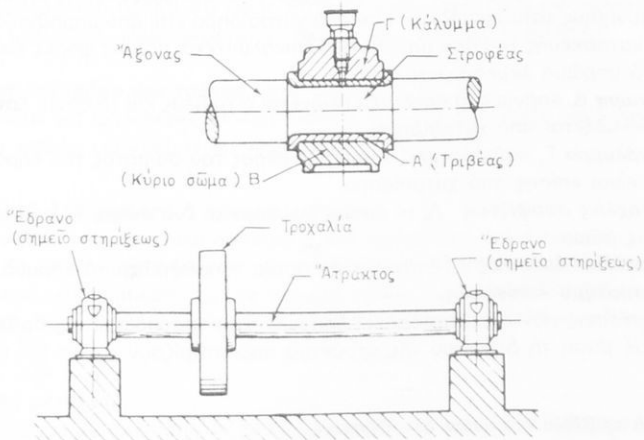
1. Πόσων ειδών συνδέσμους έχομε;
2. Πού εφαρμόζονται αί σταθεροί σύνδεσμοι;
3. Τι διαφορά υπάρχει μεταξύ του κελυφωτού συνδέσμου καί του συνδέσμου Σέλλερς;
4. Πού εφαρμόζεται ο δισκοειδής σύνδεσμος;
5. Ποιά είναι τά γενικά χαρακτηριστικά των κινητών συνδέσμων καί πού χρησιμοποιούνται;
6. Ποιά είναι ή διαφορά μεταξύ του συνδέσμου Καρντάν καί του συνδέσμου μέ δόντια;
7. Ποιά είναι τά γενικά χαρακτηριστικά των λυομένων συνδέσμων καί πού εφαρμόζονται;
8. Τι είναι ο σύνδεσμος τριβής;
9. Ποιοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται στά αυτοκίνητα για ή σύνδεση τής κινητήριας πηγής μέ τό όπισθιο τμήμα κινήσεως;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΕΔΡΑΝΑ

8.1 Περιγραφή και είδη εδράνων.

Τά έδρανα (σχ. 8.1), όπως είπώθηκε καί στό Κεφάλαιο περί άξόνων, είναι τά στοιχεία τής μηχανής, στά όποια στηρίζονται οι άτρακτοι καί έπιτυγχάνεται έτσι ή περιστροφή τους. Έπιπλέον μέ αυτά μεταβιβάζονται στό έδαφος ή σέ άλλες κατασκευές οι δυνάμεις, πού έφαρμόζονται στις άτράκτους.



Σχ. 8.1.

α) Είδη εδράνων.

Τά έδρανα κατατάσσονται:

— Άνάλογα μέ τή θέση των άτράκτων, σέ **έγκάρσια** καί **άξονικά**.

Οι **όριζόντιες** άτρακτοι στηρίζονται σέ έγκάρσια έδρανα, ενώ οι **κατακόρυφες** σέ άξονικά.

— Άνάλογα μέ τό είδος τής τριβής, πού αναπτύσσεται σ' αυτά διακρίνονται σέ **έδρανα όλισθήσεως** καί **έδρανα κυλίσεως**.

— Άνάλογα μέ τόν τρόπο λειτουργίας τους, χαρακτηρίζονται σέ **έδρανα**

αὐτορρυθμιστά καὶ ἔδρανα σταθερά.

Στά ἔδρανα ὀλισθήσεως ἀναπτύσσεται, κατὰ τὴν περιστροφή τῆς ἀτράκτου **τριβή ὀλισθήσεως**.

Στά ἔδρανα κυλίσεως ἀντίθετα ἀναπτύσσεται **τριβή κυλίσεως**.

Στά αὐτορρυθμιστά ἔδρανα, τὰ στοιχεῖα του **παρακολουθοῦν αὐτόματα** τὴν παραμόρφωση τοῦ στροφέα, ἢ ὅποια προκαλεῖται ἀπὸ τὴ φόρτιση τῆς ἀτράκτου.

Τὰ σταθερά ἔδρανα χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὶς ἀτράκτους, οἱ ὁποῖες καί μετὰ τὴ φόρτισή τους παραμένουν ἀπαραμόρφωτες ἢ εἶναι τόσο ἀσήμαντη ἢ παραμόρφωσή τους, ὥστε νὰ μὴ ὑπολογίζεται.

Μετὰ ἀπὸ ὅσα λέχθηκαν παραπάνω ἀντιλαμβανόμεστε εὐκόλα ὅτι ἓνα ἔδρανο μπορεῖ **ταυτόχρονα** νὰ εἶναι καὶ ἔδρανο ὀλισθήσεως καὶ αὐτορρυθμιστο ἢ νὰ παρουσιάζει ἄλλα χαρακτηριστικά.

Ἐπίσης ἓνα ἀξονικό ἔδρανο μπορεῖ νὰ εἶναι κυλίσεως ἢ ὀλισθήσεως καὶ μαζί αὐτορρυθμιστο ἢ σταθερό.

β) Στοιχεῖα ἐδράνων.

— Ὁ **τριβέας** Α (κοινὰ μαξιλάρι) (σχ. 8.1), εἶναι ἓνα κυλινδρικό σῶμα μέ τρύπα στό μέσο, πού συνήθως ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο μέρη. Ὁ τριβέας δέχεται τὸ μῆμα τῆς ἀτράκτου πού ἐδράζεται σ' αὐτόν καί πού εἶναι ὁ στροφέας τῆς ἀτράκτου. Ὁ τριβέας συνήθως κατασκευάζεται εἴτε ἀπὸ χυτοσίδηρο εἴτε ἀπὸ μπρουντζο. Σέ περίπτωση κατασκευῆς του ἀπὸ μπρουντζο, ἐπικαλύπτεται πολλές φορές ἐσωτερικά ἀπὸ λεπτό στρώμα λευκοῦ μετάλλου.

— Τὸ **σῶμα** Β, ἐπάνω στό ὁποῖο στερεώνεται ὁ τριβέας καί τὸ ὁποῖο κατὰ κανόνα κατασκευάζεται ἀπὸ χυτοσίδηρο.

— Τὸ **κάλυμμα** Γ, πού ἀποτελεῖ τὸ ἐπάνω μέρος τοῦ σώματος τοῦ ἐδράνου καί τὸ ὁποῖο εἶναι ἐπίσης ἀπὸ χυτοσίδηρο.

— Οἱ **κοχλίες συσφίξεως** Δ, οἱ ὁποῖοι ἐνώνουν σ' ἓνα σῶμα, κάλυμμα, τριβέα καί κυρίως σῶμα.

— Ἡ **πλάκα ἐδράσεως** Ζ, ἐπάνω στὴν ὁποία τοποθετεῖται τὸ ἔδρανο.

— Τὸ **σύστημα λιπάνσεως**.

Οἱ διαστάσεις τῶν περισσοτέρων ἐδράνων εἶναι τυποποιημένες, ὀρίζονται δέ πάντοτε μέ βάση τὴ διάμετρο τῆς ἀτράκτου πού στηρίζουν.

8.2 Ὑλικά τριβέων ἐδράνων ὀλισθήσεως.

Ὡς ὑλικό τοῦ τριβέα στά ἔδρανα ὀλισθήσεως μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ:

α) Χυτοσίδηρος.

Ἰκανοποιεῖ τὶς περισσότερες ἀπὸ τὶς περιπτώσεις. Κυρίως εἶναι φθνός, προσφέρεται δέ τόσο γιὰ μικρές ταχύτητες ὅσο καί γιὰ μικρές εἰδικές πιέσεις. Χρησιμοποιεῖται ἰδιαίτερα στὶς χειροκίνητες ἀνυψωτικές μηχανές. Τὸ μῆκος τοῦ στροφέα πρέπει νὰ λαμβάνεται περίπου δύο φορές μεγαλύτερο ἀπὸ τὴ διάμετρο.

β) **Μπρουντζος** (π.χ. Βr 14) ἢ κράμα ἀπὸ **Ὁρείχαλκο καὶ Ψευδάργυρο** (π.χ. Rg 9).

Τά υλικά αυτά είναι κατάλληλα για ψηλότερες ειδικές πιέσεις και ταχύτητες και χρησιμοποιούνται κυρίως για τὰ ἔδρανα τῶν ἐργαλειομηχανῶν. Ἀντέχουν σέ κρούσεις καί ἐπιτρέπουν μικρότερη συντήρηση. Σέ περιπτώσεις ὑπερθερμάνσεων ὁμως φθείρουν τούς στροφεῖς (ἄρπαγμα κουσινέττου).

Σπάνια γίνονται ὁλόσωμοι τριβεῖς ἀπό τὰ παραπάνω μέταλλα. Συνήθως οἱ τριβεῖς εἶναι διμερεῖς, δηλαδή τό κάθε μισό τοῦ τριβέα ἀποτελεῖται ἀπό τό **βασικό κέλυφος** καί τήν **ἐπένδυση**.

Ἐγκλάμα γιά τό βασικό κέλυφος εἶναι, ἀνάλογα μέ τίς περιπτώσεις, χάλυβας, χυτοσίδηρος, ἢ ὀρειχάλκος – ψευδάργυρος.

Ἡ ἐπένδυση ἀποτελεῖται ἀπό μιά λεπτή σχετικᾶ μεμβράνη ἀπό λευκό μέταλλο ἢ ἐλαφρά μέταλλα ἢ κράμα ἀπό τὰ δυό ἢ μπροῦντζο μέ μολύβι.

Σέ ἐιδικές περιπτώσεις οἱ τριβεῖς κατασκευάζονται ἀπό κράματα τριῶν μετάλλων. Τό βασικό κέλυφος εἶναι χαλύβδινο μέ πρώτη ἐπίστρωση κράματα μολύβδου καί μπροῦντζου καί ἐπιφανειακή ἐπένδυση ἀπό λευκό μέταλλο ἢ ἄλλο ἀντιτριβικό μέταλλο.

γ) **Λευκό μέταλλο** (WIM) κατὰ D.I.N. 1703.

Ἡ σύνθεσή του (WIM) 20 εἶναι: 20% ψευδάργυρος (Zn), 14,5% ἀντιμόνιο (Sb), 1,5% χαλκός (Cu) καί 64% μόλυβδος (Pb). Προσφέρεται γιά κινήσεις ὁμαλές καί ἀπαλλαγμένες ἀπό κρούσεις.

Ἡ σύνθεσή του (WIM) 80 εἶναι: 80% ψευδάργυρος, 12% ἀντιμόνιο, 6% χαλκός, 2% μόλυβδος. Προσφέρεται γι' ἀκόμη μεγαλύτερες ἀπαιτήσεις.

δ) **Κράμα μολύβδου ὀρειχάλκου** κατὰ D.I.N. 1716.

Ἐνδείκνυται γιά ψηλότερες ἐιδικές πιέσεις καί περιφερειακές ταχύτητες τοῦ στροφέα καθώς καί κρουστικές φορτίσεις.

ε) **Ἐλατά ἢ συμπιεστά ἢ ὀλκωτά κράματα.**

Ἐχουν βάση τό χαλκό καί προσμίξεις ἀπό κασσίτερο, ψευδάργυρο, νικέλιο καί ἀργίλιο. Τά υλικά αυτά φέρονται στήν ἐπιθυμητή μορφή εἴτε μέ ἐξέλαση εἴτε μέ ὀλκηση εἴτε μέ συμπίεση, π.χ. τό γνωστό κράμα Ἀνοβρονζε (91,2% χαλκό, 8,5 κασσίτερο, 0,3 φωσφόρο) προσφέρεται γιά πιέσεις μέχρι 300 kp/cm² καί ταχύτητες μέχρι 50 m/s.

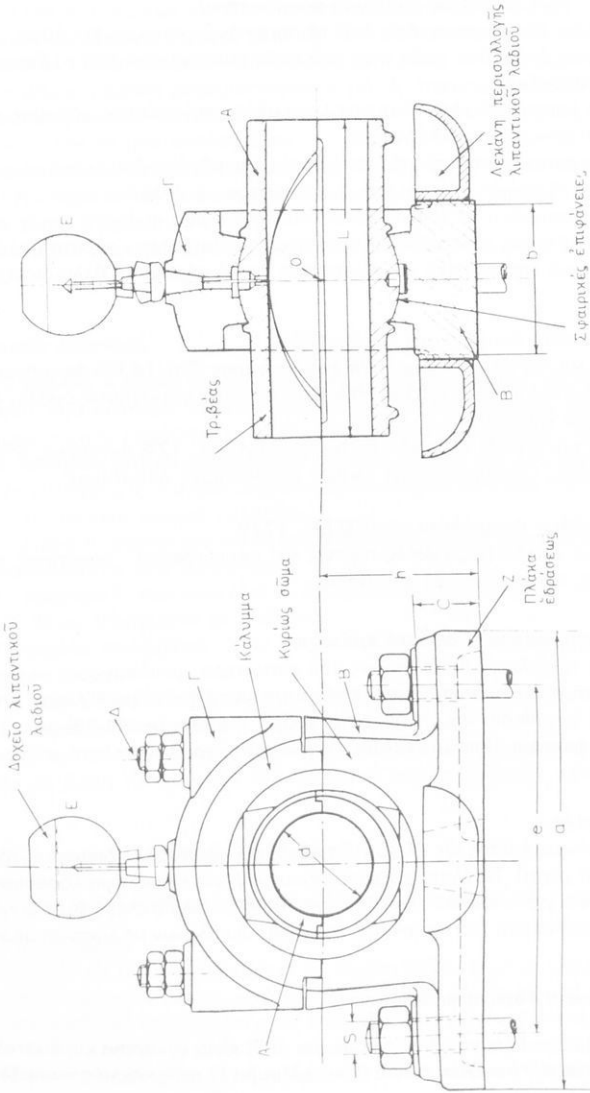
στ) **Μή μέταλλα.**

Χρησιμοποιούνται ἐπίσης ὡς υλικά γιά τριβεῖς καί μή μέταλλα ὅπως π.χ. τό φίμπερ (πεπιεσμένο χαρτί). Τό ἐλαστικό χρησιμοποιεῖται γιά ἐπικάλυψη ἐδράνων, ἐάν τό μόνο διαθέσιμο γιά λιπαντικό εἶναι τό νερό. Ἐπίσης πολύ σκληρό ξύλο χρησιμοποιεῖται γιά τήν ἐπένδυση τοῦ πρυμναίου σωλήνα τῶν πλοίων μέ λίπανση μέ νερό.

8.3 Αὐτορρυθμιστά ἔδρανα ὀλισθήσεως.

Τά αὐτορρυθμιστά ἔδρανα ὀλισθήσεως (σχ. 8.3) εἶναι ἐγκάρσια καί ἀποτελοῦνται ἀπό τόν τριβέα Α, τό κυρίως σῶμα Β, τό κάλυμμα Γ, τούς κοχλίες συσφίξεως Δ καί τό σύστημα λιπάνσεως Ε.





Σχ. 8.3.

Ίδιαίτερο χαρακτηριστικό στο έδρανο αυτό αποτελεί ο τριβέας του, πού είναι διμερής. Ο τριβέας κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η εξωτερική του επιφάνεια να είναι σφαιρική σ' ένα ορισμένο τμήμα της.

Μέ τον τρόπο αυτό μπορεί ο τριβέας να στρέφεται ελαφρά γύρω από τό κέντρο Ο των σφαιρικών επιφανειών, τό οποιο συμπίπτει μέ τό κέντρο του έδράνου καί έτσι μπορεί να παρακολουθεί τήν παραμόρφωση τής άτρακτού.

Οί διαστάσεις ενός τέτοιου έδράνου για άτρακτο $d = 50$ ως 55 mm είναι οι παρακάτω:

$$\text{Μήκος τριβέα } L = 175 \text{ mm}$$

$$\text{Άναλογία διαμέτρου προς τό μήκος } \frac{d}{L} = 1:3,5$$

$$\text{Ύψος έδράσεως } h = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Μήκος βάσεως } a = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Πλάτος βάσεως } b = 90 \text{ mm}$$

$$\text{Πάχος βάσεως } c = 35 \text{ mm}$$

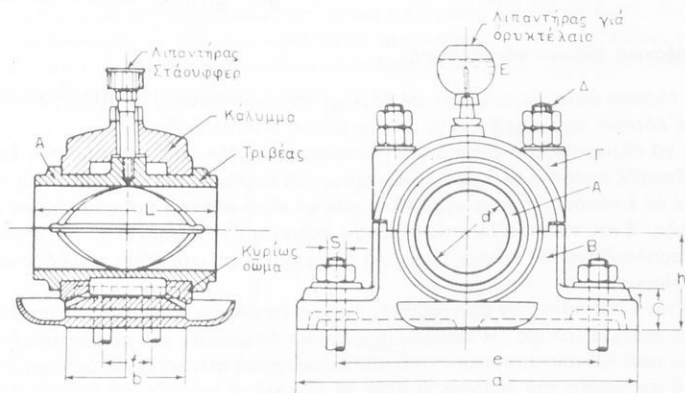
$$\text{Διάμετρος κοχλιών στερεώσεως } s = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Άπόσταση κοχλιών στερεώσεως } e = 190 \text{ mm}$$

8.4 Σταθερά έδρανα όλισθήσεως.

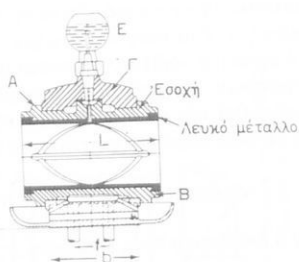
Τά έδρανα αυτά (σχ. 8.4α) είναι έγκάρσια, χρησιμοποιούνται δέ εκεί όπου προβλέπεται ότι ή άτρακτος, κατά τή λειτουργία της, δέν θά παραμορφώνεται αίσθητά.

Ο τριβέας Α των έδράνων αυτών είναι σταθερός καί πιό κοντός από τόν αντίστοιχο των αύτορρυθμιστών έδράνων.



Σχ. 8.4α.

Κατασκευάζεται ή από χυτοσίδηρο ή από μπρούντζο. Σε όρισμένες περιπτώσεις μάλιστα έπιστρώνεται έσωτερικά καί μέ λευκό μέταλλο πάχους 3 ως 10 mm (σχ. 8.3β).



Σχ. 8.4β.

Ἡ ἐπίστρωση αὐτὴ μὲ λευκὸ μέταλλο ἐπιτρέπει ἰσχυρότερη φόρτιση τοῦ ἐδράνου. Ὁ τριβέας τοῦ σταθεροῦ ἐδράνου ἔχει ἐξωτερικὰ δύο ἐγκοπές, μὲ τίς ὁποῖες ἀσφαλίζεται ἀπὸ τὴν ὀλίσθηση. Κατὰ τὰ λοιπὰ τὸ σταθερὸ ἔδρανο δέν διαφέρει ἀπὸ τὸ αὐτορρῦθμιστο.

Οἱ γενικὲς διαστάσεις του γιὰ ἄξονα $d = 100$ ὡς 105 mm εἶναι οἱ παρακάτω:

$$L = 220 \text{ mm}$$

$$a = 425 \text{ mm}$$

$$c = 52 \text{ mm}$$

$$h = 125 \text{ mm}$$

$$b = 145 \text{ mm}$$

$$s = 30 \text{ mm}$$

8.5 Ἀξονικά ἔδρανα ὀλισθήσεως.

Τὰ ἔδρανα αὐτὰ διαιροῦνται: σέ ἔδρανα πού ὀλισθαίνουν σέ πλήρη ἐπιφάνεια καί σέ ἔδρανα πού ὀλισθαίνουν σέ ἐπιφάνεια δακτυλιδιοῦ.

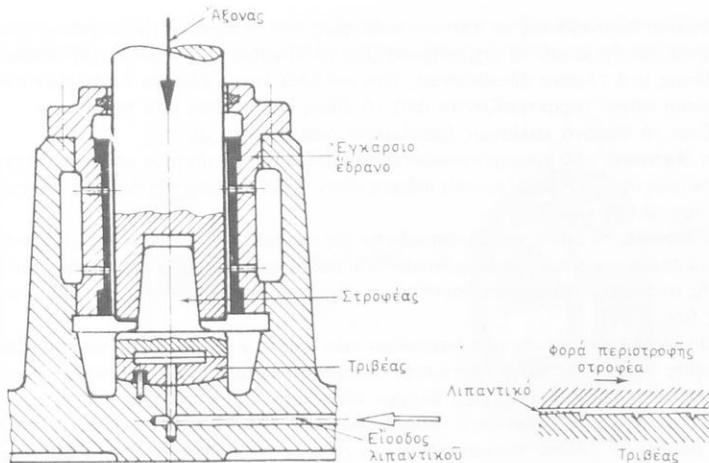
Γιὰ νά ἐξασφαλιστεῖται ὁμοιόμορφη κατανομή τῆς ἀξονικῆς πιέσεως στίς ἐπιφάνειες ἐπαφῆς πρέπει ὁ ἄξονας τῶν δυνάμεων νά **συμπίπτει** μὲ τὸν ἄξονα τοῦ στρωφῆα, οἱ δέ ἐπίπεδες ἐπιφάνειες ὀλισθήσεως νά εἶναι **κάθετες** πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς. Ἐνας τύπος ἀξονικοῦ ἐδράνου φαίνεται στό σχῆμα 8.5. Ἡ ἐπιφάνεια, πού παραλαμβάνει τίς πιέσεις (τριβέας) ἀκίνητοποιεῖται στή βάση τοῦ ἐδράνου μὲ δύο πείρους.

Γιὰ τὸν τύπο αὐτὸ τῶν ἀξονικῶν ἐδράνων ἡ ἐπιφάνεια ἐδράσεως κατασκευάζεται ἀπὸ σκληρὸ χάλυβα. Ἡ λίπανση στίς ἐνιαῖες ἐπιφάνειες γίνεται πάντοτε ἀπὸ τὸ κέντρο γιατί ἡ ἀναπτυσσόμενη κατὰ τὴν περιστροφή φυγόκεντρος δύναμη στρώχνει τὰ στρώματα τοῦ λιπαντικοῦ πρὸς τὰ ἔξω καί τὰ μοιράζει σέ ὅλη τὴν ἐπιφάνεια.

Στίς περιπτώσεις πού ἡ ἀτρακτος τρυπάει τὴν ἐπιφάνεια στηρίξεως, χρησιμοποιοῦνται δακτυλοειδῆ ἢ κτενοειδῆ ἔδρανα (βλ. ὠστικός τριβέας σχ. 6.6δ).

8.6 Ἐδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν).

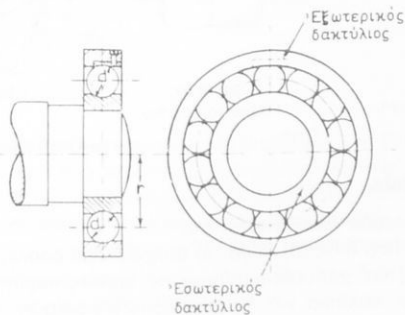
Στὰ ἔδρανα αὐτὰ βασικὸ χαρακτηριστικὸ εἶναι ἡ ἀντικατάσταση τῆς τριβῆς ὀλι-



Σχ. 8.6α.

σθήσεως με την τριβή κυλίσεως. Ο τριβέας στα έδρανα αυτά αποτελείται από δύο όμοκεντρους δακτύλιους, ένα **έξωτερικό** και ένα **έσωτερικό**, στών οποίων τό ένδιάμεσο διάστημα τοποθετούνται **σφαίρες** ή **κύλινδροι** ή **βαρελάκια**. Με την κύλιση αυτών αναπτύσσεται επάνω στους δακτύλιους ή τριβή κυλίσεως.

Ο ένας από τούς δύο δακτύλιους (σχ. 8.6α) του τριβέα μένει σταθερός, ενώ ο δεύτερος περιστρέφεται. Με την περιστροφή του παρασύρει και τίς σφαίρες που παρεμβάλλονται, οι οποίες αρχίζουν έτσι νά κυλοῦν επάνω στην έσωτερική έπιφάνεια του σταθεροῦ δακτυλίου.



Σχ. 8.5.

Η τριβή κυλίσεως, όπως γνωρίζομε, είναι πολύ μικρότερη από την τριβή ολισθήσεως και γι' αυτό προσπαθοῦμε, όπου αυτό είναι δυνατό, νά αντικαθιστοῦμε

τά έδρανα όλισθήσεως μέ έδρανα κυλίσεως, γιά νά έχομε έτσι μικρότερες άπώλειες σέ ένέργεια καί τά μηχανήματά μας νά εργάζονται μέ καλύτερη άπόδοση.

Όπως στά έδρανα όλισθήσεως, έτσι καί έδώ έχομε έδρανα διαφόρων τύπων. Οί τύποι αύτοί χαρακτηρίζονται άπό τό είδος του τριβέα πού περιέχουν.

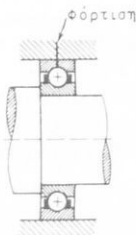
Έτσι τά έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) διακρίνονται σέ:

α) **Άκτινικά**, πού χρησιμοποιούνται γιά όριζόντιες άτράκτους καί γενικότερα γιά άτράκτους πού μεταβιβάζουν τίς πιέσεις κατά τή διεύθυνση τής άκτίνας του ρουλεμάν (σχ. 8.6β) καί

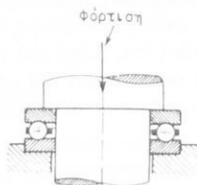
β) **άξονικά**, τά όποια χρησιμοποιούνται γιά κατακόρυφες άτράκτους ή γενικότερα γιά άτράκτους πού παραλαμβάνουν καί δυνάμεις κατά τήν κατεύθυνση του άξονα τής άτράκτου. Αύτά τά συναντήσαμε, ήδη όταν εξέτάσαμε τούς άξονικούς στροφεείς (σχ. 8.6γ).

Ός ύλικό κατασκευής των δακτυλίων των τριβέων χρησιμοποιείται χρωμιούχος χάλυβας ύψηλης άνοχής. Μετά άπό τή σχετική κατεργασία τους, ύφίστανται βαφή, λείανση καί τελικό άκριβή έλεγχο των διαστάσεών τους.

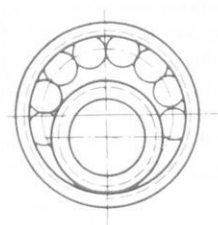
Στό σχήμα 8.6δ φαίνεται ό τρόπος τοποθετήσεως των στοιχείων κυλίσεως σ' ένα ρουλεμάν. Άφου τοποθετηθούν οι σφαίρες ξανακεντράρεται ό έσωτερικός δακτύλιος καί έφαρμόζει μετά μία σφαιροθήκη, πού κρατά σέ άπόσταση κανονική τίς σφαίρες (σχ. 8.6ε).



Σχ. 8.6β.
Άκτινικό έδρανο.



Σχ. 8.6γ.
Άξονικό έδρανο.



Σχ. 8.6δ.

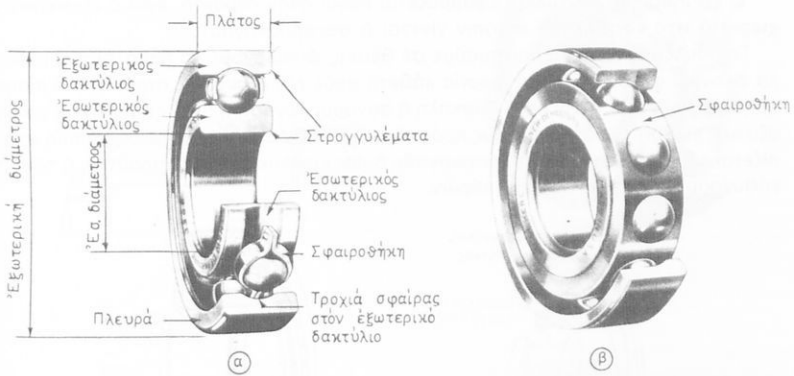
α) Άκτινικά ρουλεμάν.

Τά άκτινικά ρουλεμάν διακρίνονται σέ:

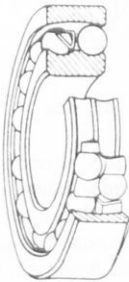
1) **Μονόςφαιρα** [σχ. 8.6ε(α)]. Είναι τά άπλούστερα ρουλεμάν. Έχουν μία μόνο σειρά άπό σφαίρες καί χρησιμοποιούνται σέ πολλές περιπτώσεις. Οί δακτύλιοί τους φέρουν βαθιά αύλάκια γιά τίς τροχιές των σφαιρών, καί γι' αύτό τό λόγω μπορούν καί άναλαμβάνουν σημαντικά άξονικά φορτία.

2) **Μονόςφαιρα ρουλεμάν μέ πλάγια έπαφή** [σχ. 8.6ε (β)]. Αύτά έχουν μεγάλο άριθμό σφαιρών. Οί έπιφάνειες των δακτυλιδίων, έπάνω στά όποια κυλούν οι σφαίρες, έχουν τέτοια κατατομή, ώστε νά έφάπτονται οι σφαίρες σέ διάμετρο πού δέν είναι κάθετη πρós τήν άτρακτο.

Γιά τó λόγο αυτό τά ρουλεμάν αυτά αναλαμβάνουν μεγάλα άξονικά φορτία πρós μία διεύθυνση. Πρέπει όμως νά υπάρχει πάντα άξονική πίεση γιά νά λειτουργοῦν καλά.



Σχ. 8.6ε.



Σχ. 8.6στ.

3) **Δίσφαιρα αυτόρρυθμιζόμενα ρουλεμάν** (σχ. 8.6στ). Ό έσωτερικός δακτύλιος τών ρουλεμάν αυτών έχει δύο αυλάκια γιά τίς τροχιές τών δύο σειρών σφαιρών, ένω ή έπιφάνεια του έξωτερικού δακτυλιδιού (τροχιά) είναι σφαιρική. Έτσι, καί όταν άκόμη ο άξονας τής άτράκτου δέν είναι άπόλυτα παράλληλος πρós τήν έδρα, τό ρουλεμάν εργάζεται χωρίς πρόσθετη αντίσταση, γιατί ο έσωτερικός δακτύλιος μέ τίς σφαίρες ταλαντεύεται αυτόματα ως πρós τόν έξωτερικό δακτύλιο. Τά ρουλεμάν αυτά φέρουν έπίσης μεγάλο αριθμό σφαιρών.

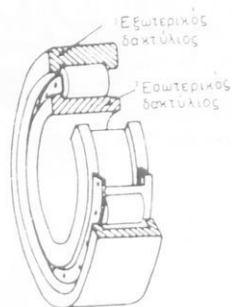
Ίδιαίτερα οί φαρδύτεροι τύποι μπορούν καί μεταφέρουν σημαντικότερα άξονικά φορτία. Τά φαρδύτερα αυτά ρουλεμάν χρησιμοποιούνται κυρίως έκει, όπου δέν είναι άπόλυτα εξασφαλισμένη ή εύθυγράμμιση του άξονα καί τής έδρας, έπάνω στην όποια στηρίζεται τό έδρανο.

Χρησιμοποιούνται π.χ. σέ άπομακρυσμένα έδρανα, σέ ένδιάμεσες κινήσεις κλπ.

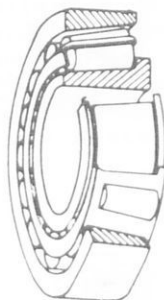
4) **Μονοκύλινδρα ρουλεμάν** (σχ. 8.6ζ). Τά ρουλεμάν αυτά αντί για σφαίρες έχουν κυλίνδρους. Οι κύλινδροι αυτοί συγκρατούνται στον ένα από τους δύο δακτύλιους του ρουλεμάν. Ο άλλος δακτύλιος μπορεί να αποχωρίζεται ελεύθερα. Ο ελεύθερος δακτύλιος μερικές φορές φέρει και έγκοπή (σχ. 8.6ζ).

Ο έσωτερικός δακτύλιος εφαρμόζεται πάνω στην άτρακτο, ενώ ο έξωτερικός χωριστά στο έδρανο και κατόπιν γίνεται η συναρμολόγηση.

Τά ρουλεμάν αυτά τά προτιμούμε σε θέσεις, όπου έχουμε να παραλάβομε μεγάλα άκτινικά φορτία, δηλαδή φορτία κάθετα προς τον άξονα της άτρακτου. Επίσης χρησιμοποιούνται, όταν είναι δύσκολη ή συναρμολόγηση ή όταν επιβάλλεται μικρή αξονική κίνηση της άτρακτου ως προς τό σώμα του έδρανου, πάνω στο οποίο στηρίζεται τό ρουλεμάν. Για να λειτουργούν όμως κανονικά είναι απαραίτητη ή τέλεια εύθυγράμμιση άτράκτων και έδρων.



Σχ. 8.6ζ.



Σχ. 8.6η.

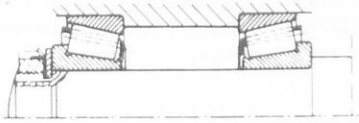
5) **Κωνικά ρουλεμάν** (σχ. 8.6η). Σ' αυτά τά ρουλεμάν τά στοιχεία πού κυλινονται δέν είναι ούτε σφαίρες, ούτε κύλινδροι, αλλά **κόλουροι κώνοι**, οι οποίοι συγκρατούνται στο έσωτερικό δακτυλίδι, ενώ τό έξωτερικό είναι ελεύθερο. Για να εξασφαλίζεται ή τέλεια κύλιση, πρέπει οι άξονες των μικρών άκτίνων, όταν προεκταθούν νοητά, να συναντιώνται σ' ένα σημείο, πού να βρίσκεται πάνω στον άξονα της άτρακτου.

Τά κωνικά ρουλεμάν παραλαμβάνουν μεγάλα άκτινικά και άξονικά φορτία και τοποθετούνται εκεί, όπου έχουμε έναλλασσόμενες φορτίσεις. Τοποθετούνται πάνω στην άτρακτο **κατά ζεύγη**, τό ένα αντίθετα από τό άλλο (σχ. 8.6θ) και όχι σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, γιατί ή μεγάλη διαστολή ή συστολή της άτρακτου αυξάνει πολύ τή χάρη ή αντίθετα αναγκάζει τά ρουλεμάν να στομώσουν.

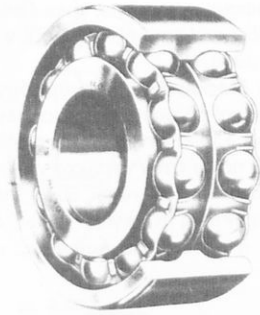
Τά ρουλεμάν αυτά χρησιμοποιούνται ως επί τό πλείστον στα αυτόκινητα.

6) **Δίσφαιρα σταθερά ρουλεμάν με πλάγια έπαφή** (σχ. 8.6ι). Τά ρουλεμάν αυτά μοιάζουν με δύο μονόσφαιρα ρουλεμάν με πλάγια έπαφή, πού είναι τοποθετημένα αντίθετα και ένωμένα σε ένα σύνολο.

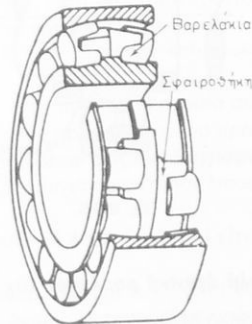
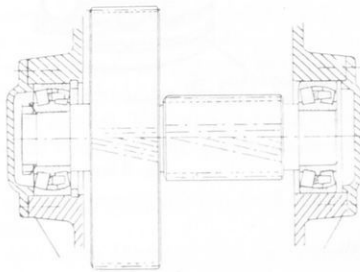
Κατασκευάζονται έτσι, ώστε να μη παρουσιάζουν καθόλου χάρη (τζόγο). Συγκρατούν σταθερό τον άξονα και αναλαμβάνουν εκτός από άκτινικά και άξονικά βάρη κατά τίς δύο διευθύνσεις.



Σχ. 8.6θ.



Σχ. 8.6ι.



Σχ. 8.6ια.

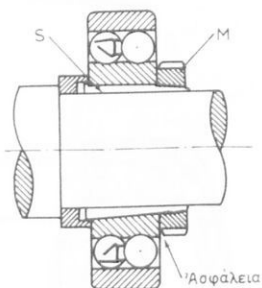
7) **Δικύλινδρα αυτόρρυθμιζόμενα ρουλεμάν** (σχ. 8.6ια). Τά στοιχεία πάνω στα όποια κυλίνουνται είναι βαρελάκια ελαφρά κωνικά, τά όποια συγκρατούνται από τόν έσωτερικό δακτύλιο. Ή έσωτερική έπιφάνεια του έξωτερικού δακτυλίου, πού κυλίνουνται αυτά είναι σφαιρική.

Τά ρουλεμάν αυτά έχουν τό μεγάλο προτέρημα ότι ο έσωτερικός τους δακτύλιος ταλαντεύεται έλεύθερα ως πρός τόν έξωτερικό, όπως ακριβώς γίνεται και στά δίσφαιρα αυτόρρυθμιζόμενα ρουλεμάν. Χρησιμοποιούνται στίς πιο βαριές κατασκευές, γιατί παραλαμβάνουν, σχετικά μέ τά άλλα, μεγάλα άξονικά και άκτινικά φορτία.

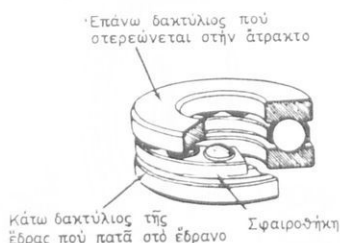
Στό σχήμα 8.6ια φαίνεται μία έφαρμογή μέ αυτόρρυθμιζόμενα δικύλινδρα ρουλεμάν σ' ένα κιβώτιο κίνησης.

8) **Ρουλεμάν με σφιγκτήρα** (σχ. 8.6ιβ). Όλα τα άκτινικά ρουλεμάν, τα όποια περιγράψαμε παραπάνω, είναι εφοδιασμένα με κυλινδρική τρύπα στο έσωτερικό δακτυλίδι και εφαρμόζονται κατ' ευθείαν σε άτρακτο που έχει την ίδια διάμετρο με την τρύπα.

Τά δίσφαιρα αυτόρρυθμιζόμενα, τά δικύλινδρα αυτόρρυθμιζόμενα καί πολλές φορές καί τά μονόσφαιρα ρουλεμάν κατασκευάζονται **μέ κωνική τρύπα** (μέ κωνικότητα 1 : 12) **στό έσωτερικό δακτυλίδι**, όποτε γιά τή στερέωση του δακτυλιδίου αυτού πάνω στην άτρακτο χρησιμοποιείται, **κωνικός σφιγκτήρας S** μέ παξιμάδι M καί άσφάλεια. Ό τύπος αυτός του ρουλεμάν μέ σφιγκτήρα εφαρμόζεται συνήθως σε άτράκτους μέ μεγάλο μήκος, διότι ό κωνικός έσωτερικός δακτύλιος διευκολύνει ώστε ή συναρμολόγησή τους, νά είναι σχετικά εύκολη.



Σχ. 8.6ιβ.



Σχ. 8.6ιγ.

β) Άπλά άξονικά ρουλεμάν (σχ. 8.6ιγ).

Τά άπλά άξονικά ρουλεμάν αποτελούνται από δύο δακτύλιους (ροδέλλες) καί μία σειρά από σφαίρες που συγκρατούνται μέσα σε μία σφαιροθήκη.

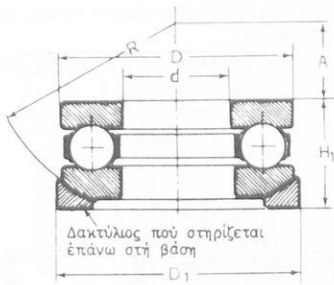
Τό ένα δακτυλίδι στερεώνεται πάνω στην άτρακτο, ενώ τό άλλο στηρίζεται πάνω στην λεία επιφάνεια της βάσεως του έδρανου. Τό τελευταίο αυτό δακτυλίδι, που όνομάζεται καί **δακτυλίδι της έδρας**, έχει τρύπα μεγαλύτερη, γιά νά περνά από αυτό ελεύθερα ή άτρακτος. Μερικές φορές ή έξωτερική επιφάνεια του δακτυλιδίου της έδρας είναι σφαιρική καί στηρίζεται σε χωριστό δακτυλίδι μέ κοίλη σφαιρική επιφάνεια (σχ. 8.6ιδ).

Τά άπλά άξονικά ρουλεμάν αναλαμβάνουν μόνο άξονικά φορτία άπλης διεύθυνσης.

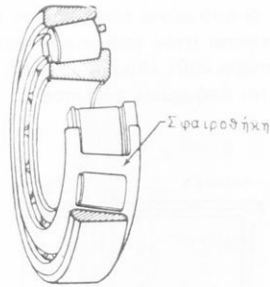
γ) Σφαιροθήκες των ρουλεμάν.

Όλα σχεδόν τά ρουλεμάν έχουν σφαιροθήκες (σχ. 8.6ιε), που συγκρατούν τά στοιχεία της κυλίσεώς τους σε σταθερή άπόσταση μεταξύ τους.

Οί σφαιροθήκες κατασκευάζονται συνήθως από χαλύβδινα έλάσματα γιά νά είναι ελαφρές καί φθηνές.



Σχ. 8.6ιδ.



Σχ. 8.6ιε.

8.7 Λίπανση τών εδράνων.

Ἡ λίπανση τών εδράνων ἀπαιτεῖ μεγάλη προσοχή. Γιατί ὄσο συστηματικότερα γίνεται, τόσο οἱ φθορές στούς τριβεῖς ἐλαττώνονται καί ἀποφεύγονται κατ' αὐτόν τόν τρόπο ἄσκοπες καθυστερήσεις στή λειτουργία τών μηχανῶν καί προλαμβάνονται ἐνδεχόμενες ἐπισκευές.

Ὅταν πρόκειται γιά λίπανση πολλῶν μηχανῶν, τότε πρέπει ἡ ἐργασία αὐτή νά ἀνατίθεται σέ υπεύθυνο **λιπαντή**, ὁ ὁποῖος μέ βάση ἕνα προετοιμασμένο πρόγραμμα θά τήν ἐκτελεῖ. Ἰδιαίτερη σημασία πρέπει νά ἀποδίδεται στίς **προδιαγραφές** τοῦ λιπαντικοῦ πού προβλέπει ὁ κατασκευαστής, γιά κάθε μηχανήμα (τύπος λιπαντικοῦ κλπ).

Ἡ λίπανση μπορεῖ νά γίνει κατὰ δύο τρόπους: εἴτε μέ **λίπος** (γράσσο) εἴτε μέ **ὄρυκτέλαιο**.

Οἱ δύο τύποι ἐδράνων, πού περιγράψαμε (παράγρ. 8.3 καί 8.4), εἶναι ἐφοδιασμένοι ὁ μὲν πρῶτος (σχ. 8.3) μέ λιπαντήρα Ε, ὁ ὁποῖος λειτουργεῖ μέ γράσσο, ὁ δέ δεύτερος (σχ. 8.4α) μέ λιπαντήρα Ε, ὁ ὁποῖος λειτουργεῖ μέ ὄρυκτέλαιο.

Ἐπάρχουν τυποποιημένες ποιότητες λιπαντικῶν καί πίνακες ἰσοδυναμιῶν τών λιπαντικῶν πού παράγουν οἱ διάφοροι κατασκευαστές, τίς ὁποῖες πρέπει νά ἔχουν ὑπ' ὄψη τους αὐτοί πού καθορίζουν τά **προγράμματα λιπάνσεως τών μηχανημάτων**. Πρέπει νά λεχθεῖ ὅτι, τόσο ἡ ἀνεπαρκής ὄσο καί ἡ περισσὴ λίπανση **βλάπτει**.

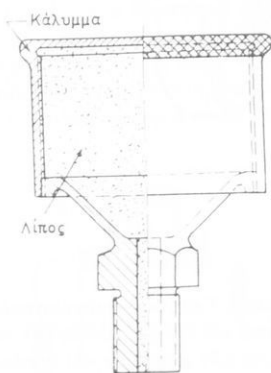
α) Λίπανση μέ γράσσο.

Στή λίπανση μέ γράσσο χρησιμοποιοῦμε εἰδικούς λιπαντήρες, πού φέρονται στό ἐμπόριο μέ τό ὄνομα Στάουφφερ (Stauffer) ἢ καί ἄλλους τύπους (σχ. 8.7α).

Στούς λιπαντήρες αὐτούς τό γράσσο πιέζεται ἀπό τό καπάκι, ὅταν αὐτό κοχλιώνεται, καί μεταφέρεται ἔτσι στίς ἐπιφάνειες τοῦ τριβέα. Ἡ λίπανση λοιπόν αὐτή γίνεται μέ τό βίδωμα τοῦ καπακιοῦ. Ὁ τρόπος ὁμῶς αὐτός δέν εἶναι πολύ πρακτικός. Γιά νά ἀποφεύγομε τό συχνό βίδωμα τοῦ καπακιοῦ χρησιμοποιοῦμε εἰδικούς λιπαντήρες, πού εἶναι ἐφοδιασμένοι εἴτε μέ ἐλατήριο (σχ. 8.7β) εἴτε μέ ἔμβολο (σχ. 8.7γ).

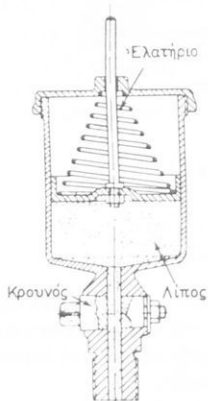
Καί οι δύο αυτοί τύποι δίνουν στο λιπαντικό τήν απαιτούμενη πίεση, ώστε να διοχετεύεται στον τριβέα αυτόματα καί συνεχώς.

Τό σώμα κάθε εδράνου, καθώς καί οι τριβείς, φέρουν αντίστοιχες τρύπες γιά να διέρχεται από αυτές τό λίπος.

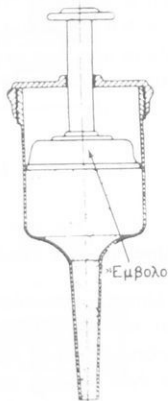


Σχ. 8.7α.

Λιπαντήρας Στάουφφερ.



Σχ. 8.7β.



Σχ. 8.7γ.

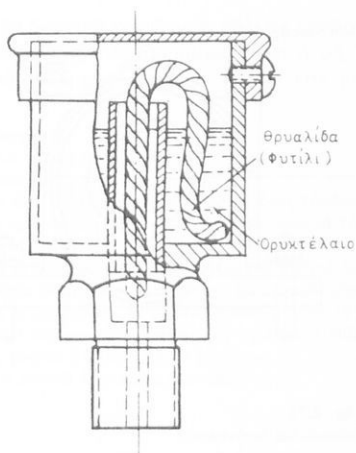
β) Λίπανση μέ όρυκτέλαιο.

Ή λίπανση έδώ, όπως θά δούμε στή συνέχεια, έπιτυγχάνεται είτε μέ *έλεύθερη έκροή* του όρυκτέλαιου, είτε μέ *άνακυκλοφορία*.

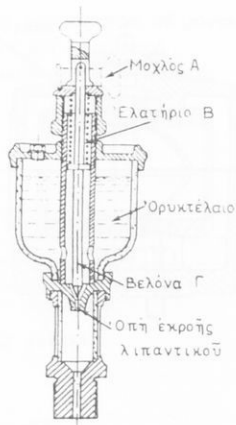
Στό σχήμα 8.7δ φαίνεται ένας άπλός τύπος λιπαντήρα μέ έλεύθερη έκροή. Ή διοχέτευση του λαδιού γίνεται από τό ένα άκρο ενός φυτιλιού, του όποιου τό άλλο άκρο είναι βυθισμένο στό όρυκτέλαιο. Έτσι μεταφέρεται τό όρυκτέλαιο στό σημείο έκροης, πού είναι τοποθετημένο στήν τρύπα, πού συγκοινωνεί μέ τόν τριβέα. Ό τρόπος αυτός τής λιπάνσεως θεωρείται δαπανηρός, γιατί ή ροή του λιπαντικού λαδιού είναι συνεχής, άφου δέν ρυθμίζεται ούτε καί διακόπτεται μέ τό σταμάτημα λειτουργίας τής μηχανής.

Άλλος τρόπος λιπάνσεως μέ έλεύθερο άκρο έκροης είναι ό *λιπαντήρας σταγόων* (σχ. 8.7ε). Ό λιπαντήρας αυτός αποτελείται από μικρό έλαιοδοχείο, τό όποιο καταλήγει σέ μικρό στόμιο έκροης μέ μικρή τρύπα. Μέ τή βοήθεια μιας βελόνας Γ ρυθμίζεται τό άνοιγμα τής τρύπας έκροης έτσι, ώστε μόνο όρισμένες σταγόνες νά πέφτουν στό λεπτό. Γιά νά διακοπεί ή λίπανση στρέφεται ό μοχλός Α, ό όποιος συγκρατεί τή βελόνη Γ άνοικτή, όποτε τό έλατήριο Β έπενεργεί επάνω στή βελόνα, ή όποια κλείνει τότε τήν τρύπα έρμητικά.

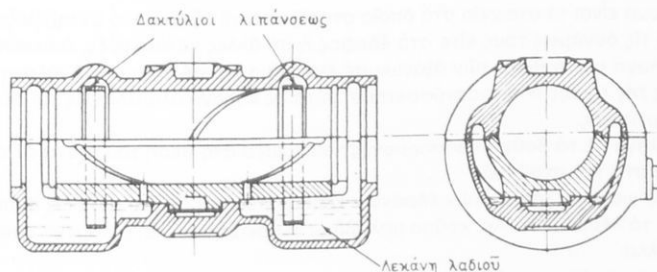
Ή λίπανση μέ άνακυκλοφορία του λιπαντικού είναι τελειότερη από τίς προηγούμενες καί γίνεται μέ τή βοήθεια των δακτυλιδίων λιπάνσεως, τά όποια κρέμονται στό στροφέα (σχ. 8.7στ)· λειτουργεί δέ αυτή όσο περιστρέφεται ή άτρακτος.



Σχ. 8.7β.
Λιπαντήρας με φυτίλι.

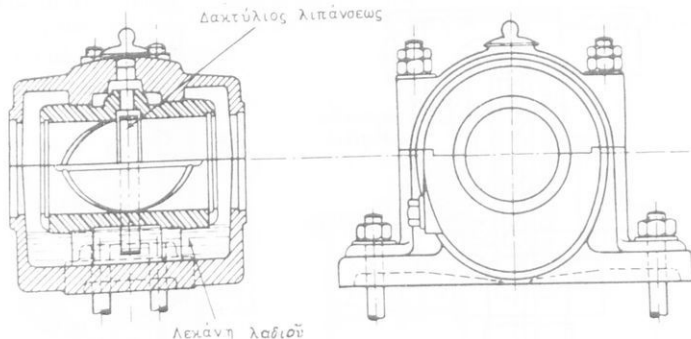


Σχ. 8.7ε.
Λιπαντήρας σταγόνων.



Σχ. 8.7στ.
Έδρανο με δακτύλιους λιπάνσεως.

Τα δακτυλιδία λιπάνσεως είναι διμερή και αποτελούνται από δύο χαλύβδινα τεμάχια, τά όποια μορφώνονται σ' ένα τεμάχιο μόλις περαστούθ στην άτρακτο. Βρίσκονται κρεμασμένα στο στροφέα, πού, όταν περιστρέφεται, παρασύρει καί αυτά



Σχ. 8.7ζ.

“Έδρανο με δακτυλίδια λιπάνσεως.

σέ περιστροφή. Κατά την περιστροφή τους όμως τὰ δακτυλίδια μεταφέρουν τό λιπαντικό λάδι από τό κάτω μέρος του κελύφους, πού διαμορφώνεται σέ δεξαμενή λαδιού, πρὸς τήν ἐπάνω ἐπιφάνεια τῆς ἀτράκτου.

Ἡ κυκλοφορία αὐτῆ τοῦ ὀρυκτέλαιου συνεχίζεται σέ ὅλη τή διάρκεια τῆς λειτουργίας τῆς ἀτράκτου, καί ἔτσι λιπαίνεται αὐτή αὐτόματα καθώς περιστρέφεται. Στό σχῆμα 8.7ζ διακρίνεται ἓνα σταθερό ἔδρανο μέ λίπανση μέ ἀνακυκλοφορία. Τά ἔδρανα αὐτῆς τῆς διατάξεως λέγονται **αὐτολίπαντα**.

8.8 Ἀνακεφαλαίωση.

1. Ἐδρανα εἶναι τὰ στοιχεῖα στά ὁποῖα στηρίζονται οἱ ἄξονες πού μεταβιβάζουν μέ αὐτά τῖς δυνάμεις τους εἴτε στό ἔδαφος ἢ σέ ἄλλες κατασκευές. Διακρίνονται: Ἀνάλογα μέ τή θέση τῶν ἄξόνων σέ ἐγκάρσια καί σέ ἄξονικά. Ἀνάλογα μέ τό **εἶδος τῆς τριβῆς** πού ἀναπτύσσεται σ' αὐτά σέ ἔδρανα ὀλισθήσεως καί σέ ἔδρανα κυλίσεως. Ἀνάλογα μέ τό βαθμό προσαρμογῆς τοῦ τριβέα στή θέση τοῦ ἄξονα σέ αὐτορρυθμιστά καί σταθερά.
2. Ὑλικό γιά τοὺς τριβεῖς τῶν ἔδρανων χρησιμοποιεῖται ὁ χυτοσίδηρος, ὁ μπρούντζος, τό λευκό μέταλλο, κράμα μολύβδου — ὀρειχάλκου καί ὀρισμένα ἀπό τὰ μὴ μέταλλα.
3. Στά αὐτορρυθμιστά ἔδρανα ὀλισθήσεως ὁ τριβέας εἶναι διμερῆς καί μπορεῖ καί παρακολουθεῖ ἐλαφρῶς τῖς παραμορφώσεις τοῦ ἄξονα.
4. Στά σταθερά ἔδρανα πού εἶναι πάντοτε ἐγκάρσια δέν εἶναι δυνατή παραμόρφωση τοῦ ἄξονα στό σημεῖο τῆς στηρίξεως.
5. Στά ἄξονικά ἔδρανα ὀλισθήσεως ἢ ἀσκούμενη πίεση στόν τριβέα ἀπό τό στρόφειο μεταφέρεται εἴτε μέ ἐπιφάνεια δακτυλίου εἴτε μέ ἐπιφάνεια κυκλική.
6. Στά ἔδρανα κυλίσεως τὰ κοινά ρουλεμάν διακρίνονται σέ ἀκτινικά καί σέ ἄξονι-

κά. Τά άκτινικά χωρίζονται πάλι σέ μονόσφαιρα, σέ δίσφαιρα, σέ μονοκύλινδρα, σέ δίκύλινδρα αύτορρυθμιζόμενα ή μή, καθώς και σέ κωνικά.

7. Ή λίπανση τών έδράνων γίνεται είτε μέ όρυκτέλαιο ή μέ γράσσο.

8.9 Έρωτήσεις.

1. Πόσων ειδών έδρανα έχομε;
2. Τι είναι τριβή όλισθήσεως;
3. Ποιά είναι τά κύρια χαρακτηριστικά ενός έδράνου;
4. Γιατί προτιμούμε τά έδρανα κυλίσεως από τά έδρανα όλισθήσεως;
5. Ποιά τά ύλικά τών τριβέων;
6. Κατά τι διαφέρουν τά άξονικά έδρανα από τά όριζόντια;
7. Σέ ποιές θέσεις τοποθετούμε τά αύτορρυθμιζόμενα έδρανα;
8. Κατά τι διαφέρουν τά έδρανα κυλίσεως από τά έδρανα όλισθήσεως;
9. Από τι διακρίνονται μεταξύ τους τά έδρανα κυλίσεως;
10. Πώς γίνεται ή λίπανση τών έδράνων;
11. Μέ τι γίνεται ή λίπανση τών έδράνων;

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ
ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ
ΟΔΟΝΤΩΤΟΙ ΤΡΟΧΟΙ

9.1 Όρισμός - Κατάταξη.

Στις μηχανές πού, όπως όλοι γνωρίζουμε αποτελούν όργανα **μετατροπής ενέργειας** παρουσιάζεται πολλές φορές, αν όχι πάντοτε, ή ανάγκη να μεταφερθεί κίνηση από μία άτρακτο στην άλλη. Για να πραγματοποιηθεί ή μετάδοση αυτή χρησιμοποιούνται διάφοροι μεσάζοντες, και αυτοί είναι π.χ. οι όδοντωτοί τροχοί, τά λουριδιά και οι άλυσίδες.

Η κίνηση πού μεταδίδεται μέ τούς όδοντωτούς τροχούς λέγεται **όδοντοκίνηση**, ή κίνηση πού μεταδίδεται μέ ήμάντες λέγεται **ήμαντοκίνηση**, ενώ εκείνη πού μεταδίδεται μέ τίς άλυσίδες **άλυσοκίνηση**.

Στό Κεφάλαιο αυτό θά άσχοληθούμε μέ τήν **όδοντοκίνηση**, πού άποτελεί, από πλευράς έφαρμογής, τό δυσκολότερο τρόπο μετάδοσεως κινήσεως σέ σύγκριση πρός τούς δυό άλλους.

Τί καλείται όμως **όδοντωτός τροχός** (γρανάζι);

Όδοντωτός τροχός (σχ. 9.1α) λέγεται κάθε μεταλλικός ή και από οποιαδήποτε άλλη άνθεκτική ύλη κατασκευασμένος **δίσκος**, πού ή περιφέρειά του χωρίζεται κατά **κανονικά** διαστήματα σέ **έσοχές** και **έξοχές**, δηλαδή σέ δόντια (σχ. 9.1β). Όλα τά δόντια ενός τροχοϋ πρέπει να έχουν τήν **ίδια μορφή**, δηλαδή να έχουν τό ίδιο ύψος, τό ίδιο πάχος και τήν ίδια απόσταση μεταξύ τους.

Έτσι σέ κάθε όδοντωτό τροχό διακρίνουμε (σχ. 9.1β):

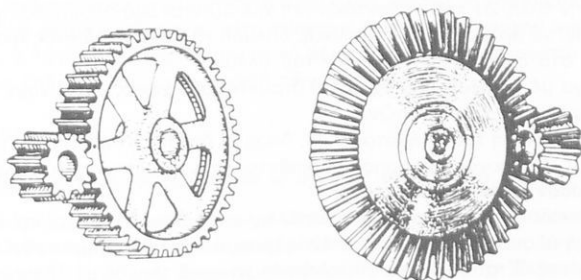
α) Τήν περιφέρεια, πού διέρχεται από τίς κορυφές τών δοντιών και πού λέγεται **περιφέρεια κορυφών**.

β) Τήν περιφέρεια, πού διέρχεται από τό μέσο περίπου τών δοντιών και ονομάζεται **άρχική περιφέρεια**.

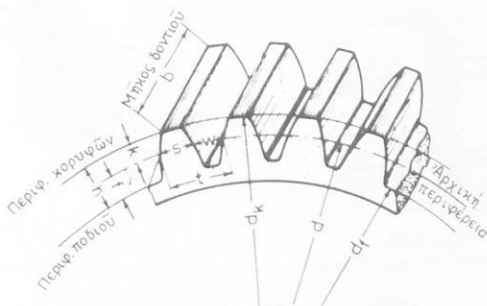
γ) Τήν περιφέρεια, πού άντιστοιχεί στή βάση τών δοντιών και καλείται **περιφέρεια ποδιών**.

δ) Τή μεγάλη διάμετρο d_k του τροχοϋ, δηλαδή τή διάμετρο πού άντιστοιχεί στήν περιφέρεια τών κορυφών και λέγεται **διάμετρος κορυφών**.

ε) Τή διάμετρο d τής άρχικής περιφέρειας πού καλείται **άρχική διάμετρος**.



Σχ. 9.1α.
Είδη δόντων των τροχών.



Σχ. 9.1β.
Τμήμα δόντωτης στεφάνης.

στ) Τή διάμετρο d_f του τροχού, που αντιστοιχεί στη βάση των δοντιών και καλεῖται **διάμετρος ποδιών**.

ζ) Τό τμήμα k του ὕψους του δοντιού, που βρίσκεται πέρα από τήν ἀρχική περιφέρεια καί καλεῖται **κεφαλή του δοντιού** ἢ **ὑψος κεφαλῆς**.

η) Τό υπόλοιπο τμήμα f του ὕψους του δοντιού, που βρίσκεται ἐσωτερικά στήν ἀρχική περιφέρεια καί ὀνομάζεται **ὑψος ποδιού**.

θ) Τήν ἀπόσταση t μεταξύ δύο ἀντιστοίχων σημείων δύο γειτονικῶν δοντιῶν, ὅταν τήν μετροῦμε πάνω στήν ἀρχική περιφέρεια, καί ὀνομάζεται **βήμα του δοντιού**.

ι) Τό τμήμα s , που ὀνομάζεται **πάχος του δοντιού** καί μετριέται πάνω στήν ἀρχική περιφέρεια.

ια) Τό τμήμα b , που καλεῖται **μήκος δοντιού**.

ιβ) Τή διαφορά w μεταξύ βήματος καί πάχους δοντιού που ὀνομάζεται **διάκενο δοντιού** καί μετριέται καί αὐτή πάνω στήν ἀρχική περιφέρεια.

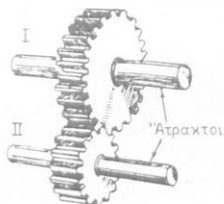
Εἶναι φανερό ὅτι, ἀφοῦ ὑπάρχουν δύο ἀτρακτοί καί ἀπό τή μιά θά διαβιβασθεῖ ἡ

κίνηση στήν άλλη, σε κάθε οδοντοκίνηση χρειάζονται δυό οδοντωτοί τροχοί, οι οποίοι πρέπει να βρίσκονται σε έμπλοκή, δηλαδή τα δόντια του ενός τροχού να έμπλέκονται στα διάκενα των δοντιών του άλλου.

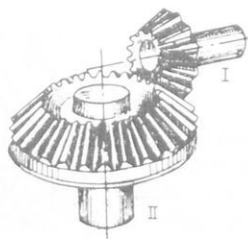
Ανάλογα με τη θέση που έχουν οι άτρακτοι στο χώρο, διακρίνομε τρεις περιπτώσεις έμπλοκής των δοντιών.

1) Η περίπτωση του σχήματος 9.1γ, όπου οι άτρακτοι I και II είναι παράλληλες μεταξύ τους. Οι τροχοί που χρησιμοποιούνται στήν περίπτωση αυτή λέγονται **παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί**.

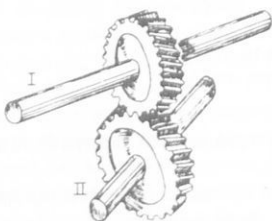
Αν βρίσκονται σε έμπλοκή δύο παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί και αναπτυχθεί σε ευθεία ή οδοντωτή στεφάνη του ενός τροχού, τότε θα σχηματισθεί ένας **οδοντωτός κανόνας**. Έτσι θα έχουμε σύμπλεξη οδοντωτού τροχού με οδοντωτό κανόνα. Το χαρακτηριστικό στήν κίνηση αυτή είναι ότι η περιστροφή του τροχού μετατρέπεται σε **εύθύγραμμη κίνηση** του οδοντωτού κανόνα.



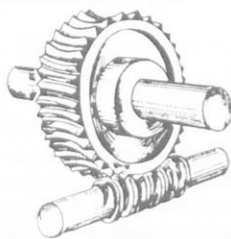
Σχ. 9.1γ.
Παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί.



Σχ. 9.1δ.
Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί.



Σχ. 9.1ε.
Έλικοειδείς οδοντωτοί τροχοί.



Σχ. 9.1στ.
Ατέρμονας κοχλίας, οδοντωτός τροχός.

2) Η περίπτωση εκείνη, κατά την οποία οι άξονες των άτρακτων τέμνονται σε ένα σημείο (σχ. 9.1δ), πράγμα που σημαίνει ότι βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, όπως δηλαδή και στήν περίπτωση των παραλλήλων οδοντωτών τροχών.

Οι άτρακτοι μπορούν να τέμνονται σε οποιαδήποτε γωνία. Στήν περίπτωση αυτή, για να μεταδοθεί η περιστροφή από τη μία άτρακτο στήν άλλη, θα πρέπει οι τροχοί των άτρακτων να είναι **καλουροκωνικοί** (σχ. 9.1δ).

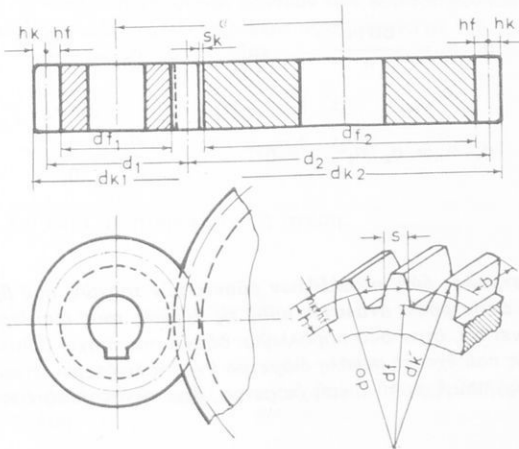
3) Η περίπτωση του σχήματος 9.1ε, όπου οι δύο άτρακτοι διασταυρώνονται στο χώρο, χωρίς να τέμνονται (άσύμβατες ευθείες). Στήν περίπτωση αυτή για να

μεταδοθεί ή κίνηση από τή μία άτρακτο στην άλλη, πρέπει νά χρησιμοποιηθοῦν εἴτε *έλικοειδείς όδοντωτοί τροχοί*, εἴτε *σύστημα όδοντωτοῦ τροχοῦ καί άτέρμωνα κοχλία* (σχ. 9.1στ). Ἀνάλογα λοιπόν μέ τή θέση, πού ἔχουν οἱ άτρακτοι στό χῶρο, καθορίζεται καί τό εἶδος καί ἡ μορφή τῶν δοντιῶν.

9.2. Εἶδη όδοντωτῶν τροχῶν.

α) Παράλληλοι όδοντωτοί τροχοί καί οἱ σχέσεις τους (σχ. 9.2α).

Ἐάν οἱ τροχοί αὐτοί βρίσκονται σέ κανονική έμπλοκή καί έργάζονται, οἱ άρχικές τους περιφέρειες *έφάπτονται μεταξύ τους*, ἡ δέ κίνησή τους μπορεῖ νά έξομοιωθεῖ μέ *κύλιση τῆς μιάς άρχικῆς περιφέρειας έπάνω στην άλλη*.



Σχ. 9.2α.

Ἐφοῦ λοιπόν ἡ άρχική περιφέρεια τοῦ ενός τροχοῦ διαμέτρου d_1 βρίσκεται συνεχῶς σέ έπαφή μέ τήν άρχική περιφέρεια τοῦ άλλου τροχοῦ διαμέτρου d_2 , αὐτό σημαίνει ὅτι καί οἱ δύο τροχοί ἔχουν στό σημείο έπαφῆς τους τήν ἴδια περιφερειακή ταχύτητα.

Μέ βάση τήν παρατήρηση αὐτή προκύπτουν οἱ παρακάτω ιδιότητες τῶν όδοντωτῶν τροχῶν, οἱ όποῖες μᾶς βοηθοῦν γιά τήν όρθή χρησιμοποίησή τους.

1) Ὅπως γνωρίζομε, δίσκος μέ διάμετρο d , πού περιστρέφεται μέ n στροφές στό πρῶτο λεπτό, σέ κάθε σημείο τῆς περιφέρειάς του ἔχει περιφερειακή ταχύτητα, πού δίνεται από τόν τύπο:

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ m/s}$$

όπου: τό d έκφράζεται σέ m .

“Αν λυθεῖ ἡ ἐξίσωση ὡς πρὸς $d \cdot n$ προκύπτει ἡ σχέση:

$$d \cdot n = \frac{60 \cdot u}{\pi}$$

Ἐάν λοιπὸν δύο ὀδοντωτοὶ τροχοὶ μὲ ἀρχικὲς διαμέτρους d_1 , d_2 , καὶ στροφές n_1 καὶ n_2 βρίσκονται σὲ ἐμπλοκὴ, τότε ἐπειδὴ θὰ ἔχουν τὴν ἴδια περιφερειακὴ ταχύτητα u , στὸ σημεῖο ἐπαφῆς τους θὰ ἰσχύει ἡ σχέση:

$$d_1 \cdot n_1 = \frac{60 \cdot u}{\pi} \quad \text{καὶ} \quad d_2 \cdot n_2 = \frac{60 \cdot u}{\pi}$$

$$\text{ἄρα} \quad d_1 \cdot n_1 = d_2 \cdot n_2 \quad \text{ἢ} \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

Δηλαδή οἱ στροφές δύο παραλλήλων ὀδοντωτῶν τροχῶν, πού βρίσκονται σὲ ἐμπλοκὴ, εἶναι ἀντίστροφα ἀνάλογες πρὸς τὶς ἀρχικὲς τους διαμέτρους.

Αὐτὸ σημαίνει ὅτι, ὅταν δύο παράλληλοι ὀδοντωτοὶ τροχοὶ βρίσκονται σὲ ἐμπλοκὴ, ὁ τροχὸς πού ἔχει τὴ **μεγάλῃ διάμετρο** ἔχει τὶς λιγότερες στροφές, ἐνῶ ἀντίθετα, ὁ τροχὸς πού ἔχει τὴ μικρὴ διάμετρο, ἔχει τὶς περισσότερες στροφές.

Παράδειγμα.

Ἔχομε δύο ὀδοντωτοὺς τροχοὺς σὲ ἐμπλοκὴ. Οἱ ἀρχικὲς τους διαμέτροι εἶναι:

$$d_1 = 600 \text{ mm} \quad d_2 = 200 \text{ mm}$$

Οἱ στροφές στὸ λεπτό τοῦ ἑνὸς τροχοῦ εἶναι: $n_1 = 150$.

Ζητοῦνται οἱ στροφές τοῦ ἄλλου.

Λύση.

— Γιά νά λυθεῖ τὸ παραπάνω πρόβλημα ἐφαρμόζεται ἡ σχέση:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

ὁπότε μὲ τὴν ἐπίλυσή της ὡς πρὸς n_2 προκύπτει:

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{d_1}{d_2}$$

“Αν αντικατασταθοῦν σ’ αὐτή τὰ δεδομένα τῶν τιμῶν προκύπτει:

$$n_2 = 150 \times \frac{600}{200} = 450 \text{ στρ/min}$$

— Ἐάν z_1, z_2 εἶναι οἱ ἀριθμοὶ τῶν δοντιῶν τῶν δυό τροχῶν καὶ t τὸ βῆμα τους, τότε τὸ μῆκος κάθε μιᾶς ἀρχικῆς περιφέρειας σύμφωνα μὲ τὸν ὀρισμὸ θὰ ἰσοῦται μέ:

$$\pi \cdot d_1 = t \cdot z_1$$

$$\pi \cdot d_2 = t \cdot z_2$$

μέ διαίρεση καί κατά μέλη προκύπτει ἡ σχέση:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2} \quad (2)$$

“Αν ἡ σχέση αὐτή συνδυασθεῖ μέ τῆ σχέση (1) πού βρέθηκε προηγουμένως προκύπτει ἡ σχέση:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

Δηλαδή οἱ στροφές τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν εἶναι ἀντίστροφα ἀνάλογες πρὸς τὸν ἀριθμὸ τῶν δοντιῶν.

“Αρα, ὁ **ὀδοντωτὸς τροχὸς πού ἔχει τὰ περισσότερα δόντια, ἔχει τίς λιγότερες στροφές.**

— “Αν οἱ ἀρχικὲς περιφέρειες τῶν τροχῶν εἶναι d_1, d_2 , τότε, ὅπως προκύπτει καί ἀπὸ τὸ σχῆμα 9.2α, ἡ ἀπόσταση τῶν ἀξόνων τους θὰ δίνεται ἀπὸ τῆ σχέση:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (4)$$

Στὸ σημεῖο αὐτὸ εἶναι ἀναγκαία μιά οὐσιώδης παρατήρηση.

Όποιοσδήποτε παράλληλος όδοντωτός τροχός, πού έχει βήμα t , καί κατατομή όδοντιού **μορφής έξειλιγμένης**, μέ όσαδήποτε δόντια, μπορεί νά συνδυασθεΐ μέ **όποιοδήποτε** άλλο παράλληλο όδοντωτό τροχό πού έχει τό ίδιο βήμα t .

Αυτή ή ιδιότητα ισχύει **μόνο** στους παράλληλους όδοντωτούς τροχούς, μορφής έξειλιγμένης.

β) Κωνικοί όδοντωτοΐ τροχοΐ.

Εΐπαμε στά προηγούμενα ότι, όταν οι άξονες των άτράκτων των όδοντωτών τροχών τέμνονται, τότε γιά τή μετάδοση τής κινήσεως από τή μία άτρακτο στήν άλλη χρησιμοποιούνται **κωνικοί όδοντωτοΐ τροχοΐ** μέ ίσια δόντια [σχ. 9.2β(α)].

Σ' αυτούς οι βασικοί δίσκοι κυλίσεως Α καί Β είναι κόλουροι κώνων μέ κοινή κορυφή τήν s (σχ. 9.2β). Αντί δηλαδή στήν περίπτωση αυτή νά έχομε κύλιση **δύο κωνικών**, όπως συμβαίνει μέ τούς παράλληλους όδοντωτούς τροχούς, έδω έχομε κύλιση **δύο κολουρων κώνων**.

Η γωνία των άξόνων, όπως εΐπαμε στά προηγούμενα, μπορεί νά πάρει όποιαδήποτε τιμή [σχ. 9.2β (γ)], συνηθίζεται όμως κατά κανόνα ή τιμή των 90° , δηλαδή οι δύο άξονες νά είναι κάθετοι μεταξύ τους.

Παρατηρήσαμε στήν παράγραφο γιά τούς παράλληλους όδοντωτούς τροχούς, ότι σ' ένα παράλληλο τροχό μπορεί νά ταιριάζει όποιοσδήποτε άλλος παράλληλος όδοντωτός τροχός, άρκεί νά έχει τό ίδιο βήμα t καί τόν ίδιο τρόπο χαράξεως τής κατατομής του.

Στους κωνικούς όδοντωτούς τροχούς αυτό δέν μπορεί νά συμβεί. Σε κάθε κωνικό όδοντωτό τροχό μέ όρισμένο αριθμό δοντιών, αντιστοιχεί ένας καί μόνο ένας κωνικός τροχός, οι δύο δέ μαζί αποτελούν άχώριστο ζευγάρι.

Η εξήγηση τής ιδιότητας αυτής, πού έχουν οι κωνικοί όδοντωτοΐ τροχοΐ, δίνεται στό σχήμα 9.2β (β).

Στόν τροχό Α (σχ. 9.2β) μέ κάθετη διάταξη άξόνων μόνο ο τροχός Β εφαρμόζει. Μεγαλύτερος τροχός δέν μπορεί νά εφαρμοσθεΐ, γιατί τότε οι δύο κορυφές των κώνων, στους όποιους ανήκουν οι τροχοΐ, δέν συμπίπτουν [σχ. 9.2β (β)].

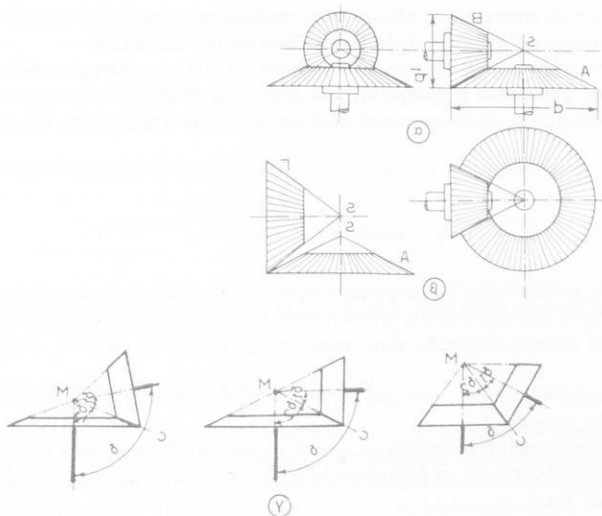
γ) Έλικοειδείς όδοντωτοΐ τροχοΐ καί άτέρμονας κοχλίας.

Όταν οι άτρακτοι των όδοντωτών τροχών δέν τέμνονται στό χώρο, αλλά μόνο διασταυρώνονται, τότε γιά τή μετάδοση τής κινήσεως από τή μία άτρακτο στήν άλλη, χρησιμοποιούνται είτε **έλικοειδείς όδοντωτοΐ τροχοΐ** (σχ. 9.2γ), είτε **σύστημα όδοντωτού τροχού καί άτέρμονα κοχλία** (σχ. 9.2δ).

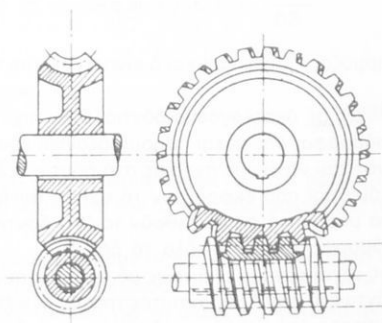
Οι τροχοΐ αυτοΐ λέγονται **έλικοειδείς**, γιατί τά δόντια τους αποτελούν τμήμα έλικας.

Στό σύστημα όδοντωτού τροχού καί άτέρμονα κοχλία, τά δόντια του όδοντωτού τροχού αποτελούν τμήμα από σπείρωμα περικοχλίου. Συνήθως προτιμάται ή διασταύρωση των άτράκτων νά είναι κάθετη.

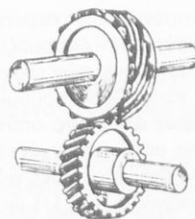
Τό σύστημα **άτέρμονα κοχλία - όδοντωτού τροχού** παρομοιάζεται μέ ζεύγος έλικοειδών όδοντωτών τροχών, από τούς όποιους ο ένας τροχός έχει μόνο ένα δόντι, πράγμα πού είναι άδύνατο νά έπιτευθεΐ πρακτικά στους κυρίως έλικοειδείς όδοντωτούς τροχούς.



Σχ. 9.2β.



Σχ. 9.2δ.



Σχ. 9.2γ.

9.3 Σχέση μεταδόσεως κινήσεως.

Στήν αρχή του Κεφαλαίου αυτού είπαμε ότι μία περιστροφική κίνηση μεταδίδεται με τη βοήθεια των όδοντωτών τροχών από μία άτρακτο, που θα λέγεται από δω και πέρα **κινητήρια**, σε μίαν άλλη, που θα καλείται **κινούμενη**.

Οι στροφές, που δέχεται ή κινούμενη άτρακτος από την κινητήρια είναι δυνατόν άλλοτε μόν να είναι περισσότερες και άλλοτε λιγότερες από τις στροφές της κινητήριας.

Ο λόγος τῶν στροφῶν n_2 τῆς κινούμενης ἀτράκτου πρὸς τῖς στροφές n_1 τῆς κινητήριας ἀτράκτου καλεῖται **σχέση μεταδόσεως τῆς κινήσεως**.

Ἡ σχέση αὐτή συμβολίζεται μέ τό γράμμα i . Ὡστε, **ἡ σχέση μεταδόσεως εἶναι ἕνα κλάσμα, στό ὁποῖο ὁ ἀριθμητής μέν εἶναι ὁ ἀριθμός τῶν στροφῶν n_2 τῆς κινούμενης ἀτράκτου, παρονομαστής δέ ὁ ἀριθμός τῶν στροφῶν n_1 τῆς κινητήριας ἀτράκτου.**

$$\text{Δηλαδή} \quad i = \frac{n_2}{n_1}$$

Ἡ σχέση μεταδόσεως i εἶναι μικρότερη ἀπό τή μονάδα, ὅταν οἱ τελικές στροφές εἶναι λιγότερες ἀπό τῖς ἀρχικές, δηλαδή ὅταν $n_2 < n_1$, καί μεγαλύτερη ἀπό τή μονάδα, ὅταν οἱ τελικές στροφές εἶναι περισσότερες ἀπό τῖς ἀρχικές, δηλαδή ὅταν $n_2 > n_1$.

Στήν πρώτη περίπτωση μιλοῦμε γιά μείωση τῶν στροφῶν, ἐνῶ στή δεύτερη γιά αὐξηση τῶν στροφῶν.

Προτιμᾶται ἡ σχέση μεταδόσεως κινήσεως νά εἶναι τέτοια, ὥστε ὁ ἀριθμός τῶν δοντιῶν τοῦ ἑνός τροχοῦ νά **διαιρεῖται** ἀκριβῶς μέ τόν ἀριθμό τῶν δοντιῶν τοῦ ἄλλου τροχοῦ, π.χ.:

$$\frac{50}{25} = 2:1, \quad \frac{20}{60} = 1:3 \quad \text{κ.ο.κ.}$$

Μέ αὐτό τόν τρόπο τά δόντια ἐφαρμόζουν ταχύτερα καί ἡ κίνηση γίνεται πιό ἀ-όρουβη.

Σέ ὀρισμένες ὁμως περιπτώσεις, ἰδίως σέ ἀκατέργαστα δόντια, ὅταν π.χ. ἡ πίεση στά δόντια δέν ἐφαρμόζεται ὁμοίμορφα, ὁπότε καί παρουσιάζονται κρούσεις κατά τή λειτουργία τῶν τροχῶν, συνιστᾶται νά ἔχομε σχέσεις στά δόντια 2:3, 2:5, 3:4, 3:5 κ.ο.κ. Παρατηροῦμε ὅτι οἱ ἀριθμοί πού ἐκφράζουν τή σχέση αὐτή εἶναι **πρῶτοι πρὸς ἀλλήλους**, ὁπότε σπάνια μπορεῖ νά συναντηθοῦν τά ἴδια δόντια. Μέ τόν τρόπο αὐτό ἐπιτυγχάνεται ὁμοίμορφη φθορά σ' ὅλα τά δόντια.

Οἱ συνηθισμένες τιμές γιά σχέσεις μεταδόσεως κινήσεως μέ ὀδοντωτούς τροχούς κυμαίνονται ἀπό 1:1 ὡς 6:1. Πάντως, ὁ μικρός ὀδοντωτός τροχός δέν ἐπιτρέπεται σέ καμιά περίπτωση νά ἔχει λιγότερα ἀπό 20 δόντια, ἂν θέλομε νά ἔχομε ὀ-μαλή λειτουργία στήν κίνηση.

Ἡ αἰτία θά ἐξηγηθεῖ ἀργότερα.

9.4 Στοιχεῖα ὀδοντώσεως.

Ὁδόντωση καλεῖται γενικά τό σύνολο τῶν δοντιῶν ἑνός τροχοῦ.

Ἐς θεωρήσομε παράλληλο ὀδοντωτό τροχό μέ z ἀριθμό δοντιῶν καί βῆμα t .

Ἐν συμβολίσομε μέ u τήν ἀρχική του περιφέρεια καί μέ d τήν ἀρχική του διάμετρο, τό μήκος τῆς περιφέρειάς του θά δίνεται ἀπό τόν τύπο:

$$u = \pi \cdot d$$

Άλλά και από τον ορισμό του βήματος έχουμε τη σχέση:

$$u = z \cdot t$$

Άρα:

$$\pi \cdot d = z \cdot t$$

Η ίδια σχέση μπορεί επίσης να γραφεί και με δύο άλλες μορφές:

$$t = \frac{\pi \cdot d}{z} \quad \eta \quad z = \frac{\pi \cdot d}{t}$$

μέ τις οποίες είναι δυνατός ο υπολογισμός του t ή z , όταν είναι γνωστά αντίστοιχα d , z ή d , t .

9.5 Μετρικό διαμετρικό βήμα (μοντούλ, modul).

Είναι γνωστό ότι, για να χαραχθεί ένας όδοντωτός τροχός πρωταρχικό στοιχείο, που πρέπει να υπολογισθεί, είναι η αρχική του περιφέρεια u , η οποία και θα πρέπει να χωρισθεί σε τόσα τόξα, όσος είναι και ο αριθμός των δοντιών z .

Τό μήκος κάθε τόξου είναι ίσο με τό βήμα t της όδοντώσεως.

Η αρχική όμως περιφέρεια ορίζεται από την αρχική διάμετρο d . Πώς όμως θα υπολογισθεί η αρχική διάμετρος;

Από τη γνωστή σχέση:

$$\pi \cdot d = z \cdot t$$

προκύπτει ότι:

$$d = \frac{t \cdot z}{\pi} \quad (1)$$

Για να υπολογίσουμε έπομένως την αρχική διάμετρο d πρέπει να πολλαπλασιασθεί τό βήμα t επί τον αριθμό των δοντιών z , τό δέ γινόμενο να διαιρεθεί με τον άριθμό π ($= 3,14$).

Για να άποφύγουν οι κατασκευαστές αυτή άκριβώς τη διαίρεση με τον άριθμό π , για να άπλουστεύσουν τούς λογαριασμούς και για να έχουν κάθε φορά στρογγυλεμένο άριθμό για τη διάμετρο, θεώρησαν ως **γνωστή από την άρχή** την τιμή της σχέσεως t/π . Τη σχέση αυτή όνόμασαν **διαμετρικό βήμα** ή **μοντούλ** και της έδωσαν τό σύμβολο m .

Έχουμε λοιπόν:

$$m = \frac{t}{\pi} \quad \eta \quad t = m \cdot \pi \quad (2)$$

Έτσι, με αυτή την προϋπόθεση, ό προηγούμενος τύπος της αρχικής διαμέτρος λαμβάνει τη μορφή:

$$d = m \cdot z \quad (3)$$

Ό άριθμός αυτός m , που άντιπροσωπεύει τό μοντούλ, θεωρητικά θά ήταν δυ-

νατό νά πάρει οιαδήποτε τιμή, πού θά ήθελε κανείς. Έτσι, κάθε κατασκευαστής θά ήταν δυνατό νά εκλέξει οποιοδήποτε μοντούλ ήθελε καί νά κατασκευάσει τούς αντίστοιχους όδοντωτούς τροχούς.

Μέ τόν αυθαίρετο όμως αυτό τρόπο έκλογής του μοντούλ *άπεκλείετο ή εφαρμογή οποιασδήποτε τυποποιήσεως*, άρα καί *οικονομίας ώς πρός τήν κατασκευή τών όδοντωτών τροχών*.

Γιά νά μή συμβεί όμως αυτό καί νά μπορούν οι κατασκευαστές νά κατασκευάζουν όδοντωτούς τροχούς μέ *όρισμένα μόνο μοντούλ*, πού νά στοιχίζουν καί φθηνά, *συμφώνησαν* νά δώσουν στό m τίς τιμές του Πίνακα 9.5.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5.1.

Τιμές μοντούλ κατά D.I.N. 780

0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1,0	1,25	1,50	1,57	2,0	2,25	2,50
2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,50
5,00	5,50	6,00	6,50	8,00	7,00	9,00
10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00
18,00	20,00	22,00	24,00	27,00	30,00	33,00
36,00	39,00	42,00	45,00	50,00	55,00	60,00

Παρόμοια συμφωνία μεταξύ τών κατασκευαστών είδαμε στά προηγούμενα καί μέ τήν κατασκευή τών κοχλιών, μέ άποτέλεσμα νά έχομε φθηνούς κοχλίες.

— Κανονικό δόντι.

Χαρακτηρίζεται ένα δόντι κανονικό, όταν έχει τίς ακόλουθες αναλογίες (σχ. 9.5).

- ύψος κεφαλής $k = m$
- ύψος ποδιού $f = 1,17 m$
- μήκος δοντιού $b = 2,17 m$
- πάχος δοντιού $s = 0,5 \cdot t$

ή καλύτερα $s = \frac{39}{80} \cdot t$ γιά κατεργασμένα σέ φρεζομηχανή δόντια καί $s = \frac{18}{40} \cdot t$

γιά χυτά δόντια άκατέργαστα.

Σύμφωνα πρός όσα είπαμε παραπάνω γιά τό κανονικό δόντι προκύπτουν καί οι έξης άκόμη σχέσεις:

$$\begin{aligned} d_k &= d + 2m & d &= d_k - 2m \\ d_k &= m \cdot z + 2m & d_k &= m(z + 2) \end{aligned} \quad (4)$$

$$m = \frac{d_k}{z+2} \quad z = \frac{d_k}{m} - 2 \quad (5)$$

Παράδειγμα.

ΈΗ διάμετρος κεφαλών παράλληλου όδοντωτού τροχού, μετά από μέτρηση,

βρέθηκε 130 mm, ο δέ αριθμός των δοντιών $z = 50$. Νά υπολογισθεῖ τό μοντούλ καί ἡ ἀρχική διάμετρος d τοῦ τροχοῦ.

Γιά νά βρεθοῦν τά στοιχεῖα τους ἐφαρμόζονται οἱ παραπάνω σχέσεις (4) καί (5):

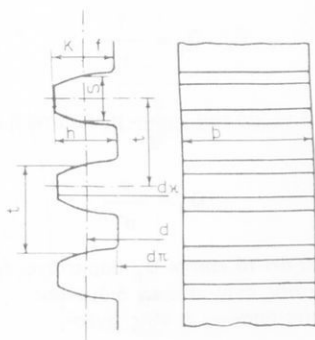
$$m = \frac{d_k}{z + 2} = \frac{130}{50 + 2}$$

$$m = \frac{130}{52} = 2,5$$

$$d = d_k - 2m$$

$$d = 130 - 2 \times 2,5$$

$$d = 125 \text{ mm}$$



Σχ. 9.5.

9.6 Ἀγγλικό διαμετρικό βῆμα (Πίτς - Pitch).

Λέχθηκε στήν προηγούμενη παράγραφο ὅτι τό βῆμα t ἐκφράζεται ὡς δεκαδικό πολλαπλάσιο τοῦ ἀριθμοῦ π .

Αὐτό ὁμως προϋποθέτει ὡς μονάδα μετρήσεως τοῦ μήκους τό χιλιοστό τοῦ μέτρου, ὁπότε καί τό βῆμα θά ἐκφράζεται σέ χιλιοστά τοῦ μέτρου.

Ἄν ὁμως ὡς μονάδα μετρήσεως ἀντί τοῦ χιλιοστοῦ χρησιμοποιηθεῖ ἡ ἴντσα (25,4 mm), καί ἐκφρασθεῖ πάλι τό βῆμα ὡς πολλαπλάσιο τοῦ ἀριθμοῦ π , τότε προκύπτει ἄλλος ἀριθμός, ὁ ὁποῖος διαφέρει ἀπό τό μοντούλ, ἐπειδή ἀλλάζει ἡ μονάδα μετρήσεως. Ὁ ἀριθμός αὐτός δίνεται ἀπό τή σχέση:

$$t = \pi \cdot t_d \text{ σέ ἴντσες}$$

Τό t_d δείχνει πόσες φορές τό βῆμα t εἶναι μεγαλύτερο ἀπό τόν ἀριθμό π . Καί αὐτό ἀκριβῶς καλοῦμε ἀγγλικό **διαμετρικό βῆμα** (diametral pitch) πού ἐκφράζεται σέ ἴντσες.

Από προηγούμενη σχέση γνωρίζουμε ότι:

$$\pi \cdot d = t \cdot z$$

αν αντικατασταθεί η τιμή t με τό $\pi \cdot t_d$, θά έχουμε:

$$\begin{aligned} \pi \cdot d &= \pi \cdot t_d \cdot z & \eta & \quad d = t_d \cdot z \\ \text{άρα} & \quad t_d = \frac{d''}{z} & \text{σέ ίντσες} & \quad (1) \end{aligned}$$

Από τόν τελευταίο αυτό τύπο προκύπτει ότι:

Τό διαμετρικό βήμα t_d είναι τό πηλίκο τής αρχικής διαμέτρου σέ ίντσες διά τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δοντιῶν z .

Ἡ ἀντίστροφη τιμή τοῦ t_d (σέ ίντσες φυσικά) καλεῖται «πίτς» καί συμβολίζεται μέ τό D_p . Ἐτσι ἔχομε:

$$D_p = \frac{1}{t_d} \quad (2)$$

αν αντικατασταθεῖ τό t_d μέ τό ἴσο του $\frac{d''}{z}$ προκύπτει ἡ σχέση:

$$D_p = \frac{z}{d''} \quad (3)$$

Ἡ σχέση αὐτή μᾶς λέει ὅτι τό «πίτς» D_p παριστάνει τόν ἀριθμό δοντιῶν, πού χωροῦν σέ μήκος μιᾶς Ἴντσας στήν ἀρχική διάμετρο.

Μεταξύ μοντούλ καί πίτς ὑπάρχει ἡ ἐξῆς σχέση:

$$D_p = \frac{25,4}{m}$$

Μέ τόν τύπο αὐτό ἐπομένως εἶναι εὐκόλο νά βροῦμε τό πίτς ὀδοντωτοῦ τροχοῦ, ὅταν εἶναι γνωστό τό μοντούλ καί ἀντίστροφα.

Ὅπως γιά τό μοντούλ ἔτσι καί γιά τό πίτς ὑπάρχει ὀρισμένος πίνακας τιμῶν, πού ἀκολουθοῦν οἱ κατασκευαστές, πού χρησιμοποιοῦν ἀκόμα τήν Ἴντσα ἀντί γιά τό χιλιοστό.

Οἱ τιμές πού παίρνει τό πίτς εἶναι οἱ ἀκόλουθες:

$$\begin{aligned} & 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 1 3/4, 2, 2 1/4, 2 1/2, 2 3/4, 3, 3 1/2 \\ & 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, \\ & 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40 \end{aligned}$$

Παράδειγμα.

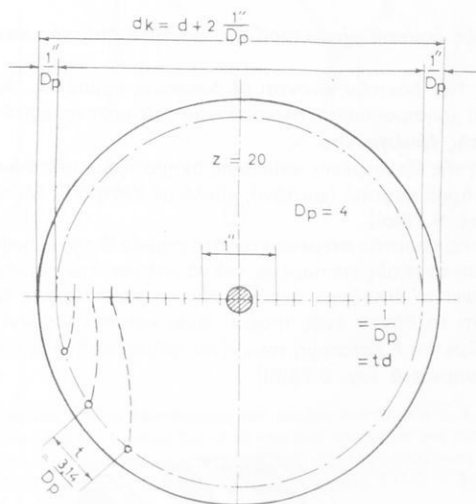
Ἐστω ὅτι ἔχομε τροχό μέ ἀρχική διάμετρο $d = 5''$ καί $z = 20$ δόντια (σχ. 9.6).

α) Ὑπολογίζομε τό διαμετρικό βήμα:

$$t_d = \frac{d}{z} = \frac{5''}{20} \quad t_d = \frac{1''}{4} \quad (2)$$

β) Τό πίκς:

$$D_p = \frac{1}{t_d} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4$$



Σχ. 9.6.

Επειδή στους συνηθισμένους παράλληλους όδοντωτούς τροχούς τό ύψος κεφαλής λαμβάνεται ίσο μέ τό διαμετρικό βήμα t_d , ή διάμετρος τών κεφαλών d_k θά ίσοῦται μέ:

$$d_k = d + 2k = \frac{z}{D_p} + 2t_d$$

$$d_k = \frac{z}{D_p} + 2 \frac{1}{D_p} \quad \eta \quad d_k = \frac{(z+2)}{D_p}$$

$$\text{\acute{a}ρα} \quad d_k = \frac{22}{4} = 5,55''$$

Τό αντίστοιχο μοντούλ γιά πίτς $D_p = 4$ εἶναι:

$$m = \frac{25,4}{4} = 6,35 \text{ mm}$$

9.7 Κατατομές δοντιῶν.

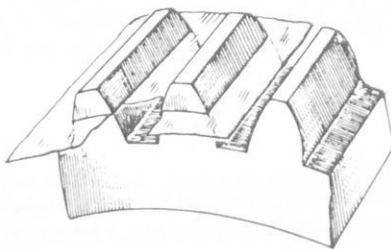
Ἡ μορφή ἑνός δοντιοῦ χαρακτηρίζεται πάντοτε ἀπό τήν **κατατομή του** (σχ. 9.7α).

Οἱ κατατομές τῶν δοντιῶν γίνονται μέ διάφορες καμπύλες. Ἀπό τίς καμπύλες αὐτές ἐκείνη πού χρησιμοποιεῖται περισσότερο στίς μηχανολογικές κατασκευές εἶναι ἡ καμπύλη τῆς **ἐξειλιγμένης**.

Γιά τή χάραξη τῆς ἐξειλιγμένης καμπύλης σχηματίζομε μέ τό διαβήτη, ἐπάνω σ' ἕνα κομμάτι χονδροῦ χαρτιοῦ (χαρτόνι), κύκλο μέ κέντρο Κ. Μετά παίρνομε κλωστή μήκους l [σχ. 9.7β(α)].

Τό ἕνα ἄκρο τῆς κλωστῆς στερεώνεται στό σημεῖο Ο τῆς περιφέρειας καί τό ἄλλο ἄκρο Ε κινεῖται συνεχῶς τεντωμένο, γιά νά καλύψει τήν περιφέρεια. Ἡ καμπύλη, πού θά γράψει τό ἐλεύθερο ἄκρο Ε, εἶναι ἡ **καμπύλη τῆς ἐξειλιγμένης**.

Ὅταν λέμε ὅτι τά δόντια ἑνός τροχοῦ εἶναι κατασκευασμένα μέ ἐξειλιγμένη καμπύλη, ἐννοοῦμε ὅτι ἡ κατατομή τους εἶναι τμήμα αὐτῆς τῆς καμπύλης, ἡ ὁποία ἀρχίζει ἀπό τό σημεῖο Δ [σχ. 9.7β(β)].



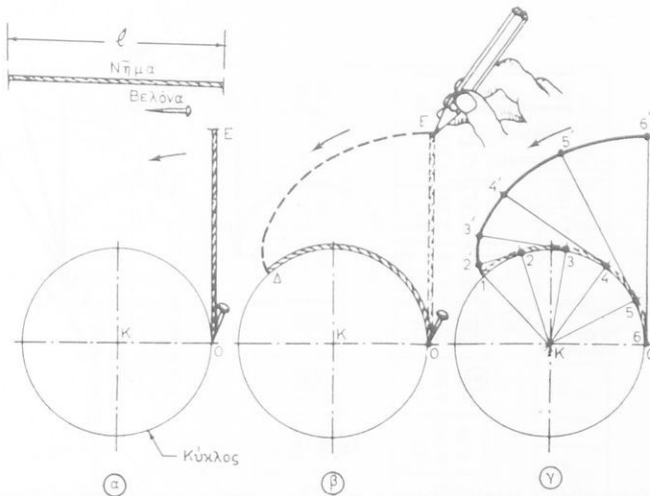
Σχ. 9.7α.

Σχέδιο κατατομῆς ὀδοντωτοῦ τροχοῦ.

α) Γεωμετρική κατασκευή τῆς ἐξειλιγμένης.

Ἐς δοῦμε τώρα πῶς χαράσσεται ἡ ἐξειλιγμένη καμπύλη μέ τόν κανόνα καί τό διαβήτη [σχ. 9.7β(γ)].

Χαράζεται ξανά κύκλος Κ μέ τό διαβήτη καί χωρίζεται ἡ περιφέρειά του σέ ἴσα μικρά διαστήματα: τά 1-2, 2-3 κ.ο.κ.



Σχ. 9.7β.

Έπειτα φέρονται με τόν κανόνα έφαπτομένες του κύκλου στά σημεία 1, 2, 3, 4 κλπ.

Σέ κάθε έφαπτομένη λαμβάνεται τμήμα ίσο μέ τό τόξο πού προηγείται φπό αυτή. Δηλαδή, στην έφαπτομένη του σημείου 2 λαμβάνεται τμήμα 2-2' ίσο μέ τό τόξο τής περιφέρειας 1-2 (δηλαδή 1-2 = 2-2'). Τό ίδιο έπαναλαμβάνεται καί στην έφαπτομένη στό σημείο 3 (1-3 = 3-3') κ.ο.κ.

Έτσι όρίζονται τά 1, 2', 3', 4', 5'.

Άν ένωθούν τώρα όλα αυτά τά σημεία μέ ένα καμπυλόγραμμο, σχηματίζεται ή καμπύλη τής έξειλιγμένης.

Άλλος τρόπος πρακτικής χαράξεως τής ίδιας καμπύλης είναι ό παρακάτω (σχ. 9.7γ).

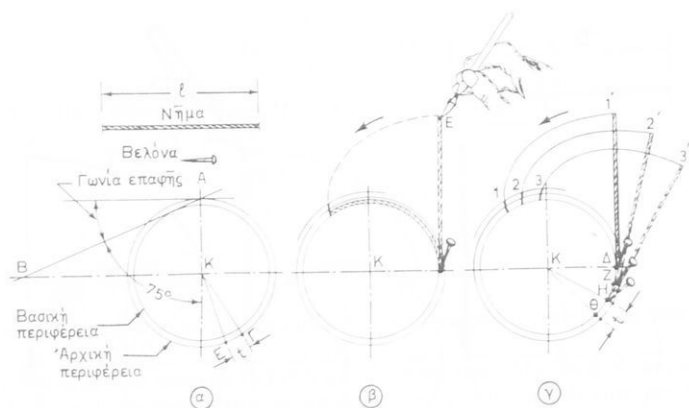
Σέ κομμάτι χονδρού χαρτιού (χαρτόνι) γράφεται στην άρχή ή άρχική περιφέρεια του όδοντωτού τροχού, στόν όποιο θά γίνει ή χάραξη τής κατατομής των δοντιών του. Σύρεται μετά ή εϋθεία AB έτσι, ώστε αυτή μέ τήν κατακόρυφο νά σχηματίζει γωνία 75°. Από τό ίδιο κέντρο K φέρομε περιφέρεια έφαπτομένη στην AB.

Ή περιφέρεια αυτή όνομάζεται **βασική περιφέρεια**, ή δέ διάμετρος τής **βασική διάμετρος**. Κόβεται τό χαρτόνι πάνω στή βασική πιά περιφέρεια.

Σχηματίζεται κατόπιν δεύτερος κύκλος στό χαρτί σχεδιάσεως ίσος άκριβώς μέ τό βασικό του χαρτονιού. Τοποθετείται μετά ό πρώτος κύκλος στό δεύτερο, ώστε οι δύο κύκλοι νά συμπίπτουν.

Στερεώνομε στό δεύτερο κύκλο, καί σέ σημείο τής περιφέρειάς του Δ, τό ένα άκρο λεπτού νήματος· τό άλλο δέ άκρο E του νήματος αυτού, τεντωμένο άπάνω στόν κύκλο από χαρτόνι, γράφει τήν έξειλιγμένη καμπύλη καθώς τυλίγεται πάνω του. Μετατοπίζοντας τό άκρο του νήματος από τή θέση Δ στή θέση Z, δηλαδή κατά ένα βήμα καί κάνοντας τήν ίδια έργασία μέ τό άλλο άκρο του νήματος σχεδιάζεται ή κατατομή του δεύτερου δοντιού κ.ο.κ. Έτσι άποφεύγεται ή ανάγκη χαράξεως έφαπτομένων. Μέ τόν τρόπο αυτόν ή όλη χάραξη άπλοποιείται. Τό τμήμα του δοντιού, πού βρίσκεται κάτω από τή βασική περιφέρεια, είναι εϋθύγραμμο καί άκολουθεί τήν κατεύθυνση τής άκτίνας.

Ό τρόπος αυτός χαράξεως έφαρμόζεται, όταν πρόκειται γιά μικρούς τροχούς.



Σχ. 9.7γ.

Σε μεγάλους τροχούς, δηλαδή σ' εκείνους, που έχουν περισσότερα από 20 δόντια και μοντούλι μεγαλύτερο από 2, χαράσσεται ή εξειλιγμένη είτε με τον κανόνα και τó διαβήτη, είτε με έναν άλλο τρόπο, πού θά ασχοληθούμε παρακάτω.

Όπως είπώθηκε προηγούμενα, όταν σύραμε τήν ευθεία AB υπό γωνία 75° ως προς τήν κατακόρυφο (βασική γωνία), ή βασική περιφέρεια προέκυψε ως εφασπόμενη περιφέρεια τής ευθείας αυτής. Αν χαραχθεί ή ευθεία AB υπό άλλη γωνία π.χ. 70° αντί 75° , τότε ή διάμετρος τής βασικής περιφέρειας θά είναι άλλη, άρα άλλη θά είναι καί ή καμπύλη τής εξειλιγμένης.

Η συμπληρωματική γωνία τής βασικής ονομάζεται γωνία έπαφής [σχ. 9.7γ(α)].

Η γωνία έπαφής λαμβάνει τιμές από 15° ως 20° αλλά στίς περισσότερες περιπτώσεις προτιμάται ή τιμή τών 15° .

β) Σχεδίαση τής κατατομής δοντιού μέ τόξα κύκλου.

Συνήθως γιά νά σχεδιασθούν μέ εύκολία οί κατατομές τών δοντιών, χρησιμοποιούνται **τόξα κύκλου**. Οί άκτινες τών τόξων αυτών λαμβάνονται ως πολλαπλάσια του m καί βρίσκονται στόν Πίνακα 9.7.1.

Παράδειγμα 1.

Έστω ότι πρόκειται νά κατασκευασθεί ή κανονική κατατομή παράλληλου όδοντωτού τροχού μέ $z = 20$ καί $m = 10$.

Λύση.

Τά στοιχειά, τά χρήσιμα γιά τή χάραξη, είναι τά t, d, k, f, a. Έφαρμόζοντας έδώ τίς γνωστές σχέσεις έχομε:

$$\begin{aligned} t &= 10 \cdot \pi &= 31,4 \text{ mm} \\ d &= 10 \times 20 &= 200 \text{ mm} \\ k &= m &= 10 \text{ mm} \\ f &= 1,17 \cdot m &= 11,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.7.1.

Υπολογισμός των άκτινων για τη χάραξη των δοντιών με κανονική κατανομή εξελεγχόμενης

Μοντούλ 1

Γωνία έπαφής = 15°

		z = 0 - 22												z = 23 - 36												z = 37 - 360											
Αριθμός δοντιών = z Άκτινα κεφαλής = r ₁ Άκτινα ποδιού = r ₂	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37-40	41-45	46-51	52-60	61-70	71-90	91-120	121-180	181-360	
	2.28	2.40	2.51	2.62	2.72	2.82	2.92	3.02	3.12	3.22	3.32	3.41	3.49	3.57	3.64	3.71	3.78	3.85	3.92	3.99	4.06	4.13	4.20	4.27	4.33	4.39	4.45	4.20	4.63	5.06	5.74	6.52	7.72	9.78	13.38	21.62	
	0.69	0.83	0.96	1.09	1.22	1.34	1.46	1.58	1.69	1.79	1.89	1.98	2.06	2.15	2.24	2.33	2.42	2.50	2.59	2.67	2.76	2.85	2.93	3.01	3.00	3.16	3.23										
Αριθμός δοντιών = z Άκτινα κεφαλής = r ₁ Άκτινα ποδιού = r ₂																																					

Μέ τη βοήθεια του Πίνακα 9.7.1 υπολογίζονται οι άκτινες r_1 , r_2 .

$$r_1 = 10 \times 3,32 = 33,2 \text{ mm}$$

$$r_2 = 10 \times 1,89 = 18,9 \text{ mm}$$

Γιά τό στρογγύλεμα του ποδιού:

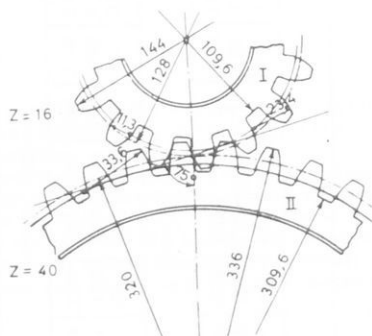
$$r = 0,17 \cdot m = 1,7 \text{ mm}$$

$$a = 0,5 \cdot t = 15,7 \text{ mm}$$

Μέ τίς άκτινες δέ αυτές είναι εύκολο νά σχεδιασθεί ή κατατομή του δοντιού ως εξής:

Γράφεται πρώτα μέ διάμετρο $d = 200 \text{ mm}$ ή άρχική περιφέρεια. Έπειτα μέ $d_k = 200 + 2 \times 10 = 220 \text{ mm}$, γράφεται ή περιφέρεια κεφαλών (σχ. 9.7δ). Κατόπιν χαράζεται ή περιφέρεια των ποδιών μέ διάμετρο:

$$d_f = 200 - 2 \times 11,7 = 176,6 \text{ mm}$$



Σχ. 9.7δ.

Χάραξη κατατομής.

Μετά σχεδιάζεται ή βασική περιφέρεια μέ γωνία έπαφής 15° . Η βασική περιφέρεια μέ γωνία έπαφής 15° απέχει από την άρχική περιφέρεια απόσταση e . Η απόσταση αυτή δίνεται από τον τύπο:

$$e = \frac{d}{60}$$

Στό παράδειγμά μας δηλαδή ή απόσταση είναι:

$$e = \frac{200}{60} = 3,3 \text{ mm}$$

Γιά νά σχηματισθεί τό τόξο της κεφαλής παίρνεται μέ τό διαβήτη άνοιγμα ίσο μέ 32,2 mm και τοποθετείται τό κέντρο επάνω στή **βασική** περιφέρεια. Τό τόξο, πού θά γραφεί, θά περιλαμβάνεται μεταξύ των περιφερειών των κεφαλών και της άρχικής. Τό τμήμα της κατατομής, πού θά περιέχεται μεταξύ της άρχικής και της βασικής περιφέρειας, θά γραφεί μέ άκτίνα $r_2 = 18,9 \text{ mm}$ και μέ κέντρο πάντα ένα σημείο της βασικής περιφέρειας.

Παράδειγμα 2.

Χάραξη όδοντωτού τροχού, ο οποίος βρίσκεται σε ζεύξη με όδοντωτό κανόνα.

Ο τροχός έχει $z = 18$ και $m = 12$.

Ο αριθμός των δοντιών του όδοντωτού κανόνα δεν ενδιαφέρει, γιατί η μορφή του δοντιού σ' αυτόν είναι **άνεξάρτητη** από τον αριθμό των δοντιών.

Η άρχική περιφέρεια του τροχού είναι:

$$\begin{aligned}d &= 12 \times 18 = 216 \text{ mm} \\k &= m = 12 \text{ mm} \\f &= 1,17 \cdot m = 14 \text{ mm} \\r &= 0,17 \cdot m = \text{mm}\end{aligned}$$

Από τον Πίνακα 9.7.1 προκύπτουν:

$$\begin{aligned}r_1 &= 12 \times 3,12 = 37,4 \text{ mm} \\r_2 &= 12 \times 1,69 = 20,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Πάχος δοντιού} \quad a = \frac{12 \cdot \pi}{2} = 18,8 \text{ mm}$$

Η άκτινα για τό στρογγύλεμα της κεφαλής του δοντιού στον κανόνα:

$$r = 2,1 \times 12 = 25,2 \text{ mm}$$

Για να σχεδιασθεί η ζεύξη χαράζονται πρώτα οι άξονες κάθετα μεταξύ τους. Χαράζεται μετά η άρχική εύθεια των βημάτων του κανόνα και κατόπιν χαράζεται η άρχική περιφέρεια του όδοντωτού τροχού. Εύθεια και περιφέρεια, όπως γνωρίζουμε, πρέπει να εφάπτονται. Έπειτα, σε αποστάσεις αντίστοιχα 12 και 14 mm από τη μία και την άλλη πλευρά της εύθειας των βημάτων, φέρονται δύο εύθειες παράλληλες προς αυτήν· η γραμμή των κεφαλών και η γραμμή των ποδιών των δοντιών.

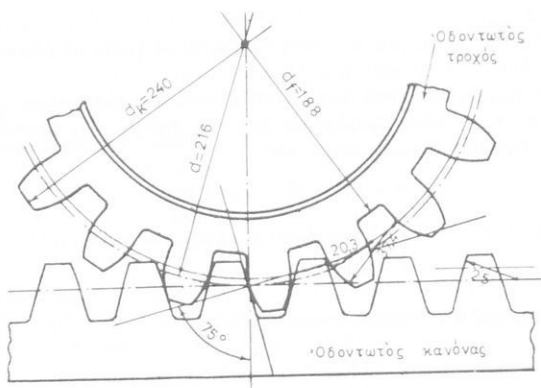
Μετά χαράζεται η περιφέρεια κεφαλών και ποδιών του όδοντωτού τροχού με $d_k = 240$ mm και $d_f = 188$ mm. Η κατατομή του δοντιού του όδοντωτού τροχού μετά απ' αυτό σχεδιάζεται όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα, δηλαδή με τον καθορισμό των ακτίνων καμπυλότητας βάσει του Πίνακα 9.7.1.

Η κατατομή του δοντιού του κανόνα κατασκευάζεται ως εξής:

Στό σημείο της έπαφής άρχικής περιφέρειας και εύθειας βημάτων, χαράζεται εύθεια υπό γωνία 75° ως προς την κατακόρυφο. Φέρεται επίσης και η κάθετος σ' αυτήν στο σημείο της έπαφής. Τό τμήμα αυτής της καθέτου, τό όποιο περιλαμβάνεται μεταξύ της εύθειας του ποδιού και της εύθειας της κεφαλής, είναι η κατατομή του δοντιού του κανόνα. Για καλύτερη έφαρμογή στρογγυλεύεται τό μισό της κεφαλής με άκτινα $r = 2,1$ m (δηλαδή, στό παράδειγμά μας με άκτινα ίση προς 25,2 mm), της όποίας τό κέντρο βρίσκεται πάνω στή γραμμή των βημάτων, όπως φαίνεται και στά σχήματα 9.7ε και 9.7 στ.

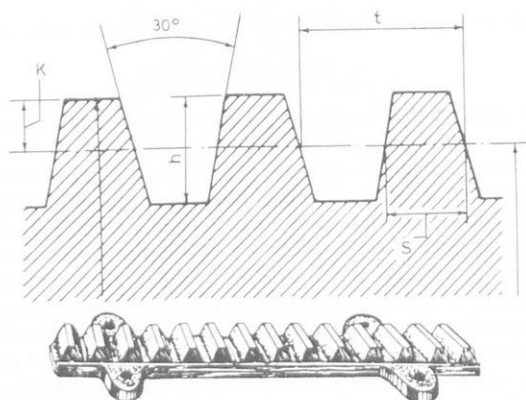
γ) Ζεύξη δύο όδοντοτροχών.

Δεδομένα για τή χάραξη είναι τά δόντια z_1 και z_2 και τό μοντούλ m . Με βάση τά στοιχεία αυτά ύπολογίζονται πρώτα οι άρχικές διάμετροι d_1 και d_2 και μετά οι βασι-



Σχ. 9.7ε.

Χάραξη οδοντωτού τροχού και οδοντωτού κανόνα.



Σχ. 9.7στ.

κές περιφέρειες με κάθε μία απ' τις οποίες καί θά σχεδιασθεί ή κατατομή του δοντιού. Από τά τρίγωνα $M_1 N_1 Γ$, $M_2 N_2 Γ$ καθορίζονται οι άκτινες των βασικών περιφερειών g_1 , g_2 :

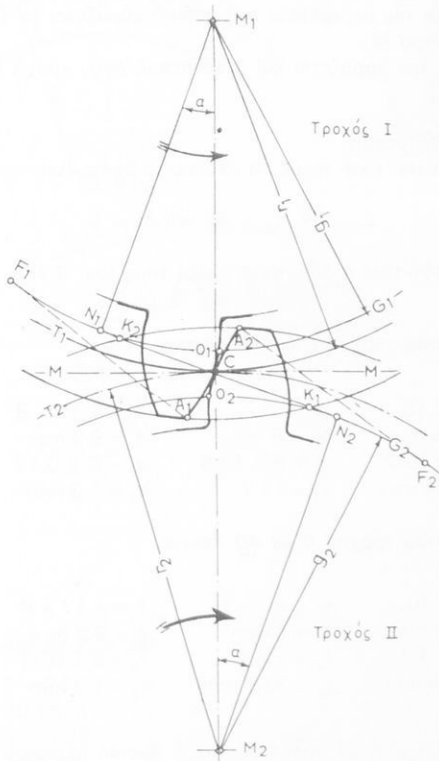
$$g_1 = \frac{d_1}{2} \cdot \sigma \nu \alpha \quad g_2 = \frac{d_2}{2} \cdot \sigma \nu \alpha$$

όπου: α είναι γωνία έπαφής των δοντιών.

Τό βήμα τῆς ὀδοντώσεως: $t = m \cdot \pi$, τό δέ πάχος τοῦ δοντιοῦ $s = \frac{t}{2}$

Σύρονται στήν ἀρχή: ἡ $M_1, M_2 = r_1 + r_2$, οἱ ἀρχικές περιφέρειες T_1 καί T_2 καί οἱ βασικές περιφέρειες G_1 καί G_2 .

Ἀπ' τό σημεῖο C σύρεται εὐθεία κοινή ἐφαπτομένη στίς δύο βασικές περιφέρειες στά σημεῖα N_1 καί N_2 .



Σχ. 9.7ζ.

Στή συνέχεια χαράζονται οἱ περιφέρειες τῶν κεφαλῶν καί τῶν ποδιῶν τῶν δοντιῶν.

Ἐπιπλέον καθορίζεται κατὰ προσέγγιση ἡ κατατομή τοῦ δοντιοῦ μέ τά βοηθητικά τόξα (πίνακας 9.7.1). Γι' αὐτό εἶναι ἀπαραίτητα τά σημεῖα Γ, O_1, O_2 καί A_1, A_2 (σχ. 9.7ζ).

Τά σημεῖα O_1 καί O_2 καθορίζονται ἀπό τή συνθήκη, ὅτι τό τμήμα $N_1\Gamma = N_1O_1$ καί $N_2C = N_2O_2$ (σχ.9.7ζ).

Οι περιφέρειες κεφαλών τέμνουν τήν κοινή έφαπτομένη στά σημεία K_1 και K_2 . Μεταφέρεται στή συνέχεια τό τμήμα $K_1\Gamma = N_1F_1$ στό βασικό κύκλο του τροχού 1 καί όρίζεται τό σημείο F_1 .

Φέρεται μετά τόξο μέ άκτίνα $K_1N_1 = A_1F_1$, τό όποιο τέμνει τήν περιφέρεια κεφαλών στό σημείο A_1 , άκρο τής έξειλιγμένης.

Τό τόξο $A_1\Gamma$ άποτελεί τμήμα τής έξειλιγμένης. Τό ΓO_1 άποτελεί τό ύπόλοιπο τμήμα της καί χαράζεται ώς τόξο μέ κέντρο τό N_1 καί άκτίνα $N_1\Gamma$. Τό επί πλέον τμήμα τής κατατομής μέχρι τήν περιφέρεια του ποδιού χαράζεται μέ σύνδεση του σημείου O_1 μέ τό κέντρο M_1 .

Κατά τόν ίδιο τρόπο χαράζεται καί ή κατατομή στον τροχό II.

Παράδειγμα 3.

Ζεύξη δύο όδοντοτροχών.

Δίνονται δύο τροχοί, I καί II, μέ τά άκόλουθα δεδομένα:

$$z_1 = 16, z_2 = 40 \text{ καί } m = 8$$

καί ζητείται νά σχεδιασθεί ή όδοντωτή ζεύξη τους (σχ. 9.7η).

Λύση.

α) Στοιχεία όδοντωτού τροχού I, μέ 16 δόντια.

$d = 8 \times 16$	$k = m$	$f = 1,17 \times 8$
$d = 128 \text{ mm}$	$k = 8 \text{ mm}$	$f = 9,3 \text{ mm}$
$r_1 = 8 \times 2,92$	$r_2 = 8 \times 1,46$	$r_3 = 8 \times 0,17$
$r_1 = 23,4 \text{ mm}$	$r_2 = 11,7$	$r_3 = 1,3 \text{ mm}$

β) Στοιχεία όδοντωτού τροχού II μέ 40 δόντια.

$d = 8 \times 40$	$k = m$	$f = 1,17 \times 8$
$d = 320 \text{ mm}$	$k = 8 \text{ mm}$	$f = 9,3 \text{ mm}$
$r_1 = 8 \times 4,2$	$r_2 = \times 4,2$	$r_3 = 8 \times 0,17$
$r_1 = 33,6 \text{ mm}$	$r_2 = 33,6 \text{ mm}$	$r_3 = 1,3 \text{ mm}$

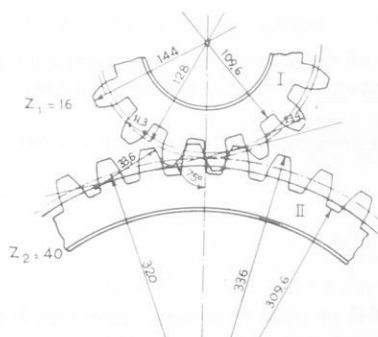
Σέ όδοντωτούς τροχούς μέ πολλά δόντια, ή βασική περιφέρεια είναι πάντοτε μικρότερη από τήν περιφέρεια των ποδιών, όποτε καί όλόκληρη ή κατατομή του όδοντιού είναι *καμπυλωτή*.

Όταν τά δόντια ενός τροχού, αντί νά έξέχουν προς τά έξω, στρέφουν προς τό κέντρο (σχ. 9.7θ), τότε ή ζεύξη αυτού του τροχού μέ ένα άλλο λέγεται *έσωτερική*.

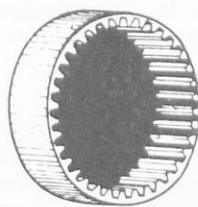
Παράδειγμα 4.

Νά σχεδιασθεί μία έσωτερική όδοντωτή ζεύξη δύο όδοντωτών τροχών μέ τά παρακάτω χαρακτηριστικά:

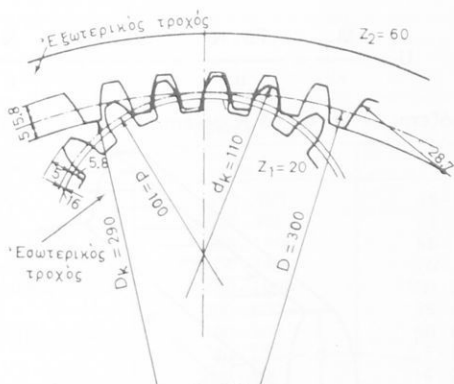
$$z_1 = 20 \quad z_2 = 60 \quad m = 5$$



Σχ. 9.7η.



Σχ. 9.7θ.



Σχ. 9.7ι.

Έσωτερική ζεύξη τροχού.

Λύση.

α) Στοιχεία τροχού με $z_1 = 20$.

$d = 5 \times 20$	$k = m$	$f = 5 \times 1,17$
$d = 100 \text{ mm}$	$k = 5 \text{ mm}$	$f = 5,8 \text{ mm}$
$r_1 = 5 \times 3,32$	$r_2 = 5 \times 5 \times 1,89$	$r_3 = 0,17 \times 5$
$r_1 = 16,6 \text{ mm}$	$r_2 = 9,5 \text{ mm}$	$r_3 = 0,85 \text{ mm}$

β) Στοιχεία τροχού με $z_2 = 60$.

$d = 5 \times 60$	$k = m$	$f = 1,17 \cdot m$
$d = 300 \text{ mm}$	$k = 5 \text{ mm}$	$f = 5,8 \text{ mm}$
$r_1 = r_2 = 5 \times 5,74$		$r_3 = 0,8 \text{ mm}$
$r_1 = 28,7 \text{ mm}$		

Η γεωμετρική κατασκευή φαίνεται στο σχήμα 9.7ι και είναι ανάλογη προς την κατασκευή, που είδαμε στο προηγούμενο παράδειγμα. Η μόνη διαφορά που υπάρχει είναι ότι οι κατατομές της όδοντωτής στεφάνης είναι άντεστραμμένες προς την έσωτερική πλευρά, αντί να είναι προς την έξωτερική.

9.8 Ὑπολογισμός τῶν ὀδοντώσεων.

Γιά τόν ὑπολογισμό ἑνός ὀδοντωτοῦ τροχοῦ σέ ἀντοχή λαμβάνεται ὑπ' ὄψη ἡ περιφερειακή δύναμη U , δηλαδή ἡ ἐφαπτομενική συνιστώσα τῆς πίεσεως P τοῦ δοντιοῦ στήν ἀρχική περιφέρεια.

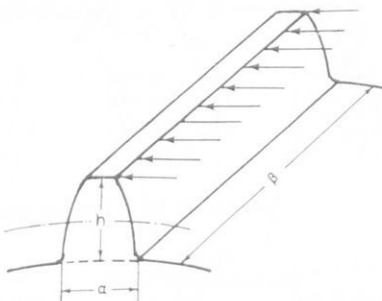
Ἐάν M_d ἡ μεταφερόμενη μέ τόν τροχό ροπή στρέψεως καί r ἡ ἀκτίνα τῆς ἀρχικῆς περιφέρειας, τότε:

$$U = \frac{M_d}{r}$$

Ὁ τύπος μπορεῖ νά μετασχηματισθεῖ, μέ βάση τή μεταφερόμενη ἰσχύ N σέ ἵππους καί τόν ἀριθμό περιστροφῶν n ἀνά πρῶτο λεπτό ὡς ἑξῆς:

$$U = \frac{M_d}{r} = \frac{75 \cdot N}{u} = \frac{72610}{r} \cdot \frac{N}{n}$$

ὅπου: τό U ἐκφράζεται σέ kg καί τό R σέ cm .



Σχ. 9.8.

Ἄν ὑποθεθεῖ ὅτι ἡ U ἐνεργεῖ, στήν δυσμενέστερη περίπτωση, στήν ἀκμή τῆς κεφαλῆς τοῦ δοντιοῦ, τότε (σχ. 9.8) ἀπό τόν ὑπολογισμό τοῦ δοντιοῦ σέ κάμψη προκύπτει ὁ τύπος:

$$t = 100^3 \sqrt{\frac{450 \cdot N}{\gamma \cdot c \cdot z \cdot n}}$$

ὅπου: γ εἶναι συντελεστής ἡ τιμὴ τοῦ ὁποῦ περιέχεται στὸν πίνακα 9.8.1, c σταθερά πού ἐξαρτᾶται ἀπὸ τό ὑλικό (Πίνακας 9.8.2), z ὁ ἀριθμὸς τῶν δοντιῶν τοῦ τροχοῦ, N ἡ ἰσχύς σέ ἵππους καί n ὁ ἀριθμὸς στροφῶν ἀνά λεπτό.

Παράδειγμα.

Δίνεται: $N = 6$ HP καί $n = 80/\text{min}$.

Υλικό: χυτοσίδηρος κατεργασμένος.

Λύση.

$$t = 100 \sqrt[3]{\frac{450 \times 6}{3 \times 30 \times 80 \times 25}} = 55 \text{ mm}$$

$$t = m \cdot \pi$$

$$m = \frac{t}{\pi} = \frac{55}{\pi} = 17,5 \text{ mm}$$

Λαμβάνεται ως τιμή έφαρμογής $m = 18$ (Πίνακας 9.5.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.1.

Τιμών c

Υλικό	k_D^*	c
Χυτοσίδηρος	350 - 450	25 - 32
Χυτοχάλυβας	500 - 960	35 - 65
Κοινός Χάλυβας	800 - 1400	55 - 100
Ειδικός χάλυβας	1000 - 1400	70 - 100
Βαμμένος χάλυβας	1400 - 2800	100 - 200
Όρειχαλκος	500 - 600	35 - 43
Φωσφορούχος όρειχαλκος	700 - 800	50 - 55
Ξύλο	80 - 230	5,5 - 16
Δέρμα	200 - 300	14 - 21
Δέρμα - μέταλλο	1000	70

* Τό k_D είναι ή άντοχή του υλικού των δοντιών σε κάμψη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.2.

Τιμές συντελεστή γ

- | |
|---|
| $\gamma = 2$ για άκατέργαστα χυτά δόντια
$\gamma = 3$ για κατεργασμένα κοινά δόντια
$\gamma = 4$ για γωνιώδη δόντια (Δ)
$\gamma = 5$ για διπλά γωνιώδη δόντια |
|---|

9.9. Μειονεκτήματα τής κατατομής με εξειλιγμένη.

Όταν πρόκειται νά χαραχθοῦν όδοντωτοί τροχοί με μικρό αριθμό δοντιών, π.χ.

μέ 6 ή 8 ή 10 δόντια, τότε η καμπύλη με την ξειλιγμένη και μάλιστα με γωνία επαφής 15° στο κανονικό δόντι παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα.

Στό σχήμα 9.9 φαίνονται δύο διαφορετικές χαράξεις α και β, για τό ίδιο ζεύγος δοντωτών τροχών:

$$z_1 = 24 \quad \text{καί} \quad z_2 = 12 \quad \text{μέ} \quad m = 10$$

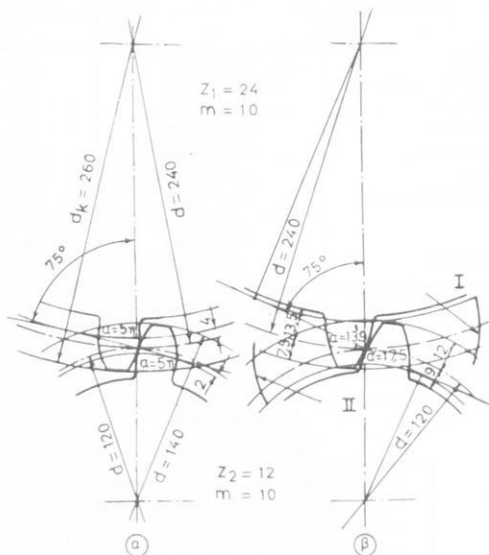
Στήν πρώτη χάραξη (α) εφαρμόσθηκαν οι γνωστοί κανόνες. Στή χάραξη αυτή όμως παρατηρούνται τά ακόλουθα:

- Τά δόντια του μικρού τροχού είναι αδύνατα στή βάση τους, και
- τό ευθύγραμμο τμήμα τής κατατομής του μικρού τροχού προς τό μέρος του ποδιού του δοντιού δέν προσαρμόζεται στο αντίστοιχο καμπύλο τμήμα τής κεφαλής του δοντιού του μεγάλου τροχού.

Καί τά δύο αυτά μειονεκτήματα αποφεύγονται μέ τή χάραξη Μάαγκ (Maag).

Στή χάραξη αυτή δέν υπάρχει σταθερός κανόνας σέ δ , τι αφορά στήν κατατομή του δοντιού.

Σέ κάθε περίπτωση τής πράξεως και ανάλογα προς τά δεδομένα του προβλήματος εκλέγεται διαφορετική γωνία επαφής, ή οποία σέ πολλές περιπτώσεις μπορεί



Σχ. 9.9.

νά είναι και μεγαλύτερη από 15° . Στή χάραξη αυτή δέν ισχύουν επίσης οι γνωστοί κανόνες για τό ύψος του ποδιού δηλαδή ότι:

$$f = 1,17m \quad \text{καί} \quad k = m$$

Έτσι στη χάραξη β (σχ. 9.9) ή γωνία έπαφής είναι 24° , τό ύψος κεφαλής του μικρού τροχού είναι 12 mm (άντί 10 mm), ενώ αντίθετα τό ύψος κεφαλής του μεγάλου τροχού είναι 7,5 mm (άντί 10 mm).

Τό εύνοϊκό αποτέλεσμα από τή χάραξη αυτή φαίνεται στό σχήμα, όπου μέ τήν κατάλληλη έκλογή τής μορφής τής κατατομής καί τά δόντια του μικρού τροχού στη βάση ένισχύθηκαν καί ή έπαφή τών δοντιών έγινε περισσότερο κανονική.

9.10 Κανόνες για τή σχεδίαση μις όδοντοκινήσεως.

Προκειμένου νά σχεδιασθεί μία όδοντοκίνηση καθορίζονται τά ακόλουθα:

α) τό βήμα ή τό μοντούλ τών δοντιών καθώς καί οι αριθμοί τών δοντιών τών δύο τροχών.

β) Υπολογίζονται οι άρχικές διάμετροι καί χαράζονται μετά οι άρχικές περιφέρειες, καθώς καί οι κατατομές τών δοντιών, σύμφωνα πρós όσα αναφέρθηκαν παραπάνω.

γ) Σχεδιάζονται μετά τά υπόλοιπα μέρη του τροχού, δηλαδή ή στεφάνη, οι βραχιόνες καί ό όμφαλός.

Παράδειγμα.

Έστω ότι έχομε νά σχεδιάσομε δύο όδοντωτούς τροχούς σέ ζεύξη καί τομή μέ τά παρακάτω στοιχεία:

$$z_1 = 20 \quad z_2 = 40 \quad m = 12$$

Η σχεδίαση αυτή όπως φαίνεται καί στό σχήμα 9.10, δέν παρουσιάζει δυσκολίες. Πρέπει όμως νά προσέχομε στη σχεδίαση, ώστε τά δόντια νά μήν διαγραμμίζονται, όταν οι τροχοί είναι σέ τομή (σχ. 9.10).

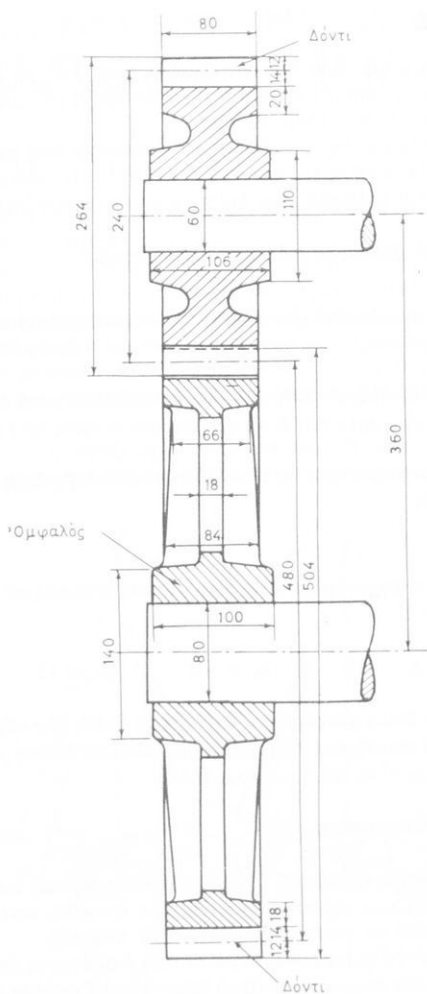
9.11 Κωνικοί όδοντωτοί τροχοί.

Όπως είδαμε στην παράγραφο 9.2, ή μετάδοση κινήσεως, όταν οι άξονες κινήσεως τέμνονται υπό γωνία, γίνεται μέ όδοντωτούς τροχούς, που έχουν σχήμα *κόλουρου κώνου*, δηλαδή μέ *κωνικούς όδοντωτούς τροχούς*.

Κάθε κόλουρος κώνος όμως όρίζεται μέ τίς δύο διαμέτρους καί τό ύψος του. Οι διάμετροι αυτές σέ κάθε κωνικό όδοντωτό τροχό είναι *ή μεγάλη ή έξωτερική άρχική διάμετρος d_a καί ή μικρή ή έσωτερική άρχική διάμετρος d_e* (σχ. 9.11α).

Έπειδή ό αριθμός τών δοντιών σέ κάθε τροχό είναι σταθερός καί έπειδή έχομε δύο άρχικές διαμέτρους, γι' αυτό έχομε καί δύο διαμετρικά βήματα (μοντούλ). Έχομε δηλαδή τό *μεγάλο διαμετρικό βήμα* m_1 τό όποιο άντιστοιχεί στη μεγάλη άρχική διάμετρο καί τό *μικρό διαμετρικό βήμα* m_2 που άντιστοιχεί στη μικρή διάμετρο.

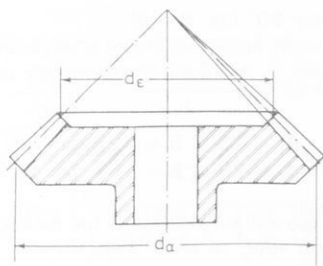
Από τά δύο διαμετρικά βήματα, τό *μέν μεγαλύτερο πρέπει νά έχει τυποποιημένη τιμή*, δηλαδή πρέπει νά έκλέγεται από τόν Πίνακα 9.5.1, τό δέ μικρότερο νά



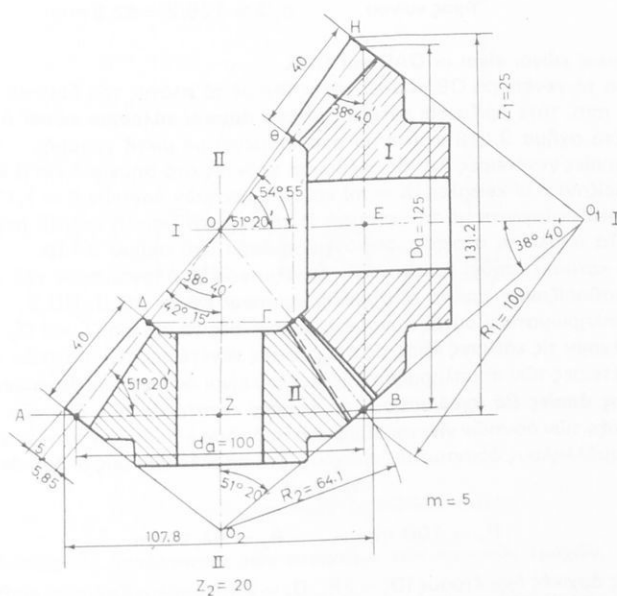
Σχ. 9.10.

προκύπτει από την κωνικότητα, που πρέπει να έχει ο τροχός.

Μετά από αυτά έστω το παρακάτω παράδειγμα οδοντοκινήσεως με κωνικούς οδοντωτούς τροχούς (σχ. 9.11β):



Σχ. 9.11α.



Σχ. 9.11β.

Παράδειγμα.

Τά στοιχεία τῆς ὀδοντώσεως, τά ὁποῖα μᾶς δίνονται εἶναι:

α) $z_1 = 25$ καί $z_2 = 20$

β) Τό μεγάλο μοντούλ $m_1 = 5$, τό δέ πλάτος τοῦ τροχοῦ $b = 40$ mm

γ) Ἡ γωνία τῶν ἀξόνων 90° (σχ. 9.11β).

Γιά νά σχεδιασθεῖ ἡ κίνηση, πρέπει πρῶτα νά χαραχθοῦν οἱ ἀξονες I καί II κάθετοι μεταξύ τους στό σημεῖο O. Μετά νά ὑπολογισθοῦν οἱ μεγάλες διαμέτροι καί τῶν δύο τροχῶν:

$$d_1 = 25 \times 5 = 125 \text{ mm}$$

$$d_2 = 20 \times 5 = 100 \text{ mm}$$

Σχηματίζονται ἔτσι οἱ ἀρχικοί κῶνοι I καί II (μέ διακεκομμένη μικτή γραμμῆ), σύμφωνα πρός τά στοιχεῖα τους, τά ὁποῖα εἶναι:

Τροχός I: Διάμετρος	$d_1 = 125 \text{ mm}$
Ἵψος κώνου	$d_2/2 = 100/2 = 50 \text{ mm}$
Τροχός II: Διάμετρος	$d_2 = 100 \text{ mm}$
Ἵψος κώνου	$d_1/2 = 125/2 = 62,5 \text{ mm}$

Οἱ ἀρχικοί κῶνοι εἶναι οἱ OAB καί OHB.

Ἄν ἀπό τή γενέτειρα OB παρθεῖ μήκος ἴσο μέ τό πλάτος τοῦ δοντιοῦ, δηλαδή $BG = 40 \text{ mm}$, τότε ὀρίζονται ἐντελῶς οἱ δύο **ἀρχικοί κόλουροι κῶνοι** ABΓΔ καί ΓΒΗΘ. (Στό σχῆμα 9.11β φαίνονται σχεδιασμένοι μέ μικτή γραμμῆ).

Στίς ἀκραῖες γενέτειρες ΑΔ, ΒΓ, φέρονται κάθετες στά σημεῖα Α καί Β καί πάνω σ' αὐτά ὀρίζονται οἱ κεφαλές ($K = m$) καί τά πόδια τῶν δοντιῶν ($f = 1,17 m$). Τά σημεῖα αὐτά ἐνώνονται μέ τήν κορυφή O καί σχηματίζεται ἡ κωνική μορφή τοῦ δοντιοῦ. Τά ὑπόλοιπα στοιχεῖα φαίνονται καθαρά στό σχῆμα 9.11β.

Γιά νά κατασκευασθεῖ ἡ κατατομή τῆς ἐξωτερικῆς ὀδοντώσεως τοῦ κωνικοῦ τροχοῦ, καθορίζονται πρῶτα οἱ **συμπληρωματικοί κῶνοι** AO₂B, HO₁B.

Οἱ συμπληρωματικοί αὐτοί κῶνοι ἔχουν κορυφές τά σημεῖα O₁ καί O₂, ἐνῶ γενέτειρες ἔχουν τίς κάθετες πρός τίς ἀντίστοιχες γενέτειρες τῶν ἀρχικῶν κώνων.

Οἱ γενέτειρες τῶν συμπληρωματικῶν κώνων εἶναι **ἀκτίνες τῶν ἀρχικῶν περιφερειῶν, στίς ὁποῖες θά σχεδιασθοῦν οἱ ἀκραῖες κατατομές τῶν δοντιῶν.**

Ἡ χάραξη τῶν δοντιῶν γίνεται σύμφωνα πρός ὅσα εἰπώθησαν στήν παράγραφο 9.7 γιά παράλληλους ὀδοντωτοῦς τροχοῦς. Στό παράδειγμά μας οἱ δύο ἀκτίνες εἶναι:

$$R_1 = 100 \text{ mm} \quad R_2 = 64,1 \text{ mm}$$

Ἀπό τίς ἀρχικές διαμέτρος ($D_1 = 2R_1$, $D_2 = 2R_2$), ὑπολογίζονται οἱ ἀριθμοί τῶν δοντιῶν, πού περιέχονται στίς ἀρχικές περιφέρειες.

Γιά νά βρεθοῦν οἱ ἀπαιτούμενες **ἀκτίνες καμπυλότητας**, γιά τή χάραξη τῆς κατατομῆς τοῦ δοντιοῦ, θά χρησιμοποιηθεῖ ὁ Πίνακας 9.7.1.

Στό **παράδειγμά μας** ἔχομε:
γιά τό μεγάλο τροχά:

$$z_1 = \frac{2R_1}{m_1} = \frac{2 \times 100}{5} = 40 \text{ δόντια}$$

γιά δέ τό μικρό:

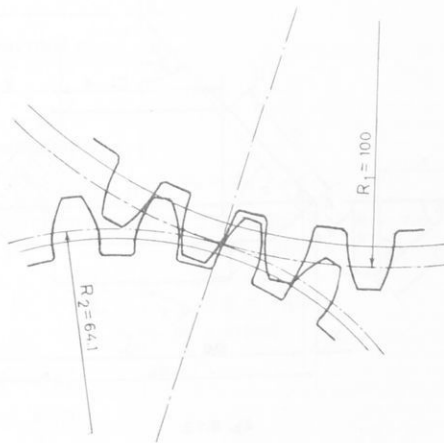
$$z_2 = \frac{2R_2}{m_1} = \frac{2 \times 64,1}{5} = 26 \text{ δόντια}$$

όποτε από τόν πίνακα 9.7.1 παίρνομε:

γιά τόν τροχό μέ $z_1 = 40$: $r_1 = r_2 = 4,2 \times 5 = 21 \text{ mm}$

γιά τόν τροχό μέ $z_2 = 26$: $r_1 = 3,78 \times 5 = 18,9 \text{ mm}$
 $r_2 = 2,42 \times 5 = 12,1 \text{ mm}$

Μέ τίς άκτίνες αυτές χαράζονται, κατά τά γνωστά, οί άκραιες κατατομές τών δοντιών (σχ. 9.11γ), οί όποίες αποτελοϋν τή βάση γιά τή χάραξη τοϋ κωνικοϋ όδοντωτοϋ τροχοϋ.



Σχ. 9.11γ.

Χάραξη άκραιάς κατατομής τών Κωνικών τροχών.

9.12 Αναλυτικός όπολογισμός τών στοιχείων τών κωνικών τροχών.

Γιά νά όπολογισθοϋν τά διάφορα στοιχεία τών κωνικών όδοντωτών τροχών, μέ βάση τά άρχικά δεδομένα σε κάθε περίπτωση, πρέπει νά χρησιμοποιηθοϋν και **τριγωνομετρικοί άριθμοί**, όποτε και ό όπολογισμός αυτός λέγεται **αναλυτικός**.

Πολλές φορές όμως γιά τήν εύρεση τών στοιχείων χρησιμοποιείται ή **γραφική μέθοδος**, έπειδή είναι πιό εύκολη. Η άκρίβεια, πού έπιτυγχάνεται μέ τή γραφική μέθοδο, είναι άρκετά ίκανοποιητική και γιά τό λόγο αυτό χρησιμοποιείται πολύ.

Γιά νά καταλάβομε όμως καλύτερα τό θέμα τών όδοντωτών τροχών μέ κωνικά δόντια, άς αναφέρομε ένα παράδειγμα. Γιά τή λύση του θά χρησιμοποιηθεί ή αναλυτική μέθοδος.

Παράδειγμα.

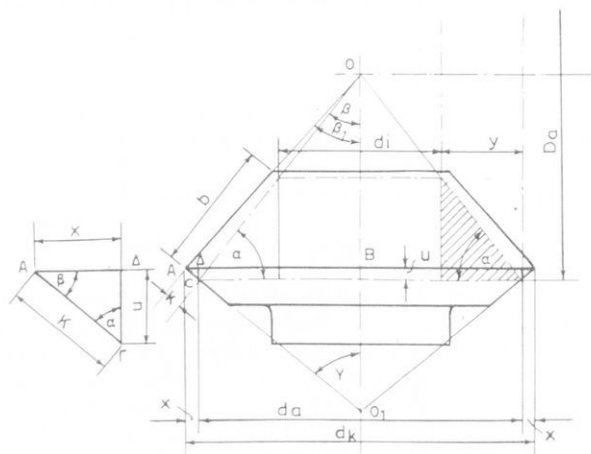
Δίνεται κωνικό ζευγός οδοντωτών τροχών με τὰ παρακάτω στοιχεία:

- αριθμός δοντιών z_1, z_2
- μεγάλο μοντούλ m
- πλάτος τροχού b
- γωνία άξόνων 90°

Με αυτά τὰ στοιχεία ὑπολογίζονται:

α) Οἱ ἔξωτερικὲς ἀρχικὲς διαμέτροι (σχ. 9.12):

$$d_a = m \cdot z_1 \quad D_a = m \cdot z_2$$



Σχ. 9.12.

β) Ἡ βασικὴ γωνία α :

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{D_a}{d_a} = \frac{m \cdot z_2}{m \cdot z_1}$$

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{z_2}{z_1}$$

Ἀπὸ τὴ σχέση ἀυτὴ καὶ μὲ τὴ βοήθεια τῶν τριγωνομετρικῶν πινάκων ὑπολογίζομε τὴ γωνία α .

γ) Ἡ ἡμιγωνία κορυφῆς β τοῦ ἀρχικοῦ κώνου:

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

δ) *Ἡ ἐσωτερικὴ ἀρχικὴ διάμετρος d_i :*

$$d_i = d_a - 2y$$

Ἀπὸ τὸ διαγραμμισμένο τρίγωνο ἔχομε:

$$y = b \cdot \sigmaυνα$$

ἄρα:

$$d_i = m \cdot z_1 - 2b \cdot \sigmaυνα$$

Καί ἐδῶ πάλι χρησιμοποιώντας τοὺς τριγωνομετρ. πίνακες ὑπολογίζομε τὸ d_i .

ε) *Τὸ ἐσωτερικὸ μοντούλ m_i :*

$$m_i = \frac{d_i}{z_1}$$

στ) *Ἡ διάμετρος κεφαλῶν d_k :*

$$d_k = d_a + 2x$$

Ἀπὸ τὸ τρίγωνο ΑΓΔ ἔχομε: $x = k \cdot \etaμα$ ($k = m$)
 $x = m \cdot \etaμα$

ὁπότε:

$$\begin{aligned} d_k &= d_a + 2m \cdot \etaμα \\ d_k &= m \cdot z_1 + 2m \cdot \etaμα \\ d_k &= m \cdot (z_1 + 2\etaμα) \end{aligned}$$

ζ) *Ἡ ἡμιγωνία κῶνου β_1 :*

Ἀπὸ τὸ τρίγωνο ΑΒΟ:

$$AB = \frac{d_k}{2} = \frac{m \cdot (z_1 + 2\etaμα)}{2}$$

$$BO = \frac{D_a - 2u}{2} = \frac{m \cdot z_2 - 2k \cdot \sigmaυνα}{2} = \frac{m \cdot z_2 - 2m \cdot \sigmaυνα}{2} = \frac{m \cdot (z_2 - 2\sigmaυνα)}{2}$$

$$\text{Ἐπειδὴ δὲ} \quad \epsilon\phi\beta_1 = \frac{AB}{BO} = \frac{m \cdot (z_1 + 2\etaμα)}{2} : \frac{m \cdot (z_2 - 2\sigmaυνα)}{2}$$

$$\epsilon\phi\beta_1 = \frac{z_1 + 2\etaμα}{z_2 - 2\sigmaυνα}$$

$$\beta_1 = 42^\circ 15'$$

$$\eta) \quad \gamma = \alpha = 51^\circ 20'$$

Ἡ σειρά καταργασίας στὸν τὸρνο τοῦ τροχοῦ, πού ἔχομε μελετήσει, δίνεται στὸ σχῆμα 9.13, εἶναι δὲ ἡ παρακάτω:

- Κατασκευή τῆς ὀπῆς ὀφθαλοῦ.
- Τόρνευση στή διάμετρο 107,8 mm.
- Κωνική τόρνευση ὑπὸ γωνία $42^\circ 15'$.
- Κωνική τόρνευση τοῦ ὀπίσθιου μέρους ὑπὸ γωνία $51^\circ 20'$ γιὰ τὸ σχηματισμὸ τοῦ συμπληρωματικοῦ κώνου.
- Ἀποκοπή τοῦ πλάτους τοῦ δοντιοῦ $b = 40$ mm καὶ τόρνευση τοῦ ἔσωτερι-κοῦ συμπληρωματικοῦ κώνου.
- Τελικὴ χάραξη δοντιῶν.

9.14 Κωνικοί ὀδοντωτοὶ τροχοὶ μέ γωνία ἀξόνων διαφορετικὴ ἀπ' τὴν ὀρθή γωνία.

Στὰ παραδείγματα πού ἀναφέρθηκαν παραπάνω ἐγίνε ἡ ὑπόθεση ὅτι οἱ ἀξονες τῶν δύο ὀδοντωτῶν τροχῶν ἦταν κάθετοι μεταξύ τους, ὅπως πράγματι καὶ συμβαίνει στὶς περισσότερες περιπτώσεις.

Αὐτὸ ὅμως δὲν ἀποκλείει καὶ τὴ χρησιμοποίηση κωνικῶν ὀδοντοτροχῶν μέ **γωνία διαφορετικὴ ἀπὸ 90°** .

Στὸ παράδειγμα πού ἀκολουθεῖ θὰ ἐξετασθεῖ ἡ περίπτωση τοῦ εἶδους αὐτῆς τῆς ὀδοντοκινήσεως, ὅπου ἡ γωνία τῶν ἀξόνων εἶναι 50° .

Παράδειγμα.

Δίνονται:

$$z_1 = 40 \text{ δόντια}$$

$$z_2 = 30 \text{ δόντια}$$

$$m = 4$$

$$\gamma = 50^\circ \text{ (σχ. 9.14α)}$$

Ζητεῖται νά ὑπολογισθοῦν οἱ γωνίες α , β .

Γιὰ νά βρεθοῦν οἱ γωνίες α καὶ β σχεδιάζεται πρῶτα τὸ τετράπλευρο ΑΒΟΔ, ἐπειδὴ εἶναι γνωστά τὰ στοιχεῖα κατασκευῆς του.

Συγκεκριμένα:

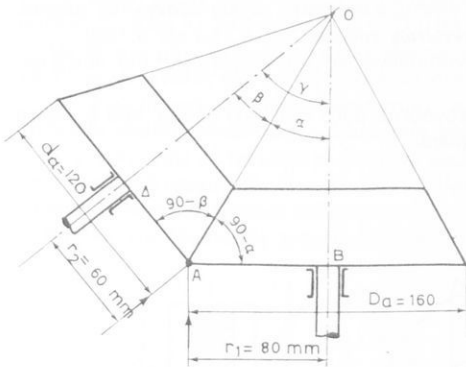
$$ΑΔ = \frac{m \cdot z_2}{2} = \frac{4 \times 30}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$ΑΒ = \frac{m \cdot z_1}{2} = \frac{4 \times 40}{2} = 80 \text{ mm}$$

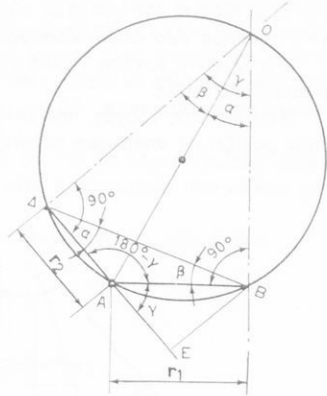
Οἱ πλευρές ΟΔ καὶ ΟΒ εἶναι ἀντίστοιχα κάθετες πρὸς τίς ΑΔ καὶ ΑΒ ὡς ἀξονες τῶν τροχῶν. Τὸ τετράπλευρο ἐπὶ πλέον, λόγω κατασκευῆς του, εἶναι ἐγγράψιμο σὲ κύκλο, ἀφοῦ τὸ ἄθροισμα τῶν ἀπέναντι γωνιῶν του εἶναι 2 ὀρθές.

Ἔτσι ἡ γωνία τῶν πλευρῶν ΑΒ καὶ ΑΔ εἶναι $180^\circ - 50^\circ = 130^\circ$.

Ἀπὸ τὸ σχῆμα 9.14β προκύπτει ἐπίσης ὅτι ἡ γωνία β ἰσοῦται μέ τὴ γωνία ΔΒΑ, ἡ δὲ γωνία α μέ τὴ γωνία ΑΔΒ, ἐπειδὴ εἶναι ἐγγεγραμμένες γωνίες πού βαίνουν σὲ ἴσα τόξα.



Σχ. 9.14α.



Σχ. 9.14β.

Έπίσης από το ορθογώνιο τρίγωνο ABE του σχήματος 9.14β προκύπτει η σχέση:

$$\begin{aligned} EB &= r_1 \cdot \eta\mu\gamma \\ \Delta E &= \Delta A + AE \\ \text{καί } \Delta E &= r_2 + r_1 \cdot \sigma\upsilon\nu\gamma \end{aligned}$$

Από το ορθογώνιο τρίγωνο ABE έχουμε επίσης τη σχέση:

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{EB}{E\Delta} \quad \eta\acute{\iota}$$

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{r_1 \cdot \eta\mu\gamma}{r_1 \cdot \sigma\upsilon\nu\gamma + r_2} = \frac{\eta\mu\gamma}{\sigma\upsilon\nu\gamma + \frac{r_2}{r_1}} = \frac{\eta\mu\gamma}{\sigma\upsilon\nu\gamma + \frac{z_2}{z_1}}$$

άπό την οποία υπολογίζεται τό α.

Αν στόν τελευταίο τύπο αντικατασταθούν τά γράμματα μέ τά δεδομένα έχουμε:

$$\epsilon\phi\alpha = 0,5524 \quad \delta\acute{\omicron}\pi\omicron\tau\epsilon: \alpha = 28^\circ 55', \quad \beta = 50^\circ - \alpha, \quad \beta = 21^\circ 5'$$

9.15. Κοχλιοειδείς χαράξεις.

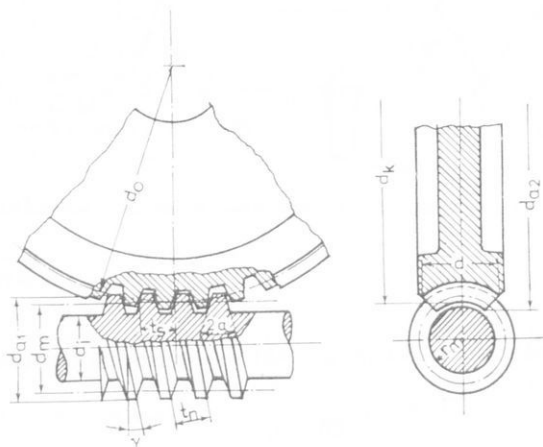
Ατέρμονας κοχλίας. Όδοντωτός τροχός.

Στήν άρχή του κεφαλαίου αυτόυ λέχθηκε ότι, όταν οι άξονες κινήσεως διασταυρώνονται στό χώρο, χωρίς νά τέμνονται (άξονες ασύμβατοι), τότε χρησιμοποιείται

για τή μετάδοση τής κινήσεως είτε σύστημα *ἀτέρμονα κοχλία-όδοντωτού τροχοῦ*, είτε σύστημα *δύο ἑλικοειδῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν* (σχ. 9.15α καί 9.15β).

Ὁ ἀτέρμονας κοχλίας εἶναι ὁ συνηθισμένος κοχλίας κινήσεως μέ μιά, δύο ἢ περισσότερες ἀρχές.

Ὁ ὀδοντωτός τροχός, πού συνεργάζεται μαζί του, ἔχει δόντια, πού ἡ μορφή τους μοιάζει μέ *σπειρώμα περικοχλίου*.



Σχ. 9.15α.

Ὅταν περιστρέφεται ὁ κοχλίας, τὰ σπειρώματά του *κοχλιώνονται στά δόντια* τοῦ τροχοῦ, σάν νά ἦταν ὁ τροχός περικόχλιο, μέ ἀποτέλεσμα ὕστερα ἀπό μιά στροφή τοῦ κοχλίου ὁ μὲν ἀτέρμονας νά βρίσκεται πάλι στήν ἀρχική του θέση, ὁ δέ τροχός νά ἔχει περιστραφεῖ κατά τόσα δόντια, ὅσες εἶναι καί οἱ ἀρχές τοῦ κοχλίου.

Ἄν π.χ. ὁ ἀτέρμονας κοχλίας ἔχει δύο ἀρχές, τότε σέ κάθε περιστροφή τοῦ κοχλίου ὁ ὀδοντωτός τροχός περιστρέφεται κατά δύο δόντια.

Γενικά, ἂν μέ τό a συμβολισθεῖ ἡ πολλαπλότητα τοῦ βήματος καί μέ τό z ὁ ἀριθμός τῶν δοντιῶν τοῦ τροχοῦ, τότε ὁ τύπος:

$$i = \frac{a}{z}$$

καθορίζει τή *σχέση μεταδόσεως τής κινήσεως* στό σύστημα ἀτέρμονα κοχλία - ὀδοντωτού τροχοῦ.

Τό i δηλαδή μᾶς καθορίζει πόσο περιστρέφεται ὁ ὀδοντωτός τροχός, ὅταν ὁ κοχλίας κάνει μιά περιστροφή. Ἄν π.χ. ἔχομε $a = 2$ καί $z = 40$ τότε προκύπτει:

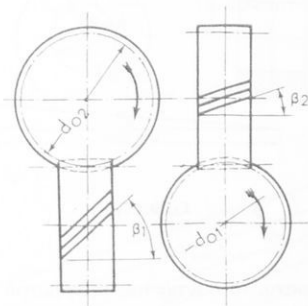
$$i = \frac{2}{40} = \frac{1}{20}$$

πού σημαίνει ότι σε κάθε στροφή του κοχλίου ο δοντωτός τροχός περιστρέφεται κατά τό $\frac{1}{20}$ ή ότι σε 20 στροφές του κοχλίου θα έχουμε μία περιστροφή του τροχού.

Μέ το σύστημα ατέρμονα κοχλία-δοντωτού τροχού είναι δυνατό να επιτευχθούν πολύ μεγάλες σχέσεις μεταδόσεως, οι οποίες μπορεί να φθάσουν καί μέχρι 1 : 50, ενώ μέ τούς συνήθεις δοντωτούς τροχούς δέν μπορούμε να πραγματοποιήσουμε σχέση μεταδόσεως μεγαλύτερη από 1 : 8.

Πρέπει καί εδώ να τονισθεῖ γι' άλλη μία φορά, ότι στό ζευγάρι ατέρμονα κοχλία καί δοντωτού τροχού δέν είναι δυνατό να αλλάχθεῖ ένα στοιχείο, πού να έχει μέν τό ίδιο βήμα, αλλά διαφορετική διάμετρο.

Κοχλίας καί δοντωτός τροχός συνδυάζονται ἀναπόσπαστα σάν ζεύγη.



Σχ. 9.15β.

Παράδειγμα 1.

Ἐς ὑποθέσουμε ότι μᾶς δίνονται τά ἐξῆς στοιχεῖα ατέρμονα κοχλία καί δοντωτοῦ τροχού:

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| — ἀρχική διάμετρος κοχλία | $d_m = 56 \text{ mm}$ |
| — ἀριθμός δοντιῶν τροχού | $z = 40$ |
| — μοντούλ | $m = 5 \text{ mm}$ |

Μέ βάση τά στοιχεῖα αὐτά χαράζεται ὁ ατέρμονας κοχλίας ὡς ἐξῆς:

Ἐφοῦ ὁ κοχλίας καί ὁ δοντωτός τροχός θά συνεργάζονται, θά πρέπει νά ἔχουν τό ἴδιο βήμα (σχ. 9.15γ).

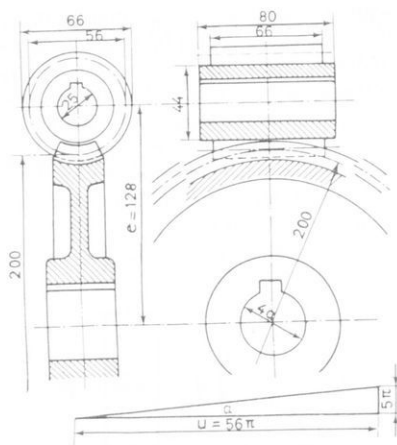
Στόν τροχό ὅμως, ὅταν δίδεται τό μοντούλ $m = 5$, τό βήμα του θά εἶναι $t = 5 \pi$.

Τό ἴδιο βήμα πρέπει νά ἔχει καί ὁ κοχλίας. Μέ ἀρχική ὁμοῦ διάμετρο τοῦ κοχλίας 56 mm γιά νά βρεθεῖ ἡ γωνία κλίσεως α , θά κατασκευασθεῖ ὀρθογώνιο τρίγωνο, τοῦ ὁποῖου ἡ μία κάθετη πλευρά θά ἔχει μήκος $u = 56 \pi$, ὅσο δηλαδή εἶναι καί τό μήκος τῆς περιφέρειας τοῦ κοχλίου, ἡ δέ ἄλλη 5 π , ὅσο δηλαδή εἶναι τό βήμα.

Ἡ γωνία α ὑστερα ἀπ' αὐτό ὑπολογίζεται ἀπό τό τριγωνομετρικό τύπο:

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{5 \cdot \pi}{56 \cdot \pi} = 0,089$$

$$\alpha = 5^\circ 5'$$



Σχ. 9.15γ.

Σέ χειροκίνητα συστήματα, τὰ δόντια τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ χαράζονται κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο, πού χαράζονται καί στοὺς παράλληλους ὀδοντωτοὺς τροχοὺς, μὲ τὴ διαφορά ὅτι τὰ δόντια ἐδῶ ἔχουν τὴν κλίση πού ἔχει καί ὁ κοχλίας στὸ παράδειγμά μας, δηλαδή τῶν $5^\circ 5'$.

Στοὺς πολύστροφους ὁμως μηχανισμοὺς ἡ χάραξη τῶν δοντιῶν γίνεται μὲ εἰδικὰ κοπτικά ἔργαλεῖα, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὴ μορφή καί τίς διαστάσεις τοῦ ἀτέρμονα κοχλίου.

Παράδειγμα 2.

Δίνεται κοχλίας πού ἔχει: τέσσερις ἀρχές ($\alpha=4$), ἀρχικὴ διάμετρο $d_m=70$ mm, μῆκος $l=70$ mm καί κάθετο βῆμα 5 π, δηλαδή τὸ μοντούλ του εἶναι $m=5$ mm.

Ἐπίσης δίνεται τροχὸς μὲ $z=40$ καί πλάτος $b=45$ mm. Ζητεῖται νά σχεδιασθεῖ ἡ κίνηση τοῦ συστήματος αὐτοῦ.

Λύση.

Ἄν θεωρήσουμε τὸν κοχλίου ἔτοιμο καί πάρουμε τὸ ἀνάπτυγμα τῆς ἀρχικῆς του περιφέρειας μῆκους 70 π, οἱ ἄξονες τοῦ τετραπλοῦ σπειρώματος θά φανοῦν ὡς 4 εὐθεῖες ὑπὸ κλίση καί μὲ ἀπόσταση ἢ μία ἀπὸ τὴν ἄλλη ἴση μὲ 5 π. Ἡ ἀπόσταση αὐτῆ, ὅπως ἀναφέραμε, εἶναι τὸ **κάθετο βῆμα**.

Γιά νά κατασκευασθεῖ αὐτὸ τὸ ἀνάπτυγμα ἐργαζόμεστε ὡς ἐξῆς: Φέρομε τὴν ὀριζόντια εὐθεῖα AB (σχ. 9.15δ) καί λαμβάνομε ἐπάνω σ' αὐτὴν τμῆμα ἴσο μὲ τὴν περίμετρο τοῦ κοχλίου 70 π. Μὲ κέντρο τὸ σημεῖο B καί ἀκτῖνα ἴση μὲ τὸ τετραπλάσιο τοῦ κάθετου βήματος, δηλαδή μὲ ἀκτῖνα 20 π, φέρομε τόξο καί ἀπὸ τὸ σημεῖο A ἐφαπτομένη σ' αὐτό. Μὲ αὐτὸ τὸν τρόπο ὀρίζεται ἡ γωνία κλίσεως α τῆς ἐλικοειδοῦς γραμμῆς καθὼς καί τὸ μετωπικὸ βῆμα $h=BG$.

Από τό σχήμα 9.15δ έχομε:

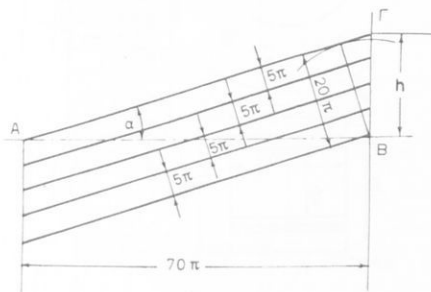
$$\eta\mu\alpha = \frac{20\pi}{70\pi} = 0,285, \quad \alpha = 16^\circ 36'$$

$$\text{Τό βήμα } h = 70\pi \cdot \epsilon\phi(16^\circ 36') = 70 \cdot \pi \cdot 0,298 = 65,55 \text{ mm}$$

Τό τέταρτο αὐτοῦ τοῦ μετωπικοῦ βήματος μᾶς δίνει τό **μετωπικό βήμα** τοῦ τροχοῦ. Ἐχομε λοιπόν:

$$t_s = \frac{65,55}{4} = 16,39 \text{ mm}$$

$$m_s = \frac{16,39}{\pi} = 5,22 \text{ mm}$$



Σχ. 9.15δ.

Ἐπειδή δέ έχομε καί $z = 40$ δόντια, ἡ ἀρχική διάμετρος τοῦ τροχοῦ σύμφωνα μέ τό γνωστό τύπο θά εἶναι:

$$d = 5,22 \times 40 = 209 \text{ mm}$$

Ἡ ἀπόσταση ἀξόνων τροχοῦ καί κοχλία θά εἶναι:

$$e = \frac{209}{2} + \frac{70}{2} = 139,5 \text{ mm}$$

Μέ τή βοήθεια τῶν διαστάσεων αὐτῶν μπορεῖ νά σχεδιασθεῖ ἡ κίνηση, ὅπως φαίνεται στό σχήμα 9.15ε.

Ἡ χάραξη τῶν δοντιῶν τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ γίνεται σέ κοίλη στεφάνη.

Γιά τήν κατεργασία τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ ἀπαιτεῖται ἡ γνώση ὀρισμένων διαστάσεων καθῶς καί ὀρισμένων γωνιῶν, τίς ὁποῖες ὑπολογίζομε παρακάτω:

α) Ἡ ἀκτίνα τῆς κοίλης στεφάνης (σχ. 9.15στ):

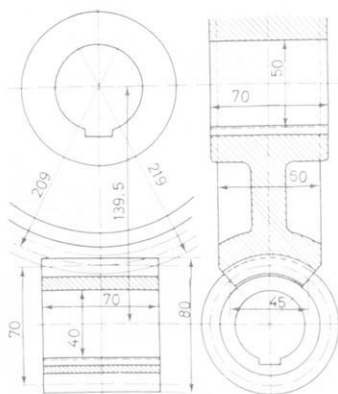
$$r = 35 - \kappa = 35 - m = 35 - 5 = 30 \text{ mm}$$

β) Ἡ κωνικότητα τῆς πλευρικῆς ἐπιφάνειας τῆς στεφάνης προκύπτει ἀπὸ τὸ τρίγωνο ΑΒΓ.

$$\eta\mu\alpha = \frac{25,5}{35} = 0,643$$

$$\alpha = 40^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$$



Σχ. 9.15ε.

γ) Ἡ διάμετρος κεφαλῶν δοντιῶν:

$$d_k = 2 \times 139,5 - 2x$$

Ἀπὸ τὸ τρίγωνο ΑΔΕ ἔχομε:

$$x = r \cdot \sigma\upsilon\upsilon\alpha$$

$$\delta\alpha\rho\alpha \quad x = 30 \times 0,766 = 23 \text{ mm} \quad \text{καὶ} \quad d_k = 2 \times 139,5 - 2 \times 23 = 233 \text{ mm}$$

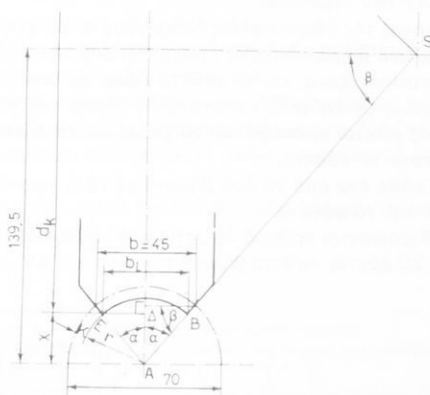
δ) Τὸ πλάτος b_1 :

$$b_1 = 2 \cdot r \cdot \eta\mu\alpha = 2 \times 30 \times 0,643 = 38,5 \text{ mm}$$

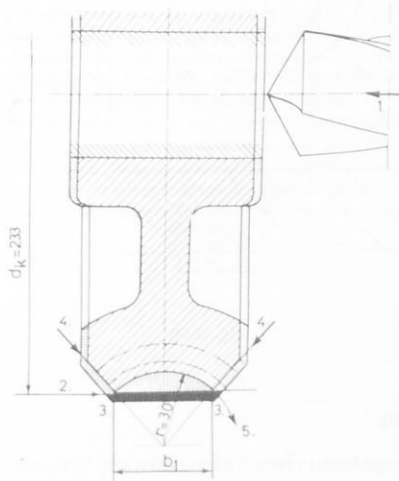
Ἡ σειρά κατεργασιῶν τοῦ τροχοῦ εἶναι ἡ ἑξῆς (σχ. 9.15ζ):

- Διάνοιξη τῆς τρύπας ὄμφαλοῦ.
- Τόρνευση τῆς διαμέτρου τῶν κεφαλῶν.
- Χάραξη τοῦ πλάτους $b_1 = 38,5 \text{ mm}$.
- Κανονικὴ τόρνευση τῶν πλευρικῶν ἐπιφανειῶν ὑπὸ γωνία 50° .

- Τόρνευση του κοίλου τμήματος με έργαλειο μορφής άκτινας 30° .
- Έπεξεργασία στεφάνης και όμφαλου.



Σχ. 9.15στ.



Σχ. 9.15ζ.

9.16. Έλικοειδείς όδοντωτοί τροχοί.

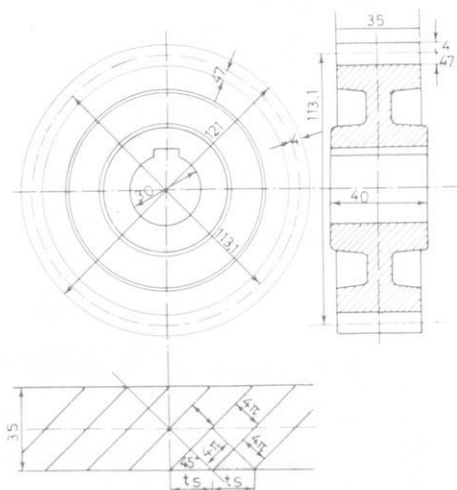
Οι τροχοί αυτοί έχουν λοξή όδόντωση και χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις, όπου οι άξονες των τροχών είναι **άσύμβατοι**, δηλαδή οι άξονες διασταυρώνονται μόν στο χώρο, αλλά δέν τέμνονται.

Λόγω της λοξότητας της όδοντώσεως διακρίνομε σ' αυτούς δύο ειδών βήματα (σχ. 9.16): τό **μετωπικό βήμα**, τό όποιο προκύπτει από τήν τομή τής όδοντώσεως μέ επίπεδο κάθετο στόν άξονα, και τό **κάθετο βήμα**, τό όποιο προκύπτει από τήν τομή τής όδοντώσεως μέ επίπεδο κάθετο στόν άξονα του όδοντιου.

Τό βήμα, πού μās δίνεται προκειμένου νά χαράξομε τά δόντια ενός έλικοειδούς τροχού, είναι πάντοτε τό κάθετο.

Αν διαιρέσομε κάθε ένα από τά δύο βήματα μέ τό π, προκύπτουν τά **δύο μοντούλ**: τό **μετωπικό** και τό **κάθετο**.

Στό σχήμα 9.16 φαίνονται καθαρά τό μετωπικό και τό κάθετο βήμα. Ό τροχός του σχήματος έχει 20 δόντια, κάθετο βήμα 4 π, γωνία $\alpha = 45^\circ$ και πλάτος 35 mm.



Σχ. 9.16.

9.17 Άνακεφαλαίωση.

1. Άντικείμενο του κεφαλαίου είναι ή όδοντοκίνηση. Στοιχεία τής όδοντοκινήσεως είναι οι όδοντωτοί τροχοί. Διακρίνομε παράλληλους όδοντοτροχούς, κωνικούς όδοντοτροχούς, ζεύγος άτέρμονα-όδοντωτοϋ τροχού και έλικοειδείς όδοντωτούς τροχούς.

2. Στους παράλληλους όδοντοτροχούς οι άξονες τών άτράκτων είναι παράλληλοι. Ό τροχός με τά περισσότερα δόντια παίρνει τίς λιγότερες στροφές. Ύπάρχει έναλλαξιμότητα στους τροχούς πού έχουν τό ίδιο βήμα. Στους κωνικούς τροχούς οι άξονες τών άτράκτων τέμνονται υπό γωνία. Οι τροχοί είναι κóλουροι κώνοι ή δέ έναλλαξιμότητα παύει νά εφαρμόζεται. Τό ζεύγος τών όδοντοτροχών είναι άχώριστο.
3. Μέ τούς παράλληλους καί κωνικούς όδοντωτούς τροχούς μπορούμε νά πετύχομε σχέση μεταδόσεως μέχρι τό πολύ 1:8.
4. Για λόγους κόστους όδοντοτροχών καί άπλοποίησης τών μηχανών κατασκευής τους έγινε τυποποίηση στά μοντούλ καί στά «πίτς».
5. Ή έξειλιγμένη καμπύλη προσφέρεται πολύ για κατατομή τών παραλλήλων όδοντοτροχών. Στην όδοντοκίνηση με μικρό αριθμό δοντιών υπάρχει περισσή έλευθερία στη χάραξη από πλευράς κανόνων.

9.18 Έρωτήσεις.

1. Τί καλούμε όδοντωτό τροχό;
2. Ποιά είναι τά βασικά χαρακτηριστικά ενός όδοντωτού τροχού;
3. Πόσων ειδών όδοντωτούς τροχούς έχουμε καί σε ποιά περίπτωση χρησιμοποιείται ο καθένας από αυτούς;
4. Ποιά σχέση υπάρχει μεταξύ τών στροφών καί τών διαμέτρων ζεύγους παραλλήλων όδοντωτών τροχών;
5. Πότε χρησιμοποιούνται οι κωνικοί όδοντωτοί τροχοί;
6. Τί είναι σχέση μεταδόσεως κινήσεως;
7. Τί είναι διαμετρικό βήμα (μοντούλ);
8. Ποιό δόντι καλούμε κανονικό;
9. Τί είναι τό διαμετρικό πίτς;
10. Ποιά σχέση συνδέει διαμετρικό βήμα καί διαμετρικό πίτς;
11. Ποιά κατατομή δοντιών λέγεται ότι είναι με έξειλιγμένη;
12. Μέ ποιους τρόπους σχεδιάζεται ή έξειλιγμένη καμπύλη;
13. Ποιά είναι τά μειονεκτήματα τής κατατομής δοντιού με έξειλιγμένη;
14. Ποιοί είναι οι κανόνες για τή σχεδίαση μιάς όδοντοκινήσεως;
15. Πόσα διαμετρικά βήματα διακρίνονται σ' ένα κωνικό όδοντοτροχό;
16. Ποιό διαμετρικό βήμα λαμβάνεται με στρογγυλεμένη τιμή από τόν πίνακα;
17. Ποιά είναι ή σειρά κατεργασίας ενός κωνικού όδοντοτροχού;
18. Πότε χρησιμοποιείται τό ζεύγος άτέρμονα καί όδοντωτού τροχού;
19. Πότε χρησιμοποιούνται οι έλικοειδείς τροχοί;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

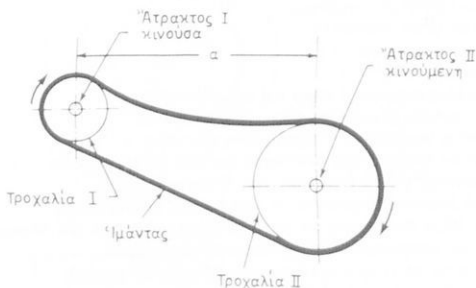
ΙΜΑΝΤΟΚΙΝΗΣΗ

10.1 Ίμαντοκίνηση - Τροχαλίες - Ίμάντες.

Γιά νά κινηθεῖ μία ἄτρακτος ἀπό ἄλλη, πού βρίσκεται σέ ὀρισμένη ἀπόσταση ἀπό αὐτή, χρησιμοποιεῖται ὡς **μεσάζων** ἕνα στοιχεῖο, πού καλεῖται ἰμάντας (λουρί) (σχ. 10.1α).

Γιά νά ἐπιτευχθεῖ ὁμοῦς ἡ κίνηση αὐτή πρέπει οἱ δύο ἄτρακτοι, δηλαδή ἡ **κινητήρια** καί ἡ **κινούμενη**, νά φέρουν ἀπό μία τροχαλία καί νά περιελιχθοῦν ἐξωτερικά μέ ἕνα ἰμάντα, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 10.1α.

Ὁ ἰμάντας πρέπει εὐθύς ἐξ ἀρχῆς νά εἶναι καλά **τανυσμένος**, δηλαδή νά ἔχει ἐξ ἀρχῆς ὀρισμένη τάση.



Σχ. 10.1α.

Ἐπλή μορφή ἰμαντοκινήσεως.

Μέ τόν τρόπο αὐτό, ὅταν περιστραφεῖ ἡ τροχαλία τῆς ἀτράκτου I, τότε μέ τή βοήθεια τοῦ ἰμάντα περιστρέφεται καί ἡ τροχαλία τῆς ἀτράκτου II, ἀρα καί ἡ ἄτρακτος, ἡ ὁποία ἔχει συνδεθεῖ μαζί της. Ἡ μέθοδος αὐτή μεταδόσεως τῆς κινήσεως καλεῖται **ἰμαντοκίνηση**.

Μέ τήν ἰμαντοκίνηση εἶναι δυνατόν ἡ κινούμενη ἄτρακτος νά ἔχει περισσότερες ἢ λιγότερες στροφές ἀπό ἐκεῖνες πού ἔχει ἡ κινουσα.

Ὅσα εἰπώθηκαν γιά τή σχέση μεταδόσεως στοῦς ὀδοντωτοῦς τροχοῦς ἰσχύουσι καί γιά τήν περίπτωση τῆς ἰμαντοκινήσεως.

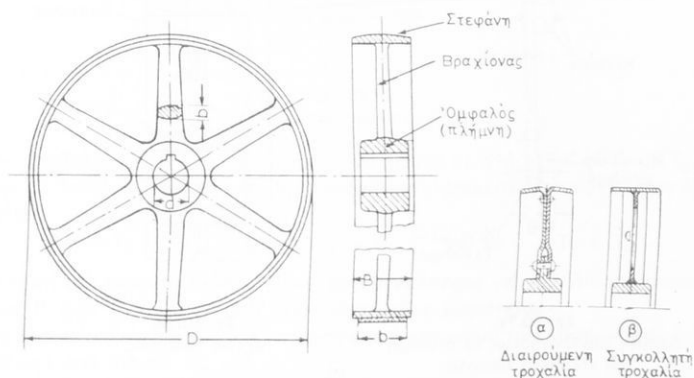
Ἔτσι:

Αν n_1 είναι οι στροφές και d_1 η διάμετρος της κινούσας τροχαλίας, n_2 δέ και d_2 , τὰ αντίστοιχα στοιχεία τῆς κινούμενης τροχαλίας, τότε **σχέση μεταδόσεως** ονομάζεται καί ἐδῶ ὁ λόγος n_2/n_1 , ὁ ὁποῖος ἰσοῦται μέ:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

Τὰ στοιχεία λοιπόν ἀπό τὰ ὁποῖα ἀποτελεῖται ἡ ἱμαντοκίνηση εἶναι οἱ **ἄτρακτοι**, οἱ **τροχαλίες** καί ὁ **ἰμάντας**.

Γιά τῖς ἀτράκτους ἔχομε ἤδη μιλήσει, ἀπομένει τώρα νά μιλήσουμε γιά τῖς τροχαλίες καί τοὺς ἰμάντες.



Σχ. 10.1β.
Εἶδη τροχῶν.

α) Τροχαλίες.

Ἡ τροχαλία ἀποτελεῖται ἀπό τὰ ἀκόλουθα μέρη: τῆ **στεφάνη**, τοὺς **βραχίονες** (τέσσερις ἢ ἕξι τόν ἀριθμό) καί τόν **ὄμφαλό (πλήμνη)**.

Οἱ βραχίονες συνδέουν τῆ στεφάνη μέ τόν ὄμφαλό, ἔχουν δέ διατομή συνήθως εἴτε ἔλλειπτική εἴτε διπλοῦ ταῦ (I).

Ὡς ὑλικό κατασκευῆς τῶν τροχαλιῶν χρησιμοποιεῖται ὁ **χυτοσίδηρος**, σπανιότερα δέ **κράματα ἀλουμινίου ἢ χάλυβα** (σέ περίπτωση μόνον ἡλεκτροσυγκολλητῆς κατασκευῆς).

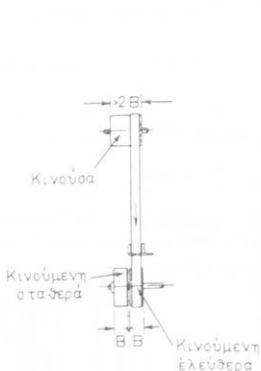
Οἱ τροχαλίες διακρίνονται σέ **σταθερές** καί **ἐλεύθερες**.

Σταθερή τροχαλία λέγεται ἐκείνη, πού σφηνώνεται στήν ἄτρακτο καί κατά σι-
νεία περιστρέφεται μαζί μέ αὐτή.

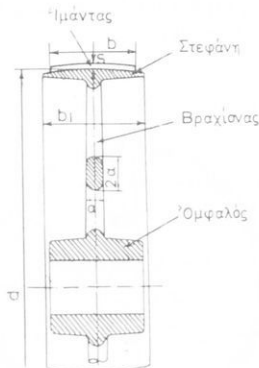
Ἐλεύθερη τροχαλία ἀντίθετα λέγεται ἐκείνη, πού δέν σφηνώνεται στήν ἄτρα-
κτο καί ἐπομένως μπορεῖ καί νά μὴ ἐπηρεάζεται ἀπό τήν κίνησή της (σχ. 10.1γ).

Όταν υπάρχει ανάγκη να μετατοπίζεται ο ἰμάντας στή στεφάνη, τότε τό έξωτερικό τμήμα τῆς στεφάνης τῆς τροχαλίας μπορεῖ νά εἶναι κυλινδρικό. Αυτό συμβαίνει όταν χρησιμοποιεῖται σύστημα δύο τροχαλιών, ἀπό τίς ὁποῖες ἡ μία εἶναι σταθερή καί ἡ ἄλλη ἐλεύθερη (σχ. 10.1γ). Στήν περίπτωση δῦως πού δέν ἀπαιτεῖται μετατόπιση τοῦ ἰμάντα, τότε ἡ στεφάνη γίνεται **ἐλαφρά καμπυλωτή** (σχ. 10.1δ).

Ὅπως ἔχει λεχθεῖ στά προηγούμενα, σέ κάθε ἰμαντοκίνηση χρησιμοποιοῦνται δύο τροχαλίες, ἡ κινούσα καί ἡ κινούμενη (σχ. 10.1δ). Ἡ κινούσα τροχαλία τοποθετεῖται πάντοτε στήν ἀτρακτο ἢ τῆς κινητήριας πηγῆς.



Σχ. 10.1γ.
Διάταξη ἰμαντοκινήσεως μέ σταθερή καί ἐλεύθερη τροχαλία.



Σχ. 10.1δ.
Σχέδιο τροχαλίας.

β) Ἰμάντες.

Κάθε ἰμάντας εἶναι δυνατόν νοητά νά χωρισθεῖ σέ **δύο κλάδους** καθώς περιστρέφει τίς δύο τροχαλίες καί κινεῖται ἀνάλογα μέ τή φορά περιστροφῆς πού ἔχει ἡ κινούσα τροχαλία. Τόν κλάδο **πού ἔλκει** τήν κινούμενη τροχαλία (ἔλκων κλάδος) καί τόν κλάδο **πού ἔλκεται** ἀπό αὐτήν (ἐλκόμενος κλάδος). Οἱ δύο κλάδοι ἔχουν τό ἴδιο μήκος. Στό σχῆμα 10.1ε κλάδος πού ἔλκει εἶναι ὁ κάτω καί ὁ κλάδος πού ἔλκεται εἶναι ὁ ἐπάνω.

Γιά νά ἐξασφαλισθεῖ πό ὀμαλή λειτουργία, συνήθως ὁ κάτω κλάδος ἐκλέγεται νά ἔλκει, ὁ δέ ἐπάνω νά ἔλκεται.

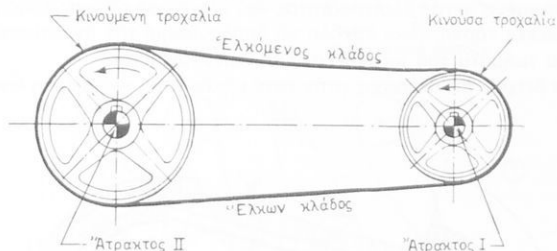
Γωνία ἐπαφῆς ἰμάντα στήν τροχαλία λέγεται τό τόξο, πού ἐπικαλύπτει ὁ ἰμάντας στήν τροχαλία.

γ) Τάσεις στόν ἰμάντα.

Ὁ ἰμάντας σκοπό ἔχει νά μεταβιβάσει στήν κινούμενη τροχαλία τήν **περιφερειακή δύναμη** P , πού ἀναπτύσσεται στήν κινούσα τροχαλία ἀπό τήν ἰσχύ πού μεταφέρεται μέσω αὐτῆς.

Έτσι, ενώ η δύναμη του ιμάντα καί στους δύο κλάδους είναι *ή ίδια προτού αρχίσει ή κίνηση* των τροχαλιών (άρχική τάση), κατά τή λειτουργία τής ιμαντοκινήσεως ή τάση στόν έλκοντα κλάδο γίνεται *μεγαλύτερη* από τήν αρχική τάση, ενώ στόν έλκόμενο κλάδο *μικρότερη*.

Ή διαφορά των τάσεων στους κλάδους είναι ίση μέ τήν περιφερειακή δύναμη P , πού μεταφέρεται.



Σχ. 10.1ε.

Γενική διάταξη ιμαντοκινήσεως.

Ήν συμβολισθεϊ μέ T_0 ή αρχική τάση του ιμάντα σέ στάση καί μέ T_1 καί T_2 αντίστοιχα οί τάσεις του έλκοντα καί του έλκόμενου κλάδου σέ λειτουργία, τότε ισχύει ή σχέση:

$$P = T_1 - T_2 \quad \text{τό} \quad T_1 > T_0 \quad \text{καί} \quad \text{τό} \quad T_2 < T_0$$

Ή τάση του έλκοντα κλάδου είναι τόσο *μεγαλύτερη* γιά τήν ίδια περιφερειακή δύναμη P , όσο ή γωνία έπαφής του ιμάντα είναι *μικρότερη*.

Πιό αναλυτικά στό σχήμα 10.1στ φαίνεται ή κατανομή των τάσεων στίς διάφορες θέσεις του ιμάντα.

Οί μερικές τάσεις από τίς διάφορες αιτίες αναλύονται ως έξης:

- Στό αρχικό τέντωμα του ιμάντα κατά τήν ανάπτυξη τής T_0 .
- Στή μεταφερόμενη δύναμη P .
- Στή φυγόκεντρη δύναμη έξ αιτίας τής περιστροφής.
- Στή κάμψη του ιμάντα στίς τροχαλίες.

Γιά επίπεδο ιμάντα μέ διατομή $F = b \cdot h$ (b : πλάτος, h : πάχος) οί παραπάνω τάσεις όρίζονται κατά τόν ακόλουθο τρόπο:

Τάση πού όφείλεται στό αρχικό τέντωμα:

$$\sigma_0 = \frac{T_0}{F} = \frac{T_0}{b \cdot h}$$

Τάση πού όφείλεται στήν μεταφερόμενη περιφερειακή δύναμη P :

$$K = \frac{P}{F} = \frac{P}{b \cdot h}$$

Τάση πού όφείλεται στήν φυγόκεντρο δύναμη:

$$\sigma_u = \frac{V}{F} = \frac{q \cdot u^2}{F \cdot g} = \frac{\gamma u^2}{10 \cdot g}$$

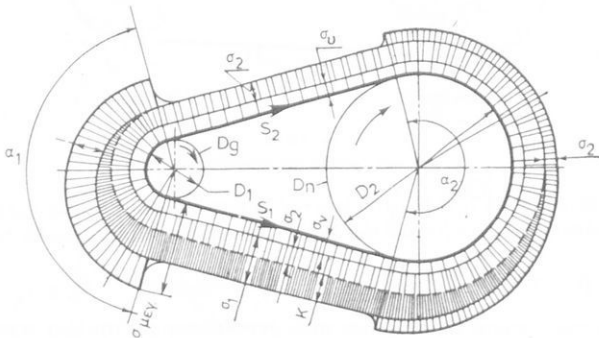
όπου γ : τό ειδικό βάρος του ιμάντα.

Τάση λόγω κάμψεως:

$$\sigma_{\kappa} = E_{\kappa} \frac{h}{D}$$

όπου E_{κ} : άνηγμένο μέτρο ελαστικότητας του ιμάντα σε κάμψη. Χρησιμοποιώντας αυτές τις μερικές τάσεις είναι εύκολο να υπολογίσουμε την αναπτυσσόμενη τάση στα διάφορα τμήματα του ιμάντα κατά τη λειτουργία του.

Τό σχήμα δείχνει ότι οι τάσεις στην κατά μήκος τομή του ιμάντα είναι μεταβλητές.



Σχ. 10.1σ.

Κατανομή τάσεων στην Ιμαντοκίνηση.

Ἡ μέγιστη τάση είναι στον ἔλκοντα κλάδο πρὸς τό ἄκρο τῆς μικρῆς τροχαλίας καί περιλαμβάνει:

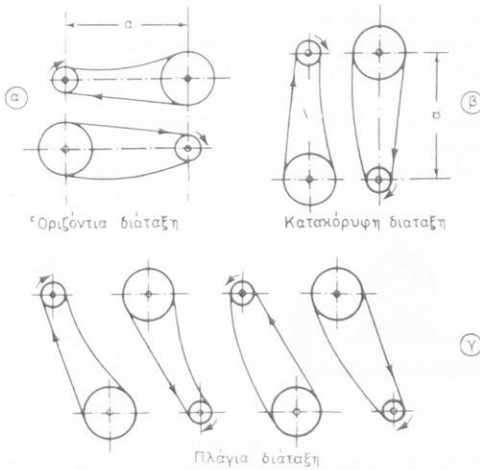
$$\sigma_{\max} = \sigma_0 + \frac{K}{2} + \sigma_u + \sigma_{\kappa} = \frac{T_0}{F} + \frac{P}{2F} + \frac{\gamma u^2}{10 \cdot g} + E_{\kappa} \frac{h}{D_1}$$

Ἀνάλογα μέ τή σχετική θέση πού παίρνουν οι ἄτρακτοι, οι τροχαλίες καί ὁ ιμάντας στό χώρο, διακρίνονται οι ἑξῆς περιπτώσεις:

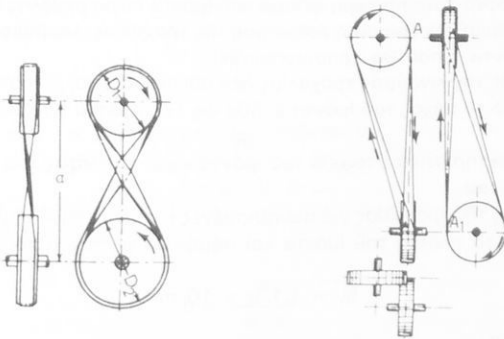
1) Ἡ περίπτωση κατά τήν ὁποία οι τροχαλίες ἀνήκουν σέ παράλληλες ἀτράκτους.

Ὄταν τό ἐπίπεδο, πού σχηματίζουν οι δύο παράλληλες ἀτράκτοι, εἶναι ὀριζόντιο, τότε καλοῦμε καί τή διάταξη τῶν τροχαλιῶν **ὀριζόντια** [σχ. 10.1ζ(α)]. Ἄν τό ἐπίπεδο τῶν ἀτράκτων εἶναι κατακόρυφο, τότε καί ἡ διάταξη τῶν τροχαλιῶν καλεῖται **κατακόρυφη** [σχ. 10.1ζ(β)] καί, τέλος, ἐάν ἔχει κλίση πρὸς τόν ὀριζόντιο (δηλαδή εἶναι πλάγιο), τότε καί ἡ διάταξη τῶν τροχαλιῶν καλεῖται **πλάγια** [σχ. 10.1ζ(γ)].

2) Ἡ περίπτωση, κατά τήν ὁποία οι τροχαλίες ἀνήκουν σέ ἀτράκτους διασταυρωμένες στόν χώρο ἢ εἶναι μέν παράλληλες, ἀλλά ἐπιθυμοῦμε ἀνάστροφη κίνηση



Σχ. 10.15.
Διατάξεις Ιμαντοκινήσεως.



Σχ. 10.16α.

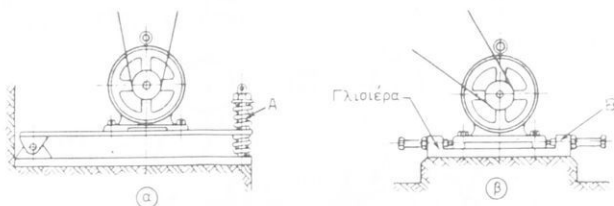
Σχ. 10.16β.

Σταυρωτές διατάξεις Ιμαντοκινήσεως.

στην κινούμενη τροχαλία. Τότε για να μεταδοθεί η κίνηση γίνεται **διασταύρωση** του ιμάντα (σχ. 10.16α και 10.16β).

Στό σχήμα 10.16 εικονίζονται δυο τρόποι, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την επίτευξη του αρχικού τανύσματος του ιμάντα, που είναι απαραίτητο για τη λειτουργία της Ιμαντοκινήσεως.

Ο ένας τρόπος είναι αυτός που δείχνει το σχήμα 10.1στ(α), κατά το οποίο το αρχικό τάνυσμα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του ελατηρίου Α, το οποίο ώθει συνεχώς με μία ορισμένη δύναμη την κινούσα τροχαλία προς τη διεύθυνση απομακρύνσεως των τροχαλιών. Αντίθετα στο σχήμα 10.1στ(β) ρό τάνυσμα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός κοχλία, ο οποίος σπρώχνει μία εύθυντήρια (γλισιέρα), η οποία καί περιλαμβάνει την κινούσα τροχαλία. Η ώθηση αυτή της κινούσας τροχαλίας είναι προς τη διεύθυνση απομακρύνσεώς της από την άλλη τροχαλία.



Σχ. 10.1i.
Τρόποι αρχικής τανύσεως του ιμάντα.

Η διάμετρος της κινούσας τροχαλίας δέν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη, γιατί τότε η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρη δύναμη εμποδίζει την καλή έπαφή ιμάντα καί τροχαλίας. Συγχρόνως όμως δέν πρέπει να είναι καί πολύ μικρή ή κινούσα τροχαλία, για να αποφεύγεται πρόωρη φθορά του ιμάντα λόγω μεγάλης κάμψεώς του.

Για να καθορισθεί περίπου η διάμετρος της τροχαλίας, λαμβάνεται ως βάση τό πάχος του ιμάντα s που θά χρησιμοποιηθεί.

Η διάμετρος της κινούσας τροχαλίας δέν πρέπει να είναι μικρότερη από 80 ως 100 φορές από τό πάχος του ιμάντα s : 80s ως 100s (όπου s τό πάχος του ιμάντα σε mm).

Γενικά χαρακτηριστικά στοιχεία του ιμάντα είναι τό πλάτος του b καί τό πάχος του s (σχ. 10.1ia).

Τό πλάτος b_1 της τροχαλίας για συνηθισμένες κινήσεις (παράλληλοι άξονες) όρίζεται με βάση τό πλάτος του ιμάντα καί σύμφωνα με τόν τύπο:

$$b_1 = 1,1 b + 10 \text{ mm}$$

όπου b σε mm.

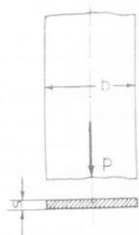
Στούς διασταυρούμενους ιμάντες εφαρμόζεται ό τύπος:

$$b_1 = 1,1 b + (30 - 40) \text{ mm}$$

Παράδειγμα.

Έστω ότι σε μία ιμαντοκίνηση πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ιμάντας πάχους $s = 4 \text{ mm}$ καί πλάτους $b = 50 \text{ mm}$. Η κινούσα τροχαλία στην περίπτωση αυτή θά πρέπει να κατασκευασθεί με διάμετρο 320 ως 400 mm καί με πλάτος:

$$b_1 = 1,1 \times 50 + 10 = 65 \text{ mm}$$



Σχ. 10.1α.
Σχέδιο Ιμάντα.

10.2 Ύπολογισμός του πλάτους του ιμάντα.

Οι ιμάντες έμπορίου έχουν ορισμένα πάχη. Τα πάχη δέ αυτά είναι 4, 5, 6 και 7 mm.

Ανάλογα πρὸς τὸ πάχος τοῦ ἰμάντα ὑπολογίζεται καὶ τὸ πλάτος, πού χρειάζεται γιὰ νὰ μεταφερθεῖ ἡ ἐπιθυμητὴ ἰσχύ. Οἱ ἰμάντες, πού χρησιμοποιοῦνται στὴν ἰμαντοκίνηση, φορτίζονται σὲ ἐφέλκυσμό· ὑπολογίζονται δέ μὲ βάση τὴν περιφερειακὴ δύναμη P , πού ἐκφράζεται σὲ kr , καὶ μεταφέρεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ἰμάντα ἀπὸ τὴ μιά τροχαλία στὴν ἄλλη.

Ἄν μὲ τὸν ἰμάντα μεταφέρεται περιφερειακὴ δύναμη P kr καὶ αὐτὸς ἔχει διατομὴ F cm^2 , τότε, σύμφωνα πρὸς τὸν τύπο τοῦ ἐφέλκυσμοῦ, ἰσχύει ἡ σχέση:

$$P = \sigma \cdot F$$

Ἐπειδὴ δέ $F = b \cdot s$, ὁ τύπος μετασχηματίζεται σέ:

$$P = \sigma_{\epsilon} \cdot b \cdot s$$

ἀπὸ τὸ ὁποῖο ὑπολογίζεται τὸ b :

$$b = \frac{P}{\sigma_{\epsilon} \cdot s}$$

ὅπου: σ εἶναι ἡ ἐπιτρεπόμενη τάση σὲ ἐφέλκυσμό τοῦ ἰμάντα σὲ kr/cm^2 , s τὸ πάχος τοῦ ἰμάντα σὲ cm , b τὸ πλάτος τοῦ ἰμάντα σὲ cm .

Οἱ τιμές τοῦ σ_{ϵ} γιὰ δερμάτινους ἰμάντες κυμαίνεται ἀπὸ 10 ὠς 12,5 kr/cm^2 .

Οἱ μικρότερες τιμές τοῦ σ_{ϵ} λαμβάνονται γιὰ τὶς μὴ εὐνοϊκὲς περιπτώσεις, ὅπως π.χ. στοὺς διασταυρούμενους ἰμάντες ἢ γιὰ μικρὲς τροχαλίες.

Τὸ σ_{ϵ} , πού ἐπεμβαίνει στὸν προηγούμενο τύπο, δέν ἐκφράζει τὴν **πραγματικὴ ἐπιτρεπόμενη τάση**, μὲ τὴν ὁποία ἐπιτρέπεται νὰ φορτισθεῖ ὁ ἰμάντας, ἀλλὰ μιά **συμβατικὴ τιμὴ** μικρότερη ἀπὸ τὴν πραγματικὴ, ἀφοῦ ἔχει λεχθεῖ ὅτι ἡ ἀναπτυσσόμενη δύναμη στὸν ἰμάντα εἶναι πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ δύναμη τῆς P .

Συνήθως ὡς συμβατικὴ τιμὴ σ_{ϵ} λαμβάνεται τὸ μισὸ ἀπὸ τὴν ἐπιτρεπόμενη τιμὴ

σε. Στόν Πίνακα 10.2.1. αναγράφονται άκριβώς οι συμβατικές αυτές τιμές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.2.1.

Ίμάντες έμπορίου από δέρμα με τις έπιτρεπόμενες δυνάμεις, που μπορούν να μεταφερθούν με $\sigma_{\epsilon} = 12,5 \text{ kp/cm}^2$

Ίμάντες				Ίμάντες			
Άπλοί	s	Διπλοί*	P kp	Άπλοί	s	Διπλοί	P kp
40	4	—	20	190	7	130	166
45	4	—	22,5	200	7	140	175
50	4	—	25	210	7	150	184
55	4	—	27,5	220	7	155	192,5
60	4	—	30	230	7	160	201
70	4	—	39	240	7	170	210
80	5	—	50	250	7	175	219
90	5	—	56	275	7	190	241
100	5	—	62,5	300	7	210	262,5
110	5	—	82,9	325	8	230	325
120	6	—	90	350	8	245	350
130	6	—	97,5	375	8	265	375
140	6	—	105	400	8	280	400
150	7	—	131	450	8	315	450
160	7	110	140	500	8	350	500
170	7	120	149	550	8	385	550
180	7	125	157,5	600	8	420	600

*Διπλοί ίμάντες λέγονται εκείνοι που έχουν διπλό πάχος.

Παράδειγμα 1.

Με μιά τροχαλία διαμέτρου 1400 mm, ή όποια στρέφεται με 80 στροφές τό λεπτό, πρόκειται να μεταφερθεϊ ισχύς 10 ίππων (HP). Ποιό πρέπει να είναι τό πλάτος του ίμάντα, όταν τό πάχος του είναι 7 mm τό δέ $\sigma_{\epsilon} = 12,5 \text{ kp/cm}^2$.

Λύση.

Σύμφωνα με τόν τύπο έχομε:

$$b = \frac{P}{\sigma_{\epsilon} \cdot s}$$

Ή δύναμη P θα ύπολογισθεϊ από τήν ισχύ N, που μās δίνεται σε ίππους.
Ή από τή γνωστή σχέση:

$$P = \frac{75 \cdot N}{u} \quad \text{όπου} \quad u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

αν αντικατασταθούν τά γράμματα μέ τά δεδομένα, θά ἔχομε:

$$u = \frac{\pi \times 1,4 \times 80}{60} = 5,8 \text{ m/s} \quad \text{ὁπότε}$$

$$P = \frac{10 \times 75}{5,8} = 129 \text{ kp}$$

$$b = \frac{129}{12,5 \times 0,7} = 15 \text{ cm}$$

Ἐπίσης, ἄπό τόν Πίνακα 10.2.1 βλέπομε ὅτι ὁ ὑπολογισμός μᾶς δίνει πλάτος ἱμάντα, πού ὑπάρχει στό ἐμπόριο.

Παράδειγμα 2.

Ἐπίσης, ἄπό μιά τροχαλία μέ περιφερειακή ταχύτητα 15 m/s πρόκειται νά μεταφερθεῖ ἰσχύς 20 HP. Νά ὑπολογισθοῦν οἱ διαστάσεις τοῦ ἀπαιτούμενου ἱμάντα μέ τή βοήθεια τοῦ Πίνακα 10.2.1.

Λύση.

Ἐπίσης, ἄπό τή σχέση $75 \cdot N = P \cdot u$ ἔχομε:

$$P = \frac{75 \cdot N}{u} = \frac{75 \times 20}{15} = 100 \text{ kp}$$

Σύμφωνα μέ τόν Πίνακα 10.2.1:

γιά $P = 97,5 \text{ kp}$ ἀρμόζει ἱμάντας $\frac{130}{6}$, γιά $P = 105 \text{ kp}$ ἀρμόζει ἱμάντας $\frac{140}{6}$

Ἐπίσης, ἄπό τούς δύο αὐτούς ἱμάντες ἐκλέγομε εἴτε τόν πλατύτερο εἴτε τόν στενότερο, ἀνάλογα πρὸς τῆς περιστάσεις.

10.3 Ὁδηγίες γιά τή λειτουργία τῶν ἱμάντων.

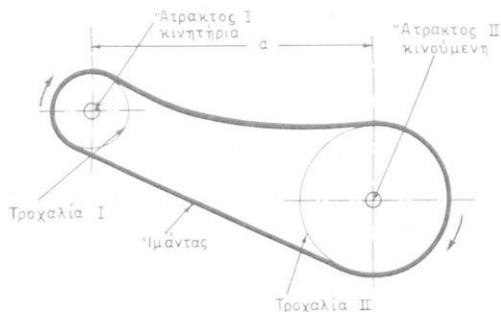
Ἐπίσης, ἄπό τόν Πίνακα 10.2.1 βλέπομε ὅτι ὁ ὑπολογισμός μᾶς δίνει πλάτος ἱμάντα, πού ὑπάρχει στό ἐμπόριο.

Ἐπίσης, ἄπό μιά τροχαλία μέ περιφερειακή ταχύτητα 15 m/s πρόκειται νά μεταφερθεῖ ἰσχύς 20 HP. Νά ὑπολογισθοῦν οἱ διαστάσεις τοῦ ἀπαιτούμενου ἱμάντα μέ τή βοήθεια τοῦ Πίνακα 10.2.1.

Ἐπίσης, ἄπό τούς δύο αὐτούς ἱμάντες ἐκλέγομε εἴτε τόν πλατύτερο εἴτε τόν στενότερο, ἀνάλογα πρὸς τῆς περιστάσεις.

$$75 \cdot N = P \cdot u$$

γιά να μεταφερθεί μία ορισμένη ισχύ N , όσο μεγαλύτερη είναι ή u , τόσο μικρότερη γίνεται ή P , άρα τόσο μικρότερος ήμάντας χρειάζεται.



Σχ. 10.3.

Έκτός άπ' αυτό μέ μικρότερη P ύποφέρουν λιγότερο τά έδρανα.

Οι τιμές, πού πρέπει να λαμβάνει ή περιφερειακή ταχύτητα, κυμαίνονται άπό 19 ως 25 m/s. Τιμές μεγαλύτερες ή μικρότερες άπό αυτές πρέπει να άποφεύγονται.

– Όλίσθηση ήμάντα.

Στίς ήμαντοκινήσεις γενικά παρατηρείται όλίσθηση του ήμάντα (γλίστρημα) στίς τροχαλίες, δηλαδή ή ήμάντας έμφανίζεται σάν να βρίσκεται σέ άδυναμία να παρακολουθήσει τήν κίνηση τής κινούσας τροχαλίας, μέ άποτέλεσμα να παρατηρείται **έλάττωση κατά 2% ως 5% στίς στροφές τής κινούμενης τροχαλίας**. Άν πρέπει να κρατηθούν σταθερές οι στροφές στόν κινούμενο άξονα, πρέπει ή να έλαττωθεί ή διάμετρος τής κινούμενης τροχαλίας κατά 2% ως 5% ή να αύξηθεί άντίστοιχα ή διάμετρος τής τροχαλίας πού κινεί.

Η μεγαλύτερη συνήθως σχέση μεταδόσεως, πού εφαρμόζεται σέ ήμαντοκίνηση, είναι 1:5, δηλαδή ή κινούμενη τροχαλία είναι κατά πέντε φορές μεγαλύτερη άπό τήν κινούσα.

10.4 ήμαντοκίνηση μέ ταυστήρα.

Όπως άναφέρθηκε στά προηγούμενα, στήν ήμαντοκίνηση πρέπει να άποφεύγονται κατά τό δυνατόν όλίσθήσεις του ήμάντα, πού προκαλούν μείωση τών στροφών. Ένας τρόπος άντιμετωπίσεως του προβλήματος αυτού είναι **μέ τήν αύξηση τής γωνίας έπαφής μέ τή βοήθεια ενός ταυστήρα** (σχ. 10.4α).

Ό ταυστήρας αυτός λειτουργεί όπως ένας μοχλός πρώτου είδους και άποτελείται: άπό τόν κύλινδρο A , τούς μοχλοβραχιόνες B και Γ , τό άντίβαρο Δ και τό ύπομόχλιο (στήριγμα) E .

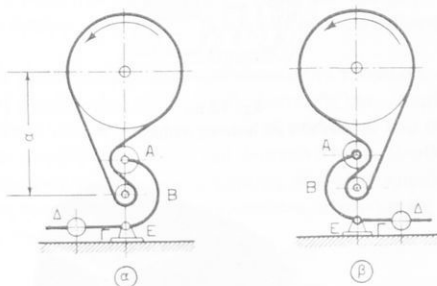
Ό κύλινδρος A τοποθετείται πάντοτε στόν **έλκόμενο κλάδο** και έχει ως σκοπό να αύξάνει τήν γωνία έπαφής κινούσας και κινούμενης τροχαλίας.

Όσο μικρότερη είναι η απόσταση (a) των άτράκτων και όσο μεγαλύτερη ή σχέση μεταδόσεως, τόσο περισσότερο απαιτείται η χρησιμοποίηση της διατάξεως του ταυυστήρα (σχ. 10.4β).

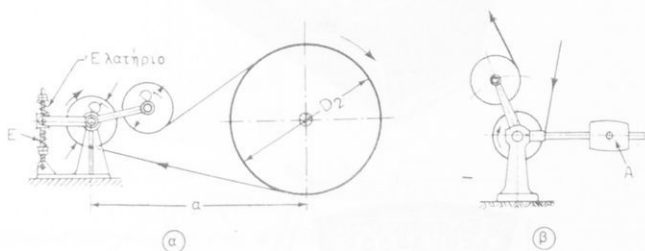
Με τόν τρόπο αυτό επιτυγχάνεται σχέση μεταδόσεως μεγαλύτερη από 1:5. Στο σχήμα 10.4β φαίνονται δυο ακόμη διατάξεις ταυυστήρων, που χρησιμοποιούνται στην πράξη.

Είναι αναγκαίο νά τονισθει ότι, όταν αύξηθούν οι γωνίες έπαφής του ίμάντα τόσο στην κινούσα όσο και στην κινούμενη τροχαλία, τότε μικραίνουν και οι τάσεις και στους δυο κλάδους· αυτό έχει ως συνέπεια νά καταπονούνται λιγότερο οι άτρακτοι και τά έδρανα.

Έκτός άπ' αυτό επιτυγχάνεται και οικονομία στους ίμάντες, γιατί για μικρότερες τάσεις χρησιμοποιείται μικρότερο πλάτος.



Σχ. 10.4α.
Διατάξεις ταυυστήρων.



Σχ. 10.4β.
Διατάξεις ταυυστήρων.

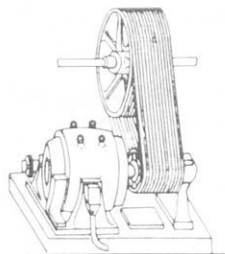
10.5 Ίμαντοκίνηση με τραπεζοειδείς ίμάντες.

Πρίν από σαράντα περίπου χρόνια άρχισε η χρησιμοποίηση των ίμάντων που λέγονται τραπεζοειδείς (σχ. 10.5α) ή ίμάντες V.

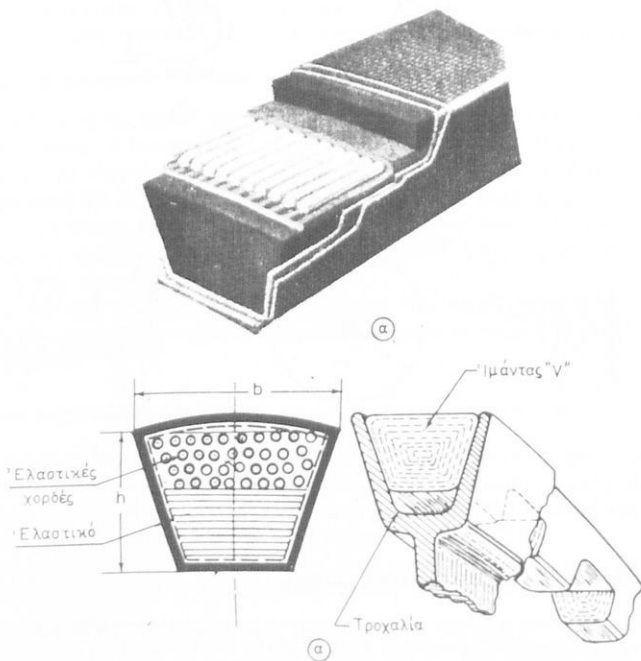
Οι ίμάντες αυτοί άρχικά έφαρμόσθηκαν σε ειδικές περιπτώσεις, όπου η άπόστα-

ση μεταξύ των άξόνων ήταν μικρή, σύντομα όμως ή διάδοση καί ή εφαρμογή τους επεκτάθηκε τόσο, ώστε σήμερα σχεδόν σ' όλες τις Ιμαντοκινήσεις νά χρησιμοποιούνται τραπεζοειδείς Ιμάντες.

Μέ τή σφηνοειδή κατατομή τους, πού έχουν οι Ιμάντες αὐτοί (σχ. 10.5β), δημιουργοῦν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς μέ τήν τροχαλία μεγαλύτερη σέ σύγκριση μέ τήν ἐπιφάνεια ἐπαφῆς στοῦς ἐπίπεδους Ιμάντες.



Σχ. 10.5α.
Κίνηση μέ Ιμάντες σχήματος V.



Σχ. 10.5β.

“Έτσι ή τριβή με την τροχαλία είναι μεγαλύτερη από εκείνη που επιτυγχάνεται με τους επίπεδους ιμάντες και γι’ αυτό με την ίδια αρχική τάση του ιμάντα, μεταφέρεται με αυτούς μεγαλύτερη περιφερειακή δύναμη άρα και μεγαλύτερη ισχύ.”

Συνήθως, όπου χρησιμοποιούνται τραπεζοειδείς ιμάντες, τοποθετούνται περισσότεροι από ένας ιμάντες, τοποθετούμενοι ο ένας δίπλα στον άλλο, οι δέ τροχαλίες φέρουν αντίστοιχα αυλάκια για να τους δέχονται (σχ. 10.5γ).

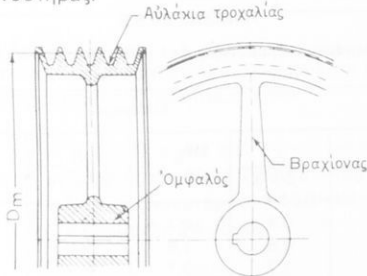
Οι τραπεζοειδείς ιμάντες κατά κανόνα κατασκευάζονται μονοκόμματοι και σε διάφορα μήκη, όποτε, για ένα ορισμένο ζεύγος τροχαλιών και δεδομένο μήκος ιμάντα έμπορίου, αντιστοιχεί ορισμένη απόσταση αξόνων α.

‘Από κατασκευαστικής πλευράς οι τραπεζοειδείς ιμάντες αποτελούνται από ένα **λάστιχένιο πυρήνα**, ο οποίος βρίσκεται στο έσωτερικό μέρος τους. ‘Επάνω σ’ αυτόν τυλίγονται πολλές βαμβακερές χορδές μεγάλης άνοτηχής, που διαποτίζονται με λάστιχο και σχηματίζουν το έσωτερικό τμήμα του ιμάντα και στη συνέχεια έχουν την έξωτερική επικάλυψη με λάστιχο [σχ. 10.5β (α) και (β)].

Οι χορδές είναι εκείνες που μεταφέρουν κυρίως τις δυνάμεις, που εφαρμόζονται στον ιμάντα.

“Όταν κινείται ο τραπεζοειδής ιμάντας πάνω στην τροχαλία, εφάπτονται σ’ αυτήν μόνο οι δυό μη παράλληλες πλευρές της διατομής του. ‘Ακριβώς αυτό είναι και το πλεονέκτημα αυτού του ιμάντα, επειδή με τό σφηνωμά του στο αυλάκι της τροχαλίας προκαλείται μεγαλύτερη τριβή και δυσκολότερα όλισθαίνει απ’ αυτήν.”

“Όταν υπάρχει ανάγκη να ταυσθεϊ ό ιμάντας, επειδή έπιμηκύνθηκε λόγω πολύχρονης λειτουργίας του, ή μετατίθεται ή κινητήρια μηχανή προς τά όπίσω ή χρησιμοποιείται είδικός ταυστήρας.



Σχ. 10.5γ.

Τροχαλία για τραπεζοειδείς ιμάντες.

– Χαρακτηριστικά στοιχεία των τραπεζοειδών ιμάντων.

Τά χαρακτηριστικά στοιχεία των τραπεζοειδών ιμάντων είναι: ή μεγαλύτερη πλευρά του τραπέζιου b και τό πάχος h (σχ. 10.5β).

Τά εύρωπαϊκά εργοστάσια, που ακολουθούν τό δεκαδικό σύστημα, κατασκευάζουν τους τραπεζοειδείς ιμάντες στους παρακάτω τύπους:

Τύποι	Z	A	B	C	D	E
b × h	10 × 6	13 × 8	17 × 11	22 × 14	32 × 20	40 × 25

Όμοια τὰ ἀμερικανικά ἐργοστάσια κατασκευάζουν ὀρισμένες κατατομές ἱμάντων, πού χαρακτηρίζουν μέ τὰ γράμματα Α,Β,С,D,Е. Οἱ χαρακτηριστικές διαστάσεις τῶν ἱμάντων αὐτῶν σέ ἴντσες ἀναγράφονται στὸν Πίνακα 10.5.1.

Ἡ γωνία α (σχ. 10.5δ) τῶν μὴ παράλληλων πλευρῶν τοῦ ἱμάντα κυμαίνεται ἀπὸ 35° ὡς 38°. Πίνακες τῶν κατασκευαστῶν δίνουν λεπτομέρειες πού ἀφοροῦν τόσο στοὺς ἱμάντες ὅσο καὶ στὶς τροχαλίες, στὶς ὁποῖες ἐφαρμόζουν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.1.

Κατατομή ἱμάντων ἀμερικανικῆς κατασκευῆς

	A	B	C	D	E
b σέ mm	12,7	16,5	22,0	31,75	38,10
b	1/2"	21/32"	7/8"	1.1/4"	1.1/2"
h	12/32"	7/16"	17/32"	3/4"	1"

Ὁ ὑπολογισμὸς τῆς μεταφερόμενης ἰπποδυνάμεως ἀπὸ κάθε ἱμάντα παρέχεται ἐπίσης ἀπὸ εἰδικούς Πίνακες.

Ὁ Πίνακας 10.5.2 ἀναφέρει στοιχεῖα τῆς μεταφερόμενης ἰπποδυνάμεως ἀνάλογα μέ τὴν περιφερειακὴ ταχύτητα τοῦ ἱμάντα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.2.

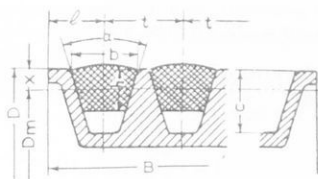
Μεταφερόμενη ἰπποδύναμη ἀπὸ κάθε τραπεζοειδῆ ἱμάντα

Περιφερειακὴ ταχύτητα u m/sec	Κατατομές					
	Z 10 × 6	A 13 × 8	B 17 × 11	C 22 × 14	D 32 × 20	E 40 × 25
2	0,2	0,4	0,7	1,1	2,4	3,7
5	0,5	0,9	1,6	2,8	5,8	9,1
10	0,9	1,7	3,1	5,3	11,1	17
15	1,1	2,3	4,1	7,3	15	23
20	1,3	2,7	4,8	8,2	17,5	27
25	1,1	2,5	4,6	8	17,1	25,5
30	0,8	2	3,6	6,2	13	20

Ἐπειδὴ οἱ τραπεζοειδεῖς ἱμάντες εἶναι πολὺ εὐλύγιστοι, μποροῦν νὰ χρησιμοποιηθοῦν μέ αὐτοὺς τροχαλίες μέ διαμέτρους μικρότερες ἀπὸ τίς ἀντίστοιχες γιὰ τοὺς ἐπίπεδους ἱμάντες.

Ἔτσι π.χ. μέ ἱμάντα «Α» λαμβάνεται ἐλάχιστη διάμετρος τροχαλίας 75 mm, ἐνῶ στὴν ἀντίστοιχη περίπτωση μέ ἐπίπεδο ἱμάντα λαμβάνεται τροχαλία 130 mm.

Ὁ Πίνακας 10.5.3 παρέχει τίς ἐπιτρεπόμενες ἐλάχιστες τιμές γιὰ διαμέτρους τροχαλιῶν γιὰ κάθε κατατομὴ ἱμάντα.



Σχ. 10.55.

Κατατομή τροχαλίας για ιμάντες V.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.3.

Έπιτρεπόμενες ελάχιστες τιμές διαμέτρων τροχαλιών για κάθε κατατομή ιμάντα

Σύμβολο	Μέγεθος εξωτερικού πλάτους x βάθος ιμάντα σε in	Μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο στον έλκοντα κλάδο σε t	Έλάχιστη διάμετρος τροχαλίας σε in	Διαφορά μεταξύ εξωτερικής διαμέτρου D με αρχική
A	1/2" x 11/32"	35	3	3/8"
B	21/32" x 7/16"	55	5,5	1/2"
C	7/8" x 17/32"	126	9	3/4"
D	1.1/4" x 3/4"	240	13	7/8"
E	1.1/2" x 1"	400	21,5	1,1/8"

Παράδειγμα.

Δίνεται ζευγος άντλίας - ηλεκτροκινητήρα, που κινείται με τραπεζοειδείς ιμάντες. Τά τεχνικά χαρακτηριστικά της κινήσεως είναι:

- Ίσχύς $N = 40$ HP
- Στροφές άντλίας: 2200/1 min
- Στροφές κινητήρας: 1450/min
- Λειτουργία 24 ώρες

Λύση.

Λαμβάνομε προαιρετικά ιμάντες τύπου C, όποτε:

Τροχαλία άντλίας $d = 220$ mm

Τροχαλία κινητήρα:

$$D = 220 \times \frac{2200}{1450} \quad \text{καί} \quad D = 330 \text{ mm}$$

Λαμβάνομε ως τιμή έφαρμογής $D_{\text{εφ}} = 350$ mm και απόσταση άξόνων $C = 450$ mm.

Ή περιφερειακή ταχύτητα είναι ίση προς:

$$u = \frac{\pi \cdot 0,33 \cdot 2200}{60}$$

$$u = 22,73 \text{ m/s}$$

Γιά τήν ταχύτητα αυτή άντιστοιχεί φόρτιση κάθε ίμάντα C μέ 7,7 HP, άρα: ό άριθμός τών ίμάντων i είναι:

$$i = \frac{40}{7,7} = 5,19$$

καί λόγω τής διακοπόμενης λειτουργίας τους λαμβάνεται συντελεστής ασφάλειας $K = 0,6$ όπότε:

$$i = \frac{5,19}{0,6}$$

$$i_{\epsilon\phi} = 9 \text{ ίμάντες}$$

Μήκος ίμάντα:

$$\begin{aligned} L &= 2 \times 450 + \frac{(330 - 220)^2}{4 \times 450} + 1,57(330 + 220) = \\ &= 900 + 6,72 + 863,50 = 1770, 20 \\ L &= 1770 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ή ίσχύς πού πρόκειται νά μεταφερθεΐ μέ τούς τραπεζοειδείς ίμάντες δέν πρέπει νά είναι ή όνομαστική του κινητήρα. Πρέπει νά καλυφθεΐ ή μετάδοση τής κινήσεως καί μέ ένα συντελεστή ασφάλειας K , πού έξαρτάται από τίς συνθηκές μεταδόσεως καί τό είδος του μηχανήματος.

Τιμές του K περιλαμβάνονται στόν παρακάτω πίνακα 10.5.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.4.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΔΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	K
Όμαλή έκκίνηση δίχως κτυπήματα.	Μικρές περιστροφικές άντλίες, άνεμιστήρες, μικρές έργαλειομηχανές, μεταφορείς.	1,2
Έπιφόρτιση μέχρι 50%. Μικρές έκκινήσεις.	Μεγάλες έργαλειομηχανές, μηχανές έπεξεργασίας ξύλων πρέσσας.	1,5
Άπότομη έκκίνηση μέχρις 100% πάνω από τό κανονικό φορτίο.	Έμβολοφόρες άντλίες, συμπιεστές θραυστήρες, μηχανές τσιμεντοβιομηχανίας.	1,6

Οι τροχαλίες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως από χυτοσίδηρο, ή δε στεφάνη φέρει τις σχετικές τυποποιημένες αύλακώσεις ανάλογα με τον αριθμό των Ι-μάντων που θα δεχθεί.

Αναφορικά με τη διάμετρο της κινούσας τροχαλίας στον Πίνακα 10.5.5 ορίζεται το ελάχιστο της διαμέτρου αυτής σε σχέση με την διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας της.

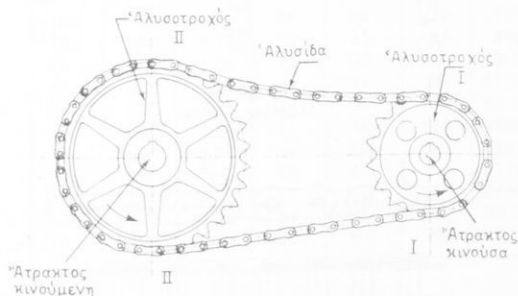
ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.5.
Διάμετροι κινούσας τροχαλίας

Ήμερήσια διάρκεια λειτουργίας	Κατατομές					
	Z	A	B	C	D	E
8 ώρες	50	70	125	200	315	500
16 ώρες	65	90	140	225	315	500
24 ώρες	80	110	160	250	355	560

10.6 Άλυσοκίνηση.

Τό χαρακτηριστικό στοιχείο σ' αυτήν τή μέθοδο μεταδόσεως κινήσεως είναι η αλυσίδα.

Βασικά δηλαδή αλυσοκίνηση είναι μία Ιμαντοκίνηση, με τή διαφορά ότι έχει αντικατασταθεί ο Ιμάντας με τήν αλυσίδα και οι τροχαλίες με τούς άλυσοτροχούς (σχ. 10.6α).



Σχ. 10.6α.
Άλυσοκίνηση με τροχούς.

Κλασσικό παράδειγμα άλυσοκινήσεως αποτελεί η κίνηση του ποδηλάτου.

Τις άλυσοκινήσεις γενικώς τις χρησιμοποιούμε εκεί, όπου είναι άδύνατο να χρησιμοποιηθούν οι Ιμάντες ή οι όδοντωτοί τροχοί. Αυτό συμβαίνει στις περιπτώσεις, όπου **η απόσταση μεταξύ των άτράκτων είναι κάπως μεγάλη, ο δε αριθμός των στροφών τους σχετικά μικρός.**

Τελευταία, επειδή η βιομηχανία των αλυσίδων προόδευσε πάρα πολύ, οι αλυσοκινήσεις έχουν διαδοθεί και εφαρμόζονται σχεδόν αποκλειστικά σε μεταδόσεις κινήσεων σε βαριά μηχανήματα, όπως π.χ.:

— Σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος για τις κύριες μεταδόσεις κινήσεων.

— Σε εγκαταστάσεις μεταλλείων για τις κύριες μεταδόσεις κινήσεως τριβείων, αεροσυμπιεστών, άνεμιστήρων, άντλιών, μεταφορέων κλπ.

— Σε μηχανήματα κατεργασίας μετάλλων.

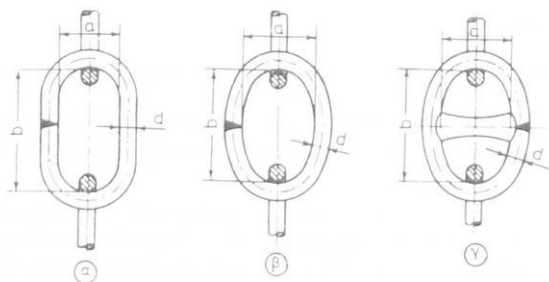
— Σε μηχανήματα κλωστοϋφαντουργίας κλπ.

Οι αλυσίδες κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες:

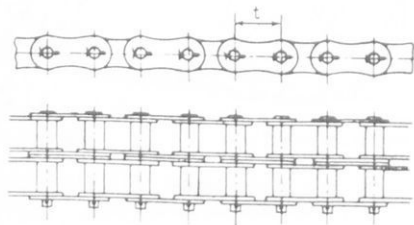
α) Στις **κοινές ή αλυσίδες δυνάμεως** (άλυσίδες δμικρον) (σχ. 10.6β).

β) Στις **σύνθετες ή αλυσίδες κινήσεως** (σχ. 10.6γ).

Στή συνέχεια θα εξετασθούν πρώτα κάθε κατηγορία από τις αλυσίδες χωριστά και μετά η μετάδοση κινήσεως σάν σύνολο.



Σχ. 10.6β.
*Αλυσίδες δμικρον.



Σχ. 10.6γ.
Σύνθετη αλυσίδα κινήσεως.

10.7 Κοινή αλυσίδα.

Οι κοινές αλυσίδες κατασκευάζονται από σίδηρο κυκλικής διατομής σε έλλειπτικούς κρίκους και με συγκολλητά τά άκρα της (σχ. 10.6β).

Οι χαρακτηριστικές διαστάσεις σε κάθε κοινή αλυσίδα είναι:

– Η διάμετρος d του στρόγγυλου σίδηρου, από τον οποίο κατασκευάζεται ο κρίκος.

– Τό έσωτερικό πλάτος a του κρίκου.

– Τό έσωτερικό μήκος b του κρίκου.

Τό μέγιστο έπιτρεπόμενο φορτίο ύπολογίζεται από τον τύπο:

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4} \cdot k \quad \text{σε κρ}$$

όπου: k είναι η έπιτρεπόμενη τάση, ($k = 600 \text{ κρ/cm}^2$).

Ό Πίνακας 10.7.1 παρέχει τόσο τίς τυποποιημένες διαστάσεις κοινών αλυσίδων, οι όποίες κατασκευάζονται μέ βάση τούς γερμανικούς κανονισμούς, καθώς και τά έπιτρεπόμενα φορτία κάθε μις.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.7.1.

Κανονικές διαστάσεις και έπιτρεπόμενα φορτία

Διάμετρος d	Έσωτ. πλάτος a	Βήμα b	Φορτίο κρ	Βάρος ανά μέτρο	Διάμετρος d	Έσωτ. πλάτος a	Βήμα b	Φορτίο κρ	Βάρος ανά μέτρο
5	7	18,5	160	0,50	28	38	78	7500	17,6
6	8	18,5	250	0,75	30	41	84	8500	20,0
7	9	22	370	1,00	32	43	90	10000	23,0
8	10	24	540	1,35	35	47	98	11570	27,5
10	13,5	28	930	2,25	38	51	106	13640	32,5
13	18	36	1590	3,80	41	55	114	15880	38,0
16	22	45	2500	5,80	44	60	123	18280	43,5
18	24	50	3060	7,30	48	65	134	21760	52,0
20	27	56	3780	9,00	52	70	146	25540	61,0
23	31	64	5000	12,00	56	76	157	30000	70,5
26	35	72	6390	15,00	60	81	168	34000	81,0

Άνάλογα μέ τή μορφή, πού έχουν οι κοινές αλυσίδες, διακρίνονται σε **έπιμήκεις**, **κοντές** και **ένισχυμένες**.

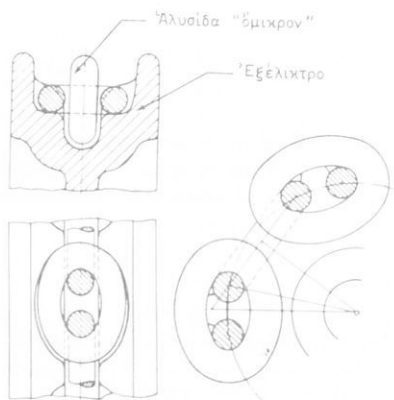
Στό σχήμα 10.6β(α) φαίνεται μιá έπιμήκης αλυσίδα, στό σχήμα 10.6β(β) μιá κοντή αλυσίδα, ενώ στό σχήμα 10.6β(γ) φαίνεται μιá ένισχυμένη.

Οι κοινές αλυσίδες χρησιμοποιούνται κυρίως για τήν άνύψωση βαρών μέ μικρή ταχύτητα, γι' αυτό άλλωστε καλούνται και **άλυσίδες δυνάμεως**. Για νά επιτύχει αυτός ό σκοπός, η κοινή αλυσίδα εφαρμόζει πάνω σε είδικές όδοντωτές τροχαλίες, πού καλούνται **έξέλικτρα**.

Τό έξέλικτρο χρησιμοποιείται για νά μεταβιβάζεται μέσω αυτού η δύναμη από τήν αλυσίδα, ώστε νά μετακινείται τό βάρος πού βρίσκεται δεμένο στό έλεύθερο άκρο τής αλυσίδας.

Ός παράδειγμα αναφέρομε τό εξέλικτρο, δηλαδή τόν άλυσοτροχό ενός βαρούλκου πλοίου (σχ. 10.7), μέ τή βοήθεια του όποίου σύρεται ή άγκυρα του πλοίου.

Στό σχήμα 10.7 φαίνεται λεπτομέρεια από τίς έγκοπές του εξέλικτρου, καθώς και ό τρόπος πού έφαρμόζεται επάνω σ' αυτό ή άλυσίδα.



Σχ. 10.7.
Έξελικτρο βαρούλκου.

10.8 Σύνθετες άλυσίδες ή άλυσίδες κινήσεως.

Οι άλυσίδες κινήσεως διαιρούνται καί αυτές σέ δύο κατηγορίες:

α) Στίς **άλυσίδες μέ ράουλα** (κύλιστρα), πού είναι οι περισσότερο διαδεδομένες (σχ. 10.8α) καί

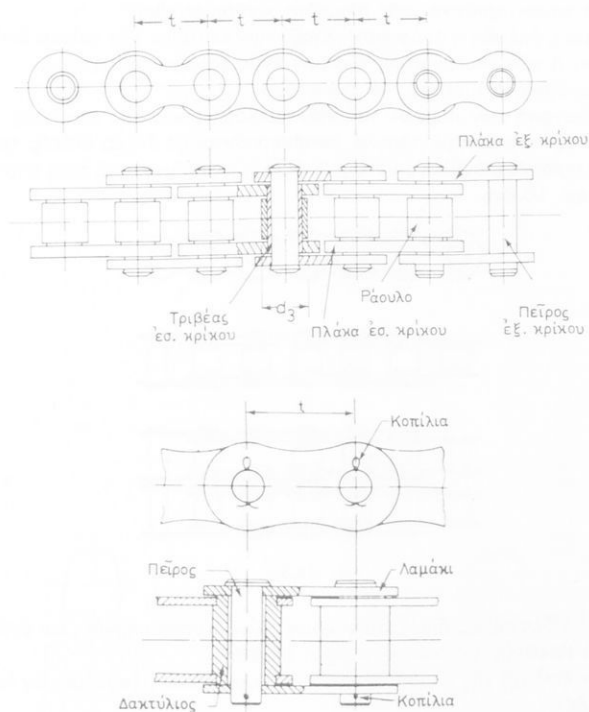
β) στίς **άλυσίδες μέ έσωτερικά δόντια** (άθόρυβες) (σχ. 10.8β).

Οι άλυσίδες μέ ράουλα αποτελούνται από έξωτερικούς καί έσωτερικούς **κρίκους**, πού διαδέχονται ό ένας μετά τόν άλλο σέ σειρά.

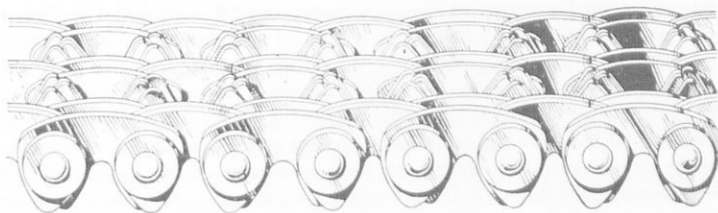
Κάθε έσωτερικός κρίκος αποτελείται από δύο πλάκες (λαμάκια), πού στερεώνονται μέ ειδικό τρόπο σφηνώματος στά άκρα δύο σωληνωτών τριβέων. Στούς τριβείς αυτούς έφαρμόζουν τά ράουλα πού γυρίζουν έλεύθερα.

Κάθε έξωτερικός κρίκος αποτελείται επίσης από δύο πλάκες (λαμάκια) του ίδιου μεγέθους μέ τίς πλάκες του έσωτερικού κρίκου· οι πλάκες όμως αυτές στερεώνονται στά άκρα δύο πείρων, πού έχουν τέτοια διάμετρο, ώστε νά μπορούν νά γυρίζουν έλεύθερα μέσα στούς σωληνωτούς τριβείς των έσωτερικών κρίκων. Ή συναρμολόγηση τής άλυσίδας γίνεται μέ τό πέρασμα των πείρων κάθε έξωτερικού κρίκου στό έσωτερικό των σωληνωτών τριβέων δύο γειτονικών έσωτερικών κρίκων.

Από τά παραπάνω προκύπτει ότι ή άλυσίδα αποτελείται από μία **σειρά από μι-**



Σχ. 10.8α.
Άσφαλεια αλυσίδας με κοπίλιες.



Σχ. 10.8β.

κρά έδρανα που τοποθετούνται σε απόσταση όσο είναι το *βήμα της αλυσίδας*. Έτσι έξηγεΐται καΐ ή σημασία που έχει ή τακτική λίπανσή της, προκειμένου να έξασφαλισθεΐ όμαλή λειτουργΐα καΐ πρόληψη προώρων φθορών.

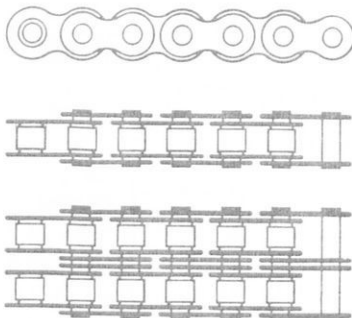
Τά κύρια χαρακτηριστικά μιᾶς ἀλυσίδας κινήσεως εἶναι:

α) Τό βῆμα t , δηλαδή ἡ ἀπόσταση μεταξύ τῶν κέντρων τῶν πείρων ἑνός ἐξωτερικοῦ κρίκου ἢ τῶν σωληνωτῶν τριβῶν ἑνός ἐσωτερικοῦ κρίκου.

β) Ἡ ἐξωτερική διάμετρος τοῦ κυλίστρου.

γ) Ἡ ἀπόσταση τῶν πλακῶν τοῦ ἐσωτερικοῦ κρίκου τῆς ἀλυσίδας.

Οἱ ἀλυσίδες κινήσεως μέ ράουλα, ὑποδιαιροῦνται σέ **ἀπλές**, **διπλές**, **τριπλές** καί σπάνια σέ **τετραπλές**, ἀνάλογα μέ τόν ἀριθμό τῶν κλάδων, ἀπό τοῦς ὁποίους ἀποτελοῦνται (σχ. 10.8γ).



Σχ. 10.8γ.

Καί οἱ ἀλυσίδες αὐτές, ὅπως καί οἱ κοινές, εἶναι τυποποιημένες καί στό ἐμπόριο μποροῦν νά βρεθοῦν σέ ὀρισμένα μόνο μεγέθη.

Μετά τήν ἐπιλογή τῆς ἀλυσίδας γίνεται ἡ ἐκλογή τῶν ἀλυσοτροχῶν (σχ. 10.8δ καί σχ. 10.8ε).

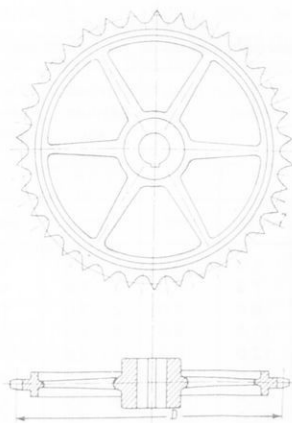
Ἔτσι καί τά δόντια τοῦ ἀλυσοτροχοῦ θά ἔχουν τό ἴδιο βῆμα μέ τήν ἀλυσίδα, τό δέ πάχος τοῦ δοντιοῦ θά ἐξαρτηθεῖ ἀπό τό πλάτος πού ἔχει τό ράουλο τῆς ἀλυσίδας.

Συνήθως, ὅπως προκύπτει ἀπό τήν πείρα, ὁ ἀριθμός τῶν δοντιῶν τοῦ μικρότερου ἀλυσοτροχοῦ δέν πρέπει νά εἶναι μικρότερος ἀπό 19. Ἐξ ἄλλου ὁ ἀριθμός τῶν δοντιῶν τοῦ μεγάλου ἀλυσοτροχοῦ **δέν πρέπει νά ὑπερβαίνει** τό 150 καί μάλιστα γιά ἀλυσίδες μέ βῆμα πάνω ἀπό $1/2''$ δέν πρέπει νά ὑπερβαίνει τό 114.

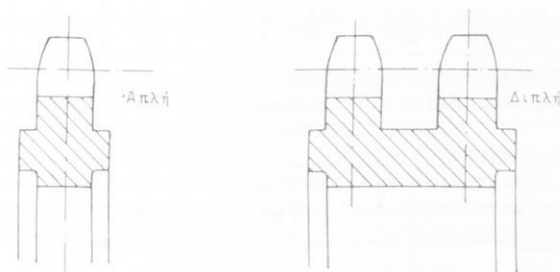
Ἀπό τά παραπάνω προκύπτει ὅτι μέ τίς ἀλυσίδες δέν μποροῦμε νά πετύχομε σχέση μεταδόσεως κινήσεως μεγαλύτερη ἀπό 1:6. Οἱ ἀλυσίδες κινήσεως γιά μέγαρα φορτία ὑπερτεροῦν ἀπό τίς κοινές ἀλυσίδες «δμικρον», γιατί σ' αὐτές ἀπό κατασκευῆς τους ἡ τριβή στίς ἀρθρώσεις εἶναι μικρότερη καί ἔτσι ἐργάζονται καλύτερα. Παρουσιάζουν ὁμως τό ἐλάττωμα ὅτι δέν ἀντέχουν στή σκόνη καί στήν ὑγρασία καί γι' αὐτό εἶναι ἀκατάλληλες γιά μηχανήματα πού ἐργάζονται στό ὑπαίθρο.

Τά χαρακτηριστικά στοιχεῖα τῶν ἀλυσίδων αὐτῶν τά συναντοῦμε σέ Πίνακες διαφόρων τεχνικῶν μνημονίων.

Ἐκτός ἀπό τοῦς παραπάνω τύπους συνθέτων ἀλυσίδων ὑπάρχει καί ἕνας ἄλλος τύπος, ὁ ὁποῖος εἶναι πιό ἀπλός ἀπ' ὅ τοῦς προηγούμενους.



Σχ. 10.86.
Άλυστροχός.



Σχ. 10.8ε.
Στεφάνια άλυστροχών.

Στό σχήμα 10.8στ φαίνεται ο τύπος αυτός της αλυσίδας. Στόν τύπο αυτό δέν χρησιμοποιούνται δακτύλιοι καί πείροι, άλλα μόνο έλασμάτα καί πείροι. Οι πείροι όμως αúτοι κατασκευάζονται μέ πατοῦρες καί από τίς δύο πλευρές, γιά νά κρατείται ή απόσταση τών έλασμάτων μεταξύ τους σταθερή.

Οι πείροι, μετά τήν τοποθέτηση ροδέλλας, είτε κεφαλώνονται στό άκρα τους είτε άσφαλίζονται μέ άσφαλιστικές περόνες (κοπίλιες).

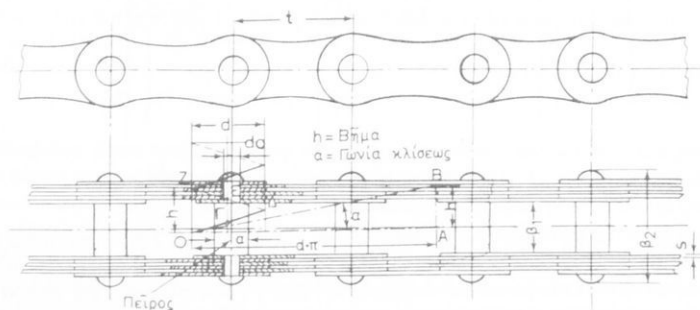
Στό σχήμα 10.8στ μέ t παριστάνεται τό βήμα τής αλυσίδας, μέ d ή διάμετρος του πείρου, πού τοποθετείται μεταξύ τών έλασμάτων καί μέ d_0 ή διάμετρος του πείρου μέ τήν έσοχή πού χρειάζεται, όπως είπαμε, γιά νά κρατιούνται τά έλασμάτα σέ σταθερή απόσταση μεταξύ τους.

Ό Πίνακας 10.8.1 δίνει τίς χαρακτηριστικές διαστάσεις γιά τυποποιημένες αλυσίδες του είδους αυτού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.8.1.
 Χαρακτηριστικές διαστάσεις για τυποποιημένες άλυσίδες

Όφελιμο φορτίο	Βήμα	Πείρος			Αριθμός ελάσματ. και πάχος	Πλάτος ελάσμάτων	Μέγιστο πλάτος άλυσίδας	Βάρος
		b_1	d	d_0				
P	t				z e	b	b_2	g
kr	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kr τρ. μ.
100	15	12	5,0	4,0	2 1,5	12	23	0,7
250	20	15	7,5	6,0	2 2,0	15	28	1,0
500	25	18	10,0	8,0	2 3,0	18	38	2,0
750	30	20	11,0	9,0	4 2,0	20	45	2,7
1000	35	22	12,0	10,0	4 2,0	27	50	3,8
1500	40	25	14,0	12,0	4 2,5	30	60	5,0
2000	45	30	17,0	14,0	4 3,0	35	67	7,1
3000	50	35	22,0	17,5	6 3,0	38	90	11,1
4000	55	40	24,0	21,0	6 4,0	40	110	16,5
5000	60	45	26,0	23,0	6 4,0	46	118	19,0
6000	65	45	28,0	24,0	6 4,0	53	125	24,0
7500	70	50	32,0	28,0	8 4,5	53	150	31,5
10000	80	60	34,0	30,0	8 4,5	65	165	34,0
12500	85	65	35,0	31,0	8 5,0	70	180	44,8

Παρατήρηση: Από 100 ως 1000 kr καρφωτές χωρίς ροδέλλες.
 Από 1500 ως 12500 kr καρφωτές με ροδέλλες.



Σχ. 10.8στ.

Άπλος τύπος σύνθετης άλυσίδας.

10.9 Μετάδοση κινήσεως (άλυσοκίνηση).

Η απλούστερη μορφή άλυσοκινήσεως αποτελείται από δύο άλυσοτροχούς, από τους οποίους ο ένας συνδέεται με τόν κινητήριο άξονα, ο δε άλλος με τόν κινούμενο άξονα και από μία ατέρμονη άλυσίδα, η οποία περιβάλλει τους δύο αυτούς τροχούς.

Μέ τόν τρόπο αυτό μεταφέρεται ή κίνηση από τόν ένα άξονα στόν άλλο.

Μιά άλυσοκίνηση όμως μπορεί νά άποτελεΐται καί από περισσότερους από δύο άλυσοτροχούς, όταν σκοπός μας εΐναι από ένα κινητήριο άξονα νά μεταδοθεΐ κίνηση σέ περισσότερους άξονες. Στην περίπτωση αυτή όλοι οι άλυσοτροχοί θά περιβάλλονται από τήν ίδια άτέρμηση άλυσίδα.

Μέ τήν άλυσοκίνηση έπιτυγχάνομε:

- Άπλότητα στή συναρμολόγηση.
- Άπλοποίηση στίς κατασκευές.
- Θετικότητα στή μετάδοση.
- Όμαλή καί άθόρυβη λειτουργία.
- Εύκαμψία.
- Έλαστικότητα.
- Άσφάλεια λειτουργίας.
- Ύψηλό βαθμό άποδόσεως.
- Οίκονομία χώρου.
- Μικρές δαπάνες στή συντήρηση.
- Χαμηλό άρχικό κόστος στήν έγκατάσταση.

Η πείρα από τίς διάφορες έφαρμογές μās διδάσκει ότι γιά κάθε βήμα άλυσίδας ύπάρχει καί ένα όριο στροφών, στό μικρό άλυσοτροχό, πού δέν πρέπει νά τό ύπερβαΐνει.

Π.χ. γιά βήμα 1/2" τό όριο τών στροφών του μικρού άλυσοτροχού εΐναι 3000 στρ/μιν.

Ό Πίνακας 10.9.1 παρέχει τά μέγιστα αυτά όρια γιά κάθε βήμα.

Τέλος προκειμένου νά όρισθουν οι άριθμοί τών δοντιών μιās άλυσοκινήσεως, πρέπει νά έχουμε ύπόψη μας καί τίς παρακάτω οδηγίες:

α) Σέ περιπτώσεις πού ο μικρός άλυσοτροχός δέν εΐναι κινητήριο, τότε σάν έλάχιστο όριο άριθμού δοντιών νά λαμβάνεται αντί τό 19 τό 21.

β) Σέ περιπτώσεις πού κατά τή λειτουργία έχουμε αΐφνιδιαστικές μεταβολές του φορτίου σάν έλάχιστο όριο άριθμού δοντιών του μικρού άλυσοτροχού παίρνομε τό 23 αντί του 19.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.9.1.

Μένιστα όρια στροφών μικρού άλυσοτροχού

Βήμα άλυσίδας σέ ίντσες	Στροφές ανά λεπτό μικρού άλυσοτροχού	Βήμα άλυσίδας σέ ίντσες	Στροφές ανά λεπτό μικρού άλυσοτροχού
0,315	4,100	1,50	750
0,375	3,600	1,75	600
0,500	3,000	2,00	500
0,625	2,200	2,50	400
0,750	1,600	3,00	300
1,000	1,200	3,50	220
1,250	1,000	4,00	190

γ) Συνιστάται τό άθροισμα τών δοντιών τών δύο άλυσοτροχών μιās άλυσοκινήσεως νά μήνείναι μικρότερο από 50.

δ) Ο ελάχιστος αριθμός δοντιών ικανοποιεί και τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ελάχιστος αριθμός δοντιών} = \frac{4 \times \text{διάμετρο άξονα}}{\text{βήμα αλυσίδας}} + 7$$

Σε κανονικές συνθήκες ή απόσταση μεταξύ των κέντρων των άξόνων μιās αλυσοκινήσεως θά πρέπει νά κυμαίνεται από τό 30πλάσιο ως τό 80πλάσιο του βήματος τής χρησιμοποιούμενης αλυσίδας. Από πείρα λαμβάνεται μεταξύ του 40πλάσιου καί του 50πλάσιου.

Επίσης πρέπει νά σημειωθεί ότι ή απόσταση των κέντρων των αλυσοτροχών πρέπει νά εΐναι τέτοια, ώστε νά μπορεί νά χρησιμοποιηθεί αλυσίδα μέ άρτιο αριθμό κρίκων.

Η άρχική διάμετρος D ενός αλυσοτροχού μέ z δόντια καί βήμα αλυσίδας t (σχ. 10.9) υπολογίζεται μέ τόν τύπο:

$$D = \frac{t}{\eta\mu\left(\frac{180}{z}\right)}$$

$$\text{ή } D = t \cdot \phi$$



Σχ. 10.9.

Παράδειγμα 1.

Νά βρεθεί ή άρχική διάμετρος τροχαλίας για z = 95 δόντια καί βήμα t = 19,05 mm.

Λύση.

Γνωρίζομε ότι:

$$D = t \cdot \phi$$

Γιά z = 95 $\phi = 30,245$ (Πίνακας 10.9.2), άρα:

$$D = 19,05 \times 30,245$$

$$D = 576,07 \text{ mm}$$

Ο Πίνακας 10.9.2 δίνει τις τιμές του Φ συναρτήσει του z .

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.9.2.
Τιμές Φ συναρτήσει z

z	Φ	z	Φ	z	Φ	z	Φ
6	2,000	36	11,474	66	21,017	96	30,563
7	2,305	37	11,792	67	21,335	97	30,881
8	2,613	38	12,109	68	21,653	98	31,200
9	2,924	39	12,427	69	21,971	99	31,518
10	3,236	40	12,746	70	22,289	100	31,836
11	3,550	41	13,063	71	22,608	101	31,155
12	3,864	42	13,382	72	22,926	102	32,473
13	4,179	43	13,699	73	23,244	103	32,792
14	4,494	44	14,018	74	23,562	104	33,109
15	4,810	45	14,336	75	23,880	105	33,428
16	5,126	46	14,654	76	24,199	106	33,746
17	5,442	47	14,972	77	24,517	107	34,064
18	5,759	48	15,290	78	24,835	108	34,382
19	6,076	49	15,608	79	25,153	109	34,701
20	6,392	50	15,926	80	25,471	110	35,019
21	6,709	51	16,244	81	25,790	111	35,337
22	7,027	52	16,562	82	26,108	112	35,656
23	7,344	53	16,880	83	26,426	113	35,974
24	7,661	54	17,198	84	26,744	114	36,292
25	7,979	55	17,517	85	27,063	115	36,610
26	8,296	56	17,835	86	27,381	116	36,929
27	8,614	57	18,153	87	27,699	117	37,247
28	8,931	58	18,471	88	28,017	118	37,565
29	9,247	59	18,789	89	28,336	119	37,884
30	9,567	60	19,107	90	28,654	120	38,202
31	9,885	61	19,425	91	28,972	121	38,520
32	10,202	62	19,744	92	29,290	122	38,838
33	10,521	63	20,062	93	29,608	123	39,156
34	10,838	64	20,380	94	29,927	124	39,475
35	11,156	65	20,698	95	30,245	125	39,794

Αν η τροχαλία γυρίζει με n_1 στροφές τό λεπτό, τότε η περιφερειακή ταχύτητα της τροχαλίας υπολογίζεται από τό γνωστό τύπο:

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n_1}{60} \text{ m/s}$$

“Αν μέ την ταχύτητα αυτή u σύρεται από την αλυσίδα βάρους P , ή καταναλισκόμενη για τό σκοπό αυτό ισχύς σέ ἵππους θά δίνεται από τόν τύπο:

$$N = \frac{P \cdot u}{75} \quad \text{HP}$$

Παράδειγμα 2.

“Εστω ὅτι γιά τή μεταφορά ισχύος $N=3\text{HP}$ χρησιμοποιεῖται αλυσίδα κινήσεως καί δύο αλυσοτροχοί μέ στροφές αντίστοιχα $n_1 = 100$ καί $n_2 = 400$ ἀνά λεπτό. Ὡς περιφερειακή ταχύτητα λαμβάνομε $u = 2,5$ m/s.

Μέ βάση τά δεδομένα αὐτά ὑπολογίζομε τή μέγιστη ἑλκτική δύναμη, πού μπορεῖ νά ἐφαρμοσθεῖ στήν αλυσίδα.

Τή βρίσκομε ἐάν ἐφαρμόσομε τόν τύπο:

$$P = \frac{N \cdot 75}{u}$$

$$\text{ὅπου} \quad P = \frac{3 \times 75}{2,5}$$

$$\text{καί} \quad P = 90 \text{ kp}$$

“Αν λάβομε ὡς συντελεστή ἀσφάλειας 30, δηλαδή ἂν θεωρήσομε ὅτι ἡ αλυσίδα πρέπει νά σπάσει μέ φορτίο 30 φορές μεγαλύτερο ἀπό αὐτό πού βρήκαμε, προκύπτει ὡς φορτίο θραύσεως τῆς αλυσίδας $30 \times 90 = 2700$ kp.

“Από τούς σχετικούς πίνακες βρίσκομε ὅτι γιά τήν περίπτωσή μας ταιριάζει αλυσίδα μέ βῆμα $t = 3/4$ ”.

“Ὡστε, ἂν ἐκλέξομε γιά τή μικρή τροχαλία τιμή τοῦ $z_2 = 18$ δόντια, τότε ἡ μεγάλη τροχαλία θά ἔχει $z_1 = 4 \times 18 = 72$, οἱ δέ ἀντίστοιχοι διάμετροι τῶν αλυσοτροχῶν θά εἶναι:

$$D_1 = \frac{19,05}{\eta\mu\left(\frac{180^\circ}{72}\right)} = \frac{19,05}{\eta\mu(2^\circ - 30')} = 433\text{mm}$$

$$D_2 = \frac{19,05}{\eta\mu\left(\frac{180^\circ}{18}\right)} = \frac{19,05}{\eta\mu 10^\circ} = 109,5\text{mm}$$

10.10 Καλώδια.

Τά καλώδια δέν χρησιμοποιοῦνται συχνά παρά μόνο ὅταν πρόκειται γιά μεταφο-

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.9.3.

Τιμές Ισχύος για άπλες άλυσίδες κυλινδρών σε συνάρτηση με βήμα και ταχύτητα

Βήμα	Αριθμός δοντιών	Στροφές ανά λεπτό											
		100	200	400	600	800	1,000	1,200	1,600	2,000	2,400	3,000	3,600
¾, No. 35	17	0.26	0.49	0.90	1.25	1.56	1.83	2.08	2.48	2.79	3.03	3.23	3.30
	19	0.30	0.56	1.01	1.41	1.76	2.07	2.36	2.82	3.19	3.47	3.74	3.83
	21	0.33	0.61	1.12	1.56	1.95	2.30	2.61	3.14	3.53	3.86	4.16	4.28
	23	0.36	0.67	1.23	1.71	2.14	2.51	2.85	3.42	3.89	4.22	4.56	4.68
	30	0.47	0.87	1.58	2.19	2.74	3.22	3.64	4.33	4.90	5.28	5.64	5.73
	35	0.54	1.01	1.82	2.52	3.13	3.67	4.13	4.90	5.47	5.87	6.17	
	40	0.61	1.14	2.05	2.83	3.50	4.08	4.59	5.39	5.96	6.32	6.55	
½, No. 40	100	200	300	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	2,000	2,400	
	17	0.61	1.13	1.59	2.02	2.77	3.41	3.95	4.41	4.80	5.10	5.57	5.81
	19	0.69	1.27	1.80	2.28	3.14	3.86	4.49	5.02	5.48	5.85	6.41	6.75
	21	0.76	1.41	1.99	2.52	3.47	4.27	4.97	5.57	6.07	6.50	7.13	7.50
	23	0.83	1.54	2.18	2.76	3.79	4.68	5.42	6.09	6.64	7.11	7.80	8.20
	30	1.08	1.99	2.81	3.56	4.86	5.95	6.93	7.76	8.40	8.90	9.72	10.1
	40	1.25	2.30	3.24	4.09	5.56	6.81	7.86	8.71	9.42	9.99	10.7	11.0
⅓, No. 50	100	200	300	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	
	17	1.16	2.14	2.99	3.77	5.09	6.17	7.05	7.75	8.31	8.70	8.98	9.13
	19	1.31	2.41	3.39	4.25	5.76	7.00	8.04	8.87	9.52	10.0	10.4	10.6
	21	1.45	2.66	3.75	4.70	6.38	7.77	8.90	9.84	10.6	11.1	11.6	11.8
	23	1.58	2.91	4.09	5.16	6.98	8.50	9.74	10.8	11.6	12.2	12.6	12.9
	30	2.06	3.77	5.28	6.63	8.93	10.8	12.4	13.6	14.5	15.2	15.6	15.9
	40	2.38	4.35	6.07	7.59	10.2	12.3	13.9	15.2	16.1	16.7	17.1	
¼, No. 60	50	100	200	300	400	500	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	
	17	1.05	1.97	3.59	4.98	6.22	7.32	8.29	9.91	11.1	12.1	12.7	
	19	1.18	2.23	4.05	5.62	7.03	8.29	9.42	11.3	12.8	13.9	14.7	15.2
	21	1.31	2.46	4.49	6.24	7.80	9.19	10.4	12.5	14.1	15.4	16.3	16.9
	23	1.44	2.69	4.90	6.83	8.53	10.1	11.4	13.7	15.5	16.9	17.8	18.5
	30	1.86	3.48	6.32	8.78	10.9	12.8	14.6	17.4	19.5	21.1	22.2	
	40	2.16	4.03	7.29	10.1	12.5	14.7	16.5	19.6	21.9	23.4		
1.0, No. 80	25	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1,000	
	17	1.29	2.44	4.52	6.39	8.08	11.1	13.6	15.8	17.6	19.2	20.5	22.3
	19	1.44	2.74	5.09	7.20	9.12	12.5	15.4	17.9	20.1	21.9	23.4	25.7
	21	1.59	3.03	5.62	7.96	10.1	13.9	17.1	19.9	22.3	24.3	26.0	28.5
	23	1.75	3.32	6.16	8.72	11.1	15.2	18.7	21.8	24.4	26.6	28.4	31.2
	30	2.27	4.30	7.96	11.2	14.2	19.5	23.9	27.7	30.9	33.6	35.8	38.8
	40	2.63	4.98	9.19	13.0	16.4	22.3	27.2	31.4	34.9	37.7	40.0	
1¼, No. 100	10	25	50	100	150	200	300	400	500	575	700	800	
	17	1.05	2.49	4.67	8.56	12.0	15.1	20.3	25.0	28.2	30.3	33.2	
	19	1.17	2.79	5.24	9.64	13.6	17.0	23.0	28.3	32.2	34.7	38.1	40.0
	21	1.29	3.08	5.80	10.7	15.0	18.9	25.5	31.4	35.7	38.5	42.3	44.6
	23	1.42	3.38	6.36	11.7	16.4	20.6	28.0	34.0	39.0	42.2	46.2	48.8
	30	1.84	4.38	8.22	15.1	21.1	26.5	35.7	43.2	49.3	53.1	58.0	
	40	2.15	5.09	9.53	17.4	24.3	30.4	40.8	49.0	55.6	59.5		

(συνεχίζεται)

(Συνέχεια πίνακα 10.9.3)

Βήμα	Αριθμός δοκτινών	Στροφές ανά λεπτό											
		5	10	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600
		1½, No. 120	17	0.93	1.79	4.23	7.91	14.4	19.9	24.9	29.3	33.2	39.7
	19	1.03	2.01	4.74	8.90	16.2	22.6	28.2	33.2	37.6	45.2	51.1	
	21	1.14	2.23	5.24	9.85	17.9	24.9	31.2	36.8	41.7	50.0	56.7	61.7
	23	1.25	2.43	5.74	10.8	19.6	27.3	34.2	40.2	45.7	54.8	62.1	67.5
	30	1.63	3.17	7.44	13.9	25.3	35.2	43.8	51.4	58.3	69.5	78.2	
	35	1.89	3.68	8.64	16.1	29.1	40.3	50.1	58.6	66.2	78.3		
	40	2.16	4.18	9.80	18.2	32.8	45.2	56.0	65.3	73.4	86.1		
		5	10	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
1¾, No. 140	17	1.45	2.83	5.40	12.3	22.2	30.6	38.0	44.3	49.9	54.7	58.8	
	19	1.61	3.17	6.06	13.9	25.1	34.7	43.0	50.3	56.7	62.3	67.0	
	21	1.78	3.49	6.70	15.3	27.7	38.4	47.6	55.7	62.8	69.0	74.5	79.0
	23	1.97	3.83	7.33	16.8	30.3	42.0	52.1	61.0	68.7	75.5	81.2	86.5
	30	2.57	4.98	9.51	21.7	39.1	53.9	66.7	77.8	87.3	95.7	103.	
	35	2.99	5.78	11.0	25.0	44.9	61.8	76.1	88.4	98.9	108.		
	40	3.40	6.58	12.5	28.3	50.6	69.1	84.9	98.2	109.			
		5	10	20	60	100	140	180	220	260	300	340	380
2.0, No. 160	17	2.14	4.18	7.97	21.1	32.4	42.0	50.6	58.1	64.8	70.5	75.5	
	19	2.40	4.69	8.95	23.9	36.4	47.6	57.2	65.8	73.6	80.3	86.2	
	21	2.65	5.19	9.88	26.4	40.4	52.6	63.4	73.1	81.5	89.1	95.6	102.
	23	2.93	5.68	10.8	28.9	44.2	57.7	69.4	80.0	89.3	95.7	104	111
	30	3.81	7.38	14.0	37.3	56.9	73.9	88.9	102	114	124	132.	
	35	4.40	8.57	16.3	42.9	65.4	84.6	101	116	129	139.		
	40	5.00	9.74	18.5	48.5	73.5	94.8	113	129	142.			
		5	10	20	40	60	80	100	120	140	180	220	260
2½, No. 200	17	4.18	8.06	15.3	28.3	39.9	50.5	60.2	69.1	77.6	92.3	105	
	19	4.70	9.05	17.1	31.8	45.0	57.0	68.2	78.2	87.7	105	119	
	21	5.18	9.99	18.9	35.1	49.7	63.1	75.3	86.6	97.2	116	132	146
	23	5.68	10.9	21.0	38.5	54.5	69.0	82.4	94.9	106	127	144	160
	30	7.39	14.2	26.9	49.8	70.3	88.8	106	122	136	162	184	
	35	8.59	16.4	31.2	57.5	80.9	102	122	139	155	184	208	
	40	9.76	18.7	35.3	64.9	91.0	115.	136.	156.	173.	204.		

ρά σημαντικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, ιδιαίτερα δε στις περιπτώσεις, όπου η ενέργεια πρέπει να καταναλωθεί συγχρόνως σε πολλές άτράκτους.

Διακρίνουμε **καννάβινα** και **χαλύβδινα καλώδια**.

Για τα καλώδια από κάνναβι η διάμετρος τους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot k}} \quad \text{cm}$$

όπου: P είναι τό προς άνυψωση φορτίο, k τό επιτρεπόμενο φορτίο (συνήθως k = 100kp/cm²).

Για τα χαλύβδινα καλώδια αν δ η διάμετρος του συρματιδίου και η ο αριθμός συρμάτων του καλωδίου, k τό επιτρεπόμενο φορτίο και P τό προς άνυψωση φορτίο:

$$P = \frac{\pi \cdot \delta^2}{4} \cdot n \cdot k$$

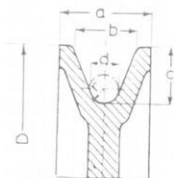
Τό κ ανάλογα μέ τήν ποιότητα τοῦ συρματιδίου κυμαίνεται ἀπό 130 ὡς 180 kp/mm (Πίνακας 10.10.1).

$$A : k = 130 \text{ kp/mm}^2$$

$$B : k = 160 \text{ kp/mm}^2$$

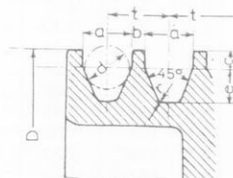
$$\Gamma : k = 188 \text{ kp/mm}^2$$

Γιά ἀποστάσεις μέχρι 25 m χρησιμοποιοῦνται καννάβινα ἢ βαμβακερά καλώδια, ἐνῶ γιά μεγαλύτερες ἀποστάσεις χρησιμοποιοῦνται χαλύβδινα καλώδια.



Σχ. 10.10α.

Κατατομή τροχαλίας στά καννάβινα καλώδια.



Σχ. 10.10β.

Στό σχῆμα 10.10α φαίνεται ἡ κατατομή τοῦ αὐλακιοῦ μιᾶς τροχαλίας γιά καννάβινα καλώδια, ἐνῶ στό σχῆμα 10.10β ἡ κατατομή τῆς στεφάνης μιᾶς τροχαλίας γιά χαλύβδινα καλώδια. Οἱ διαστάσεις γιά τό μέγεθος τῶν αὐλακίων γράφονται στόν Πίνακα 10.10.2.

Τροχαλία μέ στεφάνη, πού ἔχει πολλά αὐλάκια, διευκολύνει μιά ἄνετη καί οἰκονομική κατανομή τῆς κινούσης δυνάμεως σέ διάφορες ἀτράκτους τῆς ἴδιας ὁμάδας καλωδίων.

Ἡ διάρκεια ζωῆς στά χαλύβδινα καλώδια δέν ὀρίζεται μόνο ἀπό τήν ἐπιφόρτιση καί τήν συντήρησή τους, ἀλλά ἐπηρεάζεται ταυτόχρονα σοβαρά καί ἀπό τήν καμπτική καταπόνηση, τήν ὁποία αὐτά παραλαμβάνουν, ὅταν περνοῦν ἀπό τίς τροχαλίες. Γιά τό λόγο αὐτό ἡ διάμετρος στίς τροχαλίες ἐκλέγεται πάντοτε λίγο μεγαλύτερη ἀπό τά ὀρισμένα ἐλάχιστα ὄρια, πού ὀρίζονται ἀπό τοῦς Κανονισμούς.

Ἐτσι, γιά χαλύβδινα καλώδια, ἡ διάμετρος τῆς τροχαλίας D πρέπει νά κυμαίνεται ἀπό 40 ὡς $50 \cdot d$, ὅπου d ἡ διάμετρος τοῦ καλωδίου.

Γενικά γιά τά χαλύβδινα καλώδια ἡ διάμετρος D τῶν τροχαλιῶν πρέπει τό ἐλάχιστο νά εἶναι 150 φορές μεγαλύτερη ἀπό τή διάμετρο d τῶν συρματιδίων, ἀπό τά ὁποία ἀποτελεῖται τό καλώδιο· δηλαδή:

$$D \geq 150 \cdot d$$

Τά χαλύβδινα καλώδια χρησιμοποιοῦνται πολύ τόσο στά ἀνυψωτικά ὅσο καί στά μεταφορικά μέσα.

Τά καλώδια διακρίνονται σέ **φέροντα** καλώδια καί σέ καλώδια **κινήσεως**.

α) Ἀκίνητα καλώδια (ὡς φέροντα ἢ ὡς ὀδηγά)

Τά καλώδια αὐτά τά συναντοῦμε π.χ. στοῦς ἐναέριους σιδηροδρόμους ὡς κα-

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.10.1.

Συρμάτινα καλώδια γερανών, άνεγκυστήρων κλπ.

Όνομαστική διάμετρος d σε mm	Αριθμός συρμάτων	Διάμ. συρμάτων δ σε mm	Πραγματική διατομή σε mm ²	Βάρος ανά μέτρο σε kg	Έπιτρεπόμενο φορτίο					
					Γιά γερανούς			Γιά άνεγκυστήρες.		
					A	B	Γ	A	B	Γ
6.5	114	0,4	14	0,135	210	280	320	155	190	215
8		0,5	22	0,21	265	460	500	290	300	385
9.5		0,6	32	0,30	520	640	720	350	430	485
11		0,7	47	0,41	971	900	990	485	600	660
13		0,8	57	0,54	920	1120	1300	620	760	860
14		0,9	72	0,68	1190	1450	1620	785	965	1090
16		1,0	89	0,85	1450	1790	2030	960	1190	1320
17		1,1	108	1,02	1780	2170	2440	1070	1420	1610
19		1,2	129	1,22	2100	2580	2900	1390	1710	1920
20		1,3	151	1,43	2450	3020	3400	1620	2020	2270
22	1,4	176	1,66	2850	3510	3950	1900	2340	2640	
9	222	0,4	28	0,26	455	560	680	295	370	420
11		0,5	44	0,41	710	870	980	470	580	650
13		0,6	63	0,59	1010	1230	1410	680	840	940
15		0,7	85	0,81	1400	1710	1910	925	1140	1280
18		0,8	112	1,06	1810	2280	2610	1210	1490	1740
20		0,9	141	1,34	2290	2820	3170	1530	1880	2220
22		1,0	174	1,65	2830	3480	3920	1890	2330	2610
24		1,1	231	2,00	3430	4200	4740	2280	2820	3240
26		1,2	251	2,38	4080	5020	5650	2700	3350	3770
28		1,3	295	2,80	4780	5890	6630	3200	3930	4440
31		1,4	342	3,24	5550	6810	7700	34700	4550	5130
33		1,5	392	3,72	6370	7800	8800	4250	5230	5910
35		1,6	446	4,24	7290	8920	10030	4850	5960	6730
37		1,7	504	4,78	8180	10040	11300	5460	5720	7540
39	1,8	565	5,36	8970	11310	12620	6130	7550	8420	
42	1,9	629	5,97	10080	12600	14110	6810	8470	9410	
44	2,0	697	6,62	11320	13900	15620	7400	9290	10410	
20	366	0,7	141	1,33	2280	2830	3160	1560	1880	2110
22		0,8	184	1,74	2990	3680	4140	1990	2950	2700
25		0,9	233	2,21	3780	4650	5220	2520	3100	3490
28		1,0	288	2,73	4660	5750	6470	3110	2840	4320
31		1,1	348	3,30	5650	6950	7810	3780	4640	5220
34		1,2	414	3,93	6710	8280	9300	4500	5530	6220
36		1,3	486	4,61	7900	9640	10950	5270	6500	7300
39		1,4	563	5,35	9200	11300	12630	6120	7540	8450
42		1,5	647	6,14	10550	12900	14410	7080	8610	9730
45		1,6	736	6,99	11960	14590	16600	7990	9600	11050
48		1,0	831	7,89	13440	16600	18500	9010	11080	12410
51		1,8	931	8,84	15080	18600	20800	10060	12430	13950
53		1,9	1038	9,85	16820	20800	23400	11260	13860	15600
56		2,0	1140	10,92	18820	22950	25700	12430	15300	17200


λώδια, επάνω στα όποια κυλούν τὰ βαγόνια πού μεταφέρουν τούς ανθρώπους ή στά βαροϋλκα μεταλλείων, όπου χρησιμεύουν ως οδηγοί του θαλάμου κλπ. Τά φέροντα καλώδια εἶναι ἑλικοειδή κατασκευάζονται δέ σέ τύπους *κλειστούς* ἢ *ἡμικλειστούς*.



Στά κλειστοῦ τύπου καλώδια οἱ βρόχοι περιβάλλονται ἀπό μορφοποιημένα σύρματα, τὰ ὅποια ἐξασφαλίζουν ἐξωτερικά στά καλώδια λεία ἐπιφάνεια. Τά σχήματα 10.10γ καί 10.10δ δείχνουν καλώδια κλειστοῦ καί ἡμικλειστοῦ τύπου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.10.2.
Κατατομές τροχαλίων

Τροχαλίες κανναβίνων καλωδίων κατά D.I.N. 15061 (σχ. 10.10 α)				Τροχαλίες χαλβίνων καλωδίων κατά D.I.N. 121 (σχ. 10.10 β)									
r	c	b	Χυτοσί- δηρος	α		Κυκλικά καλώδια d	Τετραγωνικά καλώδια πλευρᾶς d	t	a	c	e	r	b
				Χυτοσί- δηρος	Χάλυβας								
4	15	17,8	28	—	—	25	23	36	28	12,5	21	3	8
5	17,5	21,2	32	—	—	30	27	41	33	15	25	3	8
6,3	20	25	38	36	—	35	32	47	39	17,5	30	3	8
7	22,5	28	41	39	—	40	36	54	44	20	34	3	10
8	25	31,4	45	43	—	45	40	50	50	22,5	38	3	10
9	30	36,9	55	50	—	50	45	65	55	25	42	3	10
10	32,5	40,3	60	55	—	55	50	73	61	27,5	46	3	12
11	35	43,7	65	60	—								
12,5	37,5	47,8	70	65	—								

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.10.3.
Χαλύβδινα καλώδια για γερανογέφυρες και άνωπιλές κατά D.I.N. 655

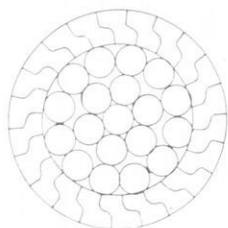
Δομή καλωδίου	Αριθμός			Όνομαστική διάμετρος mm	Διάμετρος σφραγιστών mm	Διάσταση τόξοκαμψίου mm ²	Άντοχή σε έφελκυσμό σε kp/mm ²					
	των πλοκα- μιών	των σφρα- γιστών ανά πλοκάμι	όλων των σφραγιστών				130		160		180	
							Άντοχή σε θραύση με υπολογισμό σε kp					
Συμβολισμός χαλύβδινου καλωδίου ονομαστική διάμετρος 20 mm από 6 βρόχους με 37 σφραγιστία τό κάθε ένα, διαμέτρου 0,9 mm με άντοχή σε έφελκυσμό 160 kp/mm ² 20 B 160 D.I.N. 655	A  Ψυχή από κανάλι	6	19	114	6,5	0,4	14,3	1860	2300	2550		
					8	0,5	22,4	2.900	3.600	4050		
					9,5	0,6	32,2	4200	5150	5800		
					11	0,7	43,9	5700	7000	7900		
					12,5	0,8	57,3	7450	9150	10300		
					14	0,9	72,5	9450	11600	13.050		
					16	1,0	89,5	11750	14700	16100		
					17	1,1	108,3	14100	14450	19500		
					19	1,2	128,9	16750	20600	23200		
					20	1,3	151,3	19650	24200	27250		
					22	1,4	175,5	22800	28050	31600		
									9	0,4	27,9	3650
				10	0,45	35,3	4600	56540	6350			
				11	0,5	43,6	56,50	7000	7550			

B		6	37	222	12	0,55	52,7	6850	8450	9500
					13	0,6	62,8	8150	10050	11300
					14	0,65	73,7	9600	11800	13250
					15	0,7	85,4	11100	13650	15350
					16	0,75	98,1	12750	15700	17650
					18	0,8	111,6	14500	17850	20100
					20	0,9	141,2	18350	22600	25400
					22	1,0	174,4	22650	27900	31400
					24	1,1	211,0	27450	33750	38000
					27	1,2	251,1	32650	40200	45200
					31	1,4	341,7	44400	45650	61500
					35	1,6	446,4	58050	71400	80350
C		8	37	296	16	0,6	83,7	10900	13400	15050
					19	0,7	113,9	14800	18200	20500
					20	0,75	130,8	17000	20950	23550
					21	0,8	148,8	19350	23800	26800
					23	0,85	168,0	21850	26900	30250
					25	0,95	209,8	27250	33550	37750
					27	1,0	232,5	30250	37200	41850
					30	1,1	281,3	36550	45000	50650
					32	1,2	334,8	43500	53550	60250
					35	1,3	392,9	51050	62850	70700
					40	1,5	523,1	68000	83700	94140
					45	1,7	671,9	87350	107500	120950
51	1,9	839,2	109100	134300	151050					

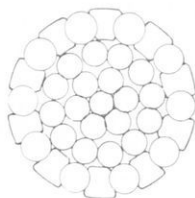
Υλικό: Χάλυβος συρμάτων με άνοιξη σε εφέλικισμό από 130 ως 180 κρ/mm². Τα σύρματα είναι είτε γυμνά είτε έπιπευδραγυρωμένα. Τα άνοιχτες 180 κρ/mm² προσφέρονται μόνο γυμνά.

β) Καλώδια μεταδόσεως κινήσεως (καλώδια έλξεως).

Προορίζονται για καλώδια διαδρομών σε βαροϋλκα γερανών ή σε αναβατήρες ή για καλώδια έλξεως σε έναέριους μεταφορείς. Για τούς παραπάνω σκοπούς χρησιμοποιούνται στρογγυλά καλώδια, πού αποτελούνται από 6 ως 8 βρόχους, πού περιελίσσονται γύρω από μιά ψυχή, συνήθως καννάβινη (τά χαρακτηριστικά τών καλωδίων αυτών αναγράφονται στον Πίνακα 10.10.3).



Σχ. 10.10β.
Καλώδιο ήμικλειστού τύπου.



Σχ. 10.10γ.
Καλώδιο κλειστού τύπου.

10.11 Διατάξεις στερεώσεως καλωδίων.

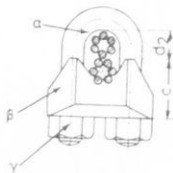
Στό σχήμα 10.11α βλέπομε ένα απλό συνδετήρα, πού λύνεται εύκολα. Αποτελείται από δύο σιαγόνες α και β, πού συσφίγγονται μέ τούς κοχλίες γ.

Ένα άλλο στοιχείο, πού χρησιμοποιείται μαζί μέ τόν συνδετήρα και βοηθεϊ για να καμφθεϊ ομαλά τό καλώδιο, είναι ή γάσσα), πού φαίνεται στά σχήματα 10.11β και 10.11γ.

Στό σχήμα 10.11δ φαίνεται ή χρησιμοποίηση τόσο τής γάσσας όσο και τών συνδετήρων.

Τό μήκος l (σχ. 10.11δ) πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 φορές μεγαλύτερο από τή διάμετρο του καλωδίου.

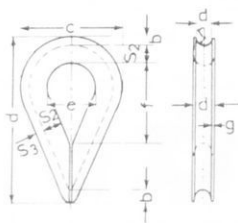
Γιά τή στερέωση του άκρου του καλωδίου στό πλαίσιο τής άνυψωτικής μηχανής χρησιμοποιείται συνήθως ό σφηνοειδής συνδετήρας (σχ. 10.11ε).



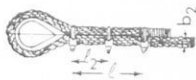
Σχ. 10.11α.



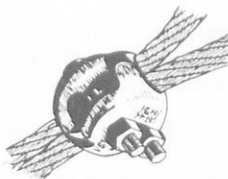
Σχ. 10.11β.



Σχ. 10.11γ.



Σχ. 10.11δ.



Σχ. 10.11ε.

10.12 Έλεγχος και συντήρηση των χαλυβδίνων καλωδίων.

Είναι απόλυτα απαραίτητο σε τακτά χρονικά διαστήματα να ελέγχεται η κατάσταση των καλωδίων.

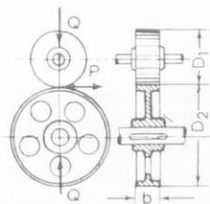
Αν διαπιστωθεί ότι έχουν σπάσει περισσότερα από 6 συρματίδια ενός βρόχου, **πρέπει τό καλώδιο νά αντικατασταθεί**. Προκειμένου γιά τά χαλύβδινα καλώδια γερανών τό ανώτατο όριο σπασμένων συρματιδίων, πού επιτρέπεται νά υπάρχουν, όρίζεται από τούς κανονισμούς D.I.N. 4130.

10.13 Τροχοί τριβής.

Οί τροχοί τριβής αποτελούν καί αύτοί τρόπο μεταφοράς περιστροφικής κινήσεως από μιά άτρακτο σε άλλη, ή όποία βρίσκεται παράλληλα πρós τήν πρώτη καί σε μικρή απόσταση από αύτή.

Οί τροχοί τριβής διαφέρουν από τούς όδοντωτούς τροχούς, έπειδή ή στεφάνη τους δέν φέρει δόντια αλλά είναι λεία.

Συνεπώς όταν εργάζονται οί τροχοί αύτοί, αντί νά **έμπλέκονται**, όπως συμβαίνει μέ τούς όδοντωτούς τροχούς, **έφάπτονται μόνο μεταξύ τους συνεχώς** (σχ. 10.13α).



Σχ. 10.13α.
Τροχοί τριβής.

Η αίτια πού προκαλεί τήν περιστροφή του δεύτερου τροχού, από τόν πρώτο, είναι ή πρόσφυση, ή όποία αναπτύσσεται μεταξύ των έπιφανειών των δύο τροχών πού έφάπτονται ταυτόχρονα δέ πιέζονται μέ μιά άξονική δύναμη Q.

Αν μ είναι ό συντελεστής τριβής γιά όλίσθηση των δύο υλικών, από τά όποια



είναι κατασκευασμένες οι στεφάνες τῶν τροχαλιῶν, τότε ἡ μέγιστη ἐφαπτομενικὴ δύναμη, πού μπορεί νά μεταδοθεῖ ἀπὸ τὸν ἓνα τροχὸ στὸν ἄλλο, δέν μπορεί νά εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν τιμὴ $Q \cdot \mu$:

$$P \leq Q \cdot \mu$$

Ὅταν γνωρίζομε τὸ P καὶ τὸ μ τότε ἡ δύναμη Q πού πρέπει νά ἐφαρμοσθεῖ στοὺς τροχοὺς εἶναι:

$$Q \geq P/\mu$$

Ἡ ἐφαπτομενικὴ δύναμη P_α ἀνά χιλιοστὸ πλάτους τῆς στεφάνης συνιστᾶται νά μὴ ὑπερβαίνει ὀρισμένες τιμές:

$P_\alpha = 2,5$ ÷ γιὰ χυτοσίδηρο μέ χυτοσίδηρο

$P_\alpha = 0,5$ ÷ γιὰ χυτοσίδηρο μέ ξύλο

$P_\alpha = 0,2$ ÷ γιὰ χυτοσίδηρο μέ χαλκὸ.

Τὸ πλάτος τῆς στεφάνης ὑπολογίζεται ἀπὸ τὸν τύπο:

$$l = \frac{P}{P_\alpha} \text{ mm}$$

Ἐάν O_1 εἶναι ἡ κινούσα τροχαλία πού περιστρέφεται μέ n_1 στροφές τὸ λεπτό, οἱ στροφές n_2 τῆς O_2 (διάμετρος D_2) θεωρητικὰ θὰ εἶναι:

$$n_2 = n_1 \frac{D_1}{D_2}$$

Στὴν πράξη ὁ μηχανισμὸς αὐτὸς παρουσιάζει κάποια διολίσθηση καὶ ἔχομε:

$$n_2 = k n_1 \frac{D_1}{D_2} \quad \text{μέ} \quad k < 1$$

Παρατήρηση. Ἡ δύναμη Q καταπονεῖ πολὺ τὰ ἔδρανα πού στηρίζουν τὶς ἀτράκτους γιατί ἀναπτύσσονται σ' αὐτὰ μεγάλες τριβές. Ἐπίσης χρειάζονται ἀτράκτοι μέ μεγάλη σχετικὰ διάμετρο. Γιὰ νά ἐλαττωθεῖ ἡ Q :

– Αὐξάνομε τὸ μ (χρησιμοποίηση ὑλικῶν μέ μεγάλο συντελεστὴ τριβῆς)

– Τροποποιῶμε τὴ μορφή τῆς ἐπιφάνειας ἐπαφῆς κάνοντάς την ἀντί λεία σφηνοειδῆ (σχ. 10.13β).

Ἡ περιφερειακὴ δύναμη P , πού μπορεί νά μεταφερθεῖ τότε προκύπτει ἀπὸ τὸν τύπο:

$$P = \frac{Q \cdot \mu}{\eta_{μα} + \mu \cdot \sigma_{ουα}}$$

ὅπου: α ἡ ἡμιγωνία τῆς σφήνας καὶ Q ἡ μεταξύ τῶν τροχῶν πίεση.

Μετά ἀπὸ τὰ παραπάνω παρατηροῦμε:

Μέ λεία τήν ἐπιφάνεια τῶν τροχῶν

$$P \leq \frac{Q}{\mu}$$

Μέ τήν σφηνοειδή κατατομή καί χωρίς νά λογαριάσομε τήν τριβή

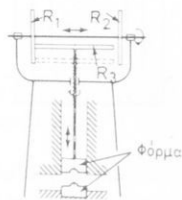
$$P' \leq \frac{Q \cdot \mu}{\eta\mu\alpha}$$

Καί μέ ὑπολογισμό τῆς τριβῆς:

$$P'' \leq \frac{Q \cdot \mu}{\eta\mu\alpha + \mu \cdot \sigma\upsilon\alpha\alpha}$$

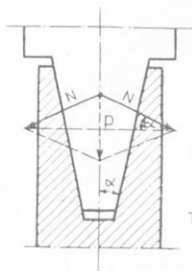
Ἄρα $P'' > P' > P$ γιά τό ἴδιο Q ἢ ἀντίστροφα $Q'' < Q' < Q$ γιά τό ἴδιο P .

Τό βάθος τῆς σφήνας δέν κατασκευάζεται μεγαλύτερο ἀπό $0,05 - 0,06 D$ (διάμετρος τροχοῦ).



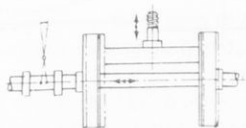
Σχ. 10.13γ.

Κίνηση κοχλιόπρεσας.



Σχ. 10.13β.

Τρόπος αὐξήσεως μεταφερόμενης ἰσχύος μέ αὐλάκια.



Σχ. 10.13δ.

Μειωτήρας στροφῶν.

Τά σχήματα 10.13γ καί 10.13δ δείχνουν ἐφαρμογές τῶν τροχῶν τριβῆς. Ἐτσι τό σχήμα 10.13γ παριστάνει τήν κίνηση μίᾶς κοχλιόπρεσας, τό δέ σχήμα 10.13δ ἕνα ὑποβιβαστή στροφῶν μέ συνεχή μεταβολή (βαριάτορα).

Οἱ τροχοί τριβῆς δέν ἐφαρμόζονται μόνο προκειμένου γιά παράλληλες ἀτράκτους. Βρίσκομε καί κατασκευές σέ περιπτώσεις πού τέμνονται οἱ ἀξονες ἀκόμα καί ὅταν οἱ ἀξονες εἶναι ἀσύμβατοι, δηλαδή ἔχομε καί κωνικούς τροχοῦς τριβῆς καθῶς καί ἔλικοειδεῖς, ἀλλά σέ σπάνιες κατασκευές.

10.14 Τροχοί άναστολής.

Είναί τά στοιχεΐα πού έπιτρέπουν τή μονόδρομη περιστροφή σέ μιά άτρακτο άποκλείοντας τήν αντίθετη.

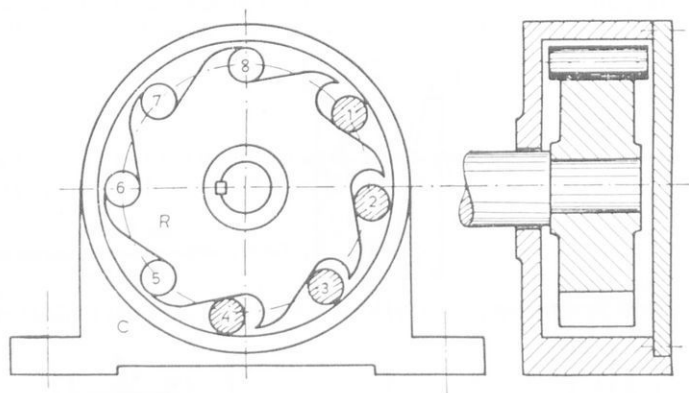
Διακρίνονται σέ: α) Άναστολείς τριβής.

β) Μηχανικούς άναστολείς.

α) Άναστολείς τριβής.

Στό σχήμα (10.14α) φαίνεται ένας άναστολέας τριβής πού χρησιμοποιείται πολύ στίς πρακτικές έφαρμογές.

Άποτελείται άπό ένα δίσκο R μέ όκτώ περιφερειακά δόντια, πού σφηνώνεται στήν άτρακτο πού θέλομε νά έλέγχομε τήν περιστροφή της, τή στεφάνη C πού στερεώνεται στό σταθερό βάθρο τής κατασκευής καί τά πειράκια (r) πού έγκλωβίζονται στά διάκενα μεταξύ του δίσκου καί τής στεφάνης.



Σχ. 10.14α.

Στή διάταξη του σχήματος ή περιστροφή είναι δυνατή μόνο κατά τούς δείκτες του ρολογιού. Κατά τήν αντίθετη κατεύθυνση τά πειράκια 1, 2, 3, 4 σφηνώνονται άνάμεσα στούς δίσκους στή στεφάνη καί έμποδίζουν τήν περιστροφή τής άτράκτου.

Σημειώνομε ότι τά πειράκια 5, 6, 7, 8 **δέν ενεργούν** στή διάταξη αυτή.

Πλεονεκτήματα: — Αύξημένη έπιφάνεια έπαφής.

— Μηχανισμός άπλός άσφαλής καί άθόρυβος.

Μειονεκτήματα: — Μονόπλευρη ένέργεια των πείρων μέ άποτέλεσμα τήν κάμψη τής άτράκτου.

— Άνάγκη θερμικής κατεργασίας των εξαρτημάτων.

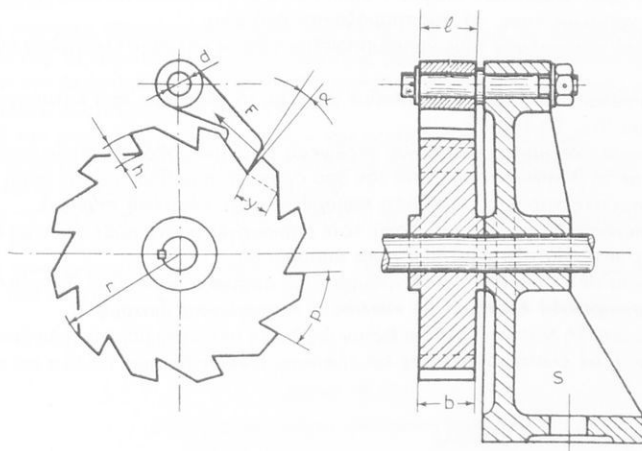
β) Μηχανικός άναστολεύς (μέ καστίανια).

Τό σχήμα 10.14β δείχνει ένα τέτοιο άναστολέα.

Καί στή διάταξη αύτή ή περιστροφή είναι δυνατή μόνο κατά τούς δείκτες του ρολογιού.

Ό άναστολέας περιλαμβάνει τή βάση S, τό δίσκο μέ τά δόντια P, καί τήν καστίανια M.

Ό βάση S προσφέρεται γιά νά στερεώνεται ή καστίανια M καί γιά νά επιτρέπει τήν περιστροφή του τροχού R.



Σχ. 10.14β.

Γιά νά άποφεύγεται ό θόρυβος των κτυπημάτων τής καστίανιας κατά τή λειτουργία προβλέπεται ή τοποθέτηση ενός άντισταθμιστικού έλατηρίου ή ενός αντίβαρου.

Συνήθης άριθμός δοντιών του τροχού είναι μεταξύ 8 καί 12. Τό ύψος του δοντιού λαμβάνεται ως τό 0,35 του βήματος t , τό πλάτος του δοντιού λαμβάνεται ίσο μέ τό βήμα t .

Πλεονεκτήματα: — Παρουσιάζει μεγάλη ασφάλεια στή λειτουργία.

— Κατασκευή σχετικά άπλή.

— Δέν χρειάζονται θερμική έπεξεργασία τά έξαρτήματά του.

Μειονεκτήματα: — Άπότομη καί σημειακή φόρτιση τής άτράκτου.

— Λειτουργία θορυβώδης γιατί δέν διαθέτει αυτόματο άντισταθμιστικό μηχανισμό.

10.15 Έλατήρια.

Ό χρησιμοποίηση των έλατηρίων έπεκτείνεται όλοένα καί περισσότερο στους

κατασκευαστικούς τομείς τόσο στις συσκευές όσο και στις μηχανές. Τα ελατήρια άποκτούν ιδιαίτερη σημασία στην κατασκευή γενικά των τροχοφόρων όχημάτων και ιδιαίτερα στα αυτοκίνητα, καθώς επίσης στην τεχνική των αναστολέων κινήσεως και στην ηλεκτροτεχνία (διακόπτες). Τα ελατήρια χρησιμοποιούνται επίσης ως απορροφητές στις ταλαντώσεις ή κρούσεις, μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και ως πρόχειροι έναποταμειυτές ενέργειας με δυνατότητα να τήν αποδώσουν πάλι στην επιθυμητή στιγμή.

Ανάλογα με το είδος της φορτίσεως τα ελατήρια τα διακρίνομε σε **ελατήρια κάμψεως** και **ελατήρια στρέψεως**.

Τα ελατήρια λαμβάνουν διάφορα σχήματα, ώστε ανάλογα με τούς διάφορους σκοπούς χρήσεώς τους, να προσαρμόζονται ανάλογα.

Ός υλικό κατασκευής τους χρησιμοποιείται ειδικός χάλυβας ελατηρίων ύψηλης άντοχης.

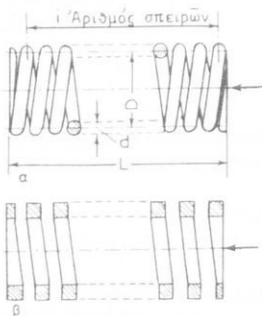
Στό κεφάλαιο αυτό θά ασχοληθοῦμε μόνο με τά ελατήρια, πού καταπονούνται σε στρέψη (σχ. 10.15α).

Η απλούστερη μορφή ελατηρίου στρέψεως είναι μία ράβδος ή όποια παραμορφώνεται με τή βοήθεια ροπής, υπό τόν όρο όμως ότι ή ράβδος με τήν ροπή αυτή κατά τή σχετική της παραμόρφωση **παραμένει στην ελαστική περιοχή**.

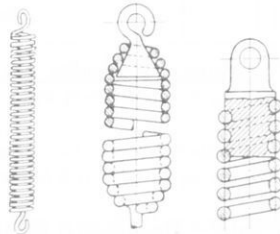
Αν ξεπεραστεί ή ελαστική περιοχή, τότε δημιουργείται στή ράβδο μόνιμη παραμόρφωση, ή όποια στα ελατήρια είναι απαράδεκτη.

Ελατήρια σε γεωμετρικό εύθύγραμμο τύπο **σπάνια** συναντοῦμε. Συνηθέστερα είναι τά **σπειροειδή ελατήρια** με **κυκλική** ή **τετραγωνική διατομή**.

Τά σπειροειδή λοιπόν ελατήρια έχουν ως επί τό πλείστον μορφή κυλινδρική και διακρίνονται σε ελατήρια **πίεσεως** και ελατήρια **ώσεως** (σχήμα 10.15α και σχήμα 10.15β).



Σχ. 10.15α.



Σχ. 10.15β.

α) Ελατήρια πίεσεως (θλιπτικά).

Τά ελατήρια αυτά συσπειρώνονται με τήν ενέργεια μιās πίεσεως όποτε δημιουργείται μέσα τους μία **έντατική κατάσταση**.

Μόλις παύσει ή πίεση, τό ελατήριό επανέρχεται στην αρχική του θέση (άπότωση ελατηρίου).

Γενικά πρέπει νά άποφεύγονται ελατήρια πού έχουν κάτω από **δέκα σπείρες**, γιατί όσο περισσότερες σπείρες τό άποτελούν τόσο καλύτερα γίνεται ή κατανομή τής δυνάμεως σ' αυτό.

β) Έλατήρια έλξεως.

Διαστέλλονται όταν επίδράσει σ' αυτά έφελκυστική δύναμη. Ή τάση πού προκύπτει επαναφέρει τό ελατήριό στην αρχική του θέση, μόλις παύσει νά λειτουργεί ή δύναμη.

Τά ελατήρια έλξεως, όταν βρίσκονται σέ ήρεμία, έχουν τίσ σπείρες τους συνεπτυγμένες. Ή τάνυσή τους γίνεται άπό τούς άναρτήρες, οι όποιοι είτε διαμορφώνονται στα άκρα άπό τή σπείρα τοῦ ελατηρίου ή τοποθετούνται είδικόι πρόσθετοι έξωτερικοί άναρτήρες (σχ. 10.15β).

Γιά τήν κατασκευή τών ελατηρίων χρειάζεται νά ύπολογισθεί:

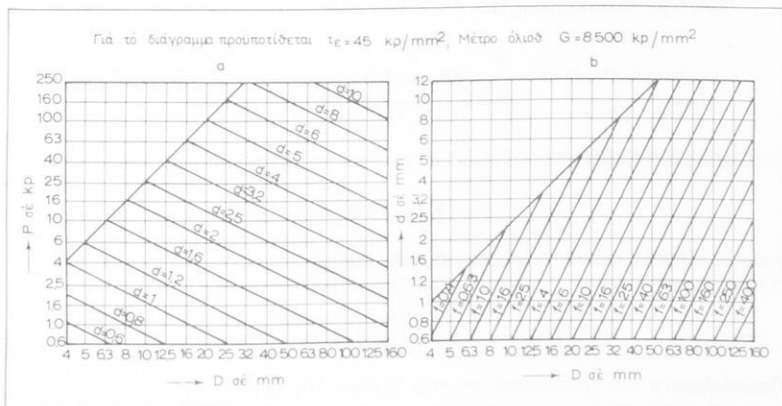
Ή διάμετρος σύρματος, ή μέση διάμετρος σπειρών, ό αριθμός φερόντων σπειρών καί ό όλικός αριθμός τών σπειρών.

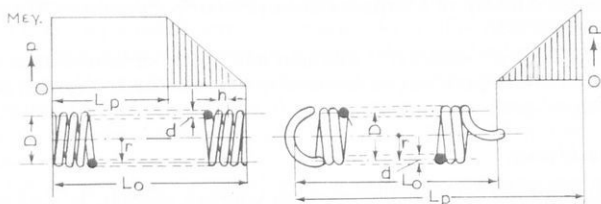
Γιά τή δοκιμή τών ελατηρίων χρειάζεται ή χάραξη ενός διαγράμματος φορτίσεως (σχ. 10.15γ).

Τό νομογράφημα τοῦ Πίνακα 10.15.1 ύποβοηθεί στον καθορισμό τής διαμέτρου τοῦ ελατηρίου χωρίς ύπολογισμούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.15.1.

Διάγραμμα καθορισμού διαστάσεων ελατηρίων





Σχ. 10.15γ.

Υπολογισμός στα σπειροειδή ελατήρια.

Έχουμε:

- R : ή επιτρεπόμενη φόρτιση σε κρ.
 f : ή επιμήκυνση ή επιβράχυνση μιάς σπείρας σε mm.
 d : ή διάμετρος του σύρματος σε mm.
 D : ή μέση διάμετρος των σπειρών του ελατηρίου σε mm.
 r : ή ακτίνα των σπειρών του ελατηρίου σε mm.
 i : ο αριθμός των ένεργητικών σπειρών.
 h : τό βήμα των σπειρών ($h = d + f$).
 $\frac{D}{d}$: ή σχέση μορφής του σπειροειδούς ελατηρίου (λαμβάνεται πάντοτε μεγαλύτερη από 6).
 L_0 : τό μήκος άφόρτιστου ελατηρίου.
 L_p : τό μήκος φορτισμένου ελατηρίου μέ δύναμη P .
 τ_ϵ : ή έπιτρεπόμενη τάση στρέψεως (30 ως 50 κρ/mm²).
 G : τό μέτρο όλισθήσεως $G = 8500$ κρ/mm².

$$P = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot \tau_\epsilon}{16 \cdot r} \quad f = \frac{64 \cdot i \cdot r^3 \cdot P}{d^4 \cdot G} \quad \eta \quad f = \frac{4\pi \cdot i \cdot r^2 \cdot \tau_\epsilon}{d \cdot G}$$

Έλατήρια έλξεως:

$$L_0 = i \cdot d$$

όταν οί σπείρες κείνται ή μία κοντά στην άλλη.

Έλατήρια πίεσεως:

$$L_0 = i \cdot h, \quad L_p = L_0 - i \cdot f, \quad h = d + f$$

Παραδείγματα (μέ χρησιμοποίηση του Πίνακα 10.15.1).

1. Έλατήριο έλξεως.

Δίνονται: $P = 45$ κρ, $D = 25$ mm, $i = 20$ σπείρες γιά τόν άναρτηρα 1 σπείρα.

(Στήν ηρεμη κατάσταση οι σπείρες είναι ίσχυρά συνεπτυγμένες ή μία δίπλα στην άλλη).

Ζητούνται : d , L_0 (μήκος του ελατηρίου στην αφόρτιστη κατάσταση).

L_p (μήκος του φορτισμένου ελατηρίου με φορτίο P).

Λύση.

Από τό διάγραμμα, όταν $P = 45$ κρ καί $D = 25$ mm, προκύπτει $d = 4$ mm.

Υστερα μέ $d = 4$ mm καί $D = 25$ mm ή επίμηκυνση ανά σπείρα είναι $f = 2,5$ mm.

Άρα:

$$L_0 = i \cdot d + d = 20 \times 4 + 4 = 84 \text{ mm}$$

$$L_p = L_0 + i \cdot f = 84 + 20 \times 2,5 = 134 \text{ mm}$$

2. Έλατήριο θλίψεως.

Δίνονται $P = 60$ κρ, $D = 40$ mm.

(Μέ 10 κρ διαφορά φορτίσεως τό μήκος του ελατηρίου πρέπει νά επίμηκυνθεί κατά $F = 6$ mm).

Ζητούνται: d , i , L_0 , r .

Λύση.

Από τό διάγραμμα προκύπτει $d = 5$ mm καί $f = 5,5$ mm. Ή επίμηκυνση ανά σπείρα είναι $f = 5,5$ mm.

$$P = 60 \text{ κρ} \quad f = 5,5 \text{ mm}$$

$$P = 10 \text{ κρ} \quad f_1 = f \frac{P_1}{P} = 5,5 \times \frac{10}{60} = 0,92 \text{ mm}$$

$$i = \frac{F}{f_1} = \frac{6}{0,92} = 6,5 \approx 7 \text{ σπείρες}$$

Μέ κανονική φόρτιση πρέπει οι σπείρες νά έχουν ένα μικρό διάκενο ασφάλειας, περίπου 0,5 mm· άρα τό βήμα γιά:

$$P = 60 \text{ κρ} \quad h = d + 0,5 = 5 + 0,5 = 5,5 \text{ mm.}$$

$$P = 10 \text{ κρ} \quad h_0 = h + f = 5,5 + 5,5 = 11 \text{ mm.}$$

Τό μήκος του ελατηρίου έπομένως είναι:

$$L_0 = (i + 1) h_0 = (7 + 1) \times 11 = 88 \text{ mm.}$$

$$L_p = L_0 - i \cdot f = 88 - 7 \times 5,5 = 49,5 \text{ mm.}$$

10.16 Ανακεφαλαίωση.

1. Στήν ίμαντοκίνηση χρησιμοποιείται ό ίμάντας γιά τή μετάδοση τής κινήσεως από μιά άτρακτο στήν άλλη μέ τή βοήθεια δυό τροχαλιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΡΟΦΑΛΟΥ

11.1 Γενικά.

Στό προηγούμενο κεφάλαιο της Ιματοκινήσεως είδαμε πώς μπορούμε να μεταφέρουμε μία περιστροφική κίνηση από μία άτρακτο σε άλλη.

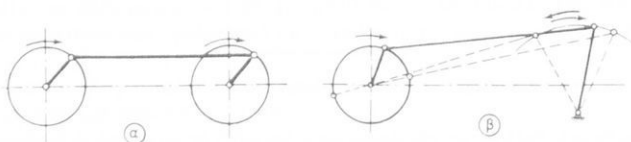
Χαρακτηριστικό γνώρισμα της κινήσεως αυτής ήταν ότι η πραγματοποίησή της επιτυγχάνονταν με την τριβή του ιμάντα στις επιφάνειες των στεφανών των τροχαλιών.

Στό κεφάλαιο 9, όπου μιλήσαμε για τις δοντοκινήσεις είδαμε ότι τό ίδιο πρόβλημα της μεταδόσεως της περιστροφικής κινήσεως λύνεται και με άλλο τρόπο, δηλαδή με τη χρησιμοποίηση δοντωτών τροχών.

Στό κεφάλαιο αυτό περιγράφεται νέα μέθοδος μεταφοράς της περιστροφικής κινήσεως από άτρακτο σε άτρακτο που είναι ο **μηχανισμός του στροφάλου**.

Γενικά όταν λέμε **μηχανισμό**, έννοούμε σύνολο από στοιχεία μηχανών, τά οποία αποτελούν κλειστή αλυσίδα, όταν δηλαδή η κίνηση του ενός στοιχείου αναγκάζει να κινηθούν και τά άλλα, επειδή συνδέονται τά στοιχεία μεταξύ τους.

Ο **μηχανισμός στροφάλου** έχει την ιδιότητα όχι μόνο να μεταφέρει μία περιστροφική κίνηση από μία άτρακτο σε άλλη [σχ. 11.1α(α)], αλλά έχει και την πρόσθετη ιδιότητα να μετατρέπει μία **περιστροφική κίνηση σε παλινδρομική** και αντίστροφα [σχ. 11.1α(α)].



Σχ. 11.1α.

Παλινδρομική κίνηση λέμε την άμφίδρομη κίνηση, που εκτελεί π.χ. τό έμβολο μιάς βενζινομηχανής. Τό ρήμα **παλινδρομώ** σημαίνει πηγαινοέρχομαι από ένα σημείο πρós τά εμπρός και μετά γυρίζω πρós τά πίσω, ώσπου να φθασω στό σημείο, από τό οποίο ξεκίνησα.

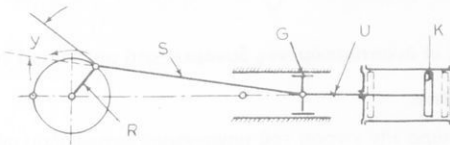
Ο μηχανισμός στροφάλου εφαρμόσθηκε πρώτη φορά στις άτμομηχανές και από τότε η εφαρμογή του προχώρησε και σε άλλες εφαρμογές, χωρίς να βρεθεί μέχρι σήμερα άλλος απλούστερος μηχανισμός, για να τόν αντικαταστήσει.

Τά στοιχεία από τὰ ὁποῖα ἀποτελεῖται ὁ μηχανισμός (σχ. 11.1β) εἶναι:

— τὸ ἔμβολο	K
— τὸ βάκτρο	U
— ὁ σταυρός ἢ τὸ ζύγωμα	G
— ὁ διωστήρας	S
— τὸ στρόφαλο	R

Τὸ **στρόφαλο** καὶ τὸ **ἔμβολο** ἀποτελοῦν τὰ **ἀκραῖα στοιχεία** τοῦ μηχανισμοῦ, ἐνῶ τὰ ἄλλα τὰ **ἐνδιάμεσα**.

“Ὅταν ὁ μηχανισμός τοῦ στροφάλου ἐφαρμόζεται σέ κινητήριες μηχανές, ὅπως εἶναι οἱ βενζινομηχανές, οἱ πετρελαιομηχανές κλπ., ἔχει ὡς σκοπὸ **νά μετατρέπει τὴν παλινδρομικὴ κίνηση σέ περιστροφικὴ**.” Ὅταν πάλι ἐφαρμόζεται σέ **ἐργομηχανές**, ὅπως π.χ. εἶναι οἱ ἐμβολοφόρες ἀντλίες, οἱ ἀεροσυμπιεστές κλπ., τότε ἔχει ὡς σκοπὸ **νά μετατρέπει τὴν περιστροφικὴ κίνηση σέ παλινδρομικὴ**.



Σχ. 11.1β.
Στοιχεῖα μηχανισμοῦ στροφάλου.

Στὴν κινητήρια μηχανὴ τὸ ἔμβολο, καθὼς πιέζεται ἀπὸ τὸν ἀτμὸ (ἢ τὰ καυσάε-ρια), ὑποχρεώνεται **νά κινεῖται παλινδρομικά**.

Τὰ παλινδρομικὰ στοιχεῖα εἶναι **τὸ ἔμβολο**, τὸ **βάκτρο**, ὁ **σταυρός** καὶ τὸ ἓνα τρί-το τοῦ **διωστήρα**, πού συνδέεται μὲ τὸ σταυρό. Ὁ στρόφαλος καὶ τὰ ὑπόλοιπα δύο τρίτα τοῦ διωστήρα **περιστρέφονται**.

Ἔτσι καὶ ἡ δύναμη, πού πιέζει τὸ ἔμβολο, μεταφέρεται στοῦ στρόφαλο ὡς περι-φερειακὴ δύναμη.

Ἡ περιφερειακὴ αὐτὴ δύναμη, ἡ ὁποία διευθύνεται ἐφαπτομενικά στὸν κύκλο, πού γράφεται ἀπὸ τὸ κομβίο τοῦ στροφάλου, εἶναι ἀνάλογη μὲ τὸ **συνημίτονο τῆς γωνίας** γ πού σχηματίζεται ἀπὸ τὴ διεύθυνση τῆς δυνάμεως αὐτῆς μὲ τὴν ἀντίστοι-χη κατεύθυνση τοῦ διωστήρα (σχ. 11.1β).

Ἐπειδὴ στὰ δύο ἀκραῖα σημεῖα τῆς διαδρομῆς τοῦ ἐμβόλου, τὰ **καλούμενα νε-κρὰ σημεῖα**, ἡ γωνία γ λαμβάνει τιμὴ 90° , μηδενίζεται τὸ **συνημίτονο** τῆς, καὶ ἡ δύ-ναμη ἡ ὁποία μεταδίδεται στοῦ στρόφαλο στὰ σημεῖα αὐτὰ λαμβάνει τιμὴ μηδενικὴ.

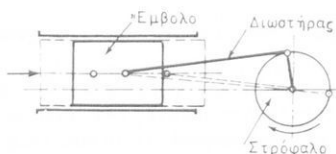
Ἀπὸ τὰ παραπάνω προκύπτει ὅτι, ὅταν λειτουργεῖ ὁ μηχανισμός στροφάλου στὰ τεμάχια πού παλινδρομοῦν, ἀναπτύσσονται πότε **ἐπιταχύνσεις** καὶ πότε **ἐπι-βραδύνσεις**, μὲ ἀποτέλεσμα **νά δημιουργοῦνται δυνάμεις ἀδράνειας**.

Ἡ μὴ ὀμαλὴ κίνηση τοῦ μηχανισμοῦ, ἐξαιτίας αὐτῶν τῶν δυνάμεων ἀδράνειας, βελτιώνεται μὲ τὴ βοήθεια τοῦ **σφονδύλου**, πού προσαρμόζεται στοῦ στροφαλοφό-ρο ἄξονα.

Ὁ σφόνδουλος ἐνεργεῖ σάν ἀποθήκη ἐνέργειας, γιατί τὴ μιά φορά (ἐπιβράδυνση τοῦ συστήματος) **συμπληρώνει** τὸ παρουσιαζόμενον κενὸ ἐνέργειας, τὴν ἄλλη δέ

φορά (έπιτάχυνση του συστήματος) έναποθηκείται τό παρουσιαζόμενο πλεόνασμα ενέργειας.

Ο μηχανισμός του στροφάλου άπλουστεύεται στις έμβολοφόρες μηχανές άπλης ενέργειας, γιατί αυτές δέν έχουν **βάκτρο** και **σταυρό**, τό δέ έμβολο συνδέεται κατ' ευθείαν μέ τό ένα άκρο του διωστήρα (σχ. 11.1γ).



Σχ. 11.1γ.

Μηχανισμός στροφάλου έμβολοφόρας μηχανής άπλης ενέργειας.

11.2 Η κίνηση και οι άναπτυσσόμενες δυνάμεις στό μηχανισμό του στροφάλου.

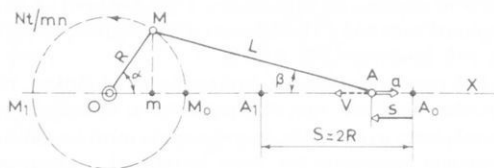
α) Διαδρομή έμβόλου.

Άς εξετάσουμε τώρα την κίνηση του μηχανισμού στροφάλου μέ τή βοήθεια του σχήματος 11.2α.

Άς θεωρήσουμε τό στρόφαλο OM ότι περιστρέφεται όμαλά γύρω από τό O μέ ταχύτητα

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$$

Ο στρόφαλος στόν κίνησή του παρασύρει τό διωστήρα MA, του οποίου τό σημείο A είναι εξαναγκασμένο νά κινείται έπάνω στόν ευθεία OX. Συμπεραίνομε από αυτό ότι τό σημείο A του διωστήρα μετατίθεται από τό σημείο A₀ στό A₁ όταν τό



Σχ. 11.2α.

στρόφαλο περιστρέφεται από τό OM₀ στό OM₁ και άνάποδα, δηλαδή από τό OM₁ στό OM₀. Έπειδή A₀M₀ = A₁M₁ = l προκύπτει ότι:

$$A_0A_1 = 2r = \text{διαδρομή}$$

Ἄς ἐξετάσουμε τώρα γιὰ μιὰ τυχαία θέση ΟΜ τοῦ στροφάλου τὴν τιμὴ τοῦ διαστήματος S, πού ἔχει διανυθεῖ, καθὼς καὶ τὴν ταχύτητα u καὶ τὴν ἐπιτάχυνση γ τοῦ ποδίου A τοῦ διωστήρα.

Ἐκφραση τοῦ διαστήματος S = f(a).

Ἀπὸ τὸ σχῆμα 11.2α ἔχομε

$$S = A_0A = OA_0 - OA = (r + l) - (Om + mA) = r + l - (r \text{ συνα} + l \text{ συνβ})$$

Ἀπὸ τὰ τρίγωνα ὁμῶς ΟΜm καὶ ΑΜm προκύπτει ὅτι:

$$r \eta\mu\alpha = l \eta\mu\beta$$

καὶ

$$\text{συνβ} = \sqrt{1 - \eta\mu^2\beta} = \sqrt{1 - \frac{r^2}{l^2} \eta\mu^2\alpha}$$

ὁπότε ἡ ἔκφρασή του S γίνεται:

$$S = (r + l) - \left(r \text{ συνα} + l \cdot \sqrt{1 - \frac{r^2}{l^2} \eta\mu^2\alpha} \right) = r(1 - \text{συνα}) + l \left(1 - \sqrt{1 - \frac{r^2}{l^2} \eta\mu^2\alpha} \right)$$

Ἀναπτύσσοντας τὸ $\sqrt{1 - \frac{r^2}{l^2} \eta\mu^2\alpha}$ σύμφωνα μὲ τὸν τύπο τοῦ διωνύμου τοῦ Νεύτωνα ἔχομε:

$$\left(1 - \frac{r^2}{l^2} \eta\mu^2\alpha \right)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{r^2}{2l^2} \eta\mu^2\alpha + \frac{r^4}{8l^4} \eta\mu^4\alpha \dots$$

Μποροῦμε νὰ παραλείψουμε τοὺς ὄρους ἀπὸ τὸν τρίτο καὶ πέρα σὰν ἀμελητέους ὁπότε ὁ τύπος γίνεται:

$$S = r(1 - \text{συνα}) + \frac{r^2}{2l} \eta\mu^2\alpha$$

Παρατήρηση.

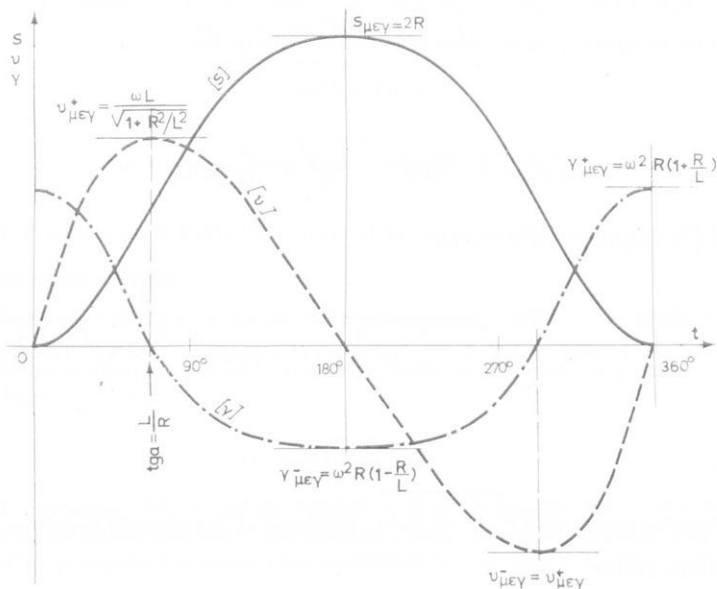
α) Γιὰ $\alpha = 90^\circ$ ἔχομε $S = r + \frac{r^2}{2l}$ πού δείχνει ὅτι τὸ σημεῖο A ἔχει διανύ-

σει περισσότερο από τό μισό τῆς διαδρομῆς. Αυτό όφείλεται στό μικρό μήκος τοῦ διωστήρα. Τό διάστημα $r^2/2l$ θά ἦταν τόσο πιά μικρό όσο ἡ σχέση (r/l) ἦταν πιά μεγάλη.

β) Γιά διωστήρα μέ ἄπειρο μήκος $r/l = 0$

$$S = r(1 - \sigma \nu \alpha)$$

γ) Γραφική παράσταση τοῦ $S = f(\alpha)$ δίνεται στό σχῆμα 10.2β.



Σχ. 11.2β.

Γραφική εύρεση θέσεως τοῦ ἐμβόλου.

β) Ταχύτητα ἐμβόλου u .

Γνωρίζομε ότι ἡ ταχύτητα εἶναι ἡ παράγωγος τοῦ διαστήματος ὡς πρός τό χρόνο:

$$\begin{aligned} u &= \frac{ds}{dt} = r \eta \mu \alpha \frac{d\alpha}{dt} + \frac{r^2}{2l} 2\eta \mu \alpha \sigma \nu \alpha \frac{d\alpha}{dt} = \\ &= r \frac{d\alpha}{dt} \left(\eta \mu \alpha + \frac{r}{2l} \eta \mu 2\alpha \right) \end{aligned}$$

καί έπειδή $\frac{da}{dt} = \omega$

$$u = \omega \cdot r \left(\eta\mu\alpha + \frac{r}{2l} \eta\mu 2\alpha \right)$$

Παρατήρηση.

α) Γιά διωστήρα άπειρου μήκους $u = \omega \cdot r\eta\mu\alpha$

β) Γραφική παράσταση στό σχήμα 10.2β

γ) Έπιτάχυνση έμβόλου γ.

Γνωρίζομε έπίσης ότι ή έπιτάχυνση είναι ή παράγωγος τής ταχύτητας ώς πρός τό χρόνο.

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{du}{dt} = \omega \cdot r \left(\sigma\upsilon\nu\alpha \frac{da}{dt} + \frac{r}{2l} \cdot 2\sigma\upsilon\nu 2\alpha \frac{da}{dt} \right) \\ &= \omega^2 \cdot r \cdot \sigma\upsilon\nu\alpha + \frac{r}{l} \sigma\upsilon\nu 2\alpha \end{aligned}$$

Γραφική παράσταση στό σχήμα 10.2β.

Συμπέρασμα.

Σπουδαίο συμπέρασμα από τήν προηγούμενη ανάπτυξη είναι ότι:

Όταν ένας στρόφαλος στρέφεται όμαλά, τό έμβολο μετατίθεται άνώμαλα καί μάλιστα σύμφωνα μέ ένα νόμο πού πλησιάζει τήν ήμιτονοειδή περιοδική κίνηση.

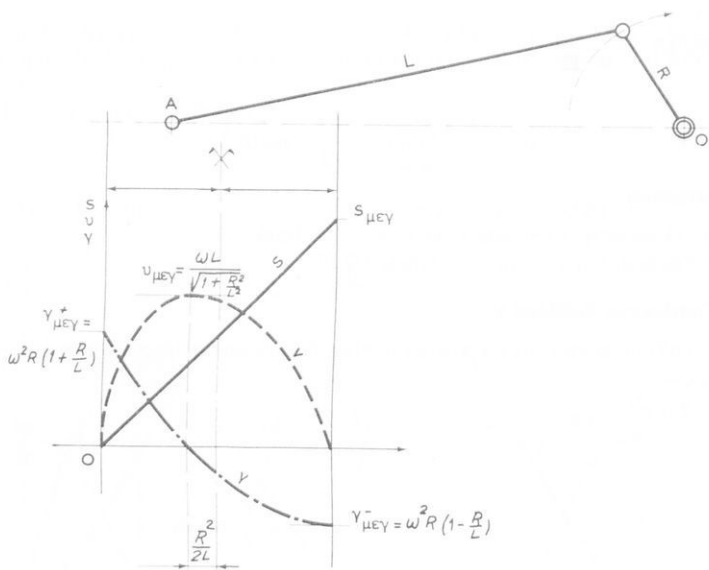
Άλλη γραφική άπεικόνιση.

Τά s , u , γ έκφράζονται έπίσης καί σέ συνάρτηση μέ τή διαδρομή του έμβόλου σχήμα 11.2γ.

δ) Κατανομή δυνάμεων.

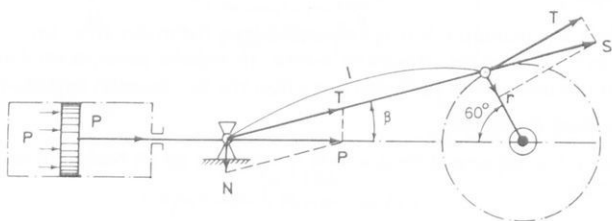
Ή δύναμη P , πού έφαρμόζεται στό έμβολο (σχ. 11.2δ) καί μετά στό σταυρό, άναλύεται στή δύναμη S , πού μεταφέρεται από τό διωστήρα, καί τή δύναμη N , ή όποία είναι κάθετη πρός τήν έπιφάνεια όλισθήσεως του σταυρού:

$$S = \frac{P}{\sigma\upsilon\nu\beta}, \quad N = P \cdot \epsilon\phi\beta$$



Σχ. 11.2γ.

Διάγραμμα ταχύτητας έμβολου.



Σχ. 11.2δ.

$$\text{γιά } \frac{r}{l} = \frac{1}{5} \quad S_{\text{μεγ}} = 1,02 \cdot P, \quad N_{\text{μεγ}} = \frac{1}{5} P$$

Στό κομβίο του στροφάλου ή S αναλύεται στην έφαπτομενική T και την άκτινική R, ή όποια ίσοῦται αντίστοιχα πρὸς:

$$T = S \cdot \eta\mu (\phi + \beta)$$

$$R = S \cdot \sigma\upsilon\nu (\phi + \beta)$$

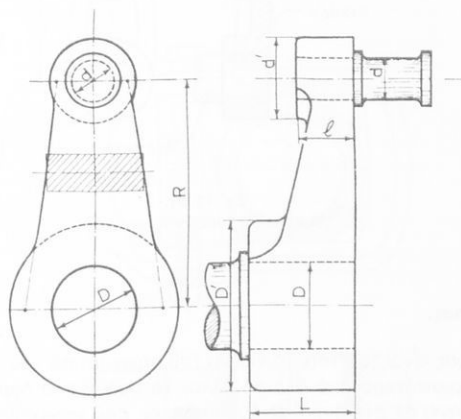
11.3 Στρόφαλος.

Ο στρόφαλος είναι ένας μοχλός σφηνωμένος με το ένα του άκρο σε μία άτρακτο φέρει δε στο άλλο του άκρο ένα κομβίο, στο οποίο συνδέεται η κεφαλή του διωστήρα.

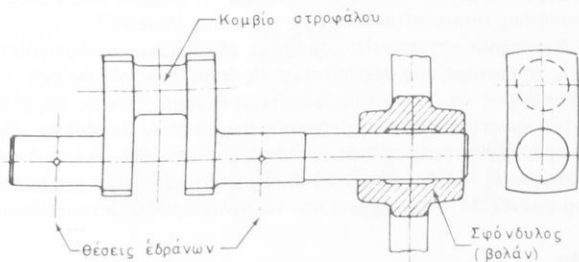
Όπως προκύπτει από όσα έχουν λεχθεί μέχρι τώρα, κάθε κύλινδρος παλινδρομικής μηχανής πρέπει να συνδέεται με ιδιαίτερο μηχανισμό στροφάλου, για να μπορεί να μεταφέρει τήν ώθηση, που εφαρμόζεται στο έμβολό του, μέχρι το στρόφαλο.

Στίς μονοκύλινδρες μηχανές ο στρόφαλος στερεώνεται στο άκρο του άξονα (σχ. 11.3α).

Στίς πολυκύλινδρες μηχανές ή άτρακτος, δέχεται όλους τούς στροφάλους από όλους τούς κυλίνδρους και γι' αυτό λέγεται **στροφαλοφόρος άξονας** (σχ. 11.3β).



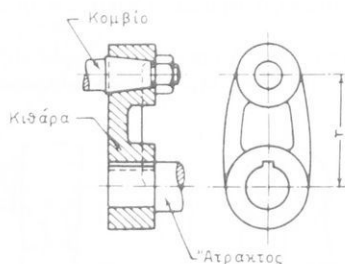
Σχ. 11.3α.
Μετωπικός στρόφαλος.



Σχ. 11.3β.
Στροφαλοφόρος άξονας μονοκύλινδρης μηχανής.

Ός υλικό κατασκευής των στροφάλων χρησιμοποιείται ο σφυρήλατος χάλυβας. Ο καλύτερος τρόπος συνδέσεως του κομβίου με τον κορμό του στροφάλου είναι με τη χρησιμοποίηση κωνικού πείρου, ο οποίος πρέπει να είναι καλά κατεργασμένος. Η σύνδεση ασφαλιζεται με έγκάρσια σφήνα ή με περικόχλιο από την αντίθετη πλευρά (σχ. 11.3γ).

Βασικό στοιχείο για τον υπολογισμό ενός στροφάλου είναι η άκτινα του. Η άκτινα αυτή μετρείται από τό κέντρο του κομβίου.



Σχ. 11.3γ.

Άσφαλιση έγκάρσιας σφήνας.

11.4 Διωστήρας.

Ο διωστήρας είναι τό στοιχείο εκείνο του μηχανισμού του στροφάλου, πού καταπονείται περισσότερο από όλα τά άλλα. Τό σχήμα του διωστήρα είναι ραβδόμορφο, καταλήγει δέ στά άκρα σε δύο κεφαλές, πού χαρακτηρίζονται ως **κάτω** και **άνω κεφαλή** του διωστήρα.

Συνήθως ή μία από τίς δύο κεφαλές φέρεи έδρανο καί συνδέεται με τό στροφήλο τής μηχανής. Η άλλη κεφαλή φέρεи στερεωμένο πείρο σε σχήμα πηρούνας (σχ. 11.4α) καί συνδέεται με τό έμβολο στό σταυρό. Η κεφαλή πού συνδέεται με τό στροφήλο συνήθως αποτελείται από δύο κομμάτια (διμερής).

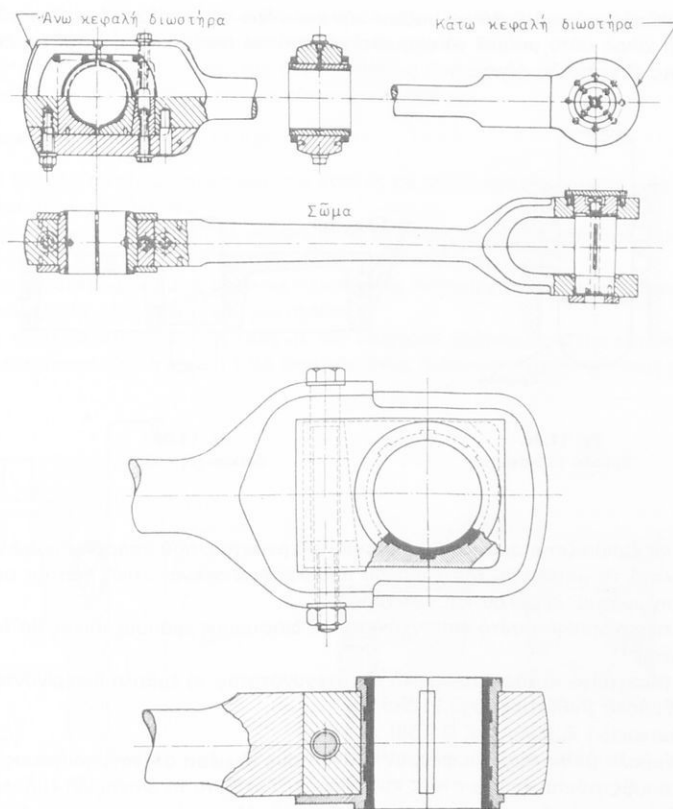
Έπειδή ο διωστήρας καταπονείται σύνθετα, οι κατασκευαστές προσπαθούν να προσαρμόζουν τή διατομή του σύμφωνα με τίς απαιτήσεις τής άντοχής έτσι, ώστε με τό ελάχιστο βάρος να έχομε τή μεγαλύτερη άντοχή. Σκοπός τής ελαττώσεως του βάρους του διωστήρα είναι ή ανάπτυξη μικροτέρων **δυνάμεων άδράνειας**.

Οί συνηθισμένες διατομές του διωστήρα φαίνονται στό σχήμα 11.4β.

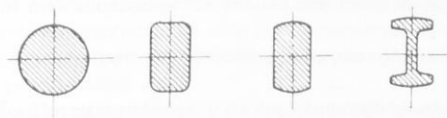
Γιά τήν κατασκευή του διωστήρα συνήθως χρησιμοποιείται ο σφυρήλατος χάλυβας, σε όρισμένες δέ περιπτώσεις καί τό σκληραργίλιο (ντουραλουμίνιο).

11.5 Έμβολο.

Τό έμβολο είναι τό στοιχείο εκείνο, πού έργάζεται μέσα στόν κύλινδρο τής μηχανής. Η κίνησή του είναι, καθώς γνωρίζομε, πάντα **παλινδρομική**.



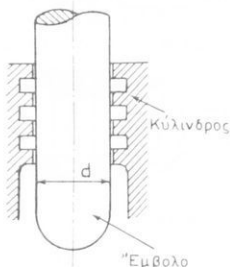
Σχ. 11.4α.
Διωστήρας.



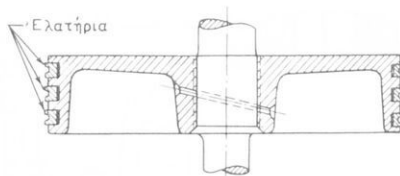
Σχ. 11.4β.

Συνηθισμένες μορφές διατομής σώματος διωστήρα.

Ἡ μία πλευρά τοῦ ἔμβολου μαζύ μέ τόν κύλινδρο σχηματίζουν ἕνα κλειστό χῶρο. Στό χῶρο αὐτό μπορεῖ νά εἰσαχθεῖ ρευστό, τό ὁποῖο εἶτε εἶναι μίγμα ἀέρα - βενζίνης εἶτε ἀπλῶς ἀέρας.



Σχ. 11.5α.
Ἐμβολο βυθίσσεως.



Σχ. 11.5β.
Δισκοειδές ἔμβολο.

Γιά νά ἐμποδίζεται ὁμως κάθε διαρροή τοῦ ρευστοῦ, πού ὑπάρχει ἀπό τό χῶρο αὐτό, κατά τή μετάθεση τοῦ ἔμβολου προβλέπεται στεγανωτική διάταξη μεταξὺ τῶν τοιχωμάτων ἔμβολου καί κυλίνδρου.

Ἡ στεγανοποίηση αὐτή ἐπιτυγχάνεται μέ διάφορους τρόπους, ὅπως θά δοῦμε παρακάτω.

Μέ βάση αὐτό τό χαρακτηριστικό τῆς στεγανότητας, τά ἔμβολα διακρίνονται σέ:

- Ἐμβολα βυθίσσεως (σχ. 11.5α) καί
- δισκοειδή ἔμβολα (σχ. 11.5β).

Τά ἔμβολα βυθίσσεως δέν φέρουν ἐπάνω τους τά μέσα στεγανοποιήσεως, γιατί αὐτά τοποθετοῦνται ἐπάνω στους κύλινδρους. Ἀντίθετα τά δισκοειδή ἔμβολα φέρουν ἐπάνω τους τά μέσα στεγανοποιήσεως καί μάλιστα ἐπάνω στήν παράπλευρή τους ἐπιφάνεια, ὅπως θά δοῦμε στή συνέχεια.

α) Ἐμβολα βυθίσσεως.

Τά ἔμβολα βυθίσσεως εἶναι κυκλικά καί χρησιμοποιοῦνται στους ὑδραυλικούς ἀνυψωτήρες, στά πιεστήρια καί τίς ἀντλίες. Τήν ὄνομασία τους τήν ὀφείλουν στό γεγονός ὅτι βυθίζονται μέσα στό ρευστό καί προκαλοῦν ἔτσι τήν αὔξηση τῆς πιέσεώς του.

Ὡς ὑλικό κατασκευῆς τους χρησιμοποιεῖται ὁ χυτοσίδηρος, ὁ χυτοχάλυβας καί ὁ ὀρείχαλκος.

Τά στοιχεῖα τά ὁποῖα ἐξασφαλίζουν τή στεγανότητα μεταξύ κυλίνδρου καί ἔμβολου καί τά ὁποῖα στερεώνονται ἐπάνω στόν κύλινδρο, λέγονται **στυπιοθλίπτες**.

Στό σχῆμα 11.5γ φαίνεται λεπτομέρεια στυπιοθλίπτη, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἀπό δερμάτινο περιλαῖμιο σέ σχῆμα ἀνεστραμμένου U. Τό ρευστό, πού παρεμβάλλεται στόν ἐνδιάμεσο χῶρο μεταξύ ἔμβολου καί κυλίνδρου γιά νά περνᾶ στό περι-

λαίμιο, πιέζει τό ένα σκέλος τοῦ δερμάτινου περιλαίμιου ἐπάνω στό ἔμβολο, καί ἐμποδίζει ἔτσι τό ρευστό νά ἐκφύγει ἀπό τό σημεῖο ἐκεῖνο.

Ἐκτός ἀπό αὐτό τόν τύπο τοῦ στυπιοθλίπτη ὑπάρχουν καί ἄλλοι, γιά τούς ὁποῖους θά μιλήσομε ἀργότερα σέ ἰδιαίτερο κεφάλαιο.

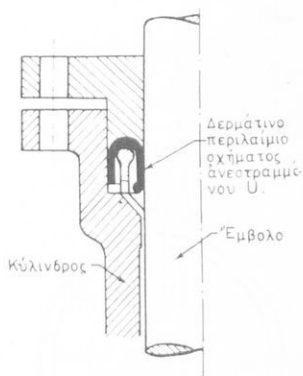
β) Δισκοειδή ἔμβολα (σχ. 11.5δ).

Τά ἔμβολα αὐτά χρησιμοποιοῦνται κυρίως σέ ἀτμομηχανές, μηχανές ἐσωτερικῆς καύσεως καί ἀντλίες.

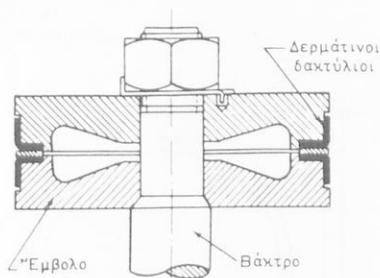
Ἔχουν καί αὐτά κυλινδρική μορφή, ἀλλά τό πάχος τους εἶναι σχετικά μικρό. Συνηθέστερο ὑλικό κατασκευῆς τους εἶναι ὁ **χυτοσίδηρος**.

Στίς ταχύστροφες ὁμως μηχανές ἐσωτερικῆς καύσεως χρησιμοποιοῦνται ἔμβολα ἀπό κράμα ἀλουμίνιου καί μαγνησίου.

Τά στοιχεῖα στεγανότητάς τους μέ τόν κύλινδρο βρίσκονται στήν παράπλευρή τους ἐπιφάνεια. Στό σχῆμα 11.5δ φαίνεται ἕνας τρόπος στεγανοποιήσεως μεταξύ



Σχ. 11.5γ.
Στυπιοθλίπτης.



Σχ. 11.5δ.
Δισκοειδές ἔμβολο.

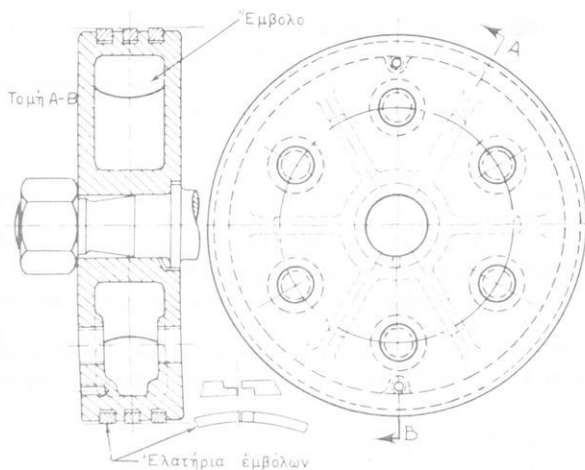
ἔμβολου καί κυλίνδρου σέ ἔμβολο ἀντλίας διπλῆς ἐνέργειας. Τό στοιχεῖο στεγανότητας εἶναι δυό δακτύλιοι ἀπό δέρμα γωνιακῆς διατομῆς καί πάχους 3 ὡς 6 mm.

Συνήθως ἡ στεγανότητα στά δισκοειδή ἔμβολα ἐπιτυγχάνεται μέ τούς μεταλλικούς δακτύλιους, οἱ ὁποῖοι ὀνομάζονται καί **ἐλατήρια ἐμβόλων** (σχ. 11.5ε).

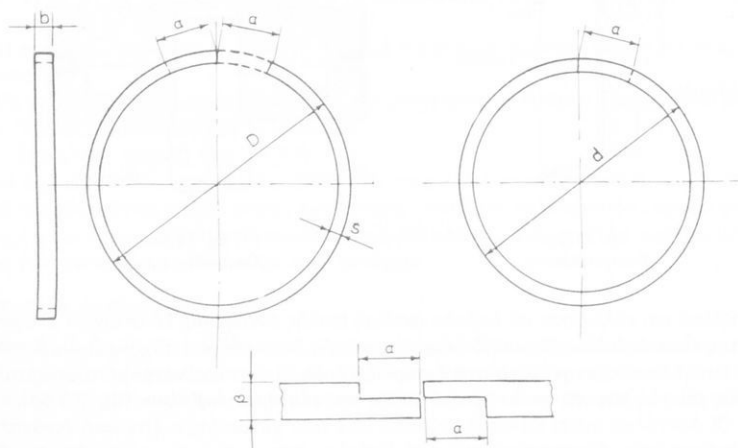
Οἱ δακτύλιοι αὐτοί κατασκευάζονται εἴτε ἀπό χυτοσίδηρο εἴτε ἀπό ὀρείχαλκο· τοποθετοῦνται δέ περιφερειακά στό ἔμβολο μέσα στά αὐλάκια πού ἔχουν κατασκευασθεῖ εἰδικά γιά τό σκοπό αὐτό.

Γιά τή στεγανότητα μεταξύ κυλίνδρου καί ἔμβολου δέν ἀρκεῖ μόνο ἕνας δακτύλιος. Συνήθως τοποθετοῦνται τρεῖς ὡς τέσσερις δακτύλιοι. Οἱ δακτύλιοι αὐτοί εἶναι σχιστοί (σχ. 11.5στ).

Γιά τήν κατασκευή ἐλατηρίων, τά ὁποῖα νά ταιριάζουν π.χ. σέ κύλινδρο διαμέτρου d , γίνονται οἱ παρακάτω ἐργασίες:



Σχ. 11.5ε.
Δισκοειδές έμβολο.



Σχ. 11.5στ.
Διαμόρφωση έλατηρίου έμβολου.

α) Λαμβάνεται κατ' αρχή δακτύλιος και τονρεύεται εξωτερικά στη διάμετρο D , που είναι λίγο μεγαλύτερη από τη διάμετρο του κυλίνδρου.

Συνήθως:

$$D = d + \frac{a}{\pi} + 5 - 10 \text{ mm}$$

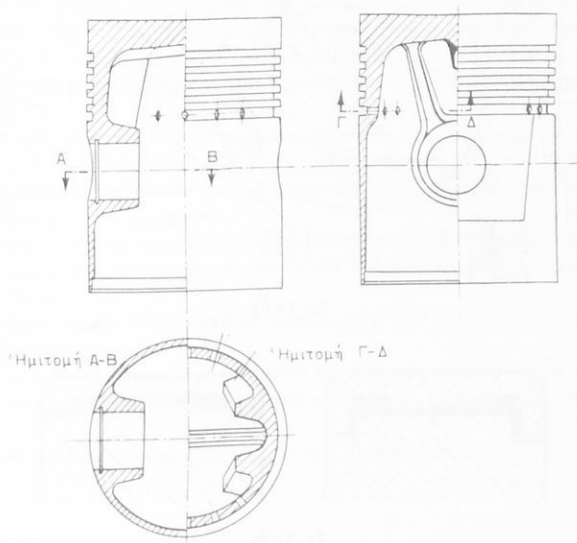
όπου τό α λαμβάνεται ίσο μέ τά 10% ώς 14% τής διαμέτρου τής d ή ακόμη 2,5 έως 3 φορές τό πάχος s του έλατηρίου.

β) Αφαιρείται μέ **λοξή τομή** τμήμα τής περιφέρειας μήκους α (σχ. 11.5στ).

γ) Τορνεύεται πάλι ό δακτύλιος, κλειστός πλέον, ώσπου νά φθάσει τή διάμετρο d του κυλίνδρου. Τό πάχος του δακτυλίου s λαμβάνεται ίσο πρός τό 1/26 ώς 1/22 τής διαμέτρου d τό δέ ύψος b = s.

Όταν κατασκευασθεϊ μέ τόν τρόπο αυτό ό δακτύλιος καϊ τοποθετηθεϊ στή θέση του, ένεργεϊ ώς έλατήριο, τό όποϊο πιέζει τό τοίχωμα του κυλίνδρου.

Στό σχήμα 11.5ζ φαίνεται ένα έμβολο αυτοκινήτου μέ τίς έγκοπές γιά τά έλατήρια στεγανότητας.

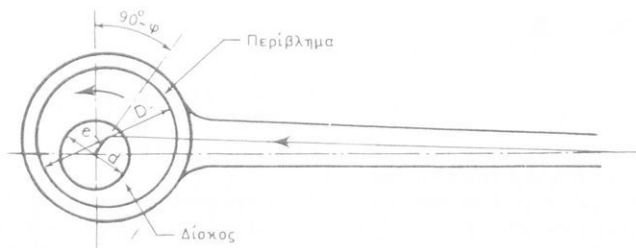


Σχ. 11.5ζ.

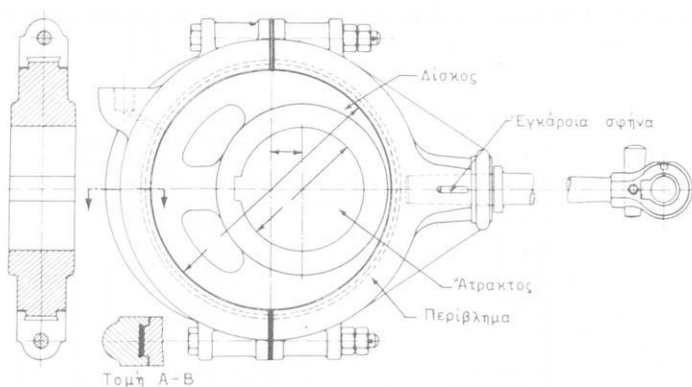
Έμβολο αυτοκινήτου στις τρεις δυνεις του.

11.6 Έκκεντρα.

Όταν ή άκτίνα του στροφάλου είναι πολύ μικρή, τότε ό στρόφαλος έκφυλίζεται σέ ένα άλλο στοιχείο, πού λέγεται **έκκεντρο**.



Σχ. 11.6α.
Δίσκος εκκέντρου.



Σχ. 11.6β.



Σχ. 11.6γ.
Έκκεντρο άτμομηχανής.

Σέ κάθε εκκεντρο διακρίνομε:

— Τό **δίσκο**, πού στερεώνεται επάνω στην άτρακτο, ή μερικές φορές άποτελεϊ ένα σῶμα μέ αυτή (σχ. 11.6α).

— Τό **δακτυλιωτό περίβλημα**, πού κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο.

Ή επιφάνεια του περιβλήματος, πού όλισθαίνει επάνω στό δίσκο, σκεπάζεται συνήθως μέ λευκό μέταλλο. (σχ. 11.6β).

— Τήν απόσταση του κέντρου του δίσκου από το κέντρο της άτρακτου που καλεῖται **έκκεντρότητα** του εκκέντρου (σχ. 11.6β). Ἡ διαδρομή του εκκέντρου εἶναι τὸ διπλάσιο τῆς εκκεντρότητάς του. Τὸ εκκέντρο ἔχει τὸ προτέρημα ὅτι μπορεῖ νὰ τοποθετηθεῖ σὲ οποιαδήποτε θέση τῆς άτρακτου. Ἐχει ὁμως τὸ μειονέκτημα ὅτι ὁ δίσκος του κατὰ τὴ λειτουργία ὀλισθαίνει συνεχῶς ἐπάνω στὸ περίβλημα, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ καταναλίσκεται σημαντικὴ ποσότητα ἔργου τριβῆς. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ ἡ χρησιμοποίησή του περιορίζεται μόνο σὲ περιπτώσεις ὅπου δροῦν μικρὲς δυνάμεις.

11.7 Ἀνακεφαλαίωση.

1. Ὁ μηχανισμὸς στροφάλου ἔχει ὡς στοιχεῖα: τὸ ἔμβολο, τὸ βάκτρο, τὸ σταυρὸ, τὸ διωστήρα καὶ τὸ στρόφαλο.
Προσφέρεται εἴτε γιὰ μετατροπὴ μιᾶς παλινδρομικῆς κινήσεως σὲ περιστροφικὴ εἴτε ἀνάποδα.
2. Ὅταν ὁ στρόφαλος κινεῖται ὁμαλὰ μὲ n στροφές τὸ λεπτό, τὸ ἄκρο τοῦ διωστήρα πού συνδέεται μὲ τὸ ἔμβολο ἐκτελεῖ μιὰ κίνηση πού πλησιάζει τὴν ἡμιτονική. Ἡ μέγιστη ταχύτητα τοῦ ἐμβόλου εἶναι κοντὰ στὸ μέσο τῆς διαδρομῆς, ἐνῶ μηδενίζεται στὰ νεκρὰ σημεῖα. Ἡ ἐπιτάχυνση ἀντίθετα εἶναι μεγάλη στὰ νεκρὰ σημεῖα καὶ γι' αὐτὸ κατὰ τὴ λειτουργία τοῦ μηχανισμοῦ ἔχομε ἀνάπτυξη δυνάμεων ἀδράνειας.
3. Ὁ στρόφαλος ὡς στοιχεῖο τοῦ μηχανισμοῦ γίνεται ἓνα σῶμα μὲ τὴν άτρακτο ἀπὸ τὴν ὁποία εἴτε λαμβάνει κίνηση εἴτε δίνει κίνηση.
Στὶς πολυκύλινδρες μηχανές ἀντὶ τοῦ στροφάλου διαμορφώνεται ὁ στροφαλοφόρος ἄξονας.
4. Ὁ διωστήρας εἶναι τὸ στοιχεῖο πού συμβάλλει κυρίως στὴ μετατροπὴ τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως σὲ περιστροφική. Ἡ μιὰ του κεφαλὴ παλινδρομεῖ ἢ δὲ ἄλλη περιστρέφεται.
Καταπονεῖται ἰσχυρὰ καὶ γι' αὐτὸ κατασκευάζεται ἀπὸ καλῆς ποιότητας χάλυβα ἢ ἀπὸ ντουραλουμίνιο.
5. Τὸ ἔμβολο εἶναι τὸ στοιχεῖο πού δέχεται τὶς ἀξονικὲς πιέσεις καὶ τὶς μεταβιβάζει στὸ διωστήρα. Ὑπάρχουν διαφόρων τύπων ἔμβολα, τὰ δισκοειδῆ, τὰ βυθιζόμενα κλπ.
6. Τὰ εκκέντρα ἀπλουστεύουν τὸ μηχανισμὸ στροφάλου.

11.8 Ἐρωτήσεις.

1. Πῶς χαρακτηρίζεται ὁ μηχανισμὸς στροφάλου;
2. Ἀπὸ ποιά στοιχεῖα ἀποτελεῖται ὁ μηχανισμὸς τοῦ στροφάλου;
3. Τί ἐπιτυγχάνομε ἐφαρμόζοντας τὸν μηχανισμὸ στροφάλου;
4. Ὑπάρχουν ἄλλοι μηχανισμοί, πού φέρουν τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα μὲ τὸν μηχανισμὸ στροφάλου;
5. Ποῦ κυρίως χρησιμοποιεῖται ὁ μηχανισμὸς αὐτός;
6. Τί βασικὰ μειονέκτημα παρουσιάζει ὁ μηχανισμὸς στροφάλου;
7. Πῶς ἀντιμετωπίζεται τὸ θέμα τῶν δυνάμεων ἀδράνειας στὸν μηχανισμὸ στροφάλου;

8. Ποιός ο ρόλος του σφονδύλου σέ ένα μηχανισμό στροφάλου;
9. Ποιό στοιχείο του μηχανισμού ύποφέρει περισσότερο;
10. Τί καλοῦμε στροφαλοφόρο άξονα;
11. Σέ μία τετρακύνδρη μηχανή πόσα κουμπιά έχει ο στροφαλοφόρος άξονας καί γιατί;
12. Ποιό είναι τό βασικό στοιχείο ενός στροφάλου;
13. Πόσων ειδών έμβολα έχομε;
14. Στίς ΜΕΚ τί είδους έμβολα έχομε;
15. Πώς κατασκευάζεται ένας δακτύλιος στεγανότητας;
16. Τί άντικαθιστά τό έκκεντρο;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΣΤΥΠΕΙΟΘΛΙΠΤΕΣ

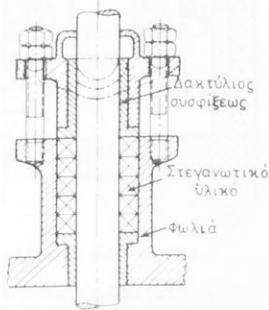
12.1 Γενικά.

Στυπαιοθλίπτες ονομάζονται τά στοιχεία εκείνα, τά όποια χρησιμοποιούνται για νά στεγανοποιούν τά σημεία τών τοιχωμάτων πού διαπερνούν άτρακτοι καί τά όποία τοιχώματα χωρίζουν δύο χώρους μέ διαφορετικές πιέσεις.

Τό είδος του στυπαιοθλίπτη, πού θά χρησιμοποιηθεί κάθε φορά, έξαρτάται από τή σταθερότητα τής πίεσεως πού ζητούμε στους δυό χώρους πού χωρίζονται μέ τό στυπαιοθλίπτη.

Γενικά σέ κάθε στυπαιοθλίπτη διακρίνομε:

- α) Τό **στεγανωτικό ύλικό ή παρέμβαση** (σαλαμάστρα) (σχ. 12.1).
- β) Τή **φωλιά**, μέσα στην όποία τοποθετείται τό παρέμβαση.
- γ) Τό **δακτύλιο συσφίξεως**, ό όποίος μέ τή βοήθεια κοχλιών συμπιέζει τό παρέμβαση μεταξύ τής φωλιάς καί τής επιφάνειας του στρεφόμενου στοιχείου.
- δ) Τό **δακτύλιο έδράσεως**, ό όποίος βρίσκεται στον πυθμένα τής φωλιάς.



Σχ. 12.1.
Στυπαιοθλίπτης μέ παρέμβαση.

Γιά νά πετύχομε καλή στεγανότητα, πρέπει τό παρέμβαση νά έφαρμόζει καλά στην άτρακτο.

Όσο καλύτερα έφαρμόζει τό παρέμβαση, τόσο ή πίεση σέ κάθε μονάδα έπι-

φάνειας γίνεται μικρότερη και κατά συνέπεια και η φθορά του παρεμβάσματος ελαττώνεται.

Σε πολλές περιπτώσεις ο στυπιοθλίπτης δέν χρησιμοποιείται μόνο για στεγανότητα, αλλά και ως στήριγμα του άξονα, όπως π.χ. συμβαίνει στις έμβολοφόρες μηχανές, όπου ο στυπιοθλίπτης παραλαμβάνει μέρος από τό βάρος του έμβόλου και του βάρου.

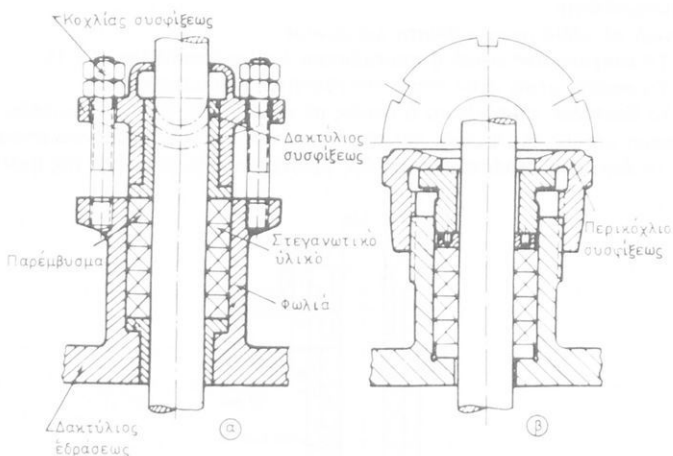
12.2 Είδη παρεμβασμάτων.

α) Παρεμβάσματα μαλακά.

Στό σχήμα 12.2α(α) βλέπομε ένα άπλό στυπιοθλίπτη, πού ως παρέμβασμα φέρει δακτύλιους από πεπιεμένο βάμβακα ή καννάβι. Τά παρεμβάσματα αυτά χρησιμοποιούνται για όποιαδήποτε πίεση νερού ως και για άτμό πίεσεως μέχρι δέκα άτμόσφαιρες.

Η διατομή των δακτυλίων αυτών είναι όρθογωνική, ή δέ μάζα του παρεμβάσματος διαποτίζεται μέ λίπος, μέ γραφίτη ή και μέ τά δυό.

Στό ίδιο σχήμα 12.2α φαίνεται επίσης και ό δακτύλιος συσφίξεως, καθώς και ή φωλιά του στυπιοθλίπτη.

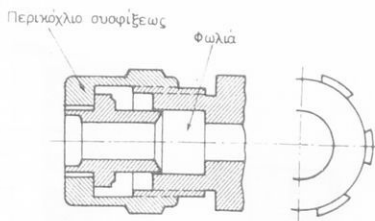


Σχ. 12.2α.

Στυπιοθλίπτης μέ δακτύλιους από πεπιεμένο βαμβάκι.

Γιά τή σύσφιξη των παρεμβασμάτων σέ άξονες μικρής διαμέτρου χρησιμοποιούνται άντί για κοχλίες περικόχλια [σχ. 12.2α(β) και σχ. 12.2β].

Η λίπανση του παρεμβάσματος γίνεται είτε από μία τρύπα, ή όποια προβλέπεται έπάνω στό δακτύλιο συσφίξεως, είτε από τόν άξονα μέ σταγόνες λαδιού, πού ρίχνομε κατά χρονικά διαστήματα.



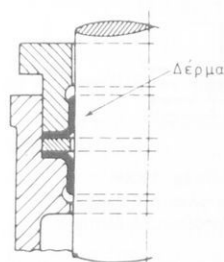
Σχ. 12.2β.

Σύσφιξη παρεμβασμάτων με περικόχλια.

β) Παρεμβάσματα από δέρμα ή λάστιχο.

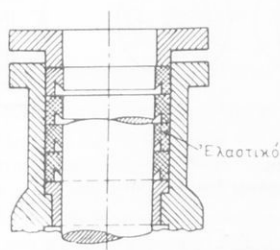
Τόσο τό δέρμα όσο και τό λάστιχο είναι ύλικά κατάλληλα γιά παρεμβάσματα, χρησιμοποιούνται δέ ιδιαίτερα σέ περιπτώσεις όπου παρουσιάζονται μεγάλες ύδραυλικές πιέσεις, όπως π.χ. στίς άντλίες, τά ύδραυλικά πιεστήρια, τούς ύδραυλικούς άνυψωτήρες κλπ.

Στό σχήμα 12.2γ φαίνεται στυπιοθλίπτis με παρέμβασμα από δέρμα, ένώ στά σχήματα 12.2δ και 12.2ε βλέπομε στυπιοθλίπτες με παρεμβάσματα από λάστιχο.



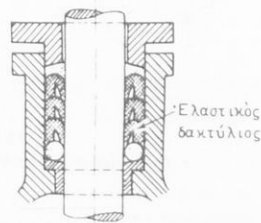
Σχ. 12.2γ.

Στυπιοθλίπτis με παρέμβασμα από δέρμα.



Σχ. 12.2δ.

Στυπιοθλίπτες με παρέμβασμα από έλαστικό.



Σχ. 12.2ε.

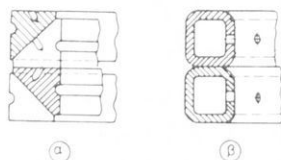
γ) Παρεμβάσματα από μεταλλικούς δακτύλιους.

Τά παρεμβάσματα από μεταλλικούς δακτύλιους χρησιμοποιούνται στίς περιπτώσεις όπου έχουμε άεριο, άτμούς, ή ύγρα, όπως π.χ. συμβαίνει στίς μηχανές έσωτερικής καύσεως, στίς άτμομηχανές και στίς άντλίες.

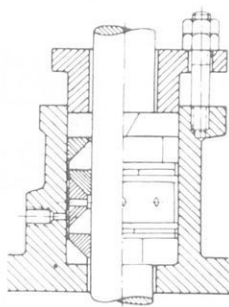
Οί δακτύλιοι έχουν διάφορες διατομές (κωνικές, όρθογωνικές, κλπ) (σχ. 12.2στ).

Στό σχήμα 12.2ζ βλέπομε στυπιοθλίπτη με κωνικούς δακτύλιους από λευκό μέταλλο.

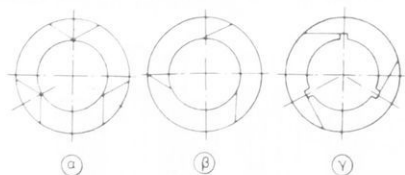
Τό λευκό μέταλλο δέν χρησιμοποιείται γιά ύψηλές θερμοκρασίες γιατί, όπως εί-



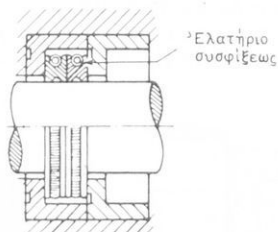
Σχ. 12.2στ.
Μεταλλικοί δακτύλιοι.



Σχ. 12.2ζ.
Στυπαιοθλίπτης με κωνικούς δακτύλιους.



Σχ. 12.2η.
Διαιρούμενοι χυτοσιδερένιοι δακτύλιοι.



Σχ. 12.2θ.
Δακτύλιοι που πιέζονται
στον άξονα με ελατήρια.

ναί γνωστό, τήκεται στους 400°C . Γι' αυτό, στίς περιπτώσεις τών μηχανών έσω-
τερικής καύσεως καί στίς άτμομηχανές, που έργάζονται με υπέρθερμο άτμό, χρη-
σιμοποιούνται **χυτοσιδερένιοι δακτύλιοι**.

Οί δακτύλιοι αύτοί άποτελοϋνται συνήθως άπό τρία κομμάτια, που πιέζονται έ-
πάνω στους άξονες με τή βοήθεια έλατηρίων (σχ. 12.2η καί 12.2θ).

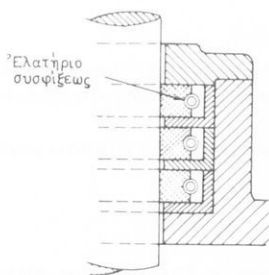
δ) Παρεμβάσματα άπό άνθρακα.

Τά παρεμβάσματα αύτά σέ μορφή δακτυλίων, χρησιμοποιοϋνται για τή στεγα-
νοποίηση πολυστρόφων άτράκτων, που έχουν ύψηλές θερμοκρασίες.

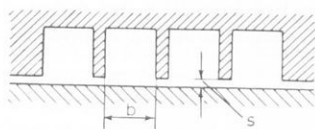
Τό πλεονέκτημά τους είναι ότι άντέχουν στή φθορά, γιατί αυτολιπαίνονται με τό
γραφήτη που περιέχουν καί έτσι διατηρείται άρκετά ή στεγανότητα.

Καί οί δακτύλιοι αύτοί είναι διμερείς καί εφαρμόζουν έπάνω στόν άξονα με τή
βοήθεια έλατηρίων.

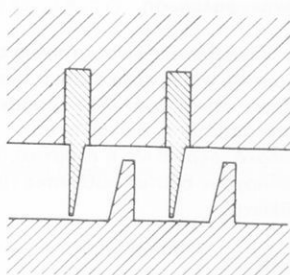
Στό σχήμα 12.2ι φαίνεται παρόμοιος στυπαιοθλίπτης με τρεις θαλάμους σέ κά-
θε ένα άπό τούς όποίους ύπάρχει δακτύλιος άπό άνθρακα.



Σχ. 12.2ι.



Σχ. 12.2ια.



Σχ. 12.2ιβ.

ε) Στυπιοθλίπτες τύπου «Λαβύρινθου» (σχ. 12.2ια, 12.2ιβ).

Ένας τύπος στυπιοθλίπτη, που χρησιμοποιείται κυρίως στους ατμοστρόβιλους για λόγους στεγανότητας μεταξύ του έσωτερικού του στροβίλου και της ατμόσφαιρας, είναι ο στυπιοθλίπτης τύπου **λαβύρινθου**.

Ο στυπιοθλίπτης αυτός, αντίθετα προς τους άλλους, δεν έχει παρέμβαση, ή δέ λειτουργία του στηρίζεται στην αρχή της έκτονώσεως του ατμού με στραγγαλισμό της πίεσώς του και στή διαφυγή του μετά από μικρά διάκενα, που αφήνονται μεταξύ άτράκτου και κελύφους.

Ο στυπιοθλίπτης τύπου λαβύρινθου αποτελείται από θαλάμους σέ σειρά, που σχηματίζονται από δακτύλιους.

Οι μισοί από τους δακτύλιους τοποθετούνται επάνω στον άξονα, οι δέ άλλοι μισοί επάνω στο κέλυφος του ατμοστρόβιλου.

Μέσα από τους θαλάμους αυτούς έκτονώνεται ο ατμός.

Οι δακτύλιοι αφήνουν μεταξύ τους άξονικά διάκενα πλάτους b , τά όποια είναι πολλαπλάσια του διακένου s μεταξύ άξονα και κελύφους.

$$\text{Συνήθως } \frac{b}{s} = 2 \text{ ως } 6$$

Ο ατμός, όταν διέρχεται από τους θαλάμους, έκτονώνεται και χάνει πίεση, ενώ αντίστοιχα αυξάνεται σέ όγκο, μέ άποτέλεσμα στό τέλος νά εξέρχεται μικρή ποσότητα ατμού μέ ελάχιστη πίεση (έκπνοή στυπιοθλίπτη).

στ) Μηχανικοί στυπιοθλίπτες.

Οι μηχανικοί στυπιοθλίπτες αποτελούν σύγχρονη απάντηση στο πρόβλημα προλήψεως στίς διαρροές, που παρατηρούνται στους γνωστούς στυπιοθλίπτες με παρέμβαση.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία μηχανικών στυπιοθλιπτών, που καλύπτει μεγάλη περιοχή εφαρμογών.

12.3 Ανακεφαλαίωση.

1. Οι στυπιοθλίπτες είναι στοιχεία στεγανοποιητικά. Σε κάθε στυπιοθλίπτη διακρίνουμε τό στεγανωτικό υλικό (παρέμβαση), τή φωλιά του, τά δακτυλίδια συσφίξεως καί τό δακτυλίδι έδράσεως.

2. Τά παρεμβάσματα διακρίνονται:

Σέ μαλακά, δερμάτινα ή έλαστικά, από μεταλλικά δακτυλίδια, από άνθρακα· επίσης υπάρχουν οί στυπιοθλίπτες τύπου λαβύρινθου καθώς καί οί μηχανικοί στυπιοθλίπτες.

12.4 Έρωτήσεις.

1. Σε τί χρησιμεύει ό στυπιοθλίπτης;
2. Από πόσα μέρη αποτελείται;
3. Πόσων ειδών παρεμβάσματα έχουμε;
4. Τί είναι ό στυπιοθλίπτης τύπου λαβύρινθου καί ποϋ χρησιμοποιείται κυρίως;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

13.1 Γενικά.

Οι σωλήνες χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά διαφόρων ρευστών, όπως π.χ. είναι τα υγρά, οι ατμοί και τα αέρια.

Μία σωλήνωση αποτελείται από:

α) **Ευθύγραμμα τμήματα** σωλήνων, που τα άκρα τους μπορούν να συνδεθούν ή με μούφες ή με φλάντζες.

β) **Καμπύλες**, με τις οποίες αλλάζει η κατεύθυνση της σωληνώσεως.

γ) **Διακλαδώσεις**, όπως π.χ. ταυ, σταυροί κλπ., που χρησιμεύουν για τη δημιουργία διακλαδώσεων για διανομή του ρευστού.

δ) **Διάφορα άποφρακτικά όργανα**, που φράζουν τη ροή, όταν επιθυμούμε, όπως είναι π.χ. οι δικλείδες, οι διακόπτες, οι κρουνοί, οι βάννες κλπ.

Χαρακτηριστικό στοιχείο κάθε σωλήνα είναι η **έσωτερική του διάμετρος**. Όταν αυξάνει η διάμετρος του σωλήνα, αυξάνει και η ποσότητα του ρευστού που διέρχεται από αυτόν, όταν όλα τα άλλα στοιχεία του σωλήνα παραμένουν τα ίδια.

Πώς όμως γίνεται η έκλογή της κατάλληλης διαμέτρου του σωλήνα;

Η κατάλληλη διάμετρος εξαρτάται κατ' αρχήν από δύο στοιχεία:

α) Από την ποσότητα του ρευστού, που θέλομε να διέρχεται από το σωλήνα στή μονάδα του χρόνου (παροχή), και

β) από την αντίσταση, που θα συναντήσει το ρευστό όταν ρέει κατά μήκος της σωληνώσεως.

Ανάλογα λοιπόν προς την παροχή του ρευστού, την απόσταση που διανύει και το είδος της γραμμής που ακολουθεί (τοπικές αντιστάσεις), εκλέγεται και η διάμετρος του σωλήνα.

Τό υλικό, από το οποίο κατασκευάζονται οι σωλήνες, εξαρτάται από δύο παράγοντες:

α) Από την πίεση, την οποία έχει το ρευστό μέσα σ' αυτούς.

β) Από το είδος του ρευστού (νερό, αέριο, ατμός, υπέρθερμος ατμός).

Επίσης και το **πάχος** των τοιχωμάτων των σωλήνων εξαρτάται από την πίεση και το είδος του ρευστού, που υπάρχει μέσα σ' αυτούς.

Γενικά οι σωλήνες που κατασκευάζονται για το εμπόριο είναι:

- χυτοσιδερένιοι (μαντεμένιοι)
- χυτοχαλύβδινοι (άτσάλινοι)
- όρειχάλκινοι

- χάλκινοι
- μολύβδινοι
- πλαστικοί.

13.2 Χυτοσιδερένιοι σωλήνες.

Τούς χρησιμοποιούμε για τή μεταφορά νερού, φωτιστικού αερίου ή και για αποχετεύσεις.

Ο χυτοσίδηρος, που χρησιμοποιείται για τήν κατασκευή τῶν σωλήνων, είναι σκληρός καί ἔχει ὑψηλή ἀντοχή σέ ἐφελκυσμό.

Γιά τόν καθορισμό τοῦ πάχους s τοῦ τοιχώματος γιά πιέσεις λειτουργίας μέχρι 10 ἀτμόσφαιρες (πού ἀντιστοιχοῦν σέ πίεση δοκιμῆς 25 at) χρησιμοποιοῦνται οἱ παρακάτω τύποι:

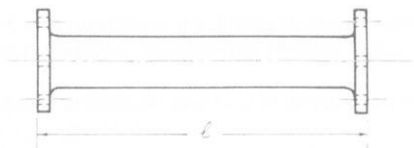
α) Γιά ὄρθια χύτευση:
$$s = \frac{1}{60} \cdot d + 0,7 \text{ cm}$$

β) Γιά ὀριζόντια χύτευση:
$$s = \frac{1}{50} \cdot d + 0,9 \text{ cm}$$

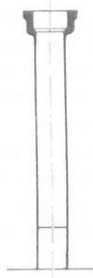
ὅπου d ἡ ἐσωτερική διάμετρος τοῦ σωλήνα σέ mm.

Ἀνάλογα μέ τή μορφή, πού ἔχουν οἱ σωλήνες ἀπό κατασκευαστική πλευρά, διακρίνονται σέ:

- α) Σωλήνες μέ φλάντζες στά ἄκρα (σχ. 13.2α).
- β) Σωλήνες μέ μούφες στά ἄκρα (σχ. 13.2β).



Σχ. 13.2α.



Σχ. 13.2β.

13.3 Χυτοσιδερένιοι σωλήνες μέ φλάντζες στά ἄκρα.

Οἱ σωλήνες μέ φλάντζες μποροῦν νά δέχονται μεγάλες ἀξονικές δυνάμεις. Συμμορμολογοῦνται καί λύνονται εὐκόλα, στοιχίζουσι ὁμοίως σχετικά ἀκριβῶς.

Κοντά στη φλάντζα τὰ τοιχώματα τοῦ σωλήνα ἐνισχύονται μὲ εἰδικό τρόπο, πού φαίνεται στό σχῆμα 13.3.

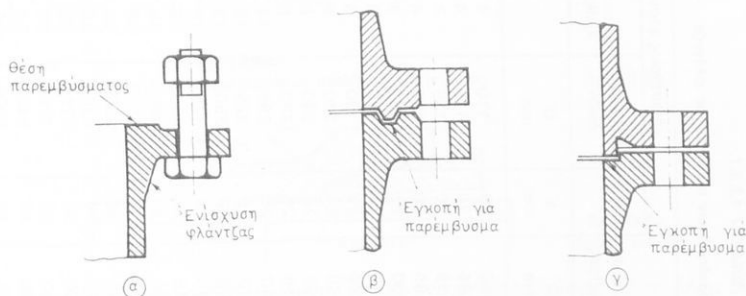
Ἡ φλάντζα χυτεύεται μαζί μὲ τὸ σωλήνα.

Γιά κάθε διάμετρο σωλήνα ἀντιστοιχεῖ φλάντζα μὲ ὀρισμένες διαστάσεις. Τά μεγέθη τῶν φλαντζῶν ἀναγράφονται στόν Πίνακα 13.3.1.

Γιά τή στεγανή σύνδεση τῶν σωλήνων χρησιμοποιοῦνται καί **παρεμβύσματα** (τσόντες).

Ὡς παρέμβυσμα χρησιμοποιεῖται, ἀνάλογα μὲ τήν πίεση τοῦ ρευστοῦ καί τή θερμοκρασία του, εἴτε **λάστιχο**, εἴτε **πλέγμα** ἀπό ἐνισχυμένο λάστιχο, εἴτε **κυματοειδείς μεταλλικοί δακτύλιοι**, εἴτε τέλος **μεταλλικοί δακτύλιοι μὲ λάστιχο**.

Εἰδικά στήν περίπτωση μεταφορᾶς ἀτμοῦ μὲ τούς σωλήνες χρησιμοποιοῦνται ὡς παρεμβύσματα δακτύλιοι **ἀπό ἄμιαντο**.



Σχ. 13.3.

Τρόποι διαμορφώσεως φλαντζῶν.

Ὅταν ἔχομε μικρές πιέσεις, τὸ παρέμβυσμα, πού παρεμβάλλεται μεταξύ τῶν φλαντζῶν, ἀκουμπάει ἐπάνω στήν λεία ἐπιφάνεια τῶν φλαντζῶν, ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 13.3(α).

Γιά μεγαλύτερες ὁμως πιέσεις οἱ δακτύλιοι ἐφαρμόζουν μέσα σέ ἐγκοπές (αὐλάκια), ὅπως φαίνεται στό σχῆμα 13.3(β) καί 13.3(γ).

13.4 Χυτοσιδερένιοι σωλήνες μὲ μοῦφες.

Οἱ χυτοσιδερένιοι σωλήνες μὲ μοῦφες εἶναι ἀπλοῖ στήν κατασκευή καί φθηνοί. Τοποθετοῦνται γρήγορα, προσαρμόζονται εὐκολα στίς ἀνωμαλίες τοῦ ἐδάφους καί δέν ἔχουν κοχλίες στηρίξεως, οἱ ὁποῖοι, ὅταν βρίσκονται μέσα στό ἔδαφος, ὑπάρχει κίνδυνος νά ὀξειδωθοῦν μὲ τήν παρέλευση τοῦ χρόνου (σχ. 13.4α). Γι' αὐτὸ προτιμοῦνται στίς περιπτώσεις ὑπογείων σωληνώσεων.

Οἱ σωλήνες αὐτοῖ χρησιμοποιοῦνται γιά μέτριες πιέσεις, ἐπειδὴ δέν εἶναι δυνατό νά παραλάβουν μεγάλες ἀξονικές δυνάμεις, λόγω τοῦ ὅτι ἡ σύνδεσή τους δέν γίνεται μὲ κοχλίες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.3.1.
Διαστάσεις χυτοσιδερένιων σωλήνων με φλάντζα

Έξωτερική διάμετρος σωλήνα	Κανονικό πάχος τοιχώματος	Έξωτερική διάμετρος σωλήνα	Συνήθη μήκη έμπορίου	D ₁	m	D ₂	mm	Διαστάσεις φλάντζας			Δακτύλιος στεγανότητας			
								Εξωτερική διάμετρος	Πάχος	Διάμετρος όπων	Κοχλίες		Πλάτος	Υψος
											Διάμετρος	Αριθμός		
D	e	mm	mm	mm	s'	mm	D''	mm	in	mm	mm	mm		
40	7,5	55	2	150	18	110	4	5/8	25	3				
50	7,5	65	2	165	20	125	4	5/8	25	3				
60	8	76	2	175	20	135	4	5/8	25	3				
70	8	86	3	185	20	145	4	5/8	25	3				
80	8,5	97	3	200	22	160	4	5/8	25	3				
90	8,5	107	3	210	22	170	8	5/8	25	3				
100	9	118	3	220	22	180	8	5/8	28	3				
125	9,5	144	3	250	24	210	8	5/8	28	3				
150	10	170	3	285	24	240	8	3/4	28	3				
175	11	197	3	315	26	270	8	3/4	30	3				
200	11	222	3	340	26	295	12	3/4	30	3				
225	11,5	248	3	370	26	325	12	3/4	30	3				
250	12	274	3	395	28	350	12	3/4	30	3				
275	12,5	300	3	420	28	375	12	3/4	30	3				
300	13	326	3	445	28	400	12	3/4	30	3				
350	14	378	3	505	30	460	16	3/4	35	4				
400	14	428	3	565	32	515	16	7/8	35	4				
450	15	480	3	615	32	565	20	7/8	35	4				
500	16	532	3	670	34	620	20	7/8	40	4				
550	16	582	3	730	36	675	20	1	40	5				
600	21	634	3	780	36	725	20	1	40	5				
700	19	738	3	895	40	840	24	1	40	5				
800	21	842	3	1015	44	950	24	1 1/8	50	5				

Χρησιμοποιούνται λοιπόν για δίκτυα γλυκού νερού, θερμού νερού καί ατμού, πίεσεως μέχρι 3 ατμόσφαιρες.

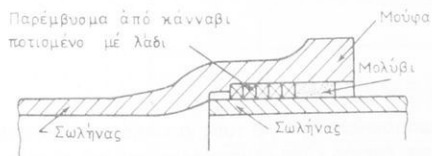
Ός ύλικό στεγανότητας χρησιμοποιείται καννάβι ή λάστιχο (σχ. 13.4β).

Γενικά οι σωλήνες με μούφες κατασκευάζονται για πίεση λειτουργίας μέχρι 10 atm (δοκιμής 15 atm) καί σε διαμέτρους από 40 ως 200 mm.

Τά κανονικά τους μήκη σχετικά με τίς διαμέτρους τους είναι:

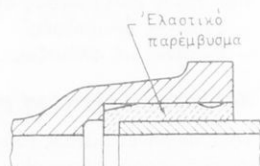
Γιά διαμέτρους σωλήνων 40-175 mm μήκος 2000-3000 mm.

Γιά διαμέτρους σωλήνων 200-1200 mm μήκος 3000-4000 mm.

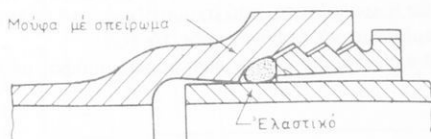


Σχ. 13.4α.

Τρόπος συνδέσεως δύο χυτοσιδερένιων σωλήνων με μούφες.



Σχ. 13.4β.



Σχ. 13.4γ.

Μούφα βιδωτή.

Γιά νά γίνει στεγανή ή σύνδεση, τό διάκενο μεταξύ μούφας καί σωλήνα συμπληρώνεται με καννάβι διαποτισμένο σε λάδι ή πίσσα (σουλάτσο). Πλευρικά τό ύλικό στεγανότητας συγκρατείται με μολύβι, πού χύνεται μετά τό καννάβι· τέλος τό μολύβι στομώνεται (καλαφατίζεται) (σχ. 13.4α).

Όταν παρουσιάζεται ανάγκη ή σύνδεση δυό σωλήνων νά είναι ελαστική, τότε χρησιμοποιείται ως ύλικό στεγανότητας λαστιχένια τσόντα (σχ. 13.4β, 13.4γ).

Πολλές φορές αντί για τή συνηθισμένη μούφα, πού χυτεύεται μαζί με τό σωλήνα καί παραμένει άκατέργαστη, χρησιμοποιείται **βιδωτή μούφα** (σχ. 13.4γ). Στην περίπτωση όμως αυτή ως ύλικό στεγανότητας χρησιμοποιείται δακτύλιος από στρογγυλό λάστιχο κατάλληλος για σωληνώσεις νερού καί φωταερίου.

Οί χυτοσιδερένιοι σωλήνες με μούφες σε σύγκριση προς τούς αντίστοιχους με φλάντζες, έχουν τό πλεονέκτημα ότι ή εύκνησία τους είναι μεγαλύτερη.

Έάν δηλαδή ό ένας σωλήνας τοποθετηθεί λοξά, σχετικά προς τόν επόμενο, δέν καταστρέφεται ή σύνδεση ούτε ή στεγανότητά τους. Επίσης, κατά τή λειτουργία τους, εάν μετατοπισθούν ελαφρά, δέν χάνουν τή στεγανότητά τους, ενώ αντίθετα οί σωλήνες με φλάντζες ύφιστανται διαρροές.

13.5 Χαλύβδινοι σωλήνες.

α) Γενικά.

Σε σωληνώσεις νερού καί φωταερίου στή θέση τών χυτοσιδερένιων σωλήνων

μέ μούφες χρησιμοποιούνται πολύ σήμερα χαλύβδινοι σωλήνες με μούφες.

Οι χαλύβδινοι σωλήνες έχουν άνοχη μεγαλύτερη από τους χυτοσιδερένιους, είναι ελαφρότεροι και κατασκευάζονται σε μεγαλύτερα μήκη.

Οι χαλύβδινοι σωλήνες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι είτε συγκολλητοί, δηλαδή έχουν ραφή, είτε τραβηκτοί, δηλαδή χωρίς ραφή.

Για να τους προστατεύουμε από οξειδώσεις τους βάφομε (συνήθως με μίνιο και λαδομπογιά ή με ένα λεπτό στρώμα πίσσας ή και με άλλες προστατευτικές βαφές, που υπάρχουν στο εμπόριο).

Καί στους χαλύβδινους σωλήνες διακρίνουμε:

- Σωλήνες με μούφες.
- Σωλήνες με φλάντζες.

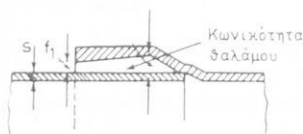
β) Χαλύβδινοι σωλήνες με μούφες.

Τούς σωλήνες αυτούς τους χρησιμοποιούμε αντί για τους χυτοσιδερένιους στη μεταφορά νερού, φωταερίου και αέρα, επειδή είναι ελαφρότεροι και πιο εύκολο-σύνδετοι.

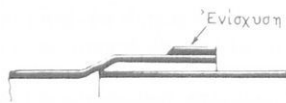
Στά σχήματα 13.5α, 13.5β και 13.5γ φαίνονται διάφοροι τρόποι κατασκευής της μούφας, ώστε να ανταποκρίνεται πληρέστερα στον προορισμό της.

Έτσι π.χ. στο σχήμα 13.5α ή κωνικότητα θαλάμου, που σχηματίζεται στο θάλαμο στεγανότητας, εμποδίζει το παρέμβυσμα να εκφύγει προς τα έξω.

Έπίσης στο σχήμα 13.5β φαίνεται μία ένισχυμένη μορφή μούφας με πρόσθετο δακτύλιο.



Σχ. 13.5α.



Σχ. 13.5β.



Σχ. 13.5γ.



Σχ. 13.5δ.

Στο σχήμα 13.5γ φαίνεται μία σφαιρική μούφα, η οποία επιτρέπει στροφή 6 μοιρών στα συνδεόμενα κομμάτια.

Τέλος στο σχήμα 13.5δ φαίνεται μία μούφα, την οποία συγκολλούμε μετά την τοποθέτηση, όταν πρόκειται από τη σωλήνωση να μεταφερθούν αέρια υψηλής πίεσης.

Ο Πίνακας 13.5.1 μας παρέχει διαστάσεις χαλύβδινων σωλήνων με μούφες, σύμφωνα με τους γερμανικούς Κανονισμούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5.1.
Διαστάσεις σωλήνων με μούφες

Όνομαστική διάμετρος σωλήνα	Εξωτερική διάμετρος σωλήνα	Κανονικοί σωλήνες		Ελαφρότεροι σωλήνες		Βάθος μούφας	Διόκενο στεγανότητα		
		Πάχος τοιχώματος	Βάρος ανά τρέχον μέτρο	Πάχος τοιχώματος	Βάρος ανά τρέχον μέτρο		t	f ₁	f ₂
	D								
40	46	3,0	3,3	—	—	85	7,0	9,0	
50	56	3,0	4,0	—	—	95	7,5	9,5	
60	66	3,0	4,8	—	—	95	7,5	9,5	
80	87	3,5	7,4	—	—	100	7,5	9,5	
100	108	4,0	10,6	—	—	110	7,5	9,5	
125	133	4,0	13,1	—	—	115	7,5	9,5	
150	159	4,5	17,6	—	—	115	7,5	9,5	
200	211	5,5	28,8	5,0	26,3	125	8,0	10,0	
250	264	6,0	39,8	5,5	36,7	135	8,5	10,5	
(300)	316	7,0	55,4	6,0	47,9	140	10,0	13,0	
300	321	7,0	56,3	6,0	48,7	140	10,0	13,0	
350	368	8,0	73,6	6,0	56,2	140	10,0	13,0	
400	419	9,5	99,3	6,0	64,5	140	10,0	13,0	
450	470	10,5	123,0	6,5	78,7	140	10,0	13,0	
500	521	11,5	149,0	7,0	93,8	140	10,0	13,0	
600	622	13,0	201,0	9,0	142,0	140	10,0	13,0	

γ) Χαλύβδινοι σωλήνες με φλάντζες.

Οι χαλύβδινοι σωλήνες με φλάντζες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που έχουμε στο δίκτυο υψηλές πιέσεις και μεγάλες διαμέτρους.

Οι σωλήνες αυτοί κατασκευάζονται είτε με ραφή (συγκολλητοί) είτε χωρίς ραφή και στις ακόλουθες εσωτερικές διαμέτρους:

$D = 29, 32, 40, 50, 70, 80, 100, 125, 200, 250, 300, 350, 450, 500$ mm.

Για πιέσεις λειτουργίας μέχρις 25 at τά πάχη των τοιχωμάτων τους είναι αυτά που περιέχονται στον Πίνακα 13.5.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5.2.

Βαθμίδες πίεσης - Άντοχή σωλήνων σε πίεση

Όνομαστική πίεση σε at	Μεγαλύτερη πίεση λειτουργίας για			Πίεση δοκιμής σε at
	Νερό σε at	Άεριο ή ατμούς σε at	Υδρατμούς σε at	
10	10	8	—	16
16	16	13	13	25
25	25	20	20	40
40	40	32	32	60
64	64	50	40	80
100	100	80	64	125
160	160	125	100	200
250	250	200	160	320

Διακρίνουμε διάφορες βαθμίδες για όνομαστικές πιέσεις. Η πρώτη περιλαμβάνει πιέσεις από 1 ως 10 at. Η δεύτερη από 10 ως 16 at κ.ο.κ.

Ανάλογα προς τη βαθμίδα, στην οποία υπάγεται η πίεση λειτουργίας, κατασκευάζονται και οι φλάντζες συνδέσεως των σωλήνων μεταξύ τους.

Έτσι έχουμε:

— **Λυόμενες φλάντζες**, που εφαρμόζουν σε σωλήνες με διαμορφωμένα χείλη προς τα έξω (σχ. 13.5ε) για πιέσεις μέχρι 10 at.

— **Λυόμενες φλάντζες**, που εφαρμόζουν σε συγκολλημένο δακτύλιο (σχ. 13.5στ) για πιέσεις μέχρι 40 at.

— **Βιδωτές φλάντζες** (σχ. 15.5ζ), που εφαρμόζονται σε σωλήνες με προορισμό να δεχθούν πιέσεις μεγαλύτερες από 100 at.

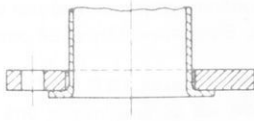
— **Φλάντζες λείας εξελάσεως** με προεξοχή για τη στεγανότητα (σχ. 13.5η) για πιέσεις μέχρι 40 at.

— **Φλάντζες εξελάσεως με ήλωση ασφάλειας**. (σχ. 13.5θ).

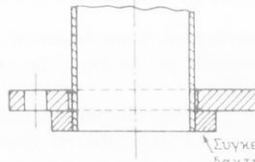
Αυτές χρησιμοποιούνται για σωλήνες, που έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 125 mm και για πιέσεις μέχρι 40 at.

Οι φλάντζες κατασκευάζονται από χάλυβα ή χυτοχάλυβα.

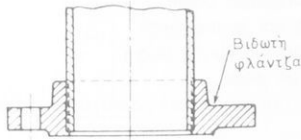
Για πιέσεις μέχρι 40 at για τη στεγανότητα χρησιμοποιούνται δακτύλιοι από



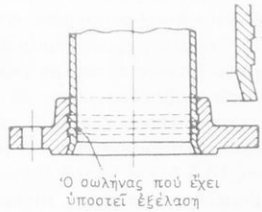
Σχ. 13.5ε.

Συγκολλημένος
δακτύλιος

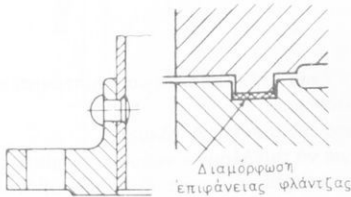
Σχ. 13.5στ.

Βιδωτή
φλάντζα

Σχ. 13.5ζ.

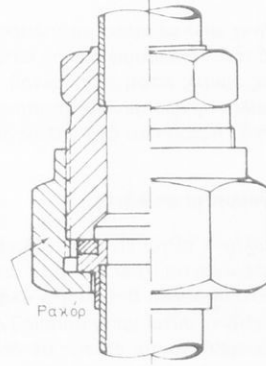
Ο σωλήνας που έχει
υποστεί εξέλαση

Σχ. 13.5η.



Σχ. 13.5θ.

Σχ. 13.5ι.

Διαμόρφωση
επιφάνειας φλάντζας

Ρακόρ

Σχ. 13.5ια.

κλινκερίτη ή από ένισχυμένο λάστιχο ή κυματοειδείς δακτύλιοι από λεπτό χαλύβδινο έλασμα.

Για ύψηλότερες πιέσεις οι επιφάνειες έπαφής τών φλαντζών διαμορφώνονται όπως δείχνει τό σχήμα 13.5ι.

Οι σωλήνες μικρής διαμέτρου συνήθως φέρουν στά άκρα σπείρωμα. Συνδέονται μεταξύ τους με κοχλιωτούς συνδέσμους (μούφες), καμπύλες διακλαδώσεις, καθώς και με λυόμενους συνδέσμους, που όνομάζονται **ρακόρ**. Τά σπειρώματά τους κατασκευάζονται κωνικά, ώστε με τό βίδωμα νά συμπίεζονται οι επιφάνειές τους· όταν μάλιστα τοποθετείται γύρω από τό σπείρωμα καί καννάβι διαποτισμένο με μίνο ή ένα είδος πλαστικής ταινίας, τότε εξασφαλίζεται τέλεια στεγανότητα με αυτά.

13.6 Σιδηροσωλήνες με σπειρώματα ή σωλήνες φωταερίου.

Οι σωλήνες φωταερίου, όπως λέγονται στο εμπόριο, χρησιμοποιούνται σε έγ-καταστάσεις μεταφοράς και διανομής φωταερίου. Είναι συγκολλητοί με ραφή και μικρό σχετικά πάχος.

Οι διαστάσεις τους δίνονται από το D.I.N. 2440 (Πίνακας 13.6.1.). Παχύτεροι σωλήνες φωταερίου κατασκευάζονται χωρίς ραφή και με διαμέτρους από 6 ως 150 mm κατά D.I.N. 2441, όποτε χρησιμοποιούνται και ως ατμοσωλήνες άκρομη.

Η διάμετρος όλων αυτών των σωλήνων άκρομη εκφράζεται σε ίντσες. Έχομε έτσι σιδηροσωλήνες διαμέτρου 1 1/2", 1/2" κ.ο.κ.

Οι χαλυβδοσωλήνες φωταερίου, ανάλογα με τό που χρησιμοποιούνται, κατατάσσονται σε τέσσερις τυποποιημένες κατηγορίες.

- α) Κατηγορία βαρέος τύπου με ραφή και χωρίς ραφή.
- β) Κατηγορία ήμιβαρέος τύπου με ραφή και χωρίς ραφή.
- γ) Κατηγορία έλαφρού τύπου (I) με ραφή και χωρίς ραφή.
- δ) Κατηγορία έλαφρού τύπου (II) μόνο με ραφή.

Οι Πίνακες 13.6.1, και 13.6.2 δίνουν τής χαρακτηριστικές διαστάσεις των κατηγοριών ήμιβαρέος και έλαφρού τύπου II.

13.7 Σωλήνες από μή σιδηρούχα μέταλλα.

Σωλήνες από μέταλλα μή σιδηρούχα, όπως είναι ο μόλυβδος, ο χαλκός και τά κράματά του, τό άλουμίνιο κλπ., κατασκευάζονται είτε με ραφή (συγκολλητοί) είτε, συνήθως, χωρίς ραφή (τραβηκτοί).

Οι σωλήνες άλουμινίου χρησιμοποιούνται τελευταία πολύ σε δίκτυα ύδρεύσεως, στήν ποτοποιία, στή γαλακτοκομία καθώς και στή μεταφορά ύγρων καυσίμων.

13.8 Εύκαμπτοι σωλήνες.

Οι σωλήνες αυτοί είναι μεταλλικοί και έχουν τήν ιδιότητα νά κάμπτονται και νά παραμορφώνονται, σάν νά ήταν από λάστιχο.

Κατασκευάζονται από λεπτά έλάσματα άλουμινίου ή χάλυβα.

Οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται για νά συνδέουν κινούμενα τμήματα μηχανών. Παρεμβάλλονται επίσης σε δίκτυα σωληνώσεων, για νά παραλαμβάνουν τή συστολή και διαστολή του δικτύου με σχετική παραμόρφωσή τους.

Τούς σωλήνες αυτούς τούς κατασκευάζομε κατά πολλούς τρόπους, όπως:

α) Περιτυλίσσοντας έλικοειδώς ταινίες σε σχήμα S με ταυτόχρονη τοποθέτηση μεταξύ τους παρεμβύσματος στεγανότητας είτε από λάστιχο είτε από άμίαντο (σχ. 13.8α).

β) Σε άλλες περιπτώσεις δημιουργούμε τήν εύκαμπτότητα με βαθιά έξέλαση τής κυλινδρικής έπιφάνειας των σωλήνων με λεπτά τοιχώματα, όποτε δημιουργούνται έλικοειδή αλάκια (σχ. 13.8β), που διευκολύνουν τήν παραμόρφωσή τους.

13.9 Σωλήνες από πλαστική ύλη.

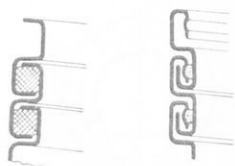
Τελευταία έχουν τεθεί σε γενική σχεδόν χρήση σωλήνες από όργανικές πλαστι-

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.6.1.
Στήρωσώληνες βαρέος τύπου

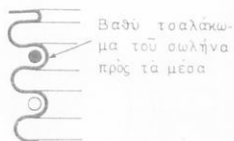
Όνομαστική διάμετρος		Διάμετρος εξωτερική				Πάχος τοιχώματος Τύμες αντίστοιχες		Συμβατικά βάρη			
		Αντίστοιχες τιμές		Ελάχισ.				Σωλήνες χωρίς σπειρώματα		Σωλήνες με σπειρώματα και σύνδεσμο	
		Μην.	Ελαχ.	Μην.	Ελαχ.			kp/m	lb/ft	kp/m	lb/ft
mm	in	mm	mm	in	in	mm	in	kp/m	lb/ft	kp/m	lb/ft
6	1/8	10,6	9,8	0,417	0,386	2,0	0,080	0,407	0,273	0,410	0,275
8	1/4	14,0	13,2	0,551	0,520	2,35	0,092	0,650	0,437	0,654	0,440
10	3/8	17,5	16,7	0,689	0,657	2,35	0,092	0,852	0,573	0,858	0,577
15	1/2	21,8	21,0	0,858	0,827	2,65	0,104	1,22	0,822	1,23	0,828
20	3/4	27,3	26,5	1,075	1,043	2,65	0,104	1,58	1,06	1,59	1,07
25	1	34,2	33,3	1,346	1,311	3,25	0,128	2,44	1,64	2,46	1,65
32	1 1/4	42,9	42,0	1,689	1,654	3,25	0,128	3,14	2,11	3,17	2,13
40	1 1/2	48,8	47,9	1,921	1,886	3,25	0,128	3,61	2,43	3,65	2,46
50	2	60,8	59,7	2,394	2,350	3,65	0,144	5,10	3,42	5,17	3,47
65	2 1/2	76,6	75,3	3,016	2,965	3,65	0,144	6,51	4,38	6,63	4,46
80	3	89,5	88,0	3,524	3,465	4,05	0,160	8,47	5,69	8,64	5,80
100	4	115,0	113,1	4,528	4,453	4,5	0,176	12,1	8,14	12,4	8,34
125	5	140,8	138,5	5,543	5,453	4,85	0,192	16,2	10,9	16,7	11,2
150	6	166,5	163,9	6,555	6,453	4,85	0,192	19,2	12,9	19,8	13,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.6.2.
Σφιδρασωμένων ελαφρώ τύπου

Όνομαστική διάμετρος	Διάμετρος εξωτερική				Πάχος τοχώματος Τιμές αντίστοιχες		Συμβατικά βάρη				
	Αντίστοιχες τιμές		Μεγ.	Ελάχ.	mm	in	Σωληνες χωρίς σπειρώματα		Σωληνες με σπειρώματα και σύνδεση		
	Μεγ.	Ελάχ.					kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft	
mm	mm	mm	in	in	in	mm	in	kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft
6	10,4	9,7	0,409	0,383	1,8	0,072	0,369	0,248	0,372	0,250	0,250
8	13,9	13,2	0,547	0,518	2,0	0,080	0,573	0,385	0,577	0,388	0,388
10	17,4	16,7	0,685	0,656	2,0	0,080	0,747	0,502	0,753	0,506	0,506
15	21,7	21,0	0,854	0,825	2,35	0,092	1,10	0,737	1,11	0,743	0,743
20	27,1	26,4	1,067	1,041	2,35	0,092	1,41	0,948	1,42	0,958	0,958
25	34,0	33,2	1,339	1,309	2,9	0,116	2,21	1,49	2,23	1,50	1,50
32	42,7	41,9	1,681	1,650	2,9	0,116	2,84	1,91	2,87	1,93	1,93
40	48,6	47,8	1,882	1,852	2,9	0,116	3,26	2,19	3,30	2,22	2,22
50	60,7	59,6	2,390	2,347	3,25	0,128	4,56	3,06	4,63	3,11	3,11
65	76,3	75,2	3,004	2,960	3,25	0,128	5,81	3,90	5,93	3,98	3,98
80	89,4	87,9	3,520	3,460	3,65	0,144	7,65	5,14	7,82	5,25	5,25
100	114,9	113,0	4,524	4,450	4,05	0,160	11,0	7,39	11,3	7,59	7,59



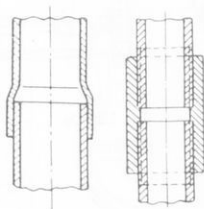
Σχ. 13.8α.



Σχ. 13.8β.

κές ύλες (χλωριούχο πολυβινίλιο) με προοπτική αντικατάστασής των σιδηροσωλήνων στα δίκτυα ύδρευσης, στην μεταφορά όξινων, βενζίνης κλπ.

Οι ενώσεις και οι διακλαδώσεις των σωλήνων αυτών σχηματίζονται με θέρμανση των σωλήνων με τη βοήθεια θερμού αέρα (σχ. 13.9).



Σχ. 13.9.

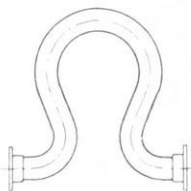
Συνδέσεις πλαστικών σωλήνων.

13.10 Διαστολεις.

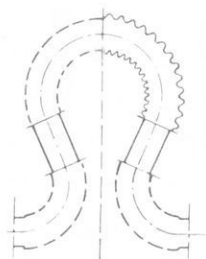
Λόγω της μεταβολής της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ή του ρευστού που διατρέχει τους σωλήνες, ιδίως όταν αυτοί έχουν μεγάλο μήκος, είναι δυνατόν να ύποστούν μεγάλη συστολή ή διαστολή. Η μεταβολή αυτή του μήκους των σωλήνων, όταν δέν ληφθούν τά κατάλληλα μέτρα για τήν εξουδετέρωσή της, μπορεί να προκαλέσει τέλεια καταστροφή τής στεγανότητας, με τελικό έπακόλουθο πολλές φορές τή θραύση των σωλήνων.

Ένας τρόπος εξουδετέρωσης αυτού του φαινομένου είναι ή χρησιμοποίηση ειδικών εξαρτημάτων που καλούνται **διαστολεις** (σχ. 13.10α, 13.10β).

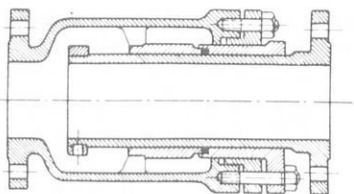
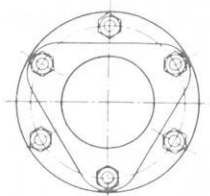
Πολλές φορές χρησιμοποιούνται ειδικοί διαστολεις (σχ. 13.10γ) με στυπιοθλίπτη, όποτε οι σωλήνες πρέπει να είναι εύθύγραμμοι για να μήν καταστρέφεται ό στυπιοθλίπτης.



Σχ. 13.10α.



Σχ. 13.10β.



Σχ. 13.10γ.

13.11 Άποφρακτικά όργανα.

Τά άποφρακτικά όργανα χρησιμοποιοϋνται για νά διακόπτουν ή νά στραγγαλίζουη τή ροή τών ρευστών.

Τά άποφρακτικά όργανα διακρίνονται σέ:

– **Διακόπτες** (σχ. 13.11α καί 13.11β) μέ μία στρογγυλή τρύπα στό σώμα τους, έπάνω στην όποία άκουμπάει δίσκος. Καθώς άνουψώνεται ό δίσκος, μέ τή βοήθεια χειροκίνητου βάρκρου, ό διακόπτης άνοίγει· αντίστροφα, όταν κατέρχεται ό δίσκος, ό διακόπτης κλείνει.

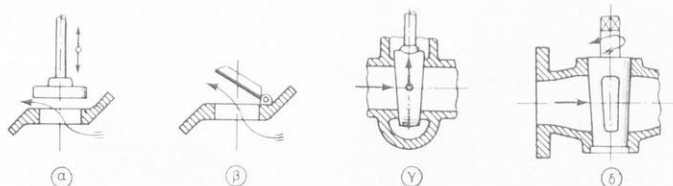
Γιά νά βροϋμε πόσο πρέπει νά άνουψώσουμε τή βαλβίδα του δίσκου ώστε νά μήν έμποδίζεται τό ρευστό στή ροή του, σκεπτόμαστε ότι πρέπει ή κυλινδρική έπίφάνεια του άνοίγματος νά ίσοϋται μέ τή διατομή τής τρύπας.

Έάν d ή διάμετρος τής όπής του διακόπτη, τότε ίσχύει:

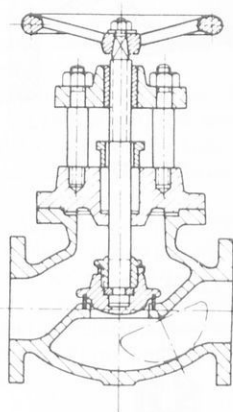
$$\pi \cdot d \cdot h = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \text{άρα} \quad h = \frac{d}{4}$$

δηλαδή άν ύψώσουμε τόν διακόπτη κατά τό τέταρτο τής διαμέτρου, τό άνοιγμα γίνεται ίσο μέ τήν έπίφάνεια τής τρύπας.

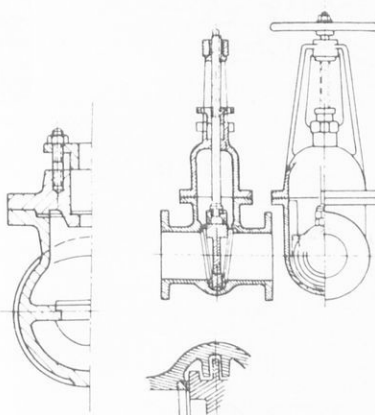
– **Δικλείδες**, οι όποίες λειτουργοϋν αυτόματα, τό δέ άνοιγμα καί κλείσμο τους γίνεται μέ τη ροή του ρευστού [σχ. 13.11α(β)]



Σχ. 13.11α.
Διακόπτες.



Σχ. 13.11β.
Δικλείδα.



Σχ. 13.11γ.
Βάννα.

— **Βάννες** (σχ. 13.11γ), στις οποίες ένας δίσκος ολισθαίνει κάθετα στη διατομή του σωλήνα με τη βοήθεια βάκτρου.

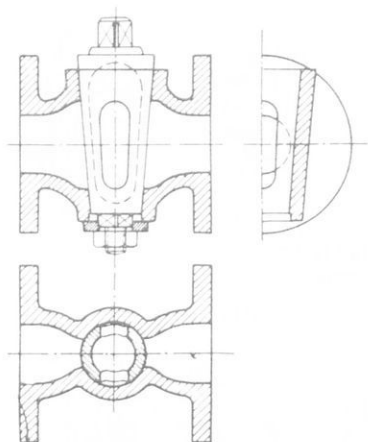
Με την ανύψωση του δίσκου ελευθερώνεται ολόκληρη ή διατομή του σωλήνα και έτσι το ρευστό διέρχεται από τό σημείο αυτό.

— **Κρουνοί** (σχ. 13.11δ), στους οποίους ένα κολουροκωνικό πώμα με ἐγκάρσια τρύπα περιστρέφεται μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένο σώμα σε μία θέση, ώστε να επιτρέπει τη ελεύθερη ροή κατά μία διεύθυνση.

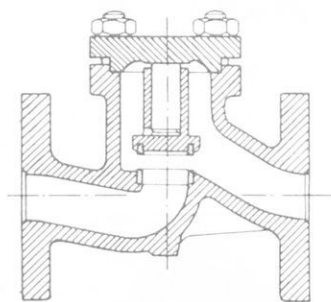
Τομή πλήρους διακόπτη φαίνεται στο σχήμα 13.11β. Για την ανύψωση της βαλβίδας ο δίσκος φέρει βάκτρο χειροκίνητο με τραπεζοειδές ή ὀρθογώνιο σπειρώμα.

Τό περικόχλιο του βάκτρου βρίσκεται ἐπάνω σε γέφυρα, ή ὁποία στηρίζεται με δύο κοχλίες στο σώμα του κρουνοῦ.

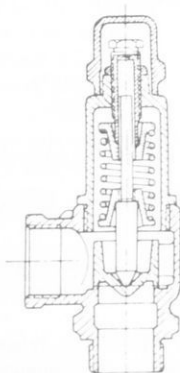
Ἐπίσης, ἀνάλογα με τό σκοπό πού χρησιμοποιοῦμε τά ἀποφρακτικά ὄργανα, τά διακρίνομε σε:



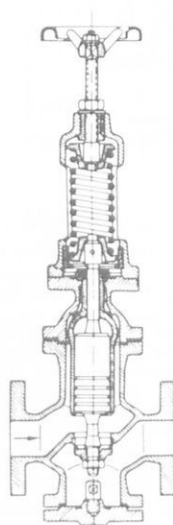
Σχ. 13.116.



Σχ. 13.11ε.



Σχ. 13.11στ.



Σχ. 13.11ζ.

- *Βαλβίδες άπλης κατευθύνσεως* (σχ. 13.11α).
- *Άσφαλιστικές βαλβίδες*, οι όποίες άνοίγουν, μόλις ή πίεση του ρευστού φθάσει σέ όρισμένη τιμή (σχ. 13.11στ).
- *Ρυθμιστικές βαλβίδες*, οι όποίες κρατούν σταθερή τήν πίεση μέσα στον άγωγό, μπροστά από τή βαλβίδα (σχ. 13.11ζ).
- *Βαλβίδες ταχείας άποφράξεως*.
- *Αυτόματες βαλβίδες* (άντλιών, συμπιεστών).
- *Βαλβίδες διανομής* (άτμομηχανών καί άεριομηχανών).

13.12 Άνακεφαλαίωση.

1. Τά σωληνωτά δίκτυα προσφέρονται γιά τή μεταφορά τών ρευστών. Γιά τόν ύπολογισμό τής διαμέτρου χρειάζεται να είναι γνωστή ή παροχή καί ή γεωμετρική διάταξη του δικτύου (ύπολογισμός άντιστάσεως). Τό ύλικό κατασκευής τους έξαρτάται από τήν πίεση λειτουργίας καί τό είδος του ρευστού.
2. Οί χυτοσιδερένιοι σωλήνες χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση γιά τή μεταφορά του γλυκού νερού, του φωταερίου καί γιά άποχετεύσεις λυμάτων. Διακρίνομε χυτοσιδερένιους σωλήνες μέ φλάντζες στά άκρα ή μούφες. Οί πρώτοι μπορούν νά δέχονται μεγάλες άξονικές πιέσεις, ενώ οι δεύτεροι είναι πολύ εύκαμπτοι.
3. Οί χαλύβδινοι σωλήνες, όταν μάλιστα προστατεύονται έξωτερικά μέ διάφορες έπιστρώσεις γιά νά μήν όξειδώνονται, είναι άνθεκτικότεροι από τούς χυτοσιδερένιους καί πιά εύέλικτοι.
4. Γιά όρισμένα είδικά ρευστά χρησιμοποιούνται καί μή σιδηρούχοι σωλήνες.
5. Τά δίκτυα συμπληρώνονται μέ τήν τοποθέτηση τών όργάνων φραγής μέ τά όποια ρυθμίζεται ή παροχή όρισμένων τμημάτων του δικτύου ή καί διακόπτεται τελείως.

13.13 Έρωτήσεις.

1. Σέ τί μός χρειάζονται οι σωληνώσεις καί από ποιά στοιχεία άποτελούνται;
2. Πόσων ειδών σωλήνες έχομε;
3. Πόσων ειδών χυτοσιδερένιους σωλήνες έχομε;
4. Γιά νά έπιτύχομε στεγανότητα στίς συνδέσεις μέ φλάντζες τί άλλο προσθέτομε;
5. Σέ χυτοσιδερένιους σωλήνες μέ μούφες πώς έπιτυγχάνεται ή στεγανότητα;
6. Ποιά τά πλεονεκτήματα καί ποιά τά μειονεκτήματα τών χυτοσιδερένιων σωλήνων μέ φλάντζες;
7. Σχεδιάστε διάφορους τύπους συνδέσεως χαλυβδοσωλήνων μέ μούφες.
8. Πώς διακρίνομε μεταξύ τους τούς χαλυβδοσωλήνες μέ φλάντζα;
9. Ποϋ χρησιμοποιούνται οι σιδεροσωλήνες μέ σπειρώματα;
10. Τί είναι οι εύκαμπτοι σωλήνες;
11. Τί είναι οι πλαστικοί σωλήνες;

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ
ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Μέσα συνδέσεως

1.1	Γενικά	1
1.2	Είδη συνδέσεων	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Καρφιά – καρφοσυνδέσεις (ήλοι – ήλώσεις)

2.1	Καρφιά (ήλοι)	3
2.2	Τρύπα του καρφιοῦ (καρφότρυπα)	7
2.3	Διάταξη καρφοσυνδέσεων (ήλώσεων)	9
2.4	Ἐκτέλεση τῶν καρφοσυνδέσεων	13
2.5	Εἶδη καρφοσυνδέσεων	14
2.6	Ἐπιλογισμὸς τῶν καρφοσυνδέσεων	19
2.7	Ἐπιλογισμὸς τῶν καρφοσυνδέσεων	22
2.8	Πεδίο ἐφαρμογῆς καρφίων	22
2.9	Ἀνακεφαλαίωση	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Κοχλίες καὶ κοχλιωτὲς συνδέσεις

3.1	Κοχλίες	24
3.2	Σπειρώματα	27
3.3	Στοιχεῖα γιὰ κοχλίες καὶ περικόχλια	31
3.4	Σπειρώματα γιὰ κοχλίες στερεώσεως (τριγωνικά)	34
3.5	Σπειρώματα γιὰ κοχλίες κινήσεως	43
3.6	Κατασκευή τῶν σπειρωμάτων	45
3.7	Κατασκευή τῶν σπειρωμάτων	47
3.8	Εἶδη ἀπὸ κοχλίες – κοχλιοσυνδέσεις	49
3.9	Ἐπιλογισμὸς κοχλιοσυνδέσεως	52
3.10	Ἐπιλογισμὸς ἀντοχῆς τῶν κοχλιῶν	54
3.11	Ἀνακεφαλαίωση	58
3.12	Ἐρωτήσεις	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Σφηνες

4.1	Περιγραφή καὶ εἶδη σφηνῶν	60
4.2	Ἐπιμέτρηση σφηνῶν	60
4.3	Ἐγκάρσιες σφηνες	69
4.4	Ἐπιμήτριες σφηνες	72
4.5	Ἀνακεφαλαίωση	72

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ
ΜΕΣΑ ΚΙΝΗΣΕΩΣ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

Άτρακτοι (ἄξονες)

5.1 Περιγραφή και εἶδη ἀτράκτων (ἄξόνων)	73
5.2 Ὑπολογισμός ἄξόνων καὶ ἀτράκτων	76
5.3 Πᾶροι	79
5.4 Ἀνακεφαλαίωση	81
5.5 Ἐρωτήσεις	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Στροφεῖς

6.1 Γενικά	83
6.2 Γενικά περί τριβῆς ὀλισθήσεως	85
6.3 Ἐγκάρσιοι στροφεῖς. Ἄκρατοι (ἢ μετωπικοί) καὶ ἐνδιάμεσοι	85
6.4 Ὑπολογισμός τῶν ἐγκαρσίων στροφῶν	87
6.5 Σφαιρικοί στροφεῖς	93
6.6 Ἀξονικοί στροφεῖς	95
6.7 Ἀνακεφαλαίωση	97
6.8 Ἐρωτήσεις	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Σύνδεσμοι

7.1 Γενικά	98
7.2 Σταθεροὶ σύνδεσμοι	98
7.3 Κινητοὶ σύνδεσμοι	102
7.4 Αὐόμενοι σύνδεσμοι ἢ συμπλέκτες	106
7.5 Ὑδραυλικὸς συμπλέκτης	112
7.6 Ἀνακεφαλαίωση	113
7.7 Ἐρωτήσεις	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΩΟ

Ἐδρανα

8.1 Περιγραφή καὶ εἶδη ἐδράνων	115
8.2 Ὑλικά τριβέων ἐδράνων ὀλισθήσεως	116
8.3 Αὐτορρυθμιζόμενα ἐδρανα ὀλισθήσεως	117
8.4 Σταθερά ἐδρανα ὀλισθήσεως	119
8.5 Ἀξονικά ἐδρανα ὀλισθήσεως	120
8.6 Ἐδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν)	120
8.7 Λίπανση τῶν ἐδράνων	127
8.8 Ἀνακεφαλαίωση	130
8.9 Ἐρωτήσεις	131

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Όδοντωτοί τροχοί

9.1	Όρισμός — Κατάταξη	132
9.2	Είδη όδοντωτών τροχών	135
9.3	Σχέση μεταδόσεως κινήσεως	139
9.4	Στοιχεία όδοντώσεως	140
9.5	Μετρικό διαμετρικό βήμα	141
9.6	Άγγλικό διαμετρικό βήμα (Πίτς)	143
9.7	Κατατομές δοντιών	146
9.8	Υπολογισμός τών όδοντώσεων	156
9.9	Μειονεκτήματα τής κατατομής με έξειλιγμένη	157
9.10	Κανόνες για τή σχεδίαση μιάς όδοντοκινήσεως	159
9.11	Κωνικοί όδοντωτοί τροχοί	159
9.12	Άναλυτικός ύπολογισμός τών στοιχείων τών κωνικών τροχών	163
9.13	Συγκεντρωτικός πίνακας ύπολογισμού κωνικών όδοντωτών τροχών υπό γωνία άξόνων 90°	168
9.14	Κωνικοί όδοντωτοί τροχοί με γωνία άξόνων διαφορετική από τήν όρθή γωνία	168
9.15	Κοχλιοειδείς χαράξεις	169
9.16	Έλικοειδείς όδοντωτοί τροχοί	176
9.17	Άνακεφαλαίωση	176
9.18	Έρωτήσεις	177

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Ίμαντοκίνηση

10.1	Ίμαντοκίνηση — Τροχαλίες — Ίμάντες	178
10.2	Υπολογισμός του πλάτους του ίμάντα	185
10.3	Όδηγίες για τή λειτουργία τών ίμάντων	187
10.4	Ίμαντοκίνηση με τανυστήρα	188
10.5	Ίμαντοκίνηση με τραπεζοειδείς ίμάντες	189
10.6	Άλυσκοκίνηση	195
10.7	Κοινή άλυσίδα	196
10.8	Σύνθετες άλυσίδες ή άλυσίδες κινήσεως	198
10.9	Μετάδοση κινήσεως (άλυσκοκίνηση)	202
10.10	Καλώδια	206
10.11	Λιατάξεις στερεώσεως καλωδίων	214
10.12	Έλεγχος και συντήρηση τών χαλυβδίνων καλωδίων	215
10.13	Τροχοί τριβής	215
10.14	Τροχοί άναστολής	218
10.15	Έλατήρια	219
10.16	Άνακεφαλαίωση	223
10.17	Έρωτήσεις	224

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Μηχανισμός στροφάλου

11.1 Γενικά	226
11.2 Ή κίνηση και οι άναπτυσσόμενες δυνάμεις στο μηχανισμό του στροφάλου	228
11.3 Στρόφαλος	233
11.4 Διοστήρας	234
11.5 Έμβολο	234
11.6 Έκκεντρα	239
11.7 Άνακεφαλαίωση	241
11.8 Έρωτήσεις	241

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Στοπιοθλίπτες

12.1 Γενικά	243
12.2 Είδη παρεμβασμάτων	244
12.3 Άνακεφαλαίωση	248
12.4 Έρωτήσεις	248

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ ΤΡΙΤΟ

Σωληνώσεις

13.1 Γενικά	249
13.2 Χυτοσιδερένιοι σωλήνες	250
13.3 Χυτοσιδερένιοι σωλήνες με φλάντζες στα άκρα	250
13.4 Χυτοσιδερένιοι σωλήνες με μούφες	251
13.5 Χαλύβδινοι σωλήνες	253
13.6 Σιδηροσωλήνες με σπειρώματα ή σωλήνες φωταερίου	258
13.7 Σωλήνες από μη σιδηρούχα μέταλλα	258
13.8 Εύκαμπτοι σωλήνες	258
13.9 Σωλήνες από πλαστική ύλη	258
13.10 Διαστολές	261
13.11 Άποφρακτικά όργανα	262
13.12 Άνακεφαλαίωση	265
13.13 Έρωτήσεις	266

COPYRIGHT ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΑΔΟΥ



0020558241

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

